

Sujet de thèse pour un contrat doctoral dans le cadre du projet UrbanFly

Modélisation multiagent de drones et de leur environnement dans des villes intelligentes

Mots clés : Modèle de contrôle de drone, Simulation orientée-agent, modélisation sémantique de l'environnement,

1. Données administratives

Spécialité : Informatique

Directeur de thèse :

Dr. Stéphane Galland (MdC, HDR).

Email : stephane.galland@utbm.fr

Téléphone : +33384583418

Laboratoire : Laboratoire Electronique Informatique Image (LE2I)

Université : Université Bourgogne Franche-Comté (UBFC) / UTBM

Adresse : Université de Technologie de Belfort-Montbéliard. 13 rue Ernest-Thierry
Mieg 90010 Belfort cedex

Co-encadrant :

- Pr Christophe Nicolle. Laboratoire LE2I. Université de Bourgogne Franche Comté. Dijon.

Date de début de la thèse : 1 er octobre 2017

Lieu de réalisation de la thèse : Université de Technologie de Belfort-Montbéliard.
13 rue Ernest-Thierry Mieg 90010 Belfort cedex

Financement du projet doctoral : Contrat doctoral de l'Ecole Doctorale SPIM financé par la Région Bourgogne Franche-comté (attente de l'autorisation officielle)

1. Contexte

En raison de la baisse constante des coûts de production des véhicules aériens sans pilote, des capteurs et des actionneur, mais aussi des progrès technologiques récents, diverses technologies relatives aux véhicules volants (ou drones) sont devenues accessibles à un large éventail d'utilisateurs industriels et privés. Les drones, y compris les systèmes d'aviation pilotés à distance, ainsi que les drones autonomes intègrent des technologies émergentes qui mûrissent rapidement et inévitablement posent de nombreuses questions concernant le futur trafic urbain constitué par les drones, et l'interaction avec le trafic terrestre plus traditionnel. La présence de drones dans les futures villes se fera de plus en plus importante. Par conséquent, il devient nécessaire de comprendre et gérer trafic aérien induit par les drones. Les prévisions de marché pour l'usage civil des drones devrait atteindre 9,85% (1088 millions de dollars) du marché mondial des drones d'ici à 2023, selon une récente prédiction de Teal Group. D'autre part, il existe une multitude de

scénarios d'usage de drones déjà établis à travers le monde, y compris, mais sans s'y limiter, dans les domaines de l'agriculture, la publicité, la photographie aérienne, la surveillance, l'application de la loi et, plus récemment, les services de livraison. Récemment, le maire de Londres, Boris Johnson, a appelé à des solutions de livraison avec des drones pour aider à résoudre les problèmes de congestion dans la ville. La part de marché de l'usage civil des drones en comparaison de l'usage militaire est considéré comme l'un des secteurs à plus forte croissance dans l'industrie liée aux drones: 56 millions d'euros en 2014 à 1016,8 millions d'euros en 2023, 0,94% du marché Part en 2014 à 9,46% en 2023.

La motivation principale du projet dans lequel s'intègre cette thèse est l'absence d'une réglementation aéronautique à travers l'Europe dans les espaces aériens en dessous de 300 mètres. Nous pensons que cela pourrait causer de nombreux problèmes une fois que le nombre de drones atteindra un nombre critique.

2. Objectifs détaillés

L'objectif principal de cette thèse est de proposer une approche ou un cadre méthodologique afin de supporter l'intégration de la simulation de drones dans une ville intelligente. Cette méthodologie vise à encadrer, lors du processus de simulation, les démarches relatives à la définition de modèles et leurs simulations dans le but de reproduire les comportements de drones autonomes se déplaçant dans une ville.

Deux axes principaux seront à considérer dans le cadre de ces travaux de thèse :

1. Le premier axe concerne la modélisation de l'environnement urbain à l'aide de modèles logiciels en 3 dimensions et sémantiquement enrichis.
2. Le second axe a pour objectif de construire des modèles et des algorithmes qui permettront le contrôle des drones dans l'environnement virtuel développé dans le premier axe.

Première phase : état de l'art et analyse de l'existant

Afin de définir une telle méthodologie, une étude de l'existant en termes de modèles de simulation et de pratiques sera menée.

Les tâches associées à cette phase sont :

- Etat de l'art sur le domaine de la simulation
- Etat de l'art sur la modélisation sémantique
- Etat de l'art sur le domaine des drones
- Discussion et verroux scientifiques

Seconde phase : élaboration de l'approche Langage, Méthodologie et Outils

Cette phase consiste, tout d'abord, à partir des résultats de la première phase, à identifier un ensemble de concepts fondamentaux et de formalismes adaptés pour leur expression afin de disposer d'un langage approprié à la description d'un modèle, et de ses interactions, au niveau d'échelle de complexité considéré. Afin d'appréhender toute la complexité du système considéré, ce langage devra permettre la description de systèmes de systèmes, de hiérarchies complexes de composants intégrant des modèles hétérogènes issus de disciplines différentes.

Ce langage est la base de l'élaboration d'une méthodologie spécifique au domaine visant à encadrer la

mise en œuvre des modèles de drones existants et à guider la définition de nouveaux modèles pour leur intégration au sein du simulateur proposé.

Enfin, cette seconde phase devra contribuer à l'identification ou à la spécification pour le développement d'outils adaptés à chacune des phases de la méthodologie préalablement définie. Il est très probable qu'aucun des outils existants ne couvre l'intégralité de la méthodologie. Il sera éventuellement nécessaire de développer des modules logiciels facilitant la modélisation de l'environnement urbain et la reproduction des comportements dynamiques des drones.

Troisième phase : Réalisation d'un démonstrateur sur la plate-forme proposée

Afin de valider la méthodologie préalablement définie et les concepts sous-jacents, le doctorant participera à la réalisation d'un démonstrateur sur la plate-forme liée au projet UrbanFly, constituée d'une plate-forme de simulation et de drones réels.

Cette réalisation nécessitera :

- La description des différents modèles considérés, de leurs interfaces et de leurs interactions, à l'aide du langage préalablement défini.
- Le déroulement de la méthodologie à des fins de validation.
- La réalisation d'un outil logiciel permettant l'exécution d'un modèle de simulation impliquant les différents modèles considérés et le calcul d'indicateurs contribuant à l'évaluation qualitative et à la validation de ces modèles.

3. Intégration du sujet de thèse dans la stratégie de notre équipe de recherche

L'équipe multiagent du laboratoire LE2I dispose d'une expérience reconnue en simulation en environnement virtuel, de nombreux projets en témoignent : FUI, FRI, ANR, etc. Elle dispose de nombreuses collaborations bien établies au niveau régional, national et international avec des instituts de recherche et des entreprises. Localement, elle collabore notamment avec le groupe Alstom dans différents projets de recherche (Explorys, ASTRES, FLO, etc.). Notre objectif est de développer un centre de compétence en Nord Franche-Comté pour la simulation de drones à disposition des entreprises, industriels et instituts de recherche partenaires.

Projets de l'équipe en lien direct avec ce sujet de thèse : Dronity (H2020), SARL (www.sarl.io), JANUS (www.janusproject.io).

4. Publications en lien avec le sujet de thèse.

- Stéphane GALLAND, Flavien BALBO, Gauthier PICARD, Olivier BOISSIER, Nicolas GAUD, Sebastian RODRIGUEZ. "Environnement multidimensionnel pour contextualiser les interactions des agents. Application à la simulation du trafic routier urbain.." In Special Issue on Multiagent Systems of the "Revue d'Intelligence Artificielle", vol. 30(1-2), pp. 81-108, Lavoisier, 2016.
- Stéphane GALLAND, Nicolas GAUD. "Organizational and Holonic Modelling of a Simulated and Synthetic Spatial Environment." In E4MAS 2014 - 10 years later, LNCS, vol. 9068(1), pp. 1-23, Springer International Publishing Switzerland, 2015. ISBN 978-3-319-23849-4. DOI: [10.1007/978-3-319-23850-0](https://doi.org/10.1007/978-3-319-23850-0).
- Sebastian RODRIGUEZ, Stéphane GALLAND, Nicolas GAUD. "A New Perspective on Multi-Agent Environment with SARL." In Proc. of International Workshop on Communication for Humans, Agents, Robots, Machines

and Sensors, pp. 526-531, Procedia Computer Science, Belfort, France, Elsevier, Best Paper Award, 2015. ISSN 1877-0509. DOI: [10.1016/j.procs.2015.07.246](https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.246).

- Florian BEHE, Stéphane GALLAND, Nicolas GAUD, Christophe NICOLLE, Abderrafaa KOUKAM. *An Ontology-Based Metamodel for MultiAgent-Based Simulations*. In International Journal on Simulation Modelling, Practice, and Theory, vol. 40, pp. 64-85, Elsevier, 2014.
- Stéphane GALLAND, Luk KNAPEN, Ansar-UI-Haque YASAR, Nicolas GAUD, Davy JANSSENS, Olivier LAMOTTE, Abderrafaa KOUKAM, Geert WETS. *Multi-Agent Simulation of Individual Mobility Behavior in Carpooling*. In International Journal on Transport Research Part C, vol. 45, pp. 83-98, 2014.
- Stéphane GALLAND, Ansar-UI-Haque YASAR, Luk KNAPEN, Nicolas GAUD, Tom BELLEMANS, Davy JANSSENS. *Simulation of Carpooling Agents with the Janus Platform*. In Journal of Ubiquitous Systems & Pervasive Networks, vol. 5(2), pp. 9-15, IASKS, 2014.
- Massimo COSSENTINO, Vincent HILAIRE, Nicolas GAUD, Stéphane GALLAND, Abderrafaa KOUKAM. *The ASPECS Process*. Chapter in Handbook on Agent-Oriented Design Processes, Massimo COSSENTINO, Vincent HILAIRE, Ambra MOLESINI, Valeria SEIDITA (eds.), chapter 4, pp. 65-114, Springer, 2014.
- Massimo COSSENTINO, Stéphane GALLAND, Nicolas GAUD, Vincent HILAIRE, Abderrafaa KOUKAM. *An organisational approach to engineer emergence within holarchies*. In International Journal of Agent Oriented Software Engineering, vol. 4(3), pp. 304-329, 2010.
- Massimo COSSENTINO, Nicolas GAUD, Vincent HILAIRE, Stéphane GALLAND, Abderrafaa KOUKAM. *ASPECS: an agent-oriented software process for engineering complex systems - How to design agent societies under a holonic perspective*. In Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, vol. 2(2), pp. 260-304, Springer, 2010.
- Nicolas GAUD, Stéphane GALLAND, Franck GECHTER, Vincent HILAIRE, Abderrafaa KOUKAM. *Holonic multilevel simulation of complex systems: Application to real-time pedestrians simulation in virtual urban environment*. In Simulation Modelling Practice and Theory, vol. 16(10), pp. 1659-1676, 2008.

5. Candidature

Profil et compétences recherchées :

Le candidat devra disposer de solides connaissances en modélisation de systèmes multiagents ou en modélisation sémantique, en génie logiciel (simulation, évaluation de performance) et en informatique (programmation en SARL, Java).

Niveau de français requis : indifférent si niveau en Anglais excellent ; sinon bon

Niveau d'anglais requis : bon

Date limite de candidature : 31 Mai 2017