

Optimisation dans les réseaux multimodaux

Mots-clés : optimisation combinatoire, théorie des graphes, programmation mathématique, programmation par contraintes.

Dans le cadre de son développement, la société Milanamos SAS cherche à mettre en place un partenariat de recherche publique-privée avec le laboratoire I3S en accompagnant un jeune doctorant sur un projet de recherche opérationnelle en relation avec notre activité de développement de systèmes experts pour les professionnels du transport de passagers. Le document ci-joint présente notre société, nos produits, ainsi que le contexte et le cadre conceptuel de la recherche proposée.

Présentation de la société

Milanamos SAS est une startup basée à Sophia Antipolis, créée en janvier 2014 par ces deux fondateurs. Notre société se positionne sur le marché du développement de logiciels d'aide à la décision pour gérer des problématiques liées à l'intermodalité entre acteurs du transport de passagers. PME innovante à fort potentiel de développement (lauréate du Concours Mondial de l'Innovation en mars 2014), nos produits s'adressent aux opérateurs de transports, municipalités, et gestionnaires d'infrastructures ayant pour vocation de favoriser le développement conjoint de réseaux intégrant une logique multimodale.

Notre société a actuellement deux salariés travaillant sur le développement de nos logiciels, avec une montée en charge prévue à cinq d'ici la fin de l'année. Nos clients actuels sont deux sociétés de conseil, Price Waterhouse Coopers et Leigh Fisher International, et nous sommes en discussions commerciales avec une dizaine de prospect qualifiés, pour un objectif de chiffre d'affaires 2014 de 250K et 1 million d'euros en 2015.

Notre plan produit

Milanamos a pour objectif de développer une suite intégrée de 3 logiciels sous la marque ombrelle PlanetOptim d'ici à fin 2016.

PlanetOptim.Future : Premier logiciel de la suite, PlanetOptim.Future est une base de données disposant de 10 années de trafic aérien. Doté d'une interface utilisateur très simple, l'outil génère en quelques clics historiques et/ou prévision de demande et de recette sur un réseau ou une route donnée pour la période souhaitée. Les analyses fournies sont disponibles sous forme graphique, tableur ou cartographique. Sont

également calculés les principaux indicateurs économiques nécessaires à l'analyse économique d'une route. Au troisième trimestre 2014, ce produit évoluera en base de données historique et de prévision multimodale, en intégrant des données liées au transport de passagers par rail, bateau et bus inter-cités.

PlanetOptim.Network : Second logiciel de la suite, PlanetOptim.Network aidera les différents gestionnaires de transport à harmoniser de manière collaborative leurs actifs. Regroupant les bases de données de multiples opérateurs de transport, l'objectif est d'assister la mise en place de routes multimodales ainsi que d'optimiser les temps de connexion. L'objectif est de permettre à des opérateurs de différents modes de transport de construire une offre conjointe co-opérée. La réduction globale du temps de voyage étant l'argument majeur pour être compétitif face au véhicule personnel. Ce logiciel fournit également des prévisions de demande et de recette modélisant les comportements de consommateurs face à l'offre multimodale. Le bénéfice pour les opérateurs étant d'étendre leur zone de chalandise

PlanetOptim.Pricing : Troisième outil de la suite, PlanetOptim.Pricing à vocation à fournir des recommandations tarifaires sur une route multimodale donnée pour capter le générer la meilleure demande possible.

Présentation du laboratoire I3S

Le Laboratoire d'Informatique, Signaux et Systèmes de Sophia-Antipolis (I3S - <http://www.i3s.unice.fr/>) est une unité Mixte de Recherche CNRS/Université Nice Sophia Antipolis créé en 1989 et compte aujourd'hui plus de 300 personnes. Par-delà une structure opérationnelle organisée en pôles et équipes, le laboratoire déploie ses axes de recherche suivant trois directions.

1. Communications, réseaux et logiciels omniprésents.
2. Modèles, information et calcul pour la médecine et la biologie.
3. Optimisation, modélisation et simulation du monde réel.

Les activités de recherche à l'I3s supposent la mise en œuvre d'allers-retours réguliers entre théorie et application, en confrontant les résultats et les méthodes aux problèmes du monde réel dans le cadre de partenariats avec les acteurs socio-économiques. Le candidat sera intégré à l'équipe CeP (Contraintes et preuves - <http://cep.i3s.unice.fr/index.html>) du pôle MDSC (modèles discrets et systèmes complexes).

Le contexte de la recherche

Face aux enjeux financiers liés aux infrastructures de transport, mais aussi à l'impact environnemental du transport routier, les décideurs de la politique de transport favorisent le développement de politiques conjointes de transport entre différents

modes de transport. Générer une réelle complémentarité entre le transport aérien, rail, bateaux et bus permet de diminuer les nuisances occasionnées par l'usage de moyens de déplacement individuels. De plus cela permet d'éviter des duplications d'investissements en infrastructures, ainsi que d'améliorer la qualité de service pour les usagers, mesurée en temps de trajet de point à point, et donc son attractivité.

Pour les opérateurs de transport, la principale motivation est de bénéficier de flux de trafic additionnels en desservant des destinations qui ne pourraient l'être par leur mode propre, ou de façon non rentable.

Cette logique d'intermodalité est supportée au niveau Européen à travers les programmes Marco-Polo pour le transport de marchandises, TEN-T, et Horizon 2020, ainsi que leurs diverses déclinaisons.

Face à ces initiatives publiques, les opérateurs de transport ont de réelles difficultés d'appréhension de la complexité additionnelle générée par ces politiques multimodales, que ce soit d'un point de vue opérationnel, procédural et organisationnel, et économique. La coordination des réseaux entre plusieurs opérateurs, en fonction de leurs contraintes opérationnelles, nécessite de développer une solution distribuée supportant coordination entre opérateurs et co-opération. Milanamos s'inscrit dans cet objectif par la création d'une suite logicielle fournissant données de marché (PO.Future) et optimiseurs de réseaux multimodaux (PO.Network) et tarifaire (PO.Pricing).

L'objectif de la recherche – Vision métier

Le sujet de cette étude portera sur plusieurs axes : Evaluation et recherche sur une modélisation visant à optimiser la *gestion* d'un réseau multimodal. L'objectif sera de déterminer le modèle d'optimisation sous contrainte permettant de façon simultanée d'évaluer l'optimum d'allocation des capacités pour chaque mode de transport, mais aussi au niveau intermodal, afin de trouver un équilibre au niveau du système de transport intermodal mais aussi au niveau de sous-systèmes monomodaux. L'optimisation étant faite en terme de planification, les contraintes opérationnelles resteront faibles, néanmoins les contraintes extra-opérationnelles telles que capacité ou fréquence minimum borneront en entrée l'optimisation. La difficulté de l'étude est de mettre en œuvre un système ouvert en termes de modélisation, gérant la dualité d'optimum modal et intermodal de façon concomitante.

1. Evaluation et recherche sur une modélisation visant à optimiser le *cheminement* dans un réseau multimodal. L'objectif est que l'utilisateur spécifie ses points de départ et d'arrivée, son heure de départ ainsi que les moyens de transports souhaités et le système calcule un itinéraire optimal. Un premier point concernera la modélisation des critères généralement pris en compte par les usagers. Cela passe par la mise en évidence des critères d'optimisation (durée

du voyage, réduction du carburant, réduction des coûts, sécurité) ainsi que des paramètres ayant un impact potentiel sur le calcul des routes et leur optimisation (incidents, grèves, congestion).

2. Amélioration du modèle de prévision afin d'intégrer des données micro-économétriques territoriales et de déterminer plus précisément la zone d'attractivité du réseau en terme de demande de transport. Au jour d'aujourd'hui, le modèle développé par Milanamos est du type Arima et intègre des données macroéconomiques afin de faire des prévisions longues sur 10 ans. En revanche l'appréhension des logiques propres de territoires, nécessaires afin de déterminer sur un réseau donné la demande de transport, reste à créer afin de modélisation. Sur cette recherche spécifique, un travail conjoint sera à faire avec le laboratoire CNRS associé GREDEG.

Ambition minimale : Les travaux de recherche seront basés sur les données Européennes en se concentrant dans un premier temps sur la construction de planning avion/TGV/Bus longue distance sur les 20 aéroports multimodaux en service à ce jour.

Ambition maximale : Les travaux de recherche seront basés sur les données Européennes en ciblant la construction de plannings combinant tous les modes de transports et incluant les transports urbains. Une métropole pourra être prise en exemple sur la base de l'accès à ses données et de sa volonté politique de collaborer à la mise en place d'un pilote.

Différentiateurs innovants

PlanetOptim se différencie du marché sur les points suivants :

- Utilisation de nouvelles technologies de bases de données. La plupart des solutions du marché sont basées sur des outils Oracle. Nous avons fait le choix de MongoDB pour sa structure NoSQL offrant la flexibilité d'intégrer de gros volumes de données de sources diverses devant évoluer dans le temps et dans l'espace.
- Utilisation d'outils de visualisation graphique innovants (explorateur de marché cartographique, visions infographiques)
- Ergonomie simplifiée permettant d'offrir des résultats rapidement (travail en collaboration avec le GREDEG / CEFH – Ivan Pastorelli).
- Intégration de la dimension multimodale afin de construire des plannings commodaux
- Première base de données « big data » du trafic multimodal (estimation du trafic en fonction des capacités et saisonnalités pour les modes de transports n'offrant pas de données ouvertes #OpenData).

Performances attendues du système

Un caractère important et différenciant du système réside dans sa performance et ses temps de réponse. Notre ambition est d'atteindre les temps de réponse suivants :

- Calcul d'une prévision porte à porte entre deux points : 10 secondes
- Optimisation d'un hub (Charles de Gaulle/ 1500 vols/trains quotidiens) : 5 minutes pour optimiser les flux d'une journée. 30 minutes pour un programme type.
- Construction d'un itinéraire co-modal urbain/rail/avion : 60 secondes

Candidat – Profil idéal

Ingénieur diplômé d'une école d'ingénieur généraliste ou informatique ou étudiant en M2 de Mathématiques/Informatique souhaitant faire une thèse de Doctorat autour du sujet exposé dans ce document.

Idéalement, le candidat chercheur doit avoir des connaissances en codage afin de pouvoir intégrer lui-même le résultat de ses recherches dans le logiciel (avec l'aide de développeurs et de DBA).

Les fondements théoriques sur lesquels portent cette étude relèvent d'une part des techniques optimisation sous contraintes (méthodes RO et/ou "programmation par contraintes") ainsi que d'aspects relevant de la théorie algorithmique des graphes. Des compétences sur ces thématiques sont donc souhaitables.

L'étudiant sera amené à implémenter ses idées. Une bonne connaissance de la programmation est donc requise.

Milanamos lui fournira un bureau, du matériel informatique, l'accès à son environnement de développement ainsi que le support de son équipe de développement et d'architecture en bases de données.

L'I3S lui fournira un bureau et l'accès aux ressources du laboratoire.

Autre considérations

Cette mission de recherche opérationnelle sera effectuée dans le cadre d'un contrat de travail de type CIFRE en contrat à durée déterminée de trois ans. Le travail de recherche proposé, sous réserve d'accord et de définition d'une méthodologie du projet de recherche avec le laboratoire de recherche et du salarié-doctorant, constituera la thèse en tant que telle. A cet effet, il est attendu que le candidat chercheur consacre 100% de son temps à l'objet de la recherche, le lieu d'exercice du salarié doctorant devant principalement être au sein du laboratoire I3S à Sophia Antipolis et au siège de l'entreprise (actuellement incubé à I3S).

Candidater

Merci d'envoyer votre dossier de candidature constitué :

- d'un CV (3 pages maximum)
- des résultats et classements en master (ou diplôme équivalent) première et deuxième années (1er semestre pour le M2 si les résultats de l'année ne sont pas encore connus). Joindre la copie des relevés de notes.
- d'une lettre de motivation
- d'éventuelles lettres de recommandation

par courriel (Sujet: "Offre Thèse CIFRE I3S-Milanamos") et en format pdf à arnaud.malapert@unice.fr

Nous contacter

Christophe Imbert / Email: christophe.imbert@milanamos.com 06 79 27 22 12

Christophe Ritter / Email: christophe.ritter@milanamos.com

Jean-Charles Régin / Email: jcregin@gmail.com / <http://www.constraint-programming.com/people/regin/>

Arnaud Malapert / Email : arnaud.malapert@unice.fr / (<http://www.i3s.unice.fr/~malapert/>)