

Offre de Stage Master 2 (Recherche)

Utilisation de robots et drones autonomes pour la livraison de colis : modélisation mathématique et résolution exacte

Contexte :

Les drones civils sont utilisés depuis de nombreuses années dans différents secteurs, e.g., l'énergie, l'agriculture, la surveillance et les interventions d'urgence [4]. De plus, ces dernières années, de nombreuses sociétés de logistique, telles qu'Amazon et DHL, ont commencé à mener des tests dans le but d'utiliser des drones pour la livraison de colis aux clients [1-6].

En fait, de manière traditionnelle, ce sont véhicules de transport classiques, e.g., camions, voitures ou motos, qui sont utilisés pour la livraison de colis. Cependant, en raison de la popularité croissante du commerce électronique et de l'importance d'une livraison rapide et moins cher satisfaisant des clients et réduisant de pollution dans les milieux urbains, les drones et robots autonomes ont attiré l'attention en tant qu'un mode de livraison alternatif et innovant [2,4].



Figure : Robots et drone autonomes pour la livraison de colis [7,8].

Sujet et objectifs :

Dans cette étude, nous nous intéressons à la modélisation mathématique et à la résolution des problèmes d'optimisation qui tiennent en considération non seulement les modes de livraison traditionnels, mais aussi nouveaux types de véhicules de livraison, i.e., drones et robots autonomes. Plus précisément, nous sommes intéressés à une variante du problème de *tournées de véhicules* dans laquelle, en plus de camions, un ensemble de drones et robots sont également ont l'objectif de servir les clients [2,5,6].

Ce problème peut être modéliser sous forme d'un *programme linéaire en nombres entiers* (PLNE). La résolution exacte d'un tel modèle est un défi scientifique, i.e., les méthodes et les outils classiques ne peuvent pas résoudre les instances de grande taille qui correspondent aux cas réalistes. C'est la raison pour laquelle, dans ce travail, nous nous intéressons au développement d'algorithmes efficaces capable de résoudre ces problèmes lorsque la dimension du problème est grande.

Étapes :

- Etat de l'art sur les modèles existants et comprendre les problématiques liées aux applications et contexte d'utilisation de différents types de véhicules pour la livraison de colis.
- Développer une recherche exhaustive pour la modélisation et la résolution des problèmes avec un focus sur des méthodes exactes. Proposer un voire deux algorithmes exacts pour la résolution des problèmes. Ceci pourrait exiger des démonstrations mathématiques.
- Implémentation des méthodes proposées et amélioration des performances. Ensuite, conduire une simulation intensive en utilisant des données benchmark et réelles.
- Rédaction du rapport final (idéalement en anglais).

Compétences requises :

- Être étudiant/élève ingénieur au niveau M2 avec bonnes connaissances en recherche opérationnelle
- Être capable de travailler en équipe et dans un contexte académique
- Être autonome en programmation (idéalement Julia ou Python)
- La maîtrise d'un solveur de programmation linéaire (e.g., Gurobi) est un plus
- La maîtrise de l'anglais scientifique est indispensable

Informations complémentaires :

- **Localisation** : Ce stage sera effectué au sein du laboratoire SAMOVAR du Télécom SudParis (Institut Polytechnique de Paris)
- **Encadrant** : Mahdi MOEINI, Maître de Conférences HDR à l'ENSIIE et SAMOVAR (Télécom SudParis, Institut Polytechnique de Paris)
- **Dates** : Le stage pourra démarrer en février ou mars 2023 selon la disponibilité de la personne recrutée
- **Rémunération** : La gratification est d'environ 600 €/mois pour une durée de 6 mois maximum

Candidatures :

Pour postuler, les candidats doivent envoyer idéalement "*dès que possible*" (et en tous cas ne plus tard que le 31 décembre 2022) et dans *un seul fichier PDF* (par courriel (e-mail) aux deux adresses indiquées ci-dessous) les documents suivants et dans l'ordre indiqué ci-dessous :

- Une lettre de motivation (une page maximum)
- Un CV détaillé (2-4 pages maximum)
- Éventuelles lettres de recommandation
- Le bulletin de notes du master ou de l'école d'ingénieur

Contacts :

Mahdi MOEINI, Maître de Conférences HDR (<https://sites.google.com/view/mahdi-moeini>)

- mahdi.moeini@ensiie.fr
- moeini.mahdi@gmail.com

Références :

- [1] Agatz, N., Bouman, P., and Schmidt, M.: *Optimization approaches for the traveling salesman problem with drone*. Transportation Science, Vol. 52(4): 965–981, 2018.
- [2] Kloster, K., Moeini, M., Vigo, D., Wendt, O.: *The multiple traveling salesman problem in presence of drone- and robot-supported packet stations*. European Journal of Operational Research 305 (2), 630-643, 2023.
- [3] Murray, C. C. and Chu, A. G.: *The flying sidekick traveling salesman problem: optimization of drone-assisted parcel delivery*. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Vol. 54: 86–109, 2015.
- [4] Otto, A., Agatz, N., Campbell, J., Golden, B., and Pesch, E.: *Optimization approaches for civil applications of unmanned aerial vehicles (UAVs) or aerial drones: a survey*. Networks, Vol. 72(4): 411–458, 2018
- [5] Schermer, D., Moeini, M., Wendt, O.: *A hybrid VNS/Tabu search algorithm for solving the vehicle routing problem with drones and en route operations*. Computers & Operations Research, Vol. 109: 134–158, 2019.
- [6] Schermer, D., Moeini, M., Wendt, O.: *A matheuristic for the vehicle routing problem with drones and its variants*. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Vol. 106: 166–204, 2019.
- [7] <https://www.bbc.com/news/uk-england-cambridgeshire-61471989>
- [8] <http://www.thepostalhub.com/blog/mercedes-benz-vans-matternet-drones-siroop>