

Évaluation multi-critère d'ensembles d'itinéraires multi-modaux

Lizhi Wang¹, Vassilissa Lehoux², Luis Ulloa², Van-Dat Cung¹, Marie-Laure Espinouse¹

¹ Univ. Grenoble Alpes, G-SCOP, 38000 Grenoble, France

{lizhi.wang, van-dat.cung, marie-laure.espinouse}@g-scop.grenoble-inp.fr

² XRCE, 38100 Meylan, France

vassilissa.lehoux@xrce.xerox.com

Mots-clés : *itinéraires, multi-modal, évaluation multi-critères*

1 Contexte et enjeux

Dans le cadre de la mobilité urbaine d'aujourd'hui, malgré une croissance du développement des transports publics, les voitures restent le mode de transport principal des particuliers (il représente environ 75% des kilomètres parcourus au sein de l'Union Européenne [1]).

Les autorités de transport cherchent donc à favoriser de plus en plus les modes de transport alternatifs pour diminuer l'utilisation des véhicules personnels. D'après des études sociologiques [2], les utilisateurs acceptent de changer leurs habitudes sous condition qu'ils puissent mesurer l'impact en termes de coût et de bénéfice de chaque solution qui leur est proposée. Les utilisateurs souhaitent disposer d'un outil simple à utiliser pour les aider à choisir, en fonction de leurs préférences, un itinéraire dans les réseaux de transport public très complexes (grande taille, multi-modaux, multi-prestataires) d'aujourd'hui.

Depuis 2013, un algorithme, baptisé XTPA¹ [3], est développé par XEROX pour calculer ces itinéraires. Ce dernier génère un ensemble d'itinéraires incluant les solutions Pareto optimales pour la minimisation de l'heure d'arrivée et du nombre de transferts. Les solutions générées qui ne sont pas Pareto optimales ont pour but de proposer des alternatives variées, qui peuvent être préférées par un utilisateur pour des raisons subjectives ou parce qu'elles ont des caractéristiques intéressantes relativement à d'autres critères, comme par exemple la durée de marche ou le temps d'attente. Notre travail consiste à évaluer la qualité de cet algorithme en mesurant la performance des itinéraires obtenus pour un ensemble de critères classiques, et la diversité de leur structure.

2 Évaluation multi-critères des itinéraires

Pour évaluer XTPA, un autre algorithme a été implémenté pour générer l'ensemble des solutions Pareto optimales pour quatre critères (minimisation de l'heure d'arrivée, du nombre de correspondances, de la durée totale de marche, de la durée totale d'attente). Cet algorithme, contrairement à XTPA, n'est pas polynomial mais exact pour les quatre critères cités. Nous allons comparer, pour les mêmes requêtes et sur chacun des quatre critères (même origine, destination et contraintes), les itinéraires retournés par XTPA avec l'ensemble de Pareto. Nous utilisons aussi des méta-critères additionnels (combinaison de plusieurs des quatre critères précédents à l'aide d'opérateurs de logique floue). Ces méta-critères permettent d'évaluer les solutions offrant un compromis entre plusieurs critères. Les comparaisons ont deux objectifs.

Premièrement, nous voudrions connaître la performance des solutions proposées par XTPA (alternatives) du point de vue des critères ou des méta-critères étudiés. Pour ce faire, nous avons mesuré la valeur de chaque solution sur chaque critère dans l'ensemble d'alternatives et l'ensemble de Pareto. Ensuite, sur chaque critère, nous comparons les solutions de l'ensemble d'alternatives avec la valeur optimale pour ce critère (obtenue à partir de l'ensemble de Pareto) pour calculer un score dans l'intervalle [0, 1] pour chaque alternative qui permet de définir un

1. XTPA : XEROX Trip Planner Algorithm

Fuzzy set [4] associé à ce critère. Plus le score est proche de 1 pour une alternative, plus sa performance est proche de l'optimum sur ce critère et plus on considère qu'elle appartient au Fuzzy set. Pour les méta-critères, nous utilisons les opérations d'union et d'intersection des Fuzzy sets pour définir le score.

Deuxièmement, nous essayons de mesurer la diversité des solutions dans l'ensemble d'alternatives et l'ensemble de Pareto, puis de les comparer. En effet, la diversité est considérée comme un critère important car nous souhaitons que nos alternatives puissent répondre à des besoins variés. En particulier, deux itinéraires utilisant la même succession de routes seront similaires du point de vue de l'utilisateur, par exemple deux alternatives qui suivent les tracés géographiques similaires mais différenciés par les coordonnées des correspondances. Dans cette étude nous proposons une première mesure de dissimilarité fondée sur deux critères géographiques décrivant la forme générale d'un itinéraire. Nous calculons deux angles (cf. Figure 1), l'un pour le départ, l'autre pour l'arrivée représentant la direction de départ et la direction d'arrivée.

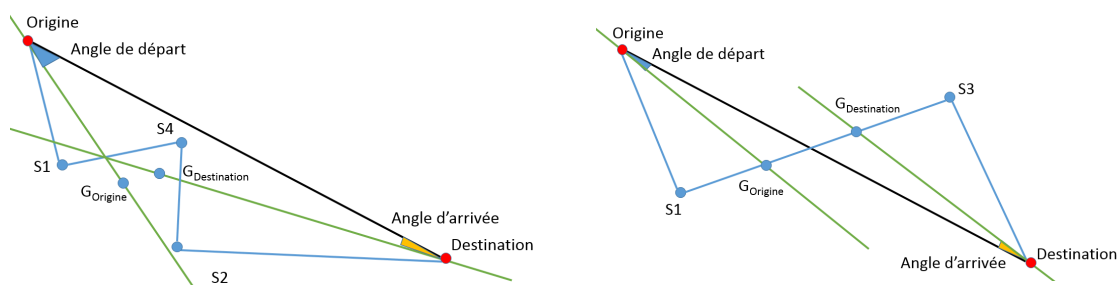


FIG. 1 – Exemples des angles de départ et d'arrivée

Chacune de ces figures représente un itinéraire pour le même couple origine-destination. Les angles sont calculés par rapport à la droite origine-destination. Pour chaque angle un barycentre pondéré des stops est déterminé. La pondération est fondée sur la distance à l'origine ou à la destination. L'angle de départ (resp. d'arrivée) est l'angle entre la droite origine-destination et celle origine-barycentre origine (resp. barycentre destination-destination). Nous étudions la diversité des solutions en calculant la variance et l'écart-type de ces deux critères.

3 Conclusion et perspectives

Cette étude a permis de valider la méthode d'évaluation d'ensembles d'itinéraires proposée. Nous avons introduit une nouvelle mesure de diversité sur ces ensembles qui s'est montrée adaptée en pratique. La prochaine étape de notre étude consistera à généraliser cette approche avec d'autres critères (par exemple, la maximisation du temps de marche pour les utilisateurs qui veulent faire du sport).

Remerciements Le doctorat de Lizhi Wang est financé par la Région Auvergne Rhône-Alpes via la Communauté de Recherche Académique ARC7.

Références

- [1] *Preparation of a green paper on urban transport : report on urban transport in europe. Prepared for the european commission, directorate-general for energy and transport.* Produced by MVV Consulting-Tractebel Development Engineering, September, 2007
- [2] S. Castellani, A. Grasso, J. Willamowski, et D. Martin, *Sustainable Commuting @Work.* In Proc. of the COOP 2015 Workshop on USCIAMO in Nice, France. 2014
- [3] L. Ulloa, V. Lehoux-Lebacque, F. Roulland, *Trip planning within a multimodal urban mobility.* In ITS European Congress, Glasgow, Scotland, June 6-9, 2016.
- [4] L. Zadeh, Fuzzy sets, *Information and Control*, 8(3) : 338-353, 1965.