

SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DO ELETROCARDIOGRAMA

¹ Arthur Martins da Silva, ² Prof. Dr. Aldo Artur Belardi.

^{1,2} Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário da FEI.

¹ uniearthurs@fei.edu.br ; ² belardi@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho busca abordar os conceitos de inteligência artificial para construir um sistema que auxilie no diagnóstico de doenças cardíacas a partir da leitura de um eletrocardiograma. Têm-se, como objetivo obter um classificador que possa reconhecer os padrões da forma de onda, e relacioná-los com as características do batimento cardíaco para determinar o diagnóstico. Além disso, utilizam-se os resultados para prever as possíveis anormalidades que o coração possa apresentar no futuro.

1. Introdução

O intuito deste trabalho é explicar os conceitos de aprendizagem de máquina, explorar os diversos tipos de classificadores, comparando-os para selecionar o mais adequado, entender o sistema do eletrocardiograma, identificando as principais características de sua forma de onda, e o funcionamento do sistema cardiovascular humano, descrevendo os tipos de sintomas que o coração apresenta, como a arritmia cardíaca.

2. Metodologia

O exame de eletrocardiograma, ECG, monitora as atividades elétricas associadas ao coração humano, sendo uma poderosa ferramenta no diagnóstico de doenças e disfunções no comportamento do sistema cardíaco [1].

Os resultados descritos nos laudos de eletrocardiograma são dinâmicos, o que, comumente geram dúvidas nos médicos, pois podem apresentar diferentes resultados para o mesmo tipo de exame em um curto período de tempo. De tal modo que, apenas a realização do eletrocardiograma não assegura totalmente a identificação da situação do paciente, pois existem diversas variáveis que podem modificar o seu prognóstico. Por isso, existem outros exames que complementam as informações do eletrocardiograma, tais como, ecocardiograma e raios-X, obtendo uma resposta mais próxima da realidade [2].

Através da análise do ECG, diversas anormalidades podem ser detectadas, inicialmente pelas verificações do ritmo cardíaco e entre as relações de eventos atriais e ventriculares [4].

Um ciclo completo de um batimento cardíaco possui diferentes intervalos de tempo, o qual é composto basicamente por 5 elementos: onda P, intervalo PR, complexo QRS, segmento ST e onda T, descrito na Figura 2.

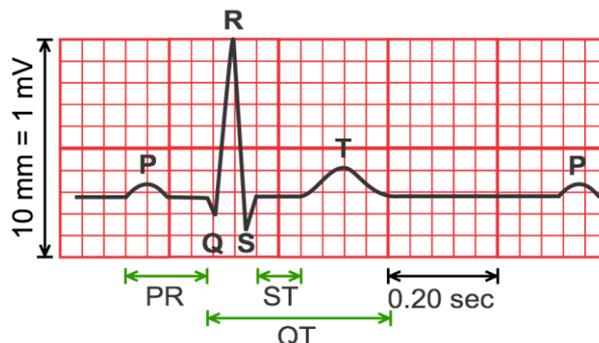


Figura 1 – Sinal típico do ECG

O *PhysioBank* [5] é uma iniciativa da *PhysioNet*, instituição que disponibiliza gravações digitais de dados fisiológicos, incluindo as coleções de sinais cardiopulmonares, neurais e outros sinais biomédicos de indivíduos saudáveis e pacientes com diferentes sintomas, a maioria com implicações importantes para a saúde pública, incluindo morte súbita cardíaca, insuficiência cardíaca congestiva, epilepsia, distúrbios de marcha, apneia do sono e envelhecimento. Essas coleções incluem dados de uma ampla gama de estudos, desenvolvido e contribuído por membros da comunidade científica.

Para validação do projeto, utilizam-se dados de ECG obtidos de três grupos ou classes de pessoas: pessoas com arritmia cardíaca (ARR), pessoas com insuficiência cardíaca congestiva (CHF) e pessoas com ritmos sinusais normais (NSR).

3. Resultados

O objetivo é treinar um classificador para distinguir o sinal entre arritmia (ARR), insuficiência cardíaca congestiva (ICC) e ritmo sinusal normal (NSR).

Para isto, foram definidas as etapas de pré-processamento, extração de características e aplicação do classificador, de acordo com o fluxograma abaixo.

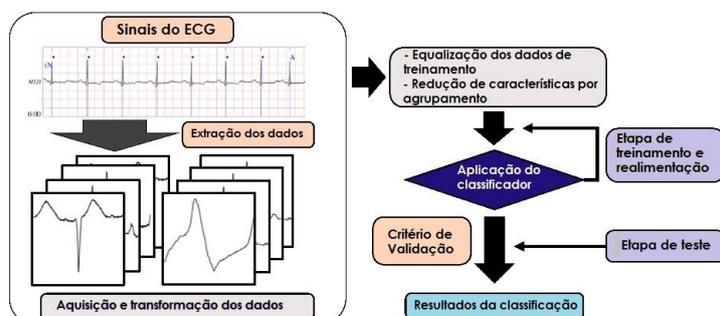


Figura 2 – Fluxograma do sistema

A etapa de pré-processamento é crucial, pois a qualidade dos dados pode influenciar diretamente na acuracidade do classificador. Desta forma, inicialmente foi realizado uma análise dos dados importados ao sistema e agrupados em uma célula estruturada.

No total, existem 96 registros de pessoas com arritmia (ARR), 30 de pessoas com insuficiência cardíaca congestiva (CHF) e 36 de pessoas com ritmos sinusais normais (NSR), em que cada registro possui diferentes características conforme a Figura 3.

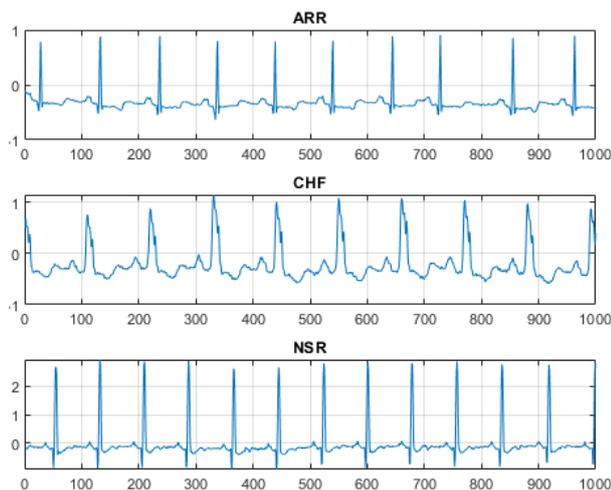


Figura 3 – ECG do banco de dados utilizado

É possível observar o desbalançamento, pelo fato de existir o triplo de registros de arritmias, portanto, foi desenvolvida a equiparação dos dados aumentando os registros dos seus pares. A partir disto, foram divididos os dados para a etapa de treinamento e teste.

Para a extração de características dos sinais, este projeto baseou-se na aplicação de uma cascata de filtros *wavelets* por meio da transformação de dispersão do sinal e pela técnica de multiresolução.

O processo de segmentação aplicada à transformada *wavelets*, é feito a partir de pequenos blocos 4x4 a fim de extrair um vetor de características em cada um deles. Em seguida, utilizando o algoritmo de agrupamento *k-means*, é possível diminuir significativamente o cálculo computacional da segmentação.

Para a classificação do sinal foram utilizados alguns métodos disponibilizados pelo Matlab, através do *Classification Learner* [6], no qual é possível selecionar recursos, especificar esquemas de validação, treinar modelos e avaliar os resultados obtidos.

Baseado em outros artigos científicos, inicialmente foi aplicado o classificador Máquina de Vetores de Suporte (*SVM*) com o *kernel* quadrático. Os resultados obtidos por essa técnica são comparáveis à outros algoritmos de aprendizado, como as Redes Neurais Artificiais (RNA).

Para verificar a acuracidade do classificador, foi utilizado todo o conjunto de dados da etapa de treinamento e teste, buscando estimar a taxa de classificação incorreta e a matriz de confusão, utilizando a validação cruzada de 5 vezes, conforme a Figura 4.

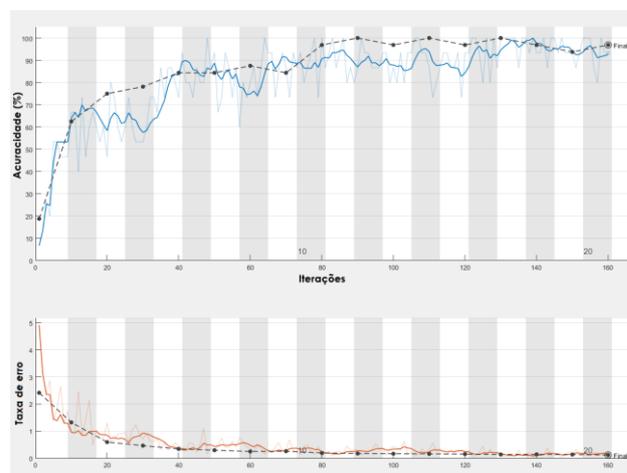


Figura 4 – Processamento de acuracidade do classificador

4. Conclusões

A etapa de manipulação do banco de dados, para extrair as características do sinal, além da redução de informações, para a obtenção de um conjunto de recursos menores, auxiliou na obtenção do classificador que separa com precisão os sintomas de cada sinal.

Desta forma, é possível utilizar de maneira versátil outros métodos classificatórios e verificar o seu desempenho no sistema.

5. Referências

- [1] LIPPINCOT, W. &. (2011). *ECG Interpretation*. Pensilvânia: Wolters Kluwer.
- [2] MARTINCOSKI, D. (2003). *Sistema para telemetria de eletrocardiograma utilizando tecnologia bluetooth*. Mestrado na Universidade Federal de Santa Catarina.
- [3] DALE DUBIN, M. (2003). *Interpretação Rápida do ECG*. São Paulo: Epub Editora.
- [4] MERVIN J. GOLDMAN, M. (1976). *Princípios de Eletrocardiografia Clínica* (Vol. 8ª ed). Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A.
- [5] PHYSIONET, PhysioBank ATM. (-). *Banco de dados de acervos médicos*. Disponível em Physionet: <https://www.physionet.org/cgi-bin/atm/ATM>
- [6] MATHWORKS, MATLAB (-). *Classification Learner*. Disponível em Matlab: <https://www.mathworks.com/help/stats/classificationlearner-app.html>

Agradecimentos

À instituição Centro Universitário da FEI pela realização do projeto de iniciação científica.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 10/18 a 09/19.