

Sincronização dos sinais de EEG e EMG para melhor compreensão dos processos cerebrais de CONTROLE DO MOVIMENTO

Jade Dias, Msc. student

Instituto Internacional de Neurociências Edmond e Lily Safra (IIN-ELS).

Esse trabalho tem por objetivo a implementação do algoritmo de sincronização dos sinais de EEG com os sinais de EMG provenientes de voluntários submetidos a um labirinto virtual, e implementação do corte dos dados por colisão para análises posteriores. O projeto visa a compreensão clara dos fenômenos cerebrais envolvidos quando o voluntário colide nas barreiras do labirinto. Para isso, é necessário que ocorra a sincronização dos sinais cerebrais com os sinais da musculatura executora do movimento e a separação dos dados em trials de colisão. O trabalho consiste na aquisição dos dados de registro de um voluntário, pré-processamento dos dados, sincronização, apresentação preliminar dos resultados e arquivo de saída com os trials de cada colisão. Os resultados obtidos foram satisfatórios, $r = 0.952$, indicando boa sincronização dos sinais e os dados resultantes do corte desses sinais para cada colisão foram realizados.

Index Terms—Sincronização, EEG, EMG, labirinto, colisão.

I. INTRODUÇÃO

SINCRONIZAÇÃO de atividade dentro e entre redes neurais no cérebro são atualmente o foco de intensos esforços de pesquisa (STAM, 2003). Esse interesse se deve à ideia de que a sincronização dos sinais biomédicos pode ser uma ferramenta importante para integrar atividades de regiões corticais e subcorticais especializadas em um todo funcional capaz de explicar muitos processos (SINGER, 2001). A força de acoplamento entre os sinais de eletroencefalograma (EEG) e eletromiografia (EMG) durante o controle de movimento reflete a interação entre o córtex motor cerebral e os músculos. Portanto, a caracterização do acoplamento neuromuscular é instrutiva na avaliação da função motora (GAO, 2018).

A. Motivação

Para entendimento de processos cerebrais, faz-se necessário o estudo da atividade elétrica em regiões delimitadas ao submeter o voluntário a uma dada situação. No passado, foram coletados dados de EEG de um voluntário enquanto esse passava por um experimento de labirinto virtual. Nesse experimento, o voluntário usa uma caneta para guiar uma bolinha virtual pelo labirinto e é orientado a evitar colisões da bolinha nas paredes até chegar ao fim do labirinto. O objetivo do trabalho atual é de entender o que acontece a nível cerebral e muscular quando o voluntário colide nas paredes. A hipótese é de que acontecem alterações de atividade no córtex pré-frontal responsável pelo planejamento do movimento e no cerebelo responsável pelo controle fino do movimento. Para chegar ao nível de compreensão desejado, é necessário realizar a análise de sinais de EEG e EMG, mas antes que sejam feitas as análises, os dados precisam ser tratados, com um intuito de retirar ruídos e manter apenas a janela temporal de interesse. Além disso, é necessário que os sinais de EEG e EMG estejam sincronizados para permitir a interpretação mútua do que

acontece em termos de colisão, contração muscular e atividade cerebral.

B. Objetivos

1) Objetivo Geral

Sincronizar sinais de EEG e EMG Separar os dados em momentos de colisão

2) Objetivos Específicos

Ler arquivos de coleta de dados de EEG e EMG; Realizar pré-tratamento no sinal que viabilize a análise subsequente, como: remover dados faltantes (NaN); remover colisões sucessivas; adicionar pontos. Delimitar o momento em que ocorre as colisões, e a sua duração. Sincronizar sinais de EEG com EMG Cortar os trials de colisão Gravar resultados dos trials em um arquivo para cada coleta.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

A. EMG

O EMG é um sinal biomédico que mede as correntes elétricas geradas em músculos durante sua contração, representando atividades neuromusculares (REAZ, 2006). O sistema nervoso sempre controla a atividade muscular através de ações como contração e relaxamento, logo o sinal EMG torna-se um sinal complicado, pois depende de propriedades anatômicas e fisiológicas, e adquire ruído durante o seu percurso por diversos tecidos (REAZ, 2006).

B. EEG

O sinal EEG (eletroencefalograma) indica a atividade elétrica do cérebro. Eles são de natureza altamente aleatória e podem conter informações úteis sobre o estado do cérebro (SUBHA, 2010). Sinais de EEG são basicamente não lineares e não estacionários, portanto, através de técnicas de processamento de sinais, é possível extrair recursos importantes que caracterizam determinadas patologias ou estados emocionais.

C. Processamento de sinais biomédicos

1) Decimação

Por vezes, no processamento digital de sinais, temos de lidar com a reamostragem. A decimação é um componente importante no processamento ao trabalhar com a sobreamostragem (CANDY, 1986). Historicamente, a decimação é um termo que significa a remoção de um décimo (HARIS, 2004), entretanto, no processamento de sinal, a dizimação por um fator de 10 significa manter apenas cada décima amostra. Este fator pode multiplicar o intervalo de amostragem ou, de forma equivalente, dividir a taxa de amostragem (CROCHIERE, 1983).

III. METODOLOGIA

A base de dados para essa implementação foi obtida a partir dos registros de EEG e EMG de uma única voluntária no IIN-ELS, submetida ao experimento do labirinto virtual (fig.1). A implementação do algoritmo se deu no google colaboratory notebook na linguagem de programação Python. Para análise dos dados, foram importadas as bibliotecas numpy e pandas e para a apresentação dos resultados matplotlib. O algoritmo consiste na integração dos dois sinais partindo de um início síncrono. Para isso, utilizamos funções de decimação para redução da amostragem e adição de pontos. A sincronização acontece ao calcular a melhor correlação entre as frequências dos sinais (fig.2).

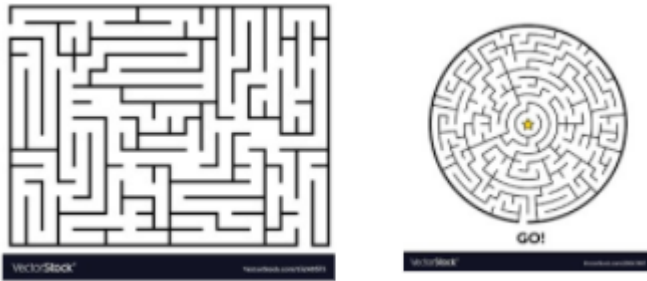


Figura 1: Labirinto virtual. Fonte: PEREIRA, 2018

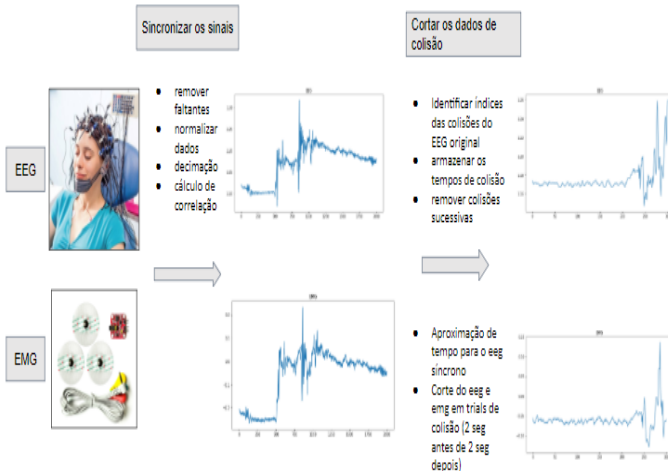


Figura 2: Fluxograma do algoritmo de sincronização. Fonte: autor, 2020

IV. RESULTADOS

Como resultado, obteve-se a sincronização do sinal de EEG com o sinal de EMG, $r = 0.952$. E um arquivo de saída csv com ambos sinais sincronizados, e apenas com os dados de EEG e EMG no momento da colisão, dois segundos antes e dois segundos após cada colisão. Todos os demais dados foram eliminados (fig. 3).

	A	B	C	D
1		tempo	EEG	EMG
2	0	5.440903556	1.126112521	-0.205447
3	1	5.452488163	1.125734053	-0.209476
4	2	5.448626627	1.126400245	-0.209476
5	3	5.456349698	1.125067861	-0.209476
6	4	5.464072769	1.124064766	-0.209476
7	5	5.47179584	1.123966098	-0.217533
8	6	5.479518911	1.122427441	-0.217533
9	7	5.491103518	1.12100604	-0.217533
10	8	5.487241982	1.121074842	-0.213504
11	9	5.494965053	1.120937237	-0.217533
12	10	5.502688125	1.120751981	-0.221561
13	11	5.510411196	1.120559371	-0.221561
14	12	5.518134267	1.119578235	-0.217533
15	13	5.529718873	1.118863484	-0.221561
16	14	5.525857338	1.118729514	-0.221561
17	15	5.533580409	1.118997454	-0.217533

Figura 3: Arquivo de saída csv. Fonte: autor, 2020

V. CONCLUSÃO

O objetivo de pré-tratamento do sinal foi realizado, e para trabalhos futuros, serão trabalhadas as análises desses sinais a partir do arquivo de saída.

REFERENCES

- [1] ARTONI, Fiorenzo et al. Effective synchronization of EEG and EMG for mobile brain/body imaging in clinical settings. *Frontiers in human neuroscience*, v. 11, p. 652, 2018.
- CANDY, James. Decimation for sigma delta modulation. *IEEE transactions on communications*, v. 34, n. 1, p. 72-76, 1986.
- Crochiere, RE; Rabiner, LR (1983). "2". *Processamento de sinal digital multirrate*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. p. 32.
- GAO, Yunyuan et al. Electroencephalogram–electromyography coupling analysis in stroke based on symbolic transfer entropy. *Frontiers in neurology*, v. 8, p. 716, 2018.
- Harris, Frederic J. (2004-05-24). "2.2". *Processamento de sinais multirrateamento para sistemas de comunicação*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall PTR. pp. 20–21.
- REAZ, Mamun Bin Ibne; HUSSAIN, M. Sazzad; MOHD-YASIN, Faisal. *Techniques of EMG signal analysis: detection, processing, classification and applications*. Biological procedures online, v. 8, n. 1, p. 11-35, 2006.
- Singer W. (2001): Consciousness and the binding problem. *Ann NY Acad Sci* 929: 123– 146.
- STAM, Cornelis J. et al. Nonlinear synchronization in EEG and whole-head MEG recordings of healthy subjects. *Human brain mapping*, v. 19, n. 2, p. 63-78, 2003.
- SUBHA, D. Puthankattil et al. EEG signal analysis: a survey. *Journal of medical systems*, v. 34, n. 2, p. 195-212, 2010.



Jade Dias Graduada em Ciências e Tecnologia com ênfase em Neurociências pela UFRN e técnica em Automação Industrial pelo IMD, UFRN. Atualmente mestranda em Neuroengenharia no IIN-ELS e no curso Bacharelado em Engenharia Biomédica pela UFRN. Sua área de pesquisa é voltada para bioinformática e neurociência computacional. Experiência com eletrofisiologia, proteômica e análise de sinais biomédicos.