

Universidade de Pernambuco
Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Computação -
PPGEC

Proposta de Tese de Doutorado

Área: Computação Inteligente / Reconhecimento de Padrões

Título: Arquiteturas de redes profundas para interfaces cérebro-máquina para detecção e classificação de imagética motora em sinais eletroencefalográficos

Orientador: Wellington Pinheiro dos Santos (wps@ecomp.poli.br)

Descrição

As interfaces cérebro-máquina (*Brain-Computer Interfaces*, BCI) não invasivas são utilizadas tanto para avaliar a atividade cerebral, quanto para proporcionar o controle de dispositivos por meio dessa mesma atividade. Por meio de sistemas de aquisição de sinais eletroencefalográficos (EEG), é possível adquirir esses sinais por meio de eletrodos distribuídos sobre o escalpo, medindo a atividade das variadas áreas do córtex cerebral. Cada sinal de eletrodo, por sua vez, está assim associado a uma determinada área do córtex, especializada em alguma atividade. Dessa forma, pode-se controlar dispositivos e *softwares*, como jogos digitais, por exemplo. As BCI possuem potencial para contribuir para a geração de importantes tecnologias assistivas, que podem ajudar pessoas com déficit motor a controlar cadeiras de rodas, a controlar neuropróteses inteligentes, escrever mensagens, controlar robôs e jogar *video games*.

A imagética motora consiste na aquisição de sinais de atividade cerebral associados a movimentos imaginados, estimulados por meio de experimentos onde os movimentos são gradualmente substituídos pela sua imaginação por parte do sujeito. Dessa maneira, o uso de máquinas de aprendizado torna-se fundamental para que esses movimentos imaginados possam ser detectados e classificados de forma diferente dos movimentos reais.

Essas máquinas de aprendizado necessitam, portanto, de ser capazes de aprender rapidamente, uma vez que o fenômeno da neuroplasticidade ocasiona grande variação nos sinais de EEG. Isso faz com que a tarefa de adaptar tecnologias assistivas aos usuários seja customizada para cada sujeito. Também é necessário que essas máquinas de aprendizado possam ter boa capacidade para selecionar as características, reduzindo a dimensionalidade do problema. Além disso, para garantir maior autonomia da solução, é preciso garantir a minimização da complexidade de tempo e de espaço ao mesmo tempo em que se maximiza o desempenho de classificação.

As redes neurais artificiais profundas têm-se mostrado eficazes na resolução de problemas complexos de classificação, o que poderia auxiliar bastante na tarefa de detecção e reconhecimento de movimentos imaginados e reais em sinais de EEG, minimizando a necessidade de pré-processamento complexo. Contudo, essas redes tendem a exigir muita complexidade computacional no treinamento, além de consumir muita memória em aplicações de tempo real, o que faz com que a autonomia de sistemas inteligentes baseados em redes profundas seja limitada.

Neste projeto, o candidato tem como objetivo propor uma arquitetura de rede neural profunda com complexidade de tempo e de espaço minimizadas e desempenho maximizado de detecção e classificação de movimentos reais e imaginados a partir de sinais de EEG adquiridos de voluntários reais usando um sistema de aquisição de 22 eletrodos. Adicionalmente, o candidato deverá propor uma metodologia para seleção de características a partir da customização da seleção dos eletrodos que contenham mais informação de interesse para a detecção dos movimentos reais e imaginários. A arquitetura será validada por meio do controle de um avatar em um jogo *multiplayer* de corrida virtual, voltado para pessoas com deficiência motora.

Referências Bibliográficas

- Novak, Domen; Sigrist, Roland; Gerig, Nicolas J.; Wyss, Dario; Bauer, René; Götz, Ulrich; Riener, Robert. Benchmarking brain-computer interfaces outside the laboratory: The Cyathlon 2016. **Frontiers in neuroscience**, v. 11, p. 756, 2018.
- Carlson, T.; Millán, J. D. R. Brain-controlled wheelchairs: a robotic architecture. *IEEE Robot. Autom. Mag.* 20, 65–73, 2013.
- Ortner, R.; Allison, B. Z.; Korisek, G.; Gaggl, H.; Pfurtscheller, G. An SSVEP BCI to control a hand orthosis for persons with tetraplegia. *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.* 19, 1–5, 2011.
- Do, A. H.; Wang, P. T.; King, C. E.; Chun, S. N.; Nenadic, Z. Brain-computer interface controlled robotic gait orthosis. *J. Neuroeng. Rehabil.* 10:111, 2013.

Código: PPGEC-DOCTORADO_2019_1_WPS1

Statthaler, Karina; Schwarz, Andreas; Steyrl, David; Kobler, Reinmar; Höller, Maria Katharina; Brandstetter, Julia; Hehenberger, Lea; Bigga, Marvin; Müller-Putz, Gernot. Cybathlon experiences of the Graz BCI racing team Mirage91 in the brain-computer interface discipline. **Journal of neuroengineering and rehabilitation**, v. 14, n. 1, p. 129, 2017.