

CAPACETES NEURAI E SUAS CARACTERÍSTICAS EM INTERFACES CÉREBRO-COMPUTADOR NÃO-INVASIVAS BASEADAS EM SINAIS DE ELETROENCEFALOGRAFIA

Autor: Rafael Cunha Bejes Learth

Orientador: Prof. Leonardo André Ambrosio

Escola de Engenharia de São Carlos/Universidade de São Paulo

e-mail: rafael.learth@usp.br

Objetivos

Neste projeto, propõe-se o estudo dos blocos gerais que compõem uma interface cérebro-computador (BCI), com subsequente investigação dos materiais e componentes que constituem os capacetes neurais. A finalidade ou objetivo é levantar os diversos tipos de sensores comumente empregados em tais dispositivos, bem como suas vantagens e desvantagens em termos de conveniência e praticidade de uso, custos financeiros e características físicas em termos de casamento de impedância com a pele. Por fim, propõe-se criar um capacete neural de baixo custo comparado àqueles disponíveis comercialmente.

Métodos e Procedimentos

Na primeira etapa, foi realizada uma revisão bibliográfica e contextualização histórica das BCIs. abordou a evolução das BCIs ao longo do tempo. Em seguida, foi realizado o estudo sobre as definições e tipos de BCIs, abordando as diferenças entre as BCIs invasivas, semi-invasivas e não invasivas. Na terceira etapa, foi feito um estudo detalhado dos principais blocos de uma BCI, que incluem o pré-processamento, a filtragem e/ou remoção de artefatos, a

extração de características e as técnicas de classificação e regressão. A proposta de capacete neural foi abordada na quarta etapa, onde foram analisados os tipos e a composição dos eletrodos usados na captura de sinais de EEG em capacetes de BCIs não invasivas.

Resultados

Experimentos práticos realizados utilizando algoritmos de classificação como LDA, KNN, *Random Forest* e Redes Neurais Artificiais com a base pública BNCI2014004 mostraram resultados médios de acurácia em torno de 0,79, com leve superioridade do classificador MLP sobre *Logistic Regression* e *Random Forest*.

Quanto à proposta de capacete neural, foi consolidada a escolha do método não invasivo com EEG por sua alta resolução temporal, portabilidade e baixo custo, com eletrodos secos posicionados segundo o sistema 10-20 nas áreas motoras (C3, Cz e C4). Foi feito um levantamento comparativo de kits e eletrodos disponíveis no mercado nacional e internacional, incluindo análise técnica e econômica. Por fim, fez-se a aquisição de kits de eletrodos secos, impressão 3D dos

primeiros protótipos por meio de layouts públicos da OpenBCI e montagem de três tamanhos de capacete (pequeno, médio e grande) para o laboratório do grupo de Eletromagnetismo Aplicado (AEG) com seus devidos testes de funcionamento.

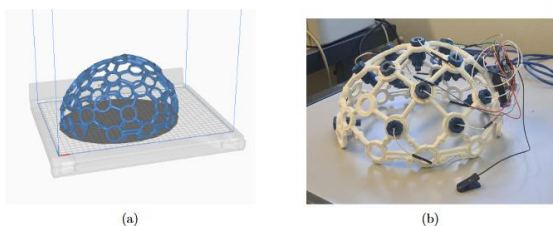


Figura 1: Processo de aquisição dos capacetes
(a) Visão lateral pelo software Ultimaker
(b) Capacete com kit de eletrodos para tamanho médio do laboratório do Grupo de Eletromagnetismo Aplicado (Applied Electromagnetics Group, AEG)

Conclusões

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que o capacete impresso em 3D, em conjunto com o kit de eletrodos da OpenBCI, mostrou-se uma solução viável e adequada para a coleta de sinais EEG no âmbito do Grupo de Eletromagnetismo Aplicado (Applied Electromagnetics Group – AEG). Essa validação não apenas comprova a funcionalidade do protótipo desenvolvido, mas também evidencia o potencial de sistemas de baixo custo, portáteis e de fácil adaptação para pesquisas em Interfaces Cérebro-Computador. A experiência prática adquirida com o processo de impressão, montagem e primeiros testes de coleta contribuiu significativamente para a consolidação da base experimental do projeto, fortalecendo a integração entre teoria e prática e abrindo caminho para futuras aplicações em tecnologias assistivas e ambientes interativos.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer à FAPESP pela valiosa oportunidade de realizar minha iniciação científica por meio do processo nº 2023/15962-4. Este apoio foi fundamental para meu

desenvolvimento acadêmico, permitindo um contato prático com a área de pesquisas e possibilitando a exploração de novas ideias e a aquisição de conhecimentos práticos.

Referências

- [1] AL., J. R. W. et. Brain–Computer Interfaces for Communication and Control. *Clinical Neurophysiology*, v. 113, n. 6, p. 767–791, 2002.
- [2] RAO, R. P. N. Brain-Computer Interfacing – An Introduction. [S.l.]: Cambridge University Press, 2013.
- [3] SANEI, S.; CHAMBERS, J. A. EEG Signal Processing. [S.l.]: Wiley, 2007.
- [4] LEBEDEV, M. A.; NICOLELIS, M. A. L. Brain–Machine Interfaces: Past, Present and Future. *Trends in Neurosciences*, v. 29, n. 9, p. 536–546, 2006.
- [5] PANIGRAHI, N.; MOHANTY, S. P. Brain–Computer Interface: EEG Signal Processing. Boca Raton: CRC Press, 2022. ISBN 9781032148410.
- [6] QAMMAR, S.; KHAN, A. K. BCI Systems and Comparison of Various Signal Acquisition Techniques. *Journal of Data Science and Modern Techniques*, 26v. 6, p. 1–9, 2022. Disponível em: <https://www.jsciencemodtech.com/article/bci-systems-and-comparison-of-various-signal-acquisition-techniques>.
- [7] VIDAL, J. J. Toward direct brain-computer communication. *Annual Review of Biophysics and Bioengineering*, v. 2, p. 157–180, 1973.
- [8] ZHANG, W.; TAN, C.; SUN, F.; WU, H.; ZHANG, B. A review of EEG-based brain-computer interface systems design. *Brain Science Advances*, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 4, n. 2, p. 156–167, 2018.