

Proposition de stage

Simulation de l'effet de la toxine botulique sur la marche par apprentissage statistique

Mot clés : Machine Learning, Apprentissage supervisé, Analyse quantifiée de la marche, Toxine botulique, Rééducation neurologique

Présentation de la société

Le Centre de Réadaptation de Coubert (CRC) est un Établissement de Santé Privé d'Intérêt Collectif (ESPIC) du GROUPE UGECAM.

Le Centre dispose de plusieurs services en soins de suite de réadaptation spécialisés : système nerveux, appareil locomoteur, brûlure, douleur, amputation et gériatrie.

Le CRC possède un important plateau technique incluant, entre autres, un laboratoire d'analyse du mouvement (LAM). Équipé d'un système de capture du mouvement 3D, deux plateformes de force et un système d'électromyographie (EMG), le LAM est une unité mixte à la fois dédiée à la clinique et à la recherche scientifique.

Contexte de la mission

Les maladies neurologiques constituent la première cause de handicap moteur chez l'enfant et chez l'adulte. Parmi ces maladies neurologiques, on trouve par exemple :

- **la paralysie cérébrale (PC)**, première cause de handicap moteur chez l'enfant, touchant 17 millions de personnes dans le monde et 125 000 en France;
- **l'accident vasculaire cérébral (AVC)**;
- **le traumatisme crânien (TC)**;
- **le traumatisme médullaire (TM)**;
- **la sclérose en plaques (SEP)**.

La conséquence habituelle des maladies neurologiques suscitées qui nous préoccupe ici est le trouble de la marche, en partie expliqué par des anomalies de la commande et du tonus musculaire, souvent de type spastique. L'injection intramusculaire de toxine botulinique est un traitement courant de l'hypertonie, en produisant un relâchement musculaire temporaire [5].

Le choix des muscles à traiter et la répartition de la dose de toxine botulinique est une tâche complexe nécessitant de l'étude minutieuse du patient et l'atteinte neurologique. L'Analyse quantifiée de la marche (AQM) consiste à étudier les troubles de la marche et à en déterminer les causes sur la base de mesures instrumentales objectives (cinématique, cinétique et électromyographie dynamique) et d'une interprétation biomécanique du sens de ces mesures [1]. Cet outil d'évaluation dans la progression des patients en rééducation de la marche. La comparaison des données d'AQM avant et après traitement a permis d'identifier l'efficacité de la toxine botulique sur la marche [2] [voir figure 1].

Dans ce contexte, ce projet a pour objectif de construire un simulateur de l'effet du traitement par toxine botulique sur la marche en utilisant des techniques d'apprentissage statistique, afin de prédire le bénéfice fonctionnel du traitement.



(a) Marche d'un patient atteint de TM (tétraplégie). (b) Marche du patient de la figure 1a après injections de toxine botulique.

FIGURE 1 – Exemples de résultats des traitements sur la marche.

Détails des missions

Au sein du laboratoire d'analyse du mouvement, le stage consistera à développer un simulateur de l'effet de la toxine botulinique sur la marche à partir des données d'AQM avant et après traitement. La méthode d'apprentissage choisie devra être capable de combiner les données d'AQM (séries temporelles continues) et du traitement focal de la spasticité (variables nominales et discrètes), en se basant par exemple sur des méthodes de simulation de la chirurgie orthopédique multi-sites sur la marche [4, 3].

Le stage comprendra les étapes ci-dessous :

- Extraction des caractéristiques des données prétraitées d'AQM
- Implémentation du modèle de régression choisi (i.e. réseau de neurones)
- Evaluation de la performance du système

Compétences recherchées

- Niveau M1 (ou équivalent)
- Bonne connaissance des méthodes de Machine Learning ou Deep Learning (i.e. réseaux de neurones)
- Maîtrise d'au moins un des langages de programmation suivants : Python, MATLAB ou Julia

Informations de l'offre

Type de contrat : Convention de stage

Date de début : 1er semestre 2021

Durée : 7 semaines

Contact : Merci d'envoyer CV et lettre de motivation à
Omar Galarraga omar.galarraga@ugecam.assurance-maladie.fr
Vincent Vigneron vincent.vigneron@ibisc.univ-evry.fr

Références

- [1] Richard W. Baker. *Measuring Walking : A Handbook of Clinical Gait Analysis*. MacKeith Press, London, 1 edition, 2013.
- [2] J. Boudarham, S. Hameau, D. Pradon, D. Bensmail, N. Roche, and R. Zory. Changes in electromyographic activity after botulinum toxin injection of the rectus femoris in patients with hemiparesis walking with a stiff-knee gait. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(5) :1036–1043, October 2013.
- [3] O. C. Galarraga, V. Vigneron, N. Khouri, B. Dorizzi, and E. Desailly. Predictive simulation of surgery effect on cerebral palsy gait. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 20(sup1) :S85–S86, October 2017.
- [4] Omar A. Galarraga C., Vincent Vigneron, Bernadette Dorizzi, Néjib Khouri, and Eric Desailly. Predicting postoperative gait in cerebral palsy. *Gait & Posture*, 52 :45–51, 2017. Accepted 6 November 2016.
- [5] Jean-Michel Gracies, Alberto Esquenazi, Allison Brashear, Marta Banach, Serdar Kocer, Robert Jech, Svetlana Khatkova, Ján Benetin, Michele Vecchio, Peter McAllister, Jan Ilkowski, Stanislaw Ochudlo, France Catus, Anne Sophie Grandoulier, Claire Vilain, and Philippe Picaud. Efficacy and safety of abobotulinumtoxinA in spastic lower limb : Randomized trial and extension. *Neurology*, 89(22) :2245–2253, November 2017.