

Etude de la locomotion chez des sujets atteints de sclérose en plaques

école
normale
supérieure
paris-saclay



COGNAC G
Cognition and Action Group



Contacts :

- Laurent Oudre <laurent.oudre@univ-paris13.fr>
- Nicolas Vayatis <nicolas.vayatis@cmla.ens-cachan.fr>

Mots clés :

approches multimodales, apprentissage de dictionnaire, reconnaissance de formes, traitement du signal

Contexte et retombées du stage :

Ce projet s'inscrit dans le contexte de la collaboration entre le laboratoire de mathématiques appliquées CMLA (ENS Paris Saclay, CNRS) et le laboratoire de neurosciences COGNAC G (Université Paris Descartes, CNRS, SSA) constituée de médecins, d'ingénieurs et de mathématiciens et visant l'étude du comportement humain et animal grâce à la constitution et l'analyse de bases de données. Concrètement, il s'agit de mettre au point des outils et des algorithmes innovants permettant au médecin d'acquérir des données grâce à des capteurs légers, de stocker ces données sur des bases de données sécurisées, d'analyser ces données et de fournir une analyse statistique pour l'aide au diagnostic, la comparaison et le suivi des patients.

Ce projet réunit donc des aspects mathématiques (apprentissage statistique, classification, reconnaissance de formes), mais aussi de traitement du signal statistique (débruitage, segmentation, extraction de features) ou d'informatique (création de packages et de codes sources réutilisables).

Les enjeux sociétaux et médicaux sont considérables et offrent de nombreuses opportunités à l'étudiant qui choisira ce projet dans le champ de l'interface des sciences de l'ingénieur, de l'informatique, des nouvelles technologies et de la médecine,... En cas de succès, le protocole pourra faire l'objet non seulement de publications scientifiques mais également d'un projet de valorisation.

Environnement :

Le stagiaire aura la chance d'être pleinement intégré dans une équipe interdisciplinaire réunissant neurologues cliniciens, neurophysiologistes, ergonomes, modélisateurs statisticiens et informaticiens. Le stage s'effectuera sur deux sites (Ecole Normale Supérieure Paris Saclay, CMLA et Université Paris Descartes, COGNAC G, Paris).

Compétences demandées:

- Connaissances en apprentissage et en traitement statistique du signal

- Maîtrise de la programmation en Python et/ou Matlab
- Goût pour l'interaction pluridisciplinaire (médecine, mathématiques, etc...)
- Intérêt pour les sciences expérimentales

Descriptif du sujet de stage :

La locomotion humaine est un phénomène complexe qui peut se décomposer en entités telles que la foulée, le pas, et les différentes phases de pas. L'étude précise des phénomènes en jeu peut se faire grâce à des systèmes de mesure plus ou moins complexes, tels que des dispositifs de suivi optique (Kinect), des tapis de mesure (GaitRite) ou des centrales inertielles.

Dans le cadre de la collaboration avec COGNAC-G, la marche de plusieurs sujets atteint de sclérose en plaques a été enregistrée de façon synchronisée grâce à un tapis de mesure et des accéléromètres triaxiaux, permettant une analyse multimodale des signaux. Le but du stage consiste à utiliser et développer des outils de reconnaissance de formes et d'apprentissage pour le dépouillement de cette cohorte. L'intérêt principal de cette cohorte réside dans le fait que les sujets ont été suivis pendant 18 mois avec un enregistrement tous les 6 mois, permettant ainsi un suivi longitudinal et donc l'étude de l'évolution de la maladie.

L'objectif de ce stage est le suivant :

- Tester et comparer des algorithmes de reconnaissance de formes et d'appariement de séries temporelles (Dynamic Time Warping et variantes) pour la détection de pas pathologiques
- Proposer des méthodes pour la modélisation des déformations des pas chez les sujets pathologiques
- Utiliser des méthodes de sélection de caractéristiques et d'apprentissage de dictionnaire afin de choisir les meilleurs pas à utiliser pour détecter des pas dans de larges cohortes

L'un des livrables du stage pourra consister en un article de recherche, rédigé en collaboration avec les membres de l'équipe.

- (1) L. Oudre, R. Barrois-Müller, T. Moreau, C. Truong, A. Vienne-Jumeau, D. Ricard, N. Vayatis, P.-P. Vidal. Template-Based Step Detection with Inertial Measurement Units. *Sensors*, 18(11):4033, 2018
- (2) McCamley, J., Donati, M., Grimpampi, E., & Mazzà, C. (2012). An enhanced estimate of initial contact and final contact instants of time using lower trunk inertial sensor data. *Gait & posture*, 36(2), 316-318.
- (3) J. Mantilla, L. Oudre, R. Barrois-Müller, A. Vienne, D. Ricard. Template-DTW based on inertial signals: preliminary results for step characterization. In *Proceedings of the International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, pages 2267-2270, Jeju Island, Korea, 2017.
- (4) A. Vienne-Jumeau, L. Oudre, A. Moreau, F. Quijoux, P.-P. Vidal, D. Ricard. Comparing Gait Trials with Greedy Template Matching. *Sensors* 19(14):3089, 2019