

Teses e Dissertações – Década de 90

COPPE/UFRJ

Temas

ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DO MÉTODO DA DERIVAÇÃO DA FONTE APLICADO A SINAIS ELETROENCEFALOGRÁFICOS.....	10
EMPREGO DA TÉCNICA DE IMPEDÂNCIA ELÉTRICA NA DETECÇÃO NÃO-INVASIVA DA PERFUSÃO RENAL.....	11
MÉTODO CALORIMÉTRICO DE MEDIÇÃO DA POTÊNCIA DE SAÍDA DE TRANSDUTORES ULTRA-SÔNICOS.....	13
INSTRUMENTO PARA MEDIÇÃO DE OXIGÊNIO COM SENSOR ELETROQUÍMICO.....	14
SISTEMA EXPERIMENTAL DE DETECÇÃO AUTOMÁTICA DE TRANSIÇÕES DE CORRENTES IÔNICAS EM REGISTROS MULTINÍVEL DE CANAIS UNITÁRIOS.....	16
ANÁLISE DO IMPACTO DE DADOS INCOMPLETOS NA OBTENÇÃO DE MAPAS DE CONTO, A PARTIR DE VARIÁVEIS EPIDEMIOLÓGICAS.....	17
ANÁLISE DO SINAL PONTO-EVENTO DERIVADO DE CORRENTES IÔNICAS UNITÁRIAS.....	19
MAPEAMENTO DO POTENCIAL EVOCADO VISUAL UTILIZANDO A TÉCNICA DE DERIVAÇÃO DA FONTE.....	21
TROPICAL: SISTEMA DE APOIO À DECISÃO EM DOENÇAS INFECTO-PARASITÁRIAS.....	22
MONITOR ÓPTICO DE SATURAÇÃO POR OXIGÊNIO NO SANGUE.....	24
ASPECTOS FUNDAMENTAIS DE SEGURANÇA MÉDICO-HOSPITALAR.....	25
SIMULAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE PROPAGAÇÃO DO ULTRA-SOM EM TECIDOS HUMANOS COM UM GEL OBTIDO DA KAPPA-CARRAGENANA.....	26
MONITORAÇÃO DA HEMODIÁLISE ATRAVÉS DA PLETISMOGRAFIA ELÉTRICA.....	27
CARACTERIZAÇÃO DE INTERAÇÕES ENTRE TECNOLOGIAS DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATAIS.....	29
ESTUDO COMPARATIVO DA UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS EM UNIDADES DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATAIS.....	31
ASPECTOS DE SEGURANÇA EM RADIOLOGIA.....	33
UTILIZAÇÃO DE ONDA ULTRA-SÔNICA TRANSVERSAL NA DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE PROTROMBINA E DO TEMPO DE TROMBOPLASTINA PARCIAL ATIVADO.....	35
AValiação DA TÉCNICA DE MEDIÇÃO DO DÉBITO CARDÍACO POR REINALAÇÃO PARCIAL DE CO ₂ EM VENTILAÇÃO ESPONTÂNEA E ORIENTADA.....	36
CLASSIFICAÇÃO DE ARRITMIAS CARDÍACAS BASEADA EM ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS E ÁRVORES DE DECISÃO.....	38
SISTEMA DE APOIO À DECISÃO NA IMPLEMENTAÇÃO DE AÇÕES EM SAÚDE.....	40
VIABILIDADE DE INTERVENÇÕES DE ENGENHARIA CLÍNICA PARA MELHORIA DA QUALIDADE DE ATENÇÃO À SAÚDE.....	42
SISTEMA COMPUTADORIZADO PARA MODELAGEM INTERATIVA DE DETERMINANTES DE SAÚDE.....	44
RECONSTRUÇÃO TRI-DIMENSIONAL DO CRÂNIO HUMANO.....	45
MÉTODO ULTRA-SÔNICO DE PULSO-ECO PARA A DETERMINAÇÃO SIMULTÂNEA DA VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DA ONDA E ESPESURAS EM MEIOS MULTICAMADAS.....	47
MODELAGEM DE ELETROCARDIOGRAMAS ATRAVÉS DE ALISAMENTO EXPONENCIAL E SUA APLICAÇÃO À COMPRESSÃO DE SINAIS ELETROCARDIOGRÁFICOS.....	49
UTILIZAÇÃO DO ULTRA-SOM NA MONITORAÇÃO DA COAGULAÇÃO E NA MEDIÇÃO DE VISCOSIDADE DO PLASMA SANGÜÍNEO.....	50
AValiação DO INSTRUMENTO ULTRA-SÔNICO DE MEDIÇÃO DO TEMPO DE COAGULAÇÃO SANGÜÍNEA.....	52
SISTEMA ULTRA-SÔNICO PARA DETECTAR A PRESENÇA DE BOLHAS DE AR NA LINHA DE SANGUE EM EQUIPAMENTOS DE HEMODIÁLISE.....	53

UTILIZAÇÃO CONJUNTA DE CERÂMICA E POLÍMERO PIEZOELÉTRICOS EM UM TRANSDUTOR ULTRA-SÔNICO.....	54
ESPECTROFOTOMETRIA DO INFRAVERMELHO PARA A MONITORAÇÃO DE GASES ANESTÉSICOS.....	55
UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA VIGILÂNCIA NUTRICIONAL EM ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE.....	56
CONSTRUÇÃO DE UM MODELO MECÂNICO PULMONAR PARA TESTE DE VENTILADORES.....	58
MONITORIZAÇÃO DO VOLUME MINUTO POR IMPEDANCIOMETRIA ELÉTRICA PULMONAR.....	60
SISTEMA DE AUXÍLIO AO DIAGNÓSTICO EM DERMATOPATOLOGIA UTILIZANDO HIPERTEXTO - DOENÇAS BOLHOSAS.....	61
DETECÇÃO DE AGREGAÇÃO PLAQUETÁRIA POR ULTRA-SOM.....	62
MODELO DE POPULAÇÕES NEURONAIS EM LARGA-ESCALA PARA ESTUDO DA DINÂMICA DE EPILEPSIA EXPERIMENTAL DO HIPOCAMPO.....	63
PROJETO E CONSTRUÇÃO DE LENTES PARA TRANSDUTORES ULTRA-SÔNICOS.....	65
SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE FEIXES ULTRA-SÔNICOS FOCALIZADOS ELETRONICAMENTE.....	66
MÉTODO PARA ESTUDO NÃO-INVASIVO DO FLUXO SANGÜÍNEO CEREBRAL POR ULTRA-SOM DOPPLER.....	67
METODOLOGIA PARA ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO EEG DE PACIENTES PORTADORES DE DOENÇAS RENAIIS - MODELAGEM AR E DERIVAÇÃO DA FONTE.....	69
ESTUDOS PARA A ANÁLISE INTRA E INTER-HEMISFÉRICA DA ATIVIDADE ELÉTRICA CEREBRAL UTILIZANDO DERIVAÇÃO DA FONTE.....	70
SIMED - SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE MEDICAMENTOS.....	71
PROTÓTIPO DE EQUIPAMENTO ULTRA-SÔNICO DE IMAGENS EM TEMPO REAL BASEADO EM MICROCOMPUTADOR PESSOAL.....	72
SISTEMA BASEADO EM PROCESSADOR DIGITAL DE SINAIS (DSP), PARA PROCESSAMENTO, EM TEMPO-REAL, DE SINAIS DOPPLER.....	73
ANÁLISE DE "CLUSTERS" ESPACIAIS PARA DADOS EPIDEMIOLÓGICOS.....	75
AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS.....	77
SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS EM UTI NEONATAL.....	78
SELEÇÃO DE VARIÁVEIS DESCRITORAS DA OFERTA DE SERVIÇOS DE SAÚDE A PARTIR DE BASES DE DADOS.....	79
TRANSDUTOR LINEAR DE ULTRA-SOM COM VARREDURA ELETRÔNICA.....	81
METODOLOGIA PARA MODELAGEM DO USO TECNOLÓGICO EM UMA UNIDADE DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATAIS.....	82
DERIVAÇÃO DA FONTE COM MODELO ESFÉRICO DA CABEÇA: APLICAÇÃO NO MAPEAMENTO DA ATIVIDADE ELÉTRICA CEREBRAL.....	84
CLASSIFICAÇÃO DE BATIMENTOS CARDÍACOS UTILIZANDO REDES NEURAIIS.....	86
SENSOR DE PH SANGÜÍNEO A FIBRA ÓPTICA.....	88
SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA AVALIAR QUALIDADE DE SERVIÇOS DE SAÚDE: METODOLOGIA PARA SELEÇÃO DE INFORMAÇÕES.....	89
SISTEMA DOPPLER ULTRA-SÔNICO COMPUTADORIZADO PARA APLICAÇÕES VASCULARES.....	91
ESPIRÔMETRO COMPUTADORIZADO BASEADO EM PNEUMOTACÓGRAFO.....	92
SISTEMA DE AVALIAÇÃO DE VENTILADORES PULMONARES.....	93
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA EXPERIMENTAL PARA MONITORAÇÃO DE VAZÕES E FRAÇÕES GASOSAS RESPIRATÓRIAS EM PEQUENOS ANIMAIS.....	95
PRÉ-PROCESSAMENTO E SEGMENTAÇÃO DE IMAGENS TOMOGRÁFICAS.....	97

DERIVAÇÃO DA FONTE DE SINAIS EEG: CORRELAÇÃO E MAPEAMENTO CEREBRAL.....	98
EXTRAÇÃO AUTOMÁTICA DE INFORMAÇÕES RELATIVAS A TECNOLOGIAS EM SAÚDE A PARTIR DOS RESUMOS PUBLICADOS NA LITERATURA MÉDICA.....	100
ESTUDO DE CARACTERÍSTICAS DE SÉRIES TEMPORAIS DE INTERVALOS R-R DO ELETROCARDIOGRAMA.....	102
DSSARDS : SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA EM SÍNDROME DE ANGÚSTIA RESPIRATÓRIA DO ADULTO.....	105
ESTIMAÇÃO ESPECTRAL EM TEMPO-REAL DE SINAIS DOPPLER ULTRA-SÔNICOS E CÁLCULO DE PARÂMETROS HEMODINÂMICOS.....	107
REAL-TIME SPECTRAL ESTIMATION FROM ULTRASOUND DOPPLER SIGNALS AND CALCULATION OF HAEMODYNAMIC PARAMETERS.....	108
FOCALIZAÇÃO E DEFLEXÃO ELETRÔNICA DO FEIXE ULTRA-SÔNICO DE UM TRANSDUTOR LINEAR.....	109
MÉTODO ULTRA-SÔNICO PARA MONITORAÇÃO DE ALTERAÇÃO DA REOLOGIA DO PLASMA SANGÜÍNEO DURANTE A COAGULAÇÃO.....	110
RECONSTRUÇÃO DE IMAGENS TOMOGRÁFICAS UTILIZANDO O MÉTODO DE MÁXIMA ENTROPIA.....	111
IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS COM EQUIPAMENTOS EM NEUROCIRURGIA.....	113
SENSOR DE TEMPERATURA A FIBRA DE ÓTICA DE ALTA BIRREFRINGÊNCIA.....	115
SISTEMA GERENCIAL DE MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES - AUXÍLIO NA TOMADA DE DECISÃO.....	117
ANÁLISE ESPECTRAL AUTO-REGRESSIVA DO ELETROENCEFALOGRAMA UTILIZANDO DSP.....	118
ANÁLISE MULTIVARIADA NO ESTUDO DA DINÂMICA DE DETERMINANTES DE SAÚDE.....	120
CLASSIFICAÇÃO DE COMPLEXOS QRS UTILIZANDO ÁRVORES BINÁRIAS DE DECISÃO E VALIDAÇÃO CRUZADA.....	122
COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE DETECÇÃO DE AGLOMERADOS ESPACIAIS EM EPIDEMIOLOGIA.....	124
ANÁLISE MULTIVARIADA NA MONITORAÇÃO DE PACIENTES NEUROLÓGICOS EM ESTADO DE COMA.....	125
SISTEMA DE BIOTELEMETRIA COM TRANSMISSÃO POR FIBRA ÓPTICA.....	127
ANÁLISE ESPECTRAL DO EEG: MÉTODOS DE DETECÇÃO DO FOTO-RECRUTAMENTO.....	128
MODELO MISTO DE PROPAGAÇÃO DO ULTRA-SOM EM MEIOS MULTICAMADAS BASEADO EM ACÚSTICA GEOMÉTRICA.....	130
ANÁLISE MULTIVARIADA APLICADA A SINAIS FISIOLÓGICOS NEONATAIS: ESTUDO DAS FASES DE SONO-VIGÍLIA.....	132
DETECÇÃO AUTOMÁTICA DE RITMOS CARDÍACOS ATRIAIS PERSISTENTES NO ELETROCARDIOGRAMA.....	134
PREVISÃO DE SÉRIES TEMPORAIS EPIDEMIOLÓGICAS UTILIZANDO REDES NEURAIS.....	136
VARIAÇÕES ESPACIAIS DE FATORES DE RISCO EM SAÚDE EM ÁREAS GEOGRÁFICAS PEQUENAS.....	138
UM ESTUDO TEÓRICO SOBRE A INFLUÊNCIA DO FORMATO DAS HEMÁCIAS NO TRANSPORTE DE MONÓXIDO DE CARBONO EM CAPILARES HUMANOS.....	140
ANÁLISE QUANTITATIVA DE SINAIS ESTABILOMÉTRICOS NA AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO DE GESTANTES.....	142
REDES NEURONAIS ARTIFICIAIS NA AVALIAÇÃO DE MÚLTIPLAS TECNOLOGIAS DE SAÚDE.....	144
ASPECTOS DE SEGURANÇA AMBIENTAL EM UNIDADES DE SAÚDE.....	146
IDENTIFICAÇÃO DA MECÂNICA RESPIRATÓRIA E CONTROLE DA PEEP DURANTE VENTILAÇÃO MECÂNICA: SIMULAÇÃO.....	147
EMPREGO SEGURO DE VENTILADORES PULMONARES: UMA ABORDAGEM DE ENGENHARIA CLÍNICA.....	149
DETECÇÃO OBJETIVA DA RESPOSTA NO EEG À ESTIMULAÇÃO SOMATO-SENSITIVA USANDO TÉCNICAS NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA.....	151

HIPERSIG : UM SISTEMA HIPERMÍDIA SOBRE TÉCNICAS DE REPRESENTAÇÃO ESPACIAL E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA A ÁREA DA SAÚDE.....	153
MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA E COMPLACÊNCIA DO SISTEMA RESPIRATÓRIO EM INDIVÍDUOS NORMAIS RESPIRANDO ESPONTANEAMENTE ATRAVÉS DE CARGA NÃO-LINEAR.....	154
OTIMIZAÇÃO DA RESPOSTA IMPULSIVA DE TRANSDUTORES ULTRA-SÔNICOS.....	156
DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA ENSAIO DE ELETROCARDÍOGRAFO UTILIZANDO A NORMA IEC-601.2.25.....	157
MONITOR DE SINAIS FISIOLÓGICOS.....	159
DETERMINAÇÃO DE ALTERAÇÕES NO TEMPO DE COAGULAÇÃO EM FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA E INTENSIDADE ULTRA-SÔNICA IRRADIADA NO PLASMA SANGÜÍNEO.....	161
APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE ANÁLISE ESPACIAL NA CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO À SAÚDE.....	163
INVESTIGAÇÃO DA DINÂMICA DE PARTÍCULAS ESFÉRICAS, AGITADAS POR ULTRA-SOM, EM MEIO COM VARIAÇÃO TEMPORAL DA VISCOSIDADE.....	164
DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE RITMOS CARDÍACOS NO ELETROCARDIOGRAMA.....	165
MODELOS DE LOCALIZAÇÃO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS NA ASSISTÊNCIA MATERNA E PERINATAL: UMA APLICAÇÃO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO.....	167
ANÁLISE DOS POTENCIAIS TARDIOS DA ATIVAÇÃO VENTRICULAR BASEADA NO HISTOGRAMA DE INTERVALOS RR.....	169
BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA DO TÓRAX E LAVAGEM DO NITROGÊNIO EM RESPIRAÇÕES MÚLTIPLAS E SUAS RELAÇÕES COM O FLUIDO DO TÓRAX NO CURSO DA HEMODIÁLISE E DA ULTRAFILTRAÇÃO ISOLADA.....	172
INFLUÊNCIA DA RESPIRAÇÃO E DOS BATIMENTOS CARDÍACOS NO EQUÍLÍBRIO POTENCIAL.....	173
IMAGENS ULTRA-SÔNICAS EM MODO-B COM FOCALIZAÇÃO NA RECEPÇÃO.....	175
DIAGRAMAS DE VORONOI PARA A DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DE HOSPITAIS PÚBLICOS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO.....	176
AUXÍLIO VISUAL À ORALIZAÇÃO DE SURDOS.....	178
CARACTERIZAÇÃO REOLÓGICA DO TEMPO DE TROMBOPLASTINA PARCIAL ATIVADO, UTILIZANDO O MÉTODO ULTRA-SÔNICO.....	179
MEDIÇÃO DE PARÂMETROS DE MECÂNICA VENTILATÓRIA EM MODELOS MECÂNICOS DE PULMÃO....	181
COMPARAÇÃO DE TÉCNICAS DE INTERPOLAÇÃO NO MAPEAMENTO CEREBRAL UTILIZANDO SIMULAÇÃO.....	182
A WAVELET COCLEAR E REDES NEURAS ARTIFICIAIS PARA A CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE SONS CARDÍACOS.....	183
ESTUDO DA CONTRAÇÃO MUSCULAR ATRAVÉS DE PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DO SINAL MIOELÉTRICO.....	184
PROCEDIMENTOS E CERTIFICAÇÃO PARA ESPIRÔMETROS.....	187
MEDIÇÃO DE ESPESSURAS DE CAMADAS E VELOCIDADE DA ONDA ULTRA-SÔNICA ATRAVÉS DE MODELOS DE ACÚSTICA GEOMÉTRICA, UTILIZANDO TRANSDUTOR LINEAR.....	188
INSTRUMENTAÇÃO PARA ANÁLISE DO SISTEMA RESPIRATÓRIO PELA TÉCNICA DE OSCILAÇÕES FORÇADAS E DE PROCESSOS CORROSIVOS PELA TÉCNICA DE IMPEDÂNCIA ELETROQUÍMICA.....	189
MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DE ECOS DE REVERBERAÇÃO EM MEIOS MULTICAMADAS, HOMOGENEOS.....	191
MÉTODO DE SUPERFÍCIE PARA DISECÇÃO 3D DE ESTRUTURAS ANATÔMICAS.....	192
VIBRAÇÃO EM HELICÓPTEROS E A SOLICITAÇÃO DA MUSCULATURA PARA VERTEBRAL LOMBAR DE PILOTOS.....	194

DISTRIBUIÇÃO DA VENTILAÇÃO PULMONAR ATRAVÉS DA LAVAGEM DE NITROGÊNIO DURANTE VENTILAÇÃO ESPONTÂNEA E SUPORTE PRESSÓRICO.....	195
ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE OS SINAIS DE PRESSÃO ARTERIAL E VELOCIDADE DO FLUXO SANGÜÍNEO CEREBRAL EM RECÉM-NASCIDOS.....	197
MODELO PARA ESTABELECIMENTO DE PRIORIDADES EM SAÚDE UTILIZANDO ABORDAGEM MULTICRITÉRIO.....	199
CLASSIFICAÇÃO DE ALTERAÇÕES DO SEGMENTO ST DO ELETROCARDIOGRAMA ATRAVÉS DE ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS E REDES NEURAI ARTIFICIAIS.....	201
CARACTERIZAÇÃO DO USO DO TOMÓGRAFO COMPUTADORIZADO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, ATRAVÉS DE DADOS ADMINISTRATIVOS EM SAÚDE.....	203
PROTOCOLO DE ENSAIOS PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE IMAGEM DE EQUIPAMENTOS DE ULTRA-SOM DIAGNÓSTICO.....	205
HÉRCULES: UM SISTEMA DE APOIO AO ENSINO DA ATENÇÃO FARMACÊUTICA.....	206
CORRELAÇÃO ENTRE EEG DE FUNDO E VELOCIDADE DO FLUXO SANGÜÍNEO CEREBRAL EM RECÉM-NASCIDOS.....	208
TROCAS GASOSAS EM EXERCÍCIO NA CARDIOPATIA CHAGÁSICA CRÔNICA.....	210
AMBIENTE PARA FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM ATENÇÃO FARMACÊUTICA - STAFF.....	212
DETECÇÃO OBJETIVA DA RESPOSTA AUDITIVA NO EEG DE CRIANÇAS.....	214
MODELAGEM DA MORTALIDADE INFANTIL EM MUNICÍPIOS BRASILEIROS POR REDES NEURAI E REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA.....	216
ACESSIBILIDADE GEOGRÁFICA A SERVIÇOS DE SAÚDE EM UNIDADES DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO.....	218
REDES NEURAI APLICADAS A GRANDEZAS ERGO-ESPIROMÉTRICAS DE CARDIOPATAS CHAGÁSICOS CRÔNICOS.....	220
DESENVOLVIMENTO DE UM SENSOR BIOMÉDICO DE PRESSÃO À FIBRA ÓPTICA BASEADO EM MEMBRANAS POLIMÉRICAS.....	222
MEDIÇÃO DA VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DA ONDA ULTRA-SÔNICA A PARTIR DO PERFIL DE ATRASO DE SINAIS RETROESPALHADOS.....	223
METODOLOGIA DE AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS EEG E DA VELOCIDADE DO FLUXO SANGÜÍNEO CEREBRAL EM RECÉM-NASCIDOS.....	225
APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE DETECÇÃO OBJETIVA AO EEG DURANTE ESTIMULAÇÃO AUDITIVA EM INDIVÍDUOS SOB ANESTESIA.....	227
“PATH ANALYSIS” E DECISÃO MULTICRITÉRIO: UMA ABORDAGEM PARA ANÁLISE E SELEÇÃO DE MODELOS MULTIVARIADOS EM SAÚDE.....	229
IMPLEMENTAÇÃO DE PROTOCOLO PARA AVALIAÇÃO DO FEIXE ACÚSTICO DE TRANSDUTORES ULTRA-SÔNICOS.....	231
DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GARANTIA DA QUALIDADE EM RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA.....	232
MODELAGEM ESPAÇO-TEMPORAL DE EVENTOS EM SAÚDE BASEADA EM ESTRUTURAS HIERÁRQUICAS E EM MODELOS COMPARTIMENTAIS.....	234

Lista de Autores

Antonio-Carlos Guimarães de Almeida, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador).....	10
Enrique Antonio Silva Moura, Ronney Bernardes Panerai (Orientador),	11
Peter Michael Beer, João Carlos Machado (Orientador).....	13
Luiz Carlos Brendler Leite, Antonio Giannella Neto (Orientador).....	14
Geraldo Antônio Guerrera Cidade, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador).....	16
Márcia Maria Almeida de Macêdo, Flávio Fonseca Nobre (Orientador).....	17
Newton Gonçalves de Castro, Flávio Fonseca Nobre (Orientador),	19
Susana del Valle Carreño Rimaudo, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador).....	21
Roberto Silva, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador).....	22
Luciano Pimenta de Moraes, Carlos Roberto Strauss Vieira (Orientador).....	24
Ivanildo de Oliveira da Silva, Carlos Roberto Strauss Vieira (Orientador).....	25
Enio de Araújo Figueiredo, João Carlos Machado (Orientador).....	26
Edelvan Romano Rosa, Ronney Bernardes Panerai (Orientador).....	27
Carlos Augusto Ferreira de Andrade, Ronney Bernardes Panerai (Orientador).....	29
Eduardo Limongi Marques de Abreu, Ronney Bernardes Panerai (Orientador).....	31
Djane Cavalcanti da Silva, Carlos Roberto Strauss Vieira (Orientador).....	33
Carlos Henrique Figueiredo Alves, João Carlos Machado (Orientador).....	35
Marcelo Gama Abreu, Antonio Giannella Neto (Orientador).....	36
Jurandir Nadal, Ronney Bernardes Panerai (Orientador).....	38
Lilian Terezinha Ferreira Trotta, Ronney Bernardes Panerai (Orientador).....	40
Neide Lazzaro, Ronney Bernardes Panerai (Orientador).....	42
Ronaldo Curi Gismondi, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador).....	44
Angela Klemt, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador).....	45
Wagner Coelho de Albuquerque Pereira, João Carlos Machado (Orientador).....	47
Eduardo Appel, Prof. Fernando Soares Schlindwein (Orientador).....	49
Abilio Lenzi, João Carlos Machado (Orientador).....	50
Márcio Manhães Gomes de Almeida, João Carlos Machado (Orientador).....	52
Luiz Eduardo Gonçalves da Costa, João Carlos Machado (Orientador).....	53
Marcelo Lang, João Carlos Machado (Orientador).....	54
Joaquim dos Santos Pinto, Marcelo Martins Werneck (Orientador).....	55
Haroldo José de Matos, Jurandir Nadal (Orientador),.....	56
Victorino de Mello Neto, Antonio Giannella Neto (Orientador).....	58
Alberto Esteves Gemal, Antonio Giannella Neto (Orientador),	60
Nereu Gilberto de Moraes Guerra Neto, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador).....	61
Jaime R. Ponce Valdeiglesias, João Carlos Machado (Orientador).....	62
Antonio-Carlos Guimarães de Almeida, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador).....	63
Roberto Macoto Ichinose, João Carlos Machado (Orientador).....	65
Adalberto Schuck Júnior, João Carlos Machado (Orientador).....	66
Beatriz Rodrigues Lopes Vincent, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador).....	67
José Raphael Bokehi, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador).....	69
Antonio Maurício Ferreira L.M. de Sá, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador),	70
Selma Rodrigues de Castilho, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador).....	71
Fernando Reiszal Pereira, João Carlos Machado (Orientador),	72
Maria Heveline Bernardes Vieira, David Martin Simpson (Orientador),	73
Annibal Augusto Teixeira de Vasconcellos, David Martin Simpson (Orientador).....	75
Albertino Ferreira Lopes, Ronney Bernardes Panerai (Orientador),	77

Luiz Claudio Madureira, Flávio Fonseca Nobre (Orientador).....	78
Antônio Carlos Oliveira de Almeida, Flávio Fonseca Nobre (Orientador),	79
José Carlos Pacheco de Rezende, João Carlos Machado (Orientador).....	81
João Domingos Scalon, Marcos Francisco Vidal Melo (Orientador).....	82
Carlos Julio Tierra Criollo, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador).....	84
Marcelo de Carvalho Bossan, Jurandir Nadal (Orientador), Luiz Pereira Calôba (Co-Orientador).....	86
Alberto Vieira da Silva, Marcelo Martins Werneck (Orientador).....	88
Ricardo Morant de Holanda, Flávio Fonseca Nobre (Orientador).....	89
Cesar Cosenza de Carvalho, Marcelo Martins Werneck (Orientador).....	91
Márcio José Oliveira do Vale, Antonio Giannella Neto (Orientador).....	92
Rodrigo Biccias Athayde Coelho, Antonio Giannella Neto (Orientador).....	93
Cinthy Bellido, Marcos Francisco Vidal Melo (Orientador).....	95
Jonas da Silva Ribeiro Júnior, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador),	97
Márcio Holsbach Costa, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador),	98
Sérgio Miranda Freire, Ronney Bernardes Panerai (Orientador).....	100
Leonardo Tilhe Pereira, Jurandir Nadal (Orientador).....	102
Daniel Alexandre Bottino, Marcos Francisco Vidal Melo (Orientador).....	105
Carlos Frederico Motta Vasconcelos, David Martin Simpson (Orientador),	107
Carlos Frederico Motta Vasconcelos, David Martin Simpson (Supervisor),	108
Marcos Antonio Dias Lima, João Carlos Machado (Orientador).....	109
Marissa Anabel Rivera Cardona, João Carlos Machado (Orientador).....	110
Francisco José Pereira Abdala, David Martin Simpson (Orientador),	111
Ana Luiza Vidal Fonseca, David Martin Simpson (Orientador)	113
Leny Medeiros Silva, Marcelo Martins Werneck (Orientador).....	115
Marcos Vinícius de Castro Silva, Carlos Roberto Strauss Vieira (Orientador).....	117
Joaquim Firmino Carneiro Junior, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador),.....	118
Márcio José Martins Alves, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador),	120
Wanderley de A. Valentim, Jurandir Nadal (Orientador).....	122
Cláudia Torres Codeço, Flávio Fonseca Nobre (Orientador).....	124
Ilton Guenhiti Shinzato, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador).....	125
Ernesto Martin Mari Barrientos, Marcelo Martins Werneck (Orientador).....	127
Flávio Codeço Coelho, Antônio Fernandes Catelli Infantosi (Orientador),	128
Ana Valéria Derito Greco, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Orientador),	130
Paulo Ricardo Galhanone, David Martin Simpson (Orientador),	132
Viviana Raquel Zurro, Jurandir Nadal (Orientador).....	134
Claudio Bustamante Pereira de Sá, Flávio Fonseca Nobre (Orientador).....	136
Patricia Delgado Rodriguez, Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida (Orientador),	138
Martius de Oliveira, Antonio Giannella Neto (Orientador),	140
Liliam Fernandes de Oliveira, Jurandir Nadal (Orientador)	142
Max Leonardo Chacón Pacheco, Jurandir Nadal (Orientador),.....	144
Aldo Pacheco Ferreira, Carlos Roberto Strauss Vieira (Orientador).....	146
Alexandre Visintainer Pino, Antonio Giannella Neto (Orientador).....	147
Luis Claudio Gonzaga Donadio, Antonio Giannella Neto (Orientador),	149
Renato Tenório Leite, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador),	151
Elomar Christina Vieira Castilho Barilli, Flávio Fonseca Nobre (Orientador).....	153
André Domingues Quelhas, Antonio Giannella Neto (Orientador).....	154
Luiz Antonio da Silva Glória, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Orientador),	156
Luiz Fernando da Silva, Marcelo Martins Werneck (Orientador).....	157

Antonio Carlos Souza de Abrantes, Jurandir Nadal (Orientador),	159
Luiz Fernando Mariz Milczewski, João Carlos Machado (Orientador),.....	161
Marília Sá Carvalho, Flávio Fonseca Nobre (Orientador),	163
Carlos Henrique Figueiredo Alves, João Carlos Machado (Orientador),	164
Adriana Tokuhashi Kauati, Jurandir Nadal (Orientador).....	165
Miguel Murat Vasconcelos, Flávio Fonseca Nobre (Orientador),	167
Paulo Roberto Benchimol Barbosa, Jurandir Nadal (Orientador),	169
Edelvan Romano Rosas, Antonio Giannella Neto (Orientador).....	172
Luis Aureliano Imbiriba Silva, Jurandir Nadal (Orientador),	173
Roberto León Otero Pujol, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Orientador).....	175
Flávio Astolpho Vieira Souto Rezende, Renan Moritz Varnier Almeida (Orientador),	176
Paulo Marcos Tujal de Oliveira, Márcio Nogueira de Souza (Orientador).....	178
Antonio de Pádua de Queiroz Cordeiro, João Carlos Machado (Orientador),.....	179
Fernando Silva Guimarães, Antonio Giannella Neto (Orientador).....	181
José Luiz Andrade da Silva Júnior, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador).....	182
Frederico Caetano Jandre de Assis Tavares, Márcio Nogueira de Souza (Orientador).....	183
Marco Antonio Cavalcanti Garcia, Márcio Nogueira de Souza (Orientador).....	184
José Luis Santos de Sousa, Antonio Giannella Neto (Orientador).....	187
Luiz Carlos de Azevedo Fonseca, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Orientador).....	188
Pedro Lopes de Melo, Marcelo Martins Werneck (Orientador),	189
Marcelo de Almeida Duarte, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Orientador),	191
Angela Klemt, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador).....	192
Carlos Gomes de Oliveira, Jurandir Nadal (Orientador),.....	194
Regina Célia Ferreira Rosa, Antonio Giannella Neto (Orientador).....	195
Marcelo Carvalho Bossan, Jurandir Nadal (Orientador),.....	197
Lilian Terezinha Ferreira Trotta, Flávio Fonseca Nobre (Orientador),.....	199
Pedro Paulo da Silva Soares, Jurandir Nadal (Orientador).....	201
Elisa Abreu Santos, Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida (Orientador).....	203
Jairo Antunes Monteiro Júnior, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Orientador),	205
Homero da Silva Nahum Junior, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador).....	206
Daniel Alfonso Botero Rosas, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador),.....	208
Fátima Palha de Oliveira, Antonio Giannella Neto (Orientador).....	210
Selma Rodrigues de Castilho, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador).....	212
Eloane Gonçalves Ramos, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador),	214
Ronaldo Curi Gismondí, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador),	216
Luciana Silva da Costa, Renan Moritz Varnier R. Almeida (Orientador).....	218
Edil Luis Santos, Antonio Giannella–Neto (Orientador).....	220
Luís Eduardo Maggi, Marcelo Martins Werneck (Orientador).....	222
Fernando Reiszal Pereira, João Carlos Machado (Orientador).....	223
Patrick de Azevedo Ferreira, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador).....	225
Maurício Cagy, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador).....	227
Ana Glória Gogoi Vasconcelos, Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida (Orientador).....	229
André Victor Alvarenga, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Orientador).....	231
Alejandro Yacovenco Arguirópulo, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador),.....	232
Ana Beatriz Soares Monteiro, Flávio Fonseca Nobre (Orientador).....	234

ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DO MÉTODO DA DERIVAÇÃO DA FONTE APLICADO A SINAIS ELETROENCEFALOGRÁFICOS

Antonio-Carlos Guimarães de Almeida, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1990

A derivação da fonte de sinais EEG tem sido considerada mais seletiva do que as derivações bipolares e de referência comum. Neste trabalho a técnica de derivação da fonte foi interpretada com base na teoria eletromagnética (assumindo-se correntes ortogonais ao escalpo) e implementada computacionalmente segundo o método de diferenças finitas para redes uniformes e não-uniformes. A aquisição de dados foi feita através de um conjunto de 16 derivações de referência comum (12 eletrodos posicionados segundo o sistema internacional 10-20 e os 4 restantes como proposto por Buchsbaum), com posterior medição das distâncias inter-eletrodos. Os sinais EEG foram amostrados simultaneamente por um conversor A/D de 10 bits e armazenados em um microcomputador compatível com o IBM/PC. A implementação computacional foi realizada recalculando-se o potencial do eletrodo central como função dos potenciais deste eletrodo e de seus vizinhos, utilizando-se a linguagem PASCAL. Sinais EEG de indivíduos normais e de pacientes com EEG focal, identificados por especialistas, foram utilizados neste estudo. Os resultados obtidos após aplicação da derivação da fonte indicam que as atividades subjacentes ao eletrodo de captação são enfatizadas, enquanto que as provenientes de regiões adjacentes são reduzidas. Nos sinais analisados esta característica mostrou-se mais acentuada ao utilizar-se redes não-uniformes. Os resultados sugerem a possibilidade de se utilizar esta técnica na identificação de focos e nos estudos de sincronismo intra e inter-hemisférico.

ANALYSIS AND INTERPRETATION OF SOURCE DERIVATION METHODS APPLIED TO ELECTROENCEPHALOGRAPHIC SIGNALS

Antonio-Carlos Guimarães de Almeida, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1990

The source derivation of EEG signals has been considered a more selective technique than the bipolar or common average reference derivations. The present study aimed at applying the source derivation technique to EEG digital data using the finite difference method with a uniform and then a non-uniform grid. The operator was derived based on electromagnetic theory assuming orthogonal currents. The data was collected as a set of 16 unipolar derivations (12 electrodes placed according to 10-20 international system and the remaining four located as proposed by Buchsbaum); inter-electrode distance were also measured. The EEG signals were simultaneously sampled by a 10-bit A/D converter (PC/AT). The source derivation was calculated at each point in time for each electrode, based on its sample values and that of the four-surrounding electrodes. If four neighbours were not available then only two (on a straight line) were used. This was implemented using the PASCAL language. EEG data from normal subjects were analysed in this study. The results indicate that in source derivation the subjacent activity is emphasized whilst the adjacent is reduced. This effect is stronger when using a non-uniform grid than a uniform one. The results suggest the potential utility of applying the source derivation technique to identify foci and to study intra and inter-hemispheric synchronism.

EMPREGO DA TÉCNICA DE IMPEDÂNCIA ELÉTRICA NA DETECÇÃO NÃO- INVASIVA DA PERFUSÃO RENAL

Enrique Antonio Silva Moura, Ronney Bernardes Panerai (Orientador),
Newton Guilherme Wiederhecker (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1990

Este trabalho tem por objetivo estudar, mediante a técnica de impedância elétrica e com uma determinada configuração dos eletrodos, a viabilidade de diferenciar o fluxo sanguíneo renal das demais regiões abdominais supridas com sangue arterial. Usou-se o método tetrapolar de medição, injetando-se a corrente por meio de uma cinta ajustável, colocada na região ventral, onde os eletrodos de corrente coincidem com a linha axilar média. Pelas dimensões da cinta delimitou-se dorsalmente uma região para a captação dos sinais entre as vértebras T10 e L4. A captação dos sinais foi realizada em várias posições, a cada lado da coluna vertebral, em três grupos de voluntários: indivíduos assintomáticos, pacientes portadores de rim único e pacientes com insuficiência renal. Foi captado o sinal de EEG simultaneamente ao sinal de impedância (ΔZ e Z_0). Calculou-se a média coerente, sincronizada com o EEG, dos valores de ΔZ para cada posição de captação. A primeira derivada do sinal (dZ/dt) foi calculada por métodos numéricos. A variação espacial de Z_0 , ΔZ e dZ/dt foi determinada. Para indivíduos assintomáticos obteve-se uma curva "padrão", de ΔZ e dZ/dt , calculando-se a média coerente de todos sinais correspondentes a cada posição de captação. Dos resultados obtidos conclui-se que a pulsatilidade da vasculatura renal influencia significativamente a amplitude de ΔZ e dZ/dt , visto que estes sinais apresentam amplitudes consideravelmente menores quando captados sobre a região renal onde o rim está ausente. Por outro lado observa-se que, com a configuração de eletrodos utilizada, não é possível diferenciar as diversas contribuições recebidas pelo sinal de impedância. Também observa-se que a componente constante do sinal de impedância (Z_0) não é influenciada significativamente pelo fluxo sanguíneo renal. Há, portanto, necessidade de aprofundar o estudo da técnica de impedância elétrica e sua aplicação na exploração da região renal.

NON-INVASIVE DETECTION OF RENAL PERFUSION BY MEANS OF THE ELECTRICAL IMPEDANCE TECHNIQUE

Enrique Antonio Silva Moura, Ronney Bernardes Panerai (Supervisor),
Newton Guilherme Wiederhecker (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1990

The electrical impedance method was used to study the feasibility of detecting renal blood flow components in the abdominal region using a particular electrode configuration. Adopting the tetrapolar technique, an electrical current was injected with an adjustable belt electrode placed in the ventral region coinciding with the middle axillary line. Voltage measurements were made between the T10 and L4 vertebrae. Changing the position of the voltage electrodes performed signal mapping. Three groups of volunteers were studied: Assymptomatic subjects, patients with a single kidney and patients with kidney failure. The ECG signal was measured simultaneously with the impedance ΔZ signal and the baseline values Z_0 . For each electrode position the coherent average values of ΔZ were computed, synchronized by the ECG. The first derivate signal, dZ/dt , was computed by numerical methods. The spatial variation of Z_0 , ΔZ and dZ/dt was established. For assymptomatic subjects a standard pattern

of ΔZ and dZ/dt was obtained by means of the coherent average of all subjects for each electrode position. From the results obtained it can be concluded that the pulsatile component of renal blood flow has a significant influence in the amplitude of ΔZ and dZ/dt since these signals are considerably reduced over the region of absent kidneys. However, with the electrode configuration adopted, it was not possible to separate the contribution of renal perfusion from other abdominal arteries such as the aorta. In addition, it is concluded that the Z_0 component is not significantly influenced by renal blood flow. Further studies of the renal circulation are recommended to establish the feasibility of clinical applications of this method in patients suspected of renal blood flow disturbances.

MÉTODO CALORIMÉTRICO DE MEDIÇÃO DA POTÊNCIA DE SAÍDA DE TRANSDUTORES ULTRA-SÔNICOS

Peter Michael Beer, João Carlos Machado (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1990

Esta tese tem como objetivo o desenvolvimento de um método calorimétrico de medição de potência de saída de transdutores ultra-sônicos. O conhecimento desta potência é relevante na determinação dos riscos aos órgãos de pacientes submetidos a procedimentos de diagnóstico ou terapia, como no estudo de propriedades terapêuticas e de toxicidade do feixe acústico. Além disso, a determinação desta potência é importante na pesquisa e desenvolvimento em ciência aplicada que trabalhe em construção e determinação do rendimento de transdutores ultra-sônicos, e em trabalhos de manutenção, verificação e avaliação de equipamentos comerciais. No desenvolvimento desta tese inclui-se o projeto e construção de um calorímetro diferencial para medidas de potências ultra-sônicas de transdutores para uso em equipamentos de diagnóstico, na faixa entre 10 a 200 mW.

CALORIMETRIC METHOD TO MEASURE THE POWER OUTPUT OF ULTRASONIC TRANSDUCERS

Peter Michael Beer, João Carlos Machado (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1990

The purpose of this thesis is the development of a calorimetric method to measure the power output of ultrasonic transducers. This is relevant in the assessment of risk to patients subjected to ultrasonic irradiation, both for diagnostic or therapeutic purposes, and also in the study of toxicity and therapeutic properties of ultrasound. Power output measurement is also required in ultrasonic equipment evaluation and testing both for construction and maintenance. The design and construction for a differential calorimeter for 10 to 200 mW range is also presented.

INSTRUMENTO PARA MEDIÇÃO DE OXIGÊNIO COM SENSOR ELETROQUÍMICO

Luiz Carlos Brendler Leite, Antonio Giannella Neto (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1990

O propósito deste trabalho é o desenvolvimento de um sensor e monitor eletroquímico para reposição das unidades disponíveis no mercado brasileiro, que são importadas, assim como prover o conhecimento relacionado a esta técnica de medição de oxigênio. O sensor é destinado a monitoração de gases inalados pelo indivíduo assim como na medição da concentração do oxigênio no meio aquoso. O sensor consiste de dois eletrodos imersos num meio aquoso contendo íons cloro. O sensor contém também uma membrana permeável ao oxigênio para proteger o meio interno do sensor de contaminação do meio externo. Optou-se pelo projeto de um sensor do tipo renovável de baixo custo e uma constante de tempo em torno de 20 segundos. O sensor e o monitor foram testados para avaliar sua resposta em fase gasosa, para fração de oxigênio, pressão manométrica e temperatura. O sensor foi testado com quatorze frações diferentes entre zero e cem por cento de oxigênio. O fator de correlação encontrado foi de 0,9996. A deriva térmica do sensor foi de 2,97% / °C. E um termistor foi usado para compensar esta deriva. Os resultados do teste da pressão manométrica, mostraram que o sensor tem uma pior dependência de pressão que outros sensores disponíveis no mercado. Por esta razão, uma configuração diferente de instalação do sensor é proposta. Os principais problemas na construção do sensor foram fixação da membrana em uma posição que não influencie na resposta do sensor, evaporação do eletrólito, a cloretação do eletrodo Ag/AgCl. Os materiais usados no "corpo" do sensor foram PVC e NYLON. Na conclusão são avaliadas as possibilidades da industrialização e aplicação desta tecnologia a outros campos onde a medição da fração de oxigênio se faz necessária.

INSTRUMENT FOR OXYGEN MEASUREMENT WITH ELECTROCHEMICAL SENSOR

Luiz Carlos Brendler Leite, Antonio Giannella Neto (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1990

The aim of this work is the development of a Electrochemical Sensor and Monitor in order to replace the units presently available in Brazil, that are imported, and also to provide a support related to this kind of technology. The sensor is intended for monitoring inhaled gases and measuring the concentration of oxygen in aqueous media. The sensor consists on two electrodes in an aqueous medium containing chloride ions. It also has an oxygen permeable membrane in order to protect the sensor medium from outside poisoning. We choose to design a low cost rechargeable sensor with a time constant around 20 seconds. The sensor and monitor were tested to evaluate their response in the gas of phase against oxygen fraction, manometric pressure and temperature. The oxygen fraction response of the sensor was tested with fourteen different fractions between zero and a hundred percent of oxygen. The correlation factor was 0,9996. The temperature drift of the sensor is 2,97%/°C. And a termistor was used to compensate this drift. The results of the manometric pressure test showed that the sensor has a worse dependence of pressure than other sensors commonly available in the market. For this reason, a different configuration of the sensor instalation is proposed. The main problems on constructing the sensor were: holding the membrane in a position that would not affect the response; evaporation of the eletrolyte; the cloriding of the anode with Ag/AgCl. The materials used in the "body"

of the sensor were PVC and NYLON. In the conclusion the chances on industrialization of this technology are evaluated and also its application to other fields where FO_2 measurements are required.

SISTEMA EXPERIMENTAL DE DETECÇÃO AUTOMÁTICA DE TRANSIÇÕES DE CORRENTES IÔNICAS EM REGISTROS MULTINÍVEL DE CANAIS UNITÁRIOS

Geraldo Antônio Guerrera Cidade, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1990

O entendimento do comportamento cinético de canais iônicos isolados em membranas celulares e artificiais tem sido objeto de estudo da biofísica e da farmacologia molecular. A detecção dos instantes de abertura e fechamento de canais iônicos, inicialmente realizada por inspeção visual, é atualmente efetuada utilizando-se algoritmos computacionais baseados em limiar fixo ou ajustável pelo usuário. O objetivo desta tese é apresentar o desenvolvimento, implementação e avaliação de uma metodologia para detecção automática de transições de correntes iônicas em registros multinível de canais unitários, utilizando técnica de limiar adaptativo. O sistema experimental foi desenvolvido e implementado em um computador IBM PC/AT e executa as seguintes operações: i) amostragem do registro de correntes iônicas a 2KHz em 12 bits; ii) aplicação da técnica AZTEC de compressão de dados; iii) detecção das transições baseada em um limiar automaticamente ajustável (limiar adaptativo). A metodologia desenvolvida foi aplicada à sinais simulados e à registros reais. Curvas R.O.C. e de distribuição dos tempos de duração dos eventos foram utilizadas na avaliação do detector aplicado à sinais simulados. Nestas circunstâncias, o detector à limiar adaptativo apresentou resultados similares aqueles obtidos pelo método de limiar fixo. Entretanto, para a detecção em registros reais, tomando-se como referência a detecção visual efetuada por especialistas, os resultados indicam ser o método de limiar adaptativo menos sensível ao erro de estimação da amplitude unitária, quando comparado ao detector de limiar fixo.

AUTOMATIC EXPERIMENTAL SYSTEM FOR THE DETECTION OF IONIC CURRENT TRANSITIONS IN MULTILEVEL SINGLE CHANNEL RECORDINGS

Geraldo Antônio Guerrera Cidade, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1990

The understanding of isolated ionic channel kinetic behavior in cellular and artificial membranes has become object of studies in biophysics and molecular pharmacology. The detection of ionic channels opening and closing transitions, previously made by visual inspection, is currently performed by means of computational algorithms based on a fixed or user-adjustable threshold. The aim of this thesis is the development, implementation and evaluation of a methodology for automatic detection of ionic current transitions in multilevel single channel recordings, using an adaptive threshold technique. This experimental system was developed and implemented on an IBM PC/AT microcomputer, to perform the following operations: i) sampling ionic current signals at 2 KHz in 12 bit precision; ii) applying the AZTEC data compression technique; iii) detecting transition based on an automatically adjustable (adaptive) threshold. The proposed method was applied to simulated and real signals. The distribution of opening time and R.O.C. curves was used to evaluate the detector, when applied to simulate signals. In this circumstance, the adaptive threshold detector presented similar results to that obtained by the fixed threshold method. However, using specialists' visual detection to real signal as a reference, the results indicate that the adaptive threshold method is less sensible to the estimated unitary amplitude, when compared to the fixed threshold one.

ANÁLISE DO IMPACTO DE DADOS INCOMPLETOS NA OBTENÇÃO DE MAPAS DE CONTORNO, A PARTIR DE VARIÁVEIS EPIDEMIOLÓGICAS

Márcia Maria Almeida de Macêdo, Flávio Fonseca Nobre (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Set., 1990

A estimação precisa na previsão do espalhamento espaço-temporal de doenças contagiosas, assim como a presença de dados incompletos fazem parte dos maiores problemas concernentes à epidemiologia. Variáveis epidemiológicas representam informação espacial em cada período de tempo, e o suporte fornecido por análises geográficas relativas à ocorrência de casos, fatores ambientais e informações sócio-econômicas, pode vir a constituir-se num dos elementos importantes para o diagnóstico epidemiológico. De acordo com esta perspectiva, é importante a adoção de uma nova estratégia que armazene e manipule de maneira integrada uma grande quantidade de dados de imagem e texto. Este trabalho descreve os resultados de um estudo de simulação para investigar o impacto de dados incompletos para a obtenção de mapas de contorno de variáveis epidemiológicas. Através de simulação numérica, foram obtidos conjuntos de dados espaciais a partir de diferentes padrões relativos ao parâmetro de um processo de Poisson não estacionário, que se constitui no modelo para a simulação. Mapas de contorno foram obtidos através da técnica de interpolação de Sheppard para quatro vizinhos mais próximos, sendo consideradas diferentes percentagens de dados espaciais disponíveis para a obtenção dos mapas de contorno. Estes foram comparados ao padrão, através do erro médio quadrático normalizado (RMSE). Os resultados apontam na direção de que padrões espaciais constantes ou possuidores de um variabilidade de 5% em torno do valor médio geram dados cuja supressão de até 25% dos mesmos, causa erros que pertencem, em 90% de sua totalidade, à faixa de valores consideradas como referência. O mesmo não é observado em padrões espaciais, cuja variabilidade seja 75% em torno da média.

ANALYSIS OF THE IMPACT OF INCOMPLETE DATA IN CONTOUR MAPPING FOR EPIDEMIOLOGICAL VARIABLES

Márcia Maria Almeida de Macêdo, Flávio Fonseca Nobre (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Sep., 1990

The adequate forecasting of the spatial-temporal spread of contagious diseases, and the absence of complete data sets, constitute some of the greatest problems in epidemiology. Epidemiological variables represent spatial information in each time period, and the knowledge extracted from geographic analysis related to case occurrence, together with environmental factors and social-economic information constitutes an important element of the epidemiological diagnosis. It is therefore important to adopt a new strategy for recording and manipulating the usually large amount of image and text data in an integrated manner. This work describes the results achieved with simulation methods in investigating the impact of incomplete data in contour mapping for epidemiological variables. Sets of spatial data were obtained from numeric simulation, using different patterns related to the parameter of a non-stationary Poisson process, which was adopted as a model for simulation. Contour maps were obtained by the application of Sheppard's interpolation technique from the four closest neighbours, assuming varying percentages of data available spatial data points for contour mapping. The results were compared with a standard pattern, using the normalized root mean square error

(RMSE). The results suggest that constant spatial patterns or patterns with standard deviation of about 5% from the mean value generate data where the suppression of up to 25% of data points produces errors which are, in 90% of the cases, within the reference range of values. The same cannot be predict for spatial patterns with standard deviation of about 75% from the mean value.

ANÁLISE DO SINAL PONTO-EVENTO DERIVADO DE CORRENTES IÔNICAS UNITÁRIAS

Newton Gonçalves de Castro, Flávio Fonseca Nobre (Orientador),
Antonio Fernando Catelli Infantosi (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1991

A análise das correntes iônicas que atravessam canais isolados da membrana celular (correntes unitárias) é atualmente considerada uma fonte de informação fundamental no estudo de diversos sistemas fisiológicos de transdução e no desenvolvimento de novos medicamentos. Uma nova metodologia, baseada na teoria dos processos estocásticos ponto-evento, foi aplicada com o objetivo de analisar algumas das características de correntes unitárias que não são ainda adequadamente especificadas através dos métodos convencionais. Para apoiar a interpretação dos resultados, é apresentada uma visão resumida do modelo teórico mais aceito da ativação de canais iônicos. Correntes unitárias ativadas por acetilcolina (0,4 - 2,0 μM) na placa motora de fibras musculares de rã foram registradas pela técnica de "patch-clamp", na configuração "cell-attached". Os registros foram processados para detecção de eventos definidos pelas aberturas dos canais, obtendo-se assim séries de medidas dos intervalos entre aberturas (IEAs). As séries de IEAs foram então submetidas a uma análise estatística que compreendeu testes de aleatoriedade e estacionariedade, estimação dos coeficientes de correlação serial e da função densidade esperada (FDE). Os testes evidenciaram a complexa estrutura do sinal, caracterizado por diferentes formas de dependência entre eventos. Nas condições experimentais usadas, as principais propriedades do sinal são a taxa de ocorrência não ser estacionária e haver uma tendência dos eventos ocorrerem em grupos. A interpretação conjunta do histograma dos IEAs, da FDE e do correlograma serial conduz a um melhor entendimento do comportamento detalhado do sinal, que deverá ser útil na modelagem dos fenômenos biológicos subjacentes. Esta abordagem ponto-evento mostrou-se particularmente adequada para análise de fenômenos não-estacionários em registros com vários canais em atividade, condições em que a análise pelos métodos convencionais é limitada.

ANALYSIS OF THE POINT PROCESS SIGNAL DERIVED FROM UNITARY IONIC CURRENTS

Newton Gonçalves de Castro, Flávio Fonseca Nobre (Supervisor),
Antonio Fernando Catelli Infantosi (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1991

The analysis of currents crossing single ion channels of cell membranes (unitary currents) is nowadays an inestimable source of information in the study of various physiological transduction systems as well as in drug development. A new methodology of analysis based on the theory of stochastic point process was applied to unitary currents in order to assess some of its characteristics that are not adequately described by the usual methods. An overview of the most accepted theoretical model of ion channel activation is presented to support the interpretation of results. Unitary currents activated by acetylcholine (0.4 - 2.0 μM) at the motor endplate of frog muscle fibers were recorded using the cell-attached patch clamp technique. The current records were processed for detection of channel opening events, so that series of inter-opening intervals (IOIs) could be obtained. The IOI

series were then subjected to a statistical analysis comprising randomness and stationarity tests and an estimation of both serial correlation coefficients and expectation density function (EDF). These tests disclosed a complex structure of this signal characterized by distinct types of dependency between events. In the experimental conditions used, the main features observed were a nonstationary rate of channel opening and a tendency of these events to occur in clusters. The interpretation of the IOI histograms in conjunction with the EDF estimate and serial correlogram provided valuable information on the detailed behavior of the signal which can be useful in the modeling of the underlying biological phenomena. The point process approach was shown to be particularly adequate for the analysis of nonstationary records in which many channels were active. Under these conditions, analysis by the standard methods has proved to be highly limited.

MAPEAMENTO DO POTENCIAL EVOCADO VISUAL UTILIZANDO A TÉCNICA DE DERIVAÇÃO DA FONTE

Susana del Valle Carreño Rimaudo, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1991

O potencial evocado visual (PEV) tem sido considerado um importante método complementar de diagnóstico por fornecer informação sobre a fisiologia das vias e do córtex visual. A topografia do PEV produz resultados referentes à anatomo-fisiologia cortical. Por outro lado, a técnica de derivação da fonte aplicada a sinais eletroencefalográficos melhora a sensibilidade e seletividade espacial. Este trabalho tem como objetivo mapear o PEV após derivação da fonte, com vistas a facilitar a interpretação da distribuição das fontes geradoras destes potenciais evocados. Os sinais foram obtidos de indivíduos normais estimulados com padrão xadrex reversível de campo completo e de ambos os hemisférios. A distribuição de 17 (dezesete) eletrodos utilizada é proposta por Bodis-Wollner, por posicionar a maioria dos eletrodos na região do escalpo correspondente ao córtex visual. Os sinais foram amostrados simultaneamente por um conversor A/D de 10 bits, e então armazenados e processados em um microcomputador IBM/PC compatível. Após a promediação das respostas, é aplicada a derivação da fonte segundo o método de diferenças finitas considerando as distâncias inter-eletrodos. No sinal após a derivação da fonte, observou-se uma maior seletividade indicando distribuição espacial com menor espalhamento da atividade elétrica cerebral, circunscrivendo-a às áreas do escalpo coincidentes com a localização anatômica da região cortical geradora do PEV. Adicionalmente os resultados obtidos sugerem a existência de vários dipolos elétricos.

MAPPING OF VISUAL EVOKED POTENTIAL USING THE SOURCE DERIVATION TECHNIQUE

Susana del Valle Carreño Rimaudo, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1991

Visual Evoked Potentials (VEP) have been considered an important complementary diagnostic method for the study of the physiology of the visual pathways and cortex. The topographic maps of these signals generate information relating to the anatomo-physiology of the cortex. The source derivation technique applied to electroencephalograph signals improves the sensitivity and spatial selectivity. Mapping VEP after source derivation has been implemented in order to facilitate the interpretation of the VEP signals and aid in identifying the distribution of the sources that generate them. The signals have been obtained from normal individuals stimulated with full-field and half-field pattern reversal checkerboards. The electrode system (17 electrodes) used was that proposed by Bodis-Wollner; this system concentrates the electrodes in the scalp areas above the visual cortex. The signals were sampled simultaneously with a 10-bit A/D converter, and then stored and processed off-line on an IBM/PC compatible microcomputer. After coherently averaging the responses, source derivation using the finite difference technique and considering inter-electrode distances was applied. It was observed that the spatial spreading of the signals was reduced leading to improved spatial selectivity, indicating the locations of the sources of the VEP in the regions expected from the anatomo-physiology of the brain and suggesting the existence of electrical dipoles.

TROPICAL: SISTEMA DE APOIO À DECISÃO EM DOENÇAS INFECTO-PARASITÁRIAS

Roberto Silva, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1991

Um sistema computadorizado de apoio ao diagnóstico médico na área de doenças infecto-parasitárias (TROPICAL) foi desenvolvido. Estão incluídas no sistema 59 formas clínicas de doenças desta especialidade, com ênfase nas principais doenças tropicais, de maior incidência e letalidade no Brasil, tais como malária e doença de Chagas. O sistema foi implementado em microcomputador IBM-PC compatível utilizando-se linguagem PROLOG. As doenças são expressas por 568 descritores - sintomas, sinais, resultados de exames e dados epidemiológicos. A representação do conhecimento e o mecanismo de inferência levam em consideração a incerteza presente na literatura e na prática médica. A frequência de ocorrência dos descritores nas hipóteses diagnósticas é representada através de valores numéricos associados às expressões usualmente empregadas pelos profissionais de saúde - variáveis semânticas -, tais como 'frequente' e 'raro'. Para determinar o grau de confiança nas hipóteses, o mecanismo de inferência utiliza duas medidas, crença (MB) e descrença (MD), modificadas pela percentagem de respostas congruentes e incongruentes, respectivamente. O TROPICAL permite uma consulta semi-interativa com o usuário, que a inicia digitando os principais achados do paciente (opcionalmente pode ser utilizada uma lista de descritores pré-estabelecida pelo sistema). Após o término da inclusão dos achados iniciais, o sistema gera hipóteses e formula questões, que são então utilizadas para o sistema estabelecer as dez principais hipóteses diagnósticas, ordenadas segundo o fator de confiança. Adicionalmente, o TROPICAL apresenta um módulo justificador, que permite ao usuário obter explicações referentes a qualquer das hipóteses, incluídas no sistema, e a importância relativa dos descritores para o diagnóstico considerado. Este módulo pode também ser adicionado a qualquer momento da consulta. Uma análise preliminar do sistema, baseada em 40 casos clínicos e anátomo-clínicos, indicou uma precisão diagnóstica de 77,5% quando comparada com os resultados de especialistas. As principais causas de erro podem ser, provavelmente, atribuídas à inadequação parcial da base de conhecimento, no que se refere ao número e compatibilidade semântica de descritores, e a representação fisiopatológica limitada.

TROPICAL: AN EXPERT SYSTEM FOR INFECTIOUS-PARASITIC DISEASES

Roberto Silva, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1991

A computer-aided system for medical decision making (TROPICAL) was developed for 38 infectious-parasitic diseases which have high incidence and lethality in Brazil. Special emphasis is placed on tropical diseases, such as malaria and Chagas' disease. It was implemented in the PROLOG language and runs on an IBM-PC compatible microcomputer. The knowledge representation and the inference engine consider the uncertainty of medical records. Fuzzy sets and confirmation theories were used for this purpose. 568 descriptors (symptoms, signs, results of laboratory tests and epidemiological parameter) and their frequency of occurrence describe the diseases. The semantic variable such as 'always', 'rarely' and 'frequently' is quantified. The inference engine deals with two measures for each hypothesis, that of belief (MB) and disbelief (MD), which are modified by the percentage of congruent

and incongruent answers. The system was designed to provide an interactive consultation by asking a series of questions (determined by previous replies) which successively refine the hypothesis. During the consultation the system is also able to explain what its principal hypothesis is, the degree of confidence for any other disease, and if applicable, why a given diagnosis is discarded. At the end of consultation, TROPICAL lists the possible diagnoses, each with its confidence factor. The system also provides a ranked list of the ten most likely hypotheses. A simple explanation can be requested by the user in order to clarify the decision made. A initial evaluation of the system, based on 40 clinical cases, indicates correct diagnosis in 77,5%. The errors may be attributed to the lack of descriptors in the knowledge base, orthographic differences among the same descriptors and the inability of the system to reason physiopathologically.

MONITOR OPTICO DE SATURAÇÃO POR OXIGÊNIO NO SANGUE

Luciano Pimenta de Moraes, Carlos Roberto Strauss Vieira (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1991

Durante uma cirurgia cardiopulmonar torna-se necessário monitorar o nível de saturação por oxigênio no sangue. A retirada de amostras de forma invasiva, para uma medição discreta, pode agravar a perda de sangue e aumentar o risco de infecção. Este trabalho visa a construção de um aparelho, utilizando técnicas espectrofotométricas, para medir o nível de saturação por oxigênio no sangue de forma extracorpórea. Usa-se duas fontes de luz: uma na região espectral do vermelho (660 nm), tomada como ponto de medição, e outra na região espectral do infravermelho (900 nm) atuando como ponto de referência. A relação das intensidades de luz refletidas da amostra de sangue, em cada comprimento de onda, fornece o valor da saturação por oxigênio da amostra. A grande vantagem deste trabalho é utilizar uma realimentação óptica não só para equalizar o nível de saída das fontes luminosas, mas compensar amplas variações do nível do hematócrito, assegurando uniformidade de penetração da luz no sangue. Utilizam-se fontes de luz com alta intensidade em um curto intervalo de tempo de forma a melhorar a relação sinal/ruído.

OPTICAL MONITOR OF BLOOD OXYGEN SATURATION

Luciano Pimenta de Moraes, Carlos Roberto Strauss Vieira (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1991

During a cardiopulmonary surgery it becomes necessary to monitoring the level of blood oxygen saturation. The withdrawal of samples, invasively, for a discrete measurement, can aggravate blood loss and increase the hazard of infection. This work aims to construct a equipment, by using spectrophotometrics techniques, to measure the level of blood's oxygen saturation in extracorporeal circulation. Two light sources are used: one in the region of red spectral (660 nm), taking as a measurement point, and other in the region of infrared spectral (900 nm), operating as a reference point. The ratio of light intensities reflected from the blood sample, at each wavelength, gives the value of oxygen saturation of the sample. The great advantage of this work is the use of optical feedback not only to equalize the output signal of the light sources, but to compensate for wide variations of the hematocrit levels by assuming uniform depth of penetration of light into the blood. It's used light sources with high intensity in a brief period of time improving the signal-to-noise ratio.

ASPECTOS FUNDAMENTAIS DE SEGURANÇA MÉDICO-HOSPITALAR

Ivanildo de Oliveira da Silva, Carlos Roberto Strauss Vieira (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Maio, 1991

O presente trabalho faz uma avaliação dos aspectos básicos da segurança médico-hospitalar analisando tópicos importantes desde o local de instalação da instituição hospitalar, qualidade da água, ar e do ambiente de trabalho da equipe de saúde. Aborda ainda a problemática da segurança contra incêndios, os critérios ergonômicos mínimos exigidos, as recomendações diversas na área do controle de infecção hospitalar e esterilização de materiais. Por fim, analisa a questão da necessidade em alguns hospitais principalmente de médio e grande porte de um serviço de Engenharia Clínica nestas instituições, como forma de apoio e interface entre a atividade médica e da engenharia.

FUNDAMENTAL ASPECTS OF HOSPITAL SAFETY

Ivanildo de Oliveira da Silva, Carlos Roberto Strauss Vieira (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, May, 1991

This dissertation presents an evaluation on hospital safety taking into consideration environment, water supply and work facilities for the medical staff. Considerations on fire safety, on minimal ergonomic requirement and recommendations for sterilization and hospital infection prevention are also presented. Finally the role of Clinical Engineering as a support service, as an interface between medical and engineering activities are analyzed and recommended for medium and large hospital.

SIMULAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE PROPAGAÇÃO DO ULTRA-SOM EM TECIDOS HUMANOS COM UM GEL OBTIDO DA KAPPA-CARRAGENANA

Enio de Araújo Figueiredo, João Carlos Machado (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Maio, 1991

Objetos que imitam as propriedades acústicas de tecidos humanos têm seu emprego em medicina no treinamento e ensino de pessoal especializado, além da calibração e aferição de equipamentos médicos de ultra-sonografia e são conhecidos pela palavra inglesa "PHANTOM". Foram preparadas várias amostras de "PHANTOMS" tendo como matéria-prima básica um gel à base de kappa-carragenana em associação com microesferas ocas de vidro e pó de grafite em concentrações variadas. Foram desenvolvidas várias técnicas para aumentar a qualidade destes "phantoms", evitando a presença de bolhas, melhorando a homogeneização das amostras e sua conservação por longos períodos de tempo. Obteve-se pela medição das amostras uma grande faixa de variação para valores do coeficiente de atenuação. A velocidade do som nos "PHANTOMS" mostrou-se ligeiramente mais elevada que na água. Estes valores são compatíveis com as propriedades acústicas de tecidos humanos.

SIMULATION OF THE CHARACTERISTICS OF ULTRASOUND PROPAGATION IN HUMAN TISSUES WITH THE USE OF GEL FROM KAPPA-CARRAGEENAN

Enio de Araújo Figueiredo, João Carlos Machado (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, May, 1991

The devices that mimic the acoustic properties of human tissues are known as PHANTOMS and are used for training and teaching experts. They are also used as a standard to check and calibrate ultrasound medical equipment. In this work several phantoms were prepared using basically a kappa-carrageenan gel associated with hollow glass microspheres and graphite powder in different concentrations. A technique was developed to homogenize the phantom, to reduce the appearance of bubbles and also to preserve it for long periods of time. Measurements have shown a wide range of values for the coefficient of attenuation. The ultrasound velocities measured are a bit higher than for the water. All these values are in good agreement with the values obtained for human tissues.

MONITORAÇÃO DA HEMODIÁLISE ATRAVÉS DA PLETISMOGRAFIA ELÉTRICA

Edelvan Romano Rosa, Ronney Bernardes Panerai (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Maio, 1991

Monitoração contínua da hemodiálise (HD) foi realizada com o objetivo de detectar a hipotensão arterial que se apresenta como uma complicação freqüente em pacientes submetidos a HD com ultrafiltração (UF). Oito HD foram monitoradas com UF máxima e submáxima em quatro pacientes (duas HD em cada paciente) representativos da análise de complicações de 5375 HD em 36 pacientes. Medidas de impedância elétrica obtidas no membro inferior foram gravadas em fita magnética juntamente com a variação de peso corporal (VAR PESO) e o eletrocardiograma. A pressão arterial foi medida em intervalos de tempo regulares com esfigmomanômetro. Os sinais gravados em fita magnética foram transferidos para um microcomputador e a média coerente do pulso de impedância elétrica (ΔZ) foi computada sob inspeção visual. A primeira derivada de ΔZ (dZ/dt) foi computada por método numérico e normalizada pela impedância basal (Z_0). Freqüência cardíaca (FC), volume sistólico do membro (VS_m), fluxo médio de sangue (FM), resistência vascular periférica (RVP), pico dZ/dt (P_z) e a amplitude da onda "O" (O_z) foram extraídos de dZ/dt . Hipotensão clínica ou queda de pressão arterial média (PAM) maior que 30 mmHg foram observadas em 6 HD. Ainda que o padrão do sinal dZ/dt , VS, RVP e P_z estejam marcadamente alterados no curso da HD, não foi possível detectar o aparecimento súbito da hipotensão a partir destas alterações. Contudo, um modelo de regressão multivariada usando VAR PESO e P_z indica que é possível prever variações na PAM com 6% de erro com uma antecipação de 30 minutos do período crítico da HD onde a hipotensão pode provavelmente ocorrer. Estes achados indicam que a monitoração computadorizada intradialítica pode contribuir para o tratamento dos pacientes no curso da HD. Por outro lado, a correlação obtida entre Z_0 e VAR % PESO ($r = 0,92 < 0,001$) indica que um melhor modelo pode ser estudado como um substituto para medida direta do peso corporal.

HEMODIALYSIS MONITORING BY PLETHYSMOGRAPHY

Edelvan Romano Rosa, Ronney Bernardes Panerai (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, May, 1991

Continuous monitoring of hemodialysis (HD) was performed with the objective of detecting the onset of arterial hypotension, which is a frequent complication in patients subjected to ultrafiltration (UF). Eight HD were monitored with maximal and submaximal UF corresponding to two procedures for each of four patients representative of a larger population. Electrical impedance measurements obtained from the lower limbs were continuously recorded on magnetic tape jointly with body weight changes (ΔBW) and the electrocardiogram. Arterial pressure was measured with a sphygmomanometer at regular time intervals. Signals recorded on magnetic tape were transferred to a microcomputer and the coherent average of the electrical impedance pulse (ΔZ) was computed under visual inspection. The first derivation of ΔZ (dZ/dt) was computed by numerical methods and normalized by the baseline (Z_0). Heart rate (HR), limb stroke volume (SV), average blood flow (BF), peripheral vascular resistance (PVR), peak dZ/dt (P_z) and "O" wave amplitude (O_z) were extracted from dZ/dt . Clinical hypotension or drops in mean arterial blood pressure (AP) of more than 30 mmHg were observed in 8 HD. Although the dZ/dt signal pattern, SV, PVR and P_z changed markedly throughout HD, it was not possible

to detected the onset of hipotension from these changes. However, a multivariate regression model using ΔBW and P_z indicates that it possible to predict changes in PA with 6% error with an anticipation of up to 30 minutes in the phase of HD, when hipotension is more likely to occur. This finding indicates that computer-based monitoring of HD might lead to improvements in pacient management. In addition, the correlation obtained between Z_0 and ΔBW ($r = 0.92 < 0,001$) indicates that the former might be used as a substitute for direct measurements of body weight.

CARACTERIZAÇÃO DE INTERAÇÕES ENTRE TECNOLOGIAS DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATAIS

Carlos Augusto Ferreira de Andrade, Ronney Bernardes Panerai (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Maio, 1991

Com o objetivo de estudar o problema da interação entre tecnologias neonatais, foram coletados dados referentes à utilização de 73 tecnologias por 84 neonatos internados no Berçário de Alto Risco da Unidade de Cuidados Intensivos Neonatais (UCIN) do Instituto Fernandes Figueira, no Rio de Janeiro. Selecionaram-se os diagnósticos de prematuridade, outras afecções respiratórias do feto e recém-nascido e hipóxia intra-uterina e asfixia ao nascer, como os mais comuns na unidade. Os casos foram separados quanto à origem (internos ou externos à unidade), peso ao nascer (quatro faixas de peso com amplitude de 500 g, variando de 1000 g a valores superiores a 2499 g) e diagnóstico de entrada (sete grupos de combinações dos diagnósticos selecionados), para análise da utilização diária de tecnologias. Esta análise foi feita através da representação da utilização tecnológica diária e da comparação dos grupos em relação a esta através de testes-t de Student. Não se verificou influência significativa da origem, peso ao nascer e diagnóstico de entrada na intensidade de utilização diária de tecnologias. Para identificação dos pares de tecnologias interdependentes e das relações de causalidade entre estas (interações seqüenciais), empregou-se um modelo binomial. Foram identificados 29 pares de tecnologias interdependentes; em apenas sete destes houve relação causal significativa ($p < 0,05$). O modelo binomial, além de inédito, mostrou-se adequado para identificação de pares de tecnologias neonatais interdependentes e de suas relações causais. Utilizou-se a Técnica de Análise de Agrupamentos para obtenção de grupos de tecnologias, sendo proposto um novo coeficiente de similaridade, o Coeficiente de Dependência Tecnológica (CDT), que foi comparado ao Coeficiente de Jaccard (Coeficiente de Semelhança de Utilização, CSU), procurando reduzir a tendenciosidade intrínseca deste último. Ao serem aplicados ambos os coeficientes a dois grupos de pacientes (Grupo I, 38 neonatos pesando de 1500 g a 2499 g e Grupo II, neonatos pesando acima de 2499 g), não foram observadas diferenças significativas no conteúdo dos agrupamentos resultantes.

CHARACTERIZATION OF TECHNOLOGY INTERACTIONS IN NEONATAL INTENSIVE CARE

Carlos Augusto Ferreira de Andrade, Ronney Bernardes Panerai (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, May, 1991

The utilization of 73 neonatal care technologies by 84 neonates of the Neonatal Intensive Care Unit (NICU) of Instituto Fernandes Figueira, Rio de Janeiro, was studied with the objective of clarifying the problem of technology interaction in health care. The diagnostic hypothesis of prematurity, other respiratory affections of the fetus and newborn, and intrauterine hypoxia and birth asphyxia were selected as the most frequent in the NICU. The cases were stratified according to origin (internal/external), birth weight (four ranges of 500 from 1000 g to greater than 2499 g), and diagnostic at admission (seven groups of combinations of the basic diagnostics selected). Daily intensity of technology utilization was analyzed by t-test comparison of the groups and variables considered. No significant influence of origin, birth weight or admission diagnostic was found on the intensity of daily technology utilization. A binomial model was developed to identify pairs of interdependent technologies

and their causal relationships in sequential interactions. Twenty-nine pairs of interdependent technologies were detected; in only seven pairs a significant causal relationship was found ($p < 0.05$). The binomial model represents an original contribution for this application and seems to be an adequate tool for the identification of sequential interactions of neonatal care technologies. A new coefficient of similarity was proposed for the cluster analysis of technologies, termed Coefficient of Technological Dependency (CDT), which was compared to Jaccard's Coefficient with the objective of reducing the intrinsic bias of the latter. Cluster analysis using both coefficients for two groups of patients each (Group I with 38 neonates weighting 1500-2499 g and Group II with 33 neonates above 2499 g) resulted in similar groupings of technologies, therefore indicating that both coefficients perform similarly.

ESTUDO COMPARATIVO DA UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS EM UNIDADES DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATAIS

Eduardo Limongi Marques de Abreu, Ronney Bernardes Panerai (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Maio, 1991

Foram estudadas comparativamente duas unidades de cuidados intensivos neonatais (UCIN) quanto a diversos aspectos relacionados à utilização tecnológica. Tal estudo tem a sua importância na avaliação comparada de diferentes centros de cuidados intensivos, bem como na classificação das tecnologias quanto aos seus diversos padrões de uso. Para cumprir o objetivo proposto, foi feito um pareamento de casos pertencentes às duas unidades, sendo obtidos 84 casos que obedeciam aos critérios propostos, com a formação de duas populações pareadas de 42 recém-nascidos. Desta maneira, procurou-se evitar que diferentes graus de severidade de doença em cada população influenciassem na obtenção dos resultados. Dados referentes às proporções, doses médias e primeiros dias médios de uso de 42 tecnologias foram comparados estatisticamente para as duas populações consideradas. Também foi feita para cada população análise da correlação linear simples de variáveis representando três diferentes medidas representativas da intensidade de utilização tecnológica versus a variável estadia e análise de agrupamentos com dados que traduziam a utilização ou não das 42 tecnologias. Finalmente, foram estimados os custos das 42 tecnologias estudadas, através de uma equação de custo proposta, calculando-se a partir de dados de utilização tecnológica os custos por caso, fazendo-se uma análise de correlação linear simples destes custos versus as respectivas estadias. A partir das diversas análises realizadas procurou-se definir diferentes perfis de utilização tecnológica para as duas populações anteriormente referidas. Foi possível observar diferentes perfis de utilização tecnológica que, embora não possibilitem uma diferenciação precisa entre as duas unidades de cuidados intensivos neonatais quanto à efetividade, levaram a uma melhor compreensão destas unidades.

COMPARATIVE STUDY OF TECHNOLOGY UTILIZATION IN NEONATAL INTENSIVE CARE UNITS

Eduardo Limongi Marques de Abreu, Ronney Bernardes Panerai (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, May, 1991

Two Neonatal Intensive Care Units (NICU) were comparatively studied under the aspect of technologic utilization. This study has its importance in the compared assessment of different intensive care units as well as in the classification of technologies in relation to their pattern of use. For this purpose, a pairment of cases from the two units was done, being found 84 cases that followed the criteria proposed, with formation of two paired populations of 42 newborn. Data representing proportion, average dose and average first days of use for both populations were compared statistically. It was also done, using the same data, simple linear correlation analysis of different measures representing intensity of technologic utilization versus length of stay and cluster analysis using the same data. Finally, the costs of the 42 technologies studied were estimated, as well as the costs per case calculated for both populations. Also, it was done correlation analysis of cost versus length of stay for the two NICU. It was observed that one population differ from another in many aspects of their

technologic utilization patterns, although we found it difficult to associate this difference to measures of effectivity. Anyway, this study turned possible a better understanding of the NICU considered.

ASPECTOS DE SEGURANÇA EM RADIOLOGIA

Djane Cavalcanti da Silva, Carlos Roberto Strauss Vieira (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Maio, 1991

Elaboração de um programa para avaliação das instalações físicas e operacionais existentes em radiologia diagnóstica nos aspectos relativos à radioproteção. Proposta para análise de qualidade dos equipamentos de Raios-X, dos sistemas de recepção de grafia e processamento do filme, também poderá ser utilizado para treinamento quanto para esclarecimento ao usuário. Foram feitas entrevistas com pacientes, profissionais e autoridades assim como foram efetuadas diversas medidas para análise e levantamento radiométrico em hospitais do Rio de Janeiro. Verificamos a ausência de equipamentos de proteção individual e onde eles existiam eram usados incorretamente. O medo e o descaso frente aos perigos quanto ao uso da radiação ionizante também foram notados. Assim como a formação da equipe, que é incompleta nos aspectos referentes a segurança, física das radiações e radiobiologia. Foram efetuadas medidas em Hospitais Universitários no Rio de Janeiro para avaliar a qualidade dos equipamentos em uso diário. A radiação de fuga, calibração do tempo de exposição, voltagem e tamanho do ponto focal e seu alinhamento foram medidos. Foi notado que em locais onde não há manutenção preventiva os equipamentos apresentavam maior erro e uma grande incidência de repetição de exames e conseqüentemente aumento nos custos. Estes programas poderão ser adotados pela Secretaria de Saúde do Estado (SES) através da metodologia aqui sugerida ou em instalações de radiodiagnóstico de grande porte com o objetivo de minimizar a dose coletiva e tornar efetivo o uso e equipamentos de proteção individual.

SAFETY ASPECTS IN RADIOLOGY

Djane Cavalcanti da Silva, Carlos Roberto Strauss Vieira (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, May, 1991

This work presents the development of a program for the evaluation of the physical installations and operational procedures in diagnostic radiology with respect to radiation-safety. In addition, a proposal for the quality analysis of X-ray equipment and film-processing is presented. The purpose is both to ensure quality and safety of the radiology service, as well as to aid in the initial and in-service training of the staff. Interviews with patients, staff practicing radiology at a wide range of levels and the controlling authorities were carried out in the State of Rio de Janeiro in order to investigate the existence and the effective use of personal radioprotection equipment as well as users' and staff's concern for radiation safety. It was found that opinions varied widely between worry and disconcert and that in general the training of staff at all levels was poor in respect to safety and the understanding of physics and biology involved. Additionally physical measurements were carried out in University Hospitals in Rio de Janeiro to assess the quality of equipment in day-to-day use. To this end leakage, calibration of exposure-time and voltage and the size of the focal spot and its alignment were measured. It was found that in the locations which did not have routine maintenance the equipment was generally in a poor state which lead to a high incidence of repetition of examinations and the consequent financial loss. These results form part of the basis for the radiation-protection and quality assurance program developed here, with a view to the adoption of the methodology by the State Secretary of Health. They are

equally applicable to major radiological on minimizing the collective dose received by both patients and staff and turning personal radiation protection equipment to effective use.

UTILIZAÇÃO DE ONDA ULTRA-SÔNICA TRANSVERSAL NA DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE PROTROMBINA E DO TEMPO DE TROMBOPLASTINA PARCIAL ATIVADO

Carlos Henrique Figueiredo Alves, João Carlos Machado (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Out., 1991

Neste trabalho é apresentado um método de utilização da onda ultra-sônica transversal na determinação do Tempo de Protrombina (PT) e do Tempo de Tromboplastina Parcial Ativado (APTT), dois exames realizados com plasma, durante o processo de coagulação. O sistema desenvolvido utiliza dois transdutores de cristal de quartzo, com corte AT, na configuração transmissor e receptor, na frequência de 2,0 Mhz. Durante o processo de coagulação são observadas flutuações na amplitude da onda recebida, que cessam quando o coágulo é formado. O intervalo de tempo, durante o qual ocorrem essas flutuações é utilizado para indicar o tempo dos exames propostos. Os testes são repetidos 35 vezes para o exame PT e 35 vezes para o exame APTT, com resultados de média 12,7 segundos para o PT e 23,4 segundos para o APTT, utilizando-se de plasma "padrão" ("pool" de plasma). Com plasma humano os testes são repetidos 4 vezes para cada plasma da mesma pessoa e os resultados obtidos estão dentro da faixa de normalidade para cada exame.

UTILIZATION OF ULTRASONIC SHEAR WAVE IN THE DETERMINATION OF PROTHROMBIN TIME AND ACTIVATED PARTIAL THROMBOPLASTIN TIME

Carlos Henrique Figueiredo Alves, João Carlos Machado (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Oct., 1991

This work presents a method that employs Ultrasonic Shear Wave in the determination of Prothrombin Time (PT) and Activated Partial Thromboplastin Time (APTT), two plasma tests, during the coagulation process. The developed system uses two AT-cut quartz crystal transducers, transmitter and receiver, in the frequency of 2.0 Mhz. During the coagulation process there are random fluctuations in the amplitude of the received wave that cease once the clot is formed. The time interval during which these fluctuations occur is used to indicate the coagulation time for the plasma, for the proposed tests exams. The tests are repeated 35 times for PT and also APTT with results of 12,7 s and 23,4 s for the average values of PT and APTT respectively, using a standard plasma. With fresh human plasma the test are repeated 4 times and the results 2 fall in the normal range.

AValiação DA TÉCNICA DE MEDIÇÃO DO DÉBITO CARDÍACO POR REINALAÇÃO PARCIAL DE CO₂ EM VENTILAÇÃO ESPONTÂNEA E ORIENTADA

Marcelo Gama Abreu, Antonio Giannella Neto (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Nov., 1991

Este trabalho aborda um método não invasivo de avaliação do débito cardíaco (DC), baseado no princípio de Fick indireto, e conhecido com reinalação parcial de CO₂. Esse método dispensa a avaliação da concentração venosa mista de CO₂ (CvCO₂), mas exige a determinação da concentração arterial desse gás (CaCO₂) durante a manobra de reinalação parcial, quando se introduz subitamente um espaço morto adicional ao circuito respiratório. Utilizando-se um pneumotacógrafo, para determinação da vazão respiratória, e um espectrômetro de massa respiratório (Airspec MGA2000), para determinação de frações gasosas, foram avaliadas as trocas gasosas ato-a-ato respiratório e estimadas as CaCO₂ de voluntários. A aquisição e a análise dos dados foram feitas por microcomputador (PC-IBM compatível). O efeito da variação da viscosidade do ar respirado, na determinação da vazão, foi compensado, assim como o atraso entre a vazão e a fração gasosa. O efeito da variação da capacidade residual funcional foi também corrigido. A metodologia de avaliação de trocas gasosas foi previamente validada com um modelo experimental. A reprodutibilidade do método foi avaliada com protocolos de ventilação espontânea e orientada em experimentos realizados com 10 voluntários. O DC foi correlacionado com o consumo de O₂ (VO₂), durante exercício, em experimentos realizados também com 10 voluntários. Os resultados mostram que a reprodutibilidade desse método, quando aplicado na condição de ventilação espontânea (coeficiente de variação médio de 31,4%), é semelhante à da tradicional reinalação de CO₂, e que a manobra de ventilação orientada reduz a variabilidade das medidas (coeficiente de variação médio de 18,2%), aproximando-se daquela registrada com a termodiluição. Durante o exercício, observou-se baixa correlação entre o DC e o VO₂ (r=0.462, p<0,05). Conclui-se que a metodologia empregada é sensível às alterações do padrão ventilatório e que a orientação da ventilação pode tornar a reinalação parcial de CO₂ útil na avaliação do DC de forma não invasiva, em determinadas situações clínicas e experimentais.

EVALUATION OF THE PARTIAL CO₂ REBREATHING TECHNIQUE FOR CARDIAC OUTPUT MEASUREMENT DURING SPONTANEOUS AND ORIENTED VENTILATION

Marcelo Gama Abreu, Antonio Giannella Neto (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Nov., 1991

This work concerns a noninvasive method of cardiac output (CO) evaluation, which is based on the indirect Fick principle, and is known as partial CO₂ rebreathing. The method disregards the CO₂ mixed venous content (CvCO₂), but requires the estimation of the arterial content of the gas (CaCO₂) during the partial rebreathing manœuvre, when an additional dead space is suddenly introduced in the respiratory circuit. Using a pneumotacograph for flow determination and a respiratory mass spectrometer (Airspec MGA 2000) for gas fraction determination, breath-by-breath gas exchange was evaluated and the CaCO₂ was estimated in volunteers. The data acquisition and analysis were performed by a microcomputer (PC-IBM compatible). The effect of air viscosity variation was compensated, as well as the time delay between measurements of flow and gas fraction. The effect of

residual function capacity variation was also corrected. The gas exchange measurement technique was previously validated through an experimental model. The reproducibility of the method was evaluated in spontaneous and oriented ventilation protocols, performed in 10 volunteers. The correlation of CO₂ and oxygen consumption (VO₂), during exercise, was estimated in experiments performed with 10 volunteers. The results show that the reproducibility of the method, during spontaneous ventilation (mean coefficient of variation of 31.4%), is similar to that of the traditional CO₂ rebreathing and that the oriented ventilation manoeuvre reduces the variability of the measurements (mean coefficient of variation of 18.2%), which approaches the values to those obtained with thermodilution. During exercise, a poor correlation was observed between CO and VO₂ ($r=0.462$, $p=0.005$). We concluded that the methodology used is sensitive to the variation of the respiratory pattern and that the oriented ventilation can make it useful for noninvasive CO evaluation in some clinical and experimental situations.

CLASSIFICAÇÃO DE ARRITMIAS CARDÍACAS BASEADA EM ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS E ÁRVORES DE DECISÃO

Jurandir Nadal, Ronney Bernardes Panerai (Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Nov., 1991

A morte súbita coronariana constitui a principal causa de óbitos do Brasil. Para sua prevenção os pacientes de risco são concentrados em unidades de tratamento intensivo, onde seus eletrocardiogramas (ECG) são monitorados continuamente, visando a detecção e controle de arritmias. A classificação de batimentos cardíacos a partir da análise do ECG representa uma etapa fundamental para o desenvolvimento de monitores automáticos de arritmias. No presente trabalho são introduzidas algumas técnicas de classificação de batimentos cardíacos, baseadas na aplicação conjunta de análise de componentes principais (ACP) e de árvores de decisão. A partir dos sinais de 32 pacientes, correspondentes a dois terços do "MIT-BIH Arrhythmia Database", são selecionados 200 segmentos de ECG (complexos P-QRS), como padrões representativos de diferentes classes de batimentos. Após a remoção da média destes padrões e obtenção da matriz de covariância, a ACP é efetuada com a extração dos autovetores e autovalores. As primeiras 10 componentes principais (CPs) obtidas representam 99,2% da variância total dos padrões e permitem a reconstrução de complexos, preservando suas formas e reduzindo o nível de ruído. O poder de separação das primeiras 6 CPs, juntamente com os intervalos RR, foi avaliado qualitativamente através de métodos gráficos, baseados em adaptadores VGA e monitores de alta resolução. A primeira versão de classificador, desenvolvida a partir da análise visual dos dados, utiliza o intervalo RR e uma variável auxiliar, derivada das primeiras CPs. O uso de apenas três CPs fornece melhores resultados que seis, quando a variável auxiliar corresponde à soma dos valores absolutos das diferenças de cada componente à respectiva média móvel e a árvore de decisão baseia-se em limiares fixos, determinados de forma heurística. O uso de intervalos RR relativos e das duas primeiras CP-Ds como variáveis distintas, em árvores de decisão baseadas em limiares adaptativos, forneceu resultados ainda melhores, com precisão total de 98,6%. Para os complexos de origem ventricular, foram obtidos os índices para valor preditivo positivo e especificidade de 95,7% e 95,1%, respectivamente, os quais situam-se entre os melhores da literatura. Um método sistemático de obtenção de árvores binárias de decisão (método CART - "Classification and Regression Trees"), baseado na aplicação do índice de diversidade de Gini, foi utilizado para a classificação de complexos QRS em cinco classes de complexos. Entre as vantagens do método estão a sua reproduzibilidade e a rapidez de desenvolvimento. A avaliação efetuada para os 48 pacientes do "Database", por meio de validação cruzada com quatro grupos de dados, forneceu a precisão total de 97,9%, demonstrando que tanto este método quanto o anteriormente descrito têm potencial para integrar futuros monitores automáticos de arritmias.

CLASSIFICATION OF CARDIAC ARRHYTHMIAS BASED ON PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS AND DECISION TREES

Jurandir Nadal, Ronney Bernardes Panerai (Supervisor)

D.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Nov., 1991

Sudden cardiac arrest represents the main cause of deaths in developed countries and also in Brazil. Thus, patients with high probability of cardiac arrest are concentrated in special care units,

where their electrocardiograms (ECG) are continuously analyzed to detect and prevent life-threatening arrhythmias. Classification of QRS complexes represents the main part of any automatic arrhythmia monitoring system. This thesis introduces different methods for cardiac beat classification, combining principal component analysis (PCA) and decision trees. Using 32 signals from the MIT-BIH Arrhythmia Database, 200 ECG segments, representing the P-QRS waves, were selected as representative patterns of different classes of cardiac beats. After removing the mean, the covariance matrix was calculated and PCA was performed by the extraction of eigenvectors and eigenvalues. The first 10 principal components (PC) obtained represent 99.2% of total data variance, and reconstruction of data segments from these PCs indicates preserved shape and noise rejection. The first six PCs were analyzed as representative patterns of P-QRS complexes, and together with relative RR intervals were qualitatively analyzed by visual inspection. The results formed the basis for the development of heuristic classifiers. Decision trees were then developed, based on relative RR intervals and combinations of different numbers of PCs. The sum of absolute values of the first three PCs was found more effective than the sum of six PCs, when fixed thresholds were applied in decision trees. The application of the first two PCs in conjunction with relative RR intervals using adaptive thresholds showed better results, with total precision of 98.6% and predictive positive value and specificity index for ventricular beats of 95.7% and 95.1%, respectively. Furthermore, a method based on CART (Classification And Regression Trees), was applied using the Gini index of diversity as optimization criterion, with the advantage of reduced development time and increased reproducibility. A precision of 97.9% was obtained for five classes of beats when this method was applied to the complete Database, using the cross validation approach with four different groups of patients. Results show that both heuristic and CART classification methods, based on principal component analysis, are adequate for future implementation in automatic arrhythmia monitors.

SISTEMA DE APOIO À DECISÃO NA IMPLEMENTAÇÃO DE AÇÕES EM SAÚDE

Lilian Terezinha Ferreira Trotta, Ronney Bernardes Panerai (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dez., 1991

O principal objetivo desta tese é o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão em Atenção Primária em Saúde, a ser operado a nível local, que auxilie o gerenciamento de Unidades de Saúde e permita ao administrador extrair, de sua base de conhecimentos, a estrutura básica de um sistema de informação capaz de apoiar a implementação, monitorização e avaliação de ações em Saúde. Uma das barreiras a serem transpostas para o desenvolvimento de um Sistema de Informação em Atenção Primária eficiente, é a identificação criteriosa das informações que são, realmente, relevantes a nível local, para uma determinada Unidade de Saúde. Assim, tais sistemas de informação devem ser flexíveis o suficiente para permitirem variações no conteúdo da informação, de forma que atendam às necessidades específicas de cada Unidade de Saúde. Foram selecionadas 18 ações, dentre as que podem ser implementadas em Atenção Primária, para fazerem parte do Sistema desenvolvido e a base de conhecimentos foi dividida em 5 Áreas de Atenção visando facilitar a busca da informação pelo usuário. Para cada ação presente na base de conhecimentos, o Sistema indica as informações básicas necessárias para a sua implementação, os dados requeridos, as possíveis fontes de origem e uma justificativa para a utilização da informação na implementação da Ação selecionada. O Sistema foi desenvolvido em hipertexto (Hipties 3.0) e implementado em computador pessoal, com disco rígido. Um teste preliminar do Sistema, realizado por profissionais de Saúde com experiência em Atenção Primária, mostrou que o sistema de apoio à decisão desenvolvido é um recurso oportuno no cenário atual do Setor Saúde no Brasil, tendo um bom potencial para contribuir para a melhoria da qualidade e eficiência dos serviços prestados.

DECISION SUPPORT SYSTEM FOR IMPLEMENTING HEALTH ACTIVITIES

Lilian Terezinha Ferreira Trotta, Ronney Bernardes Panerai (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dec., 1991

The main objective of this thesis is the development of a decision support system in Primary Health Care (PHC), to be operated at the local level, which can help health center managers with the choice and implementation of the activities which are most appropriate in each setting. After selecting the most adequate activities, the health center manager can extract from the system the basic structure of the health information system (HIS) which can support the implementation, monitoring and evaluation of the activities selected. One of the barriers facing the development of HIS in PHC is the detailed identification of the information which is critically relevant at the local level for each health center. For this purpose, HIS should be designed taking into account the specific needs of each health center with enough flexibility to allow differentials in information content and structure among different centers. For each activity the system indicates the basic information needed, the raw data required, the possible sources of data and a justification for its utilization during the implementation/monitoring of the activity selected. The system was developed in hypertext (Hyperties 3.0) and was implemented on a personal computer with hard disk. A preliminary test made by health professionals with experience in PHC showed that the decision support system developed is a timely resource which fits well with the current

health care scenario in Brazil, with a good potential to contribute to the improvements in the quality and efficiency of PHC services.

VIABILIDADE DE INTERVENÇÕES DE ENGENHARIA CLÍNICA PARA MELHORIA DA QUALIDADE DE ATENÇÃO À SAÚDE

Neide Lazzaro, Ronney Bernardes Panerai (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dez., 1991

A metodologia desenvolvida para se conhecer as intervenções necessárias para a melhoria da qualidade de atenção à saúde, nos pacientes internados no Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE), da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), teve como primeira medida a identificação dos fatores que dificultam a obtenção de um bom padrão de atendimento, segundo a visão dos próprios prestadores da atenção. Foram entrevistados profissionais, médicos e enfermeiros, cujo ponto comum é a vivência diária nas enfermarias. Através das respostas ao questionário aplicado, formulou-se um rol de óbices. Para cada um dos obstáculos elaboraram-se ações capazes de, em maior ou menor grau, minimizá-los. A partir destes dois grandes conjuntos, de problemas e de soluções, foram separados aqueles pertinentes a competência da Engenharia Clínica. Os dezessete problemas e as trinta e uma soluções selecionados foram dispostos em uma matriz e assinalaram-se as intersecções. A fim de identificar as ações mais capazes de intervirem em maior número de problemas, aferiram-se pesos de acordo com a ordem decrescente de significância. Após a normalização calculou-se o valor médio de cada uma delas. Através desta ponderação pode-se conhecer a atividade mais pertinente quanto a factibilidade e a possibilidade de causar impacto sem demanda de grandes gastos. A intervenção escolhida foi a execução de um curso de treinamento para o uso de uma tecnologia de saúde, um ventilador mecânico tipo Bird. O adestramento foi realizado por um especialista pertencente ao corpo clínico do HUPE, durante quatro dias, nas dependências e com recursos do hospital e foi destinado aos profissionais que operam este equipamento. Após a implantação desta ação mediu-se seu efeito, comparando parâmetros verificados antes e depois da introdução deste fator com potencial transformador. Tais variáveis foram escolhidas e ponderadas de acordo com sua importância, segundo o especialista, o pesquisador e as referências consultadas, e constituem um indicador de qualidade. Os resultados obtidos fazem supor que tal intervenção colaborou para uma operação mais eficiente, e portanto de melhor qualidade, da tecnologia em foco. Estes fatos apontam para a viabilidade de serem realizadas intervenções de Engenharia Clínica sem dispêndios vultosos e capazes de tornar competente o sistema de saúde brasileiro.

FEASIBILITY OF CLINICAL ENGINEERING INTERVENTION TO IMPROVE THE QUALITY OF HEALTH CARE

Neide Lazzaro, Ronney Bernardes Panerai (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dec., 1991

A methodology was developed to know the required interventions to improve the quality of health care to patients at the "Hospital Universitário Pedro Ernesto" (HUPE). By interviewing health workers at HUPE it was possible to identify the obstacles to obtaining the desired standard. Some problems concerning Clinical Engineering were selected, together with a set possible solutions. Each suggested intervention received a weight according to a subjective evaluation of its potential to deal with the problem and its average was calculated to select the action, which could provide the greatest impact for all problems, considered. The intervention chosen on the basis of these results was a training course

instructing health workers to manage a specific piece of medical equipment (mechanical ventilator). An expert executed the course, it spent four days and took place within the hospital. The workers that usually use that equipment were preferred. Patients using that equipment were analysed before and after the course through parameters, which indicate the quality of utilization. The scores resulting from the analysis indicated that intervention helped to obtain more efficient operation of the equipment and thus benefited the patients. This result shows the feasibility of Clinical Engineering interventions. In spite of the limitations we believe that significant improvements in the Brazilian health care system can be accomplished through Clinical Engineering. This study proposes a methodology for finding an efficient pathway to these improvements.

SISTEMA COMPUTADORIZADO PARA MODELAGEM INTERATIVA DE DETERMINANTES DE SAÚDE

Ronaldo Curi Gismondi, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dez., 1991

Desenvolveu-se um sistema computadorizado, que permite a realização de estudos de regressão linear múltipla de determinantes de saúde, com razoável grau de flexibilidade e interação com o usuário, propiciando facilidades para estudos de modelagem e simulações de intervenções. Do sistema faz parte um banco de dados, com informações relativas a 81 variáveis dos setores sócio-econômico, demográfico, ambiental e de oferta de serviços de saúde e 25 variáveis de mortalidade, referentes a 59 municípios brasileiros. As variáveis dos outros setores, a exceção do de saúde (mortalidades), foram submetidas as análises de correlação, componentes principais e fatorial, tendo como objetivo principal a redução da dimensionalidade dos dados, minimizando problemas de multicolinearidade, de modo a melhorar a eficiência do modelo e orientar o usuário na escolha das variáveis de entrada do módulo de regressão linear múltipla. O Sistema Computadorizado para Modelagem Interativa de Determinantes de Saúde - SIMIS foi testado e apresentou resultados de análise compatíveis com os de 'softwares' dedicados a estudos estatísticos. A análise de regressão linear múltipla de determinantes de saúde, com opções de modelagem e simulações de intervenções abre um enorme horizonte para os profissionais de saúde, no diagnóstico, avaliação e planejamento de ações que venham a ter maior impacto na melhoria das condições de saúde da população.

INTERACTIVE COMPUTER-AIDED SYSTEM FOR MODELLING DETERMINANTS OF HEALTH

Ronaldo Curi Gismondi, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dec., 1991

A computer-aided system was developed for modelling determinants of health for users who are not familiar with multivariate statistical analyses. Data from 81 variables covering socio-economic, demographic and environmental conditions, as well as regarding the health services, from 59 Brazilian cities were submitted to preliminary statistical multivariate analysis, to reduce the dimensionality of the data and the problems of multicollinearity, thereby improving the efficiency of the model. After selecting one output variable to be modelled, usually a health indicator, the user can select its potential determinants or input variables from within pre-selected groups which incorporate the results of Principal Component and Factor Analyses. This minimizes the possibility of selecting colinear variables. The Interactive Computer-Aided System for Modelling the Determinants of Health (SIMIS) was tested and presented results which are compatible with software packages used for statistical analysis. The interactive identification of multiple regression models gives health planners the opportunity to identify the most significant determinant variables for each health indicator selected. The system developed also incorporates the possibility of simulating the impact of local interventions represented by changes in particular input variables.

RECONSTRUÇÃO TRI-DIMENSIONAL DO CRÂNIO HUMANO

Angela Klemt, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1991

Um sistema de computação gráfica de reconstrução 3D de estruturas da anatomia humana para o ensino de medicina e odontologia foi desenvolvido. O sistema foi implementado em microcomputador IBM/PC compatível (12 MHz) com placa VGA. Um conjunto de imagens de Tomografia Computadorizada de uma cabeça humana foi utilizado na avaliação do sistema. (A distância entre os 110 cortes tomográficos é de 2 mm.) Cada imagem digitalizada com resolução de 200 x 300 pixels e 256 níveis de cinza (8 bits) foi segmentada utilizando-se limiar adequado a identificação de suas estruturas ósseas. As bordas externas de cada estrutura foram então detectadas e associadas aquelas de cortes vizinhos. Devido as características do crânio, tal como complexidade anatômica da região visceral, esta etapa é efetuada semi-automaticamente. Para representação 3D do crânio, triângulos são formados a partir do contorno dos ossos. Aproximadamente 27.200 triângulos são assim definidos e o modelo 3D é exibido com projeção paralela, eliminação das linhas ocultas e sombreamento baseado na profundidade. Escalonamento e rotação em torno de um eixo arbitrário podem também ser efetuados. As etapas de reconstrução e exibição são executadas em cerca de 8 min. A reconstrução do crânio humano foi considerada adequada, pois estruturas ósseas de dimensão reduzida (i.e. processos estilóides) podem ser reconhecidas com facilidade. A qualidade dos resultados alcançados e a flexibilidade na concepção do sistema permitem seu emprego na reconstrução de estruturas menos complexas, porém importantes no ensino da anatomia.

THREE-DIMENSIONAL RECONSTRUCTION OF THE HUMAN SKULL

Angela Klemt, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1991

For the teaching of medicine and dentistry, a system for 3D computer modelling of the human anatomy has been developed, together with a graphics interface for presentation on screen. The system is based on a microcomputer and the model is defined by image processing of a set of Computerized Tomography (CT) slices. The system was developed and tested on a set of 110 CT slices taken from a conserved human head, with a resolution in the z-axis of 2 mm. The images were digitized with frame grabber (220 x 300 pixels) and 256 gray-levels 8 bits. They were then segmented by grey-level thresholding to identify bone. The results was visually analyzed by a specialist and considered satisfactory. An edge-following algorithm traced the borders and the structures thus identified were numbered in order to link them with those in neighbouring slices. This determination of the continuity of 3D objects is carried out semi-automatically in the more complicated region of the visceral skull. The result of the process is the definition of the outline of each structure in each slice and information on how they are connected in the third dimension, which is then stored, to be used in the generation of the computer graphics. In order to present the model graphically, triangles are fitted to the outlines of the bones. Scaling and rotation around any arbitrary axis in 3D can then be applied, followed by image creation based on parallel projection and hidden-line removal. The task was implemented on an IBM-

PC compatible computer (12 MHz) with VGA screen. For the model, approximately 27.200 triangles were defined and 3D-image creation took about 8 minutes for each viewing angle. The reconstruction of the skull was successful and it is therefore expected that the techniques can readily be applied to other (generally simpler) anatomical regions.

MÉTODO ULTRA-SÔNICO DE PULSO-ECO PARA A DETERMINAÇÃO SIMULTÂNEA DA VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DA ONDA E ESPESSURAS EM MEIOS MULTICAMADAS

Wagner Coelho de Albuquerque Pereira, João Carlos Machado (Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Fev., 1992

O diagnóstico médico baseado em imagens geradas com Ultra-Som (US) vem se tornando amplamente utilizado em clínica nos últimos 25 anos e, atualmente, só perde em popularidade para os raios-X. Todavia a quantificação das imagens por US ainda é motivo de extensas pesquisas e seu estágio atual ainda não permite aplicações clínicas. A maior causa desse fato reside nos efeitos significativos de refração, atenuação e, principalmente, difração que o US sofre ao se propagar em tecidos humanos. Após o tratamento dos sinais de US com métodos matemáticos sofisticados, desenvolvidos originalmente para a tomografia por raios-X, obtendo um sucesso parcial, tanto para experimentos de transmissão como de reflexão do US, a atenção dos pesquisadores tem se voltado para métodos mais simples onde se possa fazer experimentos com maior controle de variáveis e, assim, se possa conhecer melhor as características de propagação do US. Este trabalho apresenta um método de pulso-eco para mapear as variações na velocidade de ondas longitudinais de US em meios multicamadas. A velocidade e a espessura das camadas são consideradas desconhecidas e são determinadas a partir de equações recursivas simples, baseadas em acústica geométrica. São desenvolvidos três modelos teóricos de propagação das ondas de US que são testados em 5 phantoms simples multicamadas. A intenção última é que se procedam medições com uma matriz linear de transdutores, mas os dados aqui analisados foram coletados com um hidrofone de PVDF com 0,6 mm de diâmetro de face. Os experimentos são um primeiro passo para uma técnica de mapeamento de velocidades mais ampla, contudo, a abordagem com meios multicamadas é um modelo de imediato interesse para alguns casos médicos e para ensaios não-destrutivos. O método aqui apresentado mostrou-se sensível a alguns artefatos e os resultados têm que ser analisados cuidadosamente com respeito à difração e outros erros. As causas desses erros são aqui investigadas e comparadas com a literatura. Sugestões são feitas visando à melhorias do sistema implementado.

ULTRASONIC PULSE-ECHO METHOD FOR SIMULTANEOUS DETERMINATION OF PROPAGATION VELOCITY AND LAYER THICKNESSES OF MULTILAYERED MEDIA

Wagner Coelho de Albuquerque Pereira, João Carlos Machado (Supervisor)

D.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Fev., 1992

Medical diagnosis through ultrasonic images has become widely applied during the past 25 years. It is the most popular imaging method, after X-rays. Quantitative ultrasonic imaging, nevertheless, is still in a development phase and at present is not clinically useful. The main causes for this are the strong effects of refraction, attenuation and diffraction in the propagation of ultrasound through biological tissues. Sophisticated mathematical tomographic methods, developed originally for X-rays, were applied to ultrasonic transmitted and reflected signals with partial success but are still not clinically applicable. The attention of the researches are now simpler approaches in which the experimental variables can be better controlled in order to understand the wave propagation

phenomena involved. In this thesis, we present a pulse-echo method for mapping, directly, the variations in longitudinal ultrasound wave velocity in a layered medium. Both the velocities of US and thickness of the layers are considered to be unknown and are estimated from simple recursive equations based on an approach of geometric acoustics. Three theoretical models are developed and laboratory results with five simple parallel-layered phantoms are presented. It is envisaged that the measurements are ultimately conducted with a linear array system, but the present data were obtained via a miniature PVDF hydrophone with 0.6 mm in diameter. These experiments are seen as the first step towards a general pulse-echo velocity imaging technique. However, the parallel plane approximation is a very useful model for a number of cases of immediate medical and non-destructive testing (NDT) interest. At present, the method is sensitive to a number of artifacts, and the measurements have to be very carefully analyzed for diffraction and other errors. These are discussed in the light of the laboratory data, and an analysis is made of the factors influencing the likely accuracy and precision of the technique in some practical imaging contexts. Some suggestions are made concerning the improvement of the method.

MODELAGEM DE ELETROCARDIOGRAMAS ATRAVÉS DE ALISAMENTO EXPONENCIAL E SUA APLICAÇÃO À COMPRESSÃO DE SINAIS ELETROCARDIOGRÁFICOS

Eduardo Appel, Prof. Fernando Soares Schlindwein (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Fev., 1992

Neste trabalho, é apresentada a modelagem de eletrocardiogramas com base em uma das técnicas de predição linear de séries temporais, o alisamento exponencial. Com este método, o ECG é descrito por três implantações: modelo de média constante, linear e o modelo quadrático, a partir dos quais são obtidas as predições. Uma das técnicas de monitoração de sistemas preditivos, o "Tracking Signal", é utilizado para verificar se o modelo é adequado ou necessita ser atualizado. A compressão de dados, uma das possíveis aplicações que a técnica de alisamento exponencial permite, é aqui investigada. As taxas de compressão encontradas para o modelo constante foram em torno de 3 e erro RMS relativo 3%; para o modelo linear, as taxas de compressão foram em torno de 5 e erro RMS relativo 6%; e para o modelo quadrático as taxas de compressão obtidas foram em torno de 7 e erro RMS relativo 6%. Apesar de as taxas de compressão obtidas serem baixas se comparadas com outras metodologias, a qualidade dos sinais reconstruídos é boa, pois as formas de onda de interesse clínico são mantidas. Os resultados deste estudo indicam a necessidade de uma melhora nas taxas de compressão, talvez incluindo métodos ou técnicas heurísticas, e sugerem a utilização da técnica para extração de pontos singulares do eletrocardiograma.

ELECTROCARDIOGRAM MODELING WITH EXPONENTIAL SMOOTHING AND ITS APPLICATION TO DATA COMPRESSION ELECTROCARDIOGRAPHIC SIGNALS

Eduardo Appel, Prof. Fernando Soares Schlindwein (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Feb., 1992

The aim of this work is to present an electrocardiogram modeling based on linear prediction of time series, with exponential smoothing. This method is based on the description of the ECG by three models: a constant mean model, a linear, and a quadratic model, from which forecasts are obtained. One of the techniques used to monitoring prediction systems, "Tracking Signal", is used in order to verify in the model is adequate or needs updating. Data compression, one of the possible applications of exponential smoothing, is evaluated. The compression rates obtained for a constant model are of about 3 and the relative root mean square error RMSER is 3%; for a linear model, the compression rate is of about 5 and RMSER is 6%; and for a quadratic model the compression rate obtained is of about 7 with RMSER of 6%. Although the compression rates obtained are smaller than those of other methodologies described in the literature, the quality of the reconstruction is good and the significant shapes of the waveforms of the ECG are maintained. The results of this investigation indicate the need of improving the compression rate, perhaps including methods of heuristic techniques, and suggest the use of this technique for identification of singular points on the electrocardiogram.

UTILIZAÇÃO DO ULTRA-SOM NA MONITORAÇÃO DA COAGULAÇÃO E NA MEDIÇÃO DE VISCOSIDADE DO PLASMA SANGÜÍNEO

Abilio Lenzi, João Carlos Machado (Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1992

O presente trabalho visa a apresentação de um método ultra-sônico capaz de ser utilizado na monitoração do processo de coagulação sangüínea, através da medição do tempo de protombina (TP), e de outro para medir viscosidade do plasma. Para a medição do TP o método se baseia na análise do movimento de partículas esféricas de vidro (250 μm de diâmetro) colocadas em agitação, dentro de um recipiente contendo 0,1 ml de plasma sangüíneo, por ultra-som de 2,7 MHz. A análise desse movimento se faz pela emissão de uma outra onda ultra-sônica (10 MHz) no meio e pela captação da onda ultra-sônica espalhada pelas partículas seguida de um processamento análogo do sinal elétrico gerado pelo transdutor ultra-sônico no qual se incide a onda de (10MHz) espalhada pelas partículas. Resultados experimentais obtidos pelo método ultra-sônico, para amostras do mesmo plasma (Ci-Trol[®] nível I) fornecem um TP médio de 12,3 s e para o nível II (anormal) de 21,0 s. Pelo método manual os resultados obtidos fornecem um valor médio TP para o plasma nível I de 12,9 s e nível II de 22,6 s. Uma vez que os dois métodos foram utilizados nas mesmas condições, então esses resultados demonstraram que o método ultra-sônico tem precisão e acurácia compatíveis com os resultados obtidos pelo método manual, quando o tempo de protombina é medido com amostras de plasma humano dentro e fora do padrão normal. Para se medir a viscosidade do plasma é desenvolvida a formulação de um modelo matemático capaz de relacionar a injeção de energia mecânica para colocar uma pequena quantidade de microesferas de vidro em movimento com a respectiva dinâmica das mesmas no meio hospedeiro. Esse método é aplicado na determinação da viscosidade do plasma sangüíneo e de três amostras do meio hospedeiro que servem de controle, sendo suas viscosidades, a 30°C: $7,98 \times 10^{-4}$ N.s.m.⁽⁻²⁾, $15,86 \times 10^{-4}$ N.s.m.⁽⁻²⁾ e $42,33 \times 10^{-4}$ N.s.m.⁽⁻²⁾. Para uma amostra de plasma padrão o valor medido de viscosidade, a 37°C, foi de $11,21 \times 10^{-4}$ N.s.m.⁽⁻²⁾. O sistema ultra-sônico assim desenvolvido e apresentado neste trabalho de tese apresenta resultados iniciais satisfatórios, podendo ser utilizado para a medição do tempo de coagulação e no futuro, após um aprimoramento do método, na determinação da viscosidade do plasma sangüíneo.

APPLICATION OF ULTRASOUND IN MONITORING COAGULATION AND MEASURING VISCOSITY OF BLOODED PLASMA

Abilio Lenzi, João Carlos Machado (Supervisor)

D.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1992

This work presents an ultrasonic method that can be used to monitor the process of blood coagulation, through the measurement of prothrombin time (PT) and another one to measure plasma viscosity. To measure PT the method is based on the analysis of the movement of spherical glass particles (250 μm diameter) kept in random motion, inside of a test tube containing 0,1 ml of blood plasma, by an ultrasonic wave at 2,7 MHz. The analysis of this motion is made by the emission of another ultrasonic wave (10 MHz) in the medium and the capture of the ultrasonic wave scattered by particles, followed by analog processing of the electric signal generated at the output of the ultrasonic transducer that receives the wave (10 MHz) scattered by the particles. The experimental results

obtained by the ultrasonic method, when compared with those obtained by a manual method under the same conditions, demonstrate that they have precision and accuracy compatible to those provided by the manual method, when prothrombin time is measured with normal and abnormal samples of human plasma. For a sample of normal plasma, the average PT was 12.3 using the ultrasonic method whereas for the manual one the result was 12.9 s. In the case of samples of abnormal plasma the average values for PT were 21.0 s and 22.6 s, respectively, for the ultrasonic and manual methods. To measure the plasma viscosity a mathematical model was formulated relating the injection of mechanical energy to the motion of a small amount of spherical glass particles inside the host medium. This method is used to determine the viscosity of blood plasma and three samples of the host medium, that serve as control of viscosity. These samples have the following values of viscosity at 30°C: $7,98 \times 10^{-4}$ N.s.m.⁽⁻²⁾, $15,86 \times 10^{-4}$ N.s.m.⁽⁻²⁾ e $42,33 \times 10^{-4}$ N.s.m.⁽⁻²⁾. To the sample of the normal plasma the measured value of viscosity, at 37°C was: $11,21 \times 10^{-4}$ N.s.m.⁽⁻²⁾. The ultrasonic system thus developed and presented in this work presents initial satisfactory results that promise its use in the measurement of blood coagulation time and in the future, after an enhancement of the method, the determination of blood viscosity.

AVALIAÇÃO DO INSTRUMENTO ULTRA-SÔNICO DE MEDIÇÃO DO TEMPO DE COAGULAÇÃO SANGÜÍNEA

Márcio Manhães Gomes de Almeida, João Carlos Machado (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1992

O mecanismo de coagulação pode ser analisado pela medição dos Tempos de Protrombina (PT) e de Tromboplastina Parcial Ativado (APTT). Este estudo avaliou o instrumento desenvolvido no Programa de Engenharia Biomédica da COPPE/UFRJ e descrito por MACHADO et alii (1991), que utiliza ultra-som em 2,7 MHz, na medição de PT e APTT. São comparadas cerca de 1500 medições de PT e APTT obtidas através do instrumento ultra-sônico, método manual e Fibrômetro. Nos testes duplicados, o instrumento apresenta coeficientes de variação (C.V.) de 2,7% e 2,9% para o PT e o APPT, respectivamente. As correlações com o método manual e o Fibrômetro são, respectivamente, 0,97 e 0,98, no PT e, 0,91 e 0,87, no APPT. Nos testes de PT com plasma padrão, o instrumento apresenta C.V.=3,7% e média=10,59 s. O método manual e o Fibrômetro apresentam, respectivamente, C.V.=3,4% e 2,2% e média=10,94 s e 10,96 s, que são estatisticamente superiores à média do instrumento. Para o APTT, o instrumento apresenta C.V.=5,3% e média=30,34 s. O método manual e o Fibrômetro apresentam, respectivamente, C.V.=3,1% e 2,5%, e média=30,55 s e 28,18 s, sendo estatisticamente iguais as médias do instrumento e método manual, que são maiores que a média do Fibrômetro. Desta forma, o instrumento ultra-sônico pode ser utilizado para realizar testes de PT e APTT.

EVALUATION OF AN ULTRASONIC INSTRUMENT USED TO MEASURE BLOOD COAGULATION TIME

Márcio Manhães Gomes de Almeida, João Carlos Machado (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1992

The coagulation mechanism can be analyzed by measuring the Protrombin (PT) and the Activated Partial Tromboplastin (APTT) Times. This study evaluated the 2.7 MHz ultrasonic instrument used to measure PT and APTT, developed at the Biomedical Engineering Department at COPPE/UFRJ and described by MACHADO et alii (1991). About 1500 PT and APTT measurements obtained by the ultrasonic instrument, tilt-tube manual method and Fibrometer are compared. For the duplicated tests, the instrument presents a coefficient of variation (C.V.) equal to 2.7% and 2.9% for the PT and APTT, respectively. The correlation with the tilt-tube manual method and the Fibrometer are, respectively, 0.97 and 0.98, for the PT, and, 0.91 and 0.87, for the APTT. For the PT's control plasma tests, the instrument presents C.V.=3.7% and average=10.59 s. The tilt-tube manual method and the Fibrometer present, respectively, C.V.=3.4% and 2.2%, and average=10.94 s and 10.96 s, which are statistically superior to the average obtained by the instrument. For the APTT, the instrument presents C.V.=5.3% and average=30.34% s. The tilt-tube manual method and the Fibrometer present, respectively, C.V.=3.1% and 2.5%, and average=30.55 s and 28.18 s. The instrument and tilt-tube manual method averages are the same statistically and larger than the average of the Fibrometer. So, the ultrasonic instrument can be used for making PT and APTT tests.

SISTEMA ULTRA-SÔNICO PARA DETECTAR A PRESENÇA DE BOLHAS DE AR NA LINHA DE SANGUE EM EQUIPAMENTOS DE HEMODIÁLISE

Luiz Eduardo Gonçalves da Costa, João Carlos Machado (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1992

Neste trabalho é apresentado o desenvolvimento de um sistema ultra-sônico para a detecção de bolhas de ar nas linhas de sangue em equipamentos de hemodiálise. O sistema funciona em 4,0 MHz e seu princípio de detecção se baseia na determinação do volume do ar contido em um conjunto de bolhas que ultrapasse 0,5 ml por litro de sangue em fluxo igual a 250 ml/min. O volume de ar das bolhas é determinado através de uma contagem média da quantidade de bolhas e do volume de cada uma por unidade de volume de sangue. Para isto, são determinadas as componentes em FASE e QUADRATURA da onda ultra-sônica transmitida através do sangue que flui do equipo. Sob as mesmas condições de teste, o método proposto apresenta eficiência e precisão superiores, quando comparado a um similar que já é utilizado em equipamentos de hemodiálise.

ULTRASONIC SYSTEM TO DETECT THE PRESENCE OF AIR BUBBLES IN THE BLOOD LINE OF HEMODIALYSIS MACHINES

Luiz Eduardo Gonçalves da Costa, João Carlos Machado (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1992

This work presents the development of an ultrasonic system designed to detect the presence of air bubbles in the blood line of hemodialysis machines. The system uses an ultrasonic wave at 4.0 MHz and its principle is based in the determination of the air volume contained in a set of bubbles that exceeds 0.5 ml in 1 l of blood for a flow of 250 ml/min. The air volume of the bubbles is determined by counting the average amount of bubbles and the volume of each one per unit volume of blood. This is performed by detecting and processing the in PHASE and QUADRATURE components of the ultrasonic wave transmitted through the blood that flows in the bloodline of the device. Under the same conditions the system proposed in this work present superior efficiency and precision when compared to another one already in use in hemodialysis machines.

UTILIZAÇÃO CONJUNTA DE CERÂMICA E POLÍMERO PIEZOELÉTRICOS EM UM TRANSDUTOR ULTRA-SÔNICO

Marcelo Lang, João Carlos Machado (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Maio, 1992

Esta tese objetiva fundamentar o modelo de um transdutor ultra-sônico híbrido composto de cerâmica e polímero piezoelétricos. A idéia básica consiste em transmitir ondas acústicas pela cerâmica e recebê-las pelo polímero. Com esse objetivo foi desenvolvido um modelo teórico cuja Função de Transferência foi utilizada para se proceder uma simulação, em computador, do comportamento eletromecânico do transdutor. Os resultados da simulação serviram de base para a construção de um protótipo experimental. Nos testes, utilizou-se o transdutor protótipo operando no modo receptor, para aferição dos pulsos recebidos pela cerâmica e polímero. Em uma primeira análise dos pulsos obtidos, observou-se a interferência elétrica do sinal recebido pela cerâmica no polímero, bem como uma interferência mecânica devido à reflexão acústica no transdutor que se soma ao sinal obtido pelo polímero. A solução encontrada foi a realização de um curto-circuito nos eletrodos da cerâmica e o afastamento da distância entre cerâmica e polímero. Com isto, obteve-se como resultados finais pulsos recebidos de duração de 760 e 230 nanossegundos na cerâmica e no polímero, respectivamente.

SIMULTANEOUS APPLICATION OF PIEZOELECTRIC CERAMIC AND POLYMER IN AN ULTRASONIC TRANSDUCER

Marcelo Lang, João Carlos Machado (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Maio, 1992

This thesis aims to study the development of a hybrid ultrasonic transducer composed of two piezoelectric elements: ceramic and polymer. The basic idea is to use the ceramic as the transmitter of ultrasonic waves and the polymer as the receiver. A theoretical model was developed and its transfer function was used to computer simulate the electromechanical behavior of the transducer. The simulation results were used as a basis to the construction of an experimental prototype. During the tests the prototype transducer operated in the reception mode to observe the ultrasonic pulses received by each piezoelectric element. A first analysis of these pulses has shown that the signal received by the polymer is electrically influenced by the signal received by the ceramic. Multiple reflection of the ultrasonic pulse inside the transducer is also added to the signal on the polymer. The solution proposed for this problem is to short-circuit the ceramic electrodes and to increase the distance between the two piezoelements. By doing this we obtained ultrasonic pulses with duration of 760 and 230 nanoseconds for the ceramic and the polymer, respectively.

ESPECTROFOTOMETRIA DO INFRAVERMELHO PARA A MONITORAÇÃO DE GASES ANESTÉSICOS

Joaquim dos Santos Pinto, Marcelo Martins Werneck (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Maio, 1992

O sistema óptico foi desenvolvido para a monitoração de gases pela espectrofotometria no infravermelho fazendo uma análise quantitativa do gás contido em uma célula de amostra. O analisador não dispersivo de infravermelho desenvolvido é composto por: fonte de infravermelho, chopper, célula de gás, filtro de interferência, detector piezoelétrico, e circuito de detecção: ele é capaz de medir a concentração de gases anestésicos inalantes, gases terapêuticos, gases tóxicos e gases combustíveis. O sistema óptico desenvolvido dispõe de um servomecanismo para automação dos testes espectrofotométricos bem como de um sistema analógico para o processamento do sinal proveniente do detector piezoelétrico. A comparação dos resultados obtidos no sistema desenvolvido com os resultados provenientes de um espectrofotômetro Perkin-Elmer mostrou erros menores do que 4%.

INFRA-RED SPECTROPHOTOMETRY FOR MONITORING ANESTHETIC GASES

Joaquim dos Santos Pinto, Marcelo Martins Werneck (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Maio, 1992

An optical system was developed for monitoring gases by infrared spectrophotometer, performing a quantitative analysis of the gas inside a sample cell. The developed non-dispersive infrared analyzer is composed of: infrared source, chopper, interference filter, pyroelectric detector, and detection circuit. It is able to measure the concentration of inhalant anesthetic gases, therapeutic gases or combustible gases. The optical system developed has a device for automatically controlling the spectrophotometric tests. It also has an analog system for processing the signals of the pyroelectric detector. A comparison of the results from the developed system with the results from the Perkin-Elmer spectrophotometry has shown errors smaller than 4%.

UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA VIGILÂNCIA NUTRICIONAL EM ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE

Haroldo José de Matos, Jurandir Nadal (Orientador),
Ronney Bernardes Panerai (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Maio, 1992

Um sistema de informações geográficas para apoio à vigilância nutricional em atenção primária à saúde é proposto. O desenvolvimento do sistema engloba o planejamento e a implementação de uma base de dados com informações sobre lactentes e a obtenção de índices antropométricos, os quais são representados geograficamente. A base de dados é constituída de 113 lactentes na faixa etária de 1 a 11 meses, usuários do Posto de Saúde de Vila Isabel, localizado na IX Região Administrativa do Município do Rio de Janeiro. O banco de dados foi constituído com o auxílio do sistema EPI-INFO, de domínio público. A partir das variáveis de entrada, altura, peso, idade e sexo, este sistema permite calcular vários índices antropométricos, e analisá-los com base em uma população de referência internacional, recomendada pela Organização Mundial de Saúde. Usando mapas digitalizados da região e os endereços dos lactentes, um programa (escrito em Pascal) permite a determinação das coordenadas geográficas de cada caso. A saída do sistema desenvolvido é constituída de planos de informação, superpostos na forma de mapas, onde os índices são exibidos em cores e símbolos distintos para cada nível de nutrição. A análise nutricional dos dados mostra um discreto aumento na concentração de casos de desnutrição leve ou de grau I, com relação à referência internacional, indicando a conveniência de uma análise mais abrangente, com maior número de casos e envolvendo uma faixa etária mais extensa. As saídas gráficas do sistema permitiram traçar um perfil de demanda do Posto de Saúde, bem como observar a distribuição de casos de diferentes níveis de nutrição. O sistema tem ainda potencialidade para aplicações mais abrangentes em atenção primária à saúde, tais como o mapeamento geográfico de uma epidemia e a indicação de áreas de risco epidemiológico para diferentes doenças.

A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR NUTRITIONAL SURVEILLANCE IN PRIMARY HEALTH CARE

Haroldo José de Matos, Jurandir Nadal (Supervisor),
Ronney Bernardes Panerai (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Maio, 1992

A geographic information system to support nutritional monitoring in primary health-care has been proposed. The development of the system included the design and implementation of a database on infants and the gathering of anthropometric data, which is geographically presented. The database consists of 113 infants in the age range of 1 to 11 months, who use the Health Center of Vila Isabel, Rio de Janeiro, Brazil. The system EPI-INFO was used to develop the database. The variables height, weight, age, sex and address are entered, and hence various anthropometric indicators are calculated. This system can also analyze anthropometric indicators of the infants surveyed, by comparing them with the international reference population recommended by the World Health Organization. Based on digitized maps and the address, a separate program (written in Pascal) finds the spatial coordinates of each case. The output of this system is in the form of maps of the region, with the variables presented

graphically as a function of the coordinates. The results show a slight increase in the concentration of cases classified as undernutrition grade I, when compared with the international reference, suggesting the need for further studies with an increased sample. The system allowed the evaluation of the geographic profile of demand at the Health Center as well as that of cases in the different nutritional levels. Additionally, the software has potential for wider use in primary health-care, such as spatial mapping of epidemics and the indication of high-risk areas for various diseases.

CONSTRUÇÃO DE UM MODELO MECÂNICO PULMONAR PARA TESTE DE VENTILADORES

Victorino de Mello Neto, Antonio Giannella Neto (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Maio, 1992

O presente trabalho descreve a construção de um modelo mecânico pulmonar para teste de ventiladores. Há dois tipos de modelo: ativo e passivo, diferenciando-se pela capacidade de desencadear um ato ventilatório, ou não, respectivamente, no aparelho em teste. Optamos pela construção do modelo passivo por sua simplicidade de execução e custo. No presente projeto, nos limitamos a avaliação de ventiladores empregados apenas em adultos. Este tipo de modelo é constituído de uma resistência que simula a resistência pulmonar e uma complacência simulando a elasticidade. Foi construído um modelo sob a forma de kit, em que pode-se variar as características de complacência e resistência segundo padronização estabelecida pela American National Standards Institute, para adultos. Introduzimos a inovação de transformarmos em um único bloco o medidor de vazões e a resistência do modelo (resistor/pneumotacógrafo). Foram desenvolvidos dois projetos de resistor: capilar (baseado em um pneumotacógrafo tipo Fleisch) e orifical. São apresentados seus modos de construção e curvas de calibração. Dentre os dois, foi o resistor/pneumotacógrafo orifical que mostrou-se capaz de respeitar as normas de padronização empregadas. Foi possível estabelecer o diâmetro necessário para as resistências preconizadas (5 cmH₂O/l/s e 20 cmH₂O/l/s, [3]). Empregando o método desenvolvido para o cálculo do diâmetro ideal obtivemos um valor de 7,89 mm; na usinagem do orifício realizamos um com o diâmetro de 8,05 mm (diferença de 1,5%). Calculada sua resistência obtivemos o valor de 5,0 cmH₂O/l/s). O coeficiente de correlação entre os dados experimentais (pressão diferencial versus vazão) e uma parábola do segundo grau foi igual a 1,00 como era previsto. No outro resistor, o diâmetro calculado foi de 5,33 mm, realizamos um 5,34 mm (diferença desprezível). Sua resistência foi de 19,90 cmH₂O/l/s), com correlação de 0,999 com a parábola prevista. Na construção do recipiente, que representa a complacência, a condição que deve ser respeitada é a condição de isotermy que ocorrem fisiologicamente. A isotermy deve ser alcançada com o preenchimento do recipiente com malha metálica, introduzimos um difusor, com a finalidade de estabelecer uma melhor distribuição da mistura gasosa dentro do recipiente. A quantidade de malha metálica (alumínio) foi introduzida progressivamente e medida a variação de pressão dentro do recipiente. No recipiente de 50 l foi possível reduzir a variação de pressão em 70,63%, empregando-se 11 Kg de limalha de alumínio; e no de 20 l em 82,35%, empregando-se 5,5Kg de limalha. A captação dos sinais gerados é realizada por transdutores de pressão piezoresistivos uni e bidirecionais, disponíveis no mercado tendo sido desenvolvidos amplificadores especificamente para este trabalho. É apresentado o método de calibração dos transdutores, com suas respectivas curvas. O processamento dos sinais é realizado por micro-computador IBM PC compatível. Com o modelo e a instrumentação desenvolvidos é possível classificar visualmente o ventilador em teste, com base na classificação criada por Mushin. Os capítulos que se sucedem neste trabalho estão ordenados segundo a evolução histórica da pesquisa. Na construção propriamente do modelo, recomenda-se tomar a leitura a partir do capítulo que trata da metodologia do resistor/pneumotacógrafo orifical.

CONSTRUCTION OF A LUNG MECHANICAL MODEL FOR TESTING AUTOMATIC MECHANIC VENTILATORS

Victorino de Mello Neto, Antonio Giannella Neto (Supervisor)

The present work describes the construction of a Lung Mechanical Model for testing automatic mechanic ventilators. There are two kinds of model: active and passive, they could be differentiated by their capacity in generating a ventilation act on the equipment. We constructed a passive model by its simplicity and low costs. This project will evaluate ventilators used only in adults. A resistance that simulate the lung resistance, and a recipient that makes the compliance compose this kind of model. A passive model was constructed, in a kit that could be altered the resistance and the compliance like the standard recommended by the American National Standards Institute. We introduce a new form of flowmeter, in which is incorporated the resistance of the model (resistor/pneumotachograph). Two forms of resistor were developed: pipe (based on a Fleisch pneumotachograph) and orifice. We present their way of construction and calibration, with their respective curves. Between the two it was the orificial that showed to be able to respect the standards. It was developed a methodology to determine the required diameter to the resistance needed standards (5 cmH₂O/l/s e 20 cmH₂O/l/s, [3]). Using this methodology we calculated a diameter of 7,89 mm; it was made one of 8,05 mm (difference of 1,5%). Stabilized its resistance it was equal to 5,0 cmH₂O/l/s. The correlation coefficient between the experimental data (differential pressure versus flow) and a parabolic function of 2nd degree was equal to 1,00 like expected. The other resistor the calculated diameter was 5,33 mm, it was done of 5,34 mm (minimal difference). The determined resistance was 19,90 cmH₂O/l/s, with correlation of 0,999 with the parabolic function. We present the methodology to construct the recipient that simulates the compliance. The recipient has to be isothermal, as the human lung. This could be done filling the recipient with metal wool, with a stabilized relation of mass/volume to be occupied. In this part, we introduce a tube perforated to make a better distribution of the gas inside the recipient. The acquisition of the signals generated are done by piezoresistive pressure transducers that measure in only one direction or both, easy to find, and was developed amplifier only to be used in this work. Is also shown the method of calibration of the transducers, and their respective curves. The signal processing is by a microcomputer IBM PC-compatible. With the model and the instrumentation developed is possible to classificate the ventilators by visual method, using the Mushin classification.

MONITORIZAÇÃO DO VOLUME MINUTO POR IMPEDANCIOMETRIA ELÉTRICA PULMONAR

Alberto Esteves Gemal, Antonio Giannella Neto (Orientador),
Marcos Francisco Vidal Melo (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Maio, 1992

Este trabalho trata do desenvolvimento da metodologia de impedanciometria elétrica pulmonar para monitorização do volume minuto inspiratório. São analisados: o aparelho de impedanciometria, sua calibração, a corrente utilizada, os eletrodos e pasta gel utilizados. A impedanciometria dispensa conexão de peças às vias aéreas dos indivíduos, sendo útil na monitorização não invasiva da ventilação por longos períodos de tempo e em situações de difícil acesso às vias aéreas destes. Os volumes minuto inspiratórios obtidos por impedanciometria bipolar calibrada por a) bolsa de volume determinado e por b) pneumotacografia foram comparados aos volumes minuto inspiratórios obtidos por pneumotacografia em oito indivíduos hígidos de sexo masculino, idade média de 30 +/- 5 anos, em 4 tomadas de sinal torácico e 4 tomadas de sinal em membros superiores, pareados a cada 5 segundos. Foi aplicado um algoritmo de exclusão de atos inspiratórios ou expiratórios com duração superior a 5 segundos ou inferior a 0,75 segundos. Concluímos que a ventilometria minuto por impedanciometria mostrou-se adequada para aproximadamente 70% dos casos analisados.

MONITORING OF MINUTE VOLUME THROUGH PULMONARY ELECTRICAL IMPEDANCE

Alberto Esteves Gemal, Antonio Giannella Neto (Supervisor),
Marcos Francisco Vidal Melo (Co-Supervisor)

M.Sc Thesis., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Maio, 1992

This work aims at the evaluation of the methodology of pulmonary electrical impedance for inspired minute volume monitoring. The following aspects are analyzed: the apparatus of impedanciometry, calibrations, the current applied, electrodes and the gel paste used. The impedanciometry avoids the introduction of devices into the airways of the individuals, being useful in non invasive long term ventilation monitoring and situations of difficult access to the subjects airways. The inspired minute volumes obtained by bipolar impedanciometry, a) calibrated with a bag of know volume and b) by pneumotachography were compared to inspired minute volumes obtained by pneumotachography in eight healthy male individuals, mean age 30 +/- 5 years old, 4 acquisitions at the torax and 4 at the limbs, paired each 5 seconds. An algorithm for exclusion of inspiratory ventilatory acts longer than 5 seconds and shorter than 0,75 seconds was applied. We conclude that the minute ventilometry by impedanciometry was an efficient method for ventilatory monitoring in approximately 70% of the analyzed cases.

SISTEMA DE AUXÍLIO AO DIAGNÓSTICO EM DERMATOPATOLOGIA UTILIZANDO HIPERTEXTO - DOENÇAS BOLHOSAS

Nereu Gilberto de Moraes Guerra Neto, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Jun., 1992

O grande aumento do conhecimento médico nas últimas décadas tornou a tarefa do diagnóstico mais complexa. Assim, com vistas a torná-la mais rápida e eficiente, sistemas computadorizados de auxílio à decisão capazes de lidar com grande volume de informações de forma otimizada têm sido desenvolvidos. O presente trabalho consiste no desenvolvimento de um sistema de auxílio ao diagnóstico em Dermatopatologia utilizando hipertexto. Este sistema foi idealizado numa concepção modular, sendo este trabalho o primeiro módulo, o qual lida com as doenças bolhosas da pele. A utilização do hipertexto deve-se ao fato deste permitir a manipulação de informações textuais e gráficas de forma rápida e não linear; além de ser considerado uma ferramenta útil no gerenciamento de dados em Medicina. Da literatura especializada foram selecionadas 28 patologias levando-se em consideração a frequência com que ocorrem no Brasil, como também sua dificuldade diagnóstica para o patologista generalista. Aproximadamente 400 informações sobre as patologias selecionadas foram compiladas, incluindo-se dados clínicos, alterações histopatológicas e diagnósticos diferenciais. Tais informações foram ligadas entre si e com um glossário de termos técnicos, permitindo assim uma busca não-linear das informações que auxiliam no processo diagnóstico. Tanto as patologias selecionadas, quanto as correspondentes informações, foram avaliadas mediante questionário respondido por dermatopatologistas, que confirmaram sua adequação ao objetivo proposto. Esta avaliação da base de conhecimento juntamente com as características do hipertexto apontam como potencialidade do sistema sua utilização em ensino e auxílio ao diagnóstico em Patologia.

DIAGNOSTIC SUPPORT SYSTEM IN DERMATOPATHOLOGY USING HYPERTEXT - BULLOUS DISEASES

Nereu Gilberto de Moraes Guerra Neto, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, June, 1992

The continued increase of medical knowledge has turned the diagnostic task more complex. Computer-aided systems have been developed to aid in medical decision making, dealing with a large amount of information in a systematic way. The present work aims to develop a computer-aided system for the medical diagnosis in Dermatopathology, using Hypertext software. The system was conceived on a modular basis; the first module deals with bullous diseases of the skin. Hypertext has been used as a tool to deal quickly and in a non-linear way with textual and graphic information. Such characteristics are very important in medical data management. Twenty-eight bullous diseases were select from specialized textbooks taking into account the frequency and the diagnostic dilemma. A set of 400 items of information regarding these diseases was compiled, including clinical data, histopathologic alterations and differential diagnosis. These items were then linked with each other and with a glossary of technical terms, allowing a non-linear search. The knowledge base was tested by dermatopathologists in order to assess its completeness and consistency. The results of this evaluation and the hypertext facilities introduced in the system suggest its potentiality for the teaching of dermatopathology and also to support the diagnosis in this area.

DETECÇÃO DE AGREGAÇÃO PLAQUETÁRIA POR ULTRA-SOM

Jaime R. Ponce Valdeiglesias, João Carlos Machado (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Ago., 1992

Este trabalho tem como finalidade o desenvolvimento de um método alternativo na detecção da agregação plaquetária utilizando ultra-som. O princípio de funcionamento se baseia na emissão de uma onda-ultrasônica de 2,8 MHz, emitida por um transdutor ultra-sônico que é posicionado na parte inferior de um tubo de ensaio contendo Plasma Rico em Plaquetas (PRP), que tem a missão de agitar esferas de vidro de 200 μm de diâmetro e um volume total a 6 μl de esferas adicionadas à amostra de plasma. Para monitorar o movimento das esferas uma outra onda ultra-sônica de 10.0 MHz é incidida nelas. A onda espalhada por elas é captada por um transdutor ultra-sônico de 10.0 MHz. Do sinal elétrico gerado por esse transdutor receptor detecta-se sua componente de fase e realiza-se um processamento analógico para se registrarem as variações de amplitude e fase da onda espalhada pelas esferas. Esses registros refletem alterações reológicas que ocorrem na amostra de PRP à medida em que as plaquetas se agregam a partir do momento em que se injeta, na amostra, um agente agregante.

DETECTION OF PLATELET AGGREGATION BY ULTRASOUND

Jaime R. Ponce Valdeiglesias, João Carlos Machado (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Aug., 1992

This work has the objective of developing an ultrasonic method to detect platelet aggregation. The principle is based on the emission of 2.8 MHz ultrasound wave, by a transducer placed at the bottom of the test tube containing Platelet Rich Plasma (PRP), the agitates glass spherical particles with 200 μm in diameter and a total volume of 6 μl added to the sample of plasma. The motion of these particles is monitored by another ultrasonic wave scattered by them, upon the incidence of 10.0 MHz ultrasonic wave. A receiving transducer, operating at 10.0 MHz, captures part of the scattered wave and from the electrical signal generated at its output the in phase component is detected. An analogic processing in the in phase component signal is implemented to detect and plot the amplitude and phase variations of the scattered wave. These plots reflect the rheological change occurring on the PRP sample due to platelet aggregation induced by an aggregating agent, since the moment that it is injected to the sample plasma.

MODELO DE POPULAÇÕES NEURONAIS EM LARGA-ESCALA PARA ESTUDO DA DINÂMICA DE EPILEPSIA EXPERIMENTAL DO HIPOCAMPO

Antônio-Carlos Guimarães de Almeida, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Ago., 1992

O objetivo deste trabalho é utilizar técnicas de simulação de populações neuronais em larga-escala para modelar a atividade elétrica de uma fatia da região CA1 do hipocampo cerebral do rato. Considerável conhecimento tem se acumulado a respeito da fisiologia celular do hipocampo e de suas conexões, tornando esta região ideal para simulações baseadas em medidas experimentais. A simulação foi efetuada através da compartimentalização de uma célula piramidal, atribuindo-se a cada compartimento (6 por célula) uma série de entradas que modificam condutâncias específicas. Cada interneurônio O/A (Oriens/Alveus) e 'Basket' foi simulado por apenas um compartimento. Inicialmente, uma rede neuronal foi construída consistindo de 100 células piramidais, 3 O/A e 3 'Basket' e então modificada, utilizando a mesma estrutura de circuito local, para 1500 células piramidais, 42 O/A e 42 'Basket'. As equações diferenciais representando cada compartimento foram implementadas numericamente. O ajuste de parâmetros do modelo seguiu a metodologia de reproduzir a dinâmica das interações sinápticas em concordância com achados experimentais. O modelo apresentou propriedades implícitas que correspondem ao hipocampo, como por exemplo, o ritmo teta. A gênese desta propriedade foi interpretada como o sinergismo de um sistema complexo. As características de representatividade do modelo, deduzidas das avaliações comparativas entre resultados experimentais e simulados consubstancia o objeto central desta pesquisa, qual seja: estudar o papel das associações comissurais anteriores no fenômeno de sincronia bilateral de paroxismos da região CA1 hipocampal. Este fenômeno foi simulado através das duas redes neuronais, uma para cada região de um hemisfério, segundo as duas configurações (100 e 1500 células piramidais). As regiões CA1 simuladas foram interligadas através de vias comissurais do tipo excitatória, representativas da comissura anterior. A simulação de experimentos de tetanização aguda comprovam a importância dessas vias na sincronia. Os resultados obtidos corroboram a hipótese de osciladores mutuamente acoplados, formulada por FERNANDES DE LIMA e cols. (1990).

MODEL OF LARGE-SCALE NEURONAL POPULATIONS TO STUDY THE DYNAMICS EXPERIMENTAL EPILEPSY IN THE HIPPOCAMPUS

Antônio-Carlos Guimarães de Almeida, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

D.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Aug., 1992

The objective of this thesis is to use simulation techniques of large-scale neuronal populations to model the electrical activity of an isolated slice of the CA1 region of the hippocampus in a rat-brain. Considerable knowledge has been accumulated with respect to the cellular physiology of the hippocampus and its connections, making this an ideal region for simulations based on experimental measurements. Compartmentalizing a pyramidal cell, attributing to each compartment (6 for each cell) inputs, which modify the specific conductance, developed the simulation. Each interneuron O/A (Oriens/Alvus) and 'basket' was simulated as having only one compartment. First a neuronal network was constructed with 100 pyramidal cells, 3 O/A and 3 basket and then this was increased to 1500 pyramidal cells and 42 each of O/A and basket. The differential equations representing each

compartment were implemented numerically. The parameters of the model were adjusted according to a methodology, which aims at reproducing the dynamics of the synaptic interactions in accordance with experimental results. The model exhibited inherent properties corresponding to those of the hippocampus, for example the rhythm theta. The genesis of these properties was interpreted as the synergism of a complex system. The representative capacity of the model, evaluated from comparison between experimental results and simulations, was the basis for the central objective of this research: study the role of the forebrain association's commissures in the bilateral synchronism of paroxysms in the hippocampal CA1 region. Two neuronal networks simulated the phenomena, one of each hemisphere, in two configurations (100 and 1500 pyramidal cells). The CA1 regions simulated were linked mutually by excitatory commissural paths. The simulations of acute tetanizations show the importance of these connections in synchronism. The results obtained corroborate the hypothesis of mutual coupling, formulated by FERNANDES DE LIMA et alli (1990).

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE LENTES PARA TRANSDUTORES ULTRA-SÔNICOS

Roberto Macoto Ichinose, João Carlos Machado (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Set., 1992

Este é um trabalho teórico e experimental que apresenta um programa de simulação de lentes acústicas destinadas à transdutores de ultra-som. O programa é uma ferramenta utilizada para auxiliar o projeto de lentes acústicas, e fornece uma previsão das características do feixe ultra-sônico gerado por diferentes tipos de lentes, possibilitando assim, uma melhor escolha pelo usuário. Foram projetadas e construídas lentes esféricas, cônicas e toroidais para um transdutor de 2,7MHz e 12,7mm de diâmetro de face. Os resultados teóricos e experimentais são consistentes e indicam uma melhor performance das lentes cônicas e toroidais em relação às esféricas. No foco, as duas primeiras apresentam um feixe tão estreito quanto a esférica, mas com a vantagem de apresentar divergência menor, mantendo o feixe estreito sobre uma região maior.

DESIGN AND MANUFACTURING OF ACOUSTIC LENSES FOR ULTRASONIC TRANSDUCERS

Roberto Macoto Ichinose, João Carlos Machado (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Sept., 1992

This is a theoretical and experimental work that shows acoustic lenses' simulation program for ultrasonic transducers. The program is a tool used to aid the design of acoustic lenses and provides an estimation of the ultrasonic beam generated by different types of lenses, allowing the user a better choice. Spherical, conical and toroidal lenses were designed and manufactured for a 2.7MHz transducer with 12.7mm face diameter. Theoretical and experimental results are consistent and indicate a better performance for conical and toroidal lenses compared to spherical ones. On the focal region, the first two have a beam as narrow as the spherical one but with the advantages of having less divergence, assuring a narrow beam over a large region.

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE FEIXES ULTRA-SÔNICOS FOCALIZADOS ELETRONICAMENTE

Adalberto Schuck Júnior, João Carlos Machado (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Set., 1992

O presente trabalho apresenta um algoritmo computacional que permite o cálculo e a exibição do perfil de campos acústicos das regiões de campo distante e campo próximo, gerados por transdutores do tipo "Linear Array", para uma excitação do tipo pulsátil e focalização eletrônica deste feixe. O algoritmo é baseado na solução por métodos numéricos da Equação de Rayleigh da pressão. Para a implementação do algoritmo, é feita a consideração de se calcular apenas um dos planos perpendiculares à face do transdutor (plano x-z). São mostrados resultados para um transdutor de 32 elementos, com frequência de 3,5 MHz e distância entre os centros dos elementos de 0,45mm, para diversas distâncias focais e para apodização gaussiana, e comparados com os resultados obtidos por outras soluções clássicas, para o mesmo transdutor.

COMPUTER SIMULATION OF ELECTRONICALLY FOCUSED ULTRASONIC BEAMS

Adalberto Schuck Júnior, João Carlos Machado (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Sept., 1992

This work presents a computational method that is capable of calculating and exhibiting a transient acoustic near and farfield generated by a linear array transducer, with electronic focusing. This method is based on the solution by numerical methods of the Rayleigh Equation for pressure. The unique consideration done is that the program calculates only one of the perpendicular planes from the transducer's face (X-Z plane). Results are shown for an array transducer with 32 elements, drive frequency of 3.5 MHz and distance between elements of 0,45mm, for different focal distances and gaussian apodization, and then, are compared with results obtained by other classical solutions, for the same transducer.

MÉTODO PARA ESTUDO NÃO-INVASIVO DO FLUXO SANGÜÍNEO CEREBRAL POR ULTRA-SOM DOPPLER

Beatriz Rodrigues Lopes Vincent, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Out., 1992

A morbidade/mortalidade de recém-natos, particularmente prematuros, deve-se em grande parte às patologias cerebrovasculares. O objetivo deste trabalho consiste em estabelecer uma metodologia não-invasiva para o estudo do leito cerebrovascular nestes pacientes. Técnicas de processamento digital foram aplicadas ao sinal de velocidade do fluxo sanguíneo registrado pelo Doppler pulsátil. Acredita-se que os danos cerebrais perinatais sejam causados por distúrbios circulatórios locais, sendo esta circulação tecnicamente de difícil acesso. A impedância vascular caracteriza o estado do leito vascular periférico, e é obtida a partir da razão entre pressão arterial (PA) e o fluxo-sangüíneo (FS). Medidas de PA e FS, porém, requerem o uso de procedimentos invasivos. O método proposto consiste na Medida Indireta de Impedância (MII) e um Modelo para o Cálculo de Parâmetros Fisiológicos (MCPF). No primeiro caso, registrou-se a velocidade do fluxo sangüíneo nas artérias cerebral média e subclávia pelo Doppler pulsátil. Acredita-se que os vasos em estudo não sejam capazes de alterar seu calibre significativamente, sendo a velocidade aproximadamente proporcional ao fluxo local. Assumindo-se valores equivalentes para PA, a impedância relativa (cerebral/periférica) é proporcional à raiz quadrada da razão entre os espectros de potência das respectivas curvas de velocidade. Em relação à MCPF, a partir do uso de um modelo Windkessel e da impedância vascular acima calculada, obtém-se um valor proporcional à razão das resistências e complacências relativas aos dois circuitos arteriais. Os valores, sendo apenas proporcionais às razões, podem ser unicamente utilizados para comparações no mesmo paciente. Problemas do método, de ordem teórico/prática, são discutidos. Um recém-nato normal a termo foi examinado para ilustrar a aplicação do método. Os registros das curvas de velocidade do fluxo sangüíneo foram feitos em dois momentos distintos: logo após o nascimento e com 24 horas de vida, após o fechamento do Ductus Arteriosus confirmado por ecocardiografia. Foram utilizados dois instrumentos independentes a uma frequência ultra-sônica de 7,5 MHz, o que proporcionou o acesso simultâneo às artérias cerebral média e subclávia. Os registros foram em seguida transferidos para um microcomputador. Software específico foi desenvolvido para a aquisição e processamento do sinal. Os resultados são analisados e comparados com achados da literatura. Um maior número de experimentos, porém, seriam necessários para a obtenção de conclusões clinicamente significativas. Sugere-se uma avaliação mais detalhada dos aspectos teóricos e práticos do método proposto.

METHOD FOR THE NON-INVASIVE STUDY OF CEREBRAL BLOOD FLOW BY PULSED DOPPLER

Beatriz Rodrigues Lopes Vincent, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Oct., 1992

Cerebrovascular diseases are major causes of mortality and morbidity in the newborn infant, particularly in prematures. The objective of this study was to develop a method for non-invasively assessing the resistance of the newborn's cerebrovascular bed. Digital processing techniques were applied to the blood flow velocity signal registered by pulsed Doppler. Perinatal brain damage may be

caused by disturbances in the cerebral circulation, which is technically difficult to assess. The vascular impedance, given by the ratio between arterial pressure (AP) and blood flow (BF), describes the functional state of the peripheral vascular bed. However, AP/BF measurements require invasive procedures. The method proposed consists of Indirect Measures of Relative Impedance (IMRI) and Model Based Estimates (MBE). For IMRI, pulsed Doppler measured the blood flow velocities in the middle cerebral and subclavian arteries. It is assumed that the arteries studied were not able to change their caliber significantly, such that velocity measurements are approximately proportional to volume flow. Assuming equal values of AP in the two vessels, the relative impedance (cerebral/limb) is proportional to the root of the ratio of the power spectra of the two blood flow velocity curves (BFVC). Regarding MBE, the relative impedance described above was used to calculate the resistance and compliance ratio between the two arterial circuits based on a simple Windkessel model. The values obtained are only proportional to the ratios, and could be used for comparison within the same patient. Various theoretical and practical problems of the method are discussed. A healthy term patient was examined as an illustrative example of the application of the method. The BFVC were registered twice; right after delivery and 24 hours later, when the closure of the Ductus Arteriosus was echocardiographically confirmed. By means of two independent 7.5 MHz pulsed Doppler instruments, the right middle cerebral and the ipsilateral subclavian arteries were assessed simultaneously. The data were transferred to a microcomputer for further analysis. Custom software was developed for the data acquisition and processing. The results are analyzed but a larger number of experiments would be necessary to achieve clinically significant conclusions. Further theoretical and practical evaluation of the method is suggested.

METODOLOGIA PARA ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO EEG DE PACIENTES PORTADORES DE DOENÇAS RENAIAS - MODELAGEM AR E DERIVAÇÃO DA FONTE

José Raphael Bokehi, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Out., 1992

Em pacientes portadores de doenças renais, alterações fisiopatológicas podem ser observadas no eletroencefalograma (EEG) através da presença de ritmos lentos com distribuição espacial difusa. Na monitoração destes pacientes, a utilização de técnicas espectrais compatíveis com mudanças rápidas e de curta duração deve ser investigada. Neste trabalho são comparadas as estimativas espectrais computadas via transformada rápida de Fourier (FFT) e modelagem auto-regressiva (AR). Também é realizado um estudo qualitativo para determinação da ordem do modelo AR mais adequada para análise do EEG de pacientes renais. As técnicas de derivação da fonte e de mapeamento cerebral (parâmetro potência do ritmo teta) foram aplicadas para estudo do espalhamento da atividade lenta, descrito na literatura. Os resultados obtidos sugerem que a modelagem AR (método de Burg) é mais adequada à análise dos sinais EEG, sendo a ordem 40 a que melhor representa as características dos sinais estudados. Os resultados indicam também que o referido espalhamento poderia ser explicado em grande parte por processos físicos e não somente fisiopatológicos. Este fato leva ao questionamento da origem deste espalhamento, apontado na literatura como disfunção difusa da atividade cortical.

METHODOLOGY FOR STUDY OF SPACIAL DISTRIBUTION OF EEG RENAL PATIENTS - AR MODELLING AND SOURCE DERIVATION

José Raphael Bokehi, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Oct., 1992

In renal patients, physiopathologic disturbances are observed in the EEG as increased slow-wave-related activity with diffuse spatial distribution. Spectral techniques applied to monitor these patients should be able to detect rapid, short lasting changes in the EEG. Fast Fourier transform (FFT) and autoregressive modelling (AR) power spectral density estimates are compared. A qualitative study was carried out to determine the optimal order of the AR model for the analysis of these signals. Source derivation and brain mapping (power of theta rhythm) were applied in the analysis of the diffusion of slow-wave-related activity, as described in the literature. The results suggest that (i) better spectral resolution can be obtained by applying AR modelling (Burg's method), (ii) the fortieth-order model is the one found to give the best representation of the studied signal's characteristics; this order is higher than that found in normals and (iii) slow-wave-diffusion may be explained to a considerable extent by the effects of the physical medium between cortical sources and scalp recordings. This questions the cause of the observed generalized slowing, ascribe in the literature to diffuse abnormalities of cortical activity.

ESTUDOS PARA A ANÁLISE INTRA E INTER-HEMISFÉRICA DA ATIVIDADE ELÉTRICA CEREBRAL UTILIZANDO DERIVAÇÃO DA FONTE

Antonio Maurício Ferreira L.M. de Sá, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador),
David Martin Simpson (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Out., 1992

Uma metodologia para a análise intra e inter-hemisférica baseada na função de coerência e na técnica de derivação da fonte foi investigada. A função de coerência foi empregada como forma de quantificação da similaridade entre os sinais captados em diferentes regiões do escalpo. Devido à aparente contradição na literatura, os limites de confiança da coerência foram estabelecidos através de simulações com sinais Gaussianos, sendo os resultados utilizados na determinação dos limites teóricos mais adequados. Adicionalmente, o efeito da derivação da fonte, uma técnica proposta como forma de atenuar o efeito de espalhamento do campo elétrico através das estruturas que se interpõem entre o córtex e o escalpo, foi estudado em sinais EEG resultantes de foto-estimulação (análise inter-hemisférica) e em condições de repouso (análise intra-hemisférica). Após a derivação da fonte, observou-se uma redução diferenciada por faixa de frequência, enfatizando aquelas onde, devido ao protocolo empregado, provavelmente existe um acoplamento fisiológico. Testes estatísticos baseados nos limites de confiança da coerência confirmaram ser esta diferenciação por faixa de frequência significativa, sugerindo, assim, possíveis conexões corticais.

STUDIES ON THE INTRA AND INTER-HEMISPHERIC CORTICAL ELECTRIC ACTIVITY APPLYING SOURCE DERIVATION

Antonio Maurício Ferreira L.M. de Sá, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor),
David Martin Simpson (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Oct., 1992

A method for intra and inter-hemispheric analysis based on the coherence function and on source derivation was investigated. The coherence function has been used as a tool for the quantification of the similarity between signals recorded from different sites on the scalp. Because of the apparent confusion in the literature, confidence limits of coherence were established by simulation with Gaussian signals, and the results were employed in the choice of the most suitable expression for the confidence limits. In addition, the effect of source derivation, a technique proposed as a tool for attenuating the smearing effect of the electrical field through the conducting layers between cortex and scalp, was studied in EEG signals with photo-stimulation (inter-hemispheric analysis) and at rest (intra-hemispheric analysis). After source derivation, coherence was reduced to a varying degree for different frequency bands. Those frequencies at which physiological coupling is expected were emphasized. Statistical tests based on the confidence limits of coherence confirmed the fact that these differential results are significant.

SIMED - SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE MEDICAMENTOS

Selma Rodrigues de Castilho, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dez., 1992

A utilização racional de medicamentos é um desafio para a saúde pública, sobretudo nos países do Terceiro Mundo. A Organização Mundial de Saúde aponta para a necessidade de desenvolvimento de Sistemas de Informação sobre Medicamentos (SIM) como uma das estratégias mais importantes na consecução da terapia medicamentosa racional. O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um SIM, denominado SIMED, que possa contribuir para a estruturação de informações sobre medicamentos pelas farmácias hospitalares. A base de conhecimento, inicialmente composta por 44 itens de informação obtidos na literatura, foi reduzida a partir da opinião de especialistas a 22 itens de informação. A forma de busca empregada por especialistas é mimetizada via estrutura em árvore. O sistema foi desenvolvido segundo concepção modular e a navegação do usuário pelos diversos módulos se dá a partir de menus. Numa avaliação preliminar, a interface usuário/sistema foi considerada adequada por 95% dos especialistas. Num segundo momento, o sistema foi acompanhado por um período de 60 dias no Serviço de Farmácia do Hospital Universitário Antônio Pedro (HUAP/UFF) a fim de que sua efetividade pudesse ser estimada. O método de diferenças semânticas foi utilizado na estimativa da satisfação dos usuários do sistema após este período, revelando um alto grau de satisfação (86%). Os resultados obtidos permitem considerar promissora a utilização do SIMED tanto em unidades de atendimento à saúde quanto na formação e educação continuada de profissionais de saúde.

SIMED - DRUG INFORMATION SYSTEM

Selma Rodrigues de Castilho, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dec., 1992

Rational use of drugs is a challenge for Public Health especially in Third World countries. The development of Drug Information Systems (DIS) is considered by the World Health Organization as one of the most important strategies in assessing rational drug therapies. The objective of this thesis is to develop a DIS, called SIMED, to aid in the organization of information concerning drugs in hospital pharmacies. The knowledge base initially extracted from the literature (44 items) was reduced to 24 items based on health professionals' opinion. The way these professionals search for information is simulated by a tree structure. The system was developed in a modular form and the user navigates through the different modules via menus. In a preliminary evaluation, the user/system interface was considered adequate by 95% of the professionals. In a second stage, the system was monitored for 60 days in the pharmacy of the Antonio Pedro University Hospital (HUAP/UFF) with the aim of evaluating its effectiveness. The semantic differentiation method was utilized for estimating the users' satisfaction with the system, results showing a high degree of satisfaction (86%). The results obtained indicate a great potential for the utilization of the SIMED in health care units and in the continued education of health professionals.

PROTÓTIPO DE EQUIPAMENTO ULTRA-SÔNICO DE IMAGENS EM TEMPO REAL BASEADO EM MICROCOMPUTADOR PESSOAL

Fernando Reiszal Pereira, João Carlos Machado (Orientador),
Fernando Soares Schlindwein (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Fev., 1993

Há aproximadamente três décadas iniciou-se a utilização de recursos computacionais para a visualização de imagens ultra-sônicas. Até o presente momento não há indicações de que um computador pessoal de pequeno porte tenha sido utilizado para exames de ultra-sonografia. Este trabalho adequa um microcomputador pessoal para a geração de imagens ultra-sônicas. Os dados relativos à imagem são armazenados em bancos de memória auxiliares. Foram analisadas algumas técnicas computacionais para a transmissão dos dados adquiridos para a memória de vídeo do computador. A técnica escolhida permite uma animação de imagem a uma taxa de 19 quadros por segundo. Demonstrou-se a possibilidade de gerar imagens com resolução de 200x200 "pixels", com 64 níveis de cinza por pixel. Esta resolução é satisfatória ante o custo e praticidade do sistema. Além do programa que controla a transmissão dos dados para a memória de vídeo, foram desenvolvidos programas editores de texto para documentação da imagem e programas de armazenamento e leitura, para posterior processamento das mesmas. Também são mostrados todos os circuitos analógicos necessários ao condicionamento do sinal ultra-sônico.

A REAL-TIME ULTRASONIC IMAGE EQUIPMENT PROTOTYPE BASED ON PERSONAL COMPUTER

Fernando Reiszal Pereira, João Carlos Machado (Supervisor),
Fernando Soares Schlindwein (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Feb., 1993

The use of computers in the generation and visualization of ultrasonic images began decades ago. Since then, there have been no reports that a small personal computer has been used for such purpose. This work adapts a personal computer for generation of ultra-sonic images. The image data are stored in memory banks. Several methods have been analysed for the transmission of acquired data to the video memory. The chosen one allows an animation rate of 19 frames per second. The resolution of the generated images is 200x200 pixels, each pixel having 64 shades of gray. The resolution is considered good in view of the cost and simplicity of the system. Besides the software that controls the transmission of data to the video memory, several other programs were developed. These programs allow text edition alongside the image, as well saving and reading the image for further processing. All the analog circuitry needed for signal conditioning is also shown.

SISTEMA BASEADO EM PROCESSADOR DIGITAL DE SINAIS (DSP), PARA PROCESSAMENTO, EM TEMPO-REAL, DE SINAIS DOPPLER

Maria Heveline Bernardes Vieira, David Martin Simpson (Orientador),
Fernando Soares Schlindwein (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1993

As doenças vasculares são bastante comuns e apresentam graves conseqüências se não detectadas em seu estágio inicial. Para obtenção de um diagnóstico precoce, o exame com ultra-som (U.S.) Doppler se impôs na rotina clínica por ser não invasivo, fornecer informações dinâmicas sobre o fluxo sanguíneo, pela sua simplicidade de realização e por seu baixo custo em relação a outras técnicas, como a angiografia de contraste, por exemplo. O presente trabalho consistiu no desenvolvimento de um sistema de baixo custo para análise em tempo-real do sinal de U.S Doppler, baseado em microcomputador IBM-PC compatível (CPU 80386, Intel) e placa com processador digital de sinais (DSP). A placa de DSP amostra o sinal Doppler (com uma freqüência programável pelo usuário) e estima um espectro de potência a cada 6,25 ms. através da técnica de FFT periodograma modificado. O microcomputador interage com a placa de DSP e exibe um conjunto de espectros na forma de sonograma, usando uma escala de 16 cores. Esta é uma representação padrão do espectro Doppler do fluxo sanguíneo que permite sua análise visual por especialistas clínicos. Neste sistema, trechos de sonograma também podem ser armazenados na memória do computador ou em disco para posterior utilização, tal como no cálculo de parâmetros que permitam sua análise quantitativa. Inicialmente as freqüências máxima e mínima do espectro são identificadas a partir de um limiar de amplitude estabelecido pelo usuário. Em seguida, ciclos cardíacos são detectados via um algoritmo aplicado ao envelope de freqüências máximas. Os índices implementados (pulsatilidade ou "Pulsatility Index"- PI, resistência periférica ou "Resistance Index" - RI, e alargamento espectral ou "Spectral Broadening Index" - SBI) foram identificados na literatura como de relevância clínica. Um estudo preliminar destes índices em indivíduos normais evidenciou alta dependência dos mesmos com o limiar de amplitude escolhido. O sistema desenvolvido, o qual possui uma interface amigável com o usuário, comprovou ser eficaz e simples de operar e também se mostrou de grande utilidade como ferramenta didática em aulas práticas de processamento de sinais digitais e ultra-som.

DIGITAL SIGNAL PROCESSOR BASED SYSTEM FOR REAL-TIME PROCESSING OF DOPPLER SIGNALS

Maria Heveline Bernardes Vieira, David Martin Simpson (Supervisor),
Fernando Soares Schlindwein (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1993

Vascular diseases are very common and present serious consequences if not detected in their initial stages. In order to obtain an early diagnosis, Doppler ultrasound methods are of great use in clinical routine, mainly for being non-invasive, inexpensive (compared to other methods, e.g. angiography), providing information about blood flow dynamics and being simple to perform. This work presents the development of a low-cost system for real-time analysis of Doppler ultrasound signals, based on a microcomputer (IBM-PC compatible, CPU 80386, Intel) and a digital signal processor (DSP) board. The board samples the Doppler signal (at a programmable sampling

frequency) and estimates a power spectrum every 6,25 ms. The spectral estimation is carried out through the modified FFT periodogram technique. The microcomputer interacts with the DSP board and shows the signal spectra as a sonogram using a scale of 16 colours. This is a standard form for presentation of the blood flow and allows its visual analysis by clinical experts. In this system, segments of the sonogram can be stored in the computer memory or on disc for posterior analysis. From these segments, parameters can be obtained for quantitative analysis of the sonogram: Initially the maximum and minimum frequencies are identified in the spectrum, based on a threshold set by the user. The cardiac cycles are then detected by an algorithm applied to the envelope of maximum frequencies. The parameters implemented (Pulsatility Index - PI, Resistance Index - RI and Spectral Broadening Index - SBI) were identified in the literature as of clinical interest. A preliminary study of them, performed with normal subjects, shows their high dependency on the chosen threshold level. The system has a user-friendly interface and proved itself effective and easy to operate and of additional use as a teaching tool.

ANÁLISE DE "CLUSTERS" ESPACIAIS PARA DADOS EPIDEMIOLÓGICOS

Annibal Augusto Teixeira de Vasconcellos, David Martin Simpson (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1993

A observação e análise do padrão de distribuição espacial da incidência de doenças contagiosas pode conduzir a avanços no conhecimento epidemiológico e fornecer novos subsídios para o planejamento de estratégias para o controle destas doenças. Os métodos de análise de "clusters" espaciais têm por finalidade verificar se a distribuição espacial de casos é uniforme ao longo da região estudada ou se existe tendência de aglomeração de casos em certas áreas, as quais seriam identificadas como "clusters" de alta incidência. A técnica estatística originalmente sugerida por RAUBERTAS (1988) foi implementada e aplicada para dados epidemiológicos e novas alternativas foram propostas para aumentar sua eficácia. De acordo com o método original, a proximidade entre as células espaciais é definida por "círculos de abrangência", centrados nas sedes municipais, com raio previamente arbitrado. Este trabalho propõe a utilização do diagrama de Voronoi para determinar os municípios vizinhos. Este diagrama foi também empregado para visualização gráfica da distribuição espacial da ocorrência da doença, dividindo-se o mapa em polígonos aos quais são atribuídas cores de acordo com a taxa de incidência da região em estudo. Os testes de significância estatística para a detecção de "clusters" adotam geralmente, como hipótese nula, a suposição de que os casos ocorrem aleatoriamente e, desta forma, o valor esperado da taxa de incidência deve ser o mesmo para todos os municípios. Uma alternativa para a hipótese nula é apresentada neste trabalho, segundo a qual se admite a existência de variações significativas nas taxas de incidência, mas estes desvios estão aleatoriamente distribuídos. Procura-se, assim, avaliar a tendência de que municípios com alta incidência estejam geograficamente próximos, formando então "clusters". Os métodos propostos são aplicados a um conjunto de dados de ocorrência de malária nos 34 municípios do distrito sanitário de Tocantinópolis, estado do Tocantins/Brasil, durante o período de 1990-91. Os algoritmos implementados e os resultados da aplicação são discutidos e analisados tendo em vista a inclusão dos métodos em um Sistema Geográfico de Informação para controle epidemiológico.

SPATIAL CLUSTER ANALYSIS FOR EPIDEMIOLOGICAL DATA

Annibal Augusto Teixeira de Vasconcellos, David Martin Simpson (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1993

The study of the spatial pattern of occurrence of contagious diseases may lead to advances in epidemiology and provide tools for the strategic planning and control of such diseases. The methods of spatial cluster analysis aim at testing whether the spatial distribution of cases is uniform or tends to be concentrate in certain areas, known as high-incidence clusters. A statistical technique originally suggested by RAUBERTAS (1988) was implemented and applied to epidemiological data, and some modifications are proposed to increase its efficiency. According to the original method, proximity between spatial cells is defined by means of circles with previously chosen radius, centered on the administrative seat of each county. In the present work, the use of the Voronoi diagram to determine neighbourhood among counties is proposed. The Voronoi diagram was also employed as a graphic resource for exhibiting the spatial distribution of disease case occurrence. The map of the region is divided into polygons displayed on a computer screen in colors encoding the incidence rate. Statistical

significance tests for detection of clusters are generally based on the null hypothesis that cases occur randomly, the expected value of the incidence rate therefore being the same for all counties. Here, a different null hypothesis is suggested, which allows significant variations in the incidence rate, but such departures are randomly distributed in space. This approach intends only to assess the tendency of high-incidence countries to be grouped in clusters. The proposed methods were applied to a set of malaria occurrence data for 34 counties, comprising the sanitary district of Tocantinópolis, in the state of Tocantins, Brazil, during the period of 1990-91. The algorithms and the results of the application are discussed and analysed, aiming at the inclusion in a Geographic Information System for epidemiological control.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS

Albertino Ferreira Lopes, Ronney Bernardes Panerai (Orientador),
Carlos Roberto Strauss Vieira (Co-orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1993

O presente estudo descreve a análise feita para identificar o modo como os hospitais procedem nas aquisições de equipamentos médicos e fornece também uma descrição dos principais passos que devem ser tomados neste processo de aquisição. Para a avaliação do Processo de Aquisição nos hospitais, foram realizadas entrevistas em diferentes lugares, tanto em hospitais e clínicas e até em uma indústria de equipamentos médicos. Uma vez que a análise dos dados obtidos por estas fontes demonstrou haver uma total desconsideração, por parte dos administradores hospitalares, mesmo dos mais simples critérios de ordem técnica, realizou-se por último uma entrevista junto a Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP) para se obter o programa dos cursos na área de Administração Hospitalar. O Processo de Aquisição de Equipamentos Médicos envolve considerações em diferentes áreas, tais como: a análise das especificações técnicas dos equipamentos, a avaliação das reais necessidades dos serviços médicos e até a política atual e futura da instituição de saúde. Desse modo, existe uma estreita relação entre o processo de aquisição e a gerência tecnológica. O uso combinado dessas duas técnicas, a saber: O Processo de Aquisição e a Gerência Tecnológica, iriam certamente assegurar uma melhor utilização dos recursos financeiros, tecnológicos e humanos, na área da saúde.

ASSESSMENT OF THE MEDICAL EQUIPMENT PROCUREMENT PROCESS

Albertino Ferreira Lopes, Ronney Bernardes Panerai (Supervisor),
Carlos Roberto Strauss Vieira (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1993

The present study describes the analysis made to identify the way the hospitals proceed in the acquisition of medical equipments, and it also gives a description of the main steps and factors involved in the procurement process. In order to evaluate the Acquisition Process in the hospitals, several interviews were done in different places, not only in hospitals and clinics, but also in a medical equipment industry. The analysis of the data collected, showed a complete insensitivity of the hospital administrators, with respect of even the most simple technical criteria, so an interview at Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP) has been performed to collect data about the program of the courses in the area of Hospital Management. The Medical Equipment Procurement Process involves consideration in many different areas, such as the analysis of technical specifications of the equipments, the evaluation of the real needs of the medical services, and even the institution policy must also be pondered. Hence, there is a close relationship between the Procurement Process and the Technology Management. The combined use of these two techniques (the Procurement Process and the Technology Management) would positively guarantee a better utilization of all the resources in the health care area.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS EM UTI NEONATAL

Luiz Claudio Madureira, Flávio Fonseca Nobre (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1993

O Sistema de Informação para Implantação e Utilização de Tecnologias em Unidades de Tratamento Intensivo Neonatal - SIUTIN, é, principalmente, um instrumento de acesso às informações indispensáveis aos profissionais que visam implementar, utilizar ou avaliar tecnologias em UTI Neonatal. O Hyperties, que é um "software" em hipertexto, foi utilizado no desenvolvimento do SIUTIN em virtude da necessidade da existência de conectividade entre informações textuais. Neste sistema, o tratamento da informação é baseado nas ligações entre módulos que podem ser acessados segundo diferentes alternativas estabelecidas pelas ligações. Por estar baseado em hipertexto, o SIUTIN é um sistema gerenciador de banco de dados que possui uma estrutura não linear e que permite conectar textos entre si de forma não seqüencial. As tecnologias que compõem o sistema envolvem informações relacionadas a procedimentos, medicamentos e equipamentos. Assim, o SIUTIN auxilia o avaliador de tecnologia, apóia o planejador de saúde, fornece dados que facilitam o trabalho do administrador hospitalar e agiliza o acesso a informações sobre equipamentos e outras tecnologias necessárias aos profissionais que atuam em UTI Neonatal. Após resultados decorrentes da avaliação de sete médicos e cinco enfermeiras de reconhecida experiência em utilização e/ou implantação de tecnologias em UTI Neonatal, o SIUTIN foi considerado um sistema de fácil utilização e que contém informações relevantes para pessoas e instituições envolvidas com o tratamento de recém-nascidos criticamente enfermos.

INFORMATION SYSTEM FOR IMPLANTATION AND USE OF TECHNOLOGIES RELATED TO NEONATAL ICU

Luiz Claudio Madureira, Flávio Fonseca Nobre (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1993

SIUTIN is an instrument to facilitate the access to critical information that professionals have to know in order to implement, use and evaluate Neonatal ICU Technologies. Hyperties, a hypertext software, was usedz to develop SIUTIN because of the necessity of connections among textual information. In the SIUTIN System, the information was treated according to different alternatives determined by the links. SIUTIN, is a Database Management System that has a non-linear structure and permits connection of texts in a non sequential way. The technologies that integrate the System are related to information involving procedures, medication and equipment. SIUTIN, therefore, helps technology evaluators, gives support to health managers, supplies data that ease the work of hospital administrators and facilitates the access of information about equipment and other necessary technologies for the professionals who works in Neonatal ICU. Evaluated by seven Doctors and five Nurses, with recognized experience in the use of and/or implementation of Neonatal ICU Technology, SIUTIN was considered an easy-to-use system that provides relevant information to professionals and institutions involved in the care of critically ill newborns.

SELEÇÃO DE VARIÁVEIS DESCRITORAS DA OFERTA DE SERVIÇOS DE SAÚDE A PARTIR DE BASES DE DADOS

Antônio Carlos Oliveira de Almeida, Flávio Fonseca Nobre (Orientador),
Ronney Bernardes Panerai (Co-orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1993

Bases de dados vêm sendo utilizadas como forma de organizar informações sobre a saúde, tanto no planejamento quanto na avaliação do setor. Dada a grande quantidade de informações relativas a esse setor, são necessárias metodologias para determinar quais variáveis melhor se adequam aos objetivos. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma metodologia para seleção de variáveis a partir de bases de dados, especificamente relacionados à oferta de serviços de saúde. Foram utilizadas 198 variáveis obtidas a partir da base de dados AMS - Assistência Médico-Sanitária, do IBGE, para o ano de 1985, abrangendo 716 estabelecimentos públicos e urbanos dos 64 municípios existentes no Estado do Rio de Janeiro. Para tanto, foram definidos cinco critérios que caracterizam as variáveis, a saber: pertinência, representatividade setorial, representatividade absoluta, variabilidade e co-linearidade. Cada variável foi ponderada segundo métodos específicos para cada critério, obtendo-se um escore. Foram feitos gráficos mostrando a distribuição das variáveis segundo os critérios, bem como o cruzamento de alguns deles, de forma a permitir comparações. O resultado final apresenta uma tabela onde todos os scores são apresentados. Concluiu-se que a base de dados AMS foi adequada, já que apresenta grande número de variáveis, em vários níveis de detalhamento. Da mesma forma, os critérios estabelecidos mostraram-se satisfatórios quanto à caracterização da capacidade das variáveis em descrever a oferta de serviços de saúde, em que pese algumas dificuldades encontradas.

SELECTION OF VARIABLES FROM DATABASES RELATED TO THE OFFER OF HEALTH'S SERVICES

Antônio Carlos Oliveira de Almeida, Flávio Fonseca Nobre (Supervisor),
Ronney Bernardes Panerai (Co-Supervisor)

M.Sc.Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1993

Health database have been used as a way of organizing informations about health planning and its evaluation. Considering the large quantity of health data it's necessary to use methodologies to determine what variables best fit its aims. This thesis has the purpose to develop a methodology in order to select variables from health database, related to the offer to health's services. A total of 198 variables obtained from the AMS (Medical-Sanitary Assistance) health database, IBGE, for the year 1985, for 716 public and urban institutions from 64 Rio de Janeiro municipalities were used. Five criteria were defined to evaluate the variables, namely: pertinence, sectorial representativity, absolute representativity, variability and collinearity. Each variable was weighted according to specific methods for each criterion resulting in one score. Graphs were used to shown the distribution of variables according to criterions, as well as the scatter diagrams of some of them, in order to permit comparisions. The final results exhibits a table where all the scores are shown. It could be concluded that the AMS health database was suitable, since it shows a large number of variables with several

levels of details. Although there were some difficulties, the criteria established were adequate to characterize the variables' capacity in describing the offer of health services.

TRANSDUTOR LINEAR DE ULTRA-SOM COM VARREDURA ELETRÔNICA

José Carlos Pacheco de Rezende, João Carlos Machado (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1993

O presente trabalho apresenta o projeto e o desenvolvimento de um transdutor de ultra-som em arranjo linear, com 16 elementos e operando em 2,9MHz. Um amplo estudo é feito das várias áreas referentes a este assunto, mostrando as dificuldades tecnológicas encontradas na sua construção, tais como corte da cerâmica, confecção da camada de retaguarda, conexões elétricas dos elementos. São apresentados resultados de mapeamento do feixe acústico e da resposta pulsátil para um conjunto de 4, 8 e 16 elementos que compõem o transdutor.

ULTRASONIC LINEAR ARRAY TRANSDUCER WITH ELECTRONIC SCANNING

José Carlos Pacheco de Rezende, João Carlos Machado (Orientador)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1993

This work presents the project and construction of an ultrasonic linear array transducer with 16 elements and operating at 2,9MHz. A research on different areas concerning this subject is pursued, presenting the technological problems found on its construction, such as ceramic sawing, backing layer handling, electrical connection of the elements. Results are presented to the acoustic beam mapping and the pulse response concerning groups with 4, 8 and 16 elements that are part of the transducer.

METODOLOGIA PARA MODELAGEM DO USO TECNOLÓGICO EM UMA UNIDADE DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATAIS

João Domingos Scalon, Marcos Francisco Vidal Melo (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Maio, 1993

O custo elevado da atenção neonatal exige que a alocação de recursos na Unidade de Cuidados Intensivos Neonatais (UCIN) seja planejada racionalmente. Este trabalho desenvolve uma metodologia objetiva, baseada em modelagem estatística multivariada, para estimar o uso tecnológico em uma UCIN. Para 193 neonatos que passaram mais de 24 horas na UCIN do Instituto Fernandes Figueira da Fundação Oswaldo Cruz, coletou-se 44 variáveis clínico-epidemiológicas relacionadas à mãe, parto e recém-nascido e dados sobre o uso de 40 tecnologias de diagnóstico e terapia. O modelo de regressão linear múltipla (RM) foi aplicado para estimar o uso de tecnologias de média intensidade de utilização (uso entre 15% e 85% dos casos) em neonatos de peso normal e baixo peso. O modelo de regressão logística multivariada (RL) foi empregado para estimar o uso (sim/não) de tecnologias de baixa intensidade de utilização (uso inferior a 15% dos casos). A RM apresentou 99% dos modelos com ajustes estatisticamente significantes ($P < 0,05$), e com coeficientes de determinação ajustados de $0,40 \pm 0,20$ ($P < 0,05$). A RL apresentou todos os modelos com ajuste estatisticamente significativo ($P < 0,05$) e classificação de casos corretos na faixa de 62% a 93%. A validação dos modelos da RM mostrou que para grupos de recém-nascidos, os modelos conseguiram estimar corretamente o uso tecnológico (uso observado dentro do intervalo de confiança para o valor esperado) em 73% e 83% das tecnologias, respectivamente, para os grupos de recém-nascidos de peso normal e baixo peso ao nascer. A validação dos modelos de RL apresentou uma classificação de casos corretos entre 62% e 97%. Os resultados obtidos indicam a possibilidade de estimar o uso tecnológico em uma UCIN através da modelagem estatística, a partir de dados clínico-epidemiológicos da mãe, parto e recém-nascido usualmente disponíveis nos prontuários médicos. A metodologia apresentada pode contribuir para o aprimoramento do processo de tomada de decisão na alocação de recursos na UCIN.

METHODOLOGY FOR MODELLING TECHNOLOGY USE IN A NEONATAL INTENSIVE CARE UNIT

João Domingos Scalon, Marcos Francisco Vidal Melo (Supervisor)

M.Sc.Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, May, 1993

The high cost of neonatal care requires that the resource allocation in the Neonatal Intensive Care Unit (NICU) be rationally planned. The aim of this work is to estimate technology use in a NICU, through multivariate statistical modelling. Forty-four clinical-epidemiological variables related to newborn, labor and mother and data on the use of 40 diagnostic and therapy technologies were collected from 193 neonates who stayed longer than 24 hours in the NICU of Fernandes Figueira Institute. Multiple linear regression was used to estimate the utilization of technologies of medium intensity of use (used by 15% to 85% of neonates) for normal and low birthweight neonates. The multivariate logistic regression model was used to estimate the utilization (yes/no) of technologies of low intensity of use (used by less than 15% of cases). Ninety-nine percent of the linear regression models were statistically significant ($P < 0.05$) with adjusted determination coefficients of 0.40 ± 0.20 ($P < 0.05$).

All logistic models were statistically significant ($P < 0.05$) with 62% to 93% of the cases were correctly classified. The validation of linear regression models showed that they correctly estimated the technology use (observed utilization within the confident interval for expected value) in 73% of technologies for normal birthweight neonate, and 83% of technologies for low birthweight neonates. The validation of logistic regression models correctly classified 62% to 97% of cases. The results indicate the possibility of estimating the technology use in a NICU by means of statistical modelling based on clinical and epidemiological data of the mother, newborn and labor usually available on medical charts. This methodology may contribute for a more rational resource allocation in the NICU.

DERIVAÇÃO DA FONTE COM MODELO ESFÉRICO DA CABEÇA: APLICAÇÃO NO MAPEAMENTO DA ATIVIDADE ELÉTRICA CEREBRAL

Carlos Julio Tierra Criollo, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1993

A filtragem espacial de sinais elétricos no escalpo, através da técnica da Derivação da Fonte (DF), visa enfatizar as atividades elétricas locais no escalpo, geradas por fontes cerebrais subjacentes ao eletrodo de captação. Os sinais após a DF, assumindo um escalpo plano, têm sido considerados de melhor seletividade espacial do que os de derivações bipolares e de referência comum. Para testar hipóteses quanto à geometria do crânio, foi desenvolvida e implementada computacionalmente a expressão geral da DF, para diferentes geometrias do escalpo (com base na teoria eletromagnética e assumindo-se correntes ortogonais ao escalpo), sendo empregado sistemas de coordenadas curvilíneas e o método de diferenças finitas para redes não-uniformes. Para uma avaliação qualitativa do desempenho da DF com o modelo plano e esférico do escalpo, foram simuladas distribuições de potencial no escalpo, geradas por dipolos no meio interno do modelo das três camadas esféricas para a cabeça. A DF foi aplicada a duas amostragens espaciais da distribuição de potencial : i) rede de 51x51 elementos e ii) Sistema Internacional 10-20. Mapas topográficos foram construídos para comparar o desempenho destas técnicas. Os resultados das simulações confirmaram as propriedades básicas da DF e mostraram que para fontes localizadas mais próximas do crânio não existem diferenças relevantes entre os mapas com modelo plano e esférico. Porém, os mapas com o modelo esférico e coordenadas curvilíneas locais exibem uma melhor definição das linhas de campo das atividades elétricas locais no escalpo para fontes cada vez mais profundas, indicando assim uma melhoria adicional na seletividade espacial. Os topogramas resultantes da aplicação da DF a distribuições simuladas a partir de dipolos e de acordo com o sistema 10-20 mostram que o método de interpolação empregado é mais crítico do que a consideração da convexidade da calota humana. A DF com modelo plano e esférico foi aplicada a sinais EEG (16 derivações - sistema 10-20) confirmando suas características de seletividade espacial, reduzindo o espalhamento da distribuição de potencial no escalpo e circunscrevendo a atividade elétrica a regiões anatômicas compatíveis com o protocolo experimental. Comparado com os do modelo plano, os topogramas após a DF com modelo esférico indicam uma melhoria adicional destas características, porém circunscrita a determinadas regiões. Isto provavelmente decorre da resolução espacial empregada (16 eletrodos) ser inadequada ao modelo esférico, onde teoricamente cada eletrodo requer 8 vizinhos. Os resultados indicam que a DF deve ser vista como uma técnica complementar e ser utilizada em conjunto com aquelas usuais na prática clínica

SOURCE DERIVATION WITH A SPHERICAL MODEL OF THE HEAD: APPLICATION IN MAPPING CEREBRAL ELECTRICAL ACTIVITY

Carlos Julio Tierra Criollo, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1993

Spatial filtering of electrical signals captured on the scalp using the Source Derivation (SD) technique, aims at emphasizing the local electrical activity generated by brain sources below the electrodes. SD signals assuming a planar scalp, have been considered as having better spatial selectivity

than the common average reference or bipolar derivations. In order to test -the effect of head geometry, a general mathematical expression of SD based on electromagnetic theory and currents orthogonal to the scalp was developed and implemented in a microcomputer. The finite difference method for non-uniform grids and curvilinear coordinate systems was used. The SD with the planar and spherical scalp model was qualitatively evaluated by simulating potential distributions on the scalp due to dipoles inside a head modeled as three concentric spherical shells. SD was applied to two distinct sets of spatial samples: i) a grid of 51x51 elements and ii) the 10-20 International System. Topographic maps were constructed to compare the performance of these techniques. The results of the simulation confirm the basic properties of SD and show differences between maps for planar and spherical models. These are relatively small for sources near the skull. However for progressively deeper sources, maps based on the spherical model and local curvilinear coordinates exhibit better definition of field lines of the local electrical activity on the scalp, indicating an additional improvement in the spatial selectivity. The topograms after applying the SD to simulated distributions sampled according to the 10-20 system, suggest that the interpolation method used is more critical than consideration of head convexity in the spatial filter. SD with planar and spherical models was applied to EEG signals (16 derivations according to 10-20 system), confirming their spatial selectivity characteristics, reducing the spread of the potential distribution on the scalp and circumscribing electrical activities to anatomical regions compatible with the experimental protocol. Compared to the topograms obtained after SD with the planar model, those with the spherical model indicate an additional improvement, though limited to certain regions. This is probably due to the use of 16 electrodes, which is inadequate for spherical modelling since, theoretically, for each electrode 8 neighbours are required. The results indicate that SD should be seen as a complementary technique which must only be used together with the established procedures of clinical practice.

CLASSIFICAÇÃO DE BATIMENTOS CARDÍACOS UTILIZANDO REDES NEURAIAS

Marcelo de Carvalho Bossan, Jurandir Nadal (Orientador), Luiz Pereira Calôba (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Jan., 1994

A classificação de batimentos cardíacos é uma etapa fundamental para a extração de informações do sinal de ECG, e pode ser utilizada em monitoração automática de arritmias cardíacas, análise computadorizada de ECG, detecção de eventos patológicos, como a síndrome do QT longo (LQTS) e outras. Em 1991, Nadal desenvolveu um sistema para a classificação automática de arritmias cardíacas, a partir do MIT/BIH ARRHYTHMIA DATABASE, baseado em análise de componentes principais e árvores de decisão, obtendo resultados compatíveis com os melhores encontrados na literatura. No presente trabalho, é desenvolvida uma derivação deste sistema, utilizando redes neurais em substituição às árvores de decisão, permitindo, assim, a criação de funções de separação mais flexíveis. A análise comparativa dos desempenhos de classificação, entre as estruturas "feedforward" e "counterpropagation", indicou a primeira como a mais adequada para a separação em classes do espaço originado pelas componentes principais dos batimentos cardíacos. Para a obtenção de um classificador com uma pequena taxa de erros, foi necessário o desenvolvimento de uma metodologia de treinamento em duas fases, onde um conjunto de treinamento reduzido foi utilizado para iniciar o treinamento da rede. Os resultados demonstram que uma rede de duas camadas com 20 células na primeira camada e 7 na segunda é suficiente para o objetivo desejado. Foram comparados os desempenhos da rede para 3 configurações distintas de entrada. Todas as redes utilizam as 6 primeiras componentes principais (CPs), o intervalo RR e algumas informações extras sobre o paciente monitorado. A primeira rede utiliza, como informações extras, a presença de fibrilação atrial e o ritmo predominante, obtendo índices para o valor preditivo positivo e especificidades iguais a 95.1% e 96.6%. A segunda rede, utilizando como informação extra apenas o ritmo predominante do paciente, obteve como resultados, para os mesmos índices 94.8% e 95.8%. A última rede utilizou, como informação extra, indicação sobre o uso de marca-passo artificial, obtendo, para os referidos índices, respectivamente, 92.7% e 94.1%. A comparação destes resultados com os melhores obtidos em outros trabalhos, indica que o classificador utilizando redes neurais e análise de componentes principais é capaz de realizar a classificação de batimentos cardíacos com uma taxa de acertos equivalente às melhores obtidas na literatura, podendo ser implementado para classificação em tempo-real em máquinas com capacidade de processamento limitada, como computadores pessoais.

CLASSIFICATION OF HEART BEATS USING NEURAL NETWORKS

Marcelo de Carvalho Bossan, Jurandir Nadal (Supervisor), Luiz Pereira Calôba (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Jan., 1994

The classification of heartbeats is an essential task for the automatic extracting of information from ECG signals. It may be applied to automatic arrhythmia monitoring systems, computerized ECG analysis and detection of abnormal events, as for example the Long QT Syndrome (LQTS). In 1991, Nadal developed a system for the classification of cardiac arrhythmias using MIT/BIH ARRHYTHMIA DATABASE, based on principal component analysis and decision trees, achieving results equivalent to the best found in the literature. In the present work, a variant of this system was developed using neural networks to substitute the decision trees, thus permitting obtaining more flexible

splitting functions. The ability of feedforward and counterpropagation networks to split the pattern space into pre-defined classes was compared. The results showed the first architecture to be most suitable for classifying these patterns. For obtaining a classifier with a small number of cells and low error rate, it was necessary to develop a two step training process instead of the traditionally used. Results showed that a two-layer feedforward neural network, with 20 cells in the first layer and 7 cells in the second was enough to obtain the desired goal. The results of three different input configurations were compared. All the networks used the first six principal components and RR intervals together with additional clinical information. The first network used as a clinical information the presence of atrial fibrillation and the predominant rhythm of the patient, achieving as predictive positive value and specificity index, respectively, 95.1% and 96.6%. A second neural network using only the information about predominant rhythm achieved 94.8% and 95.8%, for these indices. The third network used only the information about the presence of artificial pacemaker in the patient, obtaining, respectively, 92.7% and 94.1% for the cited indices. A comparison of these results with the ones obtained by other research groups indicates that the neural networks based classifier, with principal component analysis as processing, can be applied to classify cardiac beats with performance similar to those reported. As the classification step does not require great computational speed, this algorithm may be applied in systems based on personal computers where real-time is needed.

SENSOR DE PH SANGÜÍNEO A FIBRA ÓPTICA

Alberto Vieira da Silva, Marcelo Martins Werneck (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1994

Foram desenvolvidos dois tipos de sensor de pH a fibra óptica, para monitoração na faixa fisiológica (7,0 a 7,5). O primeiro, baseado em absorbância, utiliza o corante indicador de pH vermelho de fenol, quimicamente imobilizado em gel de poliacrilamida. O segundo, baseado em reflectância, utiliza o vermelho de fenol eletrostaticamente imobilizado em resinas de troca aniônica a base de 2-vinilpiridina-divinil benzeno, na forma de microesferas com diâmetros na faixa de 149 a 297 μm . Ambos os tipos de sensores são montados em secções de agulhas hipodérmicas tipo 40 x 12, sendo descartáveis. A parte óptica utiliza um feixe de fibras ópticas de vidro tipo 62,5 x 125 μm , um LED verde superbrilhante e dois fotodiodos. Amplificação seletiva e demodulação síncrona são usados no sistema de aquisição de sinal, para uma melhor relação sinal/ruído. Um sistema de processamento analógico de sinal empregando um divisor analógico formado por um multiplicador analógico processa o sinal que é exibido num mostrador de cristal líquido. Obteve-se a linearidade de 99,4% na faixa de pH que vai de 7,0 a 8,0 (baseado em absorbância) e 94,7% (baseado em reflectância). Os tempos de resposta do primeiro sensor são 7 minutos (meio alcalino para meio ácido) e 2,4 minutos (meio ácido para meio alcalino). Para o segundo sensor os tempos de resposta são 10 e 2 segundos, respectivamente. Foi observada dependência da resposta do primeiro sensor com a temperatura.

FIBER-OPTIC BLOOD PH SENSOR

Alberto Vieira da Silva, Marcelo Martins Werneck (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1994

Two types of pH fiber optic sensors were developed to operate over the physiologic range (from 7.0 to 7.5). The first type of sensor was based on absorbance principle, using phenol red chemically immobilized in polyacrylamide gel as a pH indicator dye. The second type of sensor was based on reflectance principles and it utilized phenol red immobilized in anion exchange resin based on 2-vinylpyridine with divinylbenzene microspheres with diameter range from 149 to 297 μm . Both types of sensors were mounted inside a hypodermic needle (40 x 12 commercial type) so; they were developed to be a disposable sensor. The optical system of the developed sensor used a bifurcated optic fiber bundle with 16 optical fibers (62,5 x 125 μm type), an ultrabright LED, two photodiode, receptacle and connectors. The signal acquisition system used selective amplification and synchronous demodulation, in order to improve signal to noise ratio. An analog signal processing system processed the signal and exhibited it in a liquid crystal display; the system was designed using an analog multiplier assembled as an analog divider. Both developed types of sensors were tested operating over the 7,0 to 8,0 pH unit range, with linearity of 99,7% and 94,7% for that based on absorbance and reflectance respectively. The first sensor type response time was 7 min (basic to acid solution) and 2,4 min (acid to basic solution), while the second type of sensor presented a response time of 10 s and 2 s. It was observed that the first type of sensor showed a pH measurement dependence on temperature.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA AVALIAR QUALIDADE DE SERVIÇOS DE SAÚDE: METODOLOGIA PARA SELEÇÃO DE INFORMAÇÕES

Ricardo Morant de Holanda, Flávio Fonseca Nobre (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1994

A avaliação da qualidade dos serviços de saúde tem, na prática, enfrentado diversos problemas metodológicos. A nível de unidades locais que prestam atenção primária à saúde, estes problemas são, normalmente, mais críticos, e os Sistemas de Informações (SI) desenvolvidos raramente contemplam as necessidades dos gerentes que as administram. Este trabalho apresenta uma metodologia, aplicada às unidades locais do município do Rio de Janeiro, para identificar um conjunto essencial de itens de informação a ser implementado em um SI, que considere as reais condições e necessidades dessas unidades. Esta metodologia consiste, basicamente, em consultar especialistas locais para se determinar aqueles itens considerados mais importantes e mais fáceis de mensurar pelas unidades para as quais o sistema esteja sendo desenvolvido. Neste trabalho, para o desenvolvimento da metodologia, utilizamos um questionário construído usando o método das diferenças semânticas, que apresenta, como forma de auxílio aos respondentes, um conjunto inicial de 23 itens de informação, selecionado pelo método de revisão da bibliografia. Baseado na resposta de 9 especialistas, dos 24 para os quais o questionário foi enviado, o conjunto de itens a ser implementado em SI é determinado usando-se quatro métodos: usamos a média e o desvio padrão das respostas; no segundo, a mediana e a faixa interquartilica; no terceiro, a construção de diagramas de espalhamento; e, no quarto, a média da raiz quadrada do produto das duas questões respondidas, que consiste em uma adaptação do método das diferenças semânticas usado por Bailey [26]. As vantagens e desvantagens desses quatro métodos apontam para o uso da faixa interquartilica e da adaptação do método usado por Bailey como mais adequadas neste processo de seleção. A metodologia apresentada permite uma definição mais objetiva dos itens de informação a serem mensurados, e a sua simplicidade sugere o seu uso na definição de outras etapas necessárias ao completo desenvolvimento de tais sistemas, tais como a seleção dos indicadores que traduzam as informações desejadas e a definição da frequência de coleta de dados.

INFORMATION SYSTEM FOR QUALITY ASSESSMENT OF HEALTH SERVICES: METHODOLOGY FOR SELECTING INFORMATION

Ricardo Morant de Holanda, Flávio Fonseca Nobre (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1994

Evaluation of the quality of health services has, in practice, faced many methodological problems. These problems are generally more critical for local units in primary health care where, usually, developed Information Systems (IS) do not take into account the needs of the local managers. This thesis describes a methodology that is applied to local health units of the city of Rio de Janeiro for the identification of an essential set of information items to be implemented in a IS, which takes into account the real conditions and needs of these units. Basically, the methodology involves consulting local experts to obtain the most important and easy to measure information items for the units where the system is being developed. In this thesis, for the development of the methodology we design a questionnaire using the method of differential semantics. To assist respondents, we used an initial set of information items, selected through a bibliographic review. Based on responses of 9 experts of a total

of 24 which received the questionnaire, the set of items to be implemented is obtained by four methods: In the first, we use the mean and the standard deviation of the responses; in the second, the median and the interquartile range; in the third, the analysis is based on scatter diagrams; and, the fourth, uses the mean of the square root of the product of the answered questions, which is an adaptation of the differential semantics method used by Bailey [26]. The advantages and disadvantages of these four methods suggest the use of the interquartile range associated with the adapted method of Bailey as more suitable for the selection process. The methodology permits a more objective identification of the information items to be measured, and its simplicity suggests its use for others stages in the development of these systems, such as the selection of indicators to translate the required information and the definition of the frequency of data collection.

SISTEMA DOPPLER ULTRA-SÔNICO COMPUTADORIZADO PARA APLICAÇÕES VASCULARES

Cesar Cosenza de Carvalho, Marcelo Martins Werneck (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1994

Este trabalho descreve o desenvolvimento de um sistema Doppler ultra-sônico direcional de onda contínua para aplicações em angiologia, o qual é acessado por um microcomputador tipo IBM PC ou compatível. As formas de onda podem ser visualizadas em um monitor de vídeo e registradas em uma impressora matricial. Devido à flexibilidade de programação, o sistema também realiza a "promediação" do sinal de fluxo sanguíneo, obtendo-se um ciclo representativo a partir do qual serão calculados quatro índices vasculares utilizados no auxílio a diagnóstico de doenças vasculares. Após o desenvolvimento do hardware, 13 (treze) indivíduos normais e 10 (dez) com patologias vasculares foram examinados e seus resultados são comparados. Como contribuições deste projeto obteve-se um sistema de baixo custo para ser usado em clínica vascular e um estudo da viabilidade do uso de índices vasculares para diagnóstico do sistema vascular.

MICROCOMPUTER-BASED ULTRASONIC DOPPLER SYSTEM FOR VASCULAR APPLICATIONS

Cesar Cosenza de Carvalho, Marcelo Martins Werneck (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1994

This work describes the development of a continuous wave ultrasonic directional Doppler system whose output signal is accessed by an IBM PC microcomputer or compatible. The waveforms can be shown in video monitor and/or printed by an ordinary matrix printer. With the flexibility of programming, the system performs a coherent averaging from the blood flow signal in order to obtain a representative cycle with four vascular indexes that are automatically calculated and can be used as vascular diagnostic tools. Thirteen normal individuals and ten with vascular pathologies are examined and their results compared. The main objective of this project was to obtain a low cost system to be used in the vascular clinic.

ESPIRÔMETRO COMPUTADORIZADO BASEADO EM PNEUMOTACÓGRAFO

Márcio José Oliveira do Vale, Antonio Giannella Neto (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1994

Em 1987 a American Thoracic Society (ATS) publicou a mais recente norma sobre padronização de aparelhos de espirometria, relatando não haver métodos de calibração de transdutores de fluxo com suficiente exatidão. Em 1991, 62 espirômetros comerciais foram testados de acordo com a norma ATS, 59 eram computadorizados e 25% destes apresentaram erros nos cálculos dos parâmetros espirométricos (software). Foi demonstrado também que os espirômetros volumétricos são mais exatos que espirômetros fluxométricos. Nesta tese foram desenvolvidos e comparados 9 diferentes métodos de calibração de pneumotacógrafos, sendo considerada a calibração polinomial de 3^o grau [$V = a.\Delta P + b.\Delta P^2 + c.\Delta P^3$] a mais adequada. A partir desta escolha construiu-se um espirômetro computadorizado, com todos os métodos de cálculos padronizados pela ATS. Estes cálculos foram testados e demonstraram estar inteiramente de acordo com a norma. Para a aprovação final do espirômetro de acordo com a norma, o mesmo foi calibrado com 60 injeções no formato triangular (vazão x tempo) e testado com as 24 curvas padrão aplicadas pela seringa computadorizada recomendada pela ATS, o aparelho apresentou em 480 medidas, apenas 8 erros acima do limite especificado pela norma, demonstrando que espirômetros baseados em pneumotacógrafos podem ser tão exatos quanto os espirômetros volumétricos.

COMPUTERIZED SPIROMETER BASED ON PNEUMOTACHOGRAPH

Márcio José Oliveira do Vale, Antonio Giannella Neto (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1994

In 1987, the American Thoracic Society (ATS) published an update of spirometry standard. The need for further development of flow calibration methods with sufficient accuracy was noted. In 1991, an ATS standard evaluation of 62 commercial spirometers showed that in 25% of computerized were found errors in the spirometric parameters calculated. It was also shown that volume-measuring devices obtained better performance than flow measuring ones. In this work, a computerized spirometer based on pneumotachograph (Pt) was developed. Nine different methods of Pt calibration were developed and compared. The relationship between the flow rate and the pressure drop was best described by the 3rd order polynomial [$V = a.\Delta P + b.\Delta P^2 + c.\Delta P^3$]. Methods for calculating the ATS intended parameters were developed and their tests showed that they are completely satisfying. After calibration with 60 triangular waveform strokes (flow rate x time), the spirometer was tested with 24 standard waveform using a computerized syringe. Only 8 in 480 measurement were observed to fall outside of the criteria established by the ATS, showing that spirometers based on Pt can be as accurate as volumetric spirometers.

SISTEMA DE AVALIAÇÃO DE VENTILADORES PULMONARES

Rodrigo Biccas Athayde Coelho, Antonio Giannella Neto (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1994

Um sistema para executar os testes de desempenho de forma de onda e de volume, segundo as exigências da Norma ISO 5369/87 foi desenvolvido. O sistema consiste de: um modelo mecânico pulmonar isotérmico e passivo; transdutores de pressão; amplificadores e filtros eletrônicos analógicos; uma placa conversora análogo digital de 12 "bits"; e um microcomputador do tipo IBM PC compatível. "Software" foi desenvolvido para conduzir os testes e para ser usado em oficinas e em atividades de treinamento. O modelo pulmonar é um modelo de câmara rígida, que simula a complacência do pulmão, conectada a um elemento resistivo que simula a resistência das vias aéreas, e aqui, é também usado como um pneumotacógrafo. Três transdutores de pressão coletam os sinais: a) no ponto de conexão do ventilador com o paciente ou pressão na boca (PM); b) dentro da câmara ou pressão alveolar (PA) e c) pressão diferencial no resistor, que foi convenientemente calibrada para representar vazão gasosa (V). Estes três sinais são amostrados pelo A/D a uma frequência de 48 Hz, e são gravados e processados. O sinal de volume (V) pode ser obtido pela integração de V, ou diretamente através de PA, calibrado em termos de volume. Usando-se um filtro digital derivativo de quinta ordem, aplicado a PA, V também pode ser obtido. Deste modo, o número de transdutores de pressão e de sinais coletados, pode ser reduzido de três para dois, uma vez que V e V podem ser derivados de PA. Todos os sinais, PM, PA, V e V são mostrados na tela com facilidades de programação. O programa ("software") detecta as transições respiratórias automaticamente, e calcula os parâmetros de interesse como frequência respiratória, razão Inspiratória:Expiratória, tempos inspiratórios e expiratórios, e volumes e valores de picos de vazão. O sistema monitora o ventilador continuamente em tempo real para executar o teste de desempenho de volume. Baseado em valores padrões de frequência respiratórias, a faixa de valores do volume corrente, na qual uma frequência respiratória se mantém constante, é determinada. Uma vez que os sinais de pressão estão disponíveis, o sistema pode corrigir os valores dos volumes correntes entregues ao paciente, e quantificar os volumes de gases comprimidos em tubos de conexão. Condições de teste, como pressão barométrica, são parâmetros do sistema, de forma que nenhuma correção adicional é necessária para os resultados do sistema. O sistema é relativamente simples e apresenta grande flexibilidade. É apropriado para propósitos de treinamento e aprendizado no emprego de ventiladores mecânicos. O sistema é útil na verificação e na calibração de equipamentos, durante manutenção corretiva e preventiva.

EVALUATION SYSTEM FOR PULMONARY VENTILATORS

Rodrigo Biccas Athayde Coelho, Antonio Giannella Neto (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1994

A system to carry out the waveform performance test and the volume performance test for mechanical ventilators as prescribed by the international standard ISO 5369/87 has been developed. The system consists of: an isothermal mechanical passive lung model; pressure transducers; analog electronic amplifiers and filters; a four channel analog to digital converter (A/D) card of 12 bits; and a PC microcomputer. Software was developed to conduct the tests and to be used in workshops and training activities. The lung model is a rigid chamber model connected to an orifice resistive element

which simulates the airway resistance and here is also used a flowmeter. Three pressure transducers collect the signals: a) at the patient end of the ventilators tubes or mouth pressure (PM); b) inside the chamber or alveolar pressure (PA); and c) the differential pressure at the resistor which was conveniently converted to volume flow rate (\dot{V}). These three signals are sampled at a frequency of 48 Hz by the A/D and are recorded and processed. The volume signal (V) can be obtained by the integration of \dot{V} , or directly by PA, calibrated in terms of volume. Through a 5th order derivative digital filter, applied to PA, \dot{V} can also be obtained. In such way the number of pressure transducers and collected signals can be reduced from three to two, since \dot{V} and V can be derived from PA. All signals PM, PA, \dot{V} and V are displayed on the screen with software facilities. The software detects the respiratory transitions automatically, and calculates the ventilatory parameters of interest like breathing frequency, Inspiratory:Expiratory ratio, inspiratory and expiratory times and volumes and peak flow values. The system monitors the ventilator continuously in real time to execute the volume performance test. Based on standard values of breathing frequencies, the tidal volume range, in which the breathing frequency remains constant, is determined. Since the pressure signals are available, the system is able to correct the values of tidal volumes delivered to the patient and quantify compressed gas volumes in connecting tubes. Test conditions, like barometric pressure, are inputs to the system; so, no additional correction is needed to test outputs. The system is relatively simple and presents great flexibility. It is well suited for learning and training purposes. The system is useful to calibrate and check equipment for correct maintenance or repair.

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA EXPERIMENTAL PARA MONITORAÇÃO DE VAZÕES E FRAÇÕES GASOSAS RESPIRATÓRIAS EM PEQUENOS ANIMAIS

Cinthy Bellido, Marcos Francisco Vidal Melo (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1994

Apesar da grande redução nas dimensões, a utilização crescente de pequenos animais em medicina experimental torna possível obter-se valores precisos que permitam a padronização de métodos para medição de variáveis em condições normais e de doença. Este trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema experimental para ventilação controlada que possibilitasse a monitoração de vazões e frações gasosas respiratórias ciclo-a-ciclo em animais de pequeno porte anestesiados, intubados e ventilados mecanicamente. Utilizou-se a técnica de pneumotacografia para medição de vazão e volumes e a espectrometria de massa para a medição das frações gasosas. Foi projetado um pneumotacógrafo unicapilar (pt) construído em PVC, com volume adequado ao porte de animais pequenos como rato, cobaia ou hamster. Uma análise foi feita para a determinação de parâmetros com vazão, volume e curva de ajuste a serem usados na calibração do pt. Para a determinação das frações gasosas utilizou-se um espectrômetro de massa respiratório (Airsec MGA2000). Descreveu-se métodos para correção do tempo de atraso e o tempo de resposta do espectrômetro de massa respiratório. Para simulação do pulmão do animal construiu-se um modelo mecânico segundo critérios similares aos da Norma ISO 5369/87. A aquisição e a análise dos dados eram feitas por microcomputador (PC/AT - IBM386 compatível). Avaliou-se o sistema através dos resultados obtidos em experimentos com o sistema ciclando com ar ambiente, monitorando-se frações gasosas de O₂, CO₂ e de N₂, volumes destes mesmos gases ins e expiratórios, volumes totais ins e expiratórios e frequência respiratória. Para se analisar o efeito de variações de parâmetros de calibração, tais como vazão e volume nos cálculos de volumes ins e expiratórios, efetuou-se uma validação cruzada com experimentos e calibrações. Na análise dos parâmetros a serem usados na calibração, observou-se que as injeções da calibração devem conter os mesmos componentes de vazão, e que a utilização do polinômio de terceiro grau como curva de ajuste se mostrou adequado a este sistema. Nas medições de frações gasosas, a média dos coeficientes de variação foi de 0,2%. Os volumes ins e expiratórios apresentaram valores de erros médios de 2,32% e 5,08% respectivamente e estes volumes diferiram em 4,8%. Na validação cruzada ressaltou-se que as calibrações do pt utilizado devem ser feitas com injeções efetuadas pelo próprio sistema, nas mesmas condições de vazão e volume dos experimentos. Os perfis dos sinais de vazão obtidos com o sistema desenvolvido se assemelham aos sinais obtidos em experimentos com animais. Concluiu-se que o sistema desenvolvido mostrou-se adequado para medição de vazão, volumes e frações gasosas respiratórias em dimensões similares aos encontradas em pequenos animais.

DEVELOPMENT OF AN EXPERIMENTAL SYSTEM FOR MONITORING GAS FLOW AND RESPIRATORY GAS FRACTIONS IN SMALL ANIMALS

Cinthy Bellido, Marcos Francisco Vidal Melo (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1994

Despite the great reduction in the dimensions, the increasing use of small animals in experimental medicine makes it possible to obtain accurate values which permit the standardization of methods for

measurements of variables in normal and disease conditions. The aim of this work was to develop an experimental system for controlled ventilation, which permitted breath-by-breath monitoring of gas flow, and respiratory gas fractions in mechanically ventilated, anesthetized and intubated small animals. The pneumotacography technique for measuring gas flow and volumes and mass spectrometry for measuring gas fractions were used. An unicapilar pneumotacograph (pt) constructed in PVC with appropriate volume for the size of small animals like rat, guinea pig or hamster was projected. An analysis for determination of the parameters like gas flow, volume and fitting curve to be used in the calibration of this instrument was performed. For the determination of gas fractions a respiratory mass spectrometer (Airspec MGA2000) was used. Methods for correction of the delay and response time of the spectrometer were described. For the animal lung simulation a mechanical model was constructed according to similar criteria of the International Organization of Standard 5369/87. The data acquisition and analysis were performed by a microcomputer (PC-IBM386 compatible). The system was evaluated by the results obtained in experiments with the system cycling with air, monitoring O₂, CO₂ and N₂ gas fractions, the same gases volumes, ins and expiratory total volumes and respiratory frequency. A cross validation was done to evaluate the effect of variations in parameters of the calibration like gas flow and volume in the calculation of the ins and expiratory volumes. In the analysis of the parameters to be used in the calibration, it was observed that the calibration injections should contain the same components of flow and that the use of a third order polynomial to fit calibration data was appropriate to this system. In the measurements of the gas fraction the average value of the variation coefficients was 0,2%. The mean error found in ins and expiratory volumes was 2,32% and 5,08% respectively and those volumes differed in 4,8%. In the cross validation, it was emphasized that the calibration of the employed pt should be done with injections produced by the system itself, in the same conditions of flow and volume to be used in the experiments. The gas flows signals obtained with the developed system were similar to those obtained with animal experiments. We concluded that the developed system is appropriate for measurements of flows, volumes and respiratory gas fractions similar to those found in small animals.

PRÉ-PROCESSAMENTO E SEGMENTAÇÃO DE IMAGENS TOMOGRÁFICAS

Jonas da Silva Ribeiro Júnior, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador),
David Martin Simpson (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1994

A imagem médica é de significativo interesse no diagnóstico clínico, bem como para o estudo de processos patológicos. A segmentação, passo fundamental na análise de imagens médicas, executada automática ou semi-automáticamente, visa a identificação, classificação e interpretação. Em sistemas de reconstrução 3D que objetivam auxiliar no ensino e na pesquisa de estruturas anatômicas, a segmentação de imagem para extração do contorno das estruturas é também um requisito. O presente trabalho apresenta um sistema de processamento de imagens com segmentação automática aplicada às estruturas ósseas do crânio humano em imagens de tomografia computadorizada (CT), permitindo testar diferentes técnicas de processamento. Este sistema é modular e expansível, sendo desenvolvido em um microcomputador IBM-PC/AT compatível. O sistema é composto de cinco módulos: entrada/saída; exibição; operações lógico-aritméticas; pré-processamento; segmentação. O módulo de pré-processamento contém um conjunto de rotinas utilizadas para suavizar e realçar aspectos da imagem, enquanto que o de segmentação compreende as rotinas de extração de elementos de imagem. A partir dos resultados preliminares na aplicação das técnicas à imagens de tomografia, foi escolhido um conjunto de procedimentos considerados (em termos subjetivos), os melhores. Para verificar a utilidade do sistema, foi elaborado um método de avaliação da qualidade visual das imagens processadas, baseado na opinião de um grupo de especialistas médicos, usando questionários. Este método foi testado de forma preliminar com doze imagens CT originais e segmentadas, tendo os especialistas apontado a eficiência das técnicas no realce das estruturas ósseas de interesse.

PREPROCESSING AND SEGMENTATION OF CT DATA

Jonas da Silva Ribeiro Júnior, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor),
David Martin Simpson (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1994

Medical images are of interest in diagnosis, as well as in the study of pathologic processes. Image segmentation is a fundamental step in automatic or semi-automatic analysis of medical images for identification, classification and interpretation. In 3D systems intended for teaching and research of human anatomy, image segmentation to extract borders is fundamental. The present work presents a computer system for image processing and automatic segmentation of bone in head CT, to test different algorithms. This system consists of five modules: input and output; exhibition; arithmetic-logic operations; preprocessing, and the segmentation module. The preprocessing module contains a set of routines used to smooth and enhancement images, while the segmentation module carries out the extraction of image elements. On the basis of preliminary results of the techniques applied to CT images, the set of procedures considered to give the best results (in the author's subjective evaluation), are chosen. To test the procedures' utility, a method for evaluating image quality, based on specialist's opinion, was devised and implemented using questionnaires. Twelve CT images, original and segmented, were tested and preliminary results indicate the effectiveness of enhancement of techniques for bone structures.

DERIVAÇÃO DA FONTE DE SINAIS EEG: CORRELAÇÃO E MAPEAMENTO CEREBRAL

Márcio Holsbach Costa, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador),
David Martin Simpson (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Ago., 1994

Fontes elétricas cerebrais são convencionalmente localizadas a partir da interpretação de sinais EEG, sendo esta metodologia altamente dependente da experiência do eletroencefalografista. Esta tarefa é prejudicada por ser a atividade elétrica cerebral, observada no escalpo, submetida aos efeitos do espalhamento físico dos campos elétricos devido ao meio condutor heterogêneo e anisotrópico existente entre as fontes corticais e os eletrodos de captação. Com o objetivo de enfatizar a atividade elétrica subjacente à região de captação, diminuindo assim o efeito deste espalhamento, vários autores têm utilizado a técnica de Derivação da Fonte (DF), que também tornaria a atividade menos dependente da referência. A possível introdução de artefatos, em particular inversões de fase, decorrente da aplicação da DF é investigada neste trabalho. Distribuições de potencial, assumindo-se escalpo plano, foram simuladas e, então, aplicou-se a aproximação discreta do Laplaciano (rede uniforme). Os resultados mostram que, embora o espalhamento físico seja reduzido (porém não eliminado), inversões de fase são introduzidas nas proximidades do máximo da distribuição, sendo tais inversões dependentes do operador empregado (3 ou 5 pontos). Esta característica também é notada, porém em menor grau, em simulações utilizando a própria definição de Laplaciano. Topogramas da amplitude instantânea (valor de pico) de 25 grafo-elementos extraídos dos sinais EEG de 4 pacientes portadores de anomalias cerebrais foram construídos. O mapeamento cerebral foi efetuado utilizando-se as técnicas de interpolação dos 4 vizinhos mais próximos e spline com projeção ortogonal e radial, para o sinal EEG original e após a aplicação da DF. Os resultados obtidos foram então comparados com a distribuição de potencial e a localização de focos apontados pelo eletroencefalografista a partir dos sinais EEG antes e após a DF. Tanto para os sinais quanto para os topogramas, após a DF nota-se a diminuição do espalhamento físico, facilitando a localização dos focos. Entretanto, é também constatada a possível presença de artefatos, introduzidos pela DF ou pela técnica de interpolação, em particular em forma de inversões de fase. Análise de correlação foi empregada com vistas à quantização da dependência linear entre os sinais após a aplicação da DF. Como seria de se esperar, considerações teóricas e simulações indicaram que sinais não correlacionados tendem a aumentar a sua dependência com a DF. Em simulação com ruído branco os resultados teóricos foram verificados. A correlação após a DF depende fortemente da posição relativa dos eletrodos envolvidos, aspecto este que deve ser considerado na análise inter e intra-hemisférica. A análise com sinais EEG apresentou resultados similares. Neste sentido, cuidados devem ser tomados para que a DF não seja considerada como fornecendo uma referência absoluta, tanto nos traçados quanto nos topogramas, os quais também devem ser interpretados à luz das características (artefatos) inerentes à técnica utilizada.

SOURCE DERIVATION OF EEG SIGNALS: CORRELATION AND BRAIN MAPPING

Márcio Holsbach Costa, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor),
David Martin Simpson (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Aug., 1994

Electrical sources in the cortex are conventionally localized by means of the interpretation of EEG signals. This process however is highly dependent on the electroencephalographer's experience. The task is made more difficult by the effects of the physical spreading of the electrical fields at the scalp, due to the heterogeneous and anisotropic conductors existing between the cortical sources and the electrodes. A number of authors have used the Source Derivation (SD) technique (Laplacian operator), which reduces the effect of spreading and emphasizes the electrical activity originating under each electrode. It also turns the signals less dependent of the reference electrode. The possible introduction of artifacts, in particular phase inversions, is investigated in this study. The spatial distribution of the potential, assuming a flat surface for the scalp, was simulated and then a discrete approximation to the Laplacian (uniform grid) applied. The results show that while the spreading is reduced (but not eliminated), phase inversions are introduced in the proximity of the maximum of the distribution. Such inversions are dependent on the operator employed (5 points or 3 - at the edge of the area covered by the electrodes). The distortion is also noted, though to a lesser degree, in simulations using the theoretically correct continuous version of the Laplacian operator. Topograms of instantaneous amplitude (peak value) of 25 graph-elements extracted from EEG signals of 4 patients with focal abnormalities were produced. The maps were constructed using the interpolation techniques of the 4-nearest-neighbours and spline, with the orthogonal and radial projections, and the original and source derived signals. These results were then compared with the potential distribution and focus localization as indicated by an electroencephalographer, according to the EEG signals, before and after SD. A reduction of the physical spreading after SD was noted in both signals and topograms, making it easier to localize foci. However, the possible presence of artifacts, in particular in the form of phase-inversions, was noted, which could be the results either of SD or the interpolation techniques. Correlation analysis was carried out with the purpose of investigating quantitatively the linear dependence among signals after SD. As expected, theoretical considerations and simulations with white noise show that uncorrelated signals tend to increase their dependence after SD. Correlation after SD strongly depends on the relative position of the electrodes involved, an aspect that must be considered in the inter and intra-hemispheric analysis. A study with EEG signals presented compatible results. In conclusion, care must be taken in analyzing the EEG and topograms after Source Derivation, which should be interpreted in the light of the characteristics (and artifacts) of the techniques employed. Source Derived signals should not be considered as supplying an absolute reference.

EXTRAÇÃO AUTOMÁTICA DE INFORMAÇÕES RELATIVAS A TECNOLOGIAS EM SAÚDE A PARTIR DOS RESUMOS PUBLICADOS NA LITERATURA MÉDICA

Sérgio Miranda Freire, Ronney Bernardes Panerai (Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Set., 1994

O objetivo deste trabalho é o de avaliar a possibilidade de se desenvolver um sistema computacional para a extração de informações relativas a tecnologias em saúde a partir da análise dos resumos de artigos publicados na literatura médica. As informações que podem ser recuperadas nos resumos são: título e autores do trabalho, tecnologia avaliada, tecnologia(s) padrão, indicação de uso, delineamento do estudo, grupos de pacientes considerados, condições de uso das tecnologias, resultados e conclusão do estudo. Este trabalho foi desenvolvido a partir de uma amostra de resumos, extraídos do MEDLINE. Os resumos recuperados estão relacionados a tecnologias utilizadas para o amadurecimento cervical e/ou indução do parto. Estes resumos foram divididos aleatoriamente em dois grupos. Um grupo, contendo 84 resumos, foi utilizado para análise e implementação do programa. O outro grupo (controle), com 83 resumos, foi utilizado como teste do sistema. As informações que foram extraídas são: tecnologia avaliada, tecnologia padrão, indicação de uso, delineamento do estudo, grupos de pacientes avaliados e condições de uso das tecnologias. Todos os resumos dos grupos de estudo foram analisados para verificar o grau com que as informações poderiam ser extraídas e os problemas linguísticos que deveriam ser tratados. A análise linguística dos resumos gerou uma gramática computacional que pode ser aplicada na análise automática das sentenças dos resumos. Foi desenvolvido um programa computacional que analisa os títulos dos resumos, extrai as tecnologias que foram avaliadas em cada estudo e organiza estas informações em uma estrutura hierárquica de objetos. Este programa foi testado no grupo controle e gerou informações corretas em 71,1% (59/83) dos resumos. Para exemplificar o uso de tal sistema para a análise do texto dos resumos, foi implementado um programa que analisa integralmente um dos resumos do grupo de estudo. O estudo aqui apresentado sugere uma linha de atuação no sentido de extrair informações relativas a Avaliação Tecnológica em Saúde a partir dos textos dos resumos médicos. Apesar dos desafios apresentados, pesquisas futuras podem apontar soluções satisfatórias para os mesmos e proporcionar uma organização mais eficiente e uma difusão mais ampla do conhecimento sobre as tecnologias utilizadas na prática médica.

AUTOMATIC RETRIEVAL OF INFORMATION ON HEALTH TECHNOLOGIES FROM THE ABSTRACTS PUBLISHED IN THE MEDICAL LITERATURE

Sérgio Miranda Freire, Ronney Bernardes Panerai (Supervisor)

D.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Sep., 1994

The aim of this work is to evaluate the possibility of developing a computational system to retrieve information on health technologies from the abstracts of papers published in the medical literature. The information which can be retrieved is: title and authors, technology that is assessed, standard technologies, indication of use, study design, groups of patients considered, conditions of use of the technologies, results and conclusion of the study. A sample of abstracts was collected from MEDLINE. These abstracts are from papers dealing with technologies used for cervical ripening and/or labor induction and were divided randomly into two groups. One group, containing 84

abstracts, was used for the analysis and implementation of the program. The other one (control group), with 83 abstracts, was used to test the program. The information retrieved was technology that was assessed, standard technology, indication of use, study design, patient groups that were studied and conditions of use of technologies. All abstracts from the study group were analyzed in order to check the degree to which the information could be retrieved and the linguistic problems that should be dealt with. From the linguistic analysis of abstracts, a computational grammar was built which can be used to automatically analysis sentences of abstracts. A computer program was developed to analyze titles of abstracts, retrieve the technologies that were evaluated in each paper and organize this information in a hierarchical structure of objects. This program was tested in the control group and produced correct information in 71.1% of the abstracts (59/83). To exemplify the use of such a system for the analysis of text of abstracts, a program that analyses the body of one abstract was developed. This study suggests a branch or research to be developed in order to retrieve information related to health technologies from abstracts of the medical literature. In spite of the challenges, further research could point out solutions to these problems and show the means of building systems that provide better organization and diffusion of the knowledge of health technologies.

ESTUDO DE CARACTERÍSTICAS DE SÉRIES TEMPORAIS DE INTERVALOS R-R DO ELETROCARDIOGRAMA

Leonardo Tilhe Pereira, Jurandir Nadal (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Nov., 1994

O percentual de mortes causadas por problemas de origem cardíaca tem se mantido elevado nos últimos anos em todo o mundo, inclusive no Brasil (Ministério da Saúde, 1991). Com isso, muitos esforços têm sido efetuados no sentido de prover ferramentas de diagnóstico mais precisas e confiáveis. A análise morfológica do Eletrocardiograma, junto com o Ecocardiograma e a frequência cardíaca, é o meio mais empregado na avaliação da atividade do coração. Nos últimos anos, com o auxílio da computação digital, tornou-se conhecido que a frequência cardíaca, mais precisamente a série de intervalos entre dois batimentos consecutivos (o intervalo R-R), pode ser extremamente útil na avaliação dos processos fisiológicos envolvidos na atividade cardíaca, como por exemplo a ação do sistema nervoso. Entretanto, apesar da grande quantidade de trabalhos desenvolvidos sobre a série de intervalos R-R, não é comum a investigação das características estatísticas básicas deste tipo de sinal, entre elas a estacionariedade e a Gaussianidade. O presente trabalho apresenta um conjunto de técnicas e procedimentos para o estudo sobre a estacionariedade e Gaussianidade da série de intervalos R-R, sem, no entanto, pretender extrair conclusões clínicas a respeito deste tipo de sinal. Estacionariedade significa que todas as características estatísticas do sinal se mantêm constantes ao longo do tempo, enquanto a Gaussianidade é a verificação de que a distribuição estatística do processo gerador de um dado sinal pode ou não ser considerada Gaussiana. Para o teste de estacionariedade, é preciso dividir o sinal original em trechos estatisticamente independente entre si. A presença de tendências na seqüência das médias quadráticas destes trechos será o indicador de não-estacionariedade. Se as amostras do registro estudado forem consideradas independentes, é possível dividir o registro original em trechos consecutivos. A dependência entre as amostras é avaliada neste trabalho através do "Run Test" e do "Reverse-Arrangements Test". Se a hipótese de independência entre as amostras foi rejeitada, não é possível realizar a divisão em trechos consecutivos, tal como descrito acima. Neste caso, espera-se que a dependência entre as amostras seja decrescente à medida que o espaçamento entre estas aumenta. Através da análise da estimativa da função de autocorrelação do registro, pode-se estabelecer um espaçamento entre as amostras tal que a correlação entre estas seja considerada desprezível. Com isso, a divisão do registro original em trechos é efetuada deixando um intervalo (em número de amostras) entre eles de modo que sejam considerados não-correlacionados. Embora não-correlação não implique necessariamente em independência, esta aproximação pode ser utilizada na obtenção dos trechos "independentes" a partir do registro original. No entanto, o decaimento da estimativa da função de autocorrelação do registro pode ser lento, levando a um espaçamento grande entre os trechos, com a conseqüente inviabilização do teste de estacionariedade (número insuficiente de trechos para a avaliação sobre a presença de tendências). É necessário então a aplicação de um processo branqueador no registro original, com o objetivo de aumentar o decaimento da estimativa da função de autocorrelação e desta forma ser possível a divisão do registro original em um número de trechos suficiente para a realização do teste de estacionariedade aqui sugerido. Assim, avalia-se a estacionariedade a partir do sinal resultante do branqueamento. Da teoria de sistemas lineares sabe-se que a aplicação de um processo linear invariante no tempo a um sinal não destrói as características de estacionariedade deste. Neste trabalho, o processo de branqueamento adotado foi a análise do erro de predição do modelo autoregressivo construído para o registro. A avaliação da Gaussianidade da distribuição estatística da série de intervalos R-R é realizada através do teste Qui-Quadrado. O procedimento para a avaliação de estacionariedade foi aplicado a 230 registros de intervalos R-R, de 30 minutos cada um, obtidos de um banco de dados. Os resultados mostraram que 30% dos registros

estudados foram considerados estacionários ao longo dos 30 minutos, enquanto alguns somente foram assim considerados para comprimentos menores, e ainda, em 10 deles não foi encontrado um intervalo menor onde fossem considerados estacionários. Além disso, em todos os registros estudados a hipótese de Gaussianidade foi rejeitada.

STUDY OF CHARACTERISTICS OF R-R INTERVALS TIME SERIES OF THE ELECTROCARDIOGRAM

Leonardo Tilhe Pereira, Jurandir Nadal (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Nov., 1994

The death rate caused by cardiac problems has been high in the world in the last years, even in Brazil (Ministério da Saúde, 1991). Thus, much effort has been done to provide more precise and trustful diagnostic tools. Morphological analysis of the electrocardiogram, together with echocardiogram and cardiac frequency, is the most used way on the study of cardiac activity. In the last years, with the help of digital computing, it was known that cardiac frequency, precisely the series of the intervals between two consecutive beats (the R-R interval), can be extremely useful on the analysis of the physiological process that affect cardiac activity, for example the nervous system action. However, in spite of the numerous works about the R-R interval series, it is rarely found any investigation about basic statistical characteristics of this kind of signal, like normality and stationarity. This work presents a set of techniques and procedures for the study of stationarity and normality of the R-R interval series, not intending to conclude clinically about it. Stationarity means that all statistical characteristics of the signal are time-invariant, while normality is the assessment that the statistical distribution of the generator process can or cannot be considered normal. For the stationarity test it is necessary to divide the original signal in statistical independent frames. Trend in the sequence of quadratic means of these frames will be the indicator of non-stationarity. If samples of the record been studied were considered independent, it is possible to divide the original record in consecutive frames. Dependence between samples is investigated through the Run-Test and Reverse-Arrangement Test. If the hypothesis of independence among samples is rejected, division in consecutive frames is not possible. In this case, as the distance between sample increases, the dependence among samples may become lower. It is possible, through the analysis of the autocorrelation function estimate from the record, to find a space between samples from which they could be considered independent. Then division of the original record in frames can be done leaving an interval (in number of samples) between them so that they are considered non-correlated. Although non-correlation does not mean exactly independence, this approach can be used to obtain independent frames from the original record. Nevertheless, the decaying rate of the autocorrelation function estimate from the record can be slow and the interval between frames large enough that the stationarity test cannot be applied (insufficient number of frames to detect trends). It is then necessary to apply a whitening process on the samples of the original record to increase the decaying rate of the autocorrelation function estimate and to make it possible to divide the original record in enough frames to the application of the test. So stationarity is tested using the resultant whitened samples. From the theory of linear systems it is known that the application of a linear, time-invariant process on a signal does not destroy the stationarity characteristics of it. In this work, the whitening process used was the prediction error of an autoregressive model built for the record. For the normality assessment of the statistical distribution of the R-R interval series it is used the chi-square Test. The procedure for the assessment of the stationarity was applied to 230 R-R interval records of 30 minutes each obtained from a database. The results showed that 30% of the

records studied were considered stationary in the 30-minutes interval, while some of them were only considered like for shorter intervals and 10 of them were not considered stationary in any duration. Besides, in all the records studied the hypothesis of normality was rejected.

DSSARDS : SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA EM SÍNDROME DE ANGÚSTIA RESPIRATÓRIA DO ADULTO

Daniel Alexandre Bottino, Marcos Francisco Vidal Melo (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Nov., 1994

DSSARDS ("Decision Support System to Assist Mechanical Ventilation in Adult Respiratory Distress Syndrome") é um sistema de apoio à decisão para acompanhamento da ventilação mecânica de pacientes com Síndrome de Angústia Respiratória do Adulto (SARA). Este Sistema Especialista (SE) pode ser usado para treinamento de novos profissionais médicos ou no suporte à decisão médica. A base de conhecimento foi construída, adotando a técnica do refinamento sucessivo, a partir de algoritmos clínicos gerados com auxílio de entrevistas e palestras junto aos especialistas. Este sistema possui 140 regras, utiliza encadeamento regressivo, foi desenvolvido em um PC AT 386 usando o Shell Baco II, este último baseado no SE Mycin, criado pelo Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro e a linguagem Pascal. Variáveis hemodinâmicas, de troca gasosa e provenientes do respirador mecânico foram digitadas pelo usuário e o sistema forneceu sugestões sobre mudanças do tipo de suporte ventilatório além de ajustes de parâmetros tais como pressão positiva do final da expiração (PEEP), volume corrente, volume minuto, frequência respiratória e fração inspirada de O₂ (FiO₂). Os coeficientes Kappa (k) e Bangdiwala (B) foram usados para medir a concordância entre DSSARDS e um grupo de médicos intensivistas, de mesma orientação daqueles que forneceram informações para a base do conhecimento, em quatro pontos: (1) Escolha do suporte Ventilatório (VSMODE), (2) Avaliação da condição hemodinâmica (HEMO), (3) Avaliação da troca gasosa (GE) e (4) Mudança dos valores da PEEP e FiO₂ (MVSET). Também foram calculados a taxa de acertos e a proporção de cada ponto em relação ao número total de decisões. O sistema DSSARDS foi submetido a um grupo teste composto de 5 pacientes (2 homens e 3 mulheres) provenientes do Centro de Terapia Intensiva do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho e Clínica Bambina no Rio de Janeiro, com idade $54,8 \pm 11,0$ anos, apresentando SARA, de acordo com os critérios de Murray, causada por sepse. Estes dados forneceram 900 momentos de decisão no período de 95 dias. A concordância geral entre o especialista e o DSSARDS foi 879 em 900 (97,7%). Os valores de kappa e Bangdiwala obtidos foram : VSMODE $k=0,93$ e $B=0,93$ ($p<0,05$), MVSET $k=0,93$ e $B=0,89$ ($p<0,05$), HEMO $k=0,97$ e $B=0,97$ ($p<0,05$), GE $k=0,96$ e $B=0,97$ ($p<0,05$). Os resultados indicam alta concordância entre o médico especialista e o DSSARDS. Isto sugere a utilização deste sistema como suporte à decisão quanto ao aconselhamento da ventilação mecânica em pacientes portadores de SARA.

DSSARDS : DECISION SUPPORT SYSTEM TO ASSIST MECHANICAL VENTILATION IN ADULT RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME

Daniel Alexandre Bottino, Marcos Francisco Vidal Melo (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Nov., 1994

DSSARDS is a Knowledge-Based Decision Support System to assist mechanical ventilation in patients suffering from the Adult Respiratory Distress Syndrome (ARDS). This Expert System can be used to train physicians and to support or reevaluate medical decisions. The knowledge base was constructed using clinical algorithms developed from interviews and seminars with experts. A systematic

study of knowledge base refinement was performed. The system contains 140 rules, uses backward chaining and was built on a PC-AT 386, using the Shell Baco II, based on Mycin concept, developed by The Electronic Computation Center of Federal University of Rio de Janeiro and Pascal Language. Hemodynamic, gas exchange and mechanical ventilation variables are entered by the user and the system suggests ventilatory support changes and adjusts of variables like Positive End Expiratory Pressure (PEEP), Tidal Volume, Minute Volume, Respiratory Frequency and Inspired O₂ Fraction (FIO₂). Kappa (k) and Bangdiwala (B) coefficients were used to measure agreement between DSSARDS and a intensive care unit (ICU) medical group, with the same orientation from those experts which have been interviewed before, at 4 decision steps related to (1) Choice of ventilation support mode (VSMODE) and evaluation of (2) Hemodynamic condition (HEMO), (3) Gas exchange (GE) and (4) PEEP and FIO₂ settings (MVSET). In addition, overall success rate and success rates per decision step were calculated. DSSARDS was evaluated in a test group with 5 patients (2 men and 3 women) from the ICU of Clementino Fraga Filho University Hospital and Bambina Clinic in Rio de Janeiro, presenting ARDS according to Murray's criteria, sepsis and aged 54.8 ± 11.0 years. These data provided 900 critical care decision steps during 95 data collection days. Overall agreement between DSSARDS and ICU Staff was 879 in 900 (97.7%). Kappa and Bangdiwala values were: VSMODE $k=0,93$ and $B=0,93$ ($p < 0.05$), MVSET $k=0,93$ and $B=0,89$ ($p < 0.05$), HEMO $k=0,97$ and $B=0,97$ ($p < 0.05$), GE $k=0,96$ and $B=0,97$ ($p < 0.05$). The results indicate good agreement between DSSARDS and ICU staff for overall computation and individual decision steps. This observation suggests that DSSARDS may be used as a support for decision making related to mechanical ventilation for ARDS patients.

ESTIMAÇÃO ESPECTRAL EM TEMPO-REAL DE SINAIS DOPPLER ULTRA-SÔNICOS E CÁLCULO DE PARÂMETROS HEMODINÂMICOS

Carlos Frederico Motta Vasconcelos, David Martin Simpson (Orientador),
Fernando Soares Schlindwein (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Nov., 1994

As doenças de origem vascular e suas complicações estão entre as principais causas de invalidez no Brasil. Dentre os métodos para a avaliação da condição vascular de um indivíduo, a técnica de ultra-som Doppler é amplamente utilizada por ser um exame de simples realização, não-invasivo e de baixo custo, além de permitir uma análise dinâmica do fluxo sanguíneo. A análise do sinal Doppler é bastante utilizada como exame complementar e de triagem para técnicas mais sofisticadas, como a angiografia de contraste. Além disso, o exame Doppler também serve para acompanhar a evolução de pacientes. O sistema apresentado neste trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estimar e exibir, em tempo-real, o espectro de potência de sinais Doppler na forma de sonograma. Este sistema é formado por uma placa condicionadora do sinal Doppler, uma placa de desenvolvimento com processador digital de sinais (DSP) e por um microcomputador padrão IBM-PC/386-SX 25MHz. A placa condicionadora dispõe de circuitos de filtragem e amplificação do sinal Doppler, além de um circuito para detecção direcional heterodina que permite a análise de sinais com fluxo bidirecional. A placa de desenvolvimento é baseada no processador (DSP) TMS 320C25, sendo responsável pela aquisição e estimação espectral do sinal Doppler, tanto por transformada rápida de Fourier (FFT) como por modelagem auto-regressiva (AR). O microcomputador é responsável pela leitura dos espectros de potência e exibição do sonograma correspondente em tempo-real. O sistema permite armazenar trechos do sonograma em disco para pós-processamento. A frequência de amostragem máxima do sistema é de 40,96 kHz. Entretanto, o sonograma é exibido com frequência constante de 80 espectros por segundo, por apresentar vantagens de visualização e por questões de compatibilidade com outros sistemas. Para auxiliar a análise quantitativa do sonograma, o sistema pode calcular os seguintes parâmetros hemodinâmicos: Índice de Pulsatilidade (PI), Índice de Resistência Periférica (RI) e Índice de Alargamento Espectral (SBI). Estes parâmetros foram propostos para quantificar aspectos relevantes do sonograma e sua definição é baseada em envelopes de frequência do espectro. Estes envelopes são definidos através de um nível de limiar, abaixo do qual o sonograma é considerado dominado pelo ruído. Na prática, estes índices não são muito utilizados por especialistas em angiologia no diagnóstico de doenças vasculares. Uma das razões poderia ser a grande variabilidade apresentada por estes parâmetros até no mesmo paciente, o que torna a interpretação dos resultados bastante difícil. A fim de investigar a repetibilidade dos resultados, 5 sonogramas de 20 s de duração foram colhidos em duas artérias distintas (carótida comum direita e braquial direita) de indivíduos adultos normais. Os parâmetros para cada batimento foram comparados usando-se o método estatístico de análise de variância (ANOVA) e em todos os pacientes, diferenças estatísticas ($p < 5\%$) foram encontradas entre os blocos de dados, com a variação dependendo fortemente do posicionamento do transdutor. Finalmente, os parâmetros calculados por FFT e modelagem AR foram comparados usando-se o método estatístico do teste t e apresentaram diferenças significativas ($p < 10\%$), porém com variações semelhantes a cada batimento. Dessa forma, o sistema realiza a análise espectral em tempo-real de sinais Doppler tanto por FFT como por modelagem AR e calcula parâmetros hemodinâmicos "off-line". Embora o valor do limiar para definição dos envelopes espectrais possa ser estimado automaticamente, os parâmetros parecem ser intrinsicamente variáveis e devem ser tratados com cuidado. Os parâmetros calculados por FFT e modelagem AR apresentaram características semelhantes, porém de valores diferentes.

REAL-TIME SPECTRAL ESTIMATION FROM ULTRASOUND DOPPLER SIGNALS AND CALCULATION OF HAEMODYNAMIC PARAMETERS

Carlos Frederico Motta Vasconcelos, David Martin Simpson (Supervisor),
Fernando Soares Schlindwein (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Nov., 1994

Vascular diseases and their complications are one of the major causes of invalidity in Brazil. Among the methods for evaluating the vascular condition of an individual, the Doppler ultrasound technique is widely used because it is a simple, non-invasive and low-cost examination, allowing a dynamic analysis of blood flow. Ultrasound Doppler is commonly used as a complementary and selecting exam to determine if more sophisticated techniques, like contrast angiography should be employed. The system presented in this paper was developed with the aim of real-time estimation and display of the Doppler signal power spectrum as a sonogram. This system comprises an analogue interface (pre-conditioning) board, a development board for digital signal processing and an IBM-PC 386-SX40 MHz compatible computer. The analogue interface board has filtering and amplifier circuits for the Doppler signal, and also a heterodyne directional detection circuit for analysis of bi-directional Doppler signals. The development board is based on the TMS320C25 Digital Signal Processor (DSP) and is responsible for the Doppler signal acquisition and spectral estimation, which can be performed either by FFT or Autorregressive (AR) modeling. The computer is responsible for reading the power spectra from the DSP board and real-time exhibition of the corresponding sonogram. The system also permits the storage of sonogram periods for post-processing. The maximum sampling frequency of the system is 40.96 kHz, and the sonogram is displayed with a constant frequency of 80 power spectra per second to simplify visualization and for compatibility with other systems. To aid in sonogram analysis, the system can calculate the following haemodynamic parameters: Pulsatility Index (PI), Peripheral Resistivity Index (RI) and Spectral Broadening Index (SBI). These parameters have been proposed to quantify certain aspects of the sonogram and are based on spectral envelopes. These envelopes are found by defining a threshold level, below which the spectrum is considered to be dominated by noise. In a first study, the threshold value was varied: PI and RI showed a plateau of fairly stable results over a limited range of thresholds, in which the spectral envelope was also found to be visually acceptable. The SBI showed no such plateau, decreasing with increasing threshold. An automatic technique for threshold determination was implemented and generally gave threshold levels near the beginning of the plateau-range for PI and RI. In practice, however, the flow parameters are little used by angiologists in the diagnostic of vascular disease. One of the reasons could be the great variability presented by these parameters even in the same patient, which hampers the interpretation of results. In order to assess the repeatability of the results, five sonograms of 20s duration were collected in distinct arteries (right common carotid and right brachial) of 7 normal adult individuals. The parameters for each heart-beat were compared using analysis of variance (statistic method ANOVA) and in all patients, statistically significant difference ($p < 5\%$) were found between data blocks, with the variation depending strongly on the positioning of the probe. Finally, parameters calculated from FFT-periodograms and AR modeling were compared using the test t (statistic method) and generally significant differences ($p < 10\%$) were found, but with similar variation beat-to-beat. In this manner, the system performs real-time Doppler spectral analysis either by FFT or AR modeling. Although the threshold level for spectral envelope determination can be estimated automatically, the parameters appear to be intrinsically rather variable and should be treated with care. The parameters showed similar characteristics but different values for FFT and AR techniques.

FOCALIZAÇÃO E DEFLEXÃO ELETRÔNICA DO FEIXE ULTRA-SÔNICO DE UM TRANSDUTOR LINEAR

Marcos Antonio Dias Lima, João Carlos Machado (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Fev., 1995

Este trabalho apresenta a focalização e a deflexão do feixe ultra-sônico gerado por um transdutor linear de 14 elementos piezoelétricos, que possuem largura de 10,0 mm, espessura de 0,3 mm e espaçamento entre os elementos de 0,2 mm, com frequência de ressonância do transdutor em 2,9 MHz. Foi utilizada a técnica de defasamento dos pulsos aplicados aos elementos deste transdutor, sendo implementado um sistema eletrônico de controle e geração dos atrasos. A defasagem dos pulsos é obtida através de linhas de atrasos analógicas controladas digitalmente. São apresentados resultados experimentais obtidos através do mapeamento do campo ultra-sônico e comparado com resultados obtidos através de simulação computacional do campo ultra-sônico.

BEAM FOCUSING AND STEERING OF AN ULTRASONIC LINEAR ARRAY TRANSDUCER

Marcos Antonio Dias Lima, João Carlos Machado (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Feb., 1995

This work is related with beam focusing and steering, using phased array technique, produced by linear array transducer operating at 2.9 MHz with 14 piezoelectric elements with 10.0 mm in width, 0.3 of thickness and gaps of 0.2 mm between the elements. An electronic system was developed to control and introduce time delays based on analogic delay lines digitally controlled. Experimental results of the acoustic field pattern maps are shown and compared with computational simulation results.

MÉTODO ULTRA-SÔNICO PARA MONITORAÇÃO DE ALTERAÇÃO DA REOLOGIA DO PLASMA SANGÜÍNEO DURANTE A COAGULAÇÃO

Marissa Anabel Rivera Cardona, João Carlos Machado (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Fev., 1995

O presente trabalho propõe um método ultra-sônico para medir o tempo de coagulação sangüínea, que consiste na agitação de micro-partículas, utilizando uma onda ultra-sônica (8,6 MHz), contidas em uma amostra de plasma (10 µl). Para monitorar o movimento das micro-partículas durante o processo de coagulação, outra onda ultra-sônica (10 MHz) é transmitida ao meio, onde é espalhada pelas mesmas, captada, e processada analogicamente para se obter seu componente EM FASE. A análise do componente EM FASE é realizada através da estimação de seu espectro de frequência (via modelagem auto-regressiva), a qual proporciona informação da distribuição da velocidade das micro-partículas, quando analisada em relação ao tempo. A distribuição de velocidade é dependente da viscosidade do meio, do tamanho, densidade e quantidade de micro-partículas. Este método foi aplicado a 19 amostras de plasma com micro-partículas, com o processo de coagulação induzido por Tromboplastina (20 µl) para se obter o Tempo de Protrombina (TAP). Os resultados, em termos de comportamento dinâmico da densidade espectral de potência, mostram a faixa dinâmica da viscosidade do meio, a qual indica que as mudanças, nas características reológicas do meio, são altamente acentuadas nos últimos instantes de coagulação (1 a 2 segundos), isto é, durante a transformação do fibrinogênio em fibrina.

ULTRASONIC METHOD TO MONITOR ALTERATIONS ON PLASMA RHEOLOGY DURING THE COAGULATION PROCESS

Marissa Anabel Rivera Cardona, João Carlos Machado (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Feb., 1995

This work presents an ultrasonic method to monitor alterations on rheological characteristics of plasma during the coagulation process. It is based on an ultrasonic method to measure blood coagulation time, (Machado et al, 1991). This method consists on the use of an ultrasonic continuous wave (8.6 MHz) which agitates microspheres kept inside a plasma sample (10 µl). To monitor their motion, during the coagulation process, another ultrasonic wave (10 MHz) is transmitted into the medium. The ultrasonic wave (10 MHz) scattered by them is detected and signal processed to obtain the IN PHASE component. The analysis of the IN PHASE component is obtained from the estimation of its frequency spectrum (autoregressive spectral estimation) versus time. This provides information about the particle velocity distribution, which is a function of medium viscosity, particle size, amount and density. This ultrasonic method, applied to a sample of plasma with particles, in which the coagulation process is induced by Thromboplastin (20 µl), following the procedure to obtain the Prothrombin Time (PT), was repeated 19 times, using plasma with normal PT values. The results, provided in terms of the dynamical behavior of the power spectrum density, show the dynamic range for the medium viscosity, which implies that changes on rheological characteristics of plasma are highly pronounced only in the last instants (1 to 2 seconds) of the coagulation process, in other words, during the conversion of fibrinogen into fibrin.

RECONSTRUÇÃO DE IMAGENS TOMOGRÁFICAS UTILIZANDO O MÉTODO DE MÁXIMA ENTROPIA

Francisco José Pereira Abdala, David Martin Simpson (Orientador),
Nilson Costa Roberty (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1995

O método da Máxima Entropia foi aplicado na reconstrução de imagens tomográficas (tomografia de transmissão - TC - e tomografia de emissão - SPECT), e comparado com o método convencional de Retroprojeção Filtrada - RPF. A maior dificuldade quanto a utilização do algoritmo de Máxima Entropia MART (Multiplicative Algebraic Reconstruction Technique), é a escolha de uma base (conjunto de pixels), que represente adequadamente a imagem com relação a geometria de aquisição. A Base Natural constitui-se na melhor escolha, porém é de difícil implementação. Assim optou-se pela utilização da base formada por pixels quadrados, que é de fácil implementação, porém com a desvantagem de introduzir inconsistências entre a aquisição e o processo de reconstrução, resultando em artefatos na reconstrução e possível não convergência do algoritmo. Algumas alternativas para minimizar este problema são propostas: - Aumento da densidade de pixels na matriz de reconstrução; - Ponderação de pixels por cálculo das áreas de interseção pixel/faixa; - Pré-correção da base quadrada. Estas alternativas foram implementadas para tomografia de transmissão (TC) e tomografia de emissão (SPECT), e comparadas com resultados obtidos via RPF em diversas imagens simuladas, com e sem a presença de ruído aditivo. Observou-se que em situações ideais (projeções calculadas com os mesmos pixels quadrados usados na reconstrução), o MART produz resultados visualmente melhores que a RPF, especialmente na presença de ruído, com poucas projeções e com objetos de alto contraste na imagem. Em simulações mais realistas, artefatos são observados nas imagens MART, que são reduzidos, porém não eliminados com as técnicas propostas. O MART também é computacionalmente mais intenso, sendo iterativo. Na reconstrução de imagens SPECT, mostra-se que o MART tem a vantagem de permitir a completa utilização do conhecimento da seção atenuante, fato este não possível na RPF.

TOMOGRAPHIC IMAGE RECONSTRUCTION USING THE MAXIMUM ENTROPY METHOD

Francisco José Pereira Abdala, David Martin Simpson (Supervisor),
Nilson Costa Roberty (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1995

The Maximum Entropy method was used in tomographic image reconstruction (transmission tomography - CT and emission tomography - SPECT) and compared with the traditional method of Convolution Back Projection - CBP. The main difficulty in using the Maximum Entropy algorithm MART (Multiplicative Algebraic Reconstruction Technique) is the implementation of a base function (pixel set) for appropriate image representation, that adequately represents the acquisition geometry. The Natural Base is the best choice, however its implementation is rather difficult. A square pixel base function was therefore chosen, due its ease of use, though it has the disadvantage of introducing inconsistencies between the acquisition and reconstruction processes, leading to artifacts in the image and possible non-convergence of the algorithm. Some alternatives to reducing this problem are

proposed: - Increasing of the pixel density of the reconstruction matrix; - Weighting the pixels according to the intersection area between pixel and beam; - Square base pre-correction. The alternatives were implemented, both for transmission (CT) and emission (SPECT) tomography. The results were compared with those obtained from CBP in different simulated images, with and without additive noise. It was observed that in the ideal case (projections calculated with the same square pixels used in reconstruction), MART gives results visually superior to those of CBP, specially in the presence of noise, with few projections and with areas of high contrast present in the image. In more realistic simulations, artifacts were observed in the MART images, which are reduced, but not eliminated, by the techniques proposed. MART is also computationally more demanding, being iterative. In SPECT reconstruction it is shown that MART has the advantage of permitting the full use of prior knowledge on absorption, which is not possible with CBP.

IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS COM EQUIPAMENTOS EM NEUROCIRURGIA

Ana Luiza Vidal Fonseca, David Martin Simpson (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1995

Visando direcionar e otimizar os recursos para pesquisa em Engenharia Biomédica, conforme as prioridades médicas, uma etapa importante deve ser uma escolha cuidadosa do problema a ser abordado. O contato direto entre médicos e engenheiros é fundamental, mas a experiência pessoal e talvez uma expectativa exagerada podem levar a escolhas inadequadas. Parece não existir uma metodologia para definir as prioridades de forma mais sistemática e objetiva. O trabalho atual sugere uma possível abordagem e resultados preliminares da sua aplicação para equipamentos neurocirúrgicos. A pesquisa é baseada no conhecimento e experiência dos neurocirurgiões. Uma investigação mais objetiva, assentada na análise custo-benefício ou risco-benefício, reduziria o número de equipamentos considerados e/ou excederia a competência e condições do estudo em questão. Após levantamento dos vários equipamentos descritos na literatura, para pré, per e pós-operatório em Neurocirurgia, o primeiro estágio foi conversa informal com os cirurgiões para obter um perfil de suas percepções quanto aos problemas com os equipamentos disponíveis e sugestões para possíveis melhoramentos, juntamente com uma indicação de prioridades. Baseados nesses resultados, foi desenvolvido e administrado um questionário em um estudo piloto com participação de 8 neurocirurgiões de um mesmo serviço e após refinamento, entrevistas com 20 cirurgiões de 17 hospitais do Rio de Janeiro. As perguntas principais diziam respeito a: 1) equipamentos disponíveis; 2) equipamentos abandonados ou pouco utilizados e as razões para isso tais como equipamento obsoleto, falta de confiança, falta de segurança, poucos pacientes utilizaram, falta de manutenção, falta de pessoal treinado; 3) prioridades para futuras aquisições; 4) equipamentos considerados fundamentais; 5) sugestões sobre novos equipamentos. Após mais adaptação, esse questionário foi enviado para 585 cirurgiões de vários estados, 89 foram respondidos. Os resultados mostram que as respostas dos entrevistados estavam em grande parte de acordo com aquelas dos questionários postais. As respostas também indicaram que as prioridades de compra são freqüentemente confusas: os equipamentos considerados sem segurança ou pouco utilizados, estão na lista de compras ou considerados fundamentais por outros especialistas - os cirurgiões discordam quanto as prioridades. Apesar dos questionários postais permitirem um número maior de participantes em curto espaço de tempo, as entrevistas oferecem melhor qualidade de respostas e coleta de informação adicional em conversar informais. Por isso não recomendamos questionários postais para futuros trabalhos. Apesar de algumas respostas confusas, este estudo permitiu: 1) estabelecer uma lista atualizada de 38 tipos diferentes de equipamentos utilizados no pré, per e pós-operatórios na área neurocirúrgica; 2) identificar os equipamentos que apresentam os maiores problemas (dados coletados através da literatura e dos resultados dos questionários); 3) confirmar a necessidade de um número grande de equipamentos para se fazer Neurocirurgia; 4) coletar sugestões para futuras pesquisas em equipamentos de Neurocirurgia. As respostas obtidas não indicaram claramente as prioridades para futuras pesquisas sobre equipamentos biomédicos. Seriam necessárias maiores discussões entre engenheiros e cirurgiões, porém isto implica em um estudo de maior porte, requerendo apoio de entidades científicas e de órgãos governamentais.

IDENTIFICATION OF PROBLEMS WITH EQUIPMENT IN NEUROSURGERY

Ana Luiza Vidal Fonseca, David Martin Simpson (Supervisor)

In order to direct and optimize the use of limited resources in Biomedical Engineering research in accordance with medical priorities, an important step must be a careful choice of the problems to be attacked. Direct contact between Medical Staff and Engineers is fundamental, but individuals' experience and maybe unrealistic expectations may lead to poor choices. Methodology does not appear to be available to define research priorities in a more systematic and objective way. The present work suggests a possible approach and gives preliminary results from its application to neurosurgical equipment. One aim was to direct 'engineering' research in the Biomedical Engineering Program of COPPE/UFRJ. The approach is based on tapping the expert knowledge and experience of practicing neurosurgeons. A more objective approach based on an analysis of cost- or risk-benefit would limit the range of equipment and/or exceed the scope and possibilities of the current study. After surveying the range of electronic equipment described in the literature for pre, per and post-operative neurosurgery, the first stage was informal conversations with the surgeons to obtain an outline of their perception of the problems of current equipment and suggestions for possible improvements, together with an indication of priorities. Based on these results, a questionnaire was developed and administered in a pilot study in interviews with 8 surgeons from the same department and after refinement in interviews with 20 surgeons from 17 hospitals in Rio de Janeiro. The main questions concerned: 1) equipment available; 2) equipment abandoned or little used, with reasons for this, such as outdated, unreliable, unsafe, few suitable patients, lack of maintenance, lack of staff/training; 3) future purchasing priorities; 4) equipment considered fundamental; 5) suggestions for equipment research. After further adaptation, this questionnaire was sent to 585 surgeons in various states of Brazil; 89 were completed and returned. Preliminary results show that the answers from the interviews broadly agreed with those from postal questionnaires. The replies also indicated that purchasing priorities are rather confused: equipment that some consider unsafe and little used, are on the shopping list or considered fundamental by other units - surgeons disagree on priorities. In spite of postal questionnaires allowing a greater number of respondents in a short time, interviews give better quality of answers and permit collection of additional information in informal discussions. Therefore we would not recommend sending questionnaires. In spite of some confused answers, this study permits to: 1) establish a update list with 38 kinds of pre, per and post-operative neurosurgical equipment; 2) identify the equipment with problems (collected data from literature and questionnaire's results); 3) confirm that Neurosurgery stands in need of several biomedical equipment; 4) collect some suggestions for future research about neurosurgical equipment. The answers did not indicate clearly the priorities for the research. More formal and systematic discussions between Engineers and Medical Staff are necessary, which however would require the support of scientific societies as well as governmental agencies.

SENSOR DE TEMPERATURA A FIBRA DE ÓTICA DE ALTA BIRREFRINGÊNCIA

Leny Medeiros Silva, Marcelo Martins Werneck (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1995

Foi desenvolvido um termômetro, utilizando fibra ótica de alta birrefringência (HB) como elemento sensor. Seu funcionamento é baseado na dependência da birrefringência com a temperatura, deste tipo de fibra. O termômetro visa atender a aplicações biomédicas; assim, precisa responder a variações de temperatura na faixa de 30 a 45°C, com resolução de 0,1°C. Um primeiro protótipo do sensor foi construído e testado. Este protótipo usou laser de hélio neônio (HeNe) como fonte luminosa e dois polarizadores dicróicos, um dos quais funcionando como analisador. Um trecho de fibra HB (com cerca de 9m) foi emendado a outro trecho da mesma fibra (com poucos centímetros). Esta porção menor de fibra ótica constitui a ponta sensora de temperatura. Foram testados comprimentos de ponta sensora de 12,0 cm, 6,0 cm e 2,9 cm. Um radiômetro mediu a potência ótica, à saída do trecho sensor, após o analisador, à medida em que a temperatura foi variada. Resultados obtidos nesta etapa experimental foram coerentes, estando em concordância com a análise teórica do funcionamento do sensor. Além disso, eles contribuíram como base para a desenvolvimento do segundo protótipo experimental. Um segundo protótipo foi também desenvolvido e testado. Ele usou um LED como fonte luminosa, um polarizador a fibra ótica e um trecho de fibra HB (com 1,5 cm). Uma das extremidades da fibra HB foi emendada ao polarizador e a outra foi espelhada. Quando a luz retornou, foi analisada pelo mesmo polarizador. O radiômetro mediu a potência ótica na fibra de saída de um acoplador X, quando a temperatura foi variada. Um sistema de aquecimento controlado foi desenvolvido para testes deste protótipo. Embora os valores de potência ótica obtidos com este protótipo tenham sido consideravelmente menores do que aqueles obtidos com o primeiro, este sistema apresentou mais estabilidade elétrica, e a função de potência ótica com a temperatura foi monotônica e linear, dentro da faixa de interesse. O coeficiente de correlação foi de 98,9%. Melhor contraste entre máximos e mínimos de potência ótica pode, provavelmente, ser obtido testando-se novas emendas entre a fibra HB e o polarizador. Assim, a aplicabilidade desta técnica a medições de temperatura na área biomédica foi confirmada.

HIGH BIRREFRINGENT FIBER-OPTIC TEMPERATURE SENSOR

Leny Medeiros Silva, Marcelo Martins Werneck (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1995

A thermometer, which uses a high birefringent fiber optic as a sensor element, was developed. Its operation is based on the birefringence dependence on temperature for this kind of fiber. The thermometer is intended to be applied on the biomedical field; therefore, it must have a range from 30°C to 45°C, with a resolution of 0,1°C. A first sensor prototype was implemented and tested. This prototype used a helium-neon laser (He-Ne) as light source and two dichroic polarizers one of them functioning as an analyzer. A portion of HB fiber (with a length of about 9-m) was spliced to another portion of the same fiber (with a length of few centimeters). The shorter portion of fiber was the sensor tip (sensor tip length of 12,0 cm, 6,0 cm and 2,9 cm were tested). A radiometer measured the optical power, at the sensor tip, after the analyzer, as temperature was changed. Results obtained from this experimental stage were coherent, being in agreement with theoretical analysis of the system operation.

Furthermore, they were useful as a basis for the second prototype development. A second prototype was also developed and tested. It used an LED as light source and a portion of a HB fiber (with a length of 1,5 cm). The HB fiber had one end spliced to the fiber polarized and another end terminated with a mirror. As light returned, the same analyzed it polarizes and diverted by an X-coupler to a detector (radiometer), which measured the optical power, as temperature was changed. A heating controlled system was developed and used to test this prototype. Although the optical power values obtained with this prototype had been considerably lower than those obtained with the first prototype, this system presented more electrical stability, and optical power function of temperature was monotonic and linear, within the interest range. The correlation coefficient was 98.9%. Better fringe visibility of optical power can probably be obtained, by testing new splices, which joins the polarizer and the HB fiber tip. So, applicability of this technique to temperature measurements on biomedical field was confirmed.

SISTEMA GERENCIAL DE MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES - AUXÍLIO NA TOMADA DE DECISÃO

Marcos Vinícius de Castro Silva, Carlos Roberto Strauss Vieira (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1995

O presente estudo tem como objetivo estabelecer uma metodologia de controle de qualidade em manutenção de equipamentos médico-hospitalares, desde a seleção até o sucateamento do produto. O processo é interativo, podendo ser implementado como método recursivo em locais onde já existem programas de gerência instituídos, ou em sua plenitude quando necessário. A metodologia adotada propõe a coleta de dados a partir de uma ficha técnica de serviço, questionários e avaliações espaço-temporais, computando critérios históricos de cada equipamento e seu contexto. O conjunto segue um diagrama de fluxo de dados e entidades de relacionamento. A partir dos argumentos coletados, obtém-se fatores que em análise de confiabilidade, sugerem a escolha do modo de manutenção a ser adotado (preventiva, corretiva, a demanda, preditiva ou sistemática) ou como pode ser otimizada. A implementação da sistemática proposta, envolve uma equipe interdisciplinar coordenada por um profissional com formação em Engenharia Clínica, tendo como suporte as áreas de análise de organização e métodos, produção, estatística, contabilidade de custos e informática. O modelo desenvolvido foi aplicado no Serviço de Radiologia do Hospital Universitário Pedro Ernesto. São alteradas as condições iniciais e observa-se novamente o sistema. As conclusões finais validam o modelo em sua aplicação.

GENERAL SYSTEM OF MAINTENANCE OF BIOMEDICAL EQUIPMENT - HELPFUL SUPPORT OF DECISION

Marcos Vinícius de Castro Silva, Carlos Roberto Strauss Vieira (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1995

The present study aims to establish a quality control methodology to the maintenance of the biomedical equipment, since the selection process until its useful life is over. The process is interactive and may be implemented as a recurring method where any type of management programs already exist, or wherever it is necessary. The methodology suggests data collect from service orders, questionnaires and space evaluations considering the historic conditions of each equipment and its context. All these information is followed by data flow diagram and relation variables. The gathered information should be submitted to reliability analysis to evidence which kind of maintenance process has the best performance (preventive, corrective, demand, predictive or systematic) or how should be improved the process. The application of this method demands a Clinical Engineer to coordinate the process through the organization and method analysis, the production, statistics, management accounting and information. The model was applied in the University Hospital of Pedro Ernesto at Radiology Service. The initial conditions are modified and then proceed a new data collect. All data confirm the model in its application.

ANÁLISE ESPECTRAL AUTO-REGRESSIVA DO ELETROENCEFALOGRAMA UTILIZANDO DSP

Joaquim Firmino Carneiro Junior, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador),
David Martin Simpson (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1995

A estimação espectral de sinais EEG encontra-se bem estabelecida, sobretudo para o caso de atividade rítmica bem definida, observada sob determinados protocolos experimentais. O espectro reflete características do sinal que podem ser usadas para sua classificação, para auxiliar no diagnóstico e prognóstico, e na monitoração de pacientes em tempo-real, possibilitando a identificação precoce de mudanças na atividade cerebral. Os métodos de estimação espectral auto-regressivos (AR) têm sido usados por vários autores como alternativa às técnicas baseadas no periodograma, que geralmente empregam a Transformada Rápida de Fourier (FFT). A modelagem AR tem a vantagem de produzir espectros suaves com melhor resolução para segmentos curtos de tempo. O principal problema em seu uso é a escolha da ordem do modelo, para a qual deve haver um compromisso entre ordens baixas, para as quais detalhes espectrais são perdidos, e ordens altas, que podem causar picos espúrios no espectro. A realização da monitoração do EEG em tempo-real requer o uso de dispositivos rápidos de processamento de sinais, como o Processador Digital de Sinais (DSP), dedicados a aplicações numéricas intensivas. No presente trabalho, o modelo AR foi implementado em um DSP (TMS320C30) e usado com ordens diferentes (10, 20, 30 e 40) para aplicação ao EEG de 5 adultos jovens normais, em repouso e de olhos fechados. A partir de espectros estimados a cada 4 segundos, foram então calculados vários parâmetros espectrais: frequência média, potência total, potência nas bandas alfa (8-13Hz) e teta (4-7,5Hz), e a razão entre as potências: teta e teta mais alfa. Os resultados mostraram uma faixa semelhante de valores para todas as ordens usadas e todos os parâmetros flutuaram significativamente ao longo do tempo. Uma análise mais detalhada revelou uma elevada correlação entre os resultados relativos a diferentes ordens do modelo. Estes parâmetros podem, portanto, ser considerados robustos com relação à ordem do modelo. Entretanto, um outro parâmetro, a frequência de pico na faixa alfa, depende fortemente da ordem selecionada. Conclui-se que, se apenas parâmetros como frequência média e potência, nas faixas de frequência do EEG, são de interesse, a ordem do modelo não parece ser criticamente relevante. As diferenças entre tais parâmetros, devido ao fato de serem calculados a partir de trechos diferentes de 4 segundos (separados por pequenos intervalos de tempo), foram significativamente maiores que aquelas causadas por diferentes ordens do modelo. Os resultados também confirmam o excelente desempenho do DSP, sugerindo a exequibilidade de seu uso na monitoração em tempo-real da estimativa espectral AR de sinais EEG multicanal.

AUTOREGRESSIVE SPECTRAL ANALYSIS OF ELECTROENCEPHALOGRAPHIC SIGNAL USING A DSP

Joaquim Firmino Carneiro Junior, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor),
David Martin Simpson (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1995

Spectral estimation of EEG signals is well established, mainly due to well-defined rhythmic activity observed under certain experimental protocols. The spectrum reflects characteristics of the signal, which can be used rapidly, identify significant modifications in brain activity. Autoregressive (AR) methods of spectral estimation have been used by various authors as an alternative to periodogram based techniques, which generally employ the Fast Fourier Transform (FFT). The former has the advantage of providing smoother spectra with improved spectral resolution for short time-segments. The main problem in their use is that the order of the model must be chosen, requiring a compromise between low-orders in which spectral details may be lost, and high orders that can cause spurious peaks. Real-time EEG monitoring requires fast signal processing devices such as Digital Signal Processors (DSP) which are dedicated to intensive numerical applications. In the present work we have implemented the AR model in a DSP (TMS320C30) and applied it with orders 10, 20, 30 and 40 to the EEG of 5 normal young adult subjects with the eyes-closed, at rest protocol. Various spectral parameters, mean frequency, total power, power in the alpha (8-13Hz) and theta (4-7.5Hz) bands, and the ratio of theta over alpha plus theta power were then calculated for each of 4-second spectral estimates. The results show a similar range of values for all of the model orders and all the parameters fluctuate widely over time. More detailed analysis showed the correlation between the results for the different model orders to be high. These parameters are therefore quite robust with respect to model order, but another parameter, the peak frequency in the alpha band, depends strongly on this choice. We conclude that if only parameters such as mean-frequency and power in the EEG frequency-bands are of interest, the model order does not appear to be of critical importance. Differences between these parameters calculated from different 4-second epochs (separated by only short intervals of time) seem to be far greater than those caused by the different model orders. The results also confirm the excellent performance of the DSP suggesting the feasibility of real-time multichannel AR spectral monitoring of EEG signals.

ANÁLISE MULTIVARIADA NO ESTUDO DA DINÂMICA DE DETERMINANTES DE SAÚDE

Márcio José Martins Alves, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador),
Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1995

A investigação da eficácia de Modelos de Regressão Linear Múltipla (RLM) para a previsão de taxas de mortalidade e seu uso em simulação de intervenções foi realizada, a partir de três grupos de variáveis, representando os setores demográfico (11 variáveis), sócio-econômico (23) e de mortalidade (15); para períodos de três anos, centrados em 1974, 81 e 88. As variáveis foram coletadas em 59 municípios brasileiros com mais de 100.000 habitantes em 1970. Para cada setor, uma Análise Fatorial (AF) permitiu a identificação daqueles fatores capazes de explicar a maior parte da variância dos dados. A partir dessa análise, determinantes (variáveis) foram selecionadas, tomando-se como critério seu peso em cada fator, e, então, utilizadas como variáveis independentes em uma RLM. Variáveis dependentes (mortalidade de 0-1 ano e mortalidade por doenças cardiovasculares) foram similarmente selecionadas. A estabilidade dos modelos encontrados em cada um dos períodos analisados pôde ser considerada promissora, no que concerne sua utilização para fins de planejamento e simulação de intervenções. Como tradicional em modelagens de RLM, apenas as variáveis estatisticamente significantes ($p < 0,05$) foram mantidas no modelo. A análise comparativa ao longo dos três períodos indica a estabilidade na estrutura de correlações das variáveis utilizadas, sendo que, para cada município, a taxa de mortalidade de 0-1 ano decresce linearmente com o aumento da terra cultivada/habitante e com o aumento da taxa de alfabetização. A taxa de mortalidade por doenças cardiovasculares, por outro lado, aumenta linearmente com o crescimento da densidade demográfica, e, obviamente, com o envelhecimento da população (variável “percentual de indivíduos com mais de 50 anos de idade”). Outros preditores de mortalidade na infância (referentes a saneamento, renda e habitação) não foram incluídos, como estratégia para evitarem-se problemas de multicolinearidade. Modelos com variáveis dependentes também referentes a mortalidade na infância (taxa de mortalidade por doenças diarreicas 0-1 ano) e a doenças degenerativas (mortalidade por doenças neoplásicas) apresentaram resultados similares aos acima. Finalmente, a predição dos valores de mortalidade para um determinado período, utilizando-se o modelo referente ao período anterior, forneceu resultados bem próximos aos valores observados, sugerindo a estabilidade dos modelos RLM obtidos, bem como apontando para sua validade.

MULTIVARIATE STATISTICAL ANALYSIS IN THE STUDY OF THE DYNAMICS OF HEALTH DETERMINANTS

Márcio José Martins Alves, Antônio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor),
Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1995

The effectiveness of Multiple Linear Regression Models applied to the forecast of mortality rates and its use in intervention simulation was assessed, with the help of three groups of variables, representing the Demographic (11 variables), Socio-Economic (23) and Mortality (15) Sectors, for three-year periods centered in the years 1974, 81 and 88. Variables were collected from 59 Brazilian

cities, which had more than 100.000 inhabitants according to the 1980 census. In each sector a Factor Analysis (FA) allowed for the identification of those factors which better explained data variance. This procedure allowed, for its turn, the selection of a sub-group of “important” variables, using their factor loading as selection criterion. These were, then, used in a Linear Regression (LR) model, which had as dependent variables 0-1 years-old mortality and cardiovascular diseases mortality rates, similarly selected. Models’ stability was considered promising for planning and simulation purposes. As traditional in multiple regression models, only the variables that were statistically significant ($p < 0,05$) were kept in the models. The comparison of results along the three periods of analysis indicated the structural stability of the models, with a direct linear relation between farming land and 0-1 year old mortality reduction and between literacy increase and 0-1 y.o. Mortality reduction in each city. Cardiovascular diseases death rates, on the other hand, showed a linear direct relationship with population density and (obviously) with population aging, as expressed through the indicator “percent of people above 50 y.o.”. Additional predictors of mortality such as sanitation, income and housing were not included, as a strategy to avoid multicollinearity problems. Models with other dependent variables, such as referring to early age mortality (diarrhea mortality 0-1 y.o.) or degenerative diseases (neoplastic mortality rates) also provided results similar to the above. Finally, mortality prediction for a period using the model obtained for the previous period provided values very close to those observed, suggesting the LR model’s stability and further indicating their validity.

CLASSIFICAÇÃO DE COMPLEXOS QRS UTILIZANDO ÁRVORES BINÁRIAS DE DECISÃO E VALIDAÇÃO CRUZADA

Wanderley de A. Valentim, Jurandir Nadal (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1995

Um algoritmo para classificação de complexos QRS em sete diferentes classes foi desenvolvido utilizando o método Classification And Regression Trees (CART). O classificador foi baseado em: (1) quatro características morfológicas extraídas de cada complexo (área absoluta, duração, amplitude e off-set); (2) intervalo entre batimentos; e (3) informação sobre o ritmo predominante de cada paciente e a ocorrência de fibrilação atrial. Utilizando o MIT-BIH Arrhythmia Database, 109.318 complexos QRS foram identificados e utilizados para extração das variáveis. Para diminuir a variabilidade intrínseca do padrão normal dos dados, cada variável medida foi representada pelo seu valor relativo, a razão entre o valor corrente e uma filtragem auto-regressiva da respectiva variável, calculada a partir dos complexos QRS normais anteriores. Em cada variável, cinquenta limiares de decisão foram considerados, correspondendo a valores igualmente espaçados logaritmicamente entre 0,1 e 10. No desenvolvimento da árvore de classificação, em cada nó da mesma, o Índice de Diversidade de Gini foi aplicado e todos os limiares de decisão possíveis foram testados para determinar qual deles fornecia grupos resultantes mais puros (heterogêneos). O método foi aplicado no banco de dados, utilizando a validação cruzada em quatro grupos de 12 pacientes. Quatro árvores exageradamente grandes foram obtidas, cada uma baseada na combinação diferente de três grupos. O grupo restante, em cada caso, foi utilizado para a avaliação independente. Estas árvores foram podadas pelo aumento progressivo do custo unitário por nó terminal (α). Este custo representa um compromisso entre a taxa de classificações corretas e a complexidade (dimensão) da árvore. A partir dos resultados da classificação, alcançados com os dados independentes, três diferentes índices de desempenho foram obtidos em função de α : taxa de classificação corretas, sensibilidade para a classe V (extra-sístoles ventriculares) e valor preditivo positivo para a classe V. O valor ótimo de α foi escolhido, por diferentes critérios, baseado nestes índices. Os classificadores finais foram obtidos utilizando a árvore construída com o banco de dados completo, podada aplicando-se o valor ótimo de α . Escolhendo-se como α ótimo o valor correspondente ao valor máximo da taxa de classificações corretas, o classificador final apresenta sete nós terminais e discrimina apenas as três classes mais frequentes do banco de dados: normais (N), V e contrações atriais prematuras (A), fornecendo a taxa de classificações corretas de 97,08%. Para a classe V, a sensibilidade é de 90,07% e o valor preditivo positivo de 82,25%. Se por outro lado, o α ótimo foi escolhido considerando o primeiro pico das funções sensibilidade e valor preditivo positivo, conforme a árvore vai sendo podada, o classificador final apresenta 139 nós terminais, classificando as sete diferentes classes, e alcança a taxa de classificações corretas de 98,97%. Para a classe V, a sensibilidade é de 97,26% e o valor preditivo positivo de 96,16%. Os resultados são expressivos quando comparados com outros descritivos na literatura. Como cada decisão binária representa uma instrução simples, este método é útil para implementação em tempo-real, podendo ser usado em monitores automáticos de arritmias cardíacas.

CLASSIFICATION QRS COMPLEX USING BINARY DECISION TREES AND CROSS VALIDATION

Wanderley de Abreu Valentim, Jurandir Nadal (Supervisor)

An algorithm for classifying QRS complexes into seven different classes was developed using the method of Classification and Regression Trees (CART). The algorithm was based on: (1) four morphological characteristics extracted from each complex (absolute area, duration, amplitude and offset); (2) the beat to beat intervals; and (3) information about the predominant rhythm of the patient and the occurrence of atrial fibrillation. Using the complete MIT-BIH Arrhythmia Database, 109,318 QRS complexes were selected and their variables extracted. In order to decrease the intrinsic variability of the normal pattern, each measured variable was represented by its relative value, i.e. the ratio between the current value and an exponentially weighted mean value of the respective variable, measured over the previous normal complexes. For each variable, fifty decision thresholds were considered, corresponding to equally spaced values on a logarithmic scale, in the range 0,1-10. For expanding the classification tree, the Gini Index of Diversity was applied: all possible decision thresholds were tested to determine optimally separated clusters. The method was applied to the Database using a cross-validation approach with four groups of 12 patients. Four large trees were obtained; each one based on a different combination of three groups. The remaining group, in each case, was used as an independent set of data for validation. These trees were pruned by progressively increasing the unitary cost of terminal nodes (α). This represents a compromise between the correct classification rate and the complexity (size) of the tree. Using the results obtained for the independent data, three performance indexes were calculated as a function of α : the correct classification rate, the sensitivity for the class V (premature ventricular contraction) and the positive predictive index for V. The optimal value of α was determined by various criteria, based on these indexes. In each case, a final classifier was obtained using the tree constructed with the complete Database, pruned by applying the optimal α . When the optimum α is selected as corresponding to the maximum correct classification rate, the final classification tree includes seven terminal nodes and recognizes only the three most frequent classes, Normal (N), V and Supraventricular Premature Contraction (S), giving a correct classification rate of 97.08%. For class V, the sensitivity is 90.07% and the positive predictivity 82.25%. If the optimal value of α is determined considering the first peak (as the tree is pruned) of both sensitivity and positive predictivity, the final classification tree includes 139 terminal nodes, classifying the seven different classes, and giving a correct classification rate of 98.97%. For class V, the sensitivity is 97.26% and the positive predictivity 96.16%. These results compare favorably with those reported in the literature. As binary decisions represent the simple branch instruction, this method is suitable for real-time implementation and could be used in automatic arrhythmia monitors.

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE DETECÇÃO DE AGLOMERADOS ESPACIAIS EM EPIDEMIOLOGIA

Cláudia Torres Codeço, Flávio Fonseca Nobre (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Jul., 1995

Estatísticas de detecção de aglomerados espaciais têm sido utilizadas para revelar áreas de risco mas a maioria dos métodos tem sido proposto para doenças raras e poucos foram submetidos à uma avaliação estatística mais rigorosa. O objetivo deste trabalho foi avaliar a aplicação desta técnica no estudo de doenças endêmicas para fornecer subsídios ao planejamento de estratégias de controle de doenças contagiosas. Foram selecionados dois métodos de detecção de aglomerados: a estatística μ_s e o “Procedimento de Avaliação de Aglomerados por Permutação” (CEPP). A avaliação foi realizada com base em dois parâmetros: o potencial estatístico (capacidade de detectar um padrão quando este existe) e taxa de erro tipo I (falsos positivos). São simulados mapas com diferentes distribuições de municípios, com aglomerados de casos com formas e intensidades variadas. Tanto a estatística μ_s como o CEPP apresentaram resultados semelhantes em relação às variáveis consideradas. Para uma doença com taxa de incidência basal de 1:100, os métodos foram capazes de detectar, em geral, aglomerados com riscos relativos 50% maiores do que a taxa basal. A distribuição espacial dos municípios influencia a capacidade de detecção, a estatística μ_s é indicada. Se o objetivo para fazer um delineamento do aglomerado por toda a área de estudo, o CEPP é mais adequado para hierarquizar a intervenção epidemiológica em uma região limitada.

COMPARISION OF SPATIAL CLUSTER METHODS IN EPIDEMIOLOGY

Cláudia Torres Codeço, Flávio Fonseca Nobre (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, July, 1995

Statistical methods of spatial clustering detection are used to identify areas of significantly high risk for diseases. These methods have been developed for rare diseases, such as some types of cancer and infant malformations, and few methods have been submitted to a more rigorous analysis. The objective of the thesis was to study the application of two methods to detect spatial clustering in endemic disease data, providing new tools for the strategic planning and control of such diseases. Two method were chosen: the μ_s statistics (RAUBERTAS, 1988) and the Cluster Evaluation Permutation Procedure (CEPP) (IWANO, 1989). The analysis was based on two parameters: the statistical power (defined as the ability to detect a pattern when it exists) and the error I rate. In this work, we simulated maps with different distributions of municipalities, as well as clusters with different shapes and relative risks. Both of methods presented similar results for the confounding variables considered. For a 1:100 background disease rate, the methods detect clusters with relative risk above 50%. The spatial distribution of municipalities changed the ability to detect clustering. The statistical power was higher for clusters located in areas represented by small municipalities. If the objective is to find the total cluster area, the μ_s is indicated. On the other hand, if the objective is to identify a small number of municipalities for priority of epidemiological control, the CEPP offer better results.

ANÁLISE MULTIVARIADA NA MONITORAÇÃO DE PACIENTES NEUROLÓGICOS EM ESTADO DE COMA

Ilton Guenhiti Shinzato, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Jul., 1995

A avaliação de pacientes neurológicos e/ou neurocirúrgicos internados em CTI é usualmente realizada de forma descontínua, baseando-se em interpretações subjetivas dos dados clínicos e procurando diagnosticar, traçar condutas e realizar prognósticos evolutivos. Em alguns casos, apesar do quadro clínico favorável, o paciente pode evoluir rapidamente para o óbito devido à intercorrência intracraniana. O presente trabalho tem como objetivo investigar a aplicação de uma metodologia quantitativa que permita a monitoração contínua e automática desse tipo de processo. Dezesseis pacientes foram acompanhados no Centro de Cuidados Intensivos do Hospital Ichinara da Universidade de Teikyo (Chiba/Japão) e, quando possível, avaliados neurologicamente através das escalas de coma de Glasgow (GCS) e japonesa (JCS). O eletroencefalograma (EEG), sinal de pressão arterial (PA), sinal respiratório (R) e eletrocardiograma (ECG) desses pacientes foram registrados em fita FM e, à posteriori, discretizados à frequência de amostragem de 128 hertz e selecionados em trechos de 30, 60 ou 90 segundos. Após sofrerem pré-processamento digital (filtragem), foi realizada a análise espectral (via FFT) adotando-se procedimentos distintos conforme o sinal em estudo. Para cada instante em que se fez a avaliação neurológica (um estudo clínico) estimou-se 30 espectros de potência a partir de trechos sucessivos de cada um dos sinais fisiológicos monitorados. Considerando a faixa de frequência de interesse para cada um dos sinais, foi construído um “perfil espectral” representativo de cada estado clínico no momento da avaliação neurológica, cada componente de frequência tendo 30 valores de potência e sua respectiva média. Aos perfis espectrais foi então aplicada a Análise Multivariada. Para cada paciente, tomou-se dois estados clínicos distintos pela GCS e JCS e, investigou-se esta distinção através do teste F aplicado à distância de Mahalanobis, para então determinar as Funções Discriminantes (FD's). A seguir, foram realizadas comparações, dois a dois, de todos os estados clínicos constituintes do processo evolutivo utilizando-se as FD's e o teste t-Student. A análise pareada dos resultados da aplicação desta metodologia quantitativa com os das avaliações neurológicas (GCS e JCS) mostrou uma concordância geral (para todos os pacientes) com índices de sensibilidade em torno de 0,7 e especificidade de aproximadamente 0,8. Tais resultados indicam a potencialidade do uso da análise discriminante (AD) na monitoração de pacientes neurológicos e/ou neurocirúrgicos internados em CTI. A metodologia proposta, além de poder ser empregada automaticamente e de forma contínua, possivelmente reduz as imprecisões da análise subjetiva. Adicionalmente, a AD poderia ser utilizada na identificação dos sinais fisiológicos de maior capacidade de discriminação de estados clínicos. Este aspecto foi investigado preliminarmente através de simulações, tendo os resultados indicado ser o sinal respiratório (R) o de maior poder de discriminação, seguido do ECG, PA e EEG.

MONITORING PATIENTS UNDER NEUROLOGICAL COMA STATE THROUGH MULTIVARIATE ANALYSIS

Ilton Guenhiti Shinzato, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor)

D.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, July, 1995

The assessment of neurological and/or neurosurgical patients in the intensive care center (ICC) is usually carried out in a discontinuous time way and it is based on subjective interpretation of clinical data just to search for diagnosis, to set treatment and to accomplish evaluative prognostic. In some cases, despite of good clinical condition, the patient can evolve soon to death, caused by intracranial disturbance. The purpose of this work is to search for a quantitative methodology, which permit to watch patients with reliance, automatically and continuously. Sixteen patients were followed-up at the intensive Care Center of the Ichinara Hospital of Teikyo University (Chiba/Japan), and whenever it was possible, neurological examinations were carried out and the clinical conditions assessed by the Glasgow Coma Scale (GCS) and by the Japan Coma Scale (JCS). The electroencephalogram (EEG), arterial pressure signal (AP), respiratory signal (R) and electrocardiogram (ECG) were recorded on FM tape and later digitalized at 128 Hz sampling frequency and selecting 30, 60 or 90 seconds epochs. After submitted to the digital pre-processing (filtering), spectral analysis was accomplished (by FFT) adopting specific procedure for each signal. For each time when the neurological assessment was carried out (a clinical state) thirty power spectra was calculated from successive signal epochs for each physiological signal. Taking in account some interest frequency band of each signal, it was assembled a "Spectral Profile" representing the Clinical state at the moment of the neurological examination, each frequency component having 30 power value and its average value. The spectral profiles were submitted to the Multivariate Analysis. For each patient two different states given by GCS and JCS, and checked by the F test over the generalized Mahalanobis distance, to calculate the Discriminant Functions (DF's). Then, with the DF's and the t-Student test, two-by-two comparisons were made between all the clinical states along the evolutive process to check if they were equals or different. A pairwise analysis of the discriminant analysis (DA) results against the GCS and JCS assessment showed a general agreement (for all patients) indexes of about 0,7 for the sensitivity and 0,8 for the specificity. Such values show the potentiality of the DA method for the ICC neurological and/or neurosurgical patients monitoring. This methodology can be used automatically and continuously and perhaps could reduce the uncertainty of the subjective analysis. Furthermore, the DA could be used to identify the physiological signal able to better discriminate clinical states. Using a simulation procedure, this aspect was investigated and the preliminary findings indicate the respiratory signal as the most powerful to discriminate, following by the ECG, PA and ECG.

SISTEMA DE BIOTELEMETRIA COM TRANSMISSÃO POR FIBRA ÓPTICA

Ernesto Martin Mari Barrientos, Marcelo Martins Werneck (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Ago., 1995

Este trabalho de tese consiste de um sistema de transmissão de oito sinais biológicos através de uma simples fibra ótica multimodo com uma largura de banda que varia de 0 até 500 Hz. Este sistema utiliza modulação em frequência para transmitir os sinais e multiplexação por divisão de frequência (FDM) para multiplexá-los. Utilizou-se como fonte de luz para o projeto um LED e como detetor na parte receptora um diodo PIN. Este sistema será capaz de transmitir sinais biológicos com EEG, ECG, EMG, pressão, temperatura, respiração, etc, e todos os sinais biológicos que tenham frequência entre 0 até 500 Hz desde um lugar de monitoração, como por exemplo uma UTI (Unidade de Terapia Intensiva) de um hospital, para outro lugar de monitoração ou algum outro local do mesmo hospital, onde os respectivos especialistas médicos possam controlar o paciente sob seu cuidado. Finalmente, utilizou-se fibra ótica para este projeto por todas as vantagens que oferecem com respeito aos meios de transporte convencionais que são: imunidade à interferência eletromagnética, elevada largura de banda da ordem de Ghz, isolamento elétrica, sigilo, pequenas dimensões e atualmente com a grande utilidade que tem a fibra ótica no momento o custo desta é relativamente baixo. Atualmente no mercado nacional não existem equipamentos com estas características de faixa de frequência e de quantidades de canais.

BIOTELEMETRY SYSTEM WITH FIBER OPTIC TRANSMISSION

Ernesto Martin Mari Barrientos, Marcelo Martins Werneck (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Aug., 1995

This work consists of an eight-channel transmission system for biological signals. Using a simple multimode optical fiber the system permits a bandwidth of 0 to 500 Hz. The transmission side of the system utilizes a frequency modulation (FM) for the carrier and frequency division multiplexing (FDM) for encoding each channel. The system is capable to transmit any biological signal as EEG, ECG, EMG, pressure, temperature, etc. within the frequency range from the source, as for instance the ICU, to the monitoring site, as the nursing room. Finally, the optical fiber has been used as a transmission medium for all the advantages that it provides: EMI immunity, high frequency range in the order of Ghz, electrical isolation, privacy, small weight and dimensions and low cost. At the present, the local market does not provide any equipment with these characteristics.

ANÁLISE ESPECTRAL DO EEG: MÉTODOS DE DETECÇÃO DO FOTO-RECRUTAMENTO

Flávio Codeço Coelho, Antônio Fernandes Catelli Infantosi (Orientador),
David Martin Simpson (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Ago., 1995

A foto-estimulação repetitiva (FER) é um procedimento de ativação amplamente utilizado em laboratórios de eletroencefalografia clínica com finalidade diagnóstica. Embora sua utilização na indução de respostas foto-convulsivas seja bem estabelecida, particularmente em paciente epilépticos, a utilidade da FER em outras situações merece uma maior atenção. Técnicas de processamento de sinais, em particular no domínio da frequência, tem sido aplicadas ao Eletroencefalograma sob FER, permitindo até mesmo diferenciar pacientes portadores de cefaléia de indivíduos normais. Entretanto, a aplicação da análise quantitativa poderia oferecer uma maior difusão clínica do emprego da FER na discriminação de pacientes portadores de diferentes disfunções neurológicas. Este estudo foi realizado a partir do EEG de seis indivíduos voluntários informados, adultos normais, submetidos à FER durante 1 min para cada frequência na faixa de 4 a 15 Hz, com passo de 1 Hz, intercalada por um minuto de repouso. A Transformada Rápida de Fourier (FFT) e a modelagem auto-regressiva com ordem 40, foram avaliados para detecção do foto-recrutamento e discriminação de picos espectrais próximos. O uso de tabelas de contingência sugere ter a FFT melhor desempenho. Foi elaborado ainda um procedimento para a detecção rápida do foto-recrutamento usando os espectros de potência. Este procedimento, quando aplicado aos espectros do EEG antes e durante foto-estimulação, mostrou-se capaz de identificar o recrutamento de forma objetiva. Os resultados indicam ser possível realizar a detecção ($p < 0.05$) com tempo de estimulação de apenas dois segundos.

SPECTRAL ANALYSIS OF EEG: METHODS FOR THE DETECTION OF PHOTIC DRIVING

Flávio Codeço Coelho, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor),
David Martin Simpson (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Aug., 1995

Intermittent Photic Stimulation (IPS) is a widely used activation procedure in clinical electroencephalograph laboratories for diagnostic purposes. Although its utilization for the induction of the photo convulsive response is well known, particularly in epileptic patients, its utility in other situations deserves further investigation. Signal processing techniques, especially in the frequency domain, have been applied to the EEG under IPS, allowing even differentiating migraineur from normal individuals. However, the application of quantitative analysis could offer a greater contribution to the clinical diffusion of the IPS for the discrimination of subjects bearing different neurological pathologies. It is, therefore, necessary to evaluate which frequency domain technique is more adequate, and to investigate the ability to detect the photic driving. This study was carried out using the EEG of six informed volunteers, normal adults, who received IPS for 1 minute for each frequency between 4-15 Hz in 1 Hz steps, with a 1 minute pause after each trial. Two well-known methods of spectral estimation, Fast Fourier Transform (FFT) and Auto Regressive modeling (AR) with order 40, were evaluated as to their ability to detect photic driving and to discriminate close peaks in the spectrum. Visual inspection of the

spectra generated by both methods and the subsequent comparison of results in contingency tables, suggests that the FFT had superior performance. As for detection, a procedure for the fast identification of photic driving from the FFT power spectra was developed. This procedure, based on the application of Fischer's F statistic to the EEG spectra before and during photic driving, was able to detect the photic driving with $p < 0.05$, even for only two seconds of stimulation.

MODELO MISTO DE PROPAGAÇÃO DO ULTRA-SOM EM MEIOS MULTICAMADAS BASEADO EM ACÚSTICA GEOMÉTRICA

Ana Valéria Derito Greco, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Orientador),
João Carlos Machado (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dez., 1995

O ultra-som com aplicações biomédicas é considerado como parte da rotina clínica. Suas características mais importantes residem no fato de tratar-se de um método não-invasivo e que aparentemente não é prejudicial à estrutura investigada. No entanto, a qualidade da imagem gerada ainda é considerada pobre quando comparada com outras técnicas de radiação (raio-X, por exemplo). Há também o interesse em obter bons estimadores de parâmetros quantitativos como a velocidade do ultra-som, a atenuação e a absorção. Devido à sua simplicidade, a utilização da teoria de acústica geométrica tem se difundido nos modelos de propagação do ultra-som. Este trabalho apresenta um modelo de pulso-eco para estimar as espessuras e velocidades em meios multicamadas. Elas são determinadas através de equações recursivas baseadas em acústica geométrica. Para testar a viabilidade do modelo, empregou-se um transdutor cerâmico (diâmetro = 10 mm) de 8,65 MHz como transmissor e um hidrofone de PVDF (diâmetro inferior a 0,6 mm). O transmissor é focalizado com lentes: uma cônica e uma esférica. Experimentalmente, foram investigadas as camadas de um “phantom” imerso em água. São apresentados os resultados de três camadas paralelas. A acurácia das estimativas é aceitável para a primeira camada (em torno de 5%) e piora conforme se analisa camadas mais profundas. Já a precisão se mantém na faixa 0-10%. As causas desses erros e a potencialidade do modelo são investigadas. Com base nesses dados, são feitas sugestões de modificação e continuação do trabalho.

HYBRID MODEL OF ULTRASOUND PROPAGATION IN MULTILAYERED MEDIA BASED ON GEOMETRICAL ACOUSTICS

Ana Valéria Derito Greco, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Supervisor)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dec., 1995

Biomedical ultrasound is already considered as part of clinical routine. Its most important features are the fact that it is a non-invasive and apparently a harmless method. However, the quality of its image is still poor, mainly when compared with other radiation techniques (X-rays, for instance). There's still a search for good estimators of quantitative parameters such as ultrasound velocity, attenuation and absorption, for example. Owing to its simplicity, geometrical acoustics theory has been widely spread through ultrasound propagation models. This work presents a pulse-echo model that estimate velocity of ultrasound and thickness of multilayered media. These parameters are determined by recursive equations based on geometrical acoustics. The experimental setup used to verify the model's viability includes a ceramic transducer (frequency = 8,65 MHz and diameter = 10 mm) as transmitter, and a PVDF hydrophone (less than 0,6 mm diameter) as receptor. The transmitter is focused with lenses: a conical and a spherical. In practice, a phantom with three parallel layers, immersed in water, has been investigated. The accuracy of the estimates is acceptable for the first layer, but as we investigate the deeper ones, it gets worse. The precision remains between 0 and 10% for all

layers. The results and the potentiality of the model are fully discussed here. Based on the data obtained, suggestions for modifying and continuing this work are made.

ANÁLISE MULTIVARIADA APLICADA A SINAIS FISIOLÓGICOS NEONATAIS: ESTUDO DAS FASES DE SONO-VIGÍLIA

Paulo Ricardo Galhanone, David Martin Simpson (Orientador),
Antonio Fernando Catelli Infantosi (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dez., 1995

A grande incidência de crises convulsivas no período neonatal, e a elevada morbi-mortalidade associada têm levado diversos centros de pesquisa a investigar métodos diagnósticos e prognósticos mais precisos e acessíveis, entre os quais o Eletroencefalograma (EEG) tem sido apontado devido a seu potencial prognóstico de curto e longo prazos. O EEG de neonatos é reconhecidamente diferente daquele de crianças e/ou adultos, com atividade cerebral predominante representando estados de sono (ativo e quieto). A identificação clínica destes estados não deve se restringir ao EEG, utilizando também outros sinais fisiológicos (tais como o Eletro-oculograma - EOG, Eletromiograma - EMG, sinal de ventilação e Eletrocardiograma - ECG), além de observações comportamentais registradas simultaneamente através da video-poligrafia. Para se verificar a potencialidade da aplicação da Análise Quantitativa, em particular a Análise Discriminante (AD), como ferramenta adicional à análise clínica da poligrafia neonatal foram extraídos parâmetros quantitativos de segmentos de 4 segundos de diferentes fases do ciclo sono-vigília, a partir de padrões eletrográficos (vigília-LVI (59 segmentos), sono ativo-Misto (166 segmentos) e sono quieto-HVS (189 segmentos)) selecionados de poligrafias de seis neonatos normais nascidos a termo. Os componentes espectrais da potência e coerência inter-hemisférica do EEG, variância do EMG e variância, coeficiente de correlação e frequências média dos canais de EOG foram calculados para cada segmento. O conjunto de segmentos foi sub-dividido aleatoriamente em conjunto de treinamento e de avaliação das funções estimadas. Utilizou-se o teste MANOVA para confirmar a distinção entre os grupos de padrões (condição inicial para a classificação automática). O teste ANOVA para selecionar, dentre os 54 parâmetros calculados, os 30 mais significativos na distinção entre grupos. Verificou-se assim que os parâmetros extraídos do EOG e EMG e os componentes de coerência, pouco contribuíram na distinção das fases de sono-vigília sendo os componentes de potência do EEG os mais importantes para esta distinção. A partir da classificação da AD, a consistência da classificação efetuada pelos especialistas foi testada através da re-avaliação visual dos períodos onde houve discordância. Para estes sinais, os especialistas alteraram a classificação original em aproximadamente 50% dos casos, indicando imprecisões na base de dados que, se eliminadas, provavelmente melhorariam os resultados. Os índices de desempenho na distinção das fases do sono obtidos foram compatíveis com a concordância observada entre especialistas.

MULTIVARIATED ANALYSIS APPLIED TO PHYSIOLOGICAL SIGNALS IN NEWBORNS : A STUDY OF SLEEP-WAKE STAGES

Paulo Ricardo Galhanone, David Martin Simpson (Supervisor),
Antonio Fernando Catelli Infantosi (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dec., 1995

The high incidence of neonatal convulsions and the associated high morbidity and mortality has led various research centers to investigate diagnostic and prognostic methods that are exact and readily accessible. Among these, the Electroencephalogram (EEG) has great long- and short-term prognostic

potential. The neonatal EEG is however well known to differ substantially from that of both older children and adults, with cerebral activity dominated by the sleep-wake stages. The clinical identification of these stages should not be restricted to the EEG, but requires other physiological signals: the Electrooculogram (EOG), Electromyogram (EMG), respiratory signal and Electrocardiogram (ECG), in addition to behavioral observations (eyes open/closed, body movements etc.) which are recorded during video-polygraphy. Quantitative Analysis, especially Discriminant Analysis (DA) has been suggested as a useful aid, complementary to traditional EEG and clinical neurological analysis. To test the application of these techniques in neonatal polygraphy, recordings were carried out in 8 newborns at term. Quantitative parameters were extracted from 4-second segments during different stages of the sleep-wake cycle, using the EEG patterns of Low-Voltage-Irregular (LVI) in wakefulness (59 segments), Mixed (M) in active sleep (189 segments) and High-Voltage-Slow (HVS) in quiet sleep (166 segments). The power spectra of the EEG signals, inter-hemispheric coherence, EMG variance and the mean frequency and correlation coefficient of the EOG signals were calculated for each segment. The segments were randomly divided in to training and avalidation sets. ANOVA was applied to select, from the 54 parameters, the 30 most significant distinguishing the groups. The parameters obtained from the EOG and EMG contributed little to the identification of the sleep-wake stages, in spite of being considered important in visual analysis (REMs, muscle tone and movement). The coherence also contributed little to the DA; the EEG power was the most important. The method was able to distinguish the three patterns considered, specially LVI and HVS (sensitivity of 79,7 and 78,3% and specificity of 89,6 and 92% respectively). The mixed pattern gave slightly worse results (72,9 and 82,7% of sensitivity and specificity, respectively), probably because it has characteristics of both patterns. Based on the classification by DA, the consistency of the specialist's original classification was tested, by re-submitting to visual analysis those segments in which the two results differed. In approximately 50% of these segments the specialists changed their original conclusion, showing both the difficulty of the task and the necessity to establish a more reliable database for DA application, which probably would improve these results.

DETECÇÃO AUTOMÁTICA DE RITMOS CARDÍACOS ATRIAIS PERSISTENTES NO ELETROCARDIOGRAMA

Viviana Raquel Zurro, Jurandir Nadal (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Jan., 1996

A monitoração automática de arritmias cardíacas é usualmente realizada utilizando-se algoritmos que detectam e classificam complexos QRS do eletrocardiograma, para posterior identificação de ritmos. Embora vários parâmetros possam ser extraídos e utilizados para classificação, o intervalo RR é considerado o mais discriminante para a detecção de batimentos cardíacos prematuros. Entretanto, quando ocorre fibrilação atrial, o intervalo entre batimentos apresenta elevada variabilidade, perdendo seu poder de discriminação e afetando o desempenho do monitor. Com vistas a superar esta restrição, propõe-se um algoritmo específico para a detecção de fibrilação atrial. Inicialmente, o algoritmo busca identificar a presença do ritmo normal, com base na detecção de ondas P de origem sinusal em uma derivação do ECG. Para tal, detecta-se os complexos QRS e analisa-se um segmento de sinal de 290ms, iniciado 350ms antes de cada onda R. Este trecho de sinal é passado por um filtro pente derivativo, que foi selecionado via análise espectral de ondas P normais. Quando a onda P está presente, o sinal de saída do filtro apresenta dois pontos fiduciais, antes do complexo QRS, que correspondem ao máximo e mínimo da derivada da onda P. Comparando-se os intervalos entre estes pontos e a onda R que os sucede com os valores obtidos para a onda P anterior, determina-se a ocorrência de ondas P uniformes com resposta ventricular. O ritmo normal é caracterizado pela detecção de seis ondas P consecutivas. Quando isto não ocorre, calcula-se o intervalo RR médio e seu desvio padrão, também para seis batimentos consecutivos. Se estes valores situarem-se entre dois limiares previamente determinados, o ritmo é classificado com fibrilação atrial. O algoritmo classifica ainda, como flutter atrial, trechos de sinal com intervalos RR abaixo de um limiar e com baixa variabilidade. Outros ritmos são pré-classificados como anormais, apontando para a necessidade de uma classificação complementar. Para a avaliação do desempenho do detector de ondas P, foram analisados sinais de 16 pacientes do MIT-BIH Arrhythmia Database (aproximadamente 8 horas de ECG), obtendo-se uma sensibilidade de 93,2% e um valor preditivo positivo de 99,98%. O detector de ritmos atriais persistentes, desenvolvido com sete pacientes do MIT-BIH, e avaliado com 37 sinais do mesmo banco de dados, apresentou uma sensibilidade de 99,13% e um valor preditivo positivo (VPP) de 44,72%. Este baixo VPP justifica-se pela presença, no conjunto de dados usados para testes do algoritmo, de sinais com altas taxas de atividade ventricular ectópica, a qual era rara nos sinais usados para desenvolvimento, bem como trechos de sinal severamente corrompidos por ruído. Estes resultados sugerem a necessidade de futuros refinamentos no algoritmo e a utilização da análise simultânea da forma dos complexos QRS, para se discriminar batimentos atriais e ventriculares e, assim, evitar a interpretação incorreta dos ritmos. Com o algoritmo foi desenvolvido para auxiliar um classificador automático de complexos QRS, espera-se que nesta aplicação o mesmo tenha utilidade. A integração entre ambos os algoritmos de classificação não constitui uma tarefa trivial e, conseqüentemente, foi considerada fora do escopo desta tese.

AUTOMATIC DETECTION OF ATRIAL PERSISTENT RHYTHM

Viviana Raquel Zurro, Jurandir Nadal (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Jan., 1996

Cardiac arrhythmia are usually identified through the detection and classification of the electrocardiographic QRS complexes from the ECG. Although various parameters are extracted and used for classification, a RR interval seems to be the most discriminant one for recognizing premature beats. However, when atrial fibrillation occurs, the RR intervals present wide variation, thus becoming unsuitable for reliable classification by affecting the system performance. In order to improve such automatic systems, an algorithm for automatic detection of the atrial flutter and fibrillation episodes was developed. As an intermediate step to differentiate these rhythms from the normal, the algorithm detects the presence or absence of sinus P-waves by analyzing single lead ECGs. After detecting each QRS complex, a data segment of 290ms is extracted, starting 350ms before the R-wave. This segment is processed by a derivative comb filter, which was selected by spectral analysis of normal P-waves. Whenever a P-wave is present, the output gives two fiducial points, corresponding to the P-wave maximum and minimum derivatives. When P-waves are detected for six successive beats, the rhythm is labeled as normal. If this detection fails for six successive complexes, the means and standard deviation of the RR interval are then computed and analyzed. Atrial fibrillation is identified when this mean falls between two thresholds, determined by the previous analysis of signals from the MIT-BIH Arrhythmia Database. The algorithm also detects atrial flutter episodes, where the signal presents high frequency with reduced variability. Other rhythms such as ventricular bigeminy and tachyarrhythmia are simply labeled as abnormal, thus requiring conventional QRS shape analysis for correct classification. Being tested with approximately 8 hours of ECG data from 16 patients of the MIT-BIH Arrhythmia Database, the algorithm for P-wave detection shows 93,2% sensitivity and 99,98% positive predictivity. The detector of atrial persistent rhythms was developed using ECG data from seven patients of the MIT-BIH Database and tested with other 37 signals from different patients of the same database. The overall performance reached 99,13% sensitivity and 44,72% positive predictivity (PP). This low PP is justified by the presence in the test set of the signal with high ventricular ectopic activity, differently from those included into the training set, as well as epochs of data corrupted by severe noise. These results indicate the need of further detector refinements and the use of QRS shape analysis to discriminate atrial and ventricular beats, thus avoiding misinterpretation of rhythms. Since the algorithm was developed aiming the simultaneous use with an automatic QRS complex classifier, we expect that in such application it will become useful. The integration of such classifiers, being a complex and time consuming task, was not performed into this thesis.

PREVISÃO DE SÉRIES TEMPORAIS EPIDEMIOLÓGICAS UTILIZANDO REDES NEURAIS

Claudio Bustamante Pereira de Sá, Flávio Fonseca Nobre (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Fev., 1996

Vigilância epidemiológica é um procedimento contínuo de monitoração do comportamento de variáveis de saúde. Para que este acompanhamento seja eficaz, é necessário dispor de análise adequados aos dados epidemiológicos. Com esta finalidade diversas metodologias foram propostas, abordando o problema de algumas formas diferentes. Uma das possíveis abordagens é comparar os novos dados, a medida que chegam, com previsões feitas anteriormente, através de modelos matemáticos apropriados. Normalmente, utilizam-se os modelos estocásticos construídos a partir de séries temporais das variáveis em estudo. Neste trabalho, propomos o uso de novos modelos preditivos, baseados em Redes Neurais artificiais (RNs). As RNs são um conjunto de técnicas e metodologias matemáticas e computacionais inspiradas no funcionamento do cérebro. Por ser uma abordagem nova, o uso de RNs para predição está muito em aberto, carecendo de definições e discussões. Assim, foi nosso objetivo propor métodos para a construção de RNs predictoras e testar sua aplicação a séries temporais epidemiológicas. Utilizamos redes neurais do tipo “feedforward”, treinadas por Backpropagation para gerar previsões “um passo a frente”, a partir de um determinado grupo de observações anteriores. No desenvolvimento de tais redes, dois importantes fatores foram estudados mais profundamente, sendo testadas um número de opções para cada um deles. O primeiro foi o tamanho e a composição do grupo de observações passadas que deve ser utilizado como entrada da rede para cada previsão (que determina o tamanho da camada de entrada). Investigamos quatro propostas de metodologia para definição destes grupos, baseadas em ferramentas clássicas de análise de séries temporais. O segundo foi a ordem de apresentação destes grupos de entradas e suas respectivas saídas-alvo durante o treinamento das redes. Testamos apresentações seqüenciais, aleatórias e em lote. Além disso, investigamos também a influência da proporção dos dados usados nos conjuntos de treinamento e de teste e o comportamento do modelo para horizontes de previsão maiores de que um. O procedimento baseado nos “lags” significativos da Função de Autocorrelação apresentam algumas vantagens do ponto de vista metodológico, mas os resultados obtidos não permitem caracterizá-lo, ou a qualquer dos outros métodos, como o mais eficiente. O treinamento por regra delta aleatória obteve, em média, resultados melhores, embora para algumas redes resultados equivalentes ou superiores foram alcançados pela regra delta seqüencial e pelo treinamento em lote. A proporção na divisão dos dados entre conjunto de treinamento e teste foi de pouca influência.

FORECASTING EPIDEMIOLOGICAL TIME SERIES WITH NEURAL NETWORKS

Claudio Bustamante Pereira de Sá, Flávio Fonseca Nobre (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Feb., 1996

Epidemiological surveillance is the ongoing process of health event monitoring. To accomplish this adequate methods to analyze epidemiological data are needed. Several methods have been proposed to this goal, approaching the problem with different views. One possible approach is to compare the incoming data with predictions made using appropriate mathematical models. This is usually performed using time series driven stochastic models. In this work, we propose the use of novel

predictive models, which are based in Artificial Neural Networks (ANNs). ANNs comprehends mathematical and computational methodologies inspired in the brain functioning. The use of ANNs for time series prediction is quite recent, lacking basic definitions and theoretical discussions. Our work aimed to propose some methods to define predictive ANNs and apply them to epidemiological time series. We used feedforward neural networks, trained by backpropagation to produce one step ahead prediction using a determinated set of past observations. We concentrated on two aspects of the ANNs development, testing several different options for each. The first concern was with the size and composition of the set of past observations used as networks inputs (they define the size of the input layer). We proposed four methodologies to define those sets, based in classical time series analysis tools. The second important aspect was input/output sets presentation sequence. We tested sequential, random and batch mode presentations for training. Furthermore, we have investigated the influence of the proportion of data used for the training set and the test set. Also, forecasts for more than one step ahead were made to help in the evaluation of the models behavior. Although the input layer definition method based on the significative lags of the Autocorrelation Function has some methodological advantages, results obtained are not especially favorable to any of the methods. Random presentation of input/output sets generally performs better. Nevertheless, sequential presentation and batch training yeld similar or superior results for some of the networks tested. The proportion between training and tests sets showed very little influence.

VARIAÇÕES ESPACIAIS DE FATORES DE RISCO EM SAÚDE EM ÁREAS GEOGRÁFICAS PEQUENAS

Patricia Delgado Rodriguez, Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida (Orientador),
Flávio Fonseca Nobre (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Jun., 1996

O estudo das variações espaciais das doenças (mortalidade e morbidade) em áreas pequenas tem se incrementado, devido, entre outras razões, à descentralização dos Serviços de Saúde promulgados na estratégia da Atenção Primária em Saúde (APS). A contribuição deste trabalho para essa estratégia abrange dois aspectos: o primeiro relaciona-se com a aplicação de uma metodologia para a “estabilização” de proporções de fatores de risco de saúde por um critério populacional, e com a análise de com essa estabilização influi na identificação de zonas homogêneas de risco. A estabilização foi feita usando-se, como fator de ponderação das variáveis, o número de famílias em cada quarteirão. O segundo relaciona-se com a implementação dessa metodologia como um Sistema de Informação Geográfica, o SIG-APS, onde os cálculos estatísticos são feitos em aplicativos estatísticos convencionais, mediante a implementação de interfaces semitransparentes com esses aplicativos, e onde os agrupamentos de zonas de risco são visualizados diretamente na tela. Foram usadas duas técnicas da análise multivariada e analisadas 19 variáveis do Perfil Sanitário e Sócio-econômico em uma população do Sudeste da Cidade de Santafé de Bogotá, Colômbia, 1994-95: Componentes Principais, para a redução do número de variáveis, e Análise de “Cluster”, com seus resultados. A visualização da distribuição espacial desses agrupamentos permite observar zonas homogêneas de risco nas proporções estabilizadas, além de que um número menor de variáveis explica melhor a variância das variáveis originais. Assim, o SIG-APS pode ser usado como uma ferramenta de análise exploratória, para o apoio à tomada de decisões em Sistemas Locais de Saúde (SILOS).

SPATIAL VARIATIONS OF HEALTH RISKS FACTORS IN GEOGRAPHICAL SMALL AREAS

Patricia Delgado Rodriguez, Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida (Supervisor),
Flávio Fonseca Nobre (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, June, 1996

The study of spatial variations of disease (mortality and morbidity) in small areas has increased, because of the decentralization of Health Services promulgated by the World Health Organization in Primary Health Care (PHC) strategy. The contribution of this work to this strategy includes into two aspects: the first aspect concerns the application of a methodology for the “stabilization” of health risk factor proportions by a population criterion, and how this stabilization contributes to the formation of homogeneous risk areas. This stabilization was made using a weighting factor for the variables the number of families in each block. The second aspect concerns the implementation of that methodology, in a Geographic Information System, the SIG-APS, with the statistical calculations implemented via a semitransparent interface between common statistical software and the GIS. The risk areas are directly visualized on the screen. Two techniques of multivariate analysis were used with 19 variables of the Sanitary and Socio-economical Profile, of a population from the southwest of the City of Santafé de Bogotá, Colombia, 1994-95. Principal Components for the reduction of variables and Cluster

Analysis, of the results were employed. With the stabilized proportions, the visual spatial distribution of the groups permits the observation of homogeneous risk areas, and the reduced number of variables better explains the original variable variation. The SIG-APS can be used as a tool for the exploratory analysis, in support of decision-making in Primary Health Care.

UM ESTUDO TEÓRICO SOBRE A INFLUÊNCIA DO FORMATO DAS HEMÁCIAS NO TRANSPORTE DE MONÓXIDO DE CARBONO EM CAPILARES HUMANOS

Martius de Oliveira, Antonio Giannella Neto (Orientador),
Marcos Francisco Vidal Melo (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFJ, Rio de Janeiro, Jun., 1996

No presente trabalho, desenvolveu-se um modelo matemático, *steady-state*, que simula os processos de difusão e reação química que ocorrem durante a troca gasosa pulmonar de CO da membrana alvéolo-capilar até o interior das hemácias. Estas últimas foram modeladas como unidades discretas contendo hemoglobina (Hb) e fluindo em fila única através de um capilar cilíndrico cercado por uma camada uniforme de tecido endotelial-alveolar. Quatro tipos diferentes de perfis hemáticos foram utilizados - cilíndrico, esférico, estomático ou *cup-shape* e bicôncavo. O propósito foi colocar em perspectiva como o polimorfismo eritrocitário pode influenciar o transporte gasoso de CO dos alvéolos até as hemácias. Estimativas teóricas da *Capacidade de Difusão Pulmonar* (DL_{CO}) proporcionaram um índice para avaliar-se quantitativamente os seus efeitos sobre a eficiência de troca gasosa. Os resultados indicam que a taxa de fluxo gasoso até as hemácias, os padrões de fluxo de CO dentro dos capilares e a tensão de CO dentro das hemácias dependem acentuadamente do perfil celular e do afastamento intercelular. Estas conclusões sugerem que o emprego de células esféricas e cilíndricas tendem a provocar superestimativas nos valores computados de DL_{CO} quando comparados com os obtidos em células de geometrias mais próximas da realidade. Verificou-se também que desprezar-se a tensão de CO dentro das células vermelhas quando computando a DL_{CO} , mesmo para baixas tensões alveolares de CO, pode gerar significativa subestimativa da Capacidade de Difusão. Finalmente, o formato da célula pode conferir características competitivas ou cooperativas às hemácias uma vez que esse fator pode aumentar ou diminuir a DL_{CO} por hemácia à medida em que as células são gradualmente aproximadas ou afastadas umas das outras.

A THEORETICAL STUDY OF THE INFLUENCE OF RED BLOOD CELL SHAPE ON CARBON MONOXIDE TRANSPORT IN PULMONARY CAPILLARIES

Martius de Oliveira, Antonio Giannella Neto (Supervisor),
Marcos Francisco Vidal Melo (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFJ, Rio de Janeiro, June, 1996

In this work, we present a steady-state mathematical model that simulates the diffusion-chemical reaction processes during CO gas exchange from the alveolo-capillary membrane into red blood cells (RBC). Red cells were modeled as discrete hemoglobin (Hb) containers of different shapes flowing in single file through a cylindrical capillary surrounded by a uniform layer of alveolar tissue. Four different types of red blood cell (RBC) profiles were used - biconcave, cup-shape, spherical and cylindrical. The purpose was to put into perspective how these polymorph features may influence gas transport from alveoli into red cells. Theoretical estimates of *Pulmonary Diffusing Capacity* (DL_{CO}) provided a useful comparative index to quantitatively assess their effects on gas exchange efficiency. Results indicate that the overall gas flow rate into RBCs, CO flux patterns inside capillaries and CO tension inside RBCs are largely dependent on intercell distance and cell shape. These findings suggest that the employment of spherical and cylindrical red cells tends to provide overestimates of DL_{CO} when

compared with more realistic geometries. Neglecting CO tension inside red cells when computing DL_{CO} , even at low alveolar CO tensions may result in significant underestimation of diffusing capacity. Finally, shape may also impart competitive or cooperative characteristics to RBCs since it may increase or decrease DL_{CO} per red cell as they approach each other.

ANÁLISE QUANTITATIVA DE SINAIS ESTABILOMÉTRICOS NA AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO DE GESTANTES

Liliam Fernandes de Oliveira, Jurandir Nadal (Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Ago., 1996

O equilíbrio do corpo humano, na postura de pé, é dinâmico, onde o centro de pressão dos pés se move continuamente dentro do polígono de sustentação (área formada pelos limites externos dos pés). A estabilometria é um método de avaliação do equilíbrio, através da quantificação das oscilações antero-posteriores e laterais do centro de pressão, enquanto o indivíduo permanece de pé sobre uma plataforma de força. Este trabalho tem por objetivo geral estudar o equilíbrio de mulheres normais durante a evolução do período gestacional, através da técnica estabilométrica, utilizando parâmetros espaciais e espectrais desenvolvidos. Um sistema estabilométrico foi desenvolvido e utilizado para realização de testes, em três grupos de indivíduos: Grupo A - 30 mulheres normais, não grávidas; Grupo B - 20 grávidas normais, testadas uma vez a cada trimestre do período gestacional e Grupo C - 8 indivíduos normais, do sexo masculino e feminino. Quatro protocolos experimentais foram aplicados: pés em afastamento normal e olhos abertos (AN) ou fechados (FN) e pés unidos com olhos abertos (AM) ou fechados (FM). A duração dos testes foi de 30 s e a taxa de amostragem de 50 Hz. De acordo com os resultados do "Run Test" e "Reverse Arrangements Test" os sinais do Grupo C foram considerados estacionários. A área percorrida pelo centro de pressão é estimada por uma elipse equivalente. Foi sugerida uma nova metodologia para cálculo desta elipse, baseada na estimação da direção do maior eixo, através de análise de componentes principais (ACP). Comparações com o método convencional, por análise de regressão linear, através de simulações e utilizando sinais reais (Grupo A), demonstram que a estimativa, através de ACP, é mais confiável. Para estimação da densidade de potência espectral do sinal estabilométrico, foi aplicado o método de modelagem auto-regressiva (AR), por atender aos requisitos de alta resolução espectral, permitindo detecção de baixas frequências, em série temporal curta. Após experimentos, adotou-se como método de análise espectral do sinal estabilométrico o procedimento de sub-amostragem dos sinais para 10 Hz, e ordem de modelo AR de 100. Os parâmetros propostos foram aplicados em exames estabilométricos de gestantes e comparados, durante a gestação, através do teste estatístico Análise de Variância (ANOVA) para medidas repetidas. Os resultados demonstram que os parâmetros estabilométricos espaciais, área e inclinação da elipse de deslocamento, não são significativamente alterados durante a gestação, exceto na condição de teste FN ($p < 0,05$), onde observou-se um aumento médio da área da elipse de deslocamento de 68,3%, do primeiro para o segundo trimestre. A análise da potência total na faixa de 0 a 2 Hz (dividida em quatro bandas de frequência) revelou um aumento da potência em FN, para ambas as direções de deslocamento (x e y), principalmente das bandas até 0,5 Hz, do primeiro para o segundo trimestre. Em AM, houve redução da potência na direção lateral seguida de um aumento na antero-posterior, das bandas até 0,2 Hz, do segundo para o terceiro trimestre. As diferenças nas bandas afetadas e nos estágios do período gestacional sugerem que as alterações em FN e AM podem ser decorrentes de diferentes mecanismos de controle. Em todas as condições de teste, foi observada uma tendência de acentuação das oscilações, com conseqüente aumento da potência, na direção antero-posterior, durante a evolução gestacional.

QUANTITATIVE ANALYSIS OF STABILOMETRIC SIGNALS ON BALANCE MEASUREMENTS OF PREGNANTS

Body balance, in the upright position, is dynamic, with the center of pressure of the feet moving continuously within the support base (area covered by the external limits of the feet). Stabilometry is a method of evaluation of balance in the upright posture through the quantification of the anterior-posterior and lateral oscillations of the centre of pressure, while the person stands on a force platform. The general objective of this thesis is to study the balance in normal women during pregnancy using spatial and spectral parameters of stabilometry developed in this work. A stabilometric system was developed and used for stabilometric tests, in three groups: Group A - 30 non-pregnant normal women; Group B - 20 normal pregnant, tested once each trimester of pregnancy and Group C - 8 individuals (male and female). The four test protocols applied were with feet conformably apart and eyes open (AN) or closed (FN) and with feet together and eyes open (AM) or closed (FM). The test duration was 30 seconds and the sampling rate 50 Hz. According to the results of the Run Test and the Reverse Arrangement Test, applied to the Group C data, the signals may be considered stationary for the periods tested. The area covered by the center of pressure was estimated as the area of an equivalent ellipse. A new methodology for its calculation is suggested based on the estimation of the direction of the major axis through principal component analysis (PCA). Comparisons with the conventional method of linear regression using simulation and real signals (Group A) show that the area estimation by PCA is more reliable. The power spectral density of the stabilometric signal was estimated by the autoregressive (AR) modeling method, which gives the high spectral resolution necessary to detect low frequencies in short time series. After tests, the recommended procedure for the spectral analysis of the stabilometric signal included subsampling to 10 Hz and a AR model order of 100. The selected parameters were applied to the data of the pregnant women (Group B) and compared, during pregnancy, using Analysis of Variance (ANOVA) for repeated measures. The spatial parameters, area and inclination of the ellipse, were not statistically altered during pregnancy excepted for the FN test condition ($p < 5\%$), from the first to the second gestational trimesters, with the mean values rising 68,3%. The power spectral analysis, over the range of 0 to 2 Hz (divided into four frequency bands) showed an elevation of the power in the FN condition in both directions (x and y), primarily due to frequencies below 0,5 Hz. In the AM condition there was a reduction in the power in the lateral and an increase in the anterior-posterior direction, from the second to the third trimester, due to changes in frequencies below 0,2 Hz. The differences in the affected bands and in the stages of the pregnancy, suggest that the alterations in FN and AM could be the result of different control mechanisms. In all test conditions, a tendency towards increased oscillation in the anterior-posterior direction during the progress of pregnancy was noted.

REDES NEURONAIS ARTIFICIAIS NA AVALIAÇÃO DE MÚLTIPLAS TECNOLOGIAS DE SAÚDE

Max Leonardo Chacón Pacheco, Jurandir Nadal (Orientador),
Ronney Bernardes Panerai (Co-Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Jul., 1996

Os métodos mais difundidos de avaliação tecnológica em saúde, nos países desenvolvidos, têm sido orientados a avaliação de tecnologias específicas. As condições existentes nos países em desenvolvimento levam a privilegiar uma avaliação tecnológica em saúde *orientada a problemas*. Interessa identificar problemas em áreas de saúde deficitárias, de forma que a alocação de recursos resultantes da avaliação cause o maior impacto no sistema de saúde. Utilizar esta avaliação geralmente implica na avaliação de múltiplas tecnologias que atuam conjuntamente e portanto são necessários novos métodos para enfrentar a complexidade deste problema. Neste trabalho utilizou-se *Redes Neurais Artificiais (RNA)* de aprendizado supervisionado como um novo paradigma - baseado em dados retrospectivos - para realizar *Avaliação de Múltiplas Tecnologias de Saúde (AMTS)*. Utilizaram-se métodos estatísticos para obter o tamanho do conjunto de aprendizado e redes com capacidade de generalização. Desenhou-se um método para extrair o conhecimento de *RNA* que permite determinar o impacto das entradas nas variáveis de saída, em estruturas hetero-associadas. Usando 523 casos (63 óbitos) coletados em duas *Unidades de Cuidados Intensivos Neonatais (UCIN)* do estado do Rio de Janeiro, aplica-se a metodologia para determinar a efetividade das tecnologias usadas e estimar a estadia. A efetividade foi obtida de um modelo de mortalidade que inclui como entradas, condições de admissão (peso ao nascer, idade gestacional e Apgar 5^o min), severidade da doença (baseada em oito grupos de hipóteses diagnósticas) e 20 tecnologias. Os resultados mostram que é possível obter as efetividades relativas das tecnologias de terapia. Há uma evidência forte de que as tecnologias básicas como antibióticos e hidratação venosa são mais efetivas que tecnologias mais complexas como o exsanguíneo e ventilação mecânica. Mostra-se também que os modelos baseados em *RNA* são significativamente superiores a modelos de regressão na estimação da estadia. Considerando que a obtenção da efetividade de múltiplas tecnologias em *UCIN* constitui um problema metodologicamente complexo, é possível inferir que o paradigma proposto pode fornecer resultados adequados ao ser aplicado em outros problemas de *AMTS*.

ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR ASSESSMENT OF MULTIPLE HEALTH TECHNOLOGIES

Max Leonardo Chacón Pacheco, Jurandir Nadal (Orientador),
Ronney Bernardes Panerai (Co-Orientador)

D.Sc. Thesis., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, July, 1996

Classical applications of Health Technology Assessment have usually focused on specific technologies, selected on the basis of cost, safety of effectiveness considerations. However, the health situation countries require a *problem-oriented* approach to support the allocation of scarce resource in order to maximize the health impact of selective interventions. This approach involves the interplay of multiple technologies and, therefore, new methods are required to cope with the complexity of the problem. This study has explored the feasibility of using *Artificial Neural Networks (ANN)* for the

assessment of multiple technologies as a more powerful alternative to classical statistical methods of multivariate analysis. Dedicated software was developed for the implementation of supervised learning *ANNs* and original methods for the extraction of knowledge were introduced to determine the impact of input and output variables in a hetero-associative architecture. Statistical methods were used to determine the size of the learning set to assess the performance of generalized *ANNs*. The hypothesis that *ANNs* can contribute to the assessment of multiple technologies was tested in the problem-area of neonatal intensive care using retrospectively collected data from two Neonatal Intensive Care Units from the city of Rio de Janeiro. Data were collected for a total of 523 cases, including 63 deaths. The output variables analyzed were mortality and length of stay which can be regarded as proxies for the assessment of effectiveness and cost. The input variables considered were birth weight, gestational age, Apgar score (5 min), utilization rate and timing of 20 routine neonatal technologies, and an index for severity of illness based on 8 different groups of diagnostic hypotheses. Different analyses were performed to determine the optimal *ANN* architecture and stability. The results indicate that it is possible to obtain the relative effectiveness of therapeutic technologies. There is strong suggestion that more basic technologies, such as antibiotics and hydration, are more effective than complex technologies, such as blood transfusion and mechanical ventilation. The analysis of length of stay has also demonstrated the superiority of the *ANN* approach as compared to classical regression mode. The main conclusion of this work is that *ANN* can make an important contribution to the assessment of multiple health technologies but it is important to extend its application to other problem-areas to gain additional experience about its current limitation and highlight areas for future research.

ASPECTOS DE SEGURANÇA AMBIENTAL EM UNIDADES DE SAÚDE

Aldo Pacheco Ferreira, Carlos Roberto Strauss Vieira (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Ago., 1996

Esta dissertação discute aspectos de segurança no controle do ambiente hospitalar, ressaltando procedimentos que possibilitem ações operacionais efetivas, para minimizar riscos, deste complexo sistema. Todo o sistema de serviços médicos é afetado pelo ambiente, de tal forma que este merece uma atenção prévia em todos os níveis. As vertentes estudadas neste trabalho, dizem respeito à gases anestésicos, lixo, água, esgoto, iluminação, ruídos e sistema de ventilação. Assim, impõe-se a necessidade de providenciar alguma compreensão dos objetivos, métodos, escopo das atividades, perigos e riscos, onde procedimentos de segurança emergem como um todo. As variações do controle ambiental é a fonte principal de avaliações significativas, assegurando uma pronta e efetiva correção de qualquer condição defeituosa, propiciando para que esta avaliação do ambiente seja mais bem ativa do que reativa, impedindo assim resultados adversos aqueles que no hospital buscam o encontro à saúde. Há uma larga crença de que nenhum risco de morte ou dano corporal sério é aceitável se medidas de prevenção de acidentes razoáveis puderem ser previstas de ocorrerem. Quaisquer que sejam as razões, têm se tornado óbvio que uma atenção considerável está sendo focada na segurança hospitalar. Profissionais ligados à área hospitalar, estão se tornando bastante conscientes desta importância, sobretudo pelas questões ambientais. As Unidades de Saúde têm planejado alcançar as necessidades do cuidado à saúde de pacientes, sem se dar conta dos efeitos ocupacionais aos profissionais que aí atuam. Destaca-se também a importância de reavaliar leis e normas que regulamentam as atividades no ambiente hospitalar.

ENVIRONMENTAL SECURITY ASPECTS IN HEALTH UNITS

Aldo Pacheco Ferreira, Carlos Roberto Strauss Vieira (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Aug., 1996

This dissertation discusses security aspects in the hospital environment control, emphasizing proceedings to make possible effective operating actions, to decrease risks of this complex system. All the medical services system is affected by environment in a manner this deserves previous attention in all levels. The subjects studied in this work are related to anesthetic gas, waste, water, sewer, illumination, noise and ventilation system. This way, impose the necessity to provide some comprehension of objective, methods, scope of activities, dangers and risks, where security proceedings emerge. The environmental control variations is the principal origin of significant rates, assuring ready and effectual correction of any defective condition, propitiating that environment appraising will be more active than reactive, hindering adverse results one in the hospital search health. There is a wide faith that none death risk or serious corporal damage is acceptable if steps prevention of accidents reasonable foreseen to occur. Whichever will be the reasons have becoming obvious that a considerable attention is being focused in hospital security. Hospital area professionals are becoming conscious of this importance especially by environmental questions. The Units of Health have planned reach patients health care necessities without realize the occupational effects in hospital professionals. Also is detached the importance in reevaluates laws and rules to regulate activities in hospital environment.

IDENTIFICAÇÃO DA MECÂNICA RESPIRATÓRIA E CONTROLE DA PEEP DURANTE VENTILAÇÃO MECÂNICA: SIMULAÇÃO

Alexandre Visintainer Pino, Antonio Giannella Neto (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Out., 1996

Neste trabalho apresenta-se um simulador do comportamento mecânico do sistema respiratório (SR) durante ventilação mecânica, com ondas de vazão ou pressão controlada. Desenvolvido em linguagem C para computadores do tipo IBM-PC ou compatível, este programa incorpora rotinas de regressão linear múltipla (RLM) e também possui a capacidade de adquirir e processar sinais, provenientes das placas de conversão A/D do laboratório de engenharia pulmonar (LEP) da COPPE. Com este programa estudou-se a RLM como uma ferramenta para controlar a pressão positiva nos pulmões ao fim da expiração (PEEP) e como forma de identificação nos parâmetros mecânicos (resistência, complacência e PEEP) do SR. Nas simulações utilizou-se: dois modelos viscoelásticos do SR para representar um paciente normal e outro com síndrome de angústia respiratória aguda (SARA), modelo unicompartimental simples com diferentes resistências inspiratória e expiratória para representar um SR normal. Para estes modelos aplicou-se cinco formas de ondas controladas no ventilador (quatro de vazão e uma de pressão). Aos sinais de pressão e vazão, foi incorporado ruído branco com três diferentes relações sinal-ruído, simulando uma instrumentação de qualidade semelhante, superior e inferior àquela disponível no LEP. A RLM foi aplicada sobre a equação do movimento do SR unicompartimental e os trechos utilizados para identificação foram a inspiração, a expiração ou ambos. Na equação de movimento do SR, a parcela resistiva foi identificada como sendo constante, dependente da vazão ou uma mistura de ambas. Nas simulações o valor da pressão utilizada para a identificação foi medido entre mangueiras do ventilador e tubo endotraqueal (TET), isto é, na boca, e uma estimativa da pressão após o TET, ao nível de carina, também foi utilizada. A identificação com a RLM produziu ótimos resultados quando a onda de vazão controlada tinha forma senoidal. Neste caso os resultados foram encontrados nas simulações diferiram em 1 ou 2% com relação ao valor teórico. Porém, quando ondas de vazão ou pressão distintas da senoidal foram aplicadas para ventilar o modelo, os resultados pioraram levando a erros da ordem de 10% ou mais. Em alguns casos, constatou-se a presença de dependência linear entre as variáveis do sistema (pressão, vazão ou volume) que impediram a boa identificação do modelo simulado. Estas dependências lineares estavam presentes na onda de vazão constante, pressão constante, durante a expiração passiva e quando, simultaneamente, a vazão tinha forma de rampa crescente e a RLM identificava resistências dependentes da vazão. Nestes casos os valores identificados eram incorretos e sem significado fisiológico. Para o controle da PEEP a identificação da complacência e a monitorização do volume de ar nos pulmões serviram para estimar o momento em que a pressão nos pulmões é a mesma desejada para a PEEP. Neste momento, a expiração, que estava sendo realizada de forma passiva e contra pressão ambiente, foi interrompida pelo acionamento de uma válvula, mantendo a PEEP desejada. Este método produziu resultados satisfatórios conduzindo a PEEP a erros, na maioria das vezes, inferiores a 0.5 cmH₂O. O método se justifica por permitir: redução do tempo expiratório; aumento da frequência respiratória; diminuição do pico da onda de vazão inspiratória; diminuição da pressão média de vias aéreas; e diminuição dos riscos de aparecimento de auto-PEEP (PEEP devido à inadequada relação tempo inspiratório/tempo expiratório). Pelos resultados encontrados, a identificação da mecânica respiratória utilizando a RLM da forma como implementada neste trabalho, mostrou-se satisfatória apenas para o acompanhamento da evolução do quadro clínico de pacientes, justificada pelos pequenos erros na identificação, possibilidade de ser realizada ciclo a ciclo e não ser necessário nenhum tipo de manobra respiratória. Por outro lado o controle automático da PEEP mostrou ser potencialmente útil e passível de utilização prática.

IDENTIFICATION OF RESPIRATORY MECHANICS AND PEEP CONTROL DURING MECHANICAL VENTILATION: SIMULATION

Alexandre Visintainer Pino, Antonio Giannella Neto (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Oct., 1996

This work presents a mechanic simulator of the behavior of the respiratory system (RS) during mechanical ventilation, with flow and pressure controlled waves. Developed in C language for IBM-PC or compatible computers, this program incorporates multiple linear regression (MLR) routines and has the ability to acquire and process signals from the A/D converters of pulmonar engineering laboratory (PEL) of COPPE. With this program we studied MLR as a tool to control the positive end expiratory pressure (PEEP) and as a way for mechanical parameters identification of (resistance, compliance and PEEP) the RS. In these simulations two viscoelastic models of the RS were used to represent a normal patient and another with acute respiratory distress syndrome (ARDS). A simple unicompartimental model with different inspiratory and expiratory resistances to represent a normal RS was employed. Five controlled waveforms at the ventilator (four of flow and one of pressure) to this model were applied. White noise with three different signal to noise ratios was incorporated in the pressure and flow signals, in order to simulate an instrumentation with quality similar, better and worse than that available at PEL. The MLR technique was applied with the RS unicompartimental movement equation and the portion used in identification was inspiration, expiration or both. In the RS movement equation, the resistive part was identified as a constant, as flow dependent or a mixture of both. In the simulations the pressure value used in the identification was measured between ventilators and endotraqueal tubes (ET), in addition to the pressure estimation after ET. The identification using MLR presented very good results when the flow controlled wave has a sinusoidal shape. In this case the results found in the simulations were 1 or 2% different from the theoretical values. However when using pressure and flow waves different from the sinusoidal one to ventilate the model, the results got worse, presenting errors in the range of 10% or more. In some cases, linear dependence among the system variables (pressure, flow and volume) was observed that did not permit good identification of the simulated model. This linear dependence was present in the constant flow wave, constant pressure wave, during the passive expiration and when, at the same time, the flow had increasing ramp shape and the MLR was used to identify a flow dependent resistance. In these cases the identified values were not correct and had no physiological meaning. In order to control the PEEP, the identification of the compliance and the volume monitoring at the lung were used to estimate the moment when the pressure in the lung was the same as that desired for the PEEP. At moment, the expiration, occurring in a passive way and against the environment pressure, is interrupted by closing a valve, keeping the desired PEEP. This method presented good results showing PEEP errors, generally smaller than 0.5 cmH₂O. The method has the benefits of: reduction in expiratory time; increase in respiratory frequency; decrease in the inspiratory peak flow; reduction of the average pressure at the aerial ways; and reduction of the hazards of auto-PEEP (PEEP due to an inadequate inspiratory/expiratory time relation). Through the results found, the identification of respiratory system parameters using the MLR, in the way implemented in this work, proved satisfactory only for accompanying the evolution of the clinical state of the patients, given the low magnitude of the errors, and the possibility of cycle by cycle identification without the need for respiratory maneuvers. However, the automatic control of PEEP show to be potentially useful and appropriate for practical use.

EMPREGO SEGURO DE VENTILADORES PULMONARES: UMA ABORDAGEM DE ENGENHARIA CLÍNICA

Luis Claudio Gonzaga Donadio, Antonio Giannella Neto (Orientador),
Carlos Roberto Strauss Vieira (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dez., 1996

Com o surgimento da Engenharia Clínica no final da década de 60, o gerenciamento das tecnologias aplicadas ao segmento médico-hospitalar passou a ser alvo de estudo e constante intervenção por parte de profissionais com simbiose em engenharia e medicina. Historicamente, ventiladores pulmonares são equipamentos que apresentam riscos como hiperinsuflação e hipoventilação dos pulmões, quer por falha dos equipamentos, vazamento e uso inadequado. A plena interação entre operador, equipamento e paciente, nos leva a considerar de forma significativa a condição do equipamento, as condições de uso e manutenção, bem como sua obsolescência. Este trabalho avalia o emprego de ventiladores pulmonares por pressão positiva e os aspectos externos ao equipamento que influenciam no seu funcionamento, como sistema de distribuição de gases e rede elétrica. Como meio de intervenção é proposto a implantação de um Laboratório de Inspeção de Ventiladores (LIVE). O LIVE procura estabelecer critérios quanto aos procedimentos de rotina e procedimentos preventivos a serem adotados, bem como, contemplar os aspectos de treinamento de operadores, gerenciamento e obsolescência desses equipamentos. Para assegurar as condições externas necessárias para o adequado funcionamento dos ventiladores pulmonares, foram elaborados protocolos para inspeção do sistema de distribuição de gases (ar comprimido e oxigênio) e rede elétrica que atende a Unidade de Terapia Intensiva. Como alvo de estudo, foi avaliado um hospital de 500 leitos para identificar as condições e gerência dos ventiladores pulmonares, o sistema de distribuição de gases e rede elétrica. Ao final da avaliação foram encontrados altos índices de indisponibilidade dos equipamentos, falta de um inventário e de acompanhamento dos serviços prestados por firmas contratadas, além de equipamentos obsoletos e procedimentos de rotina incompletos. Dentre os principais problemas encontrados no sistema de distribuição de gases destacam-se: água na rede de ar comprimido (AR), oscilação no nível de pressão estática de AR entre 3 a 6 kgf/cm², conexões de saída com vazão inferior a 30 lpm e inexistência de alarmes operacionais e de emergência da rede de AR e O₂. A rede elétrica apresentou não conformidade com as recomendações da norma brasileira de instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde. Os resultados proporcionaram subsídios para destacar a necessidade de um rigoroso acompanhamento dos ventiladores pulmonares e instalações, e apontar para a possibilidade de se estruturar um Laboratório de Inspeção de Ventiladores que atue no gerenciamento e adequação desses equipamentos nas diversas unidades do hospital.

SAFE USE OF LUNG VENTILATORS: CLINICAL ENGINEERING APPROACH

Luis Claudio Gonzaga Donadio, Antonio Giannella Neto (Supervisor),
Carlos Roberto Strauss Vieira (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dec., 1996

With the appearance of Clinical Engineering at the end of the 60s, the management of medical equipment became a focus of study and constant intervention by professionals of engineering and

medicine. Lung ventilators are have always offered some risks, such as hiperventilation and hipoventilation due to equipment failure, leaks or unsuitable usage. The interaction between operator, equipment and patient requires us to consider seriously the condition of the equipment, its use and maintenance, as well as its obsolescence. This work evaluates the use of positive pressure lung ventilators as well as external aspects that influence its operation, such as the medical gas supply and the electrical installation. A Laboratory for Inspection of Ventilators (LIVE) is proposed as a means of intervention. The LIVE seeks to establish criteria with regard to preventive measures to be adopted, as well as to consider training of operators, management and equipment obsolescence. Order to guarantee the necessary external conditions for the adequate function of lung ventilators, protocols for inspection were prepared. A 500-bed hospital was evaluated to identify the conditions and management of lung ventilators and medical gas and electrical installations. The results showed high indices of faulty equipment, absence of an inventory and service attendance by the contracted maintenance companies, in addition to obsolete equipment and incomplete routine procedures. Among the problems found in the medical gas supply the following were the most striking: water in the compressed air (AR) pipe, oscillation in the level of static pressure between 3 and 6kgf/cm², exit connections with flow inferior to 30 lpm and absence of operational and emergency alarms for AR and O₂. The electrical system failed to comply with the recommendations of the Brazilian standard of electrical installations in hospitals. The results underlined the importance of rigorous regular checks of lung ventilators and indicate the relevance of a Laboratory for the Inspection of Ventilators, which would act in their management to guarantee adequate performance of these vital pieces of equipment in the hospital units.

DETECÇÃO OBJETIVA DA RESPOSTA NO EEG À ESTIMULAÇÃO SOMATO-SENSITIVA USANDO TÉCNICAS NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA

Renato Tenório Leite, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador),
David Martin Simpson (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Jan., 1997

A Estimulação Somato-Sensitiva Repetitiva (ESSR), com promedição do Potencial Evocado Somato-sensitivo (PESS), tem sido empregada na avaliação das respostas do sistema nervoso central à estimulação elétrica de nervos periféricos sensoriais. O exame clínico do estado do sistema nervoso periférico de pacientes que apresentem deficiências motoras ou sensitivas, e a monitorização intra-operativa de pacientes submetidos a cirurgias próximas ou internas a troncos nervosos são os campos de utilização em que o PESS é usualmente empregado. Nesta última, os benefícios da utilização do PESS são a rapidez, a segurança e a possibilidade de exame em momentos nos quais o paciente esteja impossibilitado de responder a comandos do cirurgião. Ainda assim, atualmente, em um exame clínico por PESS com adequada relação sinal-ruído deve ser efetuada a promedição de 1000 a 3000 respostas. Tais considerações evidenciam a necessidade do estabelecimento de métodos efetivos e objetivos, que permitam identificar alterações no EEG quando da ESSR. Ao não se basear no reconhecimento visual do PESS e de seus picos por especialistas experientes, o procedimento tem a vantagem adicional de facilitar a interpretação e conseqüentemente a monitorização. Assim, técnicas de análise espectral foram aplicadas a sinais EEG durante ESSR, com vistas à detecção da resposta ao estímulo de forma rápida (poucos estímulos) e objetiva, sendo o desempenho dessas técnicas então investigado. Três técnicas diferentes no domínio da frequência, o Teste F Espectral (TFE), a Medida de Sincronia dos Componentes (Component Synchrony Measure - CSM) e a Magnitude Quadrada da Coerência (Magnitude-Squared Coherence - MSC), foram estudadas e testadas para a detecção de respostas do EEG à ESSR. Inicialmente, numa série de simulações de Monte Carlo, as estatísticas destas três técnicas foram confirmadas. Em outras simulações com um trem de pulsos adicionado a ruído branco Gaussiano, a CSM e a MSC demonstraram desempenho muito superior ao TFE, sendo que a MSC superou levemente a CSM. Adicionalmente, CSM e MSC tiveram desempenho melhorado quando aplicados diretamente a trechos originais do sinal, sem formação de submédias promediadas, ao contrário do TFE. No entanto, a aplicação direta das técnicas leva a uma maior demanda computacional. Utilizando o EEG durante ESSR do nervo posterior tibial esquerdo (frequência de 8 Hz, e intensidade de 3 vezes o limiar sensitivo do paciente), CSM e MSC permitiram identificar as respostas com 200 estímulos, para 4 dos 7 pacientes testados, e 400 estímulos para 2 dos 3 pacientes restantes. Com o mesmo protocolo o TFE identificou alterações espectrais causadas pela resposta evocada em apenas 3 dos 7 pacientes, necessitando para tanto de 200 estímulos em 2 deles e 400 estímulos para o terceiro. Ao contrário do ocorrido nas simulações, CSM e MSC apresentaram desempenhos similares para dados reais. Outro achado relevante é o fato da resposta do EEG à estimulação a 8 Hz se manifestar principalmente na banda de frequência de 0 a 100 Hz, enquanto o artefato da estimulação (causado pela corrente elétrica descarregada no paciente por cada estímulo) manifesta-se em frequências acima de 250 Hz. Esta observação permite, portanto, diferenciar artefato de atividade evocada.

OBJECTIVE DETECTION OF THE RESPONSE IN THE EEG TO SOMATOSENSITIVE STIMULATION USING FREQUENCY-DOMAIN TECHNIQUES

Renato Tenório Leite, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor),
David Martin Simpson (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Jan., 1997

The Repetitive Somatosensitive Stimulation (RSSS) with measurement of the Somatosensitive Evoked Potential (SSEP) aims to evaluate the response of the central nervous system to electrical stimulation of peripheral nerves. The clinical exam of the state of peripheral nervous system for patients with motor or sensitive losses, and monitoring of patients submitted to surgeries next or internal to nervous tracks are the usual employment fields of the SSEP. When monitoring the benefits brought by SSEP are time economy, safety and the possibility of examinations in moments when the patient can not respond to the surgeon's instructions. Despite these advantages, a clinical SSEP exam with adequate signal-to-noise ratio requires the ensemble averaging of 1000 to 3000 responses. These considerations show the necessity for establishing effective and objective methods, which may allow the identification of EEG changes during RSSS. The objective procedure is not based on the visual recognition of the SSEP and its peaks by experienced specialists, therefore having the additional advantage of making interpretation and consequently the monitoring easier. Spectral analysis techniques have been applied to the EEG during RSSS signals, aiming at fast (few stimuli) and objective detection of responses to stimulation. The performance of these techniques has also been investigated. Three different frequency-domain techniques, the Spectral F-Test (SFT), the Component Synchrony Measure (CSM) and the Magnitude-Squared Coherence (MSC) have been studied for the detection of responses in the EEG to Repetitive Somatosensitive Stimulation (RSSS). Initially, in a series of simulations, the statistics for the three techniques were tested and confirmed. In other simulations with a pulse train added to white Gaussian noise, the CSM and MSC were found to be rather more powerful than the SFT, and the MSC showed slightly better performance than the CSM. Additionally, CSM and MSC had slightly better performances when directly applied to signal epochs, contrary to the SFT, which performed better when applied to subaverages. In spite of that, the direct application of the techniques leads to a greater computer demand. Using the EEG during RSSS of the left Posterior Tibial nerve (8 Hz stimulating frequency and 3 times the sensory threshold of each patient), CSM and MSC permitted the identification of responses with 200 stimuli for 4 of the 7 tested patients, and 400 stimuli for 2 of the remaining 3 patients. With the same protocol, the SFT identified spectral changes by evoked response in only 3 of the 7 patients, requiring 200 stimuli for 2 of them and 400 stimuli for the third. Contrary to simulations, CSM and MSC presented similar performances when applied to real data. Another finding is that the EEG response to 8 Hz stimulation is mainly detected within the frequency band from 0 to 100 Hz, while the stimulation artifact (caused by the electric current delivered to the patient in each stimulus) was detected at frequencies above 250 Hz. This is an important result for the differentiation between artifact and evoked response.

HIPERSIG : UM SISTEMA HIPERMÍDIA SOBRE TÉCNICAS DE REPRESENTAÇÃO ESPACIAL E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA A ÁREA DA SAÚDE

Elomar Christina Vieira Castilho Barilli, Flávio Fonseca Nobre (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Jan., 1997

O desenvolvimento deste trabalho teve como pressuposto o fato de que em países ditos “em desenvolvimento”, onde o setor da saúde é, geralmente, um dos menos favorecidos, os gestores dos diferentes níveis precisam estar bem apoiados quanto a coleta, gerenciamento, análise e representação de dados, a fim de que possam estabelecer estratégias e processos de avaliação eficazes, em Saúde Pública, com vistas ao bem estar das populações. Para tanto, é indispensável o acesso facilitado a dados pertinentes, assim como a rapidez de seu processamento, segurança nos resultados alcançados e facilidade de disseminação dos mesmos, sendo que este último envolve a representação dos achados de forma nítida e precisa, diminuindo, assim, as distorções e erros de interpretação. Quando o objeto de estudos relaciona-se à distribuição espacial, os **mapas** e suas variantes, são a escolha óbvia, uma vez que possibilitam uma visualização global das variáveis estudadas sobre a base geográfica. Este trabalho apresenta o HIPERSIG, sistema hipermídia, destinado a suprir as carências relativas à utilização/aplicação de análises espaciais na área da saúde, auxiliando no treinamento/aperfeiçoamento de profissionais e estudantes desta área, no que se refere a utilização de Sistemas de Informações Geográficas, além de atuar como fonte de consulta sistematizando as técnicas de mapeamento espacial e de representação cartográfica de aspectos relacionados à saúde, oferecendo a possibilidade de aquisição de um tipo de conhecimento ao qual nem sempre esta clientela tem acesso.

HIPERSIG: ON HYPRMEDIA SYSTEM ON SPATIAL REPRESENTATION METHODS AND GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS FOR USE IN THE HEALTH FIELD

Elomar Christina Vieira Castilho Barilli, Flávio Fonseca Nobre (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Jan., 1997

Different levels of managers involved in public health need to have as much help as possible in the collection, management, analysis and presentation of public health data so that they can establish strategies and efficient evaluation processes for the good of the population. This is especially true in the so-called developing countries, where public health statistics are wanting. Therefore, it is indispensable to have ease of access to the relevant data as well as a way of rapidly processing and assurance that the arrived results are accurate. In addition, these results must be disseminated in a clear and precise manner to lessen distortions and interpretation errors. When the object of the study lends itself to a geographical representation, maps are an obvious choice. They make possible the visualization of the many variables on a geographic base. This work presents HIPERSIG, a multimedia system to help overcome the difficulties faced in the utilization and application of geographic analysis in the area of public health. It will help in training and improving the ability of professionals and students in using these geographic information systems. It will also act as a systematized consulting source in the technique of geographic presentation of health related matters.

MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA E COMPLACÊNCIA DO SISTEMA RESPIRATÓRIO EM INDIVÍDUOS NORMAIS RESPIRANDO ESPONTANEAMENTE ATRAVÉS DE CARGA NÃO-LINEAR

André Domingues Quelhas, Antonio Giannella Neto (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Fev., 1997

Este trabalho visa propor um método de medida de resistência e complacência do sistema respiratório em pessoas normais, respirando consciente e espontaneamente. A estimativa simultânea destes parâmetros é matematicamente possível pela inclusão de uma carga não linear adicionada ao circuito de expiração. O valor desta carga é projetado de forma a maximizar a quantidade de informação proporcionada pelos experimentos. Tomando como base a região que abrange o intervalo de 3 a 7 cmH₂O/l/s para a resistência do sistema respiratório e de 0,05 a 0,15 l/cmH₂O para a complacência, o valor ótimo corresponde ao uso de uma resistência adicionada igual a 1,8 cmH₂O/l²/s² (valor de k₂, equação de Rohrer). Foram utilizados 6 voluntários (24-35 anos, 5 homens) escolhidos de um grupo de 20 pessoas saudáveis (22-35 anos, 16 homens) e sem história pregressa de doenças respiratórias crônicas. Os experimentos fizeram uso de oclusões do fluxo de ar ao fim da inspiração. Nos ciclos em que ocorram oclusões o volume de ar inspirado foi de 1,4 ± 0,18 l, controlado pelo próprio voluntário através de indicação visual fornecida por um integrador de fluxo. As estimativas foram realizadas com o uso da técnica de mínimos quadrados ponderados, levando em conta informações sobre a variância e autocorrelação dos resíduos. Estas informações também foram usadas para definir a distribuição dos erros das estimativas através de simulações de Monte Carlo. As estimativas renderam valores de 2,03 ± 0,97 cmH₂O/l/s para a resistência e 0,16 ± 0,04 l/cmH₂O para a complacência. A complacência estática, medida durante as oclusões, foi de 0,11 ± 0,02 l/cmH₂O. As discrepâncias entre as medidas de complacência podem ser explicadas, matematica e fisiologicamente, pela existência de uma resistência não linear além daquela adicionada para a execução do método. Esta resistência adicional foi estimada em 0,84 ± 0,53 cmH₂O/l²/s² e seria pertencente ao próprio sistema respiratório.

MEASUREMENTS OF RESISTANCE AND COMPLIANCE OF THE RESPIRATORY SYSTEM IN NORMAL SUBJECTS BREATHING SPONTANEOUSLY THROUGH NON LINEAR LOAD

André Domingues Quelhas, Antonio Giannella Neto (Supervisor)

M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Fev., 1997

This study presents a method for measurement of resistance and compliance of the respiratory system in normal subjects, breathing consciously and spontaneously. The inclusion of a non-linear resistance turns estimation of both parameters possible. This resistance is projected in order to maximize the amount of information that experiments yield. It corresponds to a value of 1,8 cmH₂O/l²/s² (de k₂, Rohrer equation) calculated over the range of 3-7 cmH₂O/l/s and 0,05-0,15 l/cmH₂O, respectively, for resistance and compliance of respiratory system. Six volunteers (24-35 years old, 5 men) were chosen from a group of 20 healthy, non-smokers subjects (22-35 years old, 16 men). The volunteers have never had chronic respiratory diseases. Experiments took in airflow occlusions at the end of inspiration. In the cycles where occlusions were performed the inspired air volume was 1,4 ±

0,18 l. The volunteers controlled this volume level by watching a flow integrator. Estimates were carried out by weighted least square technique using information about variance and autocorrelation of residues. This information was used to find out error distribution of estimates by Monte Carlo's simulations. Mean values of parameters were $2,03 \pm 0,97$ cmH₂O/l/s for resistance and $0,16 \pm 0,04$ l/cmH₂O for compliance. Static compliance was found to be $0,11 \pm 0,02$ l/cmH₂O during occlusion s performed. Mathematically and physiologically, deviations between these compliance values can be explained if there is a non-linear resistance higher than that added externally. The value of this extra resistance was found to be $0,84 \pm 0,53$ cmH₂O/l²/s² and is supposed to pertain to respiratory system.

OTIMIZAÇÃO DA RESPOSTA IMPULSIVA DE TRANSDUTORES ULTRA-SÔNICOS

Luiz Antonio da Silva Glória, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Orientador),
João Carlos Machado (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1997

Este trabalho tem como objetivo o projeto e a construção de transdutores ultra-sônicos de alta frequência e alta resolução axial para a investigação de estruturas biológicas, em especial as de multicamadas. Foi desenvolvido um método de projeto baseado na utilização de camadas de retaguarda (“backing”) com altas impedâncias e atenuação acústicas. O formato geométrico destas, bem como as suas características acústicas foram levadas em consideração. Camadas frontais de acoplamento acústico foram empregadas para aumentar a sensibilidade do transdutor. Um protótipo foi montado segundo o método proposto e os resultados obtidos apontam para a necessidade de um rígido controle na espessura e na uniformidade das camadas de união mecânica entre as estruturas que compõem o transdutor. A resolução axial obtida, em um meio com velocidade longitudinal de propagação do som igual a 2750 m/s, foi de 1,1 mm, aproximadamente.

OPTIMIZATION OF THE IMPULSE RESPONSE OF ULTRA-SOUND TRANSDUCERS

Luiz Antonio da Silva Glória, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Supervisor),
João Carlos Machado (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1997

This work aims the project and the construction of ultrasound transducers of high frequency and high axial resolution to investigate biological structures, especially multilayered ones. A method is proposed based on the utilization of high acoustic impedance and high attenuating backing layers. The geometric shape and the acoustic characteristics of these layers were also take into account. Frontal matching layers were used to increase the sensibility of the device. A transducer was built and the results point to the need to make a fine control of the thickness and uniformity of the adhesion layers between the transducer's structures. The axial resolution achieved in a medium with longitudinal acoustic velocity of 2750 m/s was 1.1 mm, approximately.

DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA ENSAIO DE ELETROCARDIÓGRAFO UTILIZANDO A NORMA IEC-601.2.25

Luiz Fernando da Silva, Marcelo Martins Werneck (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1997

A inexistência de certificação de conformidade de produtos médicos-hospitalares no Brasil tem contribuído para proliferação de equipamentos sem qualidade e segurança, tornando os usuários desses produtos sujeitos aos riscos provenientes destes, bem como uma insatisfatória qualidade da assistência à saúde da população. Entretanto, a portaria 2.663 de 22 de dezembro de 1995 do Ministério da Saúde instituiu uma política para garantir a qualidade dos produtos médico-hospitalares. Apesar disso, mesmo com uma legislação em vigor, dispomos de apenas um laboratório de ensaios de produtos médico-hospitalares no Brasil. O governo federal está aproveitando a experiência de laboratórios em áreas afins para que se iniciem processos de implantação de laboratório de ensaio de conformidade para aqueles produtos. O Laboratório de Instrumentação (LI) do Programa de Engenharia Biomédica (PEB) da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia (COPPE/UFRJ) atendendo ao apelo governamental iniciou um processo de implantação de laboratório de ensaio. Atualmente o LI faz parte da Comissão Técnica para Certificação de Conformidade de Equipamentos Eletromédicos, cujas reuniões periódicas ocorrem nas sedes da ABIMO (Associação Brasileira da Indústria de Artigos e Equipamentos Médicos, Odontológicos, Hospitalares e de Laboratório) em São Paulo e do IBQN (Instituto Brasileiro de Qualidade Nuclear) no Rio de Janeiro. Participam dessas reuniões os representantes dos fabricantes, dos Organismos Certificadores de Credenciados (OCCs), dos laboratórios interessados em tornarem-se laboratórios de ensaio (IPT, CEB-UNICAMP, LEB-USP, LI-PEB-COPPE/UFRJ e outros), do Ministério da Saúde e do INMETRO. Todo esse esforço é revertido para a melhoria da assistência a saúde da população e apoio às indústrias que visam uma comercialização global de seus produtos (MERCOSUL, MCE, etc). Esta tese tem como objetivo desenvolver metodologias de ensaios de normas IEC 601-2 bem como orientar os laboratórios da área de engenharia biomédica de como implantar um laboratório de certificação de conformidade de produtos (instrumentos) médico-hospitalares. Tal laboratório é o instrumento legal para avaliar a qualidade destes produtos.

DEVELOPMENT OF DOCUMENTATION FOR TEST LABORATORY OF ELECTROMEDICAL EQUIPMENT

Luiz Fernando da Silva, Marcelo Martins Werneck (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1997

In Brazil, the lack of conformity's certification of hospital products has contributed to the proliferation of equipment without quality and safety which exposes the users to risks, as well as decreases the quality of the public health's assistance. The law number 2.663 of 22nd December 1995, however, from the Health's Ministry established a policy to guarantee the quality of hospital products. Even with this legislation federal, we have only one test laboratory of hospital products available in Brazil. The government is stimulating laboratories of related areas to use their experience and start a process of accreditation of the laboratory for conformity tests to hospital-medical equipment. The Instrumentation Laboratory (LI) of the Biomedical Engineering Program (PEB) of the Coordination

of the Pos-graduation of Engineering (COPPE/UFRJ), attending to governmental appeal, is initiating a process of implantation of a test laboratory. Nowadays the LI is a member of the Technical Commission for conformity's certification of electromedical equipment, which meets periodically in the ABIMO's headquarters in São Paulo and in the IBQN's headquarters in Rio de Janeiro. Other institutions that take part in these meetings are the manufacturer's representative, the Accreditation Certification's Organisms (OCCs), the laboratories which are interested to become test's laboratories (IPT, CEB-UNICAMP, LEB-USP, LI-PEB-UFRJ and others), the Health's Ministry and the INMETRO). All this effort is reverted to improvement of public health's assistance and to a support to industries that are intending a global trading of its products (MERCOSUI, MCE, etc). The objective of this thesis is development of methodology of tests based on IEC 601-2 standards as well as to guide the establishment of a test laboratory in the biomedical engineering area. Such laboratory is the legal way to test and verify the quality of these products.

MONITOR DE SINAIS FISIOLÓGICOS

Antonio Carlos Souza de Abrantes, Jurandir Nadal (Orientador),
Antonio Giannella Neto (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1997

Um *software* modular, denominado VITAL2000, para monitoração de diferentes sinais fisiológicos, foi desenvolvido e utilizado como monitor cardio-respiratório. O sinal de ECG é obtido a partir do monitor fisiológico DIXTAL, enquanto os sinais respiratórios a partir do espectrômetro de massa da AIRSPEC e de um pneumotacógrafo tipo Fleisch. As amostras são digitalizadas e processadas por um microcomputador PC compatível. As características principais do *software* incluem: exibição em tempo real dos sinais (obtidos a diferentes taxas de amostragem) e também de sinais pré-gravados, gravação e impressão de dados em impressora *laser* ou matricial, realização de medidas de intervalos de tempo e amplitudes, cálculo de frequência cardíaca e de parâmetros respiratórios (volumes inspirados e expirados de oxigênio, gás carbônico e nitrogênio, tempos inspiratórios e expiratórios, vazão de oxigênio e de gás carbônico, quociente respiratório, frequência respiratória), geração de relatório com relação das variáveis respiratórias a cada ciclo, geração de relatório contendo os intervalos RR do sinal de eletrocardiograma, possibilidade de aquisição de novos sinais via porta serial ou placa A/D bastando a edição de um arquivo de configuração do sistema. Alarmes de taquicardia, bradicardia e assistolia podem ser habilitados para emitir sinais sonoros ou apenas visuais. Um algoritmo de correção dinâmica do atraso observado na aquisição dos sinais de gás obtidos do espectrômetro de massa foi implementado. Este algoritmo leva em conta as variações na viscosidade da mistura gasosa, responsáveis por alterações no tempo de transporte da mistura ao longo do capilar. A avaliação foi realizada na UTI do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, onde o PEB desenvolve pesquisas na área pulmonar. A avaliação do detector de QRS utilizou registros do *MIT-BIH Arrhythmia Database*. Os resultados mostram índices de 0,97% de falsos positivos e 0,37% de falsos negativos. A avaliação dos cálculos respiratórios utilizou sinais simulados, obtendo-se resultados com erros inferiores a 1%, e experimentos *in vitro* obtendo-se erros inferiores a 3%. Testes *in vivo*, realizados com pacientes em respiração espontânea, em repouso, mostram uma correspondência com os valores fisiológicos esperados e com os valores calculados a partir do ar expirado coletado num saco de Douglas, apresentando erros inferiores a 5 % nas variáveis de vazão de gás carbônico e vazão de oxigênio. O sistema VITAL2000 foi desenvolvido em linguagem FORTRAN, ASSEMBLY e C. O sistema é de fácil uso e oferece ao usuário telas de auxílio durante a operação. A plataforma de um monitor cardio-respiratório constitui uma importante ferramenta para futuras pesquisas em laboratório, e sua versatilidade é uma importante qualidade para expandir o sistema com o uso de outros equipamentos ou de novos algoritmos.

PHYSIOLOGICAL SIGNAL MONITOR

Antonio Carlos Souza de Abrantes, Jurandir Nadal (Supervisor),
Antonio Giannella Neto (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1997

A modular *software*, named VITAL2000, has been developed for different physiologic signals monitoring, and used as a cardio-respiratory monitor. The electrocardiographic signal is obtained from a

physiologic monitor DIXTAL, and the respiratory signals from an AIRSPEC mass spectrometer and a Fleisch pneumotacograph. The data are sampled and processed by a PC compatible microcomputer. The main *software* characteristics include: display signals in real-time (each signal sampled at different rates) and *off-line*, save data, print data in matrix on *laser* printers, accomplishes time and amplitude measurements, evaluates heart rate, and respiratory parameters (inspiratory and expiratory volumes of oxygen, carbon dioxide, nitrogen, inspiratory and expiratory intervals, oxygen consumption, carbon dioxide production, respiratory exchange ratio, respiratory rate), print a report with the respiratory parameters calculated at each cycle, print a report with the RR intervals of electrocardiogram, possibility to acquire data from other devices: serial ports or analog/digital converter (it is only necessary to edit a configuration file). Tachycardia, bradycardia and asystole alarms may be activated for acoustic and visual alarms. A dynamic correction algorithm of the time delay observed at gas acquisition, obtained from mass spectrometer has been implemented. This algorithm takes into account changes in viscosity of gas mixture that has a significant effect in transport time of gas inside the capillary system. The evaluation has been made in the ICU of University Hospital Clementino Fraga Filho, where the Biomedical Engineering Program develops research in lung physiology. The QRS detector evaluation has been made using registers from MIT-BIH Arrhythmia Database. The results showed indexes 0.97% false positives and 0.37% false negatives. Simulation files have made the evaluation of respiratory calculations, and presented errors lower than 1 % from reference. In addition, in vitro experiments exhibited errors lower than 3 %. Tests made with patients under spontaneous ventilation at rest, showed an agreement with physiologic values, and errors were lower than 5 % when compared with measures made with the expired gas collected in a Douglas bag. The VITAL2000 has been developed using FORTRAN and ASSEMBLY languages, in a modular form and integrated with the MGA2000 (the respiratory analysis software, previously available). The system is of easy use and offers to user help screens to aid the operation. The platform of a cardiac respiratory monitor constitutes a useful tool for futures researches in laboratory, and its versatility is an important quality to expand the system with use of other equipment or *software* algorithms.

DETERMINAÇÃO DE ALTERAÇÕES NO TEMPO DE COAGULAÇÃO EM FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA E INTENSIDADE ULTRA-SÔNICA IRRADIADA NO PLASMA SANGÜÍNEO

Luiz Fernando Mariz Milczewski, João Carlos Machado (Orientador),
Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1997

Este trabalho tem como objetivo a avaliação de uma faixa de frequência e intensidade ultrassônicas utilizadas em um aparato de medição de tempo de coagulação com ultra-som, de forma a determinar uma possível interferência destas variáveis no processo de coagulação. Este trabalho baseia-se no sistema utilizado por Machado et alii. (1991), e consiste na agitação de microesferas por dois conjuntos de quatro transdutores nas frequências de 2,7 MHz e 9,7 MHz, em quatro intensidades para cada conjunto. Dois outros transdutores (10 MHz - um transmissor e outro receptor) são utilizados para emitir um feixe sobre as partículas e detectar o sinal espalhado por elas. Deste sinal, retiramos a componente em fase e utilizamos para monitoração do processo. As microesfera são suspensas em uma amostra de plasma, que é levada a coagular, sendo o tempo medido do momento da introdução do agente coagulante, até o momento em que cessa o movimento das partículas. Os tempos obtidos para os transdutores de 2,7 MHz se apresentaram maiores que os obtidos com os transdutores de 9,7 MHz. Levando-se em conta que o tempo normal para o teste TP é de 12 a 13 segundos, para os transdutores de 2,7 MHz, nas intensidades de 3,05 , 1,98 , 1,35 e 1,22 W/cm², obtivemos, respectivamente, tempos médios de 21,15 s, 13,73 s, 21,87 s e 20,66 s, com desvios padrão de 10,49 , 3,27 , 11,58 e 10,13. Para os transdutores de 9,7 MHz, nas intensidades de 0,11 , 0,09 , 0,08 e 0,07 W/cm², obtivemos, respectivamente, 15,11 s, 13,50 s, 13,42 s e 12,24 s, com desvios padrão de 5,67 , 5,05 , 1,94 e 1,15. Medições de temperatura dentro da cubeta realizadas ao longo de alguns experimentos nos fornecem médias globais, para os transdutores de 2,7 MHz, nas intensidades de 3,05 , 1,98 , 1,35 W/cm², respectivamente, 44,7 , 41,3 e 39,9 °C. Para os transdutores de 9,7 MHz, nas intensidades de 0,11 , 0,09 , 0,08 W/cm², respectivamente, 38,2 , 37,5 e 36,6 °C. Estes valores demonstram que há um alongamento do tempo de coagulação para o conjunto de transdutores de 2,7 MHz, possivelmente devido ao fato de que, nesta frequência e intensidades, as forças que atuam sobre as partículas são muito maiores, dificultando a formação das redes de fibrina, bem como necessitando de uma maior viscosidade por parte do coágulo para que possa deter o movimento das partículas. Além disso, as temperaturas alcançadas durante estes experimentos são muito altas, levando a possível desnaturação das proteínas plasmáticas, dificultando, dessa forma, o processo de coagulação, alongando, por conseguinte, o seu tempo.

DETERMINATION OF ALTERATIONS IN THE COAGULATION TIME IN FUNCTION OF THE ULTRASONIC FREQUENCY AND INTENSITY IRRADIATED ON BLOOD PLASMA

Luiz Fernando Mariz Milczewski, João Carlos Machado (Supervisor),
Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1997

This work aims the evaluation of a range of ultrasound frequency and intensity used in an apparatus for coagulation time measurement, in order to determine a possible interference of this variables in the coagulation process. This work is based in a system used by MACHADO (1991), and consist in the agitation of microspheres by two sets of four transducers in the frequencies of 2.7 MHz and 9.7 MHz, in four ranges of intensities each one. Two others transducers (10 MHz - one transmitter and other receiver) are used to emit a beam over the particles and detect the signal scattered by them. From this signal, we detect the “in phase” component and use it to monitor the process. The spheres are suspended in a plasma sample, that is stimulated to coagulate and the time is measured from this instant up to the end of the particles movement. The times obtained for the 2.7 MHz transducers are bigger them those obtained with the 9.7 MHz transducers. Keeping on mind that the normal time for the PT test is between 12 and 13 seconds, for the 2.7 MHz transducers in the intensities of 3.05, 1.98, 1.35 and 1.22 W/cm², we obtained, respectively, average times of 21.15 s, 13.73 s, 21.87 s and 20.66 s, with standard deviations of 10.49, 3.27, 11.58 and 10.13. for the 9.7 MHz transducers in the intensities of 0.11, 0.09 , 0.08 and 0.07 W/cm², we obtained, respectively, average times of 15.11 s, 13.50 s, 13.42 s and 12.24 s, with standard deviations of 5.67 , 5.05 , 1.94 and 1.15. Measurements of the temperature into the chambers done during some experiments gave us, for the 2.7 MHz transducers, in the intensities of 3.05, 1.98 and 1.35 W/cm², respectively, averages of 44.7, 41.3 and 39.9 °C. For the 9.7 MHz transducers, in the intensities of 0.11, 0.09 and 0.08 W/cm², respectively, averages of 38.2, 37.5 and 36.6 °C. This values demonstrates that there is an enlargement of the coagulation time for the set of 2.7 MHz transducers, possibly due to the fact that, at this frequency and intensities, the forces that actuates on the particles are stronger, difficulting the fibrin net formation, as well as the need of a higher viscosity of the clot to stop the particles movement. Besides, the temperatures reached during the experiments are too high, possibly causing denaturation of some plasmatic proteins, difficulting, in this way, the process, enlarging, consequently, the coagulation time.

APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE ANÁLISE ESPACIAL NA CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO À SAÚDE

Marília Sá Carvalho, Flávio Fonseca Nobre (Orientador),
Claudio José Struchiner (Co-Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Maio, 1997

O objetivo geral deste trabalho é estudar a aplicação de diversos métodos de análise espacial visando, a partir de indicadores socioeconômicos por microáreas, caracterizar regiões urbanas segundo seu perfil de risco à saúde. Foram utilizadas as variáveis do censo demográfico de 1991 e a malha digital dos setores censitários da 20ª Região Administrativa do Rio de Janeiro. Os seguintes métodos foram aplicados: componentes principais, análise de aglomerados por partição, algoritmo de agregação de áreas, teste para autocorrelação espacial, métodos de análise exploratória aplicados a dados espaciais, interpolação linear e por regressão local ponderada (loess), variograma e interpolação por Krigagem universal. Foram utilizados os pacotes estatísticos SAS™ e S-Plus™ e o aplicativo de mapeamento MAP-INFO™. Os métodos empregados permitiram caracterizar as áreas segundo perfil socioeconômico, incorporando sua localização relativa. As técnicas são de difícil execução e exigem razoável familiaridade prévia com os modelos e com os dados, de forma a incorporar os aspectos realmente essenciais, cabendo sempre avaliar a necessidade real da precisão na interpolação, frente à quantidade dos dados e ao modelo de determinação de doenças subjacentes.

APPLICATION OF SPATIAL DATA ANALYSIS METHODS FOR THE CHARACTERIZATION OF HEALTH RISKS AREAS

Marília Sá Carvalho, Flávio Fonseca Nobre (Supervisor),
Claudio José Struchiner (Co-Supervisor)

D.Sc.Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, May, 1997

The main purpose of this work is to study methods of spatial analysis applied to socioeconomic variables, in small areas, in order to identify health risk profile of urban region. Data comes from the 1991 demographic census and digital map of census tracts of the 20th Administrative Region of Rio de Janeiro. The methods used were: principal components and multivariate cluster analysis, areal aggregation algorithm, test for spatial clustering, exploratory data analysis methods for spatial data, linear interpolation, weighted local regression (loess), variogram and universal kriging interpolation. The statistical packages SAS™ and S-Plus™, and the mapping software MAP-INFO™ were used. The methods applied allowed the socioeconomic characterization of the areas, treating the space as continuous. The techniques are difficult to apply and demand through knowledge of the model and the data, in order to grasp the essential aspects. The need of such a precision in interpolating should be assessed, face to data quality and the underlying model of disease determination.

INVESTIGAÇÃO DA DINÂMICA DE PARTÍCULAS ESFÉRICAS, AGITADAS POR ULTRA-SOM, EM MEIO COM VARIAÇÃO TEMPORAL DA VISCOSIDADE

Carlos Henrique Figueiredo Alves, João Carlos Machado (Orientador),
Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Co-Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Jul., 1997

Este trabalho é baseado na análise do movimento de partículas esféricas adicionadas à amostra de diferentes concentrações de água destilada com glicerina e agitadas por ultra-som. O movimento é modelado por uma equação diferencial ordinária, linear, de primeira ordem, não homogênea, e de coeficientes variáveis. Uma solução analítica é apresentada para a velocidade média destas micro-esferas imersas na amostra, e simulada em computador. Resultados experimentais comprovam a teoria apresentada e o modelo é aplicado no levantamento experimental da viscosidade do plasma, durante o processo de coagulação.

INVESTIGATION OF SPHERICAL PARTICLES DYNAMICS, AGITATED BY ULTRASOUND, IN TIME-VARYING VISCOSITY HOST MEDIUM

Carlos Henrique Figueiredo Alves, João Carlos Machado (Supervisor),
Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Co-Supervisor)

D.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, July, 1997

This work is based on the analysis of the motion of spherical particles added to a medium consisting of different concentrations of degassed water and glycerin and agitated by ultrasound. The mathematical model results in a non-homogeneous 1st degree linear ordinary differential equation with variable coefficients. A computer simulation of the analytic solution to the mean particle squared velocity is presented. Experimental results prove the theory and the model is applied on measurement of plasma viscosity, during the coagulation process.

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE RITMOS CARDÍACOS NO ELETROCARDIOGRAMA

Adriana Tokuhashi Kauati, Jurandir Nadal (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Ago., 1997

A monitorização automática de arritmias envolve, a princípio, três etapas fundamentais: a identificação do complexo QRS do eletrocardiograma (ECG), a classificação dos batimentos cardíacos e, posteriormente, a classificação dos ritmos cardíacos. As três etapas citadas fizeram parte deste trabalho, sendo que as duas primeiras foram integradas a partir de algoritmos já desenvolvidos, os quais foram implementados e aperfeiçoados. O detector de complexos QRS, baseado em análise da primeira derivada do sinal ECG, foi avaliado com sinais de 47 pacientes do banco de dados *MIT/BIH Arrhythmia Database*, obtendo-se 99,80% de valor preditivo positivo e 99,76% de sensibilidade. O algoritmo de classificação, baseado na análise de componentes principais, foi desenvolvido com 32 destes sinais, tendo sido, os 15 restantes, utilizados na avaliação da integração do detector com o classificador de complexos QRS. Obteve-se um índice de 97,84% de acertos, para a classificação em 5 classes: normal, batimento supraventricular prematuro, batimento supraventricular com condução aberrante, extra-sístole ventricular e batimento de fusão. O sistema incorpora ainda a identificação dos seguintes ritmos: normal, bigeminia atrial, bigeminia e trigeminia ventricular, taquicardia ventricular, taquiarritmia supraventricular bradicardia. Os ritmos de 1269 minutos e 59 segundos de sinais eletrocardiográficos foram identificados corretamente e houve uma identificação equivocada em 97 minutos e 49 segundos. Os resultados da avaliação conjunta dos módulos de detecção e classificação dos complexos QRS são compatíveis com os melhores encontrados na literatura, destacando-se os índices de desempenho alcançados para as classes de batimentos anormais supraventriculares. Quanto à identificação de ritmos, não foi encontrada na literatura nenhuma avaliação que pudesse ser usada para comparação. Antes da utilização deste conjunto de algoritmos na monitorização automática de pacientes, é necessário incorporar alguns algoritmos complementares, tais como detectores de flutter/fibrilação atrial e ventricular, sistema de alarmes, sendo necessária, ainda, uma cuidadosa avaliação clínica, com profissionais experientes.

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF A METHOD FOR AUTOMATIC IDENTIFICATION OF CARDIAC RHYTHMS IN THE ELECTROCARDIOGRAM

Adriana Tokuhashi Kauati, Jurandir Nadal (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Aug., 1997

Automatic arrhythmia monitoring systems involve three basic operations: detection and then classification of QRS complexes from the electrocardiogram, followed by the classification of the rhythms. In this work, all three stages were integrated in one system. The detector of QRS complexes, based on first derivative analysis, was evaluated using 47 signals from the MIT/BIH Arrhythmia Database, and gave 99.8% for the positive predictive value and 99.76% for sensitivity. The classification algorithm, based on Principal Component Analysis, was developed from 32 of the signals. The remaining 15 were used to evaluate the performance of the detection-classification. A precision of 97.84% was obtained for 5 classes: normal, supraventricular premature beats, aberrantly conducts beats, premature ventricular contractions and fusion beats. This system also identifies the following

rhythms: normal, atrial bigeminy, ventricular bigeminy, ventricular trigeminy, ventricular tachycardia, supraventricular tachyarrhythmia and bradycardia. In the signals analysed, 1269 minutes and 59 seconds were correctly classified and 97 minutes and 49 seconds were not. The performance of the integrated detector-classifier is similar to the best ones found in the literature, in particular as regards the performance indexes related to supraventricular premature beats. No previous work on the evaluation of rhythm identification was found in the literature, so it was not possible to compare these results with any other. Before the system can be recommended for patient monitoring, some further complementary algorithms, such as a detector of atrial flutter/fibrillation and alarms, should be included, and the system evaluated with the support of experienced clinical personnel.

MODELOS DE LOCALIZAÇÃO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS NA ASSISTÊNCIA MATERNA E PERINATAL: UMA APLICAÇÃO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Miguel Murat Vasconcelos, Flávio Fonseca Nobre (Orientador),
Roberto Dieguez Galvão (Co-Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Set., 1997

Este trabalho discute o uso de modelos matemáticos de localização, articulados a sistemas de informações geográficas (SIG), como suporte ao processo decisório relacionado à distribuição espacial de serviços de saúde, no sentido do aperfeiçoamento de sua organização de forma regionalizada e hierarquizada. A partir da caracterização dos serviços de saúde e da estrutura da mortalidade no município do Rio de Janeiro, optou-se por trabalhar com serviços maternos e perinatais, em virtude da importante participação do setor público em seu financiamento e da sua distribuição espacial desigual, além da alta taxa da mortalidade neonatal, também distribuída espacialmente de forma desigual. Os modelos de localização utilizados foram o problema das p medianas e um modelo minisoma hierárquico. Foram localizados serviços em 4 níveis de hierarquia e comparados dois métodos de solução, um exato e outro, heurístico. O “software” de SIG utilizado foi ArcInfo®. Os resultados mostraram pequena diferença (sempre inferior a 1%) entre as soluções fornecidas pelos métodos heurístico (de Teitz e Bart, 1968) e exato (de Galvão e Raggi, 1989) para o problema das p medianas. A utilização de pacote comercial de programação matemática (Cplex®) não mostrou-se muito eficiente na solução do modelo hierárquico. O tempo de CPU gasto variou em torno de 28.000 segundos para uma rede de 69 vértices. A comparação das distâncias percorridas pelas mães, entre seu bairro da residência e o hospital onde ocorreu o parto, considerando a situação atual versus as localizações sugeridas pelo modelo mostrou uma substancial redução. Essa forma de modelagem também permite simulações de alocações de tecnologias de saúde, proporcionando uma metodologia para reduzir a atual inequidade no acesso aos serviços de saúde. As conclusões sugerem que os modelos de localização constituem-se em poderosas ferramentas de apoio à decisão na distribuição espacial de tecnologias de saúde. As vantagens de sua utilização em ambiente SIG referem-se às facilidades na definição de áreas de demanda, a incorporação de sua população específica, a possibilidade do uso de rotinas para calcular distâncias e a comparação visual das localizações sugeridas com aquelas existentes.

LOCATION MODELS AND GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS APPLIED TO MATERNAL AND PERINATAL CARE: AN APPLICATION IN THE CITY OF RIO DE JANEIRO

Miguel Murat Vasconcelos, Flávio Fonseca Nobre (Supervisor),
Roberto Dieguez Galvão (Co-Supervisor)

D.Sc Thesis., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Sept., 1997

This work discusses the use of location-allocation models and Geographical Information Systems (GIS) to support the decision-making process related to the spatial distribution of health care resources, to improve their hierarchical and regional organization. We study the location of health care facilities for maternal and perinatal attention. The problem is important because of the health care

characteristics in the city of Rio de Janeiro, its public financing importance, the present spatial distribution of facilities and the high neonatal mortality rate in the city. The location-allocation models used are the p -median problem and a minisum hierarchical location model. The facilities are located in four hierarchical levels and two solutions methods, one exact, the other heuristic, are compared. The GIS software used was ArcInfo®. The results show as very small difference (less than 1%) between the solutions provided by heuristics (the Teitz and Bart method, 1968) and the Galvão-Raggi exact solution method (1989) for the p -median problem. The use of a commercial mathematical programming package (Cplex®) was not very efficient in the solution of the hierarchical model. The CPU time was around 28.000 seconds for a 69-vertex network. The locations generated by the models were compared with the existing facilities' locations. Comparisons of the travel distances between the mothers' place of residence and the health care facilities used by them showed a substantial reduction in distances travelled when the models were used. The modelling approach also allows the simulation of the allocation of technologies, providing a methodology to reduce the current inequality in the access to the health services. In conclusion, location models are powerful tools to support the decision-making process concerning the spatial distribution of health technology. The advantages of using GIS are the relative ease of definition of the demand areas, the incorporation of their specific populations, the possibility of using GIS routines to calculate distances and the visual comparison of suggested locations versus existing facilities.

ANÁLISE DOS POTENCIAIS TARDIOS DA ATIVAÇÃO VENTRICULAR BASEADA NO HISTOGRAMA DE INTERVALOS RR

Paulo Roberto Benchimol Barbosa, Jurandir Nadal (Orientador),
Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dez., 1997

A análise dos potenciais tardios da ativação ventricular (PTAV) constitui ferramenta de elevado valor diagnóstico para a identificação de focos arritmogênicos, em indivíduos em alto risco de desenvolver arritmias ventriculares por mecanismos de reentrada. Nestes indivíduos, na grande maioria sobreviventes de infarto agudo do miocárdio (IAM), os PTAV têm prevalência entre 20 a 40%. Entretanto, diversos estudos têm demonstrado baixo valor prognóstico (10 a 15%) quanto ao desenvolvimento destas arritmias. Outrossim, indivíduos portadores do vírus da imunodeficiência humana (HIV) apresentam, através de relatos da literatura e de profissionais de saúde, risco de morte súbita por mecanismo ainda não identificado. Devido ao fato de que o HIV infecta diretamente as fibras cardíacas, a possibilidade do desenvolvimento de focos arritmogênicos de reentrada deve ser levada em consideração. Diversos trabalhos têm demonstrado, através da análise do eletrocardiograma de alta resolução (ECGAR), a associação entre arritmias ventriculares, PTAV e variações da frequência cardíaca (FC), no qual experimentos farmacológicos e análises clínicas tem sido empregados. Estes trabalhos sugerem que batimentos dentro de certas faixas de variação da FC podem estar associados com elevação da incidência de PTAV e, portanto, a maior risco para o desenvolvimento de arritmias ventriculares graves. Com a finalidade de testar a hipótese de associação entre PTAV e faixas de variação da FC, em repouso, foi desenvolvido um sistema para extração e análise dos PTAV. O sistema desenvolvido (SD), implementa novas técnicas de alinhamento e classificação de batimentos e foi comparado com um sistema comercial de aceitação internacional: Sistema Predictor™ IIc (SP), (ART, Texas, EUA). O SD analisa e classifica os batimentos de acordo com faixas de variação de FC, utilizando como base o histograma de intervalos RR normais, e realiza a promediação de batimentos dentro destas faixas. São testadas as hipóteses de associação de PTAV em três faixas de variação da FC : pré-modais, modais e pós-modais, de acordo com a distribuição dos batimentos no histograma de intervalos RR. Quarenta e quatro indivíduos foram estudados e divididos em dois grupos, com esta finalidade. O Grupo I, constituído de 14 indivíduos portadores de diversas doenças, é utilizado como controle para validação dos resultados, no qual os sinais foram captados seqüencialmente no SP e no SD. No Grupo II, constituído de 32 pacientes, sendo 9 pós-IAM de parede inferior, 14 indivíduos portadores HIV, 7 com arritmias ventriculares complexas e 2 com hipertensão arterial sistêmica, são realizadas as análises nas faixas de variação do histograma de intervalos RR normais. Os resultados da análise do Grupo I demonstram identidade dos resultados diagnósticos entre ambos os sistemas SD e SP, utilizando toda a faixa de variação de intervalos RR, uma vez que o sistema comercial não é capaz de fazer discriminação por FC. Os resultados das análises no Grupo II, quando discriminados com base nas classes de intervalos RR, demonstram haver associação entre resultados diagnósticos e faixas de variação da FC. No subgrupo composto de indivíduos pós-IAM inferior, não há associação significativa entre classe de intervalos RR e aumento da incidência de PTAV, embora a FC média dos exames positivos seja significativamente mais baixa do que dos exames negativos. Entretanto, no subgrupo composto de indivíduos HIV positivos que já apresentam sinais de imunodeficiência orgânica (Classificação Classe IV do CDC), os PTAV tendem a se distribuir preferencialmente nas classes pré-modais e pós-modais, principalmente nas primeiras. Apesar da FC média dos exames positivos e negativos não diferirem estatisticamente neste subgrupo, a associação preferencial entre faixas extremas de variação da FC (pré-modal e pós-modal) sugere forte influência da modulação autonômica sobre os

PTAVs. O significado prognóstico destes achados precisa ser avaliado, a fim de caracterizar o grau de risco a que estes indivíduos estão submetidos, seja pela natureza da própria infecção, seja pelo uso de drogas anti-virais, para o desenvolvimento de arritmias ventriculares graves. A implementação de técnicas de análise dos PTAV baseada na estratificação da variação da FC parece ser promissora e pode elevar o poder diagnóstico deste método complementar.

ANALYSIS OF VENTRICULAR LATE POTENTIALS BASED ON THE RR HISTOGRAM

Paulo Roberto Benchimol Barbosa, Jurandir Nadal (Supervisor),
Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dec., 1997

The analysis of the ventricular late potentials (VLP) is a powerful tool bearing elevated diagnostic value for the identification of arrhythmogenic foci in individuals at risk of reentrant ventricular arrhythmia (RVA). In these individuals, generally survivors of acute myocardial infarction (AMI), VLP are prevalent between 20 to 40%. However, several works have demonstrated poor prognostic performance in relation to clinical outcome. Moreover, individuals infected by the Human Immunodeficiency Virus (HIV) present elevated risk of sudden death, from a mechanism not yet fully explained. Due to the fact that the HIV directly infects the cardiac fiber, a strong possibility of this cause resides in the development of a arrhythmogenic reentrant focus. In literature it has been demonstrated, by techniques of signal averaging (SA), the association among ventricular arrhythmia, VLP and variation of the heart rate (HR), in which pharmacological and clinical experiments have been conducted. These works suggest that cardiac beats inside a certain range of variation of the HR are associated with an increased incidence of VLP and, therefore an elevated risk of RVA. The aim of this study is to test the hypothesis that VLP and ranges of HR can be associated. In order to perform this task, a SA system has been developed to extract and analyze VLP. The system developed for this propose (DS) is implemented with novel techniques of alignment and beat classification and has been compared with a commercial system with worldwide acceptance, Predictor™ IIc SA System (PS) (ART, Texas, USA). The DS analyzes and classifies the beats according to a specific class of variation of the HR, employing the histogram of normal RR intervals as the criteria for isolation of the heartbeats. It performs the averaging of beats inside the specific class. The hypothesis of association of VLP and HR is tested in three classes of RR histogram: pre-modal, modal and post-modal, according to the distribution of the beats in the histogram. Forty-four individuals were studied and divided into two groups. Group I, composed by 14 individuals, is taken as a control for validation of the results. In this group, signals were acquired using both the DS and the PS systems. Group II is composed by 32 individuals, being 9 post inferior AMI (Subgroup IIa), 14 HIV positive (5 CDC class II and 9 CDC class IV [Subgroup IIb]), 7 with complex ventricular arrhythmia and two with systemic arterial hypertension. In this group signals were acquired using the DS and taken to analyze association between VLP and HR. The results of analysis in Group I demonstrate full agreement between diagnostic results of DS and PS. The results of analysis in the Group II, when discriminated by RR interval classes of the histogram demonstrate association between positive diagnostic results for VLP and ranges of variation of the HR. In the subgroup IIa, there is poor association between classes of the RR histogram and increase in the incidence of VLP, notwithstanding that the average HR of positive exams is significantly lower than for negative exams. In the subgroup IIb, however, VLP distribute preferentially in pre-modal and post-modal classes, specially the first one. In spite of the average HR do not differ statistically between

positive and negative exams, in this subgroup the preferential association of VLP to extreme classes of RR interval variation strongly suggests an influence of autonomic modulation over the VLP. The prognostic significance of this finding is still to be evaluated, in order to characterize the degree of risk to which these individuals are submitted to the development of RVA. The implementation of techniques for VLP analysis based on the stratification of the HR is promising and can elevate the diagnostic power of this complementary method.

BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA DO TÓRAX E LAVAGEM DO NITROGÊNIO EM RESPIRAÇÕES MÚLTIPLAS E SUAS RELAÇÕES COM O FLUIDO DO TÓRAX NO CURSO DA HEMODIÁLISE E DA ULTRAFILTRAÇÃO ISOLADA

Edelvan Romano Rosas, Antonio Giannella Neto (Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Nov., 1997

No curso da ultrafiltração (UF) com e sem hemodiálise (HD), estudou-se remoção e distribuição da água corporal através das técnicas da Bioimpedância Elétrica e da Lavagem do Nitrogênio Pulmonar, correlacionando o Fluido do Tórax com as variações: do peso corporal (peso), do volume plasmático (vplasm), da conceituação da albumina plasmática (alb), da frequência cardíaca (FC) e da pressão arterial média (PAM), selecionada por “stepwise”, em dois ESTUDOS de nove pacientes cada um. Concluiu-se que: 1) As técnicas são capazes de detectar pequenas variações da água pulmonar; 2) Havia correlação da distribuição da ventilação pulmonar com o peso e vplasm ($r^2=0,80$; $p<0,008$), com vplasm e alb ($r^2=0,84$; $p<0,003$) e com peso e alb ($r^2=0,86$; $p<0,003$) nos intervalos, respectivamente, pré-durante, durante-após e pré-pós UF; e correlação de condutividade dos fluidos do tórax pré-pós HD e UF ($r^2=0,88$; $p<0,001$) com a PAM e FC. Esses resultados confirmam os achados da literatura de competição por espaço no sistema bronco-vascular. As relações da água pulmonar, com a PAM e com o volume e a osmolaridade plasmática, após a retirada de soluto e/ou fluido no curso da UF com ou sem HD ainda precisam ser melhor compreendidas, uma vez que poderão interferir diretamente com a função respiratória.

TRANSTHORACIC BIOIMPEDANCE AND MULTIBREATH NITROGEN WASHOUT AND THEIR RELATIONSHIP WITH TORACIC FLUID IN HEMODIALYSIS AND ULTRAFILTRATION

Edelvan Romano Rosas, Antonio Giannella Neto (Supervisor)

D.Sc.Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Nov., 1997

The aim of this study was to evaluate the removal and redistribution of water in chronic hemodialysis (HD) and ultrafiltration (UF) patients using Electrical Bioimpedance and Multibreath Nitrogen Washout. The relationship of Thoracic Fluid with: body weight (BW), plasma volume (PV), plasmatic albumin (alb), heart rate (HR) and mean blood pressure (MBP), selected by stepwise, was studied in two groups of nine patients each. We concluded that: 1) Both are useful methods for detecting small changes in pulmonary water content; 2) There are significant correlations between the variations of the distribution of pulmonary ventilation with the variations of: BW and PV ($r^2=0.80$; $p<0.008$), PV and alb ($r^2=0.84$; $p<0.003$) and with BW and alb ($r^2=0.86$; $p<0.003$) respectively, in the intervals prior-during, during-end and prior-end HD with UF and isolated UF. Additionally, there is strong correlation between the variations of thorax fluid conductivity, MBP and HR in prior-end HD and UF ($r^2=0.88$; $p<0.001$). Our results confirm previous findings of competition for space between vessels and airways within the broncovascular sheaths. The relationship of lung water, with the MBP, PV and plasmatic osmolarity needs to be better understood, as ultrafiltration which leads to a fall in water and solute content, could directly interfere with respiratory function.

INFLUÊNCIA DA RESPIRAÇÃO E DOS BATIMENTOS CARDÍACOS NO EQUILÍBRIO POTENCIAL

Luis Aureliano Imbiriba Silva, Jurandir Nadal (Orientador),
David Martin Simpson (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dez., 1997

Oscilações corporais na postura ereta refletem a dinâmica do controle postural. Detalhes das causas destas oscilações não são bem estabelecidos, mas há evidências que a respiração e os batimentos cardíacos contribuem. Neste trabalho, efeitos da respiração e dos batimentos cardíacos nos sinais estabilométricos são investigados. Dezesesseis voluntários normais do sexo masculino (idade: $24,5 \pm 2,2$ anos) participaram dos testes estabilométricos, usando uma plataforma de força vertical. O protocolo foi olhos abertos e pés unidos, inicialmente com respiração normal (RN) e então com respiração controlada na frequência de 6 ciclos/min (R6) e 15 ciclos/min (R15). O Eletrocardiograma (ECG) foi adquirido simultaneamente, dando a série dos batimentos cardíacos e, via envelope do ECG, um sinal respiratório. Análise espectral (via Fast Fourier Transform – FFT) foi aplicada para os sinais estabilométricos (direção lateral (x) e antero-posterior (y)) para detectar oscilações consistentes com o ritmo respiratório e os batimentos cardíacos. Posteriormente, segmentos dos sinais estabilométricos foram alinhados pela expiração e depois pela onda R do ECG e promediados, para cada protocolo. Os espectros dos sinais estabilométricos mostraram claros picos nas frequências respiratórias nos protocolos R6 e R15, principalmente na direção antero-posterior, sendo mais proeminente R6. A frequência cardíaca não provocou um pico no espectro de potência dos sinais estabilométricos. A promediação, com sincronização pela respiração, confirmou a influência da respiração sobre as oscilações posturais (5 casos em R6 e 10 casos em R15). A média com alinhamento pela onda R do ECG demonstrou um padrão de movimento bem definido, que foi consistente em todos os protocolos experimentais para todos os indivíduos. Neste caso as características mais evidentes foram: um breve movimento para a direita coincidente com a onda R e um deslocamento à frente 0,25 a 0,35 s após o batimento cardíaco. Os resultados confirmam a influência esperada da respiração no equilíbrio corporal. O forte efeito durante R6 pode ser explicado pela respiração profunda envolvida. Os batimentos cardíacos tem efeito mais fraco, que parece não haver sido documentado anteriormente, que pode provavelmente ser explicado pelos efeitos mecânicos diretos do fluxo sanguíneo. As razões sobre a origem das oscilações posturais permanecem não esclarecidas totalmente, mas as perturbações causadas pela respiração e a atividade cardíaca claramente contribuem neste movimento complexo.

INFLUENCE OF RESPIRATION AND HEARTH BEAT ON POSTURAL BALANCE

Luis Aureliano Imbiriba Silva, Jurandir Nadal (Supervisor),
David Martin Simpson (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dec., 1997

Body sway while standing reflects the dynamics of postural control. Details of the cause of this sway are not well established, but one may suspect that respiration and heart beats contribute. In this work the effects these two factors on stabilometric signals are investigated. Sixteen normal male volunteers (age $24,5 \pm 2,2$ years) participated in the stabilometric tests, using a vertical force platform. The protocol was eyes open and feet together, with first normal respiration (RN) and then controlled

respiration at a frequency of 6 breaths/min (R6) and 15 breaths/min (R15). The Electrocardiogram (ECG) was acquired simultaneously, giving heart-rate (RR interval series) and, via the envelope of the ECG, a respiratory signal. Spectral analysis (via FFT) was applied to the stabilometric signals (both in the lateral (x) and anterior-posterior (y) directions) to detect oscillations consistent with respiration and the heart-beats. In a further test, segments of the stabilometric signals were aligned according with expiration, and then with the R-wave of the ECG, for coherent averaging, for each of the protocols and each of the subjects. The spectra of the stabilometric signals showed clear peaks at the respiratory frequency for both the R6 and R15 protocols, mainly in the anterior-posterior direction, being most prominent in R6. The heart-rate did not appear as peaks in the power-spectra of the stabilograms. The coherent averages (Respiration) confirm the influence of respiration on body sway (5 subjects in R6 e 10 subjects in R15). The coherent averages (ECG) showed a well-defined pattern of movement, which was surprisingly consistent over experimental protocols for each individual. A brief movement to the right coincident with the R-wave and a rather larger forward dislocation 0,25 to 0,35 s later, were the features most strongly evident. The results confirm the expected influence of respiration on body balance. The stronger effect at 6 breaths/min may be explained by the deeper breathing involved. The heart has a much weaker effect, which does not appear to have been documented before. This can probably also be explained by direct mechanical effects of bloodflow. The reasons for body sway remain largely unclear, but the perturbations caused by respiration and cardiac activity clearly contribute in the complex movement.

IMAGENS ULTRA-SÔNICAS EM MODO-B COM FOCALIZAÇÃO NA RECEPÇÃO

Roberto León Otero Pujol, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dez., 1997

Este trabalho apresenta um método de focalização de imagens ultra-sônicas visualizadas em Modo-B, utilizando a técnica de Focalização da Abertura Sintética. A metodologia é implementada utilizando duas abordagens (domínio do tempo e domínio da frequência). São apresentados os resultados obtidos através da técnica no domínio do tempo em imagens simuladas e coletadas experimentalmente, a partir do envelope dos sinais. São também apresentados os resultados obtidos do processamento das imagens no domínio da frequência, a partir dos sinais de RF. Com a aplicação do método, a qualidade das imagens melhora substancialmente, em termos de resoluções espaciais, com respeito às imagens iniciais. É apresentada uma metodologia de otimização de dois parâmetros (α e β), envolvidos no processo de reconstrução.

ULTRASONIC IMAGES IN B-MODE WITH FOCUSING IN RECEPTION

Roberto León Otero Pujol, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dec., 1997

A Synthetic Aperture Focusing Technique for ultrasonic images in B-mode is presented in this work. It was implemented through two algorithms in the time and frequency domains, respectively. Some results are presented with the time domain algorithm using simulated and experimental images of envelope detected signals. Results obtained from collected experimental images using RF signals are also presented. It is shown that the image quality in terms of spatial resolutions of processed images is improved using this technique. An optimization method for two parameters (α and β) used is presented, in order to ensure a successful focusing.

DIAGRAMAS DE VORONOI PARA A DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DE HOSPITAIS PÚBLICOS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Flávio Astolpho Vieira Souto Rezende, Renan Moritz Varnier Almeida (Orientador),
Flávio Fonseca Nobre (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1998

No planejamento de recursos em saúde é importante o conhecimento da área de abrangência de uma unidade. Uma técnica possível para a definição dessas áreas são os Diagramas de Voronoi. Estes são polígonos que contém pontos (pontos geradores), construídos de tal forma que as bordas de polígonos adjacentes encontram-se equidistantes aos seus respectivos pontos geradores. Uma possível modificação às áreas de abrangência assim definidas é sua ponderação (Diagramas de Voronoi Ponderados), representando de forma mais real a capacidade da unidade. No presente trabalho utilizaram-se como pontos geradores os hospitais gerais públicos no Rio de Janeiro, RJ; totalizando vinte e uma unidades hospitalares. Os Diagramas de Voronoi sem ponderação foram inicialmente criados e, a partir destes, os diagramas ponderados foram construídos, utilizando-se como variável de ponderação as estimativas de internação anual para cada unidade. Observou-se que, na divisão clássica, onde apenas uma característica geográfica (distância) é considerada, áreas de abrangência similares foram atribuídas a hospitais com características diferenciadas, como, por exemplo, o HM Miguel Couto (emergência) e o HG de Ipanema (basicamente clínica cirúrgica). Já no método ponderado, por exemplo, a área atribuída ao HG Ipanema fica restrita a uma pequena circunferência, enquanto que a do HM Miguel Couto torna-se maior e com limites pouco definidos. A definição de áreas de abrangência através de Diagramas de Voronoi é um método de simples implementação e visualização, que utiliza dados de fácil acesso e independe de parâmetros arbitrários ou geo-políticos. Portanto, esses diagramas podem fornecer a gerentes de saúde uma visão mais realista para o planejamento da demanda de suas unidades.

DEFINING CATCHMENT AREAS FOR PUBLIC HOSPITALS IN RIO DE JANEIRO CITY THROUGH WEIGHTED VORONOI DIAGRAMS

Flávio Astolpho Vieira Souto Rezende, Renan Moritz Varnier Almeida (Supervisor),
Flávio Fonseca Nobre (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1998

One of the most important information for health resource planning at hospital level is the definition of catchment areas for each respective unit. One possible technique for that is the use of Voronoi Diagrams. These are polygons with the property that adjacent polygons have their borders located within the same distance of the respective polygon's generator points. One possible adjustment is the use of Weighted Voronoi Diagrams that result in a better representation of actual health unit capacities. In this work, the twenty-one public general hospitals in the city of Rio de Janeiro, Brazil, were used as generator points for Voronoi Diagrams. The Classical (non-weighted) Voronoi Diagram was initially implemented, and, from them, Weighted Voronoi Diagrams were obtained, using as weights the annual admission rates estimated for each unit. In the Classic Voronoi Diagram case, some catchment areas resulted to have similar sizes, although their respective health units had different characteristics (for instance Emergency as opposed to Surgery unities). With the Weighted Voronoi

Diagrams, catchment areas were modified, in a way that seemed to be closer to the actual functioning of those units. Catchment areas using Voronoi Diagram resulted to be a simple method to implement, using data that are easy to access, and not relying on geopolitic considerations such as already existing administrative areas. Therefore, they provide a more realistic picture of a unity's capacity in supporting basic health programs.

AUXÍLIO VISUAL À ORALIZAÇÃO DE SURDOS

Paulo Marcos Tujal de Oliveira, Márcio Nogueira de Souza (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1998

Este trabalho descreve um conjunto de programas desenvolvidos com o objetivo de auxiliar o ensino da fala ao surdo. A idéia básica é fornecer uma realimentação visual para suprir a falta de realimentação auditiva do deficiente. Para isso é utilizado um microcomputador pessoal dotado de uma placa de som comercial e de um microfone. Cada programa, ou módulo, trabalha com uma característica específica da fala. Sempre que possível, é fornecida uma imagem que se relaciona diretamente com os processos fisiológicos da fonação. Uma vez que mudanças na configuração do trato vocal se refletem em mudanças no espectro do sinal de voz produzido, é necessário resolver o problema inverso: obter as posições dos órgãos articuladores da fala a partir do sinal proveniente do conversor analógico-digital da placa de som. Para isso são utilizadas técnicas de estimação espectral, como a predição linear. Esperamos que este trabalho possa contribuir com um sistema eficaz e de baixo custo, para que seja utilizado tanto em centros de assistência ao deficiente, que carecem de recursos tecnológicos, como em ambiente domiciliar, podendo assim alcançar um maior número de pessoas.

VISUAL AID FOR SPEECH TRAINING OF THE DEAF

Paulo Marcos Tujal de Oliveira, Márcio Nogueira de Souza (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1998

This work presents a collection of programs developed to assist in the speech education of the deaf. The main idea is to supply a visual feedback in order to partially substitute the lack of auditory feedback of the hearing impaired. To that, a personal microcomputer with a commercial sound card and a microphone is used. Each program, or module, works with a specific characteristic of speech. Whenever it is possible, an image directly correlated to the physiological processes of speech generation is retrieved. Since changes in vocal tract configuration reflect changes in the spectral shape of the resulting speech signal, the inverse problem must be solved: to find the positions of the articulators from the signal delivered by the soundboard's analog-to-digital converter. For that, spectral estimation techniques, such as Linear Predictive Coding, are used. We hope this work can contribute with an effective and low-cost system, to be used both in speech training centers for the hearing impaired, which have a limited technical resources, as well as in the homes, so as to reach a wider population.

CARACTERIZAÇÃO REOLÓGICA DO TEMPO DE TROMBOPLASTINA PARCIAL ATIVADO, UTILIZANDO O MÉTODO ULTRA-SÔNICO

Antonio de Pádua de Queiroz Cordeiro, João Carlos Machado (Orientador),
Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1998

O presente trabalho tencionou avaliar o método ultra-sônico (desenvolvido no Laboratório de Ultra-Som, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE / UFRJ), quanto às possibilidades relacionadas com a caracterização reológica do tempo de tromboplastina parcial ativado. Este objetivo foi alcançado por intermédio do levantamento de curvas que atestam a monitoração da viscosidade de uma amostra plasmática, durante o processo de formação e consolidação de um trombo, ativada a via intrínseca da coagulação. O método pode ser resumido: Sobre uma amostra de plasma pobre em plaquetas, envolvendo uma quantificação de microesferas de vidro se movimentando aleatoriamente, faz-se atravessar um sinal ultra-sônico, de frequência e intensidade conhecidas, o qual será espalhado pelas partículas durante a efetivação de um tempo de coagulação. O espalhamento, coletado por um transdutor receptor de ultra-som, é convertido em sinal elétrico e armazenado num computador. Processado em função do tempo, este sinal origina uma interface gráfica que descreve o comportamento da velocidade das partículas, intimamente relacionado com a variação temporal da viscosidade. Os testes foram executados sobre uma montagem em acrílico contendo quatro transdutores ultra-sônicos operando em 2,72 MHz, utilizando-se intensidades I_{spta} de 3,03, 4,53, 8,43 e 12,14 W/cm². Também se procurou, no desenrolar da pesquisa, desempenhar um estudo da influência destas intensidades sobre o processo de coagulação. Dentre os vários fatores analisados, concluiu-se que a absorção de calor pela cubeta de polipropileno concorria para um significativo incremento na temperatura da amostra, quando em teste. A pesquisa produziu, assim, dois tipos de resultados: Os relativos à análise estatística dos vários tempos de coagulação; e os relativos à determinação de coeficientes angulares que fossem característicos ou comuns às intensidades utilizadas. Acrescenta o trabalho um estudo introdutório da aplicação do método ultra-sônico à caracterização reológica do plasma deficiente em fator VIII:C, na diluição de 1:5 do plasma normal. Os resultados encontrados permitem inferir que o método, aperfeiçoado, a médio prazo, pode vir a ser usado no processo de caracterização das coagulopatias determinantes dos distúrbios hemorrágicos.

RHEOLOGIC CHARACTERIZATION OF THE ACTIVATED PARTIALTHROMBOPLASTIN TIME (APTT), UTILIZING THE ULTRASONIC METHOD

Antonio de Pádua de Queiroz Cordeiro, João Carlos Machado (Supervisor),
Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1998

This work aims the assessment of an ultrasonic method (developed at the Laboratory of Ultrasound of this Biomedical Engineering Department COPPE/UFRJ) regarding its application to the rheological characterization of APTT. The method consists of monitoring viscosity changes of a plasma sample during clot (thrombus) formation and stabilization, once activated the intrinsic path coagulation process. An experimental set up is established by using a continuous ultrasonic wave of 2,72 MHz,

which could adopt one of several intensity values (I_{spta}) 3.03, 4.53, 8.43, 12.14 W/cm². These intensity values were strong enough to agitate microspheres kept inside a plasma sample, where the coagulation process has been activated. Another continuous ultrasonic signal, of 10 MHz frequency and lower intensity, is scattered by the microspheres in motion, and the received scattered signal is processed and digitally saved for future analysis. Once the scattered signal is processed, the resulting values generate a graphical interface, which describes the particle velocity behavior as a function of time. These results are closely related to the temporal viscosity variation during the coagulation process. Furthermore, studies were carried out regarding ultrasonic intensity effects on the coagulation process. Among several aspects analyzed, it was concluded that, during testing, heat absorption by the plasma polypropylene container induced a significant increment on sample temperature. Therefore, two types of results were generated, those related the statistical analysis of coagulation time values and, those concerning an angular coefficient classification according to the ultrasonic intensity employed during the experiment. Moreover, studies were done on the application of this ultrasonic method to the rheological characterization of plasma with Factor VIII:C deficiency (1:5 plasma dilution). Preliminary results indicate the necessity of refining the method, at a medium term, in order to apply it to the characterization of coagulopathies that determine hemorrhagic disorders.

MEDIÇÃO DE PARÂMETROS DE MECÂNICA VENTILATÓRIA EM MODELOS MECÂNICOS DE PULMÃO

Fernando Silva Guimarães, Antonio Giannella Neto (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1998

Visando a identificação dos parâmetros de mecânica ventilatória, o método de mínimos quadrados (MMQ), implementado no programa “Ventila”, é testado durante a ventilação artificial de modelos físicos de pulmão que representam as características elásticas e resistivas encontradas em humanos nas situações de normalidade, e doenças restritiva, obstrutiva e mista (restritiva e obstrutiva). Os sinais de pressão em boca (ou carina) e fluxo foram utilizados na equação de movimento do sistema respiratório, considerando um modelo unicompartimental, complacência fixa e resistência contendo ou não um componente dependente do fluxo. Os parâmetros foram obtidos por ciclo ou semi-ciclo respiratório, nos modos de ventilação volume controlado e pressão controlada. Em geral os resultados foram satisfatórios (erro $< \pm 20\%$), principalmente nas identificações em que a regressão linear foi realizada para o ciclo respiratório completo, demonstrando a utilidade do método e ratificando resultados encontrados por outros autores. São discutidas situações especiais e fornecidos alguns subsídios para avaliação das propriedades elásticas e resistivas do sistema respiratório através do MMQ à beira do leito.

MEASUREMENT OF VENTILATORY MECHANICS PARAMETERS IN MECHANICAL LUNG MODELS

Fernando Silva Guimarães, Antonio Giannella Neto (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1998

In order to identify ventilatory mechanical parameters, the least squares method (LSM), implemented with the software “Ventila”, is tested during the artificial ventilation of lung physical models which represent elastic and resistive properties observed in humans under conditions of normality, restrictive, obstructive and combined disease (obstructive and restrictive). The mouth (or carina) pressure and flowrate signals have been used in the mechanical motion equation of the respiratory system. An unicompartimental model, a constant compliance and a resistance with (or not) a flow dependent component were considered. The parameters were obtained using the whole respiratory cycle or semi-cycle, in volume or pressure control ventilatory modes. Most of the results were satisfactory (error $< 20\%$), mainly when the linear regression was performed using data from the whole cycle, showing the method’s usefulness and confirming the results obtained by other authors.

COMPARAÇÃO DE TÉCNICAS DE INTERPOLAÇÃO NO MAPEAMENTO CEREBRAL UTILIZANDO SIMULAÇÃO

José Luiz Andrade da Silva Júnior, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1998

Para avaliar as três técnicas de interpolação mais utilizadas no Mapeamento Topográfico Cerebral (4-vizinhos, Spline Plana e Spline Esférica), foram simuladas distribuições de potencial no escalpo, geradas por dipolos no meio interno do modelo das três camadas esféricas para a cabeça. Utilizando-se amostragens espaciais da distribuição de potencial com 19, 28 e 64 eletrodos, mapas topográficos foram estimados e o desempenho destas técnicas comparado, através de parâmetros globais de inacurácia, precisão e tendência. Os resultados indicam que o desempenho destas técnicas depende, não somente da profundidade do dipolo e do número de eletrodos, como também da posição relativa entre o máximo da distribuição e a rede de eletrodos. A técnica 4-vizinhos apresenta desempenho superior às demais para fontes próximas a um dado eletrodo de captação enquanto que as técnicas Spline mostraram-se mais adequada para fontes mais distantes. Considerando o desempenho médio para diversas posições de dipolos, observa-se uma superioridade da técnica Spline Esférica sobre a Plana e, por fim, a técnica 4-vizinhos. A melhor ordem encontrada para as técnicas 4-vizinhos e Spline Plana foi 3, enquanto que para a Spline Esférica, as ordens 2 e 3 apresentam resultados bastante próximos. O estudo mostrou claramente a importância do conhecimento das condições que afetam o desempenho da técnica de interpolação utilizada, a fim de evitar erros na interpretação de mapas topográficos.

COMPARISON OF INTERPOLATION TECHNIQUES IN TOPOGRAPHIC BRAIN MAPS USING SIMULATED POTENTIALS

José Luiz Andrade da Silva Júnior, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1998

In order to evaluate the performance of three interpolation techniques commonly used for Topographic Brain Maps (4-Nearest Neighbours, Planar Spline and Spherical Spline), potential distributions on the scalp were simulated, using current dipoles in a model of the head formed by three inhomogeneous concentric shells. These potentials were spatially sampled using 19, 28 and 64 electrodes, and topographic brain maps were then constructed. Errors between simulated and interpolated potentials were analysed by visual inspections and by three global numerical parameters, which quantify inaccuracy, precision and bias. The results showed that the performance of each interpolation technique depends both on the depth of the dipole and its position relative to the electrodes. The 4-Nearest neighbour technique performed better than Splines for dipoles near an electrode, and Splines were better for dipoles distant from electrodes. From the mean values of the parameters for different dipole positions a slight superiority of the Spherical Spline over Planar Spline was found, and both performed better than the 4-Nearest Neighbours technique. The best order for Planar Spline and the 4-Nearest Neighbours was three, whereas for Spherical Spline, orders two and three performed similarly. The study showed clearly the importance of understanding the conditions which affect the performance of the interpolation techniques, in order to avoid errors in interpreting topographic brains maps.

A WAVELET COCLEAR E REDES NEURAIAS ARTIFICIAIS PARA A CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE SONS CARDÍACOS

Frederico Caetano Jandre de Assis Tavares, Márcio Nogueira de Souza (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1998

Um método de classificação de sons cardíacos é apresentado, baseado na distribuição tempo-frequência derivada da transformada *wavelet* coclear e no paradigma das redes neurais artificiais. Sinais fonocardiográficos (PCGs) de 10 pacientes portadores de doença cardíaca orovalvar e de 5 indivíduos normais foram registrados concomitantemente com seus eletrocardiogramas (ECGs). Os PCGs foram seccionados em ciclos cardíacos, marcados pelas ondas R do ECG, e foram representados no plano tempo-frequência através da filtragem múltipla pelos filtros cocleares e uma etapa de pós-processamento. Os escalogramas assim obtidos foram apresentados a um *perceptron* com 5 unidades na primeira camada e 2 na segunda, o qual foi treinado para classificação (classes: normal e patológico) pelo método de retropropagação de erros com momento, em lote; posteriormente foi executado um processo de poda de unidades e retreinamento da rede neural artificial. O teste do sistema de classificação forneceu, para os batimentos da amostra, valor preditivo negativo e sensibilidade máximos (100%), antes e depois da poda, sugerindo a validade do método de representação dos sons do coração.

THE COCHLEAR WAVELET AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR THE AUTOMATIC CLASSIFICATION OF HEART SOUNDS

Frederico Caetano Jandre de Assis Tavares, Márcio Nogueira de Souza (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1998

A method for the classification of heart sounds is presented, based on the time-frequency distribution derived from the cochlear wavelet transform and on the artificial neural networks paradigm. Phonocardiographic signals (PCGs) from 10 patients carrying orovalvar heart diseases and from 5 normal individuals were registered concomitantly with their electrocardiograms (ECGs). The PCGs were sectioned into cardiac cycles, referenced to the R waves of the ECG, and were respresented on the time-frequency plane through multiple cochlear filtering and a post-processing stage. The scalograms thus obtained were presented to a perceptron containing 5 units in the first layer and 2 in the second, which was trained for classification (classes: normal and pathological) by the batch error backpropagation method with moment; afterwards a pruning-retraining process was executed. The evaluation of the classification system gave, with the sample beats, maximum positive predictive value and sensitivity (100%), before and after pruning, suggesting the validity of the method of representation of the heart sounds.

ESTUDO DA CONTRAÇÃO MUSCULAR ATRAVÉS DE PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DO SINAL MIOELÉTRICO

Marco Antonio Cavalcanti Garcia, Márcio Nogueira de Souza (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1998

O trabalho de captação e análise da atividade elétrica de alguns tecidos tornou-se uma importante prática no âmbito clínico-hospitalar. Dentre as diferentes técnicas, a eletromiografia (EMG), vem sendo amplamente estudada, principalmente na elaboração de novas metodologias de análise e quantificação do sinal mioelétrico. No entanto, não há um consenso no uso da técnica. Sendo assim, o objetivo deste trabalho consistiu no desenvolvimento de uma técnica de estudo do sinal, a partir de parâmetros estatísticos de dispersão e tendência central calculados em função de histogramas de frequência relativa dos intervalos de tempo obtidos entre cruzamentos por zero adjacentes (ICZ). Dezesseis homens ($22 \pm 2,98$ anos) e 11 mulheres ($20,6 \pm 1,77$ anos) participaram deste trabalho. Todos os voluntários eram saudáveis, destros e estudantes de educação física. O grupo foi dividido por sexo e pela prática de atividade física específica, sendo então classificados em Treinados (T) e Não-Treinados (NT). Os voluntários tiveram que passar por 3 estágios: duas fases de coleta do sinal mioelétrico e um período de treinamento, sendo este último desenvolvido entre as duas coletas. O músculo estudado foi o músculo bíceps braquial direito em 5 diferentes condições de carga (Sem Carga (SC), 30%, 66%, 85% e 100%) calculadas em função de um teste de contração voluntária máxima (CVM). A etapa de coleta foi realizada mediante contração isométrica com duração de 6 s cada, com cotovelo em 90° de flexão e tempo de descanso de 2 min. O treinamento foi constituído por 9 sessões desenvolvidas em diferentes dias e reproduziu as condições da coleta, diferindo apenas na carga usada (66% CVM) e no tempo de descanso (45 s). Eletrodos de superfície de Ag-AgCl foram usados neste trabalho. Para auxiliar no processo de coleta, foi desenvolvido um aparato mecânico de suporte do membro superior direito adaptado à um sistema de roldana para a colocação de cargas. Testes de CVM foram aplicados durante o treinamento, alcançando um total de 4 ao final de toda a etapa. Os sinais foram coletados através de um eletromiógrafo desenvolvido em LabView e os dados analisados em MATLAB. Em cada uma das condições de carga um histograma de frequência relativa foi gerado e a função distribuição de probabilidade *Weibull* ajustada. Findada esta etapa, foram calculados os parâmetros média (ME) e variância (VA) através de equações conhecidas e outros parâmetros tais como moda (MO), frequência relativa da classe modal (FRCM) e mediana (MN), diretamente sobre a função ajustada. Os parâmetros espectrais frequência média quadrática (FMQ) e frequência mediana (FM) também foram calculados e correlacionados com os parâmetros da função *Weibull*. A VA mostrou um comportamento decrescente com o aumento da carga em ambas as fases com ponto de inflexão próximo de 30% da CVM, apontando para um aumento na superposição de potenciais de ação (PAs) com o aumento da contração muscular. O resultado pós-treinamento mostrou um deslocamento da curva para valores abaixo da primeira coleta. Este comportamento corrobora dados da literatura que afirmam um aumento no sincronismo dos PAs devido ao treinamento. A FRCM mostrou um comportamento crescente com o aumento da carga que pode ser explicado pelo aumento na superposição de PAs em decorrência do processo de sincronismo, sendo este último confirmado pelo deslocamento para a direita da MO, principalmente após o treinamento. A MO mostrou ser um dos parâmetros mais complexos, mas apresentou um comportamento crescente na fase pós-treino que responde aos efeitos do treinamento. Os parâmetros ME e MN também mostraram resultados antes e após o treinamento bastante complexos. O mais importante comportamento foi observado quanto ao ponto de inflexão presente nestes parâmetros, o que sugere diferenças entre sexos no modelo de gradação de força. Os resultados revelaram que os parâmetros de dispersão e tendência central

obtidos através dos histogramas de ICZs não são tão simples de se interpretar, mas reforçam alguns dados da literatura que descrevem os mecanismo de contração muscular, tornando esta técnica uma potencial ferramenta diagnóstica.

STUDY OF THE MUSCULAR CONTRACTION THROUGH STATISTICAL PARAMETERS OF THE MYOELETRIC SIGNAL

Marco Antonio Cavalcanti Garcia, Márcio Nogueira de Souza (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1998

The reception work and analysis of the electric activity of some tissues became an important practice in the clinical-hospitalar ambit. Among the different techniques the electromyography (EMG) has being studied thoroughly, mainly in the elaboration of new systems analysis and quantification of the myoelectric signal. However, there is no consent in the use of the technique. Therefore, the objective of this work consisted in the development of a myoelectric signal study technique starting from dispersion and central tendency statistical parameters calculated in function of relative frequency histograms by the intervals of time obtained between adjacent zero crossings (ZCI). Sixteen men ($22 \pm 2,98$ years) and 11 women ($20, 6 \pm 1,77$ years) participated in this work. All the volunteers were healthy, right-handed and students of physical education. The group was divided by sex and practice of specific physical activity, being then classified in Trained (T) and Not-Trained (NT). The volunteers had to go through 3 basic stages: two collection phases of the myoelectric signal and a training period, being this last one developed between the two collections. The studied muscle was the right biceps brachialis muscle in 5 different load conditions (Without Load (SC), 30%, 66%, 85% and 100%) calculated in function of a maximum voluntary contraction test (MVC). The collecting stage was accomplished by means of isometric contraction with duration of 6 s each, with elbow in 90° of flexion and rest time of 2 min. The training was constituted by 9 sessions developed in different days and it reproduced the conditions of the collecting, just differing in the used load (66% CVM) and in the rest time (45 s). Surface electrodes of Ag-AgCl were used in this work. To aid in the collecting process, a mechanical apparatus to support the right superior member was adapted to a pulley system for the load placement. CVM tests were applied during the training, reaching a total of 4 at the end of the whole stage. The signals were collected through an electromyographer developed in LabView and the data analyzed in MATLAB. In each one of the load conditions a histogram of relative frequency was generated and adjusted the *Weibull* function. At the end of this stage, the parameters mean (ME) and variance (VA) were calculated through well-known equations and other parameters as modal class (MO), relative frequency of the modal class (FRCM) and median (MN), directly about the adjusted function. The spectral parameters mean power frequency (FMQ) and median frequency (FM) were also calculated and correlated with the parameters of the *Weibull* function. VA showed a decreasing behavior with the increase of the load in both phases with inflection point near 30% CVM, pointing out for an increase in the overlap of action potentials (PAs) with the increase of the muscular contraction. The after training result showed a curve displacement to values below the first collecting. This behavior corroborates with literature datas that affirm an increase in the synchronism of the PAs due to the training. FRCM showed an increasing behavior with the increase of the load that can be explained by the increase in the overlap of PAs due to the synchronism process, being this last one confirmed by the displacement to the right of the MO, mainly after the training phase. The MO seemed to be one of the most complex parameters, but it presented an increasing behavior in the after training phase that answers the effects of the training. The parameters ME and MN also showed very complex results before and after the training. The most

important behavior was observed in what refers to the present inflection point in these parameters, what suggests differences between sex groups in the force gradation model. The results revealed that the dispersion and central tendency parameters obtained through the histograms of ICZs are not of simple interpretation, but they reinforce some data of the literature that describe the muscular contraction mechanism, turning this technique a potential diagnostic tool.

PROCEDIMENTOS E CERTIFICAÇÃO PARA ESPIRÔMETROS

José Luis Santos de Sousa, Antonio Giannella Neto (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1998

Este trabalho teve como primeiro objetivo a elaboração de procedimentos para o ensaio e certificação de espirômetros segundo recomendações internacionais e principalmente a recém editada norma brasileira para espirômetros, cujo texto-base foi proposto e redigido dentro deste trabalho e amplamente discutido no foro da ABNT. Seguindo este caminho, projetar um laboratório para a realização dos ensaios de espirômetros com vistas a certificação dentro dos requisitos do INMETRO se tornando membro da RBLE, realizar as etapas técnicas e documentais e criar a infra-estrutura necessária, foi o outro objetivo a ser alcançado.

PROCEDURES FOR SPIROMETERS CERTIFICATION

José Luis Santos de Sousa, Antonio Giannella Neto (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1998

This work had as its first aim the development of the procedures to evaluate and certify spirometers following international recommendations and particularly the recently edited brazilian standard for spirometer, which draft had been proposed and written during this work and had been deeply discussed in the ABNT forum. Following this way, design a laboratory to conduct spirometers evaluation, according to INMETRO's rules and specifications, in order to get the certification as a RBLE member, create all the necessary structure, accomplish all technical and documentary steps had been other objectives to be achieved.

MEDIÇÃO DE ESPESSURAS DE CAMADAS E VELOCIDADE DA ONDA ULTRA-SÔNICA ATRAVÉS DE MODELOS DE ACÚSTICA GEOMÉTRICA, UTILIZANDO TRANSDUTOR LINEAR

Luiz Carlos de Azevedo Fonseca, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1998

O presente trabalho apresenta dois modelos matemáticos (A e B) baseados em acústica geométrica que estimam simultaneamente a espessura e a velocidade de propagação do ultra-som (US) em meios multicamadas a partir dos atrasos temporais de uma frente de onda focalizada medidos entre os elementos piezoelétricos de um transdutor linear. A principal diferença entre os modelos está na proposição do caminho que os feixes de US percorrem. Um novo sistema de alinhamento entre face de transdutor e phantom é apresentado, bem como os circuitos eletrônicos simples e de baixo custo para geração de pulsos atrasados usados na focalização eletrônica da onda produzida pelo transdutor linear, os softwares que interagem com os circuitos citados e o equipamento de aquisição de sinais (osciloscópio) que tornam o experimento praticamente automático, aumentando o índice de repetibilidade. São discutidos os resultados gerados a partir de trinta e oito experimentos com duas camadas, a saber: água e PVC com superfície rugosa (PVC-SR), água e PVC com superfície lisa (PVC-SL), água e epoxi e água e acrílico. Os resultados para o modelo B foram em geral melhores, mas principalmente para os phantoms de acrílico e epoxi, indicando que para estes phantoms o modelo B foi obedecido, o que não ocorreu para os phantoms PVC-SR e PVC-SL.

WIDTH MEASUREMENT OF LAYERS AND ULTRA-SOUND VELOCITY THROUGH GEOMETRICAL ACOUSTIC MODELS, USING LINEAR TRANSDUCER

Luiz Carlos de Azevedo Fonseca, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1998

This work presents two mathematical models (A and B) based on geometric acoustics that simultaneously estimate thickness and wave velocity of ultrasound propagation in a multilayer medium using time delays of a focused acoustical wavefront measured between piezoelectric elements of a linear transducer. The major difference between those models lies on the proposition of the trajectory and the distance that the ultrasound beam travels. A new alignment system between transducer's face and phantoms; the electronic focalization of the wave produced by the linear transducers; the software specially made for the use in the proposed experiments which interacts with those circuits and the acquisition equipment (oscilloscope) that make the experiments almost automatic, increasing their repeatability, are also presented. Results generated from thirty-eight experiments with a two-layered model, using phantoms of PVC; acrylic and epoxy are discussed. It is possible to see that the results for Model B tend to be better in general than the Model A, especially for the phantoms of acrylic and epoxy.

INSTRUMENTAÇÃO PARA ANÁLISE DO SISTEMA RESPIRATÓRIO PELA TÉCNICA DE OSCILAÇÕES FORÇADAS E DE PROCESSOS CORROSIVOS PELA TÉCNICA DE IMPEDÂNCIA ELETROQUÍMICA

Pedro Lopes de Melo, Marcelo Martins Werneck (Orientador),
Antonio Giannella Neto (Co-Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Jun., 1998

O objetivo dessa dissertação é o desenvolvimento de um projeto conjunto entre os programas de Engenharia Biomédica e de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da COPPE visando integrar conhecimentos e recursos de maneira a atender necessidades semelhantes de identificação de sistemas. Na área Biomédica foi desenvolvido um aparato experimental capaz de analisar o sistema respiratório utilizando a técnica de Oscilações Forçadas (FOT). Para este fim, foi desenvolvido um sistema gerador de pressão servocontrolado de características originais, incluindo menores não-linearidades e maior faixa de frequência. Inicialmente, este instrumento foi empregado na análise de parâmetros fundamentais para o bom desempenho da FOT, relacionados à resposta em frequência e à rejeição de modo comum dos transdutores. Um instrumento virtual foi desenvolvido para realizar o controle e processamento de sinal do sistema. O aparato desenvolvido pela integração dos resultados destas primeiras etapas foi empregado na identificação de indivíduos normais e asmáticos, apresentando resultados significativos. Também foi avaliada a influência da principal qualidade do sistema, as menores não-linearidades, na acurácia das estimativas de impedância respiratória. Na área de Engenharia Metalúrgica e de Materiais foi desenvolvido um instrumento virtual capaz de identificar processos corrosivos empregando a técnica de Impedância Eletroquímica. Este sistema contribuiu decisivamente para a transição do laboratório para o ambiente industrial. Testes realizados em modelos elétricos e sistemas eletroquímicos típicos revelaram um desempenho consistente como considerações teóricas e experimentais.

INSTRUMENTATION FOR ANALYSIS OF THE RESPIRATORY SYSTEM BY THE FORCED OSCILLATIONS TECHNIQUE AND CORROSIVE PROCESS BY ELETROCHEMICAL IMPEDANCE

Pedro Lopes de Melo, Marcelo Martins Werneck (Supervisor),
Antonio Giannella Neto (Co-Supervisor)

D.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, June, 1998

The objective of this dissertation is the development of an integrated project between the Biomedical and the Metallurgical and Materials Engineering Programs of COPPE in order to share knowledge and resources to assist similar needs concerning systems identification. In the Biomedical area, it was developed an experimental apparatus able to analyze the respiratory system by the Forced Oscillations Technique (FOT). A servocontrolled pressure generator system with original characteristics, such as smaller non-linearities and larger frequency range, was developed. Initially, this instrument was used to analyze fundamental parameters for a good FOT performance, which were related to the frequency response and common mode rejection ratio of pressure and flow transducers. A virtual instrument was developed to accomplish the control and signal processing of the system. The apparatus developed by the integration of the results originated from these early stages was used in the

normal and asthmatic individuals' identification, and significant results could be achieved. It was also evaluated the influence of the main system feature, the smallest non-linearities, in the accuracy of respiratory impedance estimates. In Metallurgical and Materials area, it was developed a virtual instrument able to identify corrosive processes by Electrochemical Impedance technique. This system contributes decisively to the transition of this technique from the laboratory to the industrial environment. Tests accomplished in electrical models and typical electrochemical systems revealed a consistent behavior with theoretical and experimental considerations.

MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DE ECOS DE REVERBERAÇÃO EM MEIOS MULTICAMADAS, HOMOGENEOS

Marcelo de Almeida Duarte, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Orientador),
João Carlos Machado (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Jul., 1998

A presença de reverberação, em numerosos estudos e exames com ultra-som (US), costuma ser fonte de artefatos que podem prejudicar a análise desses processos. Além de comprometer a formação de imagens, esses artefatos podem introduzir erros nos resultados de pesquisas em caracterização de materiais, tecidos biológicos e em estimativas de parâmetros em meios multicamadas, por exemplo. Um método que possibilite a separação entre ecos reais (1ª reflexão em um anteparo) e de reverberação (demais reflexões no mesmo anteparo), eliminando os últimos, permitirá melhorias na formação dessas imagens, além de maior precisão nos resultados obtidos nas demais pesquisas com US. Este trabalho propõe um algoritmo para identificação de ecos de reverberação, pela comparação entre os seus espectros de potência (estimados via FFT), utilizando um método de mínimos quadrados, e pela relação temporal existente entre eles. Os resultados de 60 experimentos, realizados para 6 corpos de prova (phantoms) diferentes (10 experimentos para cada phantom) são apresentados e discutidos. Obteve-se 86,61 % de identificações corretas em 560 ecos coletados em todos os 60 experimentos.

METHOD TO IDENTIFY REVERBERATION ECHOES IN MULTILAYERED, HOMOGENEOUS MEDIA

Marcelo de Almeida Duarte, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Supervisor),
João Carlos Machado (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, July, 1998

The presence of reverberation can be a source of artifacts that can hinder the analysis of a large number of studies and exams with ultrasound (US). Besides compromising image generation, these artifacts can introduce errors in the research results in fields such as material and biological tissue characterization and in parameter estimation in multilayered media, for example. A method that allows the separation between real echoes (first reflection at an interface) and reverberations (other reflections from the same interface), eliminating the latter, could improve these images and improve precision in other research results. This work presents an algorithm for the identification of reverberation echoes, based on the comparison of their power spectra (estimated via FFT), through a least mean square approach, and on the temporal relationship between them. The results of 60 experiments, carried out with 6 different phantoms (10 experiments with each) are presented and discussed. 86.61 % of correct identifications in the 560 collected echoes, from the 60 experiments, were obtained.

MÉTODO DE SUPERFÍCIE PARA DISECÇÃO 3D DE ESTRUTURAS ANATÔMICAS

Angela Klemt, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Jul., 1998

Metodologia que acelera o processo de visualização 3D e permite a dissecção de objetos complexos, flexível, tanto na natureza dos objetos reconstruídos (i.e. estruturas anatômicas ou histológicas), quanto na aplicação (i.e. planejamento cirúrgico, sistemas tutoriais) é desenvolvida neste trabalho. Além dos objetos geométricos convexos e côncavos, a avaliação do método foi realizada utilizando-se um crânio humano, reconstruído a partir de 225 imagens (587x341 pixels) de Tomografia Computadorizada (CT) do “Visible Human”, com distância de 1 mm entre os cortes, formando 102.620 faces triangulares. A proposta baseia-se em método de Visualização de Superfície e na criação de *Unidades Espaciais* (SUs), que dividem o espaço em regiões de igual volume, permitindo organizar as faces segundo características comuns, como posição espacial (SUPs, subSUPs) e normal (SUNs). Para acelerar o processo de visualização, utiliza-se o conhecimento *a priori* da inclinação das faces, agrupadas segundo as SUNs durante a fase de pré-processamento, resultando para objetos geométricos uniformes numa redução, em média, de 33% da leitura das faces e de 66% dos testes de visibilidade. A partir dos parâmetros do(s) plano(s) de dissecção (qualquer inclinação) e do lado a ser retirado, numa abordagem de “divide-and-conquer”, as faces são classificadas em *dissecadas*, *mantidas* e *atravessadas*, até que não mais existam faces *atravessadas*. Com este procedimento obtém-se um conjunto de arestas criadas pela dissecção que formam o contorno da superfície de dissecção. Quando existem mais que um plano de dissecção, as operações lógicas “E”, “OU” são empregadas. Os resultados, utilizando o crânio humano e mandíbula, mostram que o método de Visualização de Superfície proposto possibilita a exploração do interior, através da simulação de dissecção por planos, o que geralmente só é atribuído aos métodos de Visualização de Volume. A realização da implementação deste método em microcomputador, equipamento reconhecidamente não sofisticado, indica a potencialidade de seu uso em sistemas interativos, por exemplo, para o ensino da anatomia.

SURFACE METHOD FOR 3D DISSECTION OF ANATOMICAL STRUCTURES

Angela Klemt, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor)

D.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, July, 1998

This work develops a 3D visualisation methodology, including the dissection of complex objects, which is flexible regarding the nature of the reconstructed objects (i.e. anatomical or histological structures), as well as to its application (i.e. surgical planning, tutorial systems). Besides tests with convex and concave geometrical objects, the validation of the method was carried out using a human skull, reconstructed from 225 computerised tomography (CT) images (587 x 341 pixels) of the “Visible Human” data set, with 1 mm distance between slices, forming 102.620 triangular faces. The method developed is based on Surface Visualisation and on the creation of Space Units (SUs), which divide the space into regions of equal volume, thus permitting to organise the faces in respect to common characteristics, as spatial position (SUPs, subSUPs) and normal (SUNs). In order to turn the visualisation process faster, the *a priori* knowledge of the inclination of the faces is used, grouped according to the SUNs during the pre-processing phase. This results, for uniform geometrical objects,

in an average reduction for the reading of faces in 33% and visibility testing in 66%. Depending on the dissection plane(s) (any inclination is permitted) and the side to be dissected, the faces are classified in a “divide-and-conquer” approach into *dissected*, *maintained* and *crossed*, until all *crossed* faces are eliminated. This procedure produce a set of edge created by dissection, forming the contour dissection surface. With more than one dissection plane, the Boolean operators “AND”, “OR” are needed. Using the human skull and mandibule, the results indicate that the proposed Surface Visualisation methods permits the exploration of the interior by the dissection simulation using cutting planes, an advantage normally only available with Volume Visualisation methods. By having implemented this method on a microcomputer, equipment commonly considered as not sophisticated, its potentiality in interactive use is shown and it could, for example, be employed in tutorial systems.

VIBRAÇÃO EM HELICÓPTEROS E A SOLICITAÇÃO DA MUSCULATURA PARAVERTEBRAL LOMBAR DE PILOTOS

Carlos Gomes de Oliveira, Jurandir Nadal (Orientador),
David Martin Simpson (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Jul., 1998

Estudos epidemiológicos apontam para a prevalência de lombalgia entre pilotos de helicópteros, sendo sua etiologia atribuída a fatores como vibração cíclica promovendo resposta da musculatura posterior da coluna lombar, conduzindo à sua fadiga, e assimetria postural do piloto durante o vôo. Neste trabalho foram testados 15 pilotos de helicóptero para avaliar o efeito da vibração sobre a atividade da musculatura paravertebral lombar (PL), através da avaliação conjunta de sua eletromiografia (EMG), dos lados direito e esquerdo, e da vibração triaxial proveniente do assento. Foram realizados testes no solo e monitorados os vôos. Além disso, foi avaliado se a postura assimétrica do piloto se reflete na assimetria do EMG do lado direito em relação ao esquerdo da musculatura PL. Também, observou-se se o trabalho do piloto durante o vôo requer uma solicitação intensa da musculatura investigada. Os resultados obtidos, após a aplicação de vários métodos, sugerem que não há influência importante da vibração proveniente do assento do helicóptero UH50 sobre o EMG da musculatura PL, em condições ambientais normais. As diferenças entre o EMG esquerdo e direito observadas foram atribuídas a questões individuais e não à assimetria postural do piloto. Além disso, os resultados apontam para um baixo estresse muscular durante o vôo.

HELICOPTERS VIBRATION AND THE ACTIVITY OF THE PARAVERTEBRAL LUMBAR MUSCLE OF PILOTS

Carlos Gomes de Oliveira, Jurandir Nadal (Supervisor),
David Martin Simpson (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, July, 1998

Epidemiological studies point to prevalence of low back pain between helicopter pilots, being its etiology attributed to factors as cyclic vibration promoting muscle stress leading to fatigue back muscle and asymmetrical postures during the flight. In this work 15 helicopter pilots were tested in order to evaluate the effect of vibration on paravertebral lumbar muscle (PL) activity by collecting its electromyogram (EMG) from the right and left side, along with the triaxial vibration of the pilot seat. It was performed tests on the ground and the flights were monitored. Besides, it was evaluated if the asymmetrical posture of the pilot produces differences between the EMG from right and left PL muscle. Also, it was observed if the work of the pilot in-flight lead to promote high stress over the investigated muscle. The results obtained from various methods employed suggest that there is no consistent pattern of influence of the vibration which comes from the seat of helicopter UH50 over EMG in normal conditions of weather. Differences between left and right EMG were considered due to individual differences and not to asymmetrical posture of pilot. Besides, the results point to low stress of the muscle during flight.

DISTRIBUIÇÃO DA VENTILAÇÃO PULMONAR ATRAVÉS DA LAVAGEM DE NITROGÊNIO DURANTE VENTILAÇÃO ESPONTÂNEA E SUPORTE PRESSÓRICO

Regina Célia Ferreira Rosa, Antonio Giannella Neto (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Set., 1998

A presente investigação objetiva: 1) Estabelecer um método para realização do teste de lavagem de nitrogênio de múltiplos ciclos (TN₂-MC) durante ventilação mecânica; 2) Caracterizar a distribuição da ventilação pulmonar empregando índices propostos na literatura; 3) Comparar testes em ventilação espontânea com testes utilizando ventilação com suporte pressórico (PSV) de 10 cmH₂O em indivíduos normais. Foram realizados testes em 19 normais voluntários de ambos os sexos, 18 não fumantes e 01 fumante. No teste em ventilação espontânea, foi utilizado procedimento padrão proposto na literatura; com PSV, foi utilizado ventilador micro-processado ajustado em 10 cmH₂O e fração inspiratória de O₂ de 100%. O volume expirado acumulado (V) foi normalizado dividindo-o pela capacidade residual funcional (CRF) (V/CRF), evitando assim, influências do padrão respiratório. Foram empregados dois critérios de análise: 1-Transformação logarítmica da curva da fração “end-tidal” de nitrogênio (FETN₂) versus V/CRF conforme apresentado por Light et al. (1980) e cálculo dos índices de uniformidade (B) e eficiência (A); 2- Análise de Momentos apresentada por Saidel et al. (1975). A curva da FETN₂ vs. número de trocas da CRF foi a distribuição analisada. Os resultados obtidos em ventilação espontânea foram semelhantes com os apresentados na literatura para indivíduos normais. Os índices encontrados em PSV também foram semelhantes com os de indivíduos normais e indicaram melhora na distribuição da ventilação em PSV. Os índices tomados do cálculo de momentos apresentaram melhora significativa ($p < 0,05$); enquanto nem o índice de uniformidade, nem o índice de eficiência tiveram uma alteração significativa quando analisados isoladamente; em conjunto os resultados foram estatisticamente significativos. O método desenvolvido para o TN₂-MC em ventilação mecânica mostrou-se adequado, sendo bem tolerado pelos voluntários e, apenas um técnico treinado foi suficiente para realizar o exame. A técnica para a realização do TN₂-MC com PSV é a mesma utilizada em fisioterapia, denominada respiração com pressão positiva intermitente (RPPI). A tendência verificada de melhora dos índices ventilatórios quando era empregado PSV, indica que o TN₂-MC pode ser um método de validação da RPPI e, mais genericamente, de utilidade em terapia intensiva como instrumento de avaliação da distribuição da ventilação.

PULMONARY VENTILATION DISTRIBUTION USING THE NITROGEN WASHOUT TEST WITH SPONTANEOUS VENTILATION AND PRESSURE SUPPORT

Regina Célia Ferreira Rosa, Antonio Giannella Neto (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Sept., 1998

The objectives of this investigation are: 1) To develop a technique to perform the multiple breath nitrogen washout test (MBN₂T) during mechanical ventilation; 2) To characterize the pulmonary ventilation distribution using indexes proposed in the literature; 3) To compare tests during spontaneous ventilation and pressure support ventilation (PSV) of 10 cmH₂O in normal individuals. Nineteen normal subjects (including one smoker) have been studied. The spontaneous ventilation test was executed by the standard procedure; with PSV, a micro-processed ventilator adjusted to 10 cmH₂O and an O₂ inspiratory fraction of 100 % were used. In order to reduce the influence of the breathing pattern, the

expired volume (V) was divided by the functional residual capacity (FRC), resulting in the number of turnovers (V/FRC). The data were analyzed with two techniques: 1- Logarithmic transformation of the curve Nitrogen end-tidal fraction (FETN₂) versus V/FRC as proposed by Light et al. (1980) and calculation of the uniformity index (B) and efficiency index (A); 2- Moment analysis as suggested by Saidel et al. (1975). The curve FETN₂ vs. number of turnovers was the analyzed distribution. During spontaneous ventilation the results were similar to those presented in the literature for normal subjects. During PSV the results were also in the range of normal subjects and indicate a better ventilation distribution (P < 0,05). The results of the uniformity index and efficiency index do not show significant alteration when analyzed separately, together the results indicate in improved ventilation distribution. The technique developed for MBN₂T in mechanical ventilation was adequate, well tolerated by subjects and only one trained technician was sufficient to accomplish the test. The technique for the execution of MBN₂T with PSV is the same as that utilized in physiotherapy, denominated intermittent positive pressure breathing (IPPB). The tendency verified of ventilation index improvement when employing PSV, indicate that MBN₂T may be a method of validation of IPPB and, generally, of usefulness in intensive respiratory therapy as an evaluation instrument of ventilation distribution.

ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE OS SINAIS DE PRESSÃO ARTERIAL E VELOCIDADE DO FLUXO SANGÜÍNEO CEREBRAL EM RECÉM-NASCIDOS

Marcelo Carvalho Bossan, Jurandir Nadal (Orientador),
David Martin Simpson (Co-Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Nov., 1998

Este trabalho trata da análise da autorregulação do Fluxo Sangüíneo Cerebral (FSC) contra variações da Pressão Arterial Média a partir da aplicação de uma abordagem dinâmica para a descrição da relação entre a Pressão Arterial (PA) e a Velocidade do Fluxo Sangüíneo Cerebral (VFSC). Esta abordagem permite uma explicação alternativa para observações na relação entre PA e VFSC, que tem sido interpretadas como evidência para uma “queda d’água vascular” na hemodinâmica cerebral. Sendo baseada em conceitos fisiológicos mais amplamente aceitos, permite, ainda, explicar a autorregulação do FSC como um processo que tem a variação da resistência cerebrovascular como seu principal mecanismo regulador, ao invés da Pressão Crítica de Fechamento do sistema PA/VFSC, conforme descreve a abordagem baseada na “queda d’água vascular.” Resultados experimentais significativos, obtidos a partir do processamento de 80 sinais de PA e VFSC oriundos de 33 neonatos com diferentes idades gestacionais, indicam a resistência cerebrovascular como o principal agente da autorregulação do FSC, e sugerem que a estimação da Pressão Crítica de Fechamento, a partir da interseção da reta de regressão da distribuição PAxVFSC com o eixo da PA, pode ser fortemente comprometida pela dinâmica do sistema. Os parâmetros de um modelo dinâmico foram estimados a partir de algoritmos de mínimos quadrados em blocos e adaptativos, e podem fornecer a base para técnicas alternativas de identificação da autorregulação a partir de variações espontâneas da pressão arterial média.

STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN ARTERIAL BLOOD PRESSURE AND CEREBRAL BLOOD FLOW VELOCITY SIGNALS IN NEWBORNS

Marcelo Carvalho Bossan, Jurandir Nadal (Supervisor),
David Martin Simpson (Co-Supervisor)

D.Sc.- Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Nov., 1998

This work deals with the analysis of the Cerebral Blood Flow (CBF) autoregulation against variations in the Mean Arterial Blood Pressure based on a dynamic approach for describing the relationship between Arterial Blood Pressure (ABP) and Cerebral Blood Flow Velocity (CBFV). This approach leads to an alternative explanation for observations that have been interpreted as evidences for the presence of a “vascular waterfall” in cerebral hemodynamics. Being based on more widely accepted physiological concepts, it permits autoregulation to be explained as a process in which the variations of cerebrovascular resistance plays the major role rather than the Critical Closing Pressure (CrCP), derived from the “vascular waterfall” approach. Experimental results from 80 ABP and CBFV signal pairs, acquired from 33 neonates of different gestation ages indicate cerebrovascular resistance as the main agent of autoregulation and also suggest that estimating CrCP from the ABP axis intercept of the ABPxVFSC regression line may lead to large errors due to the dynamics of the system. The parameters of dynamic models were estimated through block and adaptive least square algorithms and

may provide the basis for alternative techniques aimed at identifying autoregulation from spontaneous ABP variations.

MODELO PARA ESTABELECIMENTO DE PRIORIDADES EM SAÚDE UTILIZANDO ABORDAGEM MULTICRITÉRIO

Lilian Terezinha Ferreira Trotta, Flávio Fonseca Nobre (Orientador),
Luiz Flávio Autran Monteiro Gomes (Co-Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dez., 1998

Um dos maiores problemas defrontados pela área de saúde é o que diz respeito à escassez histórica de recursos financeiros disponíveis para o Setor e que tem se tornado mais acentuada nos dias atuais. Além disso, o envelhecimento da população e os avanços tecnológicos têm aumentado a lacuna entre a disponibilidade desses recursos e a demanda por cuidados em saúde. Isto vem tornando mais urgente a necessidade de uma alocação mais racional desses recursos dentro do Setor o que aponta, em última análise, para uma priorização das alternativas (serviços, equipamentos, medicamentos, projetos de construção e reforma entre outras) a serem disponibilizadas para a população. Desde o início da década de 90, vários países começaram a perceber a importância de se fazer escolhas apoiadas em bases mais claras que permitissem a justificativa das decisões a serem tomadas. Embora as discussões mundiais sobre priorização estejam mais voltadas para decisões em nível macro, é importante, também, que se comece a discutir e a utilizar processos de priorização no dia-a-dia. O método tradicionalmente usado para priorizações (ou escolhas entre alternativas) é a análise custo-benefício que, embora importante, não é factível de ser realizada a cada momento em que o planejador/gerente de saúde se depara com um problema de decisão. Portanto, nesta tese é apresentada uma outra metodologia - o Apoio Multicritério à Decisão (AMD) - que tem, como um dos seus pontos fortes, a possibilidade de ser usada rotineiramente podendo auxiliar os planejadores em saúde, em qualquer nível, a ordenar tecnologias, previamente selecionadas, para alocação prioritária dos recursos financeiros disponíveis. O AMD leva em conta os diversos pontos de vista (ou critérios) envolvidos num processo de decisão e as preferências pessoais do agente de decisão (indivíduo ou grupo), o que é fundamental quando se procura modelar o mundo real. Para auxiliar o profissional de saúde a construir seus próprios critérios de decisão é apresentada, também, neste trabalho, uma técnica de aquisição de conhecimento que se mostrou útil na explicitação de tais critérios por parte de especialistas. Em aplicações do AMD na Secretaria Municipal de Saúde do Rio de Janeiro e no Hospital Universitário Pedro Ernesto, a abordagem multicritério mostrou ser ferramenta importante principalmente ao clarear o processo decisório permitindo, desta forma, que opiniões fossem formadas, transformadas ou sustentadas levando a uma melhor decisão final.

A MODEL TO SET PRIORITIES IN HEALTH CARE USING MULTICRITERIA APPROACH

Lilian Terezinha Ferreira Trotta, Flávio Fonseca Nobre (Supervisor),
Luiz Flávio Autran Monteiro Gomes (Co-Orientador)

D.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dez., 1998

One of the main problems faced by Health Care Systems is the historic lack of financial resources available to the sector. Those resources have been decreasing with time. Moreover, the aging of the population and the technological advances have been widening the gap between the availability of resources and the demand for health care. This asks for a more rational allocation of the financial

resources in the Health Care Sector that demands, in the long run, a scheme for setting priorities to alternatives (service, equipments, facilities building and maintenance) to be offered to the population. Since the beginning of 90's, various countries realized the importance of making choices on a clearer basis that supported the decisions made. Although worldwide discussions on priority setting are directed toward decisions at the highest levels of health care systems, it is also important that this process be studied and used on a daily basis, at every level of decision making. Cost-effectiveness analysis is the traditional method used to set priorities (or to choose among alternatives). However it is not possible to make such analysis each time health decision-makers face a decision problem. Therefore another method is presented in this thesis – Multicriteria Decision Aid (MDA) – which has, as one of its main characteristics, the possibility of being routinely used, helping health decision makers, in each level of health care, to set priorities for resource allocation, by ordering previously selected technologies. MDA take into account the various points of view (or criteria) involved in a decision process and the decision makers own preferences (individual or group) which is very important when trying to model the real world. A knowledge acquisition technique to aid health decision-makers to set their own decision criteria is also presented. This technique was useful to make experts' criteria explicit. The MDA approach was used in the Health Care City Council of Rio de Janeiro and in the Pedro Ernesto University Hospital. In both situations, this approach was an important tool, mainly because it made the decision process clear, allowing opinions to be formed, changed or supported, leading to a better decision in the end.

CLASSIFICAÇÃO DE ALTERAÇÕES DO SEGMENTO ST DO ELETROCARDIOGRAMA ATRAVÉS DE ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS E REDES NEURAI ARTIFICIAIS

Pedro Paulo da Silva Soares, Jurandir Nadal (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Fev., 1999

As alterações do segmento ST do eletrocardiograma são intimamente relacionadas com a ocorrência de episódios isquêmicos cardíacos, tanto silenciosos quanto sintomáticos. O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema automático de classificação de alterações do segmento ST do ECG, utilizando a análise de componentes principais (ACP) como método de extração de características e redes neurais artificiais (RNA) como método de classificação. O *European ST-T Database* foi usado como banco de dados de referência para classificação, onde apenas segmentos de batimentos normais e ritmo normal foram considerados, excluindo-se episódios arrítmicos e de alterações de onda T. Foram estudados três padrões de ST, normais (N), infradesniveados (ST-) e supradesniveados (ST+). Após um estudo preliminar, o segmento ST-T foi definido como o trecho de sinal que inicia na onda S e termina no final da T, o qual é estimado em função da frequência cardíaca pelo método de Karjalainen e colaboradores. Cada segmento foi interpolado e reamostrado para 100 pontos, sendo a seguir desconsideradas as 10 amostras iniciais. Foram selecionados aleatoriamente 7200 padrões, 2400 de cada classe, igualmente divididos em grupos de treinamento (TRE), validação (VAL) e teste (TES). O TRE serviu para o cálculo das CP, cujas cinco primeiras componentes formaram a base de transformação KL5, representando 98,23 % da variância total. Todos os grupos foram normalizados e projetados sobre KL5. Foram testadas seis topologias de RNA, com 6, 10, 15, 20, 25 e 30 neurônios na camada escondida, treinadas 10 vezes com diferentes pesos iniciais. Para o ajuste dos pesos, foi empregado o algoritmo de Levenberg-Marquardt, usando o TRE e VAL para treinamento e validação, tendo como critério de parada de treinamento o aumento por cinco épocas consecutivas do EMQ do VAL em relação ao TRE. Uma RNA de 15 neurônios na camada escondida foi selecionada e usada para teste de desempenho de classificação do TES, que apresentou ACUR de 80,42 %, sensibilidade de 84,86 % e valor preditivo positivo de 87,82 %. Um total de 489785 segmentos ST foram analisados e os resultados individuais por paciente foram também apresentados. Os resultados do presente trabalho são semelhantes aos de sistemas similares existentes na literatura. A principal conclusão é que o método usando ACP e RNA é potencialmente aplicável para classificação de alterações do segmento ST do eletrocardiograma, com a vantagem de não requerer a detecção de pontos fiduciais, como o ponto J, e medidas subjetivas de ST.

Palavras-chave: Análise de componentes principais, Eletrocardiografia ambulatorial, Processamento de sinais ECG, Redes neurais artificiais

CLASSIFICATION OF ST CHANGES OF THE ELECTROCARDIOGRAM USING PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Pedro Paulo da Silva Soares, Jurandir Nadal (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Feb., 1999

Changes in the ST segment of the electrocardiogram are closely related to the occurrence of cardiac ischemic episodes, either silent or symptomatic. The aim of this study was the development of a

system for automatic classification of the electrocardiogram ST changes, using principal component analysis (PCA) for feature extraction and artificial neural networks (ANN) for pattern recognition. The European ST-T Database was used to create the reference database for the study, where only segments from normal beats and normal rhythm were considered, by excluding arrhythmic and ischemic T-waves episodes. Three ST patterns were studied, including normal (N), negative (ST-) and positive ST deviation (ST+). After a preliminary study, ST-T segments were assumed as beginning at the S wave onset until the end of the T wave, which was estimated as a function of the heart rate by the method proposed by Karjalainen and colleagues. Each segment was interpolated and resampled to 100 points, where the initial 10 samples were not considered for the analysis. A total of 7200 patterns were randomly selected, 2400 of each class, equally divided to create the training (TRE), validation (VAL) and test (TES) sets. TRE was used for PCA calculation, where the first five components represented 98,23 % of the original variance and formed the transformation matrix KL5. All data groups were normalized and projected over KL5. Six ANN topologies were test, with 6, 10, 15, 20, 25 and 30 neurons in the hidden layer, each one being trained 10 times with different initial weights. Levenberg-Marquardt algorithm was employed for weight adjustments, using TRE for training and VAL for validation, and the stopping training criteria, was the MSE increasing over 5 consecutive epochs. The 15 hidden neurons network was selected and used for final classification. The measured performance for TES data set reached 80.42 % ACUR, with 84.86 % ST sensitivity and 87.82 % ST positive predictivity, which are similar to other methods in literature. The same ANN was thus applied to the complete patient data (489785 ST-segments). The main conclusion is that the method using PCA and ANN is potentially applicable for the electrocardiographic ST changes classification, with the advantage that is does not require the detection of fiducial points, as J-point and subjective ST measurements.

Keywords: Ambulatorial Electrocardiography, Artificial Neural Networks, ECG signal processing, Principal Component Analysis.

CARACTERIZAÇÃO DO USO DO TOMÓGRAFO COMPUTADORIZADO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, ATRAVÉS DE DADOS ADMINISTRATIVOS EM SAÚDE

Elisa Abreu Santos, Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1999

Este trabalho desenvolve um Sistema de Informação e análises de caracterização do uso do Tomógrafo Computadorizado (TC) com o objetivo de contribuir na disponibilização de informação para suporte ao gerenciamento de tecnologias de alto custo em saúde. A motivação do trabalho deve-se à importância em controlar a utilização do TC, obtendo indicadores que caracterizem a alocação e a oferta desta tecnologia no Estado do Rio de Janeiro, de modo a permitir melhorias no planejamento e melhor equilíbrio financeiro no setor. O estudo está baseado em dados administrativos do Sistema Único de Saúde (SUS). Os dados do Sistema de Informação Hospitalar (SIH) e do Sistema de Informação Ambulatorial (SIA) foram usados em análises do uso do TC relativas a municípios, hospitais, tipo de exames de tomografia computadorizada e diagnóstico principal de internação, respectivamente no período de janeiro a dezembro de 1995 e janeiro de 1995 a dezembro de 1996. Foi feita ainda uma caracterização geográfica do uso do TC no Estado utilizando-se o software ArcView, versão 2.1. O Sistema de Informação de Análises de Exames Tomográficos, o SIAET, foi desenvolvido em plataforma Windows95 com o auxílio do software VisualBasic versão 5. Os resultados encontrados permitem compor um perfil de utilização do TC, com base em sua produção de exames, identificando problemas de variações de seu uso em municípios do Estado do Rio de Janeiro. Palavras-Chave: Avaliação de Tecnologias, Gerenciamento de tecnologias, Sistema de informação, Tomografia computadorizada.

CHARACTERIZATION OF USE OF COMPUTED AXIAL TOMOGRAPHY (CAT-SCAN) IN RIO DE JANEIRO, BRASIL, THROUGH ADMINISTRATIVE DATA IN HEALTH CARE

Elisa Abreu Santos, Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1999

This work presents an Information System in order to analyze and characterize the use of the Computed Axial Tomography (CAT-scan) technology. The objective is to develop an information system to aid in the management of high-cost technology in health care. The basic motivation comes from the importance in controlling the use of these technologies, obtaining parameters that are able to characterize the offer and allocation of them, in the State of Rio de Janeiro (Brazil) so as to enable better financial planning and equilibrium of this health sector. The study is based on administrative data from the Unified Health System (UHS). The Hospital admission and ambulatory claim data used are related to districts, hospitals, type of CAT exams, admission main diagnostic, during the period January-to-December of 1995 and 1996. A geographic characterization was also performed using the ArcView software (version 2.1). The Information System for Analysis of Tomographic Exams was developed in a Windows95 platform and in VisualBasic (version 5). The results provide a profile of the use of CAT-scan, from the number of exams performed, identifying large local variation rates of use that technology in the State of Rio de Janeiro.

Keywords: Computed axial tomography, Information system, Technology assessment, Technology management

PROTOCOLO DE ENSAIOS PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE IMAGEM DE EQUIPAMENTOS DE ULTRA-SOM DIAGNÓSTICO

Jairo Antunes Monteiro Júnior, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Orientador),
Carlos Roberto Strauss Vieira (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1999

É indiscutível a evolução no campo da ultra-sonografia para diagnóstico médico, nos últimos anos. Os equipamentos apresentam crescente sofisticação tecnológica e as aplicações abrangem cada vez mais especialidades em saúde. Tal difusão acarreta riscos potenciais para o paciente, que vão desde a segurança biológica até o diagnóstico equivocado pelo mau uso ou baixo desempenho da tecnologia. Este trabalho apresenta uma proposta de protocolo de coleta de dados visando a avaliação da qualidade de imagens de ultra-sonógrafos comerciais. É baseado em relatórios e recomendações técnicas de instituições de credibilidade internacional na área (IEC, AIUM) e foi estruturado de forma a permitir a obtenção, passo-a-passo, de cada parâmetro. São selecionados 6 parâmetros que permitem a caracterização quantitativa das imagens obtidas a partir *phantoms* padronizados (*multipurpose e contrast-detail*). O protocolo foi testado em equipamentos em uso, o que permitiu a verificação da capacidade discriminatória de cada parâmetro, bem como a sua importância na elaboração do diagnóstico. Esta tese é uma contribuição para a implementação de um laboratório credenciado para ensaios de equipamentos de ultra-som diagnóstico no PEB/ COPPE/UFRJ.

Palavras-chave: Protocolo de Ensaios, Qualidade de imagem médica, Ultra-sonografia diagnóstica,

PROTOCOL OF ESSAY FOR THE ASSESSMENT OF IMAGE QUALITY FOR DIAGNOSTIC ULTRASOUND EQUIPMENTS

Jairo Antunes Monteiro Júnior, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Supervisor),
Carlos Roberto Strauss Vieira (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1999

The growth experienced by clinical ultrasonography in the last years is unquestionable. The equipment presents increasing technological complexity and applicability. Such behavior brings potential risks to the patient from biological safety aspects up to false diagnosis ones due to the misuse or low performance of the technology. This work presents a protocol of data collection to assess image quality of commercial ultrasonographs based on reports and norms from international qualified institutes (IEC, AIUM). Its structure permits the acquisition, step-by-step, of each parameter. Six parameters were selected to allow the quantitative characterization of ultrasonic images obtained with standard phantoms (*multipurpose and contrast-detail*) from equipment presently in use in hospitals and clinics of the city of Rio de Janeiro. The protocol enables the investigation of the discriminating ability of the parameters as well as their importance to the diagnosis. This thesis is a contribution towards the implementation of a laboratory of essay of ultrasonic diagnostic equipment at PEB/COPPE/UFRJ.

Keywords: Clinical ultrasonography, Medical image quality, Protocol of essay.

HÉRCULES: UM SISTEMA DE APOIO AO ENSINO DA ATENÇÃO FARMACÊUTICA

Homero da Silva Nahum Junior, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1999

A formação e atualização em Atenção Farmacêutica são atualmente consideradas estratégias relevantes na busca da qualidade da terapia medicamentosa. Objetivando auxiliar o processo ensino-aprendizagem em Atenção Farmacêutica, o *software* educacional do tipo Exercício & Prática, Hércules, foi desenvolvido, adotando tanto a concepção educacional quanto computacional. A seleção de 18 casos clínicos reais e sua organização em seis níveis de dificuldade, baseou-se na necessidade de busca de informações e complexidade da elaboração da resposta pelo usuário. Este conjunto de casos clínicos encontra-se armazenado no banco de dados *Hercules*, no qual serão realizadas as pesquisas sobre o quadro clínico e o paciente. A análise e elaboração do parecer técnico de cada caso clínico exigem do aluno atitudes distintas na obtenção de informações/dados. Às atitudes são atribuídos pontos, cujo somatório é determinante na promoção hierárquica do usuário, possibilitando que este inicie a interação com o Hércules como Estagiário e a finalize como Conselheiro Presidente, após percorrer o total de casos clínicos. A priorização das atitudes para construção da resposta, reduz a importância do desempenho final, contribuindo para o favorecimento da mudança comportamental. A manipulação dos bancos de dados (*Hercules* e *Records*) é feita através do Sistema Gerenciador de Banco de Dados - SGBD, cuja independência em relação ao sistema Hércules, reduz o impacto da dinâmica do mercado de fármacos como elemento comprometedor da atualidade do sistema, pois a manutenção se dá somente sobre o SGBD. O sistema Hércules foi, então, desenvolvido com as funções de selecionar aleatoriamente os casos clínicos, pontuar as atitudes do usuário na resolução destes e supervisionar as buscas nos bancos de dados. A avaliação preliminar indicou a potencialidade do Hércules como uma ferramenta auxiliar do processo ensino-aprendizagem na formação e educação continuada em Atenção Farmacêutica.

Palavras-chave: Atenção farmacêutica, Qualidade da terapia medicamentosa, Sistema de apoio ao ensino.

HERCULES: A SUPPORT SYSTEM FOR TEACHING IN PHARMACEUTICAL CARE

Homero da Silva Nahum Junior, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1999

The formal education and the updates in Pharmaceutical Care are now considered to be one of the most relevant strategies in order to detain high quality drug therapy. A software called Hércules of the type Drill and Practice was developed considering both educational and computational aspects with the purpose of supporting the teaching-learning process in Pharmaceutical Care. Due to the need of searching information and of elaborating the answers, 18 real clinical cases organised into six distinct difficulty levels were selected. These cases are stored at the *Hercules* database from which the clinical overview of the patient can be analysed. Distinct attitudes are required from the student when obtaining data/information for the analysis and elaboration of technical opinion of each clinical case. Weighting these attitudes, the resulting summation of them determines the hierarchical promotion of the user. This allows the user to interact with Hércules, firstly as a Trainee, and to advance up to a Consultant President level, once he have gone through all clinical cases. Taking in consideration the ranking of the

user's attitudes in the process of building the answer reduces the importance of the final achievement. Thus, contributing for a possible change in user's behaviour. Database manipulation is done using a Database Management System (DBMS) which is independent of the Hércules system. Thus, the negative impact of the highly dynamic market of drugs in updating the database is reduced since one can just alter the DBMS. The Hércules system allows a random selection of the clinical cases, weights the user's attitudes and supervises his queries. A preliminary assessment of Hércules indicated its great potentiality as a tool for the teaching-learning process in both undergraduate and continuing education in Pharmaceutical Care.

Keywords: Educational support system, Pharmaceutical care, Quality of drug therapy.

CORRELAÇÃO ENTRE EEG DE FUNDO E VELOCIDADE DO FLUXO SANGÜÍNEO CEREBRAL EM RECÉM-NASCIDOS

Daniel Alfonso Botero Rosas, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador),
David Martin Simpson (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1999

A associação entre o fluxo sanguíneo cerebral (FSC) e a ocorrência de diferentes padrões do EEG tem sido estudada durante o ciclo sono-vigília nos neonatos. Contudo, alterações no FSC, relacionadas ao EEG espontâneo de fundo, não têm sido apontadas. Com este objetivo foi investigada a relação entre o EEG das derivações *F4-P4* e *F4-T4* e a velocidade do FSC (VFSC por ultra-som Doppler transcraniano da artéria cerebral média direita) adquiridos, simultaneamente, em 13 neonatos a termo, não-asfíxicos admitidos no Berçário do IFF/FIOCRUZ. Os sinais foram digitalizados a 200 Hz, e selecionados trechos, livres de artefatos, de sono quieto (traçado alternante, TA) de nove neonatos a partir da polisonografia. Para o EEG foram extraídos parâmetros espectrais a cada segundo: potências total (*Ptot*), em delta (*Pdel*) e teta (*Ptet*), freqüências média total (*Fmtot*), em delta (*Fmdel*) e teta (*Fmtet*), e freqüência de borda (*Fmbord*), enquanto que para a VFSC, foi extraída a velocidade média (*Vm*) a cada ciclo cardíaco, interpolada para 5Hz e promediada a cada segundo. Utilizando-se as séries temporais de *Vm* e parâmetros do EEG de trechos de TA, foram estimadas as funções de correlação $r(\tau)$. Baseado em simulação de Monte Carlo, os valores críticos de $r(\tau)$ foram estabelecidos. Notou-se que $r(\tau)$ entre *Vm* e *Ptot F4-T4* ou *Pdel F4-T4* apresentou elevada variabilidade, exceto para *lags* de ± 10 segundos, neste intervalo seis neonatos tem o máximo da correlação ocorrendo para τ entre -4 e $-7s$ (EEG adiantado em relação à VFSC), com valores entre 0,14 e 0,35 e significância estatística $p \leq 0,10$; para os outros três o máximo também ocorre entre -4 e $-7s$, porém variando de 0,03 a 0,11 e não sendo estatisticamente significativo. A função correlação entre *Vm* e os parâmetros de freqüência e o *Ptet* não mostra nenhuma característica relevante. Tais resultados concordam com a literatura para indivíduos adultos, nos quais as mudanças na atividade elétrica do córtex acontecem antes das alterações no FSC; adiantamentos de até 10s poderiam ser interpretados como correspondendo à influência de mecanismos neurogênicos de ação rápida na regulação do FSC. Estes achados em neonatos poderiam ser tomados como um indicador da integridade da hemodinâmica cerebral, sendo portanto úteis tanto no entendimento da fisiologia do controle do FSC, quanto no prognóstico e diagnóstico de patologias que alterem o sistema regulatório do FSC.

Palavras-chave: Atenção neonatal, Ciclo sono-vigília de neonatos, Fluxo sanguíneo cerebral, Processamento de sinais EEG.

CORRELATION BETWEEN BACKGROUND EEG ACTIVITY AND CEREBRAL BLOOD FLOW VELOCITY IN NEWBORNS

Daniel Alfonso Botero Rosas, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor),
David Martin Simpson (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1999

The association between the cerebral blood flow (CBF) and the occurrence of different patterns of EEG has been studied during the sleep-wake stage in newborns. However, alterations in

CBF, related to spontaneous background EEG, have not been previously studied. With this objective the relationship between the EEG of derivations *F4-P4* and *F4-T4* and the CBF velocity (CBFV for transcranial Doppler ultrasound of the right medium cerebral artery) acquired simultaneously was investigated in 13 newborns to term without asphyxia admitted to IFF/FIOCRUZ. The EEG signals *F4-P4* and *F4-T4* were taken from the polysomnography of nine newborns during quiet sleep (tracé alternant, TA) and sampling at 200 Hz, selected intervals free of artifacts. The following spectral parameters were calculated from the EEG every second: total (*Ptot*), delta (*Pdel*) and theta (*Ptet*) powers; total average frequency (*Fmtot*), delta (*Fmdel*) and theta (*Fmtet*) frequencies and edge frequency (*Fbord*). The mean velocity (Vm) was estimated from the CBFV for each heart cycle, after interpolated at 5Hz and averaged each second. The correlation functions $r(\tau)$ were determined from the temporal series of Vm and the EEG parameters over the same time period. The critical values of $r(\tau)$ were established using Monte Carlo simulation. It was observed that $r(\tau)$ between Vm and *Ptot F4-T4* and *Pdel F4-T4* showed high variability, except for intervals of ± 10 s. In this interval six newborns had the maximum correlation occurring between -4s and -7s (changes in EEG parameters appearing before changes in Vm), with statistical significance $p \leq 0.10$ for correlations between 0.14 and 0.35. For the other three newborns, the maximum correlation also occurred in the same time period but was not statistically significant for correlations varying from 0.03 to 0.11. The correlation function between Vm, the frequency parameters and *Ptet* showed no important characteristic. These results agree with the literature for adult individuals, in which the changes in the electrical activity of the brain happen before the changes in CBFV. Lags of up to 10s could be interpreted as corresponding to the influence of neurogenic mechanisms in the regulation of CBF. These findings in newborns could be interpreted as an indicator of the integrity of the cerebral blood dynamics. Therefore it might be useful in the understanding of the physiology of the CBF control, and in the prognosis and diagnosis of pathologies that alter the regulatory system of CBF.

Keywords: Cerebral blood flow, EEG signal processing, Neonatal care, Sleep-wake stage in newborns.

TROCAS GASOSAS EM EXERCÍCIO NA CARDIOPATIA CHAGÁSICA CRÔNICA

Fátima Palha de Oliveira, Antonio Giannella Neto (Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1999

Visando quantificar e avaliar a resposta de trocas gasosas em exercício, foram avaliados 52 pacientes cardiopatas chagásicos crônicos (CCC), do sexo masculino sem outras doenças associadas, e 15 normais do sexo masculino (idade = 36 ± 9). Os pacientes foram divididos em quatro grupos: **IA** (ECG e ECO (ecocardiograma) normais, $n = 17$, idade = 47 ± 11), **IB** (ECG normal e ECO anormal, $n = 9$, idade = 46 ± 12), **II** (ECG e ECO anormais, sem Insuficiência Cardíaca Congestiva (ICC), $n = 14$, idade = 52 ± 10) e grupo **III** (ECG e ECO anormais com ICC, $n = 12$, idade = 55 ± 9). A ergoespirometria foi feita em um cicloergômetro de frenagem mecânica (Monark) e o teste teve característica sintoma-limitante. As concentrações ciclo a ciclo dos gases (Airspec MGA2000), a vazão respiratória (pneumotacógrafo Fleisch 3) e ECG foram processados em computador pessoal, em tempo real. Foi implementada uma rede neural artificial (RN) em MATLAB 5.1 (Matwork), usando a topologia *feedforward-backpropagation* visando verificar a possibilidade de separação dos grupos segundo o grau de comprometimento cardíaco a partir dos resultados da ergoespirometria. Em repouso, só se obteve diferença significativa ($p = 0,02$) para frequência respiratória (IA \neq III). No pico de exercício, as diferenças foram evidentes entre os grupos extremos da classificação de Los Andes (IA \neq III). O limiar anaeróbio apresentou boa discriminação entre os grupos de pacientes (IA \neq II e IA \neq III, $p = 0,008$). O consumo total de oxigênio no período de recuperação ($V_{O_{2pós}}$), apresentou correlação significativa ($p \leq 0,05$) com as variáveis que refletem a tolerância ao exercício em todos os grupos estudados. A variável $V_{O_{2pós}}/\dot{V}_{O_{2pico}}$ apresentou boa capacidade de separação dos grupos (N \neq III $p = 0,0006$; IA \neq III e IB \neq III, $p = 0,0008$). A cinética da curva de \dot{V}_{O_2} é mais prolongada, durante todo o período de recuperação, no grupo de pacientes em estágio avançado da doença (grupo III \neq N, $p = 0,02$). O estudo com RN obteve a taxa de acerto de classificação (TAC) de 66% quando se separou os 4 grupos de pacientes e de 77% quando a amostra foi analisada unindo os grupos extremos da classificação de Los Andes (IA + IB e II + III). Foi observada uma significativa diferença entre a capacidade funcional dos pacientes dos grupos em fase inicial e avançada da CCC, sendo evidente a redução progressiva e paralela à perda da performance hemodinâmica cardíaca. Os pacientes de maior grau de comprometimento cardíaco têm cinética prolongada da capacidade de restauração do organismo às condições basais. A análise com RN evidenciou que, considerando as variáveis obtidas em exercício, se alcançou separação satisfatória apenas quando considerado dois grupos (IA + IB e II + III).

Palavras-chave: Cardiopatia chagásica crônica, Fisiologia do exercício, Redes neurais artificiais, Trocas gasosas

GAS EXCHANGE IN EXERCISE IN THE CHRONIC CHAGASIC CARDIOPATHY

Fátima Palha de Oliveira, Antonio Giannella Neto (Supervisor)

D.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Mar., 1999

The aim of this research was to quantify and evaluate the gas exchange response during exercise of fifty two male chronic chagasic cardiopathic (CCC) patients, without other associated diseases and 15 healthy male volunteers (age = 36 ± 9). The patients were divided in four groups: IA (both normal

ECG and ECO, $n = 17$, age = 47 ± 11), IB (normal ECG and abnormal ECO, $n = 9$, age = 46 ± 12), II (both abnormal ECG and ECO, without congestive heart failure (CHF), $n = 14$, age = 52 ± 10) and group III (both abnormal ECG and ECO, with CHF, $n = 12$, age = 55 ± 9). The exercise test was done in a mechanically braked ergometer (Monark) and its duration was symptom limited. The gas concentrations (Airspec MGA2000), flowrate (Fleisch 3) and ECG were fed to a personal computer which produced a real-time report of ventilatory and gas exchange parameters on a breath-by-breath basis. A Neural Network (NN) (feedforward-backpropagation topology) was implemented in MATLAB 5.1 (Matwork) in order to test the possibilities of separation of the groups according to the degree of heart failure, starting from the results of the ergoespirometry. During the rest period, significant differences were observed only in the respiratory frequency (IA \neq III, $p = 0.02$). In the exercise peak differences were identified between the groups IA and III. The Anaerobic Threshold (AT) seems to be the exercise variable that best separates the studied groups (IA - II and IA - III, $p = 0.008$). The $V_{O2p\acute{o}s}$ presented significant correlation ($p \leq 0.05$) with the variables that reflect the tolerance to the exercise in all the studied groups. The index $V_{O2p\acute{o}s}/\dot{V}_{O2peak}$ presented good capacity to separate the groups (N - III, $p = 0.0006$; IA - III and IB - III, $p = 0.0008$). Recovery \dot{V}_{O2} response times were longer in patients of the group III (with CHF) than the control group ($p = 0.02$). The use of NN to separate the four groups of patients did not succeed (66%). A better result (77%) was reached when the sample was analyzed combining the four groups two by two (IA + IB and II + III). It was observed a reduction in the functional capacity of the chronic chagasic patients that seemed to be progressive and paralleled the loss of the heart-hemodinamic performance during the exercise as well as during the recovery. Group III, CCC patients present a prolonged kinetics of the restoration of the organism to the basal conditions. The neural network presented the best result only when the analysis was done with two groups of patients (IA + IB and II + III).

Keywords: Artificial neural networks, Chronic chagasic cardiopathy, Exercise physiology, Gas exchange.

AMBIENTE PARA FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM ATENÇÃO FARMACÊUTICA - STAFF

Selma Rodrigues de Castilho, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1999

A necessidade de se contribuir com o processo de formação de profissionais em atenção farmacêutica, não se limitando a adequá-la a uma realidade pré-estabelecida, mas sim possibilitando levar em consideração a construção de cenários dinâmicos e diversos, que atendam a atores distintos quanto à experiência, preferência e estilo de aprendizagem, conduziu ao desenvolvimento de um Ambiente para Formação de Recursos Humanos em Atenção Farmacêutica (STAFF). O ambiente, constituído de cinco sistemas principais, entre os quais o da base informacional (Hera), o de casos clínicos (Zeus) e o exercício e prática (Minerva), permite a experimentação de situações reais da prática assistencial sem as implicações que a realidade impõe. Tais sistemas, baseados em hipermídia, foram modelados usando-se o método HiperAutor e implementados no Toolbook IV® da Assymetrix. O banco de dados relacional, sistema Papoula, foi implementado a partir dos software MS Access® e Visual Basic V®. O protótipo atual contém 25 casos clínicos, 15 em Zeus e 10 em Minerva (que possui também 20 perguntas diretas). Para avaliar o tempo de resposta do Papoula, foram simuladas as informações relativas a 150 drogas. A validação do protótipo permitiu verificar sua adequação aos requisitos inicialmente especificados, em particular quanto ao planejamento educacional e à resistência do sistema a falhas. Entre os principais aspectos evidenciados durante a validação do STAFF destacam-se a facilidade de utilização, a interface amigável, a ausência de problemas na integração dos diferentes módulos, a possibilidade de localização e orientação do usuário, o emprego de linguagem correta e objetiva e o uso de imagens consideradas pertinentes ao conteúdo. Os resultados obtidos sugerem ser o STAFF uma ferramenta adequada, tanto para a formação quanto para a educação permanente de profissionais farmacêuticos.

Palavras-chave: Atenção farmacêutica, Formação de Recurso Humanos, Sistema de apoio ao ensino.

SOFTWARE ENVIRONMENT SETTING FOR SUPPORTING HUMAN RESOURCE DEVELOPMENT IN PHARMACEUTICAL CARE: STAFF

Selma Rodrigues de Castilho, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor)

D.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1999

The STAFF, an Environment for Supporting Human Resource Development in Pharmaceutical Care, was developed to contribute to pharmaceutical education. It would not only mimic reality but enable the construction of dynamic and distinct scenarios. The environment should also be adequated to different users in terms of professional experience, preferences and learning style. The STAFF consists of five systems, among them the information base (Hera), the clinical cases system (Zeus) and the knowledge testing system (Minerva). The latter allows experimentation of practical situations without any real life implications. These systems, based on hypermedia, were modelled by the HiperAuthor method and implemented using Toolbook IV ® from Assymetrix. The database system (Papoula) was developed using MS Access® and Visual Basic V®. The first prototype contains 25 clinical cases, from which 15 are in Zeus and 10 are in Minerva. In addition, the latter also contains 20 direct questions. In order to analyse Papoula's response time, information about 150 drugs was simulated.

The prototype validation demonstrated a user-friendly interface whereby users manage to locate and orient themselves during their interaction with the environment. It also indicated ease utilization due to the clear and objective language and images. Further, problems in systems' integration were not identified. The results suggest the great potentiality of STAFF as an educational tool for both undergraduate and continuing education of pharmacists dealing with pharmaceutical care.

Keywords: Educational support system, Human Resource development, Pharmaceutical care.

DETECÇÃO OBJETIVA DA RESPOSTA AUDITIVA NO EEG DE CRIANÇAS

Eloane Gonçalves Ramos, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador),
David Martin Simpson (Co-Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abr., 1999

A triagem auditiva, especialmente de recém nascidos (RN) que apresentem fatores de risco, tais como asfixia e história familiar de surdez, tem sido recomendada por diversas entidades internacionais. O exame de potencial evocado auditivo de tronco cerebral (BERA) é atualmente considerado como referência para detecção do limiar auditivo em RNs, apesar de ser um procedimento demorado e de interpretação subjetiva. Este trabalho investiga a utilização do CSM (*Component Synchrony Measure*) e do MSC (*Magnitude Squared Coherence*) na identificação objetiva da resposta auditiva em crianças. Sinais EEG de 32 crianças e recém-nascidos normais e com deficiência auditiva foram adquiridos durante estimulação por *clicks* a 20Hz e, posteriormente, classificados por especialista quanto à presença de resposta a partir de Audiometria por BERA. A aplicação do CSM e MSC a simulações de ruído branco mostrou não haver influência da promediação por grupos de trechos, nem da variação do número e duração dos mesmos, desde que não se altere a duração total do sinal. A influência da interferência da rede elétrica foi reduzida utilizando-se filtragem *notch* anterior à aplicação de um procedimento para redução do artefato de estímulo. Para o EEG durante estimulação a 85 dBHL, a aplicação da janela Tukey a cada um dos 1024 trechos foi também realizada. Utilizando-se critério heurístico de detecção da resposta baseado em um conjunto de harmônicos da frequência de estimulação (20 a 900Hz) obteve-se sensibilidade de 93% e especificidade de 78% para o MSC, e 98% e 72% para o CSM, respectivamente. Os valores de sensibilidade poderiam ser ainda maiores aumentando-se o número de trechos processados de um mesmo indivíduo. Entretanto, para a melhoria da especificidade torna-se necessário aumentar o número de sinais de crianças com deficiência auditiva.

Palavras-chave: Análise espectral de sinais, Detecção objetiva da resposta auditiva, EEG infantil, Processamento de sinais EEG

EEG OBJECTIVE AUDITORY RESPONSE DETECTION IN CHILDREN

Eloane Gonçalves Ramos, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor),
David Martin Simpson (Co-Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Apr., 1999

Auditory screening, especially of neonates at risk for hearing loss, such as those who have suffered birth asphyxia or have a family history of deafness, has been recommended by a number of international organisations. Brain evoked response audiometry (BERA) is considered the most suitable technique for detecting the hearing threshold in newborns, in spite of being time consuming and subjective. The present work investigates the use of the component synchrony measure (CSM) and magnitude squared coherence (MSC) in the objective detection of the auditory response in children. EEG signals of 32 children (including new-borns), some with hearing loss were recorded during click-stimulation at 20 Hz and the corresponding evoked potential classified by a clinician experienced with BERA. Different options in the application of the MSC and CSM, such as the number and length of data-segments, windowing, mains filters and artifact removal were investigated in simulation studies.

Using a heuristic detection criterion, based on the set of harmonics identified as the most relevant, a sensitivity and specificity of 93% and 78% respectively were obtained with the MSC, and 98% and 72% for the CSM. Higher sensitivity could be achieved by increasing the number of signal epochs processed. A greater number of cases with hearing loss is however required to obtain a more reliable estimate of specificity.

Keywords: EEG signal processing, Infant EEG, Objective auditory response, Spectral analysis.

MODELAGEM DA MORTALIDADE INFANTIL EM MUNICÍPIOS BRASILEIROS POR REDES NEURAIS E REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

Ronaldo Curi Gismondi, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador),
Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida (Co-Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Maio, 1999

O coeficiente de mortalidade infantil tem sido considerado como um dos mais expressivos indicadores do estado de saúde, não somente de crianças menores de um ano, mas de toda a população, refletindo as condições do meio-ambiente, contexto sócio-econômico, nutrição, educação e cuidados com a saúde de uma comunidade. Tais considerações apontam para a potencialidade da modelagem da mortalidade infantil, o que permitiria, por exemplo, a avaliação do impacto de intervenções, através de simulação, e, conseqüentemente, a decisão quanto às melhores estratégias no planejamento em saúde. Com este objetivo, modelos de Regressão Linear Múltipla (RLM) e Redes Neurais Artificiais (RNA) foram desenvolvidos a partir de 43 variáveis de 59 municípios brasileiros. Para os modelos RLM, os mais comuns na literatura, o critério de seleção de variáveis independentes/preditoras baseou-se na metodologia *stepwise* ou foi orientado pela Análise Fatorial (AF). Neste último, a seleção de preditores se deu tomando-se as variáveis de maior carga fatorial em cada fator comum, e, alternativamente, segundo um *critério misto*, que consistiu em selecionar a variável de cada fator comum que também atendesse a outros requisitos, tais como completude e confiança nos dados. Para a modelagem não-linear, através de RNA, foram desenvolvidos dois ensaios; o primeiro, utilizando as 43 variáveis como entrada, e o segundo somente aquelas oito selecionadas pelo *critério misto*. Na avaliação dos modelos utilizou-se o Coeficiente de Determinação (R^2) e o Erro Quadrático Médio de Estimação (EQM), bem como replicações *bootstrap* dessas estatísticas. Os modelos RLM *stepwise* apresentaram, em geral, estimativas super-dimensionadas de R^2 e multicolinearidade, prejudicando a interpretabilidade do próprio modelo e dificultando sua utilização em estudos de simulações de intervenção. O modelo RLM *critério misto* foi o de melhor capacidade preditiva ($R^2=0,44$ e $EQM=20,44 \times 10^3$) e interpretabilidade, entre os lineares. Entretanto, a modelagem RNA *critério misto* mostrou-se muito superior ($R^2=0,80$ e $EQM=6,85 \times 10^3$) ao melhor modelo linear; resultado este confirmado através de técnica *bootstrap*. A análise de sensibilidade do RNA *critério misto* evidenciou a elevada importância relativa das variáveis *número de pessoas alfabetizadas*, *pessoas ocupadas nos estabelecimentos agropecuários* e *número de estabelecimentos comerciais*. A exclusão de qualquer uma dessas variáveis em estimativas *bootstrap* resultou em aumento do erro de predição de 40 a 55%, bem como uma redução de 21 a 29% na capacidade do modelo prever a variância da mortalidade infantil. Tais evidências apontam para a potencialidade do uso deste modelo em estudos de simulações de intervenção, auxiliando o estabelecimento de estratégias de políticas públicas locais de saúde.

Palavras-chave: Modelagem e simulação, Mortalidade Infantil, Redes neurais artificiais, Regressão linear múltipla

MODELLING INFANT MORTALITY IN BRAZILIAN MUNICIPALITIES BY USING NEURAL NETWORKS AND MULTIPLE LINEAR REGRESSION

Ronaldo Curi Gismondi, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor),
Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida (Co-Supervisor)

The infant mortality coefficient has been considered as one of the most expressive health indicators, not only to children under one year old but for all the population. It reflects the community's environmental condition, socio-economic context, nutrition, education, and health care. It could be used for modeling and evaluating the impact of intervention and also supporting decision making about strategies in health planning. Thus, models based on Multiple Linear Regression (MLR) and Artificial Neural Networks (ANN) were developed from 43 variables of 59 Brazilian's municipalities. The selection criterion of the independent/predictor variables for MLR models, the most common in literature, was based on stepwise methodology or it was guided by Factor Analysis (FA). In the latter, the predictors' selection considered variables with the highest factor loading in each common factor, and, alternatively, according to a mixed criterion (one variable from each common factor that also fills other requirements, such as data completeness and reliability). Two assays were developed to the non-linear modeling, by ANN. The first, selecting all the 43 variables as input, and the second, those eight chosen by the mixed criterion. Each model was assessed by using the Coefficient of Determination (R^2), the Mean Squared Error of Prediction (MSE), and by bootstrap replications of data. The stepwise MLR models resulted in R^2 inflated estimates and showed multicollinearity, making difficult the interpretability of the model and its use in studies of intervention. Among the linear models, the MLR *mixed criterion* showed the best predictive capability ($R^2=0,44$ e $MSE=20,44 \times 10^3$) and interpretability. On the other hand, with the *ANN mixed criterion* model better results ($R^2=0,80$ e $MSE=6,85 \times 10^3$) were achieved. These findings were confirmed by using bootstrap replications. The sensibility analysis of this *ANN* model indicated the high relative importance of the variable *number of literate persons, agrarian workers and number of commercial establishments*. Applying the bootstrap technique to develop *ANN* models disregarding any one of these variables implied in higher prediction error (40 to 55%), as well as a reduction from 21 to 29% in the model capacity to predict the infant mortality variance. These evidences indicate the potentiality of the *ANN mixed criterion* model in studies of intervention simulations and so for developing strategies for local public health programs.

Keywords: Artificial neural networks, Infant mortality, Modelling and simulation, Multiple linear regression

ACESSIBILIDADE GEOGRÁFICA A SERVIÇOS DE SAÚDE EM UNIDADES DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Luciana Silva da Costa, Renan Moritz Varnier R. Almeida (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, junho, 1999

Um grande desafio com que se depara o planejamento em saúde é aquele que envolve a tomada de decisão sobre a localização e dimensão de seus serviços. Assim, é fundamental conhecer as condições reais de acesso dos pacientes as unidades de saúde e de sua utilização. Em geral, elas se relacionam com a facilidade com que os serviços de saúde podem ser obtidos, em função de barreiras físicas, econômicas, funcionais e culturais. O objetivo deste trabalho foi de desenvolver uma metodologia que possibilitou analisar a acessibilidade geográfica a 14 hospitais gerais públicos do Município do Rio de Janeiro, em termos de distâncias lineares e “reais” (considerando-se a malha viária), entre a residência do paciente e o local de atendimento. Os dados utilizados no trabalho foram obtidos a partir do Sistema de Informação Hospitalar (SIH) do Sistema Único de Saúde (SUS) disponibilizados pelo Ministério da Saúde, referentes ao ano de 1996. Foram analisados pacientes com CIDs de internação referentes aos capítulos *endócrino, circulatório, digestivo e gravidez, parto e puerpério* (9^o edição). A partir do Código de Endereçamento Postal (CEP) da moradia do paciente, identificado o bairro e centróide (origem) e da Unidade de Saúde (destino), as coordenadas geográficas de destino e origem foram obtidas. Através delas foram calculadas a distância mínima, a distância média e a medida de Hansen (distância percorrida e ponderada pela “atratividade” e “propensão de deslocamento” dos pacientes) percorridas pelos pacientes, com o auxílio do programa TransCAD, que permite estimar-se a distância do menor percurso possível (de ônibus) entre dois pontos especificados. O número de pacientes sobre os quais conseguiu-se informação foi (por capítulo CID 9) *endócrino* (1451), *circulatório* (3439), *digestivo* (3545) e *gravidez, parto e puerpério* (8654). A maior diferença entre as estimativas linear e “real” das distâncias médias percorridas foi de 34,45 km (gravidez). O menor valor percorrido, tanto na estimativa da distância linear quanto na “real”, para os quatro capítulos, foi 0,41 km, e, o maior, 72,79 km (estimativa “real”; capítulo gravidez). Verificou-se que, tipicamente, 60% dos pacientes percorreram aproximadamente até 7 km. Nos capítulos endócrino e circulatório, no cálculo da medida de Hansen, o menor e o maior valores encontrados foram nos hospitais Lourenço Jorge e dos Servidores do Estado, respectivamente; no digestivo, nos hospitais de Jacarepaguá e dos Servidores do Estado, e, no gravidez, nos hospitais Lourenço Jorge e o Albert Schweitzer. Quanto à medida de Hansen, notou-se uma grande variabilidade entre as unidades de saúde e entre os capítulos analisados. De forma geral, nos bairros da Zona Oeste da cidade foram observadas as maiores distâncias percorridas, onde constatarem-se, também, os piores valores, em termos de acessibilidade geográfica aos serviços de saúde, em comparação à Zona Sul da Cidade, sugerindo uma defasagem em termos de satisfação de suas necessidades de consumo de serviços de saúde. Conclui-se que os métodos utilizados neste trabalho mostraram-se capazes de avaliar a facilidade de acesso geográfico da população do Município do Rio de Janeiro às unidades de saúde, e também que as diferenças elevadas entre os dois tipos de estimativas das distâncias sugerem que a consideração da rede de tráfego fornece uma maior acurácia das estimativas de acessibilidade às unidades de saúde.

Palavras-chave: Acessibilidade geográfica, Oferta de serviços de saúde, Planejamento em saúde.

HOSPITAL FACILITIES GEOGRAPHIC ACCESSIBILITY IN THE CITY OF RIO DE JANEIRO

Luciana Silva da Costa, Renan M. Varnier R. Almeida (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, June, 1999

A great challenge in health planning is the decision making process about the localization and dimension of its services. Thus, it is fundamental to characterize the real conditions of patient access and utilization of health units. In general, access is related to the easiness with which health services can be obtained, due to physical, economical or other barriers. The aim of this work was to analyse the geographic accessibility of 14 public hospitals in Rio de Janeiro city, estimating the linear and the "real" (traveled route or transit network based) distances between the patients residences and the health unit of admission. Data were obtained from the Hospital Information System (HIS) of SUS, the country is Public Health System available by the Minister of Health, and referring to the year of 1996. Patients were select under ICD-9 headings *Complications of Pregnancy, Childbirth and the Puerperium and Disorders of the Circulatory, Endocrine and Digestive Systems*. The geographical coordinates of the health units and the centroid of the patients (district of) residence were obtained from their postal codes. Through these coordinates the minimal, maximum and average distance, and the Hansen measure (traveled distance weighted for the attractiveness of hospitals and propensity to travel) of patients were calculated. The TransCAD software was used to the geographical representation of the network, estimating the smallest possible distance (traveled by bus) between two specific points. The number of patients analysed was 1451 in the *endocrine* chapter, 3439 in the *circulatory*, 3545 in the *digestive* and 8654 in the *pregnancy* chapter. Large differences between the two methods of estimation were identified, with the largest one found in the pregnancy chapter (34 km). The shorter distance found, both linear and "real", in all four chapters was 0,41 km, and the largest one was 72,79 km ("real" estimation; pregnancy chapter). It was observed that, typically, 60% of the patients traveled around 7 km. In the endocrine and circulatory group of patients, the smaller and bigger values calculated for the Hansen measure were for the Lourenço Jorge and Servidores do Estado hospitals, in the digestive for the Jacarepaguá and Servidores do Estado hospitals and in the pregnancy for the Lourenço Jorge and Albert Schweitzer hospitals. Concerning the Hansen measure results, it was observed a large variability between the health units and chapters analysed. Usually, longer distances were found for the west suburbs (Zona Oeste), where the worst values in terms of health services accessibility were also observed, in comparison to the south suburbs (Zona Sul), suggesting an unbalance of geographical allocation to health units. It can be concluded that the methods used in this work are useful for evaluating the easiness of accessibility to the health units by district population, and also that the large differences between both methods of distance estimation suggest that traffic net considerations provide better accuracy in the estimation of health service accessibility.

Keywords: Allocation of health services, Geographic assessibility, Health planning,

REDES NEURAIS APLICADAS A GRANDEZAS ERGO-ESPIROMÉTRICAS DE CARDIOPATAS CHAGÁSICOS CRÔNICOS

Edil Luis Santos, Antonio Giannella-Neto (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Junho, 1999

Dada a grande aplicabilidade clínica da ergo-espirometria, sobretudo quando da análise gasosa ciclo a ciclo (c/c), questiona-se a viabilidade da utilização de equipamentos lentos, quando comparada a equipamentos c/c. Utilizando Redes Neurais Artificiais (RNA) para o mapeamento do comportamento das grandezas ergo-espirométricas, pôde-se avaliar: até que ponto as informações contidas nestas grandezas são preservadas quando da análise não c/c; e a capacidade destas grandezas em estratificar o grau de comprometimento cardíaco em portadores de cardiopatia chagásica crônica (CCC). Tomou-se como base a ergo-espirometria c/c de 52 portadores de CCC estratificados segundo a classificação clínica/hemodinâmica de Los Andes em 4 grupos: **IA** (n=17), com eletrocardiograma (ECG) e ecocardiograma (ECO) normais; **IB** (9), com ECG normal e ECO anormal; **II** (14), com ECG e ECO anormais e sem Insuficiência Cardíaca Congestiva (ICC); e **III** (12), com ECG e ECO anormais e ICC; e um grupo de controle de 15 indivíduos saudáveis não-atletas. Realizou-se a simulação (Matlab® 5.1) de padrões de aquisição não c/c através da filtragem das grandezas c/c com filtros média móvel de ordem proporcional a 8, 12, 20, 30, 40, 50 e 60 ciclos respiratórios. Para c/c e cada um destes padrões de aquisição/filtragem, foi calculado um conjunto de 69 grandezas. Foram estabelecidas quatro combinações entre o grupo com CCC e controle (N): 2 grupos (IA + IB e II + III); 3 grupos (IA + IB, II + III e N); 4 grupos (IA, IB, II e III); e 5 grupos (IA, IB, II, III e N). Realizada a análise da variância (ANOVA) *one-way* para as 69 grandezas em cada padrão de aquisição/filtragem, foram selecionadas as que obtiveram a maior significância no padrão c/c, resultando na escolha de **1)** 14 grandezas ($p < 0,02$) nas combinações de 2 e 3 grupos; e **2)** 16 grandezas ($p < 0,03$) com 4 e 5 grupos. Finalmente foram implementadas as RNAs (Matlab® versão 5.1), utilizando modelos Multi-Layer-Perceptron (MLP) com uma e duas camadas ocultas, baseado no algoritmo de treinamento *feed-forward backpropagation*. Os resultados das RNAs foram expressos pela sua concordância com a classificação de Los Andes, dada pela Probabilidade de Classificação Correta (PCC). As concordâncias obtidas pelas RNAs decresceram com o aumento do número de grupos estratificados, atingindo uma PCC máxima para 2 grupos (92%) superior à PCC alcançada para 5 grupos (63%). A PCC não mostrou tendência a modificar com o aumento da ordem de filtragem (entre 58 e 62%) desde c/c até 60 ciclos, mostrando que para efeito de classificação, tomando as grandezas escolhidas a partir do padrão c/c, os padrões filtrados são praticamente equivalentes. O emprego exclusivo das grandezas ergo-espirométricas sem exame clínico não basta para classificar a CCC; por outro lado, este mostrou-se um método robusto de expressão do decréscimo da capacidade funcional na CCC. Visando a classificação da CCC, possivelmente não há diferença significativa entre a aquisição c/c e por meio de médias de até 60 ciclos das mesmas grandezas, e portanto é possível obter resultados satisfatórios com as grandezas filtradas. Palavras-chave: Cardiopatia chagásica crônica, Fisiologia do exercício, Redes neurais artificiais, Trocas gasosas

NEURAL NETWORKS APPLIED TO ERGOSPIROMETRIC VARIABLES OF CHRONICAL CHAGAS' HEART DISEASE

Edil Luis Santos, Antonio Giannella-Neto (Supervisor)

Given the great clinical applicability of spiroergometry, mainly when gas analysis is made breath by breath (b/b), it is questioned the viability to employ slow gas analysers when compared to fast. Artificial Neural Networks (ANN) have been used to evaluate the performance of ergospirometric variables to respond: to what extent the information contained in these variables are preserved in non b/b analysis and; what is the capacity of these variables to correctly stratify the degree of heart failure in chronic Chagas' heart disease (CCH) patients. **METHODS:** Based on the ergospirometry of 52 patients with CCH stratified according to Los Andes clinical and hemodynamic classification in 4 sets: **IA** (n=17), with normal electrocardiogram (ECG) and echocardiogram (ECHO); **IB** (9), with normal ECG and abnormal ECHO; **II** (14), with abnormal ECG and ECHO and without Congestive Heart Failure (CHF); and **III** (12), with abnormal ECG and ECHO and CHF; and a control of 15 healthy non-athletes individuals: a non-b/b pattern acquisition simulation (Matlab® 5.1) was performed by moving-average filtering of spiroergometric variables with proportional order of 8, 12, 20, 30, 40, 50 and 60 breaths. For b/b and each one acquisition/filtering patterns, a group of 69 variables was calculated. Four combinations among the CCH and control (N) sets were established: **2 sets** (IA+IB and II+III); **3 sets** (IA+IB, II+III and N); **4 sets** (IA, IB, II and III); and **5 sets** (IA, IB, II, III and N). The one-way variance analysis (ANOVA) was accomplished for all 69 variables in each acquisition/filtering pattern. The variables which obtained the largest significance in the b/b pattern were selected, resulting in the choice of 1) 14 variables ($p < 0.02$) in the combinations of 2 and 3 sets and 2) 16 variables ($p < 0.03$) in the combinations of 4 and 5 sets. Finally, the ANNs (Matlab® version 5.1) were implemented using MultiLayer Perceptron (MLP) models with one and two hidden layers based on the feed-forward backpropagation training algorithm. The ANNs results were expressed by its agreements with the Los Andes classification, through the Probability of Correct Classification (PCC). **RESULTS:** The agreements obtained by ANNs decreased with the increasing number of stratified sets, reaching a maximum PCC for 2 sets (92%) superior than the PCC for 5 sets (63%). The PCC did not show a tendency to vary with the order of filtering (from 58 to 62%), demonstrating that for classification goals, considering variables chosen from b/b pattern, the filtered patterns are practically equivalent. **CONCLUSION:** The exclusive use of the ergospirometric variables without clinical exam is not sufficient to CCH classification; on the other hand, it showed a robust method to express the decrease of the functional capacity in CCH. Regarding classification of CCH, possibly there is no significant differences among the acquisition by b/b and by averages up to 60 breaths of the same variables, so satisfactory results can be obtained with the filtered variables.

Keywords: Artificial neural networks, Chronic chagasic cardiopathy, Exercise physiology, Gas exchange.

DESENVOLVIMENTO DE UM SENSOR BIOMÉDICO DE PRESSÃO À FIBRA ÓPTICA BASEADO EM MEMBRANAS POLIMÉRICAS

Luís Eduardo Maggi, Marcelo Martins Werneck (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Junho, 1999

Neste trabalho, apresentamos resultados da caracterização de terminações sensoras constituídas de membranas poliméricas integradas com fibras ópticas, destinadas à medida da pressão de fluídos biológicos. O elemento sensor faz parte de um dispositivo transdutor à fibra óptica baseado na modulação da intensidade luminosa. O dispositivo foi caracterizado para a medição da pressão estática, assim como para resposta em tempo real (pressão dinâmica). Obteve-se uma sensibilidade na medida da pressão da ordem de 2 mmH₂O e uma faixa dinâmica linear de 0 à 816 mmH₂O (0 à 60 mmHg). Os resultados obtidos se mostram extremamente promissores no que se refere à aplicação do transdutor para a medida da pressão dinâmica do sangue em tempo real em cirurgias invasivas.

Palavras-chave: Membranas poliméricas, Sensores a fibra óptica, Sensores de pressão.

DEVELOPING OF A BIOMEDICAL FIBER OPTICAL PRESSURE SENSOR BASED ON POLYMERIC MEMBRANES

Luís Eduardo Maggi, Marcelo Martins Werneck (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, June, 1999

In the present work, the termination sensor characterization made of polymeric membrane and optical fiber integrated is presented. The sensor element was part of a device transducer to the optical fiber based on the modulation of the luminous intensity. The device was characterized for the measurement of the static pressure, as well as the response in real time (dynamic pressure). It was obtained a repeatability of 2,0 mmH₂O in the measurement of the pressure and a linear range between 0 and 816 mmH₂O (0 to 60 mmHg). The results obtained showed extremely promising in what it refers to the application of the transducer for the measurement of the blood pressure in invasive surgeries.

Keywords: Fiber optical sensors, Polymeric membranes, Pressure sensors.

MEDIÇÃO DA VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DA ONDA ULTRA-SÔNICA A PARTIR DO PERFIL DE ATRASO DE SINAIS RETROESPALHADOS

Fernando Reiszal Pereira, João Carlos Machado (Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Junho, 1999

O presente trabalho desenvolve uma técnica pulso-eco, capaz de determinar a velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas em meios que apresentem uma distribuição aleatória de espalhadores. Um transdutor emissor irradia um pulso no meio, o qual se admite com velocidade de propagação constante ao longo da direção de propagação do pulso. Os sinais retroespalhados pelo meio são coletados por um hidrofone posicionado em duas localizações diferentes e próximas ao feixe ultra-sônico emitido. Os sinais retroespalhados captados pelo hidrofone possuem um atraso que varia com a profundidade de penetração do pulso ultra-sônico no meio. Esse atraso é determinado por algoritmos de correlação cruzada entre os sinais recebidos nas duas posições. Dois perfis de atraso são considerados, o experimental e o esperado, para o qual a velocidade de propagação se torna um parâmetro, dada a geometria do sistema (distância das posições do hidrofone ao eixo central do feixe ultra-sônico irradiante). A velocidade de propagação que minimiza o erro quadrático médio entre o valor esperado e o experimental é considerada uma estimativa da velocidade de propagação do meio. Os erros das estimativas de velocidades pelo método desenvolvido estão dentro de 5% do valor obtido com métodos convencionais. A técnica descrita nesse trabalho também foi aplicada a amostras de fígado bovino fresco. Os resultados entre 1550 m/s e 1650 m/s concordam com valores publicados na literatura, que variam entre 1570 m/s a 1600 m/s (BAMBER 1979, STRAUBE E ARTHUR, 1994).

Palavras-chave: Onda ultra-sônica, Retroespalhamento de sinais, Velocidade de Propagação.

ULTRASONIC WAVE SPEED MEASUREMENT USING THE TIME-DELAY PROFILE OF RF BACKSCATTERED SIGNALS

Fernando Reiszal Pereira, João Carlos Machado (Supervisor)

D.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, June, 1999

The present work consists of a pulse-echo method, developed to determine the ultrasonic wave speed in media with a random distribution of scattering particles. A transmitting transducer emits a pulsed wave into the medium (assumed to have a constant wave speed along the beam axis) and the backscattered signal is collected by a hydrophone positioned at two distinct places close to the transmitting transducer beam. A time-delay profile between gated windows of the two rf-signals received by the hydrophone is determined using a cross-correlation method. Two time-delay profiles are considered: the experimental and the expected one for which the wave speed becomes a parameter, given the geometry of the system (distance between hydrophone face and transmitting transducer beam axis). The wave speed that minimizes the RMS error between the expected and the experimental time-delay profiles is considered as the measured wave speed of the irradiated medium. The results for the wave speed measured by the method described in this work are within 5% of the results obtained by conventional methods. The method was also applied *in vitro* to fresh bovine liver samples. The results between 1550 and 1650 m/s agreed very well with data published in the literature, which ranges from 1570 to 1600 m/s (BAMBER 1979, STRAUBE and ARTHUR., 1994).

Keywords: Medical ultrasound, Signal backscattering, Wave speed measurement.

METODOLOGIA DE AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS EEG E DA VELOCIDADE DO FLUXO SANGÜÍNEO CEREBRAL EM RECÉM-NASCIDOS

Patrick de Azevedo Ferreira, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Junho, 1999

Metodologia de aquisição e técnicas de processamento simultâneo de sinais EEG e da velocidade de fluxo sanguíneo cerebral (VFSC) foram desenvolvidas com vistas a se constituir a base para investigar a associação entre atividade elétrica e fluxo sanguíneo cerebrais em recém-nascidos. Na avaliação da potencialidade destas técnicas, foram utilizados sinais adquiridos de neonatos em situações fisiopatológicas diversas. A VFSC da artéria cerebral média esquerda, na região do osso temporal, e os EEGs fronto-temporal e fronto-parietal deste hemisfério foram digitalizados à 200Hz. Artefatos breves e fortes são considerados dados não-válidos (*NaNs*) na extração de parâmetros de potência (total e por faixas) e de frequência (médias total, por faixas e de borda espectral) dos sinais EEG em janelas de 1s, 2s e 4s. Na mesma base de tempo, os parâmetros da VFSC (velocidades média - V_m , sistólica e diastólica) foram extraídos a cada ciclo cardíaco, interpolados (*spline* cúbica) para intervalos de 0,2s e subamostrados (média de amostras). As estimativas da função de correlação cruzada normalizada de séries temporais interrompidas (V_m x parâmetros do EEG) resultaram em valores baixos, com máximos de correlação (0,1 a 0,5) ocorrendo em *lags* de -10 a -2 s (EEG adiantado em relação ao FSC). Devido à elevada autocorrelação serial, a significância estatística destes máximos foi investigada utilizando-se simulação de Monte Carlo, resultando em valores críticos que indicaram significância com $p = 0,05$. As técnicas desenvolvidas se mostraram robustas, mesmo para uma amostra pequena e heterogênea como a analisada (cinco recém-nascidos).

Palavras-chave: EEG neonatal, Fluxo sanguíneo cerebral, Processamento de sinais EEG.

METHODOLOGY FOR ACQUISITION AND PROCESSING THE EEG AND CEREBRAL BLOOD FLOW VELOCITY SIGNALS FROM NEWBORNS

Patrick de Azevedo Ferreira, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, June, 1999

Methodology for acquisition and simultaneously processing EEG and cerebral blood flow velocity (CBFV) signals were developed aiming to study the possible association between brain electrical activity and cerebral blood flow in newborns. To evaluate the potentiality of the techniques proposed, these signals were acquired from newborns in distinct physiopathological situations. The CBFV of the left middle cerebral artery at temporal region and the bipolar EEG, taking at fronto-temporal and fronto-parietal regions, were digitized at 200 Hz. In these signals, if artifacts – brief and strong – are present then afterwards they will be considered as missing data (*NaNs*). From the EEG, the total power (and within δ , θ), the mean frequency (total and for δ , θ) and spectral edge frequency parameters were extracted for windows with 1, 2 and 4 s duration. In order to achieve the same time basis of these parameters, the systolic, diastolic and mean (V_m) velocities of CBFV, extracted at each cardiac cycle, were interpolated (cubic spline) to 0.2s intervals and sub-sampled (mean of samples). The normalized cross-correlation functions for interrupted time-series (V_m x EEG parameters), thus considering periods formed by *NaNs*, were estimated. The correlation estimates show low values, with maxima from 0,1 to 0,5, at lags of -10 to -2 s (CBF lagging EEG). Because of the high serial

autocorrelation, the statistical significance of these maxima were investigated using Monte Carlo simulation. The resulting critical values indicate the maximum significance of $p = 0,05$. On this basis, the techniques adopted can be considered robust, even though for a small and heterogeneous sample (five newborns).

Keywords: Cerebral blood flow, EEG signal processing, Neonatal EEG.

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE DETECÇÃO OBJETIVA AO EEG DURANTE ESTIMULAÇÃO AUDITIVA EM INDIVÍDUOS SOB ANESTESIA

Maurício Cagy, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Julho, 1999

A anestesia moderna, apesar de contar com drogas cada vez mais seguras e eficazes, ainda não possui um método confiável de avaliação do nível de anestesia. O emprego de uma variedade de drogas associadas ao agente anestésico pode mascarar os sinais clínicos usualmente empregados para a avaliação do plano anestésico. O potencial evocado auditivo de média latência (MLAEP), por apresentar alteração morfológica com a anestesia, tem sido empregado na avaliação do nível anestésico, sendo sua análise normalmente realizada no domínio do tempo. O presente trabalho investiga o emprego de técnicas de detecção objetiva de respostas (ORD), no domínio da frequência (MSC – Magnitude Quadrada da Coerência, CSM – Medida de Sincronismo de Componentes, e TFE – Teste F Espectral), na avaliação da anestesia a partir do EEG sob estimulação auditiva. Um conjunto de dez voluntários recebeu estímulos sonoros (*clicks*) repetidos à taxa de 7,645 Hz com nível de pressão sonora de 75 dB_{SL}, sendo o EEG coletado a partir da derivação Vértex-Lobo Auricular: 10 minutos sem administração de anestésico, dois períodos consecutivos de infusão contínua de *propofol* (3 mg/Kg/h e 9 mg/Kg/h) de 45 minutos de duração cada, e interrupção da infusão sendo o sinal coletado até o indivíduo despertar. Os resultados mostraram redução dos valores de $MSC(f)$, $CSM(f)$ e $TFE(f)$ quando das infusões do anestésico (mais expressiva durante a infusão a 9 mg/Kg/h), revelando a potencialidade dos métodos ORD na monitorização da anestesia, mesmo para aqueles voluntários cujo MLAEP não apresentava alteração morfológica expressiva. As técnicas de MSC e CSM apresentaram resultados similares e mostraram-se mais sensíveis à existência de resposta que o TFE (talvez por utilizarem a fase das componentes espectrais), sendo mais indicadas que este último no desenvolvimento de um monitor *on-line* de anestesia.

Palavras-chave: Análise espectral de sinais, Avaliação do plano anestésico, Detecção objetiva da resposta auditiva, Processamento de sinais EEG

APPLYING OBJECTIVE DETECTION TECHNIQUES TO EEG DURING AUDITORY STIMULATION IN SUBJECTS UNDER ANAESTHESIA

Maurício Cagy, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, July, 1999

Despite the accessibility to secure and effective drugs, there is still no reliable method for estimating depth of anaesthesia. The use of a number of other drugs in addition to the anaesthetics may obscure the clinical signs commonly used to assess depth of anaesthesia. The mid-latency auditory evoked potential (MLAEP), a signal related directly to the central nervous system activity, usually shows changes in amplitude and latency related to anaesthesia. Thus, it has been used as a signal for the depth of anaesthesia, and is normally analysed in the time domain. This work investigates Objective Response Detection (ORD) Methods, in frequency domain (MSC – Magnitude Squared Coherence, CSM – Component Synchrony Measure e TFE – Spectral F Test), in anaesthesia assessment based on EEG under auditory stimulation. A set of ten volunteers was submitted to auditory stimulation (*clicks*) at the rate of 7.645 Hz and sound pressure level of 75 dB_{SL}, and the EEG was collected on the

derivation Vertex-Auricular Lobe: ten minutes under no infusion, two successive periods of *propofol* step-infusion (3 mg/Kg/h e 9 mg/Kg/h) during 45 minutes each one, and collected the signal until the subject woke up after interrupting the infusion. The results showed the reduction of $MSC(f)$, $CSM(f)$ e $TFE(f)$ during the anaesthetic infusions (remarkably during the 9 mg/Kg/h rate period), pointing to the potentiality of these methods in anaesthesia monitoring, even when MLAEP did not depict expressive morphological changes. MSC and CSM yield to similar results and show more sensitivity than TFE, probably by considering the phase of the spectral components.

Keywords: Assessment of depth of anaesthesia, EEG signal processing, Objective auditory response, Spectral analysis.

“PATH ANALYSIS” E DECISÃO MULTICRITÉRIO: UMA ABORDAGEM PARA ANÁLISE E SELEÇÃO DE MODELOS MULTIVARIADOS EM SAÚDE

Ana Glória Gogoi Vasconcelos, Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida (Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Agosto, 1999

Este estudo analisa as interrelações entre determinantes de saúde e mortalidade infantil (neonatal e pós-neonatal), utilizando-se da metodologia “Path Analysis”, em 59 municípios brasileiros 1990-92. A formulação dos modelos consistiu de uma revisão da literatura para a elaboração de uma ordenação causal entre os determinantes e as taxas de mortalidade, e também de uma regressão hierárquica, para selecionar-se o conjunto de variáveis que melhor intermediava o efeito das exógenas ou “antecedentes”. Esses modelos foram, então, submetidos a um grupo de especialistas, visando estabelecer suas preferências em relação a eles. Utilizando-se técnicas de decisão multicritério e agregação difusa de opiniões foi possível identificar um modelo que se destacou dos demais (pós-neonatal), o que não ocorreu para o grupo neonatal. Os modelos explicam uma proporção maior da variabilidade da taxa de mortalidade pós-neonatal do que neonatal. O modelo pós-neonatal preferido explica mais de 90% da variação das variáveis endógenas. Ele mostra o impacto favorável, direto e indireto, dos níveis de renda e educação na redução da mortalidade pós-neonatal e também um efeito desfavorável do rápido crescimento populacional na mortalidade, através de condições precárias de moradia e menor acesso a saneamento. A avaliação dos especialistas permitiu incluir de forma mais clara e sistematizada informações subjetivas no processo de seleção dos modelos e também ampliar o número de relações testadas, alterando a posição de algumas variáveis dos modelos.

Palavras-chave: Decisão multicritério, Modelos multivariados em saúde, *Path analysis*.

PATH ANALYSIS AND MULTICRITERIA DECISION: AN APPROACH FOR HEALTH MULTIVARIATE MODELS SELECTION AND ANALYSIS

Ana Glória Gogoi Vasconcelos, Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida (Supervisor)

D.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, August, 1999

This study considers the interrelationship between health determinants and infant mortality (neonatal and postneonatal), using the Oath Analysis methodology. Data refer to 59 Brazilian municipalities in the period 90-92. Model formulation concerned a literature search, as a means to define a causal order among the various sets of determinants and mortality rates, and a hierarchical regression, to choose the set of variables that best mediated the effect of a given group of exogenous variables. Using methods of multicriteria decision and fuzzy opinion aggregation, it was possible to identify a model that stood out from the other in the postneonatal mortality group, whereas in the neonatal group this distinction was not clear. The postneonatal mortality model preferred by the specialists explains more than 90% of the variation of the endogenous variables. It shows both the direct and indirect favorable impacts of levels of income and education in reducing postneonatal mortality, and also an unfavorable effect of fast population growth on mortality, through precarious living conditions and diminished access to sanitation. The use of expert knowledge, added to statistical modeling, made it possible to include subjective information in the model selection process more clearly and systematically, and, also, to increase the number of relationship tested, thus helping model formulation.

Keywords: Multicriteria decision, Multivariable health models, Path analysis.

IMPLEMENTAÇÃO DE PROTOCOLO PARA AVALIAÇÃO DO FEIXE ACÚSTICO DE TRANSDUTORES ULTRA-SÔNICOS

André Victor Alvarenga, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Orientador)

Tese de M.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Agosto, 1999

Este trabalho implementa um protocolo para a avaliação do feixe acústico de transdutores ultra-sônicos de aplicação biomédica, baseado em Normas Nacionais e Internacionais, padronizando uma metodologia para a aquisição dos dados necessários para este estudo. O software foi desenvolvido em Matlab (The MathWorks.) e se apresenta como uma ferramenta amigável para visualização dos perfis do feixe (paralelo e perpendicular à face do transdutor) e para a obtenção e cálculo dos parâmetros de interesse, como intensidade acústica e características geométricas do feixe (distância focal, profundidade focal e área focal). O protocolo é aplicável ao feixe de transdutores biomédicos da área de diagnóstico, bem como da área de fisioterapia. A interpolação de mapeamentos sub-amostrados é apresentada como uma metodologia alternativa ao mapeamento em linhas proposto pela Norma ABNT-IEC 1689 (1998). O protocolo foi testado em quatro transdutores distintos, entre eles transdutores de diagnóstico e fisioterapia e apresentou resultados esperados.

Palavras-chave: Transdutores ultra-sônicos, Mapeamento do feixe acústico, Ultra-som diagnóstico, Fisioterapia por ultra-som.

IMPLEMENTATION OF AN EVALUATION PROTOCOL FOR US TRANSDUCERS ACOUSTIC BEAMS

André Victor Alvarenga, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Supervisor)

M.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, August, 1999

This work aims to implementation of an acquisition protocol to map the acoustic beam of biomedical ultrasonic transducers. Based on national and international standards, a software was developed, using Matlab – MathWorks Inc., to acquire data and perform the proper calculations to obtain the parameters. The shapes of the beam (both, parallel and perpendicular to transducer's face), the acoustic intensity and geometrical beam parameters (length, depth and focal area) are easily presented. An interpolation method, based on undersampling, is proposed as an alternative to line scan method (ABNT-IEC 1689, 1998). This system can be applied to diagnostic, therapy and other types of transducer beams. Four transducers were tested: a generic transducer (Aerotech – CLT 119), a therapy transducer (Pulsonic – KW), an image array transducer (Sonolayer) and a transducer with apodization. In all cases, results obtained with this system were compatible with standards.

Keywords: Ultrasonic transducers, Acoustic beams mapping, Diagnostic ultrasound, Ultrasonic therapy

DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GARANTIA DA QUALIDADE EM RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA

Alejandro Yacovenco Arguirópulo, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientador),
Luiz Tauhata (Co-Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Outubro, 1999

O objetivo do presente trabalho é desenvolver um processo de implantação e gerenciamento de um Programa de Garantia de Qualidade (PGQ) nos serviços de radiologia odontológica utilizando como área piloto o Estado de São Paulo. A metodologia baseou-se em orientar o profissional para obter, com segurança, a melhor imagem para diagnóstico e sua interpretação com os recursos disponíveis. A estratégia consistiu na monitoração dos parâmetros de exposição (kV_p , tempo, rendimento e consistência) e geométricos (filtração, colimação e contraste), além da introdução de procedimentos tais como controle do revelado, análise do índice de rejeição, das condições do consultório e dos livros de registro. Entre os resultados pode-se destacar que a dose de radiação na entrada da pele dos pacientes, que em 84 % dos exames da amostra eram superiores a 2,5 mGy, com a implantação do PGQ reduziu para 43 %. A colimação que permitia em 61 % dos casos diâmetro maior do que 6 cm foi melhorada substancialmente, registrando apenas 3 % acima deste limite. Quanto ao controle do revelado, análise do índice de rejeição, manutenção dos livros de registro e a existência do aviso da necessidade do uso do avental de chumbo, que antes da implantação do PGQ simplesmente não existiam, depois da implantação do PGQ, todos os consultórios da amostra os implementaram. Como principais dificuldades deste trabalho pode-se citar a promoção das reuniões com os dentistas e sua conscientização para a tarefa de participar da melhoria da qualidade de processos. O esforço em conseguir motivar o profissional dentista a atuar em processos específicos e inerentes às atividades no seu consultório foi amplamente recompensado ao poder contar com ele como parceiro. Pelos resultados alcançados pode-se concluir que o desempenho foi altamente satisfatório, e que todos os objetivos propostos foram cumpridos. O processo elaborado mostrou-se sumamente eficiente para resolver alguns problemas crônicos da radiologia odontológica e a um preço acessível.

Palavras-chave: Programa de garantia de qualidade, Radiologia odontológica, Sistema de garantia de qualidade.

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF A QUALITY ASSURANCE SYSTEM IN ODONTOLOGICAL RADIOLOGY

Alejandro Yacovenco Arguirópulo, Antonio Fernando Catelli Infantosi (Supervisor),
Luiz Tauhata (Co-Supervisor)

D.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, October, 1999

The main purpose of this work is to develop a process of implementation and management of a Quality Assurance Program (QAP) in Odontological Radiology Services using as a pilot area the state of São Paulo. The methodology was based on the orientation of the professionals to safely obtain the best image for diagnostic and its interpretation with the available resources. The strategy was based in

monitoring exposure (kVp, time, output, consistency) and geometric (collimation, filtration and contrast) parameters. Internal procedures were also considered such as development control, rejection rate analysis, working conditions of the dentists' office as well as the fulfilling of a register note books. Results indicate that entrance skin doses greater than 2.5 mGy in 84 % of the cases reduced to 43 %. Collimation that before the implementation of the QAP was greater than 6 cm in 61 % of the cases reduced to only 3 %. The following aspects were not considered before the implementation of the QAP and after, 100 % of them were applied in the dentist's offices: processing, rejection rate, the fulfilling of a register note book and the posting of a sign with a warning saying that it is obligatory the use of lead apron. The main difficulties, which arose from this work, were the meetings with the dentists in order to convince them of the importance of the QAP. Motivation was fully compensated by their attachment to the Program. Results show that work was fully accomplished and proved to solve most of the chronic problems of odontological radiology at a low cost.

Keywords: Odontological radiology, Quality assurance program, Quality assurance system.

MODELAGEM ESPAÇO-TEMPORAL DE EVENTOS EM SAÚDE BASEADA EM ESTRUTURAS HIERÁRQUICAS E EM MODELOS COMPARTIMENTAIS

Ana Beatriz Soares Monteiro, Flávio Fonseca Nobre (Orientador)

Tese de D.Sc., Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dezembro, 1999

Este trabalho apresenta uma metodologia para a construção de modelos hierárquicos espaço-temporais que incorpora características do processo de transmissão-infecção-remoção, comumente associadas a doenças infecciosas. Tais modelos tentam exprimir matematicamente como se dá a evolução temporal da distribuição espacial do fenômeno, possibilitando representá-la de diversas formas a partir de estatísticas retiradas das distribuições a posteriori dos seus parâmetros. O trabalho foi direcionado para a modelagem do processo de difusão do sarampo e, para sua avaliação, foram usados os casos notificados e localizados por distrito administrativo do Município de São Paulo, no ano de 1997. O modelo proposto definiu uma relação entre o número de casos e o número estimado de expostos para cada tempo a partir das equações de atualização do modelo compartimental do tipo SEAIR. Os efeitos testados foram os de heterogeneidade (modelo 1) e duas formas de incluir uma distribuição a priori segundo o modelo CAR (Conditional Autoregressive) – uma com parâmetro para grandes dispersões (modelo 2) e outra com hiperparâmetro (modelo 3), além da combinação dos mesmos (modelo 4). O modelo 5 adicionou ao anterior o efeito dos expostos. A comparação dos modelos, através do valor esperado da função de desvio de previsão, mostrou que o modelo 2 pode ser considerado básico e que os modelos 4 e 5 apresentam apenas melhoras marginais: 0,37% e 0,98% nesta função. Entretanto, quando realizada a comparação desses modelos em termos qualitativos, é percebida uma maior adequação do modelo 5 aos valores observados. Palavras-chave: Modelagem epidemiológica, Modelagem espaço-temporal, Modelos compartimentais, Modelos hierárquicos .

SPATIO-TEMPORAL MODELLING OF HEALTH EVENTS USING HIERARCHICAL STRUCTURES AND COMPARTIMENTAL MODELS

Ana Beatriz Soares Monteiro, Flávio Fonseca Nobre (Supervisor)

D.Sc. Thesis, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, December, 1999

This work presents a new methodology for defining hierarchical spatio-temporal models that includes some features of transmission-infection-removal process, often associated with infectious diseases. They express mathematically the temporal evolution of spatial distribution of the phenomena, allowing many representations based upon statistics from the distribution a posteriori of its parameters. The application of interest is the diffusion of measles and notified and localized cases for administrative districts of São Paulo Municipality in 1997 were used. The proposed model defined a relationship between number of cases and number of exposed for each time starting from the updating equations of the SEAIR model for measles. The effects who were tested are heterogeneity (model 1) and two forms for the conditional autoregressive prior distribution (CAR) – one that allows for overdispersion (model 2) and other that uses a hiperparameter for increasing prior precision (model 3). The best mixture of these three effects (model 4) and the inclusion of exposed effects (model 5) were also tested. Models

were compared using the expected predictive deviance function and the results shown that model 2 can be considered as a basis for a better model and models 4 and 5 has only marginally decreased this function (0,37% and 0,98%, respectively). However, when graphical results were observed, it can be seen that model 5 better fits the data.

Keywords: Compartmental models, Epidemiological modelling, Hierarchical models, Spatio-temporal modelling.