

Sujet de stage Master 2/fin d'études d'ingénieur 2025/2026

Développement d'un dispositif multi-capteurs pour détecter des anomalies chez des personnes âgées suivies à domicile

Encadrants : Daniela Genius, Franck Wajsbürt

Structure d'accueil : Lip6 équipe ALSOC

Contexte

De nombreux capteurs connectés destinés à enregistrer et analyser les données physiologiques de manière non invasive et peu contraignante sont désormais disponibles sur le marché grand public; des montres et bracelets aux pèses-personnes en passant par les tensiomètres.

Le vieillissement de la population, l'augmentation de la proportion de personnes souffrant de maladies cardiovasculaires et neurodégénératives, et le contexte sanitaire post-Covid, font apparaître le besoin, de pouvoir accéder très régulièrement à certaines données, avec l'accord de la personne concernée évidemment. En particulier pour le suivi rapproché des patient sur de longues durées, les progrès de la télémédecine et l'avènement de la 5G nous permettent d'envisager le développement d'outils intelligents, capables d'analyser un signal, d'en extraire une information pertinente et de la relayer aux bons interlocuteurs.

Franck Wajsburt a encadré un sujet de Master 1 mettant en place un système de surveillance de logement pour garder un œil sur des personnes âgées en perte de repères et de prévenir un proche en cas de comportement inhabituel [Wajs21].

Un sujet de projet de Master 1 proposé en 2019, suivi d'un stage M2 a permis de circonscrire des problématiques médicales (somnolence diurne, crampes musculaires) qui entrent dans le domaine du stage, de caractériser des signaux physiologiques, et d'identifier un certain nombre de capteurs pertinents. Nous avons conçu un premier prototype permettant de récolter les données des capteurs et de les transmettre et proposé une ébauche de logiciel permettant de récupérer les données envoyées par le dispositif électronique, de les afficher sous formes facilement exploitables et de transmettre les données de façon journalière à une plateforme sécurisée en ligne.

Une première réflexion a également été menée autour de l'autonomie du dispositif. A l'heure actuelle, il dispose d'une autonomie théorique amplement suffisante pour couvrir une période de 5 à 7 jours.

Objectif

L'objectif de notre projet de Master2/fin d'études sera de créer un dispositif qui combine un capteur biomédical compact, portable, non invasif, pouvant recueillir et analyser de multiples signaux biomédicaux, avec l'équipement de la pièce qui, quant à lui, obéit à des critères moins strictes.

Notre dispositif doit être capable de détecter des anomalies de manière automatisée ou semi-automatisée. Pour augmenter l'acceptation de la part des patients pour la partie portable – notamment les patients atteints d'Alzheimer on tendance à arracher des dispositifs – un soin particulier sera appliqué à design.

Principales étapes

L'étape visée par le stage de M2 sera la réalisation d'un prototype miniaturisé de la partie portable l'amélioration de l'autonomie de la batterie en profitant de l'évolution de cette technologie pendant les cinq années précédentes, et la conception d'un dispositif global combinant de façon intelligente partie portable sur personne et partie équipant la pièce. Pour les deux, de recueillir des signaux et de

les combiner à l'analyse pour détecter des anomalies, et enfin la prise en compte de l'avènement de la 5G pour permettre la réactivité à distance.

L'essai d'un tel prototype sur des volontaires humains étant complexe et coûteux, nous prévoyons entraîner l'algorithme de reconnaissance des données recueillies et publiquement accessibles.

Concernant altération de données par l'environnement, les données récoltées lors des essais préliminaires seront effectivement bruitées. Nous savons modéliser ces altérations, et l'avons déjà fait dans d'autres contextes (capteur détectant la somnolence diurne [Celik21]). Le signal dépend également du contexte (sujet en mouvement, en repos, endormi etc.) et du placement des capteurs (bras, mollets, cuisses, ...).

L'objectif du traitement de ces données est de réussir à identifier, le cas échéant, la présence d'une anomalie liée à une brusque dégradation de l'état du patient ou un comportement anormal.

Le stage de Master 2 se découpera en quatre tâches principales :

- Faire évoluer le prototype portable essentiellement avec le matériel existant et le miniaturiser
- Construire un prototype d'équipement pour la/les pièces habitées par la personne concernée
- Étudier la consommation d'énergie et l'alimentation par batterie le cas échéant
- Pour la partie à porter sur personne, réaliser un/des capteur(s) miniature en collaboration avec le Fablab
- Organiser la collection et la mise à disposition des données à des fins d'analyse et restitution

Dans les équipes du Lip6 orientées plutôt vers le matériel, nous prôtons traditionnellement une démarche en "recherche ouverte".

Aspects Pratiques

Nous disposons encore d'un certain stock du matériel à coût relativement bas (4 EMG, 3 flex sensor, gyroscopes, ECG ...) d'avant-Covid, que nous comptons combiner pour constituer un ensemble, puis miniaturiser, et d'une méthodologie de conception en amont qui a fait ses preuves que nous souhaitons mettre à contribution.

Le stage de 5 ou 6 mois au sein de l'équipe ALSOC du Lip6 est financé par l'initiative T-CAPES et sera rémunéré à hauteur de la gratification horaire (4,35 € par heure). Pendant le dernier ou avant-dernier mois du stage, suivant la nécessité de fabriquer la platine/les platines mais aussi le(s) boîtier(s), le/la stagiaire passera jusqu'à trois demi-journées par semaine au FabLab de Sorbonne Université.

Bibliographie

[Wajs21] Réalisation d'un système de surveillance d'une pièce en temps réel, PSESI 2021/22.

[GBAC2020] D. Genius, I. Bournias, L. Apvrille, R. Chotin, Model-Based Virtual Prototyping of CPS: Application to Bio-Medical Devices, Springer, pp.74-96, 2021

[CELIK21] H. Celik, Rapport final de stage M2: Miniaturisation, déploiement et évaluation par méthodes de l'IA d'un dispositif de détection d'endormissement, Lip6, Sorbonne Université, 2021

[e-santé] <https://www.e-sante.fr/objets-connectes-sante-amis-ou-ennemis/actualite/194709>