

DESENVOLVIMENTO DE UM MONITOR CARDÍACO PARA DETECÇÃO DE ANSIEDADE

Mateus Augusto Schneider Castilhos (PIC/Uem), Rafael Krummenauer (Orientador),
e-mail: rkrummenauer2@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Maringá, PR

Área: Engenharias / Subárea: Engenharias IV

Palavras-chave: ECG, FFT, Raspberry Pi®.

Resumo:

O presente trabalho aborda a implementação de um monitor portátil de baixo custo para diagnosticar estado de ansiedade nos humanos através do eletrocardiograma (ECG) utilizando a plataforma *Raspberry Pi*® para o processamento digital de sinais. Os sinais cardíacos, provenientes de um banco de dados (*database*), serão processados com filtros digitais de resposta infinita ao impulso (IIR) para suprimir interferentes e a dinâmica cardíaca será avaliada pelo reconhecimento de padrões no espectrograma do ECG computado em software utilizando FFT (*Fast Fourier Transform*) em linguagem de programação Python. A continuidade do projeto está em execução com o desenvolvimento de um circuito para amplificação e condicionamento dos sinais e um conversor analógico digital (ADC) para amostrar os sinais do eletrocardiograma.

Introdução

A Eletrocardiografia é o teste médico para analisar o coração humano com relação a defeitos e doenças cardiovasculares (CVD) (ZHANG et al., 2013), como doença da artéria coronária e falha cardíaca, onde 11% e 13% dessas pessoas, respectivamente, são atingidas com distúrbios de ansiedade que podem causar um ataque cardíaco (JOHNSON & ZIMETBAUM, 2017). O monitor cardíaco de ECG é um dispositivo amplamente utilizado para detectar e diagnosticar CVD que está disponível no mercado em diversas variedades, porém não são capazes de gerar diagnósticos automáticos para alertar o paciente sobre sua saúde.

Neste projeto foi desenvolvido um protótipo de monitor cardíaco portátil de baixo custo para detecção de ansiedade avaliada através das variações de padrões no espectrograma do ECG proveniente de um *database* (LUGOVAYA, 2005), que será calculado através da FFT dos sinais condicionados por filtros digitais do tipo IIR (DINIZ et al., 2012; OPPENHEIM, 1998).

Materiais e métodos

Este projeto trata da implementação de um monitor de sinais cardíacos portátil de baixo custo com análise e diagnóstico automático na detecção de ansiedade através de alterações nos padrões do espectrograma retirado do ECG. A primeira etapa teve o objetivo de validar os dados que servirão de base para a segunda etapa, assim consiste em utilizar o *Raspberry Pi*[®] 3 modelo B+ e linguagem de programação Python juntamente com o *database*, para implementar e simular códigos que façam o processamento do sinal de eletrocardiograma através de filtros digitais do tipo IIR, a fim de eliminar interferentes e utilizar o sinal tratado para aplicação da FFT e geração do espectrograma. A segunda etapa está em andamento e consiste em coletar os sinais elétricos através de eletrodos de cloreto de prata não invasivos, fazer amostragem dos sinais com ADC MCP3208, implementar circuito de amplificação e condicionamento do sinal e interligá-los as portas GPIO (*General Purpose Input and Output*) do *Raspberry Pi*[®].

A FFT é o nome do algoritmo capaz de calcular a DFT (*Discrete Fourier Transform*) de forma mais eficiente, reduzindo o número de multiplicações complexas de N^2 para ordem de $N \log_2 N$, onde N é o comprimento do sinal, no caso discreto a quantidade de amostras contidas no sinal. Os filtros IIR são conhecidos como filtros recursivos e são caracterizados de forma discreta conforme a equação de diferenças apresentada na Equação (1). Cada coeficiente b_m pondera o sinal de entrada no m -ésimo atraso e cada coeficiente a_p pondera o sinal de saída no p -ésimo atraso.

$$y[n] = \sum_{m=0}^M b_m x[n-m] + \sum_{p=0}^P a_p y[n-p] \quad (1)$$

Os códigos foram desenvolvidos em linguagem de programação Python, utilizou-se as bibliotecas *scipy.io* para importar o arquivo obtido do *database*, *scipy.signal* para filtrar o sinal e gerar o espectrograma, *scipy.fftpack.fft* para fazer o cálculo da FFT, *numpy* para operações matemáticas e *matplotlib.pyplot* para gerar gráficos.

Resultados e Discussão

Os dados adquiridos através do *database* foram amostrados a uma frequência de 500 Hz, assim possuem uma certa quantidade de ruído embutido no sinal, o que atrapalha na exatidão e veracidade dos cálculos. Para suprimir esse interferente foi implementado um filtro IIR digital passa baixa do tipo Butterworth de ordem quatro e frequência de corte igual a um oitavo da frequência de amostragem, para que o sinal filtrado não sofra defasagem em relação ao sinal original, ambos estão apresentados na Figura 1. Para se obter as componentes em frequência do sinal filtrado optou-se por aplicar a FFT unidimensional com o método de janelamento, pois dessa forma as novas componentes de frequência que são criadas pelo processo de amostragem, por exemplo, são mitigadas. A janela de *Hann* foi escolhida por apresentar uma boa atenuação. A partir dos dados obtidos do cálculo da FFT gerou-se os espectrogramas de ambos os sinais filtrados do ECG, que estão apresentados na Figura 2.

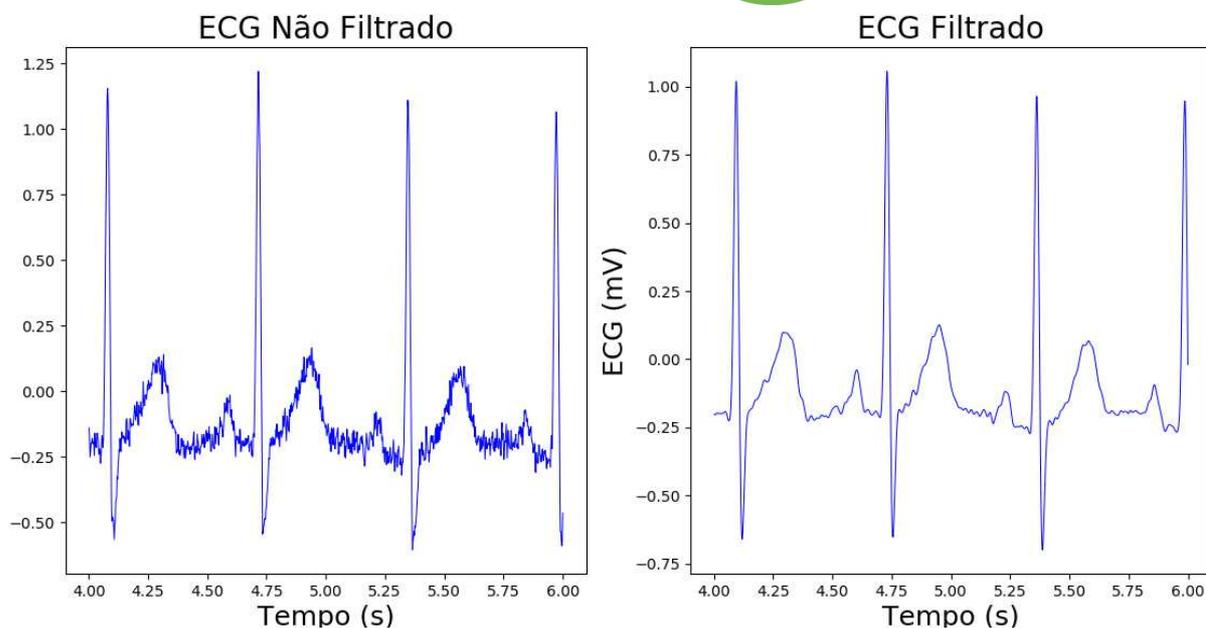


Figura 1 – Comparação dos sinais filtrado e não filtrado do ECG.

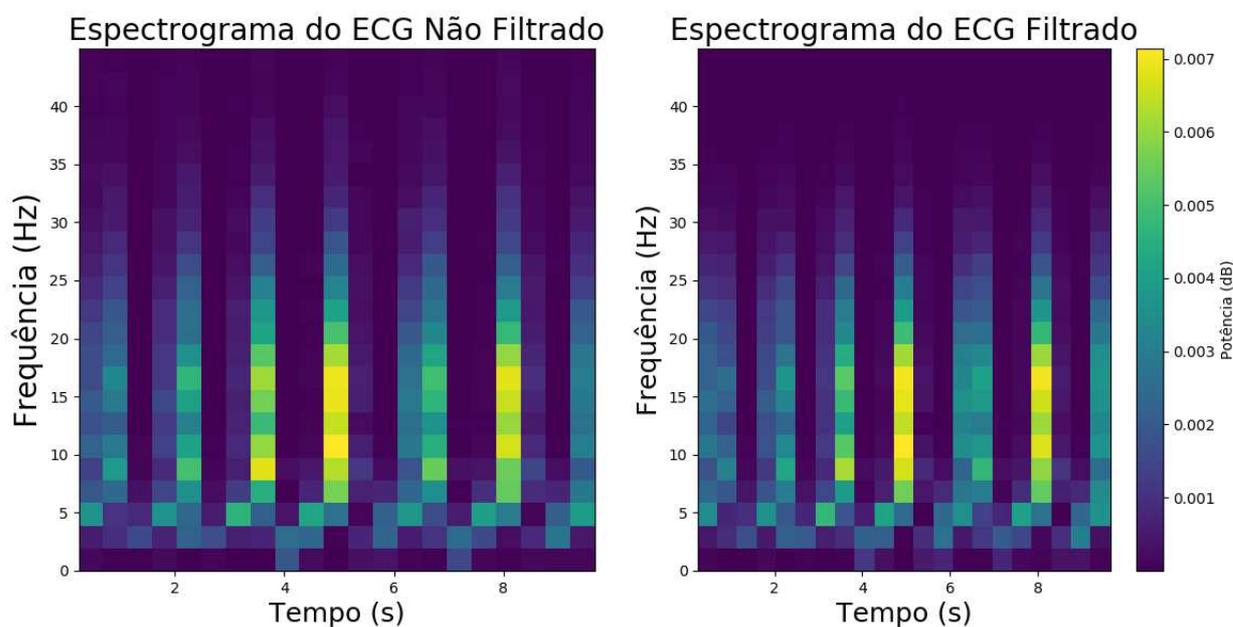


Figura 2 – Comparação dos espectrogramas dos sinais filtrado e não filtrado do ECG.

Conclusões

Este projeto trata da implementação de um monitor de sinais cardíacos portátil de baixo custo com análise e diagnóstico automático na detecção de ansiedade através de alterações espectrais do espectrograma retirado do ECG. A implementação da

primeira etapa foi realizada em software via linguagem de programação Python no dispositivo *Raspberry Pi*[®] 3 modelo B+. A validação foi feita através da análise do espectro do sinal de eletrocardiograma dos dados de teste obtidos do *database*. Esta implementação, juntamente com o circuito de amostragem e condicionamento do sinal do ECG em execução, servirá para aplicação de um monitor cardíaco portátil de baixo custo.

Agradecimentos

DEQ – UEM

Referências

DINIZ, P.; SILVA, E.; NETTO, S. **Digital Signal Processing** – System Analysis and Design. 2 ed. Cambridge University Press, 2012.

JOHNSON, P. A.; ZIMETBAUM, P. Anxiety and heart disease: A complex connection. **Harvard Heart Letter**, Boston, v. 28, n. 2, p. 6-7, 2017.

LUGOVAYA, T.S. **Biometric human identification based on electrocardiogram**. 2005. Master's thesis, Faculty of Computing Technologies and Informatics, Electrotechnical University "LETI", Saint-Petersburg, Russian Federation, June 2005.

OPPENHEIM, A.; SCHAFER, R.; BUCK, J. **Discrete-Time Signal Processing**. 2 ed. Prentice Hall, 1998.

ZHANG, Y.; TIAN, Y.; WANG, Z.; MA, Y.; MA, Y. In: 2013 8th International Workshop on Systems, Signal Processing and their Applications (WoSSPA) 2013. **An ECG intelligent monitoring system with MSP430 microcontroller**, 2013. p. 214-219.