IDENTIFICAÇÃO DE MOVIMENTOS PROVENIENTES DE SINAIS DE ELETROMIOGRAFIA POR MEIO DE SÉRIES TEMPORAIS UTILIZANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Augusto Henrique Carreiro Zardo (PIBIC/PROVIC), Jonathan de Matos, Rosane Falate (Orientadora), e-mail: rfalate@uepg.br

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Informática.

Engenharia Elétrica; Medidas Elétricas, Magnéticas e Eletrônicas; Instrumentação.

Palavras-Chave: *sEMG, CNN-2D, redes neurais, NinaPro DB2.*

Resumo

A identificação de movimentos humanos a partir de sinais elétricos de superfície é um desafio para aplicações com interface humano-computador. Diante disso, foi desenvolvido um sistema de inteligência artificial para reconhecimento desses sinais e movimentos utilizando a base de dados NinaPro DB2. Os sinais foram pré-processados, normalizados e segmentados em janelas de 400 amostras com incremento de 60 amostras. O modelo adotado foi de uma rede neural convolucional bidimensional, treinada com validação cruzada estratificada em 5 folds, permitindo generalização entre arquivos de diferentes exercícios. Obteve-se uma acurácia de até 96,05%, considerando o conjunto de experimentos analisados.

Introdução

Reconhecer movimentos humanos a partir de sinais elétricos de superfície (sEMG) continua sendo um desafio para aplicações em interfaces cérebro-computador e próteses inteligentes (Atzori *et al.*, 2014). Este projeto propõe o uso de uma rede neural convolucional 2D (CNN-2D) aplicada sobre janelas segmentadas de sinais sEMG, com o objetivo de classificar de forma automática os diferentes movimentos das mãos e dedos.

Materiais e Métodos

O conjunto de dados utilizado neste trabalho consiste em sinais de eletromiografia de superfície da base NinaPro DB2 (NINAPRO, 2025), coletados de diversos indivíduos durante a realização de movimentos básicos dos dedos, movimentos de preensão e funcionais (Atzori *et al.*, 2014). Para a classificação dos movimentos, foi utilizada uma CNN-2D composta por 3 camadas convolucionais, seguidas de *pooling* máximo, função de ativação ReLU e *pooling* adaptativo, finalizando com camadas densas e *dropout* para regularização. O treinamento foi realizado utilizando validação cruzada em 5 *folds* com 30 *epochs* cada, otimização Adam, função de perda *cross-entropy* e *early stopping* após 7 épocas sem melhora. O desempenho do modelo foi avaliado por meio da acurácia global e da matriz de confusão, permitindo analisar o desempenho da rede em cada classe de movimento. Os algoritmos foram executados em um ambiente virtual Python criado no Anaconda.

Resultados e Discussão

A CNN-2D desenvolvida conseguiu reconhecer os padrões de sEMG, apresentando acurácia variável entre os diferentes sujeitos e experimentos. Em média, foram atingidas respecticamente acurárias de 87,77%, 76,85% e 96,05%, para os dados dos experimentos 1, 2, e 3 de Atzori et al. (2014). A partir das matrizes de confusão, percebeu-se que algumas classes de movimento foram mais facilmente discriminadas que outras, permitindo identificar possíveis confusões entre gestos semelhantes. A segmentação em janelas temporais e a normalização z-score dos sinais contribuíram para a estabilidade do treinamento e para a redução de ruídos.

Conclusão

A utilização da CNN-2D para análise de sinais sEMG mostrou-se eficaz na identificação de movimentos complexos das mãos, apresentando potencial para aplicações com interface humano-computador, e para o desenvolvimento de soluções mais precisas e confiáveis no reconhecimento de gestos e movimentos complexos.

Agradecimentos

O autor agradece a oportunidade de pesquisa junto à orientadora.

Atzori et al., Electromyography data for non-invasive naturally-controlled robotic hand prostheses. **Scientific Data**, 2014. Disponível em: https://www.nature.com/articles/sdata20145. Acesso em: 12 set. 2025.

NINAPRO. DB2: Instructions. Disponível em: https://ninapro.hevs.ch/instructions/DB2.html. Acesso em: 10 set. 2025.