

Classificação de arritmia cardíaca utilizando Transformada *Wavelets* e Redes Neurais por meio de extração de características

Davi Shinji Mota Kawasaki*, Higor Augusto Bassi Rozan[†],
João Vitor Bertoncini[‡], Vinícius Drago Romano[§]

*Engenharia da Computação, Cornélio Procópio/PR 86300-00

Email: kawasaki@alunos.utfpr.edu.br

[†]Engenharia da Computação, Cornélio Procópio/PR

Email: higorb.rozan@hotmail.com

[‡]Engenharia da Computação, Cornélio Procópio/PR 86300-000

Email: joaobertoncini@alunos.utfpr.edu.br

[§]Engenharia da Computação, Cornélio Procópio/PR 86300-000

Email: romano@alunos.utfpr.edu.br

I. INTRODUÇÃO

O objetivo desse documento é apresentar a proposta de trabalho referente a análise de tráfego de dados por meio de transmissão sem fio. O enfoque será o envio de dados por meio de componentes eletrônicos - principalmente a plataforma aberta *Arduino* e *shields* complementares - para análise e tratamento, de forma que a verificação dos sinais dos pacotes seja analisada e modulada para possíveis correção de erros, os quais são provenientes, por exemplo, de interferência eletromagnética, distâncias de alcance e obstáculos de materiais [?]. Sendo assim, no tópico seguinte as propostas desse projeto serão apresentadas no maior detalhe.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A. Coração

O coração consiste em um órgão localizado atrás da caixa torácica, na parte central do peito entre o pulmão direito e esquerdo [1]. Sua função consiste no batimento ou contração para bombeamento do sangue para todo o corpo por meio de um sistema de vasos sanguíneos [2].

Para realizar o processo de bombeamento de sangue, o coração depende da sua seção direita e esquerda, onde cada uma delas possui duas cavidades: átrio e ventrículo, sendo a primeira superior e a segunda inferior. O fluxo do sangue é realizado por meio de válvulas entre o átrio e o ventrículo, sempre seguindo a direção do primeiro para o segundo.

Por meio dessas válvulas é possível realizar o processamento do oxigênio e do gás carbônico, onde a seção esquerda do coração é responsável pelo envio de sangue com oxigênio para o corpo, enquanto a direita cuida do recebimento do sangue com gás carbônico de diferentes partes do corpo [1]. A cada contração de cada câmara do miocárdio - fluxo de sangue entre o átrio e o ventrículo - acontece o evento chamado de sístole, enquanto no relaxamento ocorre a diástole - processo

o qual é repassado para o pulmão para realização da troca de gases [1].

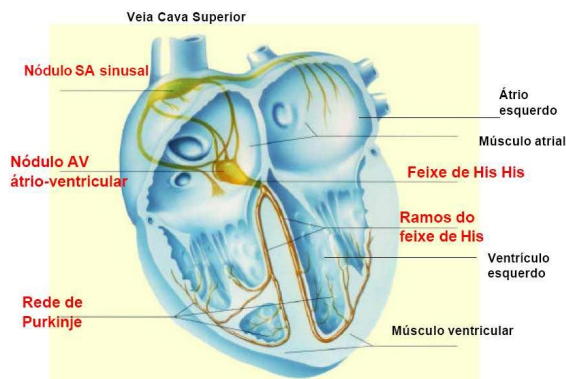


Fig. 1. Representação interna do coração e suas cavidades.

Uma das estruturas internas primordial para determinar o ritmo do coração chama-se nódulo sinoatrial (SA), ou também chamado de marca-passo. Localizada entre o átrio direito e a veia cava superior, ele atua controlando a frequência dos batimentos cardíacos, com cerca de 72 contrações por minuto. Por ter uma frequência alta, seus impulsos se espalham para os átrios e ventrículos, excitando todas as áreas e determinando o ritmo de batimento de quase todo o coração [3].

O coração, por meio do seu batimento, realiza vários eventos cardíacos chamados de ciclos cardíacos, começando pela geração de um potencial de ação propagado pelos átrios até chegar nos ventrículos. Esse ciclo cardíaco vai conter o relaxamento pela diástole (coração enche de sangue) e a sístole (contração das câmaras de bombeamento). Conforme representado pelos traçados da Figura 2, pode-se visualizar os períodos de pressão (mm Hg), volume (ml), eletrocardiograma, fonocardiograma, sendo o penúltimo a representação gráfica

utilizada nesse trabalho para classificação de arritmias.

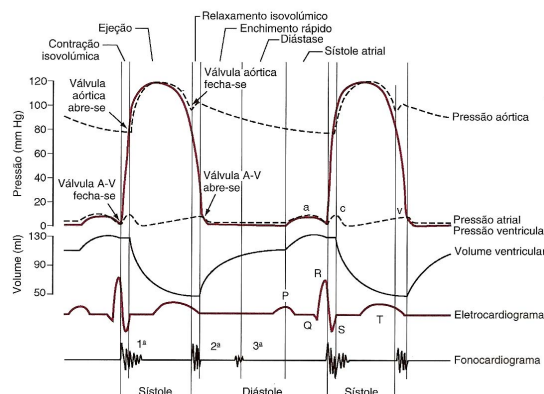


Fig. 2. Eventos do ciclo cardíaco representados por diferentes traçados no ventrículo esquerdo.

B. Eletrocardiograma (ECG)

Conforme visualizado no tópico anterior, o nódulo sinoatrial (SA) determina o ritmo do coração por seus impulsos com uma frequência alta. A partir dessa excitação, ocorre paralelamente a propagação de correntes do campo elétrico no músculo cardíaco e nos tecidos das regiões vizinhas, inclusive atingindo a superfície do corpo. Como esse fluxo ocorre entre diversos locais do corpo, pode-se captar diferenças de potenciais por meio de eletrodos na pele, em pontos opostos do coração. Essas medidas podem ser coletadas por meio de 12 derivações clássicas, normalmente se baseando pelo triângulo de Einthoven, representado pela Figura 3.

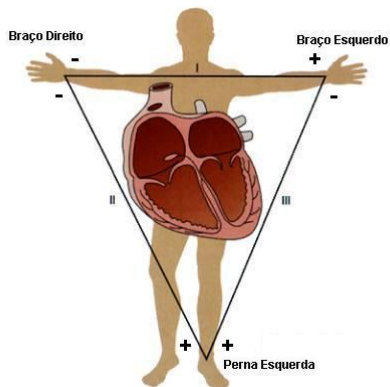


Fig. 3. Representação do triângulo de Einthoven, com eletrodos sobre os pulsos (RA e LA) e no tornozelo esquerdo (LL).

Por meio de um amplificador, esses potenciais são adquiridos por um período de tempo, em localizações conforme estabelecidas pelas derivações. Esse processo trata-se da eletrocardiografia, também conhecida como o exame de eletrocardiograma (ECG), apresentando a excitação cardíaca de forma gráfica para análise patológica por um cardiologista. Esse exame de baixo custo permite a análise de uma cardiopatia/arritmia no momento de ocorrência da mesma, analisando

normalmente os segmentos, intervalos e ondas do sinal de ECG.

Um registro de ECG, representado na Figura 4, é representado por meio da voltagem plotada no eixo y pelo tempo no eixo x, onde seu sinal traduz o registro das despolarizações e repolarizações por meio de cinco etapas, representadas pelos formatos de onda P, Q, R, S e T [4].

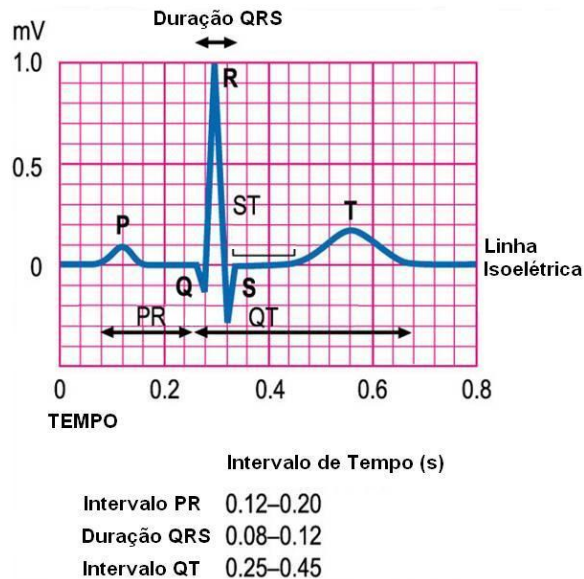


Fig. 4. Registro de eletrocardiograma com diferentes tipos de intervalos.

Além dos formatos de onda, o ECG apresenta alguns subperíodos que são importantes para uma análise mais detalhada das cardiopatias, como o intervalo entre a onda P e R que representa o tempo de condução do estímulo através do nódulo atrioventricular; e o complexo QRS, que representa a despolarização ventricular. A partir desses subperíodos pode-se analisar as morfologias do exame, denominadas pela sequência de excitação e recuperação, respectivamente caracterizados pela despolarização e repolarização por meio da diferença de potencial resultante, conforme representado pela Figura 5.

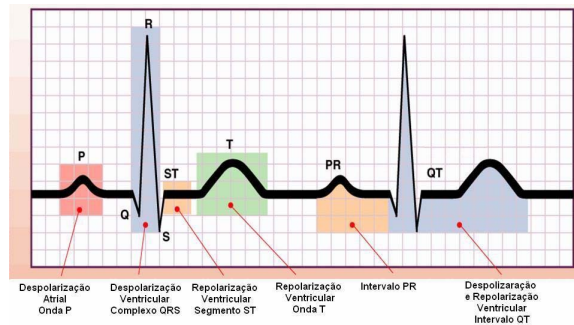


Fig. 5. Sequência de despolarização e repolarização com a representação das ondas e subperíodos.

Estas morfologias permitem a verificação de anormalidades no sistema de condução cardíaca, como as arritmias que vão

ser extraídas por meio das redes neurais nesse trabalho.

C. Arritmias

Conforme apresentado, os exames de ECG permitem identificar anormalidades no sistema cardiológico, podendo representar diferentes cardiopatias. Essas cardiopatias podem ser sintomaticamente representadas por arritmias cardíacas, que ocorrem por alterações na formação/condução do impulso elétrico através do miocárdio [5]. O ECG é um dos principais exames para estudo e análise das arritmias justamente porque as mesmas podem modificar a origem/difusão fisiológica do estímulo elétrico, alterando o ritmo cardíaco normal [6].

Dentre os mais diversos tipos de classificação de arritmias, elas podem ser divididas em duas categorias (assintomáticas e sintomáticas) e em dois grupos de frequência: bradicardia - frequência cardíaca menor que 60 batimentos por segundo, e taquicardia - frequência cardíaca maior que 100 batimentos por segundo [3].

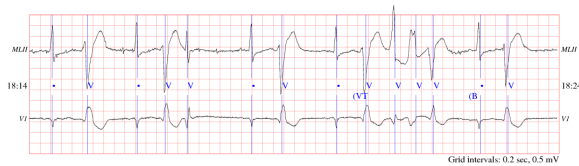


Fig. 6. Exemplo de ECG com Taquicardia Ventricular (área tracejada).

D. Processamento do Sinal com Wavelets

Com os dados obtidos e transmitidos corretamente para o *Python*, além de usar os módulos *SciPy* e *Matplotlib*, tem-se a intenção de gerar gráficos estatísticos sobre a transmissão dos pacotes e os sinais transmitidos [?]. A partir dos valores obtidos e os gráficos representativos, pretende-se verificar possíveis taxas de erros na transmissão, perdas de pacotes e até variações na estabilidade de conexão segundo os mesmo tópicos apresentados na introdução desse trabalho [?].

A partir dessas propostas, o projeto pretende seguir uma linha de cronograma segundo o tópico seguinte, utilizando como ferramenta de gerenciamento de projetos o *Trello*.

E. Classificação de Sinais

Com os dados obtidos e transmitidos corretamente para o *Python*, além de usar os módulos *SciPy* e *Matplotlib*, tem-se a intenção de gerar gráficos estatísticos sobre a transmissão dos pacotes e os sinais transmitidos [?]. A partir dos valores obtidos e os gráficos representativos, pretende-se verificar possíveis taxas de erros na transmissão, perdas de pacotes e até variações na estabilidade de conexão segundo os mesmo tópicos apresentados na introdução desse trabalho [?].

A partir dessas propostas, o projeto pretende seguir uma linha de cronograma segundo o tópico seguinte, utilizando como ferramenta de gerenciamento de projetos o *Trello*.

TABELA I
CRONOGRAMA DE TÓPICOS TRABALHADOS DO PROJETO

Semana 01/05	Estudo do contexto do artigo
Semana 08/05	Estudo de ECG e extração dos dados
Semana 15/05	Estudo de transformada <i>Wavelet</i>
Semana 22/05	Estudo da aplicação de Redes Neurais e Algoritmos
Semana 29/05	Extração e Classificação dos Sinais com <i>Wavelet</i>
Semana 05/06	Execução dos Aprendizados Supervisionados
Semana 12/06	Análise dos Aprendizados e Geração do Relatório
Semana 19/06	Finalização do Relatório e Apresentação Final

F. Redes Neurais Artificiais

Com os dados obtidos e transmitidos corretamente para o *Python*, além de usar os módulos *SciPy* e *Matplotlib*, tem-se a intenção de gerar gráficos estatísticos sobre a transmissão dos pacotes e os sinais transmitidos [?]. A partir dos valores obtidos e os gráficos representativos, pretende-se verificar possíveis taxas de erros na transmissão, perdas de pacotes e até variações na estabilidade de conexão segundo os mesmo tópicos apresentados na introdução desse trabalho [?].

A partir dessas propostas, o projeto pretende seguir uma linha de cronograma segundo o tópico seguinte, utilizando como ferramenta de gerenciamento de projetos o *Trello*.

III. CRONOGRAMA

O cronograma proposto para esse trabalho de extração/análise de arritmias usando Transformadas *Wavelet* e Redes Neurais tem um prazo de aproximadamente nove semanas de trabalho, começando na primeira semana de maio e terminando na penúltima semana de junho (01 de maio a 21 de junho). O trabalho consistirá de cerca de quatro semanas de estudo do contexto do problema e das ferramentas, enquanto as outras cinco semanas vão envolver a extração dos sinais e treinamento de uma rede neural para identificação dos mesmos. Além disso, duas semanas serão destinadas a redação do artigo final previamente determinado, o qual ocorrerá nas semanas do dia 12 a 21 de junho.

Por fim, a pretensão de tópicos a serem tratados em cada semana foi representado na Tabela I.

IV. CONCLUSÃO

Como apresentado anteriormente, o objetivo desse trabalho é realizar não apenas a conexão entre dois módulos de rádio frequência, mas principalmente realizar a análise dos pacotes e dados enviados, verificando possíveis erros e perdas. Nesse quesito, o projeto deve apresentar, em sua entrega e apresentação, a transmissão de pacotes de dados em tempo real e a geração de gráficos e dados estatísticos que possam ilustrar a situação real dessa transferência sob diferentes aspectos do meio.

Caso seja possível, o projeto também pode visar o tratamento desses dados diretamente nos atuadores, visualizando possíveis situações que possam corrigir e inibir erros e atenuações que influenciam e impedem o tráfego dos dados da melhor maneira possível.

O projeto também poderá trabalhar com os seguintes artigos, dependendo do nível de desenvolvimento do estudo: [?], [?] e [?].

REFERÊNCIAS

- [1] L. National Heart and B. Institute, "Anatomy of heart," Novembro 2011. [Online]. Available: <https://www.nhlbi.nih.gov/health/health-topics/topics/hhw/anatomy>
- [2] H. Gray, *Anatomia*, ser. 35. Ed. Guanabara Koogan, 1979, vol. 2.
- [3] A. C. G. J. E. Hall, "Textbook of medical physiology," Textbook, 2006.
- [4] M. de Mello Aires, *Fisiologia*. Guanabara Koogan S.A., 1991.
- [5] S. B. de Cardiologia, "Diretriz de fibrilação atrial," in *Arq Bras Cardiologia*, ser. Suplemento VI, 2003, vol. 81.
- [6] M. A. B. Gonçalves, *Noções Básicas de Eletrocardiograma e Arritmias*. Senac, 1995.