

14º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2023

Previsão de epilepsia usando redes convolucionais e sinais de um único canal de eletroencefalograma

Higor S. Kulczar, Miguel Angelo de Abreu de Sousa, Sara Dereste dos Santos, Ricardo Pires

¹ Graduando em Engenharia Eletrônica, Bolsista PIBITI, IFSP, Câmpus São Paulo, higor.kulczar@aluno.ifsp.edu.br.

² Doutor em Ciências, USP, Docente do Departamento de Elétrica, IFSP, Câmpus São Paulo, angelo@ifsp.edu.br

³ Doutora em Ciências, USP, Docente do Departamento de Elétrica, IFSP, Câmpus São Paulo, sarad@ifsp.edu.br

⁴ Doutor em Sistemas Automáticos e Microeletrônicos, Université Montpellier II, Docente do Departamento de Elétrica, IFSP, Câmpus São Paulo, ricardo_pires@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.03.03.04-9 Sistemas de Informação

RESUMO: O trabalho tem o propósito de identificar crises epiléticas iminentes com o intuito de prever e avisar os pacientes para prepará-los e interromper todas as atividades que estejam fazendo, pois, pessoas que tenham essa condição estão sob risco ao realizar certas tarefas ao longo do dia, como: natação, dirigir, entre outros. O método utilizado foi as redes convolucionais com a linguagem de programação (Python) para processar sinais de eletroencefalograma (EEG). O método busca diferenciar entre os períodos antes da crise e próximo da crise de sinais EEG de diversos pacientes disponíveis em repositório público.

PALAVRAS-CHAVE: Rede Neural Convolucional; EEG; Inteligência Artificial; TensorFlow.

Epilepsy prediction using convolutional neural networks and single-channel EEG signals

ABSTRACT: The project aims to identify imminent epileptic seizures in order to predict and warn patients to prepare them and stop all activities they are doing, as people who have this condition are at risk when performing certain tasks throughout the day, such as: swimming, driving, among others. The method used was convolutional networks with the programming language (Python) to process electroencephalogram (EEG) signals. The method seeks to differentiate between the periods before the crisis and around the crisis of EEG signals from different patients available in a public repository.

KEYWORDS: Convolutional neural network; EEG; Artificial Intelligence; TensorFlow.

INTRODUÇÃO

A epilepsia é o distúrbio neurológico comum e estima-se que em cada cem pessoas, uma ou duas tem epilepsia. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EPILEPSIA, 2017). Esse transtorno é proveniente da emissão incorreta de sinais cerebrais e afeta o funcionamento normal do cérebro. A causa pode ser congênita (durante o parto) ou adquirida, como, por exemplo, fratura na cabeça, meningite, uso de drogas ilícitas ou abuso do álcool. A epilepsia é uma doença que se manifesta de várias formas.

As crises são classificadas como surtos que afetam apenas uma região do cérebro e surtos que afetam ambos os lados (generalizados). Como os surtos da epilepsia refratária (permanente) são incontroláveis e involuntários, os portadores dessa variação da doença são incapacitados de certas tarefas, como dirigir e praticar esportes.

Redes neurais convolucionais (CNN, do inglês, Convolutional Neural Networks) é uma das classes de redes neurais usadas para analisar e reconhecer padrões. Esse método é usado para reconhecimentos de categorias muito distintas, como espécies de flores, animais, modelos de carro, reconhecimentos faciais e o espectro de um sinal de eletroencefalograma (exame que analisa impulsos nervosos através de eletrodos posicionados na cabeça do paciente).

O método de prognosticar um surto momentos antes de ocorrer, possibilitando aos pacientes com epilepsia uma vida mais confortável. Isso permitiria que eles interrompessem atividades que demandam maior atenção e controle, pois receberiam um alerta oportuno sobre a possibilidade iminente de um surto. A forma de prever a iminência de um surto com precedência é analisando mudanças no eletroencefalograma (EEG). Antes de um surto epilético, o paciente passa de um estado normal, conhecido como interictal para um estado que anterior ao surto, conhecido como pré-ictal (SCARAMELLI, 2009).

MATERIAL E MÉTODOS

O princípio de desenvolvimento do projeto consiste em um processo de extração de dados e análise, conforme a figura 1:

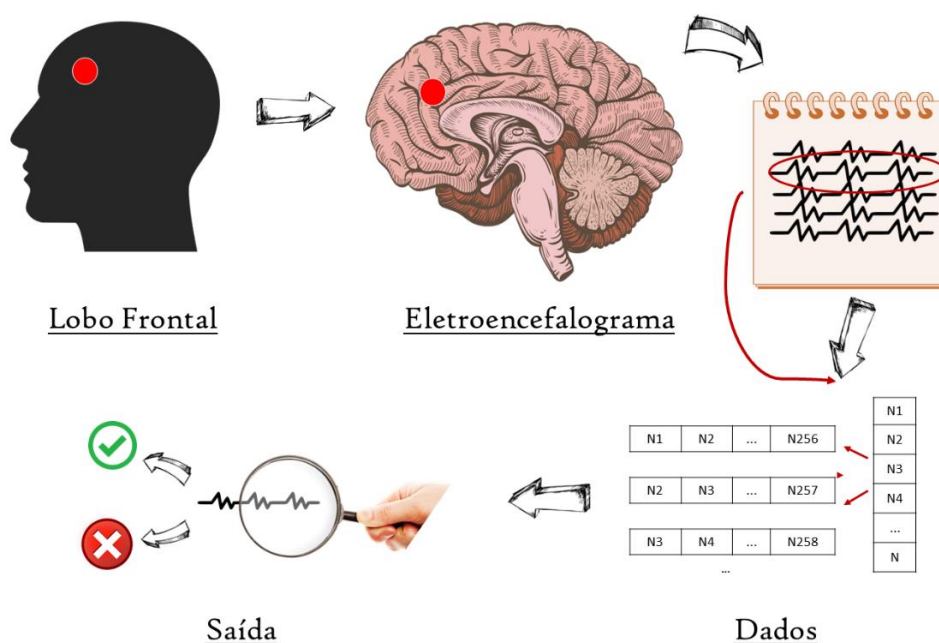


FIGURA 1. Representação visual do método utilizado.

Eletroencefalograma: O teste que avalia a atividade elétrica do cérebro pelos impulsos gerados pelos neurônios é possível avaliar a normalidade (ou não) do ritmo e da intensidade da atividade cerebral.

Canal do lobo frontal: O EEG utilizado é retirado do Lobo Frontal localizado diretamente atrás da testa. É responsável pelos movimentos voluntários do corpo, a linguagem e o gerenciamento das habilidades cognitivas.

Dados: Foram montados vetores com 256 amostras em sequência cronológica, que corresponde a 1 segundo de EEG. Os vetores foram coletados durante 15 minutos de pré-ictal e 15 minutos de interictal.

Rede Neural: O Algoritmo tem como função classificar se uma crise está eminente ou não. Com isso a saída deve retornar se o EEG inserido a sua entrada é interictal (estado normal) ou pré-ictal (antecede o surto).

A linguagem de programação utilizada para obtenção de resultados foi o python e o método é o de Rede Neural Convolutacional (CNN), que é um tipo de rede que foi muito utilizada para trabalhar com imagens, porém recentemente teve ampliada sua diversificação de tarefas, tais como, o processamento de sinais de EEG. Vale ressaltar o uso do banco de dados do Physionet, no qual retiramos os eletroencefalogramas utilizados no projeto para analisar os surtos monitorando apenas um dos canais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com o primeiro paciente, denominado na base de dados do Physionet como CHB01, estão descritas a seguir. Ao treinar a rede neural com uma crise que esse paciente teve e fornecendo outras que não foram vistas durante o treinamento para testar a acurácia da rede, obtivemos resultados satisfatórios, como podemos ver nas figuras 2 e 3.

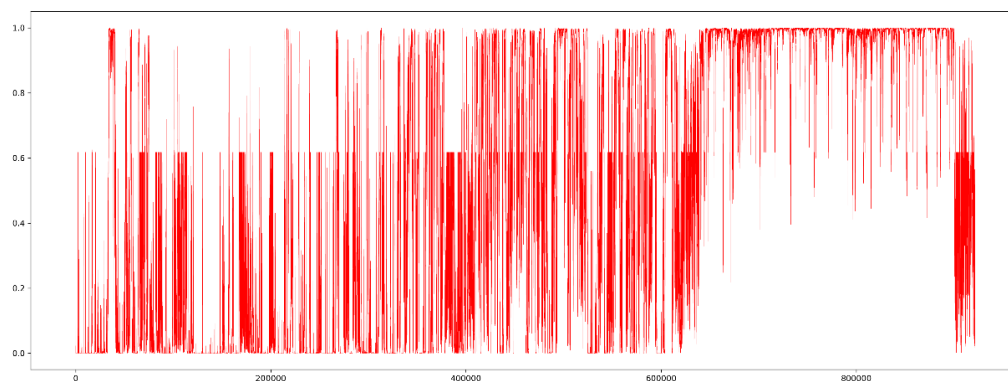


FIGURA 2 – Saída da rede para o paciente CHB01

A figura 2 é referente aos 60 minutos que antecedem uma crise e assim no eixo x à esquerda representa uma hora antes da crise e à direita o início dela, como podemos analisar, conforme o tempo vai passando a rede classifica muitos sinais como próximos a uma crise (níveis próximos a '1'). Para melhorar a visualização dos gráficos optamos por criar uma média móvel de 5 minutos a cada amostra, ou seja, uma média das últimas amostras a cada 5 minutos, a qual podemos visualizar na figura 3.



FIGURA 3 - Média móvel dos resultados do paciente CHB01

Percebemos que ao passar do tempo (eixo X) a média móvel vem aumentando. Ou seja, a rede identificou um padrão de previsão de um surto epilético, o qual ocorre logo após instantes mais à direita do eixo X. Um ponto importante a ser ressaltado é que, não foi possível realizar os testes com todos os pacientes do Physionet pois alguns deles tinham número de crises insuficientes para treinar e testar a rede. O segundo paciente (CHB02) diferente do primeiro, além de testarmos como a rede neural identifica o momento próximo ao surto, também testamos como ela se comporta analisando momentos bem distantes da crise (interictal). Este comportamento está na Figura 4.

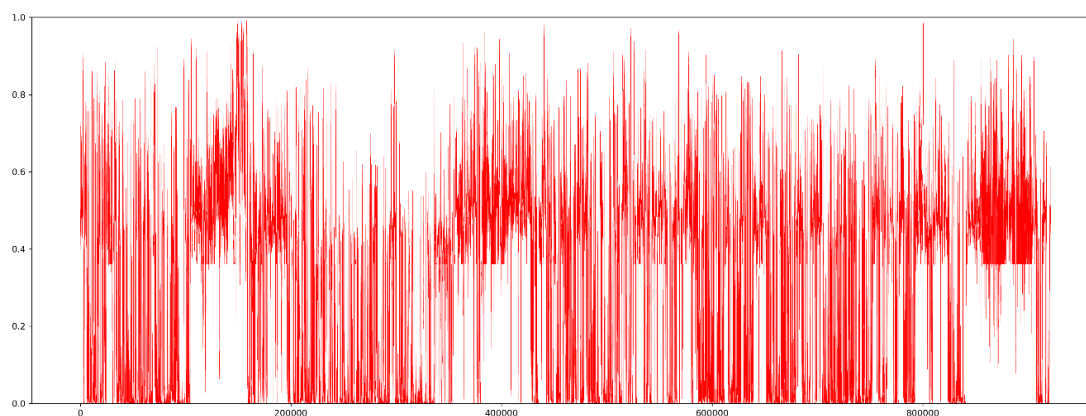


FIGURA 4 - Saída da rede para o paciente CHB02 pré-ictal

No resultado do segundo paciente ocorreram alguns falsos positivos, mas ao analisar a média móvel foi possível perceber também um aumento ao se aproximar da crise, como podemos ver na figura 5.

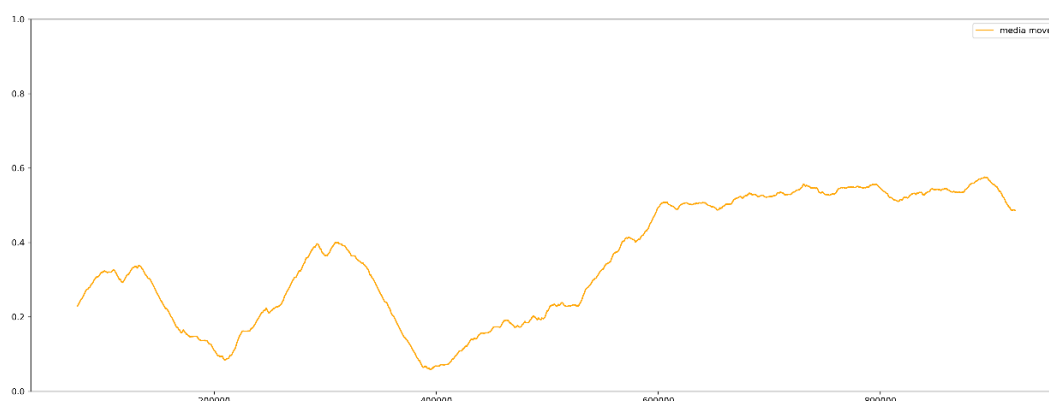


FIGURA 5 - Média móvel do paciente CHB02

Na figura 6 é possível visualizar o resultado citado anteriormente no qual se colocou como entrada da rede um período bem distante do surto para analisar como a rede analisaria.

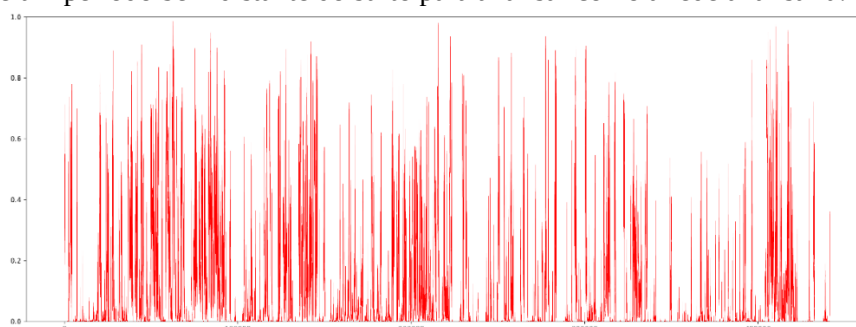


FIGURA 6 - Saída da rede para o paciente CHB02 interictal

A análise do período interictal é importante para demonstrar como a rede se comporta quando não há crises eminentes. E como pode ser visualizado na figura 7 a média móvel da análise do período interictal.

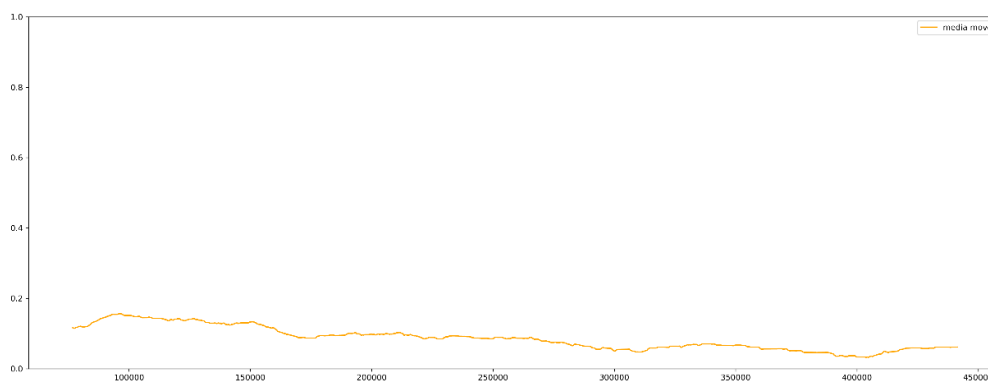


FIGURA 7 - Média móvel do paciente CHB02 interictal

CONCLUSÕES

O projeto tem o intuito de conseguir diferenciar entre os momentos de préictal e interictal utilizando apenas um canal EEG para a previsão de surtos, sendo o canal F7-T7. Conforme vimos na análise de resultados na maioria dos pacientes a média móvel dos resultados nos mostrou que a rede neural aumenta sua exatidão conforme o momento do surto se aproxima, gerando uma inclinação maior no gráfico.

Outro fato importante a ser citado é que a epilepsia é uma condição que pode se manifestar em várias regiões do cérebro e que cada pessoa possui uma singularidade diferente, no qual dificulta ao procurar um padrão único para todos. Por isso treinamos e testamos a rede neural com as crises dos respectivos pacientes.

Há muito a se explorar depois desses resultados, por exemplo existem outras formas de extração de dados que o projeto permite geral em que este trabalho está sendo desenvolvido pode empregar, mas até o momento o método CNN se demonstrou ser um dos mais promissores.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar sua gratidão ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão da bolsa de Iniciação Científica e pelo valioso apoio ao projeto.

REFERÊNCIAS

DAOUD, Hisham; BAYOUMI, Magdy A. Efficient epileptic seizure prediction based on deep learning. *IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems*, [s. l.], v. 13, n. 5, p. 804-813, 2019. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

Dúvidas sobre epilepsia. Liga Brasileira de Epilepsia - LBE, 2017. Disponível em: <<https://epilepsia.org.br/>>. Acesso em: 19 de fev. de 2022.

Epilepsia. Biblioteca Virtual em Saúde - MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006. Disponível em: <<https://bvsmis.saude.gov.br/epilepsia-6>>. Acesso em: 18 de fev. de 2022.

GOLDBERGER, A. L. et al. PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals. *Circulation*, v. 101, n. 23, p. e215-e220, 2000. Disponível em: <http://circ.ahajournals.org/cgi/content/full/101/23/e215>. Acesso em: 20 dez. 2023.

RAMANTANI, Georgia et al. MEG versus EEG: influence of background activity on interictal spike detection. *Journal of clinical neurophysiology*, [s.l.], v. 23, n. 6, p. 498-508, dez. 2006. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health).

SHOEB, Ali. CHB-MIT Scalp EEG Database. [S. l.]: National Institutes of Health, 2009. Disponível em: <https://archive.physionet.org/pn6/chbmit/>. Acesso em: 20 dez. 2021.

Tudo sobre epilepsia. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EPILEPSIA, 2017. Disponível em: <<https://epilepsiabrasil.org.br/>>. Acesso em: 18 de fev. de 2022.

Treine sua primeira rede neural: classificação básica. TensorFlow, 2019. Disponível em: <<https://www.tensorflow.org/tutorials/keras/classification?hl=pt-br>>. Acesso em: 11 de dez. de 2021.