

Mesure, identification et discrimination des contextes porteurs intrinsèques et extrinsèques à travers une monture de lunettes de port quotidien

La bonne vision en toutes circonstances et à tout âge est un objectif majeur. Deux types de technologies sont aujourd'hui suffisamment matures pour envisager une commercialisation : les verres à puissance active, électrofocus dit eFocus et les verres à teinte variable, électrochromes dits eChromiques [1]. Afin de piloter ce type de verres au plus près des besoins du porteur, il est impératif de mesurer dynamiquement des données issues du porteur, de son environnement, mais aussi de déterminer son activité.

L'objectif de cette thèse est de dimensionner un ou plusieurs algorithmes d'intelligence artificielle de type Machine Learning basés sur des données provenant de la fusion de capteurs en fonction des besoins identifiés sur des cibles embarquées disposant de peu de puissance de calcul et de réserve énergétique réduite. Les technologies de pilotage de verres actifs nécessitent différents capteurs embarqués sur la monture ainsi qu'une algorithmie permettant de synthétiser les informations adaptées aux besoins de pilotage des verres. Plusieurs enjeux majeurs sont considérés :

- La reconnaissance d'activité et du contexte du porteur.
- L'analyse de l'amplitude et de la qualité de la lumière ambiante.
- La mesure de la direction du regard.
- L'analyse de scène.

La principale contrainte rencontrée repose sur le volume exploitable du dispositif cible et sa masse maximale. En effet, puisqu'il s'agit de lunettes de port quotidien, l'espace réservé à l'électronique de calcul et à la source énergétique se retrouve très réduit. Cet élément conduit par conséquent à la nécessité de dimensionner un système électronique dont la consommation énergétique est très optimisée [2]. Ainsi il est nécessaire d'utiliser des cibles de type microcontrôleur très basse consommation ce qui induit de facto une faible puissance de calcul ainsi qu'un espace mémoire réduit.

Les architectures algorithmiques basées sur la fusion de données provenant de différents capteurs sont généralement traitées de manière analytique, séquentielle ou linéaire. Cependant lorsqu'il s'agit de jeux de données complexes, comme les données produites par un IMU lorsqu'il est soumis à différents contextes porteurs, le choix se portera d'avantage sur l'approche Machine Learning supervisé en raison de la très grande disparité des valeurs des jeux de données [3][4]. Cette approche est originale dans ce contexte embarqué très contraint en terme de capacité de calcul, d'espace mémoire et de consommation énergétique.

La miniaturisation de l'électronique permet aujourd'hui d'implémenter des réseaux de neurones dans des microcontrôleurs très faible consommation comme des Cortex-M4, il s'agit de la phase émergente du deep edge. Des outils sont en cours de développement regroupés au sein d'une fondation du nom de TinyML [5]. De manière plus globale, les communautés scientifique et industrielle travaillent activement sur le développement d'outils et de moyens de mise en œuvre des réseaux de neurones à destination des cibles embarquées de type deep edge ou wearables, et ce, sur

l'ensemble de la chaîne de valeurs des solutions électroniques embarquées, du hardware au firmware en passant par les couches très bas niveau [6].

Au total les travaux seront séquencés comme suite :

- Prise en main du sujet : 1 mois
- État de l'art : 2 mois
- Analyse et conception d'algorithmes type Machine learning pour la reconnaissance d'activité et du contexte porteur : 6 mois
- Études, implémentations et tests des différents kits disponibles en fonction des contextes et activité à détecter : 6 mois
- Modélisation, validation sur les montures embarquées et optimisation de la consommation énergétique : 12 mois
- Conférences, Webinar, Formations, Suivi fournisseurs : 2 mois
- Préparation article ou dépôt de brevet : 1 mois
- Rédaction de la thèse : 6 mois

Bibliographie

1. Davidson, Heidi. AdHawk Microsystems Powers a New Generation of Eye Tracking Research with Launch of AdHawk MindLink™. [En ligne] 23 March 2021. <https://www.globenewswire.com/news-release/2021/03/23/2197630/0/en/AdHawk-Microsystems-Powers-a-New-Generation-of-Eye-Tracking-Research-with-Launch-of-AdHawk-MindLink.html>.
2. W. Dron, K. HACHICHA, P. Garda, « Simulation method of the functionality of an electronic circuit and program », WO2017005883A1. Brevet français : FR3038755A1, 9 juillet 2015. Brevet Européen no EP3320461B1, Extension aux USA US20180203957A1, 19 juillet 2018.
3. C V Bouten, K T Koekkoek, M Verduin, R Kodde, J D Janssen. A triaxial accelerometer and portable data processing unit for the assessment of daily physical activity. [éd.] PubMed. *IEEE Trans Biomed Eng.* 1997, Vol. 44, 3.
4. Konstantinos Peppas, Apostolos C. Tsolakis, Stelios Krinidis and Dimitrios Tzovaras. Real-Time Physical Activity Recognition on Smart Mobile Devices Using Convolutional Neural Networks. *Applied sciences.* 10, 2020, Vol. 23.
5. home. *tinyML*. [En ligne] <https://www.tinyml.org/>
6. Liangzhen Lai, Naveen Suda, Vikas Chandra. *CMSIS-NN: Efficient Neural Network Kernels for ARM Cortex-M CPUs*. ARM. 2018. arXiv:1801.06601.