
Les drones sont-ils efficaces pour supporter l'agilité des processus de l'industrie 4.0 ?

Oswaldo Armando Pérez Lara*¹

¹Conception, Pilotage, Surveillance et Supervision des systèmes – Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes – France

Résumé

Actuellement, les "Systèmes de Fabrication Agile" (Agile Manufacturing Systems) sont généralement assez souples pour s'adapter à certaines fluctuations du processus normal, telles que la demande ou les commandes spéciales, mais ils manquent encore de dynamisme lorsqu'il s'agit de produits hautement personnalisés basés sur les besoins spécifiques des clients.

Si bien les machines peuvent être adaptées pour traiter différentes pièces et identifier leur ordre d'assemblage/d'usinage, l'approvisionnement en articles corrects reste une préoccupation majeure, car la charge de travail générée par le déplacement des commandes individuelles pour alimenter la chaîne de production créerait un énorme "bottleneck" dans le système ou nécessiterait une quantité considérable de ressources. Pour citer quelques technologies permettant de résoudre le problème de l'intra-logistique, les entreprises ont fait confiance aux convoyeurs, aux AGVs (Automated Guided Vehicles) et, plus récemment, aux AMRs (Autonomous Mobile Robots). Néanmoins, ces technologies sont limitées (et obstruées) par l'agencement de l'atelier ou de le dépôt, ce qui signifie qu'un endroit qui pourrait être occupé par un actif destiné à accroître l'efficacité du processus de production doit maintenant être utilisé pour le système de transport.

Un autre principe de solution que les entreprises ont pris dans le but d'éviter les contraintes liées à la disposition des machines dans l'atelier est l'installation de ponts roulants fixes, mais leur flexibilité en termes d'adaptation à différents agencements fait manifestement défaut.

C'est pourquoi des grandes entreprises comme Audi et ZF Friedrichshafen en Allemagne, ou SEAT en Espagne, ont réfléchi à développer une plateforme aérienne pour l'approvisionnement en articles urgents. Les "Unmanned Aerial Vehicles" (UAV), ou "Drones" comme ils sont mieux connus, sont une technologie émergente qui est devenue un point d'intérêt pour les secteurs de la fabrication et de la logistique en raison de leur flexibilité, puisqu'ils n'ont pratiquement aucune limite en ce qui concerne les degrés de liberté et l'espace de travail, mais comme toute technologie en développement, leurs applications pratiques et rentabilité opérationnelle posent encore des verrous scientifiques et techniques importants pour les chercheurs et les professionnels du secteur en général.

2. Scénario envisagé pour l'intégration des drones

L'assemblage de produits hautement personnalisables nécessite un système réactif capable de s'adapter à différents besoins, non seulement au niveau du traitement, mais aussi au niveau logistique. En fait, les systèmes de production à haute personnalisation reposent sur cette idée, mais il existe encore un fossé important entre l'obtention d'un degré élevé de flexibilité et l'efficacité du processus lors de la mise en pratique de cette idéologie.

Les industries telles que la marine et l'aérospatiale, où la quantité d'articles légers à déplacer

*Intervenant

dans les installations, ajoutée aux longues distances entre le dépôt/magasin et la ligne d'assemblage, présentent le plus grand potentiel d'intégration des véhicules aériens en tant que support du système intra-logistique.

Dans un premier temps, il est envisagé de fournir des articles légers nécessaires au processus d'assemblage, mais qui, normalement, ne sont pas demandés fréquemment ou selon une planification précise. Dans ce scénario, le véhicule aérien est équipé d'un mécanisme qui permet de transporter différentes articles sans interférer avec son centre de gravité afin de garantir la sécurité du vol. En outre, une fois qu'un article est demandé et que le drone a été chargé, le mécanisme est capable de libérer sa charge automatiquement dans une station de dépôt prédéfinie, même si le chargement est manuel.

Dans un deuxième cas d'utilisation, le système de fourniture de drones est destiné à servir de moyen de transport pour les outils spécialisés, étant donné que la quantité d'outils utilisés dans les industries énumérées ci-dessus, en plus du faible temps d'utilisation qu'un travailleur passe avec chacun d'eux, a un impact considérable sur l'efficacité des opérateurs lorsque ces outils manquent ou doivent être remplacés, mais l'importance que lui accordent les entreprises ne reflète pas les répercussions réelles de l'absence d'un processus précis, réactif et efficace pour leur livraison.

3. Premiers pas vers un système intralogistique de drones

L'objectif de cette recherche est d'analyser si les drones peuvent contribuer à l'amélioration des performances de l'intralogistique 4.0, en allant jusqu'à les adapter spécifiquement aux systèmes à "High Customization". Elle distinguera les contraintes les plus problématiques au sein de l'industrie et concevra un modèle pour travailler en harmonie avec elles, en optimisant celles qui peuvent être manipulées (aspects technologiques, opérationnels et organisationnels) et en comprenant celles qui sont externes à ce travail (aspects législatifs et sociaux).

La problématique générale ci-dessus fait appel à deux questions de recherche : est-il pertinent d'utiliser des drones comme solution intralogistique dans le contexte de l'industrie 4.0 ? et si oui, serait-ce rentable et plus efficace par rapport aux autres solutions existantes ? Compte tenu de cette orientation, il est essentiel d'entreprendre le paradigme de recherche suivant :

Technologie Identifier et résoudre les contraintes actuelles liées à la localisation et à la gestion des batteries pour les applications intérieures

Opérationnel Proposer des nouveaux algorithmes de planification et d'ordonnancement tenant compte des capacités des drones dans des scénarii de production avec forte personnalisation des produits

Organisationnel Comprendre et résoudre les problèmes d'interaction homme-machine et machine-machine en termes de gestion des risques et d'interopérabilité, et quel sera l'impact économique du système à long terme

3.1 Aspects technologiques et opérationnels

Étant donné les axes précédents à résoudre, la recherche se concentre spécifiquement sur la question de l'intégrabilité du système en analysant la technologie actuelle que l'on peut trouver sur le marché concernant les drones autonomes et les batteries à haute efficacité, en utilisant ces informations comme données brutes pour la résolution d'un VRP (Vehicle Routing Problem) adapté qui vise à modéliser une plateforme d'approvisionnement en drones basée sur le schéma de consommation d'énergie linéaire. Il s'agit d'une première étape pour tester la faisabilité d'une telle technologie et évaluer ses avantages par rapport à d'autres systèmes existants déjà mis en oeuvre.

En ce qui concerne les modèles d'optimisation, la formulation MILP fournit un outil très efficace pour représenter mathématiquement le comportement d'un processus en vue de minimiser ou de maximiser sa production en fonction de l'utilisation des variables impliquées.

Dans ce sens, la formulation d'un VRP qui pourrait traduire le fonctionnement physique d'un système d'approvisionnement en chiffres pourrait faciliter la compréhension de sa faisabilité et de son intégrabilité au sein d'une industrie.

4 Conclusions et perspectives

Au stade actuel, le développement de la technologie et ses limites sont les principaux in-

convénients pour les applications des drones. Même si les problèmes de contrôle et de localisation sont résolus, les contraintes liées à la batterie réduisent les possibilités d'utilisation efficace des UAVs. Pour être plus précis, sur la base des spécifications des données des drones disponibles sur le marché, l'autonomie moyenne des drones est de 30 minutes, tombant à moins de 10 minutes en fonction de la charge utile transportée par le robot.

La recherche future sera axée sur la validation du modèle de consommation d'énergie linéaire dans le but de fournir un moyen optimal d'imiter le comportement d'épuisement de la batterie dans les applications intérieures et de l'utiliser comme outil pour analyser sa mise en oeuvre dans des cas d'utilisation réels dans l'industrie. Des simulations dans des logiciels tels que Arena

et FlexSim sont prévues pour améliorer les contraintes temporelles basées sur les retards et la charge.