

TITRE DU SUJET DE POST-DOC ou ING2NIEUR DE RECHERCHE (14 mois)

Développement d'un démonstrateur d'analyse de données physiologiques afin de compléter l'évaluation de la gravité d'un traumatisme lors d'accidents de la route et optimiser la prise en charge médicale et paramédicale

Lieu : Laboratoire ESYCOM UMR 9007, site ESIEE PARIS

Encadrement : Gaëlle LISSORGUES (gaelle.lissorgues@esiee.fr)

Partenaires du projet I-Safe-VH Phase 2 : La Délégation à la Sécurité Routière (DSR), L'Ecole nationale supérieure des officiers de sapeurs-pompiers (ENSOSP), Le Laboratoire de Biomécanique Appliquée (LBA) de l'Université Gustave Eiffel et le Laboratoire ESYCOM, ESIEE, Université Gustave Eiffel.

RESUME

La philosophie du projet iSafe-VH Phase 2 est de développer un système d'alerte et d'optimisation des secours pour les victimes d'accidents de la route basé sur une prédiction en temps réel des blessures potentielles à partir de l'Homme Virtuel (projet précédent iSafe-VH Phase 1). La spécificité du projet est de compléter cette évaluation préclinique des victimes par une analyse des données physiologiques en temps réel. Un des verrous scientifiques majeurs vient de l'opportunité de collecter au plus tôt des données physiologiques dont la signature numérique est susceptible d'être un indicateur prédictif de traumatismes majeurs, hémorragiques ou neurologiques qui vont permettre de gagner des minutes très précieuses dans le parcours de soin d'une victime d'un accident de la circulation. Pour cela, une famille de bracelets/brassards/ceintures connectés sera développée, des mesures de terrain avec ces bracelets superposés à des techniques d'analyses de données (IA, apprentissage) permettra de développer un outil prédictif de l'évolution des constantes physiologiques et donc de l'état d'urgence vitale d'une victime d'accident de la route.

CONTEXTE

Dans la chaîne des soins depuis les premiers secours délivrés sur place auprès d'une victime d'accident de la route jusqu'à la prise en charge chirurgicale dans un « trauma center », l'objectif est de gagner du temps (temps précieux pour le devenir de la victime) [1,2,3]. A titre d'exemple une réduction de 10 minutes du temps d'intervention pouvait être associée à une baisse de la probabilité de mourir d'un tiers. Au regard des informations accessibles lors de la survenue d'accidents, et compte tenu de nos infrastructures de transports (localisation de l'accident) plusieurs problématiques sont soulevées : comment dimensionner au mieux l'organisation des secours ? Comment informer au mieux les acteurs de la chaîne des secours pour anticiper certaines décisions de prise en charge et gagner du temps ? Parmi les technologies pour alerter automatiquement les services de secours (E-call, Roawds, iHero...) aucune ne propose d'informations sur la sévérité de l'accident et en particulier sur le type de blessures potentiellement subies par les victimes.

La phase 2 du projet iSafe-VH vise à **collecter de nouvelles données centrées sur l'état physiologique de la victime** permettant de compléter et d'améliorer la fiabilité du score de sévérité de blessure obtenu par l'intermédiaire des méthodes développées dans iSafe-VH Phase 1.

OBJECTIFS

L'objectif principal consiste à **quantifier l'état physiologique des victimes au plus tôt et à prédire son évolution** pour compléter les estimations fournies par les estimations des blessures et de leur sévérité en intégrant l'étude des anomalies des signaux vitaux au plus près du trauma.

De nombreux systèmes ont vu le jour associant des capteurs de santé et l'intelligence artificielle pour évaluer l'état des patients. Ces systèmes sont utilisés pour prédire la survenue d'une aggravation de l'état clinique d'un patient en service conventionnel que ce soit en médecine (4) ou en chirurgie dans la période péri opératoire. Ils servent aussi à surveiller l'état de patients à domicile (5). Ces systèmes peuvent mesurer des paramètres physiologiques mais aussi réaliser de manière non invasive des dosages de paramètres biologiques d'importance capitales comme le lactate (6).

L'ambition est ici de recourir à l'analyse de grandes quantités de données médicales pour déceler, s'agissant de cas relativement bien documentés, comment l'évolution de certaines constantes physiologiques peuvent être des indicateurs d'une détresse respiratoire, circulatoire ou neurologique. Ces pathologies justifieraient en effet d'accélérer la prise en charge et la mise en œuvre de certains gestes cliniques susceptibles de gagner du temps, d'optimiser encore le triage des victimes et de réduire in fine la morbidité des victimes d'accidents de la circulation.

L'idée consiste à utiliser les technologies de bracelets connectés pour quantifier, analyser et communiquer en temps réel un certain nombre de données physiologiques sur une victime d'accident de la route. Le bracelet serait posé sur chaque victime par les secours dès leur arrivée sur le site de l'accident afin d'effectuer en autonomie les mesures de paramètres vitaux en parallèle des autres actions clés. Ces bracelets connectés pourront avoir plusieurs formes (bandeaux, ceintures, patch...) mais auront tous pour but de mesurer en autonomie et rapidement les paramètres physiologiques essentiels de la victime en intégrant différents capteurs.

ORGANISATION DES TRAVAUX DE RECHERCHE

Afin de mener à bien le travail, les partenaires organiseront une répartition équilibrée entre eux selon le programme du projet déposé. L'ensemble des développements se feront conjointement pour relier les faisabilités technologiques aux problématiques de mise en œuvre et de contrainte d'environnement opérationnel.

Le travail de Post-Doc sera principalement axé sur la tâche « Développement d'une première série de prototypes de bracelets connectés ».

Etape 1. Analyse bibliographique poussée des solutions originales autour des systèmes connectés de mesure de paramètres physiologiques (fréquence cardiaque principalement), pour des applications en sport, bien-être ou santé (7-14) -> cahier des charges sur les données physiologiques à enregistrer, cahier des charges des bracelets connectés à développer

OFFRE DE POST-DOC / Laboratoire ESYCOM UMR9007 / Université Gustave Eiffel, ESIEE Paris

Etape 2. Analyse et tests comparatifs de plusieurs technologies de capteurs existants. En effet, nous envisageons plusieurs types de capteurs intégrables sur une surface réduite selon une approche dite « seconde peau »: Rythme cardiaque par PPG (photo-pléthysmographie – capteurs optiques) ; Onde de pouls par tonométrie d’aplanation (capteurs piézoélectriques); Réaction électrodermale par conductance cutanée (électrodes miniatures) ; Mouvements par accéléromètre (puce MEMS commerciale) ; Température de surface (résistance), etc.

Etape 3. Développement d’une première série de prototypes de bracelets connectés à partir de ces technologies existantes, en misant à terme sur une miniaturisation optimale de sorte à ne pas gêner la prise en charge de la victime, et une intégration sur substrat souple. Par exemple, il existe différentes solutions commerciales de capteurs destinés à des mesures physiologiques, mais qu’il faudra tester et comparer entre elles lors de l’étape 2 :

- Système Biopac (<https://www.biopac.com/education-fr/>);
- Solution VitalSense, Philips (<http://www.actigraphy.com/solutions/telemetry.html>);
- Kits complets multi-capteurs (<https://plux.info/kits/215-biosignals-explorer-820201001.html>).

L’assemblage de capteurs existants permettra d’obtenir rapidement un prototype d’acquisition de données physiologiques pour commencer à alimenter les bases de données. Néanmoins, ces solutions sont peu ergonomiques et non miniaturisées.

Etape 4. Optimisation du système d’acquisition par bracelet connecté. Production d’un second prototype prenant en compte les éléments des tâches précédentes, visant la miniaturisation et l’autonomie, pour une mise en œuvre du protocole de mesure complet.

Moyens disponibles :

ESYCOM : Moyens logiciels / Expérimentaux (Logiciel Comsol / Salle Blanche / Prototypage de cartes électroniques)

Planning global du projet:

iSafe-VH phase1	m0	m3	m6	m9	m12	m15	m18	m21	m24	m27	m30	
Tache 1: Développement d’une première série prototypes de bracelets connectés		L1.1 et L1.2										
		Milestone 1.1 : choix d’une solution technologique										
Tache 2: Constitution d’une base de données physiologique						L2.1, L2.2 et L2.3						
						Milestone 2.1 : logiciel de consultation simplifiée en temps réels des constantes physiologiques						
Tache 3: Outils prédictif de l’évolution des constantes physiologiques											L3.1	
											Milestone 3.1 : revues des lésions virtuelles et scores cliniques	
Livrables												
L1.1 : Revue de littérature et cahier des données physiologiques à enregistrer, cahier des charges des bracelets connectés												
L1.2 : Développement d’une première série de prototypes de bracelets connectés.												
L2.1 - Solutions logiciels de collectes et d’accès aux données en temps réels.												
L2.2 - Définition d’une première base de données de victimes d’accidents.												
L3.1 - Méthodologie d’analyse des signaux physiologique / définitions de critère (score) prédictifs du risque hémorragique et neurologique												

BIBLIOGRAPHIE

1. The probability of death in road traffic accidents. How important is a quick medical response ? R. Sanchez-Mangas et al. *Accident Analysis and Prevention* 42 (2010) 1048-1056.
- 2 The Golden Hour: Scientific Fact or Medical “Urban Legend”? E. Brooke Lerner, Ronald M. Moscati, *Academic Emergency Médecine*, 10.1111/j.1553-2712.2001.tb00201.x, 2001.
- 3 Identifying pre-hospital factors associated with outcome for major trauma patients in a regional trauma network: an exploratory study, Lee Thompson, Michael Hill, Caroline Davies, Gary Shaw and Matthew D Kiernan, *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 201725:83, <https://doi.org/10.1186/s13049-017-0419-4>
- 4 Ye C, Wang O, Liu M, et al.: A Real-Time Early Warning System for Monitoring Inpatient Mortality Risk: Prospective Study Using Electronic Medical Record Data. *J Med Internet Res* 2019; 21:e13719
- 5 Tamura T, Togawa T, Ogawa M, et al.: Fully automated health monitoring system in the home. *Med Eng Phys* 1998; 20:573–579
- 6 Imani S, Bhandokar AJ, Mohan AMV, et al.: A wearable chemical-electrophysiological hybrid biosensing system for real-time health and fitness monitoring. *Nat Commun* 2016; 7:11650
- 7 R. Logier, A. Dassonneville, P. Chaud, J. De Jonckheere, « A multi sensing method for robust measurement of physiological parameters in wearable devices. », 978-1-4244-7929-0/14 ©2014 IEEE.
- 8 Olivier Chételat, Damien Ferrario, Martin Proença, Jacques-André Porchet, Abdessamad Falhi, Olivier Grossenbacher, Ricard Delgado-Gonzalo, Nicolas Della Ricca, and Claudio Sartori, « Clinical validation of LTMS-S: a wearable system for vital signs monitoring », 978-1-4244-9270-1/15 ©2015 IEEE.
- 9 Ping SHI, Yankun XU, Hongliu YU, “ Design of Wearable System for Detection and Analysis of Physiological Information”, 2017 9th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics, 978-1-5386-3022-8/17 © 2017 IEEE
- 10 Matthew T. Giovanetti, and Fred R. Beyette Jr., “ Physiological Health Assessment and Hazard Monitoring Patch for Firefighters”, 978-1-5090-6389-5/17 ©2017 IEEE
- 11 M. G. Srinivasa and P. S. Pandian, “Wireless wearable remote physiological signals monitoring system,” 2016 International Conference on Circuits, Controls, Communications and Computing (I4C), Bangalore, 2016, pp. 1-5.
- 12 Toshiyo Tamura, Yuka Maeda, Masaki Sekine and Masaki Yoshida, “Wearable photoplethysmographic Sensors—Past and Present”, *Electronics* 2014, 3, 282-302; doi:10.3390/electronics3020282.
- 13 Gao, “Wearable Sweat Biosensors”, *IEEE Int Electron Devices Meeting (IEDM)*, 2016
- 14 Yun, “An integrated and wearable healthcare-on-a-patch for wireless monitoring system”, *IEEE Sensors*, 2015.