

Sujet de thèse

Titre de la thèse	Outil d'aide à la planification de missions de systèmes robotiques maritimes intégrés
Encadrants	Damien Pellier, Alain Fidani

Durée : 36 mois

Financement : CIFRE

Laboratoire: Laboratoire d'Informatique de Grenoble - [Équipe Marvin](#), 700 avenue Centrale, 38058 Grenoble cedex 9

Société : ECA Group 262 rue des Frères Lumière ZI Toulon Est 83130 La Garde - France

Mots clé : Intelligence artificielle, planification automatique, planification de missions pour UAV

1. Contexte

La société ECA Robotics conçoit et réalise des solutions de robots maritimes intégrés ([UMIS Unmanned Maritime Integrated System](#)) pour la réalisation de missions maritimes complexes, dont les opérations de déminage. Ces systèmes robotiques intégrés sont composés d'une flottille hétérogène d'engins autonomes et / ou téléopérés, dont :

- des drones de surface (USV Unmanned Surface Vehicle),
- des drones sous-marins (UUV Unmanned Underwater Vehicle) dont :
 - AUV Autonomous Underwater Vehicle
 - ROV Remote Operated Vehicle
 - MIDS Mines Identification and Destruction System
- des engins remorqués (TUV Towed Underwater Vehicle)
- des drones aériens (UAV Unmanned Aerial Vehicle).

Chaque drone est capable d'effectuer des tâches et remplir des rôles avec des niveaux de performance qui lui sont propres, tels que : mettre à l'eau ou récupérer un véhicule, rejoindre une zone, cartographier une zone, inspecter un objet, relayer de l'information, ...

Une mission d'ensemble consiste généralement en la cartographie de plusieurs zones d'intérêts, pour y localiser des points d'intérêts qui font ensuite l'objet d'une revisite d'inspection pour récolter plus d'information sur ceux-ci. S'ils s'avèrent être une menace, ils seront éventuellement détruits lors de la mission ou ultérieurement. Ceci s'effectue avec des contraintes d'enchaînement (une zone avant une autre), des contraintes d'accès (possibilité d'utilisation de moyens sur certaines zones et pas sur d'autres) et de zones d'exclusion, dans lesquelles il est interdit de pénétrer.



Les missions nécessitent une planification / replanification complexe et automatique de la flottille, tenant compte de l'objectif global à atteindre en optimisant l'affectation des rôles et tâches sur les systèmes robotiques disponibles, avec des objectifs de temps / qualité / quantité de moyen mobilisés dont la pondération peut varier.

La planification initiale s'effectuera sur la base de l'objectif initial connu et la replanification s'effectuera en cas de modification des moyens disponibles ou d'insertion d'objectifs secondaires (insertion de points d'intérêt à inspecter en cours de mission). La planification doit minimiser l'impact d'insertion de nouveaux objectifs selon leur probabilité et leur nature (positionnement en attente des moyens à

l'endroit le plus pertinent). La replanification doit être possible soit en phase de préparation de la mission ou en temps réel en cours d'exécution de la mission.

2. Objectifs

Dans le contexte, le doctorant recruté devra (1) élaborer un état de l'art sur les outils de planification de missions actuellement disponibles pour des systèmes robotiques hétérogènes et sur les techniques d'IA et plus particulièrement de planification automatique [1, 2] les plus adaptées pour résoudre le problème de planification de mission (2) développer un prototype de logiciel de planification de mission capable d'intégrer les différentes problématiques précédemment mentionnées et (3) évaluer sur un ensemble de cas d'usage la pertinence de la solution proposée.

En intelligence artificielle, la planification automatique (automated planning en anglais) ou plus simplement planification, vise à développer des algorithmes pour produire des plans typiquement pour l'exécution par un robot ou des robots autonomes. Les logiciels de planification qui incorporent ces algorithmes s'appellent des planificateurs. La difficulté du problème de planification dépend des hypothèses de simplification qu'on tient pour acquises, par exemple un temps atomique, un temps déterministe, une observabilité complète, etc. Un planificateur typique manipule trois entrées décrites dans un langage formel tel que PDDL (Planning Domain Description Language) qui utilise des prédicats logiques :

1. une description de l'état initial d'un monde,
2. une description d'un but à atteindre et
3. un ensemble d'actions possibles (parfois appelés opérateurs).

Chaque action est spécifiée par des préconditions qui doivent être satisfaites dans l'état actuel pour qu'elle puisse être appliquée, et des postconditions (effets sur l'état actuel). L'intérêt de la planification dans ce contexte est d'utiliser un langage descriptif permettant de modéliser facilement les missions en laissant la complexité de leur optimisation et de leur replanification en fonction des aléas à un planificateur. Pour comprendre concrètement ce qu'est la planification et faire tourner un planificateur sur des exemples simples, vous pouvez consulter la page web du projet PDDL4J : <https://github.com/pellierd/pddl4j>.

3. Profile du candidat rechercher

Le candidat devra avoir:

- un master 2 en informatique avec une expérience de la recherche réussie
- des compétences avancées en programmation (conception et implémentation), notamment en Java
- un bon niveau académique attestant de sa capacité à allier pratique et théorie
- un niveau d'anglais professionnel oral et écrit
- des connaissances générales dans le domaine de l'intelligence artificielle
- une appétence pour les problématiques industrielles
- le candidat devra être de préférence ressortissant de l'UE à cause du caractère sensible des recherches menées

4. Procédure et contact

Envoyer à Damien.Pellier@imag.fr:

- Votre diplôme de master 2 avec vos notes
- Votre CV
- Au moins une lettre de recommandation
- Votre mémoire de stage de master 2 et vos publications éventuelles

Les candidatures sont gérées au fil de l'eau. Vous serez prévenu rapidement par mail de la recevabilité de votre candidature et si vous êtes invité à un premier entretien.

5. Références

- [1] M. Ghallab, D. Nau and P. Traverso, "Automated Planning", Morgan-Kaufman, 2017.
- [2] S. Russell and P. Norvig, "Artificial Intelligence: A Modern Approach", chapter XI", Prentice Hall, 2002

PHD. Position

Thesis title	Mission planning support tool for integrated marine robotic systems
Supervisors	Damien Pellier, Alain Fidani

Duration : 36 months

Funding : CIFRE

Research laboratory: Laboratoire d'Informatique de Grenoble, 700 avenue Centrale, 38058 Grenoble cedex 9

Compagny : ECA Group 262 rue des Frères Lumière ZI Toulon Est 83130 La Garde - France

Keywords: Artificial intelligence, automatic planning, UAVs mission planning

1. Contexte :

ECA Robotics designs and manufactures UMIS (UMIS Unmanned Maritime Integrated System) solutions for complex maritime missions, including mine clearance operations. These integrated robotic systems are composed of a heterogeneous fleet of autonomous and/or remotely operated vehicles, including :

- Unmanned Surface Vehicle (USV),
- Unmanned Underwater Vehicle (UUV) including :
 - AUV Autonomous Underwater Vehicle
 - ROV Remote Operated Vehicle
 - MIDS Mines Identification and Destruction System
- Towed Underwater Vehicle (TUV)
- Unmanned Aerial Vehicle (UAV).

Each UAV is capable of carrying out tasks and roles with its own performance levels, such as launching or recovering a vehicle, reaching an area, mapping an area, inspecting an object, relaying information, ...

A mission generally consists of mapping several areas of interest to locate points of interest that are then revisited to gather more information about them. If they prove to be a threat, they will eventually be destroyed during the mission or later. This is done with chaining constraints (one zone before another), access constraints (possibility of using means on certain zones and not on others) and exclusion zones, into which it is forbidden to enter.



The missions require complex and automated planning / re-planning of the fleet, taking into account the overall objective to be achieved by optimising the assignment of roles and tasks on the available robotic systems, with objectives in terms of time / quality / quantity of means mobilised, the weighting of which may vary.

Initial planning will be based on the known initial objective and re-planning will be carried out in the event of a change in the means available or the insertion of secondary objectives (insertion of points of interest to be inspected during the mission). The planning must minimize the impact of inserting new objectives according to their probability and nature (waiting for the means to be positioned in the most relevant place). Re-planning must be possible either during the preparation phase of the mission or in real time during the execution of the mission.

2. Objectives

In this context, the recruited PhD student will have to (1) elaborate a state of the art on the mission planning tools currently available for heterogeneous robotic systems and on the AI and more particularly automatic planning techniques [1, 2] best suited to solve the mission planning problem, (2) develop a prototype of mission planning software capable of integrating the various problems mentioned above and (3) evaluate on a set of use cases the relevance of the proposed solution.

In artificial intelligence, automated planning, or more simply planning, aims to develop algorithms to produce plans typically for execution by a robot or autonomous robots. Planning software that incorporates these algorithms is called planners. The difficulty of the planning problem depends on the assumptions of simplification that are taken for granted, e.g. atomic time, deterministic time, complete observability, etc. The difficulty of the planning problem depends on the assumptions of simplification that are taken for granted. A typical planner handles three entries described in a formal language such as PDDL (Planning Domain Description Language) that uses logical predicates :

1. a description of the initial state of a world,
2. a description of a goal to be achieved, and
3. a set of possible actions (sometimes called operators).

Each action is specified by preconditions that must be satisfied in the current state in order for it to be applied, and postconditions (effects on the current state). The interest of planning in this context is to use a descriptive language that allows missions to be easily modeled by leaving the complexity of their optimization and replanning according to hazards to a planner. To understand concretely what planning is and to run a planner on simple examples, you can consult the web page of the PDDL4J project: <https://github.com/pellierd/pddl4j>.

3. Profile of the candidate looking for

The candidate must have:

- a Master 2 in Computer Science with successful research experience
- advanced programming skills (design and implementation), especially in Java
- a good academic level attesting to his ability to combine practice and theory
- a level of professional oral and written English
- general knowledge in the field of artificial intelligence
- an interest for industrial issues
- the applicant should preferably be an EU national because of the sensitive nature of the research carried out
-

4. Procedure and contact

Send to Damien.Pellier@imag.fr:

- Your Master 2 diploma with your marks
- Your CV
- At least one letter of recommendation
- Your Master 2 internship thesis and any publications you may have

Applications are managed on a case-by-case basis. You will be informed promptly by email of the admissibility of your application and if you are invited to a first interview.

5. References

[1] M. Ghallab, D. Nau and P. Traverso, "Automated Planning", Morgan-Kaufman, 2017.

[2] S. Russell and P. Norvig, "Artificial Intelligence: A Modern Approach", chapter XI", Prentice Hall, 2002