

CARTographie et localisation d'Objets Multi-robots : Architecture, Technique de déploiement, positionnement Intra-robots et Communications

Projet **Cart-O-matic**, Programme Contenus et Interactions, Défi CAROTTE, 2009

Contact : Philippe Lucidarme, Sébastien Lagrange (Philippe.Lucidarme@univ-angers.fr Sebastien.Lagrange@univ-angers.fr)

Introduction

Au cours des dernières décennies, de nombreuses situations (terrorisme, catastrophes nucléaires, tremblements de terre, contexte militaire...) ont montré l'utilité d'employer des systèmes robotisés en milieu hostile afin d'épargner des vies humaines. A l'heure actuelle, la télé-opération de ces systèmes nécessite une présence humaine à proximité des zones hostiles qui peuvent s'avérer dangereuses. En 2009, afin de faire progresser la recherche dans ce domaine, l'ANR (Agence Nationale de la recherche) et la DGA (Direction Générale de l'Armement) ont lancé l'appel à projet CAROTTE (CARTographie par ROBoT d'un TErritoire). Il s'agit plus exactement d'un défi de robotique mettant en concurrence cinq consortiums sur trois ans avec une évaluation annuelle sur site. L'objectif du défi est de cartographier un bâtiment de 120 m² en moins de trente minutes de façon totalement autonome. Le système, constitué d'un ou plusieurs robot(s), doit restituer en fin de mission une carte 2D, une carte 3D, localiser et classifier les objets, les sols et les murs de l'environnement exploré.



Figure 1 : Les cinq robots conçus pour le projet Cart-O-matic lors de l'édition 2012 du défi CAROTTE.

C'est dans ce contexte que le projet Cart-O-matic est né, alliant les compétences du LISA (Université d'Angers) et du LORIA (Université de Lorraine). La particularité principale de ce consortium réside dans l'approche multi-agents, visant à exploiter la collaboration entre robots pour permettre l'émergence de stratégies collectives.

Le collectif au profit de la réussite de la mission



Figure 2 : Carte 3D de l'environnement.

La philosophie du projet consiste à utiliser plusieurs robots disposant de puissance embarquée limitée plutôt qu'un seul robot ou un ordinateur centralisé. Afin de valider nos hypothèses en conditions réelles, une flotte de 5 robots (figure 1) a été conçue et fabriquée à l'Université d'Angers avec un cahier des charges très strict en terme de coût de fabrication (condition nécessaire à la production d'une flottille). L'approche multi-robots est un avantage considérable en terme de robustesse, ce type d'approche nous semble nécessaire en milieu hostile lorsque la perte d'un ou plusieurs robots est une éventualité qui doit être envisagée. La contrepartie de l'approche multi-robots est la nécessité de coordonner l'ensemble. Un des objectifs est de permettre le déploiement de la flotte et la couverture rapide de l'environnement à explorer tout en minimisant les communications. Le déploiement du groupe de robots se fait selon un modèle de propagation basé sur des forces de répulsion induites par la perception des obstacles et des forces d'attraction induites par les zones à explorer. Les robots se localisent dans l'environnement grâce à un algorithme de SLAM innovant développé au sein du consortium. La finesse de la localisation a notamment permis d'étendre la cartographie en 3D comme illustré sur la figure 2.



Figure 3 : Exemple de restitution réalisée lors de la finale du défi CAROTTE 2012 (carte 2D et localisation des objets).

Résultats majeurs

Le consortium a proposé une architecture de coordination multi-robots dédiée à l'exploration en milieu inconnu.

Cette approche pleinement distribuée permet de répartir la flotte de façon stratégique tout en minimisant les échanges entre robots, donc les communications.

Un algorithme de SLAM (localisation et cartographie simultanées) offrant des performances particulièrement adaptées aux systèmes embarqués a été proposé et breveté en 2011. Ce brevet est en cours de valorisation et de transfert industriel.

Plusieurs techniques de reconnaissances d'objets ont été testées et comparées, dont une classification "multi-label" par réseaux de neurones publiée en 2102 (ICSCS 2012). La solution retenue pour la dernière édition du défi (figure 1) devrait être prochainement publiée.

En juin 2012, le consortium Cart-O-matic a remporté la troisième et dernière édition du défi CAROTTE.