

Méthodes exactes de simplifications pour le MA-TSP-PR-DL : élimination des sous-trajets non-pertinents et décomposition trajets/affectations

Cyril SAHUC¹, Serigne GUEYE¹, Cyrille GENRE-GRANDPIERRE²

¹ Laboratoire Informatique d'Avignon, France
`{cyril.sahuc,serigne.gueye}@univ-avignon.fr`

² UMR ESPACE, Avignon, France
`cyrille.genre-grandpierre@univ-avignon.fr`

Mots-clés : *recherche opérationnelle, optimisation, problème du voyageur de commerce, localisation, zone commerciale, stationnement.*

1 Introduction

Ce problème trouve son origine dans la problématique d'optimisation de la localisation de parkings et de commerces. Elle se généralise à la localisation de parkings et de zones d'activités dans des aires urbaines.

Définition 1 On désigne par **TSP-PR** le problème d'un agent qui doit atteindre un ou plusieurs objectifs à pieds, en commençant et finissant son trajet en voiture sur un réseau routier. Il doit utiliser des parkings pour atteindre ses objectifs. Ces parkings sont les seuls points de passage entre un graphe routier et un graphe pédestre. La contrainte de retour au parking (Parking Return) impose à l'agent, lorsque celui-ci utilise le réseau pédestre, de revenir au réseau routier par le parking sur lequel il a déposé sa voiture. L'agent doit minimiser le coût de son parcours.

Définition 2 On appelle **MA-TSP-PR** le problème où plusieurs agents (Multi-Agent) sont simultanément confrontés à un problème **TSP-PR** sur le même graphe.

Définition 3 Le **MA-TSP-PR-DL** est un problème **MA-TSP-PR** où les objectifs visés par les agents n'appartiennent plus au graphe mais sont à localiser sur des espaces disponibles sur le réseau pédestre (Destination Location). Il s'agit de trouver les "meilleures" affectations pour ces derniers.

Nous proposons une modélisation linéaire du MA-TSP-PR-DL basée sur la notion de "sous-trajets". La comparaison à une première formulation plus directe montre l'efficacité de l'approche.

Définition 4 On appelle **sous-trajets** dans la modélisation d'un TSP-PR, des déplacements élémentaires permettant de reconstruire le trajet optimal d'un agent. Ils sont de 3 types : le type "First" définit les premiers déplacements possibles d'un agent, partant de son entrée dans le système pour rejoindre un de ses objectifs en utilisant un parking ; le type "Last" définit les sous-trajets de fin, partant d'un objectif pour sortir du système en passant par un parking ; les déplacements entre objectifs, utilisant deux parkings, sont de type "Next".

L'utilisation de sous-trajets simplifie significativement la résolution, en comparaison à des modèles classiques utilisant des liaisons entre deux points. Cependant, de par la quantité très importante de sous-trajets générés, la quantité de variables et de contraintes associées ne rendent possible que la résolution d'instances de tailles très petites.

2 Méthodes de simplification

2.1 Pré-traitement : élimination des sous-trajets non-pertinents

Cette simplification consiste à traiter indépendamment chaque agent pour déterminer tous les trajets optimaux qu'il pourrait effectuer. On considère tous les jeux de localisations possibles de ses objectifs, et pour chacun le TSP-PR associé est résolu. Chaque sous-trajet utilisé dans les solutions trouvées est stocké dans une liste des sous-trajets définis comme "pertinents". Les sous-trajets ne faisant pas partis de cette liste ne peuvent pas être utilisés dans une solution optimale.

2.2 Décomposition trajets/affectations

Cette simplification suit le même principe que la précédente. Mais au lieu de construire une liste de sous-trajets "pertinents", on ne garde que le coût associé à ces trajets. À chaque ensemble traité d'entrée/sortie de la zone et de jeu de localisations d'objectif à atteindre est associé le coût du meilleur trajet. Cela engendre une très grande matrice de coûts, mais permet ensuite, de ne traiter plus qu'un problème simple d'affectation linéaire de grande taille.

3 Expérimentations numériques

Plusieurs tests ont été effectués sur de petites instances générées aléatoirement afin de comparer les temps de résolution avec ou sans ces simplifications. On peut constater le gain de temps conséquent sur la figure 1. Avec la première simplification, les ressources requises (RAM) sont significativement réduites, en témoigne le tableau 1 qui répertorie le nombre de sous-trajets pour différents tests. La méthode a également été testée sur une instance réaliste relative à la zone commerciale du Pontet. Les résultats numériques seront présentés.

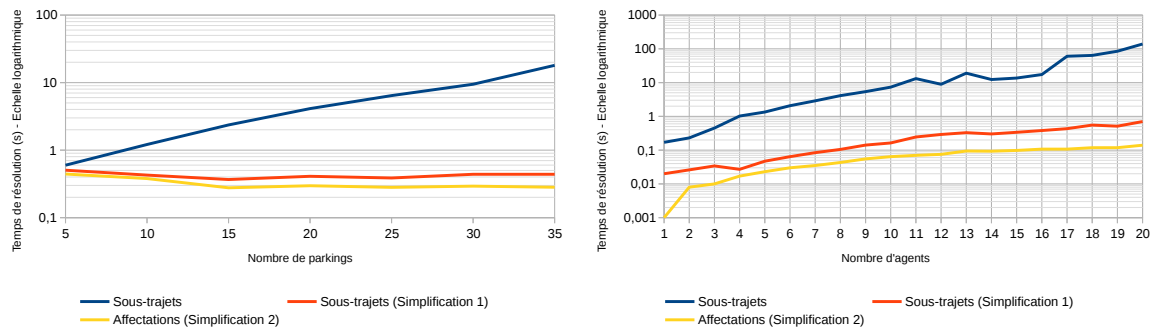


FIG. 1 – Comparaison des temps de résolution pour les méthodes avec ou sans simplification. Augmentation du nombre de parkings (à gauche) et du nombre d'agents (à droite)

Nb de parkings	Sous-trajets			Sous-trajets pertinents		
	"First"	"Next"	"Last"	"First"	"Next"	"Last"
10	300	9.000	300	44	94	43
20	600	38.000	600	44	104	43
30	900	87.000	900	45	106	44
50	1.500	245.000	1.500	44	107	43
100	3.000	990.000	3.000	41	109	40
200	6.000	3.980.000	6.000	38	105	37

TAB. 1 – Comparaison du nombre moyen de sous-trajets avec ou sans suppression des sous-trajets non-pertinents. Pour 10 localisations, 3 entrées, 3 sorties et 100 agents.