



Department of Mathematics and Industrial Engineering
2900, boul. Édouard-Montpetit
Campus de l'Université de Montréal
2500, chemin de Polytechnique
Montréal (Québec) Canada
H3T 1J4

Ph.D. Title

Robust synchronization of on-demand transport systems with train schedules and package deliveries

Keywords

On-demand transportation, Robust optimization, Real-time, Reinforcement learning

Description

The core activities of SNCF (French railway company) relate to railway lines operations, by serving predefined points (stations) at fixed times according to schedules planned well in advance. This scheduling is done in such a way as to respect a set of technical constraints on the use of the rail network (safety, capacity ...), while trying to best meet a passenger demand statistically estimated.

In terms of the advantages provided by this type of offer, we can cite massive transport capacity (in terms of the number of travelers that can be transported at a certain time), transport speed and timetable reliability (in terms of dense urban area where road traffic is often congested), and a very low environmental impact compared to other modes.

However, this type of system suffers from limitations on several aspects: the mobility of individuals is based on origins and destinations that are not necessarily close to a station and the planned timetables may be out of step with individual expectations.

Thus, the road mode, based on the possession of a personal vehicle, largely dominates in terms of market share; this mode allows a very great personalization of trips, at the level of service points and schedules which can be adjusted as closely as possible to user needs.

A system that combines the advantages of rail and the flexibility of road mode has been developed based on on-demand transportation (ODT) systems that would work in complementarity with conventional rail systems. This system ensures that the passenger always arrive on time at the train station.

We would like to take advantage of the already developed algorithms to synchronize ODT with package deliveries on top of train schedules. The PhD project will be broken down into three phases. Each of them will propose a new algorithm that improves the previous one while preserving the robustness of the entire system, namely:

1. The development of an algorithm that synchronizes ODT and package deliveries at the train station level;
2. This synchronization system will be extended to multiple stations such as to manage shuttles relocations;
3. For each package, we will use reinforcement learning to select in which train station the package will be stored.

This work will be based on realistic datasets to assess their relevance and ideally representing different types of contexts such as peri-urban areas and sparsely populated areas.

The future candidate will work closely with the SNCF research and development group and will go on a regular basis to France to meet them.

Research field

Operations research

University department

Mathematics and Industrial Engineering, Polytechnique Montreal

Supervisors

Quentin Cappart and Antoine Legrain, Polytechnique Montreal



**Department of Mathematics and
Industrial Engineering**
2900, boul. Édouard-Montpetit
Campus de l'Université de Montréal
2500, chemin de Polytechnique
Montréal (Québec) Canada
H3T 1J4

Requirements

The candidate must hold a Master in Operations Research or any connected field.

Conditions

Financial support of 23 000\$ per year

Documents

Degrees, Academic transcripts, CV, Cover letter and Reference letter

To apply

Email all documents to antoine.legrain@polymtl.ca and quentin.cappart@polymtl.ca

Deadline

From now until the position is filled

Starting date

Summer 2023

Research environment

The candidate would work in the CIRRELT offices. CIRRELT is an interdisciplinary research center of international reputation, where the best researchers and professionals are trained. It develops and communicates state-of-the-art knowledge and technologies to design, manage and operate innovative, effective, safe and sustainable networks. The methods and solutions developed provide high value solutions to numerous complex socio-economical challenges. CIRRELT researchers are focusing their efforts on the design, management, operation and safety of logistics, service, and infrastructure networks. With its interdisciplinary expertise, CIRRELT researchers optimize the usage of networks and propose innovative and sustainable solutions to complex socio-economical challenges. They help policy makers and managers by combining their talent to deal with public infrastructure issues, service networks in several areas such as transportation, telecommunications, health care, finance and energy, as well as logistics networks where many business units are coordinated to transform efficiently raw material into a combined set of products to be delivered to the users or customers.

Titre du projet de doctorat

Synchronisation robuste des systèmes de transport à la demande avec les horaires de train et les livraisons de colis

Mots clés

Transport à la demande, Optimisation robuste, Temps-réel, Apprentissage par renforcement

Courte description du projet

Le cœur d'activités de la SNCF porte sur l'exploitation de lignes ferroviaires, en opérant la desserte de points prédéfinis (les gares) à des horaires fixes selon des modalités planifiées très en amont. Cette planification des horaires est faite de manière à respecter un ensemble de contraintes techniques sur l'utilisation du réseau ferroviaire (sécurité, capacité...), tout en tentant de répondre au mieux à une demande voyageurs estimée de manière statistique.

Au niveau des avantages apportés par ce type d'offre, on peut citer : la capacité de transport massive, au niveau du nombre de voyageurs pouvant être acheminés en un temps donné, la vitesse de transport et la fiabilité des temps de parcours, notamment en zone urbaine dense où le flux routier est souvent congestionné, et un impact environnemental très faible comparé aux autres modes.

Ce type de système souffre pourtant de limitations sur plusieurs aspects : les mobilités des individus s'inscrivent sur des origines et destinations qui ne sont pas nécessairement proches d'une gare et les horaires planifiés peuvent être décalés par rapport aux attentes individuelles. Ainsi, le mode routier, basé sur la possession d'un véhicule personnel, domine largement en termes de part de marché ; ce mode permet notamment une très grande personnalisation des déplacements, au niveau des points de dessertes et des horaires qui peuvent être ajustés au plus proche des besoins des utilisateurs.

Un système combinant les avantages du ferroviaire et la flexibilité du mode routier a été développé grâce à un système de transport à la demande (TAD) qui fonctionne en complémentarité de systèmes ferroviaires classiques. Ce système assure de manière robuste à l'utilisateur qu'il pourra arriver à la gare à temps pour monter dans son train.

Nous souhaitons tirer avantage du système développé afin de synchroniser le TAD avec des livraisons de colis en plus des horaires de train. Le projet de doctorat se décomposera en 3 phases qui proposeront chacune une amélioration sur la précédente tout en conservant la robustesse du système déjà développé, soit :

1. Le développement d'un algorithme de synchronisation du TAD et de la livraison de colis au niveau d'une seule gare;
2. Ce système de synchronisation sera élargi à plusieurs gares afin de gérer la relocalisation des navettes;
3. Le lieu de stockage (c'est-à-dire, la gare) pour chaque colis sera déterminé grâce à un algorithme d'apprentissage par renforcement.

Ces travaux s'appuieront sur des jeux de données réalistes permettant d'évaluer leur pertinence et représentant idéalement différents types de contextes comme des zones péri-urbaines et des zones peu denses.

Le futur candidat travaillera en étroite collaboration avec le groupe de recherche et développement de la SNCF et se rendra régulièrement en France pour les rencontrer.

Domaines de recherche

Recherche opérationnelle



Department of Mathematics and Industrial Engineering
2900, boul. Édouard-Montpetit
Campus de l'Université de Montréal
2500, chemin de Polytechnique
Montréal (Québec) Canada
H3T 1J4

Département d'admission

Mathématiques et génie industriel, École Polytechnique de Montréal

Directeurs de recherche

Quentin Cappart et Antoine Legrain, École Polytechnique de Montréal

Profil du candidat recherché

Titulaire d'une maîtrise ou d'un master en recherche opérationnelle ou toutes disciplines connexes.

Conditions

Montant de 23 000\$ sous forme de bourse par année.

Documents demandés

Diplômes, Relevé de notes, CV, lettre de motivation et références

Pour postuler

Transmettre les documents demandés à antoine.legrain@polymtl.ca et quentin.cappart@polymtl.ca

Date limite pour postuler

Dès maintenant et jusqu'à ce que le poste soit pourvu

Date prévue de début

Été 2023

Présentation du milieu de recherche

Le candidat interagira régulièrement avec les membres de la SNCF et voyagera de temps en temps en France pour travailler plus étroitement avec la SNCF dès que le contexte sanitaire le permettra. Elle/Il sera principalement amené.e à travailler au Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport (CIRRELT). Le CIRRELT a pour mission d'être un centre de recherche interdisciplinaire de renommée internationale offrant un encadrement de premier plan pour les meilleurs chercheurs et professionnels. Il développe et diffuse ses connaissances et méthodologies de pointe afin de concevoir, gérer et opérer des réseaux innovateurs, efficaces, sécuritaires, sûrs et durables. Les méthodes et les solutions ainsi développées permettent d'offrir des solutions de grande valeur à de nombreux défis socio-économiques complexes. Le Centre n'englobe pas moins de 75 professeurs membres réguliers et près de 600 étudiants gradués. Les étudiants faisant partie du CIRRELT ont donc accès à toute l'infrastructure du Centre (laboratoire de recherche, logiciels, support informatique) et à ses diverses activités scientifiques organisées tout au long de l'année.