

ED STIC - Proposition de Sujets de Thèse pour la campagne d'Allocation de thèses 2017

Axe Sophi@Stic :

Titre du sujet :

Mention de thèse :

HDR Directeur de thèse inscrit à l'ED STIC :

Co-encadrant de thèse éventuel :

Nom :

Prénom :

Email :

Téléphone :

Email de contact pour ce sujet :

Laboratoire d'accueil :

Description du sujet :

CONTEXTE:

Nous souhaitons améliorer la mobilité des citoyens dans les zones urbaines en leur fournissant, grâce à une interface unique permettant d'exprimer leurs préférences, les moyens de transport les plus pratiques pour atteindre leurs destinations. L'itinéraire proposé peut combiner plusieurs des nombreux moyens de transport disponibles (bus, tram, métro, vélo partagés, covoiturage, etc.). La complexité du calcul d'un itinéraire multimodal est liée à la variété des modes de transport possibles qui peuvent être combinés.

En outre, l'inclusion de données temps réel, qui sont maintenant disponibles sur tous les canaux, rend le calcul très complexe. Il n'est donc pas surprenant que, dans toutes les applications actuelles, les calculs d'itinéraires soient toujours basés sur des horaires théoriques (c'est par exemple le cas à Paris).

Nous collaborons depuis 2015 avec PME Instant-System qui conçoit, commercialise et exploite une plate-forme multimodale comprenant: l'information en temps réel du voyageur sur les transports public; un planificateur de voyage multimodal; l'intégration du covoiturage dans les zones métropolitaines, donc pour les trajets courts; l'application pour smartphone et les sites Web associés. Instant-System intègre et actualise en permanence la position de tous les bus, métro, tramway du réseau et les utilise dans les calculs d'itinéraires. Il conçoit un compagnon de mobilité (une application mobile) capable de guider l'utilisateur tout au long de son voyage, y compris quand et comment changer de moyen de transport. Il prévoit également de proposer des changements d'itinéraires lorsque l'itinéraire initialement prévu dépasse un seuil de délais (un effort de recherche important est nécessaire ici). Nous prévoyons également de collaborer avec la PME Benomad, spécialisée dans le calcul d'itinéraires dans les réseaux routiers (GPS). Un projet ANR sur ce thème avec Instant-System, Benomad, I3S/CeP, Inria Sophia (porteur) et Inria Paris est actuellement en cours d'évaluation.

Dans ce contexte, et en complément des efforts de recherche déjà en cours, nous voulons étudier de nouvelles formes de services à la demande partagés. Avec un service à la Uber, un utilisateur obtient rapidement une solution rapide pour atteindre sa destination, mais il doit payer un prix élevé. Avec des services à la demande partagés, le système affecte plusieurs passagers à un véhicule pour partager les dépenses et optimise les itinéraires des véhicules pour satisfaire les contraintes des utilisateurs tout en optimisant les coûts de l'opérateur. Certains services de navettes pour atteindre les aéroports sont par exemple gérés de cette façon. La qualité de service pour les passagers est plus faible (voyages plus longs) mais le prix est réduit. Ce mode partagé est différent du covoiturage puisque ici la route d'un véhicule est optimisée pour ses passagers uniquement.

Le problème d'optimisation associé appartient à la classe de problèmes connus sous le nom de dial-a-ride problem [1], un problème NP-complet pour lequel plusieurs solutions ont été proposées [1,2,3,4].

OBJECTIFS:

Dans cette thèse, nous considérerons le scénario d'une ville qui exploite une partie de ses bus en tant que service à la demande. Nous devons trouver des itinéraires optimisés pour les bus afin de maximiser la satisfaction des contraintes des utilisateurs. Ceci nécessite de concevoir de nouveaux algorithmes pour le service à la demande partagé, en combinant les demandes planifiées (par exemple, un voyageur demande une solution pour le lendemain matin) et des demandes en temps réel. Nous envisagerons des contraintes réalistes, y compris l'état actuel du trafic ou la durée des périodes de travail des conducteurs. Nous examinerons également le problème du pré-positionnement des véhicules afin de réduire le temps moyen d'attente des passagers et le coût opérationnel (par exemple, la consommation d'énergie pour les véhicules électriques). Enfin, nous visons à définir des paramètres pertinents permettant de déterminer quand la flotte de véhicules devrait être renforcée.

L'étudiant de doctorat sera hébergé à Inria/I3S avec des rencontres régulières avec les

collaborateurs de l'équipe dans ce domaine (PME, partenaires académiques).

PRE-REQUIS:

Théorie des graphes; algorithmes; optimisation combinatoire; programmation linéaire en nombres entiers; langages Java, C/C++, Python.

REFERENCES:

1. J-F. Cordeau, G. Laporte. The Dial-A-Ride Problem: models and algorithms. *Annals of Operations Research*, 153(1):29-46, 2007.
2. G. Berbeglia, J.-F. Cordeau, G. Laporte. Dynamic pickup and delivery problems. *European Journal of Operational Research*, 202(1):8-15, 2010.
3. R. Masson, F. Lehuédé, O. Péton. The Dial-A-Ride Problem with Transfers. *Computers & Operations Research*, 41:12-23, 2014.
4. T. Garaix, C. Artigues, D. Feillet, D. Josselin. Optimization of occupancy rate in dial-a-ride problems via linear fractional column generation. *Computers & Operations Research / Computers and Operations Research*, Elsevier, 2011, 38 (10), pp.1435-1442.

English version:

CONTEXT:

We are interested in enhancing the mobility of citizens in urban areas by providing them, through a unique interface enabling to express their preferences, the most convenient transportation means to reach their destinations. The proposed itinerary may combine several of the many available means of transportation (buses, tram, metro, shared bicycles, carpooling, etc.). The complexity of computing such multimodal itinerary comes from the variety of the possible modes of transportation that have to be combined.

Moreover, the inclusion of real-time data, that are now available on all channels, makes the computation very complex. It is therefore not surprising that, in all well known applications, itinerary computations are always based on theoretical timetables (this is for instance the case in Paris).

Since 2015, we collaborate with SME Instant-System that designs, commercializes and operates a multimodal platform including: the traveler's real-time information on public transport; a multimodal trip planner; the integration of carpooling in metropolitan area, so for short trips; associated smartphone app and web sites. Instant-System integrates and continuously refreshes the position of all bus, subway, streetcar on the network and uses them in the trip calculations. It designs a mobility companion (a mobile application) able to guide the user along her journey, including when and how to change of transportation mean. It plans to also propose itinerary changes when the current one exceeds a threshold delay (a significant research effort is needed here). We also plan to collaborate with SME Benomad, specialized in route computation in road networks (GPS). An ANR project on this topic with Instant-System, Benomad, I3S, Inria Sophia and Inria Paris is currently under evaluation.

In this context, and as a complement of ongoing research effort mentioned above, we want to investigate new forms of shared on-demand services. With an Uber-like on-demand service, a user quickly gets a fast solution to reach her destination, but she has to pay a high price. With shared on-demand services, the system assigns several passengers to a vehicle to share expenses, and optimizes the routes of the vehicles so as to satisfy users constraints while optimizing operator's costs. Some shuttle services to reach airports are for instance operated this way. The quality of service for passengers is lower (longer trips) but the price is reduced. This shared mode is different from carpooling since here the route of a vehicle is optimized for its passengers.

The associated optimization problem belongs to the class of problems known as dial-a-ride problem [1], a NP-complete problem for which several solutions have been proposed [1,2,3,4].

OBJECTIVES:

In this thesis, we will consider the scenario of a city operating parts of its buses as a on-demand service. We must find optimized routes for the buses so as to maximize the satisfaction of the users constraints. This ask for the design of new algorithms for shared on-demand service, combining planned requests (e.g. a traveller asks for a solution for the next morning) and real-time requests. We will consider realistic constraints including the current state of the traffic or the duration of working periods of the drivers. We will also consider the problem of pre-positioning vehicles so as to reduce average waiting time of passengers and the operational cost (e.g., power consumption for electric vehicles). Last, we aim at defining relevant metrics enabling to decide when the fleet of vehicles should be strengthen.

The PhD student will be hosted at Inria/I3S with regular meetings with the collaborators of the team in this field (SME, academic partners).

REQUIRED BACKGROUND:

Good knowledge of graph algorithms and combinatorial optimization; integer linear programming; programming languages Java, C/C++, Python.

REFERENCES:

1. J-F. Cordeau, G. Laporte. The Dial-A-Ride Problem: models and algorithms. *Annals of Operations Research*, 153(1):29-46, 2007.
2. G. Berbeglia, J.-F. Cordeau, G. Laporte. Dynamic pickup and delivery problems. *European Journal of Operational Research*, 202(1):8-15, 2010.
3. R. Masson, F. Lehuédé, O. Péton. The Dial-A-Ride Problem with Transfers. *Computers & Operations Research*, 41:12-23, 2014.
4. T. Garaix, C. Artigues, D. Feillet, D. Josselin. Optimization of occupancy rate in dial-a-ride problems via linear fractional column generation. *Computers & Operations Research / Computers and Operations Research*, Elsevier, 2011, 38 (10), pp.1435-1442.