

Modélisation et enrichissement de trajectoires multi-échelles pour l'analyse de la mobilité douce en milieu urbain

Ce sujet de thèse porte sur la mobilité douce et s'inscrit dans le cadre du PEPR MOBIDEC (décarbonisation de la mobilité) et de son projet cible Mob Sci-Dat Factory ayant pour ambition d'identifier les données de mobilité en libre accès, de proposer des méthodes et des outils pour analyser les données de mobilité, et de proposer une plateforme d'aide à la décision pour partager les données, les outils et le code pour la décarbonisation de la mobilité.

Contexte général

Les zones urbaines sont confrontées à différents défis, tels que la congestion du trafic, la pollution de l'air et la santé publique. De plus, la pandémie de la COVID-19 a montré que la mobilité individuelle peut rapidement changer et faire apparaître de nouveaux services de mobilité (par exemple de vélos ou de trottinettes). La mobilité douce, de plus en plus développée dans les grandes métropoles, sous ses différentes formes (marche, vélo, transports publics, trottinettes électriques) apparaît comme une approche prometteuse pour la décarbonisation de la mobilité en ville. En effet, en priorisant les initiatives de mobilité douce, les villes peuvent atténuer les effets négatifs des transports sur l'environnement et la santé, tout en améliorant le bien-être des habitants.

Pourtant, la mise en place des politiques publiques pour la mobilité douce soulève également des défis, tels que l'investissement dans l'infrastructure, la sécurité des usagers, les politiques durables, les changements comportementaux. En raison de l'évolution rapide des comportements de mobilité individuelle, les instances gouvernementales et les acteurs locaux doivent avoir accès à des données spatio-temporelles fines sur la mobilité douce, ainsi qu'à des méthodes et des outils pour les analyser et caractériser les comportements, les activités et les motifs spatio-temporels. Ceci est loin d'être le cas aujourd'hui. Cette thèse vise donc à combler cette lacune.

En fait, de nos jours, les données sur la mobilité douce existent sous différentes formes. Par exemple, les opérateurs de transport publient leurs données de mobilité en libre accès (Vélib, compteurs de vélos), les données GNSS produites par la foule sont partagées sur différentes plateformes (Strava, IGNRando, OutdoorVision, vidéos de promenades en ville), des informations contextuelles telles que les données de qualité de l'air (dont celles produites par AirPARIFF, communauté de capteurs, air citizen), les points d'intérêt (OpenStreetMap, Overture, etc.), les données météorologiques.

Dans ce contexte, nous émettons l'hypothèse que la combinaison des données de mobilité douce au sein d'une vue unifiée offre un fort potentiel pour comprendre, améliorer et promouvoir la mobilité douce dans les zones urbaines. Cependant, fournir un tel modèle unifié est une tâche très complexe.

Objectifs de la recherche

Dans la littérature, il existe des approches pour modéliser les trajectoires spatio-temporelles, telles que celles qui segmentent la trajectoire en arrêts et déplacements (Spaccapietra, et al., 2008) ou, plus récemment, celles qui proposent de décrire la trajectoire en fonction de ses aspects multiples (Cayère et al., 2021, Melo et al. 2019, EL Hafyani et al., 2022). Ces modèles permettent de relier la trajectoire spatio-temporelle à différentes caractéristiques (par exemple, la météo, l'exposition à la pollution atmosphérique, les points repère).

Le premier objectif de la thèse est de combiner les deux types de modèles en proposant un modèle uniforme intégré et de l'instancier avec des données réelles. Le second objectif est de répondre aux besoins des acteurs locaux en améliorant la réutilisation du modèle pour des scénarios d'analyse spécifiques, où les dimensions analytiques peuvent varier sur le plan thématique ou présenter des échelles ou des qualités différentes. La flexibilité garantira également la possibilité d'utiliser l'approche proposée lorsque de l'introduction de nouveaux types de donnée. Enfin, le troisième objectif est de fournir des méthodes et des algorithmes pour enrichir les trajectoires de mobilité

douce, permettant diverses analyses multidimensionnelles (par exemple, l'exposition individuelle à la pollution, l'impact des politiques publiques sur l'évolution de la mobilité douce).

Pour atteindre ces objectifs, nous avons identifié les axes de recherche suivants :

- 1) Proposer un modèle de données flexible pour décrire les trajectoires spatio-temporelles avec des caractéristiques intrinsèques (arrêts, déplacements, types de déplacements) et extrinsèques (exposition à la pollution, obstacles, points d'intérêt, éléments de handicap, etc.). Prendre en compte les profils des utilisateurs en fonction de leurs motifs de mobilité douce observés.
- 2) Développer des algorithmes d'apprentissage automatique pour identifier et distinguer les modes de transport doux (marche, scooters, bus, etc.) à partir des trajectoires existantes.
- 3) Implémenter et instancier le modèle dans un système et le valider sur des cas d'études à partir de scénarios (exposition à la pollution, sécurité, impact, enrichissement des segments de route avec des données de mobilité douce) en utilisant des données réelles.

Plusieurs défis doivent être relevés dans le cadre de l'intégration des données de mobilité douce, tels que l'hétérogénéité spatio-temporelle, thématique et sémantique, les différences de qualité des données et d'échelles spatio-temporelles, la difficulté de distinguer les modes de transports motorisés et doux, ainsi que la diversité des utilisations potentielles du modèle. En outre, combiner les données de présence (exemple, nombre de personnes dans un lieu), flux origine-destination et de mobilité individuelle (échantillons éparses de trajectoires) est une tâche difficile en raison de leurs formats, sources et représentativités intrinsèquement différents, ce qui devrait être pris en compte dans ce travail de recherche.

Cette recherche adoptera les principes de l'open data et de l'open science. Ainsi, les modèles, les données, les algorithmes et le code seront partagés afin d'améliorer la reproductibilité et la réutilisation par les communautés de chercheurs et les acteurs du domaine de la mobilité douce.

Profil et compétences : Le candidat doit être titulaire d'un master en informatique ou en géomatique. Pour un master en informatique, une sensibilité à l'information géographique et l'analyse spatio-temporelle serait fortement appréciée. De solides compétences en programmation sont nécessaires (ex., Python). Un bon relationnel, une motivation pour la recherche et le travail en équipe, un esprit d'initiative, des capacités rédactionnelles et la maîtrise de l'anglais sont nécessaires.

Encadrement et hébergement : Le doctorat est une collaboration entre les laboratoires LASTIG de l'Université Gustave Eiffel - IGN et DAVID de l'Université Paris-Saclay sous la co-direction d'Ana-Maria Raimond (DR) et de Karine Zeitouni (Professeure) et sera effectué au LASTIG (73 avenue de Paris, Saint-Mandé 94165). Le contrat doctoral, d'une durée de trois ans, peut inclure ou non des tâches d'enseignement. Le doctorant s'intégrera dans une équipe de chercheurs et collaborera en particulier avec un post-doc sur la visualisation des trajectoires et un ingénieur en fouille de données de trajectoires.

Procédure de candidature : Envoyez avant le **12 mai 2024** un **seul fichier pdf** contenant le CV, la lettre de motivation, les relevés de notes des deux dernières années académiques, et de préférence au moins une lettre de recommandation directement sur le site de l'IGN en suivant [ce lien](#).

Références

1. Spaccapietra, Stefano & Parent, Christine & Macedo, Jose & Porto, Fabio & Vangenot, Christelle. (2008). A Conceptual View on Trajectories. *Data & Knowledge Engineering*. 65. 126-146. 10.1016/j.datak.2007.10.008.
2. Cayère C. et al., 2021, Multi-Level and Multiple Aspect Semantic Trajectory Model: Application to the Tourism Domain, *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10.3390/ijgi10090592, 10, 9, (592).
3. Mello R. d. S., Bogorny V., Alvares L. O., Santana L. H. Z., Ferrero C. A., Frozza A. A. et al., 2019. MASTER: A multiple aspect view on trajectories. *Transactions in GIS*, p. tgis.12526.
4. El Hafyani, H., Zeitouni, K., Taher, Y., Yeh, L., & Ktaish, A. (2022). A Multidimensional Trajectory Model in the Context of Mobile Crowd Sensing. In *Smart Trajectories* (pp. 153-176). CRC Press.