

Offre de stage Master 2

Classification supervisée de données spatio-temporelles avec application aux capteurs tactiles

Laboratoire CEDRIC, CNAM

31 octobre 2025

Contexte

Les capteurs visent à reproduire les capacités sensorielles de la peau humaine afin de détecter simultanément la pression, la température, la texture et d'autres propriétés des objets en contact. Ce stage s'inscrit dans le cadre du projet exploratoire *SmartSkin* dédié au développement de capteurs tactiles artificiels. Ce domaine de recherche, en plein essor, présente de nombreuses applications en robotique, en interaction homme-machine et en médecine. Un prototype fonctionnel a été développé en s'appuyant sur une technique appelée *tomographie par impédance électrique*. Celui-ci est en mesure de collecter des données de nature variée, telles que des signaux périodiques ou la pression exercée par un objet et cherche à reconnaître le type de matériau en contact (par exemple : main humaine, métal, fruit, etc.). Un schéma représentant l'architecture globale d'un capteur est présenté dans la figure ci-dessous :

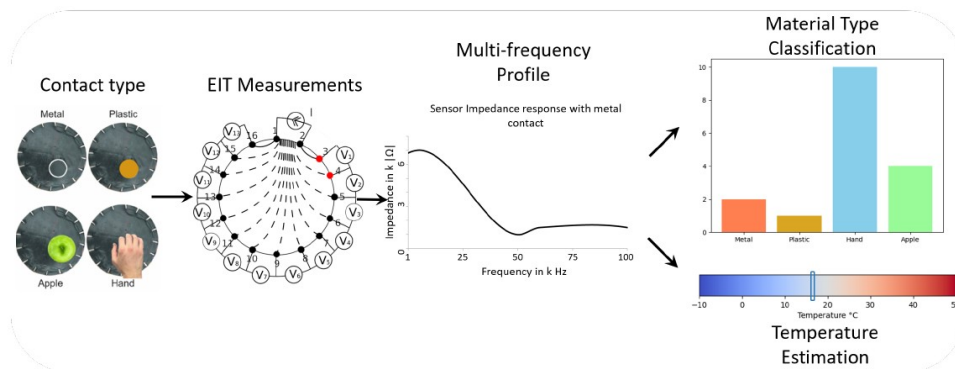


FIGURE 1 – Schéma de l'architecture globale d'un capteur. Source : <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/22/8876>

D'un point de vue statistique, la modélisation des données issues de ces capteurs constitue un problème de *classification supervisée* qui revêt plusieurs défis méthodologiques liés à la nature des données. D'une part, les signaux mesurés sont de nature fonctionnelle (signaux périodiques). D'autre part, les données présentent une composante spatiale, liée à la position du contact sur la surface du capteur. De plus, une autre difficulté réside dans le fait que les signaux sont collectés à différentes fréquences et à des instants non synchrones. Dans ce contexte, l'objectif est de développer une méthodologie de *classification supervisée* capable de prendre en compte ces différents aspects de complexité.

Objectifs du stage

L'objectif du stage est de construire un modèle de *classification supervisée* capable de prédire la nature du contact (classe) à partir des courbes mesurées (signaux périodiques). Pour ce faire, le déroulement du stage s'articulera selon les étapes suivantes :

- Effectuer une revue de la littérature approfondie des méthodes classiques de *classification supervisée* (analyse discriminante fonctionnelle, régression PLS fonctionnelle, *k*-plus proches voisins fonctionnel, etc.), ainsi que les approches plus récentes combinant des méthodes statistiques traditionnelles avec des techniques issues de l'apprentissage automatique (arbres/forêts fonctionnels, classification basée sur les modèles, etc.);
- Proposer une nouvelle méthodologie de classification intégrant les spécificités des données issues du capteur tactile (signaux périodiques, signaux multi-fréquences, structure spatiale, etc.). La méthode proposée fera notamment l'objet d'une étude par simulation;
- Collecter les données sur le prototype de capteur tactile fonctionnel;
- Mettre en œuvre de la méthodologie développée sur les données collectées par le prototype, et analyser la capacité du modèle à reconnaître les différents types de contacts.

A noter : En fonction du profil de candidat et du déroulement du stage, une poursuite de ces travaux dans le cadre d'une thèse de doctorat pourra être envisagée.

Encadrement et conditions du stage

Le stage sera encadré par Ferial Bouhadjera (Maître de conférences de l'équipe [MSDMA](#)), Lounis Zerioul (Maître de conférences de l'équipe [LAETITIA](#)) et Iness Ahriz (Maître de conférences (HDR) de l'équipe [LAETITIA](#)) pour une durée de 5 à 6 mois, débutant selon la fin des cours de master (de préférence fin Janvier ou début Février 2026). Le stagiaire sera basé au CNAM dans les locaux du laboratoire [Cédric](#) au 2 rue Conté, 75003 Paris. Notez que le CNAM fermera pendant la saison estivale (du 18 juillet de 16 août 2026).

Profil recherché

Étudiant de Master 2 (ou équivalent) en statistique, biostatistique ou science des données. Des connaissances en statistique des données temporelles et/ou spatiales seront appréciées. Des capacités en programmation (avec R ou Python) et en rédaction en Français et en Anglais sont également attendues. Nécessité d'être présent sur le site.

Modalités de candidature

Les dossiers de candidatures devront être composés d'un cv détaillé, présentant l'adéquation du candidat par rapport au sujet, d'une lettre de motivation mettant en évidence les raisons de la candidature, ainsi que des relevés de notes associés au diplôme le plus élevé. Ces éléments devront être transmis par mail, avec comme objet du mail *Candidature de stage M2 SmartSkin*, aux adresses suivantes : feriel.bouhadjera@lecnam.net, lounis.zerioul@lecnam.net et iness.ahriz@lecnam.net.