

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Allocation de trajets multimodaux dans un cadre MaaS par systèmes multi-agents adaptatifs

Référence : **TIS-DTIS-2024-49**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 01/10/2024

Date limite de candidature : 15/09/2024

Mots clés Mobility-as-a-Service, système multi-agents, enchères, transport multimodal, simulation

Profil et compétences recherchées

Bac +5 avec spécialisation en IA ou en SMA

Présentation du sujet

1. Contexte

Dans le cadre du défi clé “*Mobilité Intelligente et Durable*” de la région occitanie, nous nous intéressons au concept de *Mobility-as-a-Service* (MaaS) afin de faciliter l’interaction avec les services développés et agir pour le changement de comportement des usagers. Un point clé pour favoriser ce changement est la personnalisation des services afin de les adapter aux besoins de l’utilisateur et ainsi favoriser son adhésion [3]. Un premier travail mené dans le cadre de l’action MaaS du projet Vilagil a permis la mise en place d’un système de détection des régularités de déplacement d’un utilisateur et l’apprentissage de ses préférences de mobilités [4]. Ceci a pour but de proposer à l’utilisateur des itinéraires équivalents plus vertueux respectant ses préférences et ses besoins.

Pour cela, il est nécessaire d’avoir un générateur d’itinéraires combinant des modalités différentes dont notamment le vélo ou le véhicule personnel. Plusieurs générateurs d’itinéraires existent aujourd’hui. La plupart combine des moyens de transport ayant des points de départ et d’arrivée fixes avec des fiches horaires prédéfinies tel que le métro, le bus, le vélo partagé. Générer des itinéraires multimodaux intégrant des moyens de transport personnels est un problème fortement complexe dû à l’augmentation des combinaisons possibles, l’incertitude autour des horaires de départ, la prise en compte d’événements de dernières minutes pouvant annuler un déplacement prévu notamment dans le cadre du covoiturage.

Dans ce cadre, il est nécessaire de définir un générateur d’itinéraire ouvert, flexible et robuste capable de s’adapter rapidement à la dynamique inhérente à ce type d’application.

2. Objectifs

L’objectif de cette thèse consiste à permettre aux usagers et services de transport (VAC, carsharing, carPooling, TAD, Bus, Métro, etc.) de se coordonner de manière fluide et décentralisée pour déterminer les allocations usagers-services (ou composition de services, dans le cadre multimodal) possibles. Ainsi les usagers peuvent à tout moment proposer leur voiture en tant que moyen de transport. Le système peut ainsi les intégrer en temps réel et proposer à d’autres usagers l’utilisation de ce nouveau moyen de transport.

Nous proposons d’adresser ce problème en se basant sur le concept des systèmes multi-agents adaptatifs en les couplant avec le principe des enchères décentralisées [1,2] notamment dédiées aux tâches multi-agent et multi-modales [5], ou des protocoles d’optimisation distribuée [6], où chaque service sera associé à un coût et chaque requête à une *criticité*. La définition de ces mesures devra prendre en considération différentes granularités allant de la simple modification de trajectoire jusqu’à l’impact écologique.

La validation du système prendra en compte l’impact de la multimodalité sur la qualité des déplacements et la réduction de coûts en utilisant différents set de données existants (NYC taxi, Tisséo, etc.) ou générés. Un travail associant des urbanistes et des économistes permettra de valider le système en tant qu’outil d’aide à

la décision pour avancer vers une offre de transport flexible, multimodale et prenant en compte les besoins des usagers.

3. Planning prévisionnel

Le programme de travail pour cette thèse est le suivant :

- Prise en main de la problématique, de l'existant et de la bibliographie
- Formalisation du problème de génération d'itinéraires multimodaux
- Formalisation du problème d'allocation de trajets multimodaux et développement d'algorithme de résolution
- Evaluation des performances / déterminer l'impact de trajectoires multimodales / Evaluation des coûts modalité et étude des bénéfices de la multimodalité sur le changement de comportement
- Définition de jeux et de méthodes de test
- Conduite des tests et évaluation expérimentale sous GAMA
- Rédaction d'articles et du manuscrit

4. Références

[1] Jonathan Bonnet, Marie-Pierre Gleizes, Elsy Kaddoum, Serge Rainjonneau. ATLAS : Planification multi-s dynamique en temps réel, *Revue d'Intelligence Artificielle (RIA)*, Lavoisier, Numéro spécial JFSMA 2015/2016, N. n° 1-2/2016, p. 35-59, avril 2016.

[https://www.irit.fr/publis/SMAC/DOCUMENTS/PUBLIS/RIA_BONNET_2016%20\(1\).pdf](https://www.irit.fr/publis/SMAC/DOCUMENTS/PUBLIS/RIA_BONNET_2016%20(1).pdf)

[2] Choi, H.-L., Brunet, L., and How, J. P., "Consensus-Based Decentralized Auctions for Robust Task Allocation" *IEEE Transactions on Robotics*, vol. 25, Aug. 2009, pp. 912–926.

[3] Alexandre Perles, Ha-Nhi Ngo, Elsy Kaddoum, Valérie Camps. Adaptive Multi-Agent System for Dynamic Clustering Applied to Itineraries Regularities and Traffic Prediction. *International Conference on Cooperative Information Systems (CoopIS 2023)*, Oct 2023, Groningen, Netherlands.

[4] Kamaldeep Singh Oberoi, Sébastien Parenty, Eugénie Avril, Pratik Rai, Valérie Camps. Towards improved personalisation of MaaS tools. *14th ITS European Congress (2022)*, May 2022, Toulouse, France. pp.1-12.

<https://hal.science/hal-03703695>

[5] Gauthier Picard. 2023. Multi-Agent Consensus-based Bundle Allocation for Multi-mode Composite Tasks. *Proceedings of the 2023 International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2023)*, International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, Richland, SC, 504–512.

[6] Gauthier Picard. Trajectory coordination based on distributed constraint optimization techniques in unimodal traffic management. In *International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS-2023)*, pages 1065--1073. IFAAMAS.

Collaborations envisagées Elsy Kaddoum (IRIT, UPS)

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : DTIS

Lieu (centre ONERA) : Toulouse

Contact Gauthier Picard

Tél. : 0562252670

gauthier.picard@onera.fr

Email :

Directeur de thèse

Nom : Gauthier Picard

Laboratoire : ONERA

Tél. : 0562252670

Email : gauthier.picard@onera.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>