

Projeto de Solução Baseada em Dispositivo Vestível para Previsão de Crises Convulsivas em Pacientes com Epilepsia

Bruna Henning Pereira*
*bruna.henning@edu.univali.br
Escola Politécnica
Universidade do Vale do Itajaí

Cesar Albenes Zeferino†
†zeferino@univali.br
Escola Politécnica
Universidade do Vale do Itajaí

Abstract—The World Health Organization (WHO) estimates that around 50 million of the world’s population has Epilepsy. This disease affects children and the elderly and significantly affects the quality of life of these patients. In this context, it is essential to understand the different ways in which Epilepsy impacts the daily lives of patients. The temporary symptoms attributed to seizures resulting from the disease can cause risks and injuries to patients, as many of them are not aware of the imminence of a crisis that, in some cases, can lead to death. In this work, we propose a device capable of detecting signs of seizures and warning patients with Epilepsy to minimize potential risks to their physical integrity.

Palavras-chave: Epilepsia, Dispositivos Vestíveis, Sistemas Embarcados, Sinais Lineares.

I. INTRODUÇÃO

A Epilepsia é uma doença neurológica que afeta em torno de 50 milhões de pessoas no mundo todo [1]. O impacto da doença abrange desde crianças à idosos e inflige significativamente a qualidade de vida dos seus portadores [2].

Neste contexto, é importante compreender as diferentes formas de como a Epilepsia impacta no cotidiano de seus pacientes. Os sintomas temporários atribuídos a crises convulsivas decorrentes da Epilepsia podem causar riscos e ferimentos para os pacientes, visto que muitas vezes os pacientes não estão conscientes quando ocorrem, e, por conta disso, podem até mesmo levar a óbito [3]. O risco de morte prematura em pacientes com Epilepsia (Sudden Unexpected Death in Epilepsy – SUDEP) é três vezes maior que o da população em geral e alguns dos grandes fatores das causas de morte relacionadas à Epilepsia podem ser evitados, como as quedas, afogamentos e convulsões prolongadas [1].

Por isso, pacientes com Epilepsia podem se beneficiar de tecnologias que sejam capazes de detectar sinais de crises convulsivas e alertá-los antecipadamente de modo a minimizar potenciais riscos à sua integridade física. A previsão de crises convulsivas por meio de leitura de sinais vitais (como por exemplo a variabilidade cardíaca) utilizando um dispositivo vestível é uma alternativa possível para detectar antecipadamente uma crise convulsiva iminente. Além de minimizar riscos à integridade física do paciente, o uso desse tipo de tecnologia pode auxiliar na redução da ansiedade dos portadores de Epilepsia, a qual impacta significativamente na qualidade de vida desses pacientes [4].

Este trabalho insere-se no contexto supracitado e pretende contribuir por meio do desenvolvimento de um dispositivo vestível em formato de bracelete, baseado em computação embarcada, que permita o monitoramento de sinais de variabilidade cardíaca e a realize a predição de crises convulsivas iminentes para que o seu usuário (paciente) possa se resguardar e reduzir os riscos à sua integridade física, bem como de software para armazenamento dos dados monitorados e envio de alertas. O objetivo é que o dispositivo possa trazer uma melhor qualidade de vida ao dia-a-dia dos seus usuários.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Conforme a Organização Mundial da Saúde (OMS)[1], as crises convulsivas epiléticas são frequentemente acompanhadas por alterações em diversas funções autonômicas e, principalmente, a do batimento cardíaco, causando por exemplo a aceleração do batimento cardíaco de forma regular ou irregular, conhecido como taquicardia.

As ondas do complexo QRS são um trecho do traçado do ECG e mostram as deflexões gráficas vistas de um ECG típico devido à ativação elétrica dos ventrículos do coração [6]. Elevações, depressões e supressões de segmentos de uma onda QRS são observadas em crises convulsivas epiléticas, logo, podem ser utilizadas para estudo envolvendo a predição de crises convulsivas.

Na literatura, existem trabalhos que demonstram a possibilidade de captar parâmetros da variabilidade do batimento cardíaco (Heart Rate Variability – HRV) para previsão de crises convulsivas, como por exemplo a taquicardia entre outros parâmetros. É possível citar o trabalho de Pavei et al. [5] que propuseram uma nova metodologia para identificar e prever crises convulsivas a partir de sinais HRV. Essa metodologia utiliza covariância de matrizes com parâmetros de autovalor de HRV para criar uma entrada de suporte para uma Máquina de Vetores de Suporte (Support Vector Machines – SVM). O trabalho conclui que é possível usar a dinâmica de parâmetros HRV para detecção e potencial previsão de crises convulsivas causadas pela Epilepsia.

III. SOLUÇÃO PROPOSTA

O sistema embarcado integrado ao bracelete proposto utilizará parâmetros HRV e realizará a filtragem através da análise

linear dos parâmetros HRV, utilizando a análise do domínio do tempo (para detectar os complexos de QRS, principalmente a onda R que possui a amplitude mais alta, que pode auxiliar a visualizar desvios de RR). Porém, como somente a leitura do domínio do tempo não consegue refletir todas as alterações necessárias para previsão de uma crise convulsiva, também será utilizada a análise do domínio da frequência. Em conjunto à análise do domínio do tempo, consegue-se obter uma precisa avaliação da função autonômica e a composição espectral de variações temporais no ritmo cardíaco modulado autonomamente. Essa análise no domínio da frequência envolve a Densidade Espectral de Potência (PSD) do HRV [6].

Para classificação da filtragem linear, será utilizada uma SVM para separar sinais epiléticos de não-epiléticos e comparar os sinais capturados do pulso do paciente por um sensor de monitoramento cardíaco a parâmetros a serem definidos com base no conjunto de dados MIT/Beth-Israel Hospital [9]. Os sinais considerados epiléticos ou alarmes verdadeiros serão encaminhados para tomada de decisão do sistema [7].

O processo de tomada de decisão se refere a um método de limite de decisão adaptativo que será utilizado para disparar os alarmes. As previsões serão feitas quando os recursos selecionados excederem os limites de decisão (ou seja, forem diferentes de um alarme verdadeiro). Ao receber um alarme verdadeiro, o bracelete gerará um alerta a um *buzzer* ativo de 5V para que o paciente possa se resguardar em uma crise iminente [8].

O processo de aviso também será transmitido via conexão sem fio (*e.g.* Bluetooth de baixo consumo de energia ou BLE – Bluetooth Low Energy) ao smartphone do paciente para encaminhamento a um serviço de armazenamento em nuvem e posterior envio de notificações de alerta a contatos indicados pelo paciente (*e.g.* familiares). A Figura 1 ilustra a arquitetura base da solução proposta, a qual compreende o computador embarcado no bracelete e software para envio de notificações. O sistema do bracelete fará a coleta e filtragem de sinais, seguida da classificação e eventual emissão de alerta ao usuário. O sistema embarcado enviará dados coletados e alertas a um servidor, o qual reencaminhará os alertas aos contatos indicados pelo paciente.

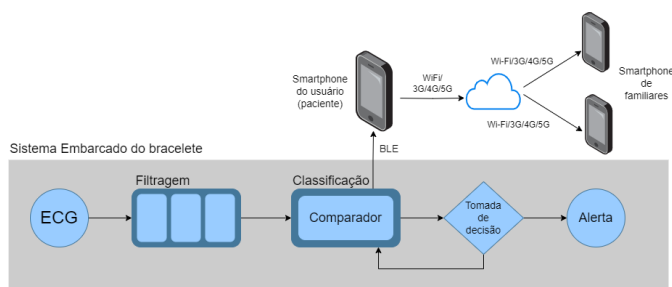


Fig. 1. Arquitetura do sistema

IV. CONCLUSÃO

Este projeto está em andamento e, até o presente momento, foram selecionadas tecnologias que melhor se adequam ao hardware e software baseado nas buscas por métodos e implementações de referência, como a captação de sinais lineares, a classificação SVM e o método de tomada de

decisão. É esperado que os componentes e algoritmos deste projeto ofereçam a melhor acurácia possível na detecção de crises e o menor valor possível de falsos positivos considerando a implementação em um dispositivo com restrições de processamento e de consumo de energia.

A solução proposta se destaca em relação a soluções já existentes no mercado internacional, como o Embrace (MIT), pela conectividade com serviços online para armazenamento de dados (em nuvem) e envio de alertas de predição tanto ao bracelete como para o envio de alertas por aplicativo móvel.

Ao final deste trabalho, espera-se obter uma proposta de um protótipo funcional do sistema proposto para caracterizar seu custo e desempenho, bem como limitações para futuras melhorias.

V. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado, em parte, pelo Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina (UNIEDU).

REFERENCES

- [1] Who, W. H. O. World Health Organization Fact Sheets: Epilepsy. 2023. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/epilepsy>.
- [2] Thijs, R. D., Surges, R., O'Brien, T. J., Sander, J. W. (2019). Epilepsy in adults. *The Lancet*, 393(10172), 689-701.
- [3] de Boer, H. M. (1995). Epilepsy and society. *Epilepsia*, 36, 8-11.
- [4] Nunes, M. L., Geib, L. T. C. (2011). Incidence of epilepsy and seizure disorders in childhood and association with social determinants: a birth cohort study. *Jornal de Pediatria*, 87, 50-56.
- [5] Pavei, J., Heinzen, R. G., Serra, A. J., Reuber, M., Ponnusamy, A., Marques, J. L. (2017). Early seizure detection based on cardiac autonomic regulation dynamics. *Frontiers in physiology*, 8, 269719.
- [6] Behbahani, S. (2018). A review of significant research on epileptic seizure detection and prediction using heart rate variability. *Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi*, 46(5).
- [7] Behbahani S, Dabanloo NJ, Nasrabadi AM, Dourado A. Classification of ictal and seizure-free HRV signals with focus on lateralization of epilepsy. *Technol Health Care* 2016;24:43–56
- [8] Behbahani S, Dabanloo NJ, Nasrabadi AM, Dourado A. Prediction of epileptic seizures based on heart rate variability. *Technol Health Care* 2016;24:795–810.
- [9] Moody, G. B., Mark, R. G., Goldberger, A. L. (2000, September). PhysioNet: A research resource for studies of complex physiologic and biomedical signals. In *Computers in Cardiology 2000*. Vol. 27 (Cat. 00CH37163) (pp. 179-182). IEEE.