

Dimensionnement d'une flotte de robots dans un entrepôt logistique

Achraf RJEB¹, Jean-Philippe GAYON¹, Sylvie NORRE¹

¹Université Clermont-Auvergne, LIMOS – Clermont-Ferrand, France

achraf.rjeb@uca.fr

j-philippe.gayon@uca.fr

sylvie.norre@uca.fr

Mots-clés : *Logistique interne, transports, robots*

Introduction

La notion de système multi-robots (SMR) est apparue en 1989 afin de remplacer un grand robot par un ensemble de petits robots. Pour les systèmes multi-robots dans le cadre des entrepôts logistiques, la littérature s'est depuis enrichie en s'intéressant notamment aux champs d'étude suivants : conception de système de guidage, dimensionnement des flottes de robots, planification, routage, positionnement, gestion de la batterie, gestion des conflits. Nous nous intéressons en particulier au problème du dimensionnement d'une flotte de robots. En effet, le nombre de robots influence considérablement les SMR et déterminer le type et le nombre adéquat de robots est très important. Dans des travaux de recherche, plusieurs facteurs peuvent influencer le dimensionnement d'une flotte de robots : l'agencement de l'entrepôt, la localisation et le nombre de stations de chargement, la vitesse de déplacement...

Le problème de dimensionnement d'une flotte de robots consiste à déterminer le nombre minimal de robots permettant de transporter un nombre fini de charges sur un horizon de planification déterminé. D'après [2], les modèles de dimensionnement traités dans la littérature peuvent être classés en quatre catégories d'approches : (1) Modèles de simulation à événement discret et continu, (2) Calcul comprenant un ensemble de calculs simples (3) Modèles de recherche opérationnelle déterministes, y compris la programmation linéaire et en nombres entiers (4) Modèles stochastiques comprenant la théorie de file d'attente.

Les modèles de dimensionnement de flottes d'AGV (Automated Guided Vehicle) dans la littérature posent bien le problème industriel (voir e.g. [1,3,4,5]). Notre contribution consiste à traiter rigoureusement ces problèmes d'optimisation et à en déduire des méthodes de résolution appropriées (exactes ou approchées)

Problème étudié

Dans ce travail, on s'intéresse principalement au problème du dimensionnement d'un système de transport industriel automatisé. Notre première étape est de dimensionner une flotte de robots capable d'exécuter des tâches de transport simples entre deux zones de stockage avec certaines hypothèses. Ensuite, on essaiera d'étendre nos solutions sur des systèmes d'entrepôts automatisés réels.

Nous avons débuté notre étude avec un système de transport simple avec une flotte de robots qui se déplacent entre deux points de stockage dans un entrepôt. (Voir FIG.1)

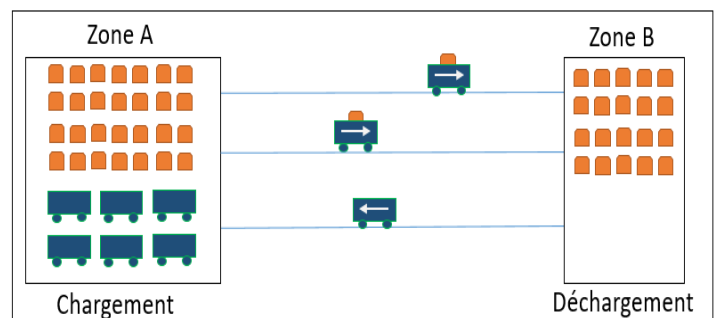


FIG.1 : Modèle avec un type de robot et un type de charge

Notations

- t_l : temps de chargement (loading)
- t_e : temps de déchargement (unloading)
- p : temps de cycle qui est le temps de fonctionnement d'un robot du chargement jusqu'à son retour
- T : horizon de planification
- d_{AB} : distance entre A et B
- n : nombre de charges à transporter de A vers B pendant la période T
- m : nombre de robots
- n_{PD} : nombre de stations de chargement (Pickup) / déchargement (Delivery) en A
- v_l : vitesse de circulation du robot chargé (uniforme)
- v_e : vitesse de circulation du robot vide (uniforme)

Hypothèses

- Le lieu de stockage des robots est situé au point A (le départ et le retour se font au point A).
- Le transport est unitaire : chaque robot transporte une seule charge à un instant donné.
- Le temps de chargement est égal au temps de déchargement
- Le nombre des stations de chargement en A est égal au plus au nombre des stations de déchargement en B
- Les charges à transporter sont toujours disponibles
- Le problème de blocage lors de la circulation n'est pas pris en compte
- Le problème de chargement de batterie n'est pas pris en compte

Objectif : Déterminer le nombre minimal de robots m^* permettant de transporter les n charges sur un horizon de temps $[0, T]$ avec le départ et le retour des robots se font au point A .

Exemple de résultat : Pour ce modèle le nombre optimal de robots est
$$m^* = \left\lceil \frac{n}{\left\lfloor \frac{T}{p} \right\rfloor} \right\rceil$$

Autres résultats :

Nous avons poursuivi nos travaux par l'étude de variantes de ce problème comportant un nombre fini de stations de chargement, différents types de charges, différents types de robots, ou dans un contexte de coopération entre robots

Références

- [1] Chawla, V, Chanda, A, & Angra, S. 2018b. Automatic guided vehicles fleet size optimization for flexible manufacturing system by grey wolf optimization algorithm. *Management Science Letters*, 8(2), 79–90
- [2] Choobineh, F Fred, Asef-Vaziri, Ardavan, & Huang, Xiaolei. 2012. Fleet sizing of automated guided vehicles: a linear programming approach based on closed queuing networks. *International Journal of Production Research*, 50(12), 3222–3235
- [3] Egbelu, Pius J. 1987. The use of non-simulation approaches in estimating vehicle requirements in an automated guided vehicle based transport system. *Material flow*, 4(1), 17–32
- [4] Urru, A., Bonini, M., & Echelmeyer, W. (2018, July). Fleet-sizing of multi-load autonomous robots for material supply. In *2018 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI)* (pp. 244–249). IEEE.
- [5] Vivaldini, Kelen, Rocha, Luis F, Martarelli, N'adia Junqueira, Becker, Marcelo, & Moreira, A Paulo. 2016. Integrated tasks assignment and routing for the estimation of the optimal number of AGVS. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 82(1–4), 719–736