

Sujet Post-doc

Détection fiable des modes de déplacement pour la navigation hybride en mobilité urbaine douce

Contact :

Hassen Fourati (GIPSA-Lab, Université Grenoble Alpes), hassen.fourati@gipsa-lab.fr
Nicolas Vuillerme (AGEIS, Université Grenoble Alpes)

Durée du post-doc :

1 Novembre 2023 - 31 Octobre 2024 (12 mois)

Salaire :

Selon l'expérience et le CV

Profile du candidat :

Le candidat doit être titulaire d'une thèse de doctorat avec des connaissances solides en Machine Learning, centrales inertielles et de position, GPS, programmation Android, et maîtrise de Python/Matlab.

Lieu :

GIPSA-Lab, Université Grenoble Alpes, Grenoble, France.

Comment candidater :

Les candidatures sont à adresser à l'adresse e-mail indiquée et comportant un CV, une lettre de motivation et un bulletin de notes de Master 2.

Contexte du post-doc :



La multiplication des modes de mobilité urbaine représente un enjeu majeur pour les villes, non seulement en termes d'organisation et d'aménagement de l'espace public d'une part, mais également de promotion à la santé en favorisant l'activité physique, et de la prévention de l'environnement en réduisant l'émission de polluants, d'autre part. En effet, face à l'explosion des nouvelles pratiques de mobilité comme les vélos, trottinettes, scooters électriques, etc., mais aussi la forte utilisation des transports publics, les villes sont confrontées à un défi de taille, celui de concilier le foisonnement de ces modes de déplacement avec le trafic automobile. Par exemple, des métropoles telles que Paris et Grenoble-Alpes se sont d'ores-et-déjà engagées dans cette direction avec la piétonisation des rues au centre-ville, la création de nouveaux services de mobilité tels que les trottinettes et vélos électriques en libre-service, l'augmentation du parc de vélos musculaires, la création de pistes cyclables dédiées et le renforcement du réseau de transport public. On voit chaque jour le nombre d'utilisateurs augmenter pour ce type de mobilité. Pour compléter ces efforts, les services municipaux des villes organisent des observations et décryptages des stratégies multimodales mises en œuvre par les utilisateurs à travers des enquêtes et des panels communautaires. L'objectif est d'analyser et améliorer la qualité des services de mobilité urbaine. Cependant, ces enquêtes restent, à ce jour, peu convaincantes pour une identification précise et fiable des différents modes de déplacement utilisés par les usagers, ainsi que pour une optimisation de leurs

nombres, emplacements de leurs stations, etc. Sur le plan individuel, l'utilisateur a besoin de plus en plus de connaître de façon fiable son taux d'utilisation de chaque mode de déplacement et les distances parcourues par chaque mode sur une période d'un jour, une semaine, etc. Ces informations calculées et organisées dans une application Smartphone, lui permettent de savoir s'il marche assez, s'il utilise de manière optimale son abonnement de transport public, s'il fait suffisamment d'activités avec son vélo, etc. Encore plus loin dans le futur, proposer aux décideurs d'une ville une plateforme regroupant ces informations de façon organisée serait d'une grande utilité. Une telle plateforme, qui s'enrichirait d'utilisateurs et d'informations sur ces taux d'utilisation et les distances parcourues, permettrait à des villes de monitorer ces indicateurs pour proposer des récompenses, des gratuités, des challenges, etc.

Depuis quelques années, on note un intérêt grandissant pour le développement de technologies embarquées et d'algorithmes dédiés à la classification des modes de déplacement urbains et à la navigation multimodale. Ces travaux se fondent sur l'exploitation de signaux issus de centrales inertielles, composées d'accéléromètres, gyromètres et magnétomètres, attachées au corps puis augmentées par des modules GPS, des capteurs de son, lumière et pression. Ces capteurs équipent la plupart des Smartphones et montres connectées, et deviennent des outils innovants dans ce domaine, à travers une analyse des mesures brutes et des algorithmes d'estimation/apprentissage spécifiques. Les recherches sur la classification de modes de transport sont récentes. Elles se focalisent sur l'identification d'un modèle de reconnaissance à la fois performant, ubiquitaire, et robuste, en se basant sur des algorithmes d'analyse de données et de Machine et/ou de deep Learning [1]. Au niveau international, on cite par exemple des travaux basés sur les Randoms Forest (RF) [2], les réseaux de convolution (CNN) [3], [4] ou les réseaux à mémoire LSTM (Long Short Term Memory) [5], [6]. On trouve également le projet *Sussex-Huawei Locomotion* [7], [8] développé par l'université Sussex au Royaume-Uni et le projet *US-Transportation Mode* développé par l'université de Bologne en Italie [9], [10]. Au niveau local, les travaux menés à l'Université Grenoble Alpes au sein du GIPSA-Lab et AGEIS, ont conduit à la proposition d'une nouvelle méthode de classification des modes de déplacement basée sur des données inertielles et barométriques dans le cadre du projet *CAPTIMOVE* [11], [12]. Nous nous sommes également intéressés à la caractérisation d'activités humaines dans le cadre du projet *POSTURE* [13]. Les travaux issus d'AGEIS ont conduit à la création de la start-up « Wegoto » qui propose des calculs d'itinéraires personnalisés en transports doux. Cette application mobile prend en compte différents profils de mobilité pour proposer à l'utilisateur un itinéraire adapté. Au niveau national, l'IFSTTAR, les laboratoires de biomécanique, le CEA Saclay, etc., mènent des projets de monitoring de l'activité principalement. Les recherches pour le calcul des distances parcourues pour un trajet multimodal sont limitées. Les seuls travaux pertinents ont été effectués au DLR [14], mais ils restent préliminaires avec un calcul de trajet combinant vélo et marche sans détecter automatiquement la transition entre les deux modes.

Le projet *MOBIDOU* propose d'enrichir, par de nouvelles méthodes et développements interdisciplinaires, la recherche sur les problématiques citées précédemment. Ainsi, ce projet s'articule autour des deux objectifs suivants :

Obj. 1. Fournir à l'utilisateur un calcul le plus précis possible des taux d'utilisation de modes de déplacement urbains sur une période de temps choisie. On propose d'étoffer la recherche sur la fiabilité des méthodes de classification, via des algorithmes de Machine Learning et d'intelligence artificielle, pour mieux classifier chaque mode dans des situations réelles. On analysera l'impact de chaque capteur dans le Smartphone, potentiellement utilisable, pour améliorer cette classification. À l'aide du GPS du Smartphone et en utilisant la détection de modes, nous calculerons par une approche de navigation usuelle les distances parcourues par chaque mode sur les mêmes périodes de références.

Obj. 2. Concevoir une application sur Smartphone qui enregistre et rassemble les données de différents capteurs du téléphone sur un même fichier, tout en indiquant la date et heure d'acquisition. L'utilisateur pourra par la suite, au sein de cette même application, exécuter en hors ligne la méthode de classification (Obj. 1) pour obtenir les taux d'utilisation de chaque mode de déplacement. Il pourra aussi visualiser les distances parcourues par chaque mode. Ces informations seront affichées de manière claire et organisée pour l'utilisateur sur son Smartphone, avec quelques recommandations pratiques.

Travail du post-doc :

Pour répondre aux objectifs majeurs du projet MOBIDOU, le post-doctorant effectuera les tâches suivantes sur une année :

Tâche 1 : Proposer et tester une méthode de calcul la plus précise du taux d'utilisation de modes de déplacement urbains, en exploitant des techniques de Machine Learning et d'intelligence artificielle pour une meilleure classification de chaque mode. Plusieurs scénarios d'utilisation de différents modes de déplacement dans des situations expérimentales réelles seront testés sur des durées de temps variables (par exemple une demi-journée, une journée ou une semaine) et réalisés par des participants volontaires en utilisant un Smartphone. Le post-doctorant pourrait s'aider de la littérature et l'expérience acquise dans ce domaine au niveau international, national et surtout local au sein du GIPSA-Lab et AGEIS. Il fera une campagne d'expérimentations avec les capteurs dédiés et d'autres usagers anonymes pour enrichir la base de données existante et tester les approches proposées. Il pourra utiliser la base de données existante¹ pour prendre en main le problème, s'approprier les méthodes de classification et comprendre l'impact de chaque capteur, possible à utiliser, sur les résultats finaux.

Tâche 2 : En se basant sur la classification de modes de déplacement proposée dans la tâche 1, il sera possible de calculer séparément, pour chaque mode classifié la distance parcourue par l'utilisateur en utilisant les données GPS enregistrées pour chaque mode et une approche de navigation usuelle issue de la littérature. Le GIPSA-Lab a déjà une bonne expertise dans ce domaine pour achever cette tâche et aider le post-doctorant à progresser.

Tâche 3 : Concevoir, à l'aide d'ingénieurs au GIPSA-Lab et au GRICAD, une application sur Smartphone qui, dans un premier temps, enregistre et rassemble les données de différents capteurs du téléphone dans un même fichier, tout en indiquant la date et heure d'acquisition. L'utilisateur pourra par la suite, au sein de cette même application, exécuter en hors ligne la méthode de classification pour obtenir les taux d'utilisation de chaque mode de déplacement. Il pourra aussi visualiser les distances parcourues par chaque mode.

NB. Il faudra que l'utilisateur choisisse dans un premier temps la période de temps sur laquelle il veut afficher ses taux d'utilisation de chaque mode de déplacement ainsi que les distances parcourues.

Toutes ces informations seront affichées de manière claire et organisée dans le temps pour l'utilisateur sur son Smartphone, avec quelques recommandations pratiques. Pour donner une idée, les résultats pourrait ressembler à la figure suivante :



¹ <https://perscido.univ-grenoble-alpes.fr/datasets/DS310>

Références bibliographiques :

- [1] Wang, L., Gjoreski, H., Ciliberto, M., Lago, P., Murao, K., Okita, T., and Roggen, D. Summary of the Sussex-Huawei locomotion-transportation recognition challenge 2020. *ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and ACM International Symposium on Wearable Computers*, pp. 351-358, 2020.
- [2] Shafique, M. A., and Hato, E. Classification of travel data with multiple sensor information using random forest. *Transportation research procedia*, vol. 22, pp. 144-153, 2017.
- [3] Liang, X., Zhang, Y., Wang, G., and Xu, S. A deep learning model for transportation mode detection based on smartphone sensing data. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 21, no. 12, pp. 5223-5235.
- [4] Liang, X., and Wang, G. A convolutional neural network for transportation mode detection based on smartphone platform. *IEEE 14th international conference on mobile Ad Hoc and sensor systems*, pp. 338-342, 2017.
- [5] Aşçı, G., and Güvensan, M. A. A Novel Input Set for LSTM based Transport Mode Detection. *IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops*, pp. 107-112, 2019.
- [6] Zhao, H., Hou, C., Alrobassy, H., and Zeng, X. Recognition of transportation state by smartphone sensors using deep bi-LSTM neural network. *Journal of Computer Networks and Communications*, vol. 2019, pp. 1-19, 2019.
- [7] Wang, L., Gjoreski, H., Ciliberto, M., Mekki, S., Valentin, S., & Roggen, D. Enabling reproducible research in sensor-based transportation mode recognition with the Sussex-Huawei dataset. *IEEE Access*, vol. 7, pp. 10870-10891.
- [8] Website : <http://www.shl-dataset.org/>
- [9] Carpineti, C., Lomonaco, V., Bedogni, L., Di Felice, M., and Bononi, L. Custom dual transportation mode detection by smartphone devices exploiting sensor diversity. *IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops*, pp. 367-372, 2018.
- [10] Website : <http://cs.unibo.it/projects/us-tm2017/index.html>
- [11] Alaoui, F. T., Fourati, H., Kibangou, A., Robu, B., and Vuillerme, N. Urban Transportation Mode Detection from Inertial and Barometric Data in Pedestrian Mobility. *IEEE Sensors Journal*, accepted, Mar. 2021.
- [12] Alaoui, F. T., Fourati, H., Kibangou, A., Robu, B., and Vuillerme, N. Kick-Scooters Identification in the Context of Transportation Mode Detection using Inertial Sensors: Methods and Accuracy, *Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations*, Nov. 2022.
- [13] Zmitri, M., Fourati, H., and Vuillerme, N. Human Activities and Postures Recognition: From Inertial Measurements to Quaternion-Based Approaches Sensors, *Sensors*, vol. 19, no. 19, pp.1-18, 2019.
- [14] Munoz Diaz, E., De Ponte Muller, F., Perez Gonzalez, E. Intelligent Urban Mobility: Pedestrian and Bicycle Seamless Navigation. *International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation*, 2018.