

CLASSIFICAÇÃO DE SINAIS ELETROCARDIOGRÁFICOS USANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Izabel Cristina Ribeiro da Rosa¹, **Cláudia Eliane da Matta**^{1,2}

¹Centro Universitário Salesiano de São Paulo – U.E. Lorena, izabel@lo.unisal.br

²Instituto Tecnológico da Aeronáutica / Computação, claudia@lo.unisal.br

Palavras-chave: Eletrocardiograma, Redes Neurais Artificiais, Classificação de Sinais Biomédicos
Área do Conhecimento: Ciências Exatas e da Terra

Resumo - Este artigo apresenta a classificação de sinais eletrocardiográficos utilizando Redes Neurais Artificiais, onde são destacados os resultados iniciais obtidos nos testes de classificação dos sinais com dados de eletrocardiografia dinâmica. A pesquisa possui como aspecto fundamental a proposta em unir informática e medicina na criação de uma ferramenta auxiliar em diagnóstico médico para a detecção de arritmias cardíacas. Outro aspecto da pesquisa é avaliar o desempenho do classificador neural em problemas de classificação de sinais biomédicos. Obteve-se um acerto de 70% utilizando esta técnica de classificação.

Introdução

Os avanços tecnológicos desafiam a ciência no tocante ao desenvolvimento de mecanismos que proporcionem qualidade de vida. E esta qualidade de vida por sua vez se reflete na saúde humana e nas exigências de agilidade e precisão em diagnósticos médicos que possam ser menos invasivos e tenham um diferencial em eficiência.

Quando se menciona qualidade de vida é inevitável observar a expectativa de vida da população mundial que vem apresentando um significativo aumento de idosos. Segundo as estatísticas de 2002 da Organização Mundial de Saúde (OMS), o número de pessoas com 60 anos de idade ou mais é de aproximadamente 600 milhões, com uma projeção para o ano 2025 de cerca de 1200 milhões de pessoas.

As moléstias que acometem o aparelho circulatório estão aliadas ao aumento da idade. No Brasil, por exemplo, o índice de mortalidade por doenças do aparelho circulatório é o mais alto, mesmo quando comparado a causas externas (acidentes dos mais variados tipos), doenças infecciosas, do aparelho respiratório, ou ainda o câncer, como demonstram dados do DATASUS (cf. Tabela 1).

Tabela 1- Mortalidade proporcional por grupos de causas no Brasil durante o ano de 2000, confeccionada a partir dos dados do DATASUS.

Mortalidade proporcional por grupos de causas Ano 2000

Doenças do aparelho circulatório	32,14%
Demais causas definidas	17,50%
Neoplasias	14,86%
Causas externas	14,60%
Doenças do aparelho respiratório	10,90%
Doenças infecciosas e parasitárias	5,49%
Afecções originadas no período perinatal	4,51%

Esta é a justificativa para se estudar métodos que auxiliem no diagnóstico de doenças do aparelho circulatório. Por isso, foi realizado um estudo de sinais eletrocardiográficos de dados obtidos através do *PhysioNet* (cf. www.physionet.org) é um projeto cooperativo iniciado pelo *Boston's Beth Israel Deaconess Medical Center/Harvard Medical School, Boston University, McGill University*, e *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, que consiste em um serviço público para pesquisa de sinais fisiológicos complexos, financiado pelo *National Center for Research Resources* e pelo *National Institutes of Health*. O *PhysioNet* oferece livre acesso via Internet a diversas bases de dados de sinais fisiológicos e *softwares* relacionados à leitura das mesmas. Dentre estes dados escolhemos para estudo sinais normais e com alterações do ritmo (arritmia).

As arritmias cardíacas caracterizam-se por batimentos de intensidade e frequência

variáveis, complicam cardiopatias valvulares reumatismais e arteriais.

Eye (2003), ressalta que para diversas patologias existem os mais variados métodos de diagnóstico, alguns invasivos e outros não.

O eletrocardiograma (ECG) é um gráfico que registra as variações da corrente cardíaca em função do tempo, ou seja, ondas elétricas emitidas pelas contrações do coração e podem ser registradas em um monitor ou em uma tira de papel. Um eletrocardiograma proporciona subsídios ao diagnóstico das afecções do miocárdio, bem como das perturbações do ritmo. Constitui um dos mais úteis métodos de diagnóstico não-invasivos e conta com variados mecanismos para a extração de informações dessas ondas.

As aplicações de informática na medicina vêm se expandindo, mas o desenvolvimento de tecnologias não é substituto dos profissionais de medicina, e sim, ferramentas de apoio à decisão médica, proporcionando maior agilidade e precisão.

As Redes Neurais Artificiais (RNA) têm sido amplamente utilizadas nos últimos anos, e também podem ser utilizadas para a classificação de sinais biomédicos.

De acordo com Soares (1999), a RNA apresenta-se satisfatória como classificador para sinais de ECG.

A proposta desse trabalho é apresentar o uso das RNA para classificar sinais normais e com arritmia, avaliando assim, quão eficiente é o classificador neural no diagnóstico dessa patologia.

Nas próximas seções serão expostos de que forma o ECG é obtido, os materiais e métodos empregados, qual a arquitetura da RNA utilizada, os resultados obtidos nos testes de classificação realizados e considerações finais sobre esta pesquisa.

ECG

A fibra muscular cardíaca, em repouso, possui sua superfície coberta por cargas positivas equilibradas por cargas negativas subjacentes à membrana celular, neste caso, a fibra muscular cardíaca é comumente classificada como polarizada. Ao se contrair, surgem diferenças de potencial.

A eletrocardiografia, uma técnica de estabelecimento e de interpretação dos ECG, e consiste em recolher ao nível da pele as

correntes de atividade cardíaca, amplificando-as e registrando-as graficamente através do eletrocardiógrafo.

O eletrocardiograma consiste num gráfico que registra as variações da corrente cardíaca em função do tempo.

Se não existir corrente no eletrocardiógrafo, o gráfico resultante será formado por uma linha horizontal e contínua denominada linha isoeétrica. Quando a corrente cardíaca varia, ela gera as variações, ou melhor, as irregularidades dessa linha. As irregularidades na linha podem ser positivas (irregularidades acima) e negativas (irregularidades abaixo).

Para registrar a corrente são aplicados eletrodos na superfície da pele do paciente, as regiões do corpo onde esses eletrodos são fixados recebem o nome de derivações e se dividem basicamente em dois tipos: derivações periféricas ao nível dos membros denominadas D1, D2, D3, VR, VL e VF; e derivações precordiais de V1 a V6 (cf. Figura 1).

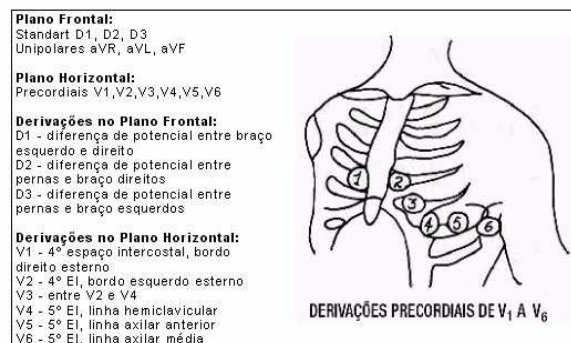


Figura 1: derivações eletrocardiográficas extraídas do Curso de Eletrocardiografia básica do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual de Londrina (UEL), segundo Fuganti.

Em um ser humano normal, o traçado eletrocardiográfico é formado por ondas designadas por letras:

- P, onda que corresponde à invasão dos átrios pela onda de excitação vinda do nodo sinusal.

- P-R ou P-Q, intervalo que corresponde à pausa entre o início da excitação atrial e o início da excitação ventricular.

- QRS, complexo que resulta da ativação dos dois ventrículos.

- S-T ou R-T, segmento que corresponde ao período durante o qual

ocorre a excitação dos ventrículos de maneira uniforme.

- T, onda que corresponde à redução da excitação ventricular.

- Q-T, intervalo que mede a duração da sístole ventricular (quase exatamente).

Através das variações do traçado é possível obter informações essenciais para o estudo de certas moléstias cardíacas, principalmente as coronárias (angina do peito, infarto do miocárdio), a hipertrofia ventricular, problemas de condução interventricular ou bloqueio de ramo e as alterações de ritmo.

A eletrocardiografia dinâmica (sistema Holter) é um exame que grava continuamente em períodos de 24 horas ou até 72 horas. Ela pode ser utilizada na avaliação: de distúrbios do ritmo cardíaco, de bloqueios cardíacos, isquemia transitória (coronariopatia), de medicamentos (resposta do organismo a medicação), marcapassos e desfibriladores e do coração. Esse exame permite encontrar distúrbios que não se manifestariam durante os registros feitos em curtos intervalos de tempo, com a vantagem de que é um registro contínuo através do aparelho (Holter) que a pessoa carrega consigo durante o período estabelecido independente da atividade que estiver exercendo.

Redes Neurais Artificiais

As Redes Neurais Artificiais (RNAs) são modelos matemáticos que se assemelham às estruturas neurais biológicas e que têm capacidade computacional adquirida por meio de aprendizado e generalização, é caracterizada por sistemas paralelos distribuídos que possuem nodos. Os nodos são unidades de processamento simples, os neurônios artificiais (cf. Figura 2), que desempenham o papel de calcular funções matemáticas.

$$\sum_{i=1}^n x_j w_j$$

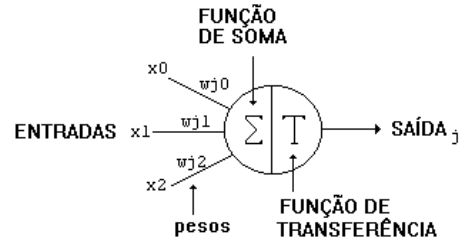


Figura 2: Neurônio Artificial.

Existem camadas de nós, onde cada um deles calcula o somatório dos pesos de suas entradas e efetua uma transformação na saída do nó.

Materiais e Métodos

Os dados utilizados nos testes desse trabalho constam na base de dados *Arrhythmia Mit-Bih* é um conjunto sobre de 4000 gravações em longo prazo de eletrocardiografia dinâmica (sistema Holter) que foram obtidas pelo *Beth Israel Hospital Arrhythmia Laboratory* entre 1975 e 1979 (cf. Figura 3).

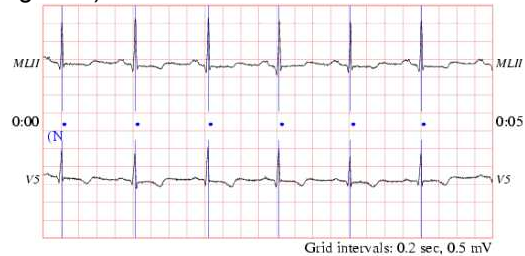


Figura 3: Parte dos sinais do registro de número 100 disponível na base de dados *Arrhythmia*, área de derivação V5.

A base de dados de sinais normais é a *Normal Sinus Rhythm Database*, base de dados contendo gravações de ECG de longo prazo obtidas pelo *Arrhythmia Laboratory at Boston's Beth Israel Hospital Arrhythmia Laboratory*, hoje, *Beth Israel Deaconess Medical Center*.

A tabela abaixo demonstra a quantidade de registros utilizados nos testes iniciais da rede.

Tabela 2- Quantidade de dados.

Sinal	Treinamento	Validação
Normal	10	8
Arritmia	10	11

Estes sinais foram separados em dois conjuntos: um de treinamento da RNA e de validação, contendo sinais normais e com arritmia (cf. Tabela2).

Os testes de classificação foram efetuados com um programa desenvolvido em MATLAB (*MATrix LABoratory*). O software MATLAB possui alta performance voltada para o cálculo numérico e científico que integra análise e construção de gráficos onde problemas e soluções são expressos e são escritos matematicamente, ou em linguagem de programação.

Resultados Obtidos

Nos testes iniciais o classificador neural se mostrou satisfatório, com um índice de 70% de acertos.

Foi usada uma RNA *feedforward backpropagation* com 32 camadas, e 2 saídas (cf. Tabela 3).

Tabela 3- Saída da RNA.

Sinal	Saída
Normal	-1 1
Arritmia	1 -1

A separação do conjunto de dados para treinamento inicialmente foi aleatória, porém, há intenção de utilizar um método para separação do conjunto de treinamento e validação.

Considerações Finais

Os resultados demonstram, como afirmado por Soares (1999), que a utilização de RNAs são satisfatórias como classificador para sinais de eletrocardiograma. Neste trabalho ainda existem outras propostas a serem avaliadas, tais como: efetuar o tratamento dos ruídos dos sinais com o intuito de verificar se o índice de acerto eleva-se e seleção dos conjuntos de

treinamento e validação utilizando métodos estatísticos para a seleção dos ECG.

Referências

[1] DATASUS. **Indicadores e Dados Básicos – Brasil – 2002**: 2003. Disponível em:<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2002/Grupo_C.xls> Acesso em: 12 fev. 2004.

[2] EYE, Guenther Von. **Os exames para cardiologia**. ABC da Saúde. Disponível em: <http://www.abcdasaude.com.br/artigo.php?309>. Acesso em: 20 dez. 2003.

[3] FUGANTI, Cláudio José; OLIVEIRA, Divina Seila de; RODRIGUES, Ricardo José. **Curso de Eletrocardiografia Básica**. Centro de Ciências da Saúde (CCS): UEL. Disponível em:<http://www.ccs.uel.br/pbl/cardio/index.asp>. Acesso em: 01 mar. 2004.

[4] OMS – Organização Mundial de Saúde. Disponível em:<http://www.who.int>. Acesso em: 10 fev. 2004.

[5] PHYSIONET. The research resource for complex physiologic signals. Massachusetts. Disponível em:<http://www.physionet.org>. Acesso em 25 nov. 2003.

[6] SOARES, Pedro Paulo da Silva; NADAL, Jurandir. Aplicação de uma Rede Neural Feedforward com Algoritmo de Levenberg-Marquardt para Classificação de Alterações do Segmento ST do Eletrocardiograma. **IV Congresso Brasileiro de Redes Neurais**, Julho 20-22, 1999 - ITA, São José dos Campos – SP.