

## 1 Mise en contexte

Afin d'aider un grand nombre de personnes amputées, des membres artificiels tels que les prothèses ont été spécialement développés. Depuis des siècles et jusqu'à aujourd'hui, la recherche a fait en sorte que les prothèses puissent accomplir des tâches aussi parfaitement que les membres naturels. Elles sont devenues plus légères, plus résistantes, plus esthétiques et plus proches des organes humains, restaurant ainsi une fonctionnalité du corps humain perdue en raison de différents problèmes physiques. Une solution pour rendre ces prothèses intuitives et intelligentes est la reconnaissance des mouvements basée sur les données contenues dans le signal électrique (appelé signal EMG), allant du cerveau à la limite du muscle qui précède le membre amputé.

## 2 Problématique

- Variabilité des schémas d'activation musculaire
- Différences d'impédance de la peau
- Choix de l'extraction des caractéristiques et de la longueur de la fenêtre dans l'étape de prétraitement des données
- Choix des algorithmes d'apprentissage machine appropriés pour la classification

## 3 Objectifs

- Concevoir et développer un système de classification des gestes de la main basé sur l'EMG à l'aide d'algorithmes d'apprentissage machine.
- Tester le système sur un ensemble de données de gestes de la main collectées auprès de sujets divers, afin d'évaluer ses performances.
- Comparer les performances des différents algorithmes d'apprentissage machine (KNN, SVM, MLPNN) pour la classification des gestes de la main basée sur l'EMG.
- Faire une simulation en temps réel pour s'assurer de l'efficacité de notre projet d'aide aux personnes amputées

## 6 Références

- [1] N. J. Jarque-Bou, J. L. Sancho-Bru, and M. Vergara, "A systematic review of EMG applications for the characterization of forearm and hand muscle activity during activities of daily living: Results, challenges, and open issues," *Sensors*, vol. 21, no. 9, 2021, doi: 10.3390/s21093035.
- [2] G. Jia, H. K. Lam, J. Liao, and R. Wang, "Classification of electromyographic hand gesture signals using machine learning techniques," *Neurocomputing*, vol. 401, pp. 236–248, 2020, doi: 10.1016/j.neucom.2020.03.009.
- [3] H. F. Hassan, S. J. Abou-Loukand I. K. Ibraheem, "Teleoperated robotic arm movement using electromyography signal with wearable Myo armband," *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, vol. 32, no. 6, pp. 378–387, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.jksues.2019.05.001.
- [4] J. Too, A. R. Abdullah, and N. M. Saad, "Classification of Hand movements based on discrete wavelet transform and enhanced feature extraction," *International Journal of Advanced Computer Science h, and Applications*, vol. 10, no. 6, pp. 83–89, 2019, doi: 10.14569/ijacsa.2019.0100612.
- [5] J. Too, A. R. Abdullah, N. M. Saad, and W. Tee, "EMG feature selection and classification using a Pbest-guide binary particle swarm optimization," *Computation*, vol. 7, no. 1, 2019, doi: 10.3390/computation7010012.
- [6] O. Boujelben and M. Bahoura, "Efficient FPGA-based architecture of an automatic wheeze detector using a combination of MFCC and SVM algorithms," *Journal of Systems Architecture*, vol. 88, pp. 54–64, 2018, doi: 10.1016/j.sysarc.2018.05.010.
- [7] C. Tepe and M. C. Demir, "Real-Time Classification of EMG Myo Armband Data Using Support Vector Machine," *IRBM*, Aug. 2022, doi: 10.1016/j.irbm.2022.06.001.



Figure 1: Geste de la main

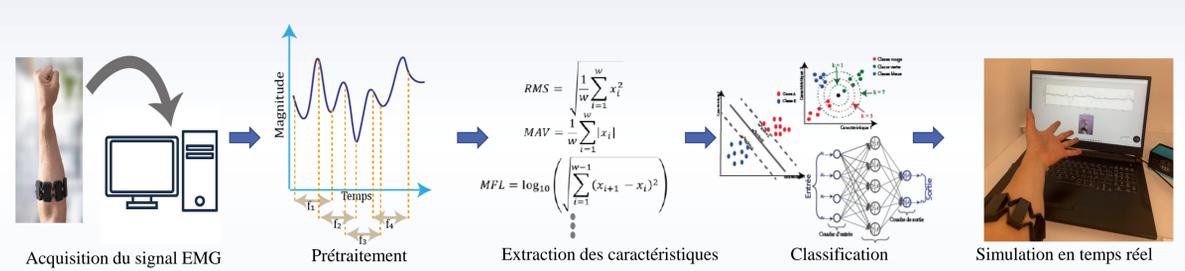


Figure 2: Processus de la reconnaissance des gestes de la main

## 4 Méthodologie

La reconnaissance des gestes de la main est un processus qui passe par de nombreuses étapes : acquisition du signal EMG (données utilisées), prétraitement des données, extraction de caractéristiques, classification et à la fin une application en temps réel, voir Figure 2 :

- 1. Acquisition du signal EMG:** Collecte de données EMG auprès d'un groupe de 10 sujets en utilisant le MyoArmband . Tous les sujets ont effectué les gestes illustré sur la Figure 1.
- 2. Prétraitement:** Une fois les données collectées pour chaque geste, des fenêtres de chevauchement ont été utilisées pour le traitement et la classification des signaux EMG.
- 3. Extraction des caractéristiques:** Plusieurs fonctions d'extraction de caractéristiques ont été utilisées. Après les résultats, nous combinons les 3 fonctions qui donnent la

meilleure exactitude. L'exactitude de chaque fonction est illustré dans la Figure 3.

- 4. Classification:** Sélection et entraînement des algorithmes d'apprentissage machine pour la reconnaissance des gestes de la main à l'aide de l'ensemble de données traitées. Nous avons utilisé 3 algorithmes de classification (KNN, SVM et MLPNN).
- 5. Simulation en temps réel:** Test et validation du système de reconnaissance des gestes de la main en temps réel pour assurer l'efficacité de notre travail.

## 5 Résultats

Le système de classification des gestes de la main basé sur l'EMG a donné une exactitude supérieure à 99% en utilisant les algorithmes d'apprentissage machine KNN, MLPNN, et SVM, voir Tableau 1. Par conséquent, Nous avons réalisé une simulation de reconnaissance des gestes de la main basée sur l'EMG en utilisant Myoarmband et MATLAB. Nous avons utilisé des algorithmes d'apprentissage machine pour classer les signaux EMG en temps réel. Les résultats ont montré que notre système est capable de reconnaître et de classer avec une précision des gestes de la main en temps réel. Nous sommes très satisfaits des résultats obtenus, ce qui démontre l'efficacité de notre approche.

Tableau 1: Résultats de classification des mouvements de la main

| SVM<br>(Exactitude ± STD) | KNN<br>(Exactitude ± STD) | MLPNN<br>(Exactitude ± STD) |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 99.39% ± 0.15%            | 99.30% ± 0.20%            | 99.28% ± 0.10%              |

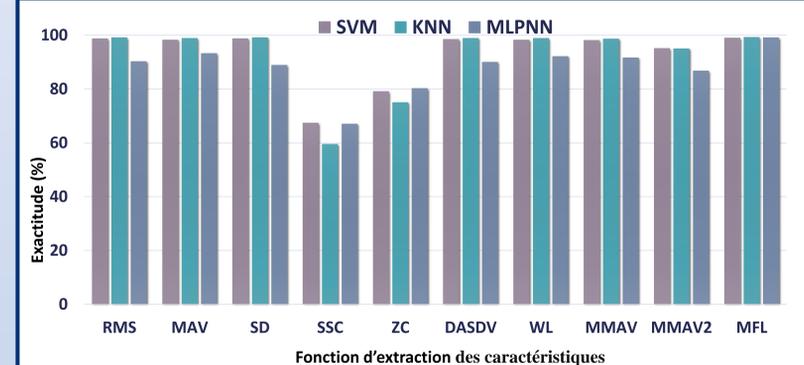


Figure 3: Résultats de classification des mouvements de la main en utilisant diverses fonction d'extraction des caractéristiques

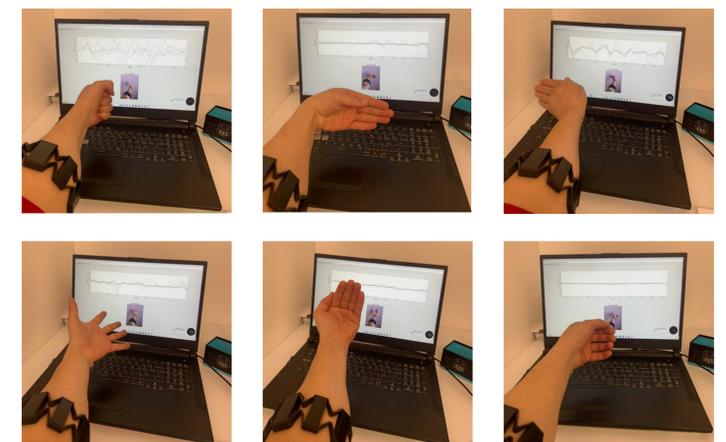


Figure 4: Simulation en temps réel