

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DTIS-2024-03**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Salon de Provence

Département/Dir./Serv. : DTIS/ICNA

Tél. : 04 90 17 01 38

Responsable(s) du stage : Nicolas Lantos

Email : nicolas.lantos@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Ingénierie cognitive et interaction homme-système

Type de stage : Fin d'études bac+5 Master 2 Bac+2 à bac+4 Autres

Intitulé : Analyse fractale et mouvement Brownien fractionnaire : application à l'étude de signaux cinématiques et EMG

Sujet : Ces dernières années, de nombreux travaux en physiologie, en psychologie, en neurosciences qui étudient et analysent les déterminants sensorimoteurs des mouvements humains, se sont intéressés à ce qui n'était considéré jusqu'ici que comme du bruit, c'est-à-dire une sorte de nuisance sans intérêt. A y regarder de plus près, ils se sont aperçus que ces signaux n'étaient pas de simples bruits blancs, mais qu'ils contenaient en fait de l'information : l'analyse spectrale de ces signaux montre en effet que contrairement au bruit blanc où la puissance est constante entre différentes fréquences, les basses fréquences sont ici plus puissantes que les hautes fréquences et suivent une loi en « $1/f$ » (on parle également de bruit rose). Cette caractéristique se retrouve uniquement chez les patients jeunes et sains et semble donc traduire une forme d'efficacité des mécanismes sensorimoteurs de contrôle de l'action. L'étude et l'analyse de cette caractéristique sont importantes pour la meilleure compréhension des phénomènes en jeu.

D'une manière générale, cette caractéristique spectrale en « $1/f$ » a été observée dans de nombreux systèmes complexes dynamiques (tremblements de terre, économie, écosystèmes) et associé à la criticité auto-organisée (voir par exemple Bak et Chen [1991]), à une stabilité de ces systèmes.

Pour modéliser ce type de phénomènes, Mandelbrot et van Ness [1968] ont introduit une famille de processus stochastiques nommée les mouvements Brownien fractionnaires (fBM) où les incréments successifs sont corrélés (contrairement au mouvement Brownien classique).

Différents types de méthodes numériques (Power Spectral Density, Detrended Fluctuation Analysis, ...) (voir par exemple Delignieres, et al. 2006) existent pour réaliser une analyse fractale des données et permettent de caractériser le processus stochastique en œuvre.

A partir des signaux cinématiques et issus de données d'électromyogrammes (EMG) à notre disposition, nous souhaitons, dans le cadre de ce stage, caractériser le type de bruit présent dans ces signaux et par extension trouver le processus stochastique le plus adapté à leur modélisation. De par la courte durée des signaux concernés, ils nécessitent l'utilisation de méthodes numériques spécifiques.

Après une étude bibliographique de la littérature, en s'attachant à une bonne compréhension des mouvements browniens fractionnaires et plus généralement des processus stochastiques à mémoire longue, il s'agira de sélectionner puis appliquer (ou développer si besoin) les méthodes numériques adéquates à la caractérisation de ces signaux. Une analyse des résultats obtenus au regard de la littérature existante sera nécessaire.

Références :

[1] Fractal analyses for 'short' time series: A re-assessment of classical methods, D. Delignieres, S. Ramdani, L. Lemoine, K. Torre, M. Fortes and G. Ninot in J. of Mathematical Psychology, Vol. 50, Num. 6, 2006

[2] Parameterizing neural power spectra into periodic and aperiodic components, T. Donoghue, M. Haller and Al, in Nature Neuroscience, Vol. 23, 2020

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? **Non**

Méthodes à mettre en oeuvre :

- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche théorique | <input checked="" type="checkbox"/> Travail de synthèse |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée | <input type="checkbox"/> Travail de documentation |
| <input type="checkbox"/> Recherche expérimentale | <input type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : **Non**

Durée du stage : Minimum : 5 Maximum : 6

Période souhaitée : Début de stage en février/mars/avril 2023

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis : Probabilités et processus stochastiques.	Ecoles ou établissements souhaités : Master 2 de mathématiques appliquées ou école d'ingénieur
--	---