

Titre de la thèse – PhD Title:

Conception de capteurs RF utilisés en milieux complexes par mise en œuvre d'Intelligence Artificielle/Machine Learning

Collaboration- Partnership:

IMT Atlantique : Campus Brest Nantes Rennes

Laboratory :

École doctorale : SPIN 3MG

Financement - Funding: IMT-Atlantique (dept MO)/ARED (TBC)

**Environnement académique - Context :**

IMT Atlantique, grande école d'ingénieurs généralistes, a pour ambition de conjuguer le numérique, l'énergie et l'environnement pour transformer la société et l'industrie par la formation, la recherche et l'innovation.

L'établissement qui est présent sur trois campus (Brest, Nantes et Rennes) appartient à l'Institut Mines-Télécom et dépend du ministère l'Économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique.

Reconnue internationalement pour la qualité de sa recherche, les scientifiques d'IMT Atlantique accompagnent environ 300 doctorants. La thèse proposée s'inscrit dans les activités de recherche de l'équipe DH du laboratoire Lab-STICC et du département Micro-ondes. Les activités scientifiques de ce département relèvent de l'électronique radio-Fréquence.

IMT Atlantique, internationally recognised for the quality of its research, is a leading general engineering school under the aegis of the Ministry of Industry and Digital Technology, ranked in the three main international rankings (THE, SHANGHAI, QS).

Located on three campuses, Brest, Nantes and Rennes, IMT Atlantique aims to combine digital technology and energy to transform society and industry through training, research and innovation. It aims to be the leading French higher education and research institution in this field on an international scale. With 290 researchers and permanent lecturers, 1000 publications and 18 M€ of contracts, it supervises 2300 students each year and its training courses are based on cutting-edge research carried out within 6 joint research units: GEPEA, IRISA, LATIM, LABSTICC, LS2N and SUBATECH.

The proposed thesis is part of the research activities of the DH team of the Lab-STICC and the department Micro-ondes. The scientific activities of this department are related to RF design.

Contexte ou état de l'art scientifique :

L'utilisation de capteurs Radiofréquences permet l'extraction d'informations en temps réel, de façon continue et non-invasive, ce qui est un avantage pour de nombreuses applications, et notamment pour des applications fonctionnant en milieux contraints ou complexes.

Dans ce contexte, si une approche phénoménologique est incontournable pour identifier les comportements physiques sur lesquels fonder les principes de détection, une telle approche n'est pas suffisante dès lors que le milieu est complexe, à l'image des applications biomédicales par exemple.

Une approche statistique est alors indispensable pour compléter les résultats, identifier les corrélations, affiner et optimiser la conception des capteurs.

L'objectif de ce sujet de thèse est de développer des approches statistiques basées sur de l'Intelligence Artificielle dans le cadre du développement de capteurs RF.

The use of radiofrequency sensors allows the extraction of data in real time, continuously and non-invasively, which is an asset for many applications, and in particular for those operating in constrained or complex environments.

In this context, while a phenomenological approach is essential to identify physical behaviors for sensors to rely on, such an approach is not sufficient when the environment is complex, like for biomedical applications for example.

A statistical approach is then essential to enhance results, to identify correlations, to refine and optimize the design of the sensors.

The objective of this PhD is to develop statistical approaches based on Artificial Intelligence for the development of RF sensors.

Objectifs de la thèse- Expected contributions of the Thesis?

Ainsi, en collaboration avec le laboratoire d'analyse du CHRU de Brest, des réponses de capteurs RF ou sondes EM confrontés à des échantillons biologiques (plasma, sérum ou sang total) seront collectées et mises en relation avec les résultats des analyses biologiques ou pharmacotoxicologiques effectuées par les méthodes classiques (chimiques, enzymatiques, optiques). Le traitement d'un nombre important d'échantillons, éventuellement sélectionnés en amont, permettra d'obtenir un corpus sur lequel une méthode d'apprentissage de type supervisé ou semi-supervisé dans un contexte de régression sera mise en place et permettra de déduire des corrélations entre les dosages biologiques de constantes et les réponses RF (amplitude, phase, fréquence de résonance par exemple) de capteurs ou sondes.

Ces corrélations seront ensuite analysées et réutilisées pour affiner et optimiser les dispositifs RF de captation (les rendre plus sensibles ou les immuniser).

Les études menées antérieurement au sein de l'équipe se sont concentrées sur le développement de capteurs biomédicaux en se focalisant sur deux axes complémentaires : d'une part, l'amélioration de la sensibilité, avec notamment l'utilisation de nouveaux paramètres électriques (coefficients de couplage, facteurs de qualité) et la conception et le dimensionnement de dispositifs optimisés par rapport à ces métriques.

D'autre part, l'amélioration de la sélectivité. En s'appuyant sur les singularités des composés recherchés, nous avons développé des capteurs destinés au suivi simultané de plusieurs paramètres avec un seul et même dispositif.

Le projet proposé vise à s'appuyer sur les travaux menés sur ces deux axes et d'aller encore plus loin afin de développer des capteurs fonctionnant en milieux complexes et présentant tout à la fois des sensibilités satisfaisantes et une bonne sélectivité.

Compte-tenu des milieux complexes considérés, les approches phénoménologiques que nous avons utilisées jusqu'à présent doivent être complétées par des approches statistiques en raison des volumes de données importants.

L'idée est donc de faire appel à l'Intelligence Artificielle et au Deep/Machine Learning afin d'identifier des corrélations entre signatures spectrales et la présence et/ou la concentration de composés.

In collaboration with Brest Hospital and its analysis laboratory, responses from RF sensors or EM probes of biological samples (plasma, serum or whole blood) will be linked to the results of biological or pharmacotoxicological analyses. These latter will be obtained through conventional methods (chemical, enzymatic, optical). Processing of a large number of samples, possibly upstreamly selected, will make it possible to obtain a corpus on which a supervised or semi-supervised learning method in a regression context will be implemented and should allow deductions of correlations between biological constants and RF responses (amplitude, phase, resonance frequency for example) of sensors or probes.

These correlations will then be analyzed and reused to refine and optimize the RF sensing devices (make them more sensitive or immunize them).

Studies previously carried out within the team have focused on the development of biomedical sensors with a particular care on two complementary axes : on the one hand, the improvement of sensitivity, with the use of new electrical parameters (coefficients of coupling, quality factors) and the design of devices optimized with respect to these metrics and on the other hand, the improvement of selectivity.

The proposed project aims to go further on these two axes and to develop functional sensors in complex environments presenting both satisfactory sensitivities and good selectivity.

Given the complex environments considered, the phenomenological approaches that we have used so far must be complemented by significant statistical approaches due to the volumes of data.

The idea is therefore to use Artificial Intelligence and Deep/Machine Learning to identify correlations between spectral signatures and the presence and/or concentration of compounds.

Profil du candidat – Require skills:

Cette thèse se déroulera en collaboration entre l'équipe DH du Lab-STICC (<https://labsticc.fr/fr/equipes/dh>), le département LUSSI d'IMT-Atlantique et le Centre Hospitalier Régional de Brest (chru-brest.fr). Il est attendu que le-a candidat(e) ait une formation de niveau Master/Ingénieur avec de solides bases en Physique au sens large (notamment EM) permettant d'appréhender l'ensemble des phénomènes mis en jeu. Il/Elle devra avoir une aisance en communication et être doté d'un bon relationnel, d'une rigueur et d'une bonne qualité rédactionnelle.

This PhD will take place in collaboration between the DH team of Lab-STICC (<https://labsticc.fr/fr/equipes/dh>), the LUSSI department of IMT-Atlantique and the Center Hospitalier Régional de Brest (chru-brest.fr). The candidate should have a training at the Master/Engineer level with background in physics and in particular RF allowing him/her to understand all the phenomena involved. He/She must have ease in communication and be endowed with good interpersonal skills, rigor and good editorial and redactionnal qualities.

Candidature – Application:

Pour postuler, merci d'adresser un dossier de candidature détaillé comprenant une lettre de motivation, un CV à jour et les relevés de notes à : benjamin.potelon@imt-atlantique.fr

To apply for this position, please send a detailed application including a cover letter, an up-to date CV and transcripts of grades to : benjamin.potelon@imt-atlantique.fr

Renseignements complémentaires - Additional Informations :

- Date de fin de candidature - Application deadline : 30 juin
- Date de démarrage de la thèse- Start date : septembre/octobre 2023
- Durée du contrat- Contract duration: 36 months
- Localisation - Location : Brest
- Contact(s) : benjamin.potelon@imt-atlantique.fr