

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
COORDENADORIA DE ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de São João del-Rei

Inteligência Artificial Aplicada - Projeto Integrador

Discentes:

Arthur Carvalho Pires - 180900054
Christian David do Nascimento - 130900041
Matheus do Vale Araujo - 150900024
Vinícius Pascoalini - 150950074

Redes Neurais Recorrentes Para a Interpretação de Intenção e realização de
Movimento
por Meio de Sinais de Eletroencefalograma (EEG)

São João del Rei, Dezembro de 2020

1. Objetivos

Adquirir conhecimentos e desenvolver habilidades que permitam o trabalho e a resolução de problemas com o uso de Redes Neurais Recorrentes. Com foco principal na interpretação e classificação de sinais de Eletroencefalograma (EEG) que permitam extrair intenções e realizações de movimentos e futuramente utilizá-las para controles em geral.

2. Metodologia

O dataset trabalhado tem origem a partir da gravação de sinais advindos de 64 canais (fig.01) de EEG durante a realização de 14 testes com a participação de 109 voluntários.

Os dois primeiros testes realizados em cada indivíduo consiste na aquisição de um sinal de repouso, onde os voluntários eram orientados a não realizarem nenhuma atividade. Cada um dos testes foi gravado por 1 minuto, o primeiro com olhos abertos e o segundo com olhos fechados.

Os outros 12 testes foram gravados por 2 minutos cada e foram divididos em 3 tentativas para realizar as 4 seguintes tarefas:

- Tarefa 01 - Abrir e fechar a mão direita ou esquerda
- Tarefa 02 - Imaginar abrir e fechar a mão direita ou esquerda
- Tarefa 03 - Abrir e fechar ambas as mãos ou abrir e fechar os dedos de ambos os pés
- Tarefa 04 - Imaginar abrir e fechar ambas as mãos ou abrir e fechar os dedos de ambos os pés

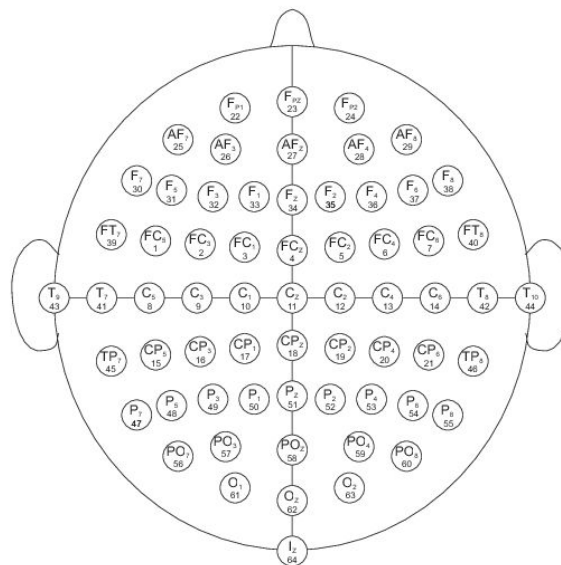


Fig. 01(https://physionet.org/content/eegmmidb/1.0.0/64_channel_sharbrough.pdf)

Para realizar a leitura dos dados advindos dos testes citados anteriormente, foi utilizada a biblioteca mne do PyPi, que permite explorar, visualizar e analisar dados de origem neurofisiológica (.edf). Um algoritmo foi desenvolvido para a estruturação dos dados, onde os dados do dataset foram definidos como uma matriz de dimensões: quantidade de testes realizados (109 indivíduos com 14 tarefas), quantidade de canais de aquisição de EEG (64) e quantidade de dados por canal ($F=160\text{hz}$).

Devido ao grande tamanho do dataset, não é viável a utilização dos dados de todos os canais adquiridos ($>1.2\text{Gb}$), devido a limitações das memórias dos computadores utilizados para o desenvolvimento deste trabalho e dificultando a inserção desses dados em plataformas online. Então, foi decidido a limitação desses canais para 9: C1, C2, C5, C6, Cp3, Cp4, Fc3, Fc4 e Cz. Esses pontos foram escolhidos devido a sua localização estarem acima da região do córtex motor, responsável pelo envio de sinais motores aos músculos.

Os sinais então foram condicionados de forma a normalizá-los e um filtro passa banda foi utilizado para a eliminação de algumas flutuações (nível cc) e a atenuação de alguns artefatos. A label de cada conjunto de dados foi definida como a tarefa proposta para o indivíduo onde foi atribuído um valor inteiro distinto para cada caso.

Após a estruturação e preparação dos dados, foi desenvolvido o modelo da rede neural recorrente que será responsável pela análise e interpretação das entradas. O modelo foi desenvolvido com base na biblioteca Keras. O modelo final se resume a duas camadas LSTM's, que confere ao modelo a capacidade de analisar os dados com o contexto no tempo, com 200 neurônios, seguidas por três camadas densas também compostas por 200 neurônios e a camada de saída que define a classe campeã.

3. Resultados

Nos ensaios realizados o sistema desenvolvido não foi capaz de alcançar níveis de acertos na categorização dos dados presentes no dataset.

(Testes ainda estão sendo realizados variando os parâmetros do modelo, alterando os pontos de aquisição de dados e alterando métodos de condicionamento e pré-processamento do sinal em busca de resultados mais relevantes ao trabalho. Caso encontremos melhoras nos resultados, estes serão apresentados no vídeo do respectivo trabalho.)

4. Conclusão

O desenvolvimento do trabalho permitiu melhor compreensão a respeito dos passos necessários para a realização de um trabalho complexo utilizando conceitos avançados das redes neurais artificiais.

Os resultados encontrados demonstraram que a rede desenvolvida não foi capaz de categorizar os dados da maneira que foram utilizados na rede. O aspecto que se mostrou mais relevante para o desenvolvimento dessas redes foi o *dataset*, pois a capacidade do condicionamento dos dados, visando a solução do problema requerido, é de suma importância para eficácia e eficiência do sistema.

No trabalho desenvolvido, a estrutura do *dataset* escolhido exige uma grande capacidade computacional para a realização da rede em todos os dados, sendo que o sistema apresenta, para cada ensaio, um conjunto de 64 sinais. O tamanho do *dataset* inviabilizou sua implementação em sites de treinamento de redes e ambientes virtuais de computação. Uma das estratégias utilizadas para contornar essa grande quantidade de dados foi limitar os pontos de aquisição dos eletrodos para um número que viabilizasse sua implementação.

Outra observação importante do *dataset* é a respeito dos sinais aquisitados. Sendo o teste realizado com diversos voluntários em dias e condições diferentes, os sinais apresentam variações em sua linha de base e a presença de artefatos de forma não homogênea em todos os conjuntos analisados. Para a solução desse problema seria necessário um condicionamento prévio dos sinais, com a realização de filtros específicos para a atenuação de sinais da rede elétrica (como exemplo, o filtro notch), além da remoção de artefatos biológicos (movimentos não correlacionados com o experimento).

Apesar de condicionar o sinal com a sua normalização e aplicar um filtro passa banda, não foi suficiente para a boa funcionalidade da rede, sendo necessário o estudo e implementação de mais técnicas para a melhor diferenciação dos sinais do *dataset*, como por exemplo, a análise pelo espectro de frequência de demais métodos matemáticos para o pré-processamento dos sinais.

5. Referências

<https://github.com/ViniciusPascoalini/IA-Aplicada>

<https://github.com/arthurcpires/IA>

<https://physionet.org/content/eegmmidb/1.0.0/>

<https://towardsdatascience.com/recurrent-neural-networks-by-example-in-python-ffd204f99470>

https://keras.io/api/layers/recurrent_layers/

<https://pypi.org/project/mne/>