

Modélisation agent d'une Architecture Logicielle de commande d'un Véhicule Autonome

ENNAJI Mourad

LASC université de Metz

Ile du Saulcy B.P 80794

57 012 METZ

Ennaji@lasc.sciences.univ-metz.fr

Résumé Cet article propose d'utiliser le paradigme agent et système Multi-agent dans la conception de l'architecture de commande et de pilotage du robot mobile VAHM (Véhicule Autonome pour Handicapé Moteur), d'autres formalismes et concepts sont abordés dans ce papier, notamment la RCO (représentation de la connaissance par objets), le raisonnement spatio-temporel. La méthode utilisée nous a permis de concevoir un système «intelligent», et capable de s'adapter à tous les changements qui peuvent survenir, à la fois de la structure du système ou de son environnement.

Mots clé - Intelligence Artificielle Distribuée, Système Multi-agent, Raisonnement par cas, système adaptatif, émergence, Robotique Mobile.

1 Introduction

Le sujet de notre étude s'inscrit dans le cadre de la robotique mobile de coopération, appliqué à l'aide au déplacement des personnes handicapées.

Cet article présente l'utilisation des SMA et des techniques de l'IAD pour concevoir et implémenter l'architecture de commande d'un robot mobile, dans le cadre du projet VAHM (Véhicule Autonome pour Handicapés Moteurs).

Notre objectif principal est de concevoir une architecture (au sens large de commande et de pilotage des systèmes dit embarqués temps réel) en tenant compte à la fois :

- De la nature changeante de l'environnement et pour cela le système doit être adaptatif et permet en même temps de représenter et suivre l'évolution rapide du système d'où l'aspect temps réel du système

- Du caractère coopératif, vu que le système est conçu pour porter une aide au déplacement, et non pas de remplacer l'utilisateur,

le deuxième paragraphe, présente un résumé des travaux fait dans le domaine,

le troisième paragraphe introduit notre problématique, dans le paragraphe suivant nous décrirons brièvement le robot VAHM,

Nous présentons dans le quatrième notre modèle ainsi que la description de ces différentes organisations

Le dernier paragraphe conclut le présent papier.

2 Approches traditionnelles

La figure 1 décrit l'architecture globale d'un robot mobile, c'est une synthèse des architectures des robots décrites en littérature.

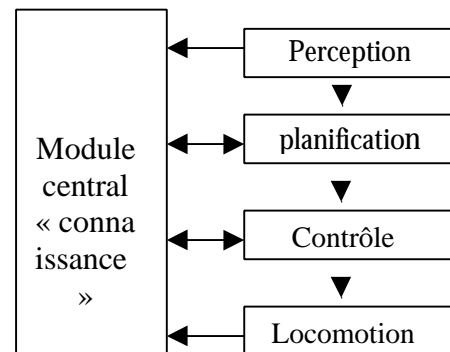


Figure 1. Structure d'une architecture

On distingue essentiellement : la planification, le contrôle, locomotion et le module central.

- *Module central* : peut être un tableau Noir dans les architectures «black bord parallèle» ou un tableau blanc qui centralise le contrôle central et le routage des messages [1], ou encore la base de connaissance commune à tous les modules composant le système comme dans les architectures réactives comme la «subsumption architecture» [2].

La majorité de ses architectures est basée sur un schéma relativement rigide sans oublier pour autant, les problèmes de la cohérence de traitement, de l'explosion combinatoire, ou de la réponse temps réel qu'elles peuvent soulever.

Néanmoins nous remarquons une évolution des architectures du hiérarchique vers «l'intelligent», qui à été accompagné d'une 'tendance' vers des structures plus «autonomes» gérant localement leurs propriétés (d'organisation, de décision, d'action, d'information, de communication, de sûreté...) et les mettant en œuvre pour atteindre la même finalité et le même but.

3 Problématique

Notre problématique est comment, par exemple, modéliser puis construire un système qui aurait pour principal caractère comportemental, non pas résoudre un problème bien posé mais de se représenter son environnement pour s'y déployer le mieux possible, et s'adapter en cours d'exécution à tous les changements qui peuvent survenir.

L'homme de sa part, est en relation avec son environnement pour connaître, agir, communiquer, le transformer et se transformer. En cela les ressources humaines doivent être décomposées aux mêmes niveaux que les ressources machine, sans engendrer bien entendu de stress ou autre problème physique envers la personne.

Ce système, qui peut être un robot, doit posséder des fonctions de nature à compléter les facultés de l'utilisateur, et dont l'organisation correspond à la structure mentale de résolution.

4 Structure technique du VAHM



Figure 2 prototype VAHM

Afin de maintenir les coûts à un niveau raisonnable, l'utilisation d'une technologie fiable et facilement adaptable est indispensable. Pour ces raisons, nous avons choisi d'utiliser le fauteuil PP201 de la société POWERPUSH comme base mécanique et électronique de notre système (voir figure 2).

Les moyens de perception extéroceptifs sont constitués d'une ceinture de 16 capteurs à ultrasons. Trois capteurs couvrent chaque côté du fauteuil et deux autres sont montés à l'arrière. Les autres capteurs jouent un rôle plus actif durant la navigation et sont placés pour couvrir intégralement la perception de l'environnement à l'avant du fauteuil.

Le calcul de la localisation odométrique du système s'effectue au moyen de deux codeurs incrémentaux montés sur l'arbre de chaque moteur. Il est donc possible d'obtenir la position et l'orientation du fauteuil par rapport à un référentiel d'initialisation.

5 Modélisation par agent

Selon l'approche de l'IAD, nous avons élaboré une architecture de commande, constitué principalement d'agents et d'organisation d'agents [3], coopérant pour mener une tâche à sa fin.

La figure[3](en dernières pages) présente la structure générale de cette architecture. A noter que les organisations dont on dispose, sont statiques à l'heure actuelle, nous citerons

- **Organisation des agents environnements**

La plate forme VAHM est munit d'une ceinture de capteurs ultrasonores; Les agents environnements sont les responsables de l'acquisition des informations capteurs (connaissance du milieu) et de l'interprétation de celle ci, fonction de la commande et de l'état instantané du robot. Il nous semblait naturel de placer notre application dans un contexte de modélisation orienté objet de la connaissance. Fournissant, ainsi un ensemble de types abstraits spatiaux, ils décrivent des éléments géométriques simples: points, segments, arcs et courbes, organisés en une hiérarchie de généralisation[4]. A chaque type spatial est associé un ensemble de méthodes permettant de définir et manipuler ses instances figure 4. Le processus de classification permet de déduire d'identifier l'ensemble des caractéristiques d'un élément - classe ou instances - en s'appuyant sur un ensemble de classe existante (systèmes classificatoires) et fournissent ainsi une base de données contenant des objets

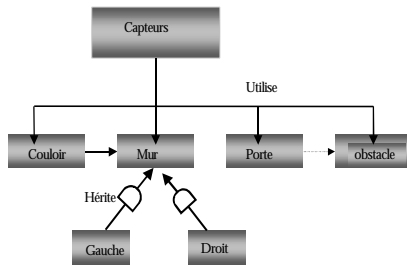


Figure 4 : hiérarchie de classe dans une RCO

complexe, qui peuvent être localisés dans l'espace (erg, Mur, couloir, cloisonnement, obstacles.) et les relations existantes entre les classes de ces objets.

- **Organisation des agents Interfaces et traitement des signaux d'entrée**

- **Les agents utilisateurs**

A l'heure actuelle nous nous disposons que d'un seul agent de cette catégorie, l'agent traiter signal (ATS), dont le rôle est de traiter le signal d'entrée sur l'interface Homme Machine (IHM), situer puis solliciter les agents concernés.

- **Les agents Interfaces**

L'interface Homme-Machine (IHM), ce n'est seulement pas une interface colorée jolie, c'est tout un domaine de recherche, qui permet à deux mondes de communiquer à travers elle, elle doit donc interpréter et satisfaire un monde par rapport à l'autre.

La réalisation d'une interface suppose donc la connaissance précise du comportement de chacune des entités à relier. Lorsque ces entités sont des objets artificiels, le comportement et les formalismes sont généralement bien maîtrisés ; lorsque l'une des entités est une cible mobile, tel le sujet humain, la définition de l'interface devient une tâche complexe, souvent teintée d'empirisme et d'arbitraire. Il y a plusieurs raisons à cela, dont l'absence de modèles psychologiques adaptés à l'interaction homme-ordinateur [5].

Suite à des travaux effectués au sein de notre laboratoire, concernant une méthodologie d'évaluation de charge de travail qui regroupe en ligne sous formes de critères pertinents l'état dans lequel se situe physiquement et mentalement le pilote du fauteuil [6], nous proposons figure[5] une organisation d'agents interfaces et d'agents utilisateurs, dont le rôle est d'évaluer la démarche de l'utilisateur au fil des

actions sur son interface, pour s'adapter au comportement de celui ci, et lui proposer un modèle d'interface lui convenant. En effet L'agent *utilisateur*, suivant les informations délivrées par l'ATS, fourni un modèle spécifiant l'opérateur humain, selon ce modèle l'agent *interface* consulte la base de données d'IHM et propose l'interface adéquate, ainsi la machine «le robot» n'est plus un simple outil, mais un collaborateur qui participe activement à la réalisation de l'œuvre commune.

- **Organisation des agents actions**

Contient essentiellement les agents responsables de la tâche de navigation du robot, ils constituent les différentes actions mécaniques sur l'environnement, nous citons :

- Agent Suivi de Direction (**SD**)
- Agent Suivi de Mur (**SM**)
- Agent Evitement d'Obstacles (**EO**)
- Agent Suivi d'Espace Libre (**SEL**)
- Agent Retour en Arrière (**RA**)

Se sont des agents qui allient des capacités réactives et cognitives. Dans leur aspect réactif nous observons l'émergence de fonctionnalités non explicitement programmée[7]. C'est le cas, par exemple, quand le robot (en marche) dans un couloir matérialisé par deux murs discontinus, suit un mur ou une direction (comportement SM ou SD), suite à l'interaction des deux comportements antagonistes : *être attiré par le mur* et *être repoussé par le mur*.

4.1 Ontologie du domaine

L'ensemble de règles et de cas qui produit une action sur l'environnement constitue le *modèle dynamique* du domaine. En effet chaque agent possède des connaissances générales et des connaissances spécifiques contenues dans son expérience passée, lui servant pour résoudre les nouveaux problèmes. Suivant la spécificité du problème posé et de la connaissance dont on dispose, un raisonnement à partir de cas ou une règle, sera déclenchée.

Il est en outre indispensable, pour comprendre la dynamique du robot dans le monde réel, de connaître l'évolution temporelle des données en particulier spatiales. Ce pourquoi nous nous sommes inspirés du modèle MADS (**M**odeling of **A**pplication **D**ata with **S**patio-temporal features), pour associer aux types d'objet, une temporalité concernant leur existence dans un type donné[8], et décrire par cela l'historique dans le passé, qui peut servir de base de reconstruction de l'environnement et d'apprentissage.

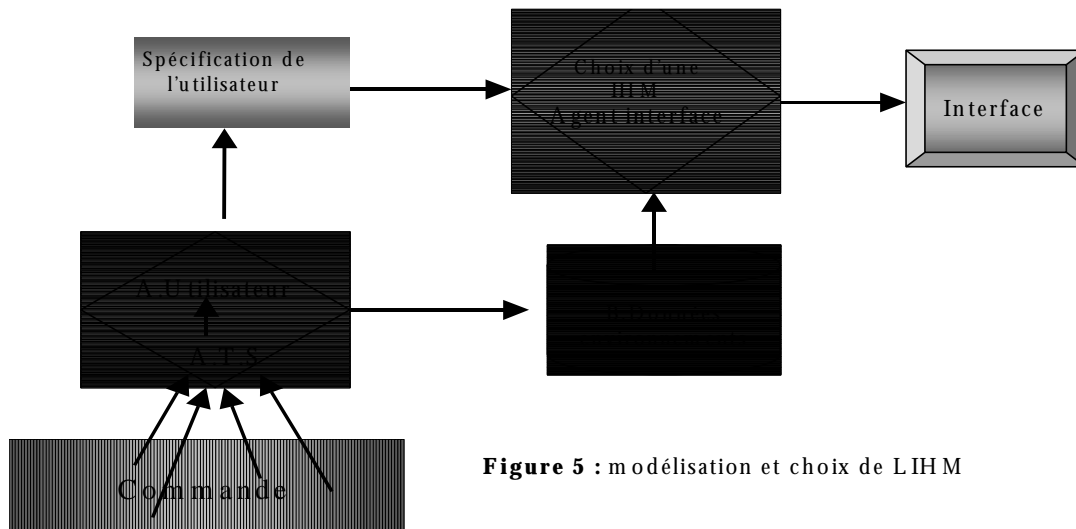


Figure 5 : modélisation et choix de LHM

4.2 Choix technique

Nous utilisons la plate forme SMAMP (système Multi-agent multi-plate-forme) écrite en langage C++, et conçu par groupe IA de l'université de Neuchâtel en Suisse.

6 Conclusion et perspectives

Dans cet article, nous avons utilisé le paradigme Multi agent pour élaborer une architecture logicielle de commande du robot mobile VAHM. Les premiers résultats nous ont permis d'observer un comportement global «intelligent» et des comportements élémentaires émergents suite a l'interaction et la coordination d'actions des agents. Ces résultats nous ont permis de valider notre modèle qui est en outre un modèle générique et valable pour d'autres applications. L'avantages de la méthode c'est qu'elle offre une grande souplesse au système, quand à l'ajout ou la suppression de nouveaux modules et agents.

Bibliographie

- [1] Yves Agostini. *Architecture coopérative pour la commande d'un fauteuil roulant robotisé*. Thèse. Université de Metz 1996
- [2] « A robust layered control for a mobile robot », IEEE Journal of Robotics and Automation, RA(2), 253-262 1989
- [3] E.LESTRUGEON *Une méthodologie d'auto-adaptation d'un système Multi-agent cognitifs* Thèse Université de Valenciennes 1995
- [4] J.lieber and A.Naopli, *Raisonnement à partir de cas et résolution de problème dans une représentation par objet* Revue d'intelligence artificielle. Vol 13-RàPC 1999 pages 9-35
- [5] J.COUAZ, *Interface homme-ordinateur* Edition BORDAS, Paris, 1990
- [6] P.PINO, *Robot mobile pour handicapés moteurs : Evaluations du système Homme-Machine*, Thèse de l'université de Metz 1995
- [7] M.R.Jean, *Emergence et SMA*, JFIADSMASMA'97, Hermes, avril 1997
- [8] C.PARENT and al, *MADS, Modèle conceptuel saptio temporel*, <http://lbdwww.epfl.ch>

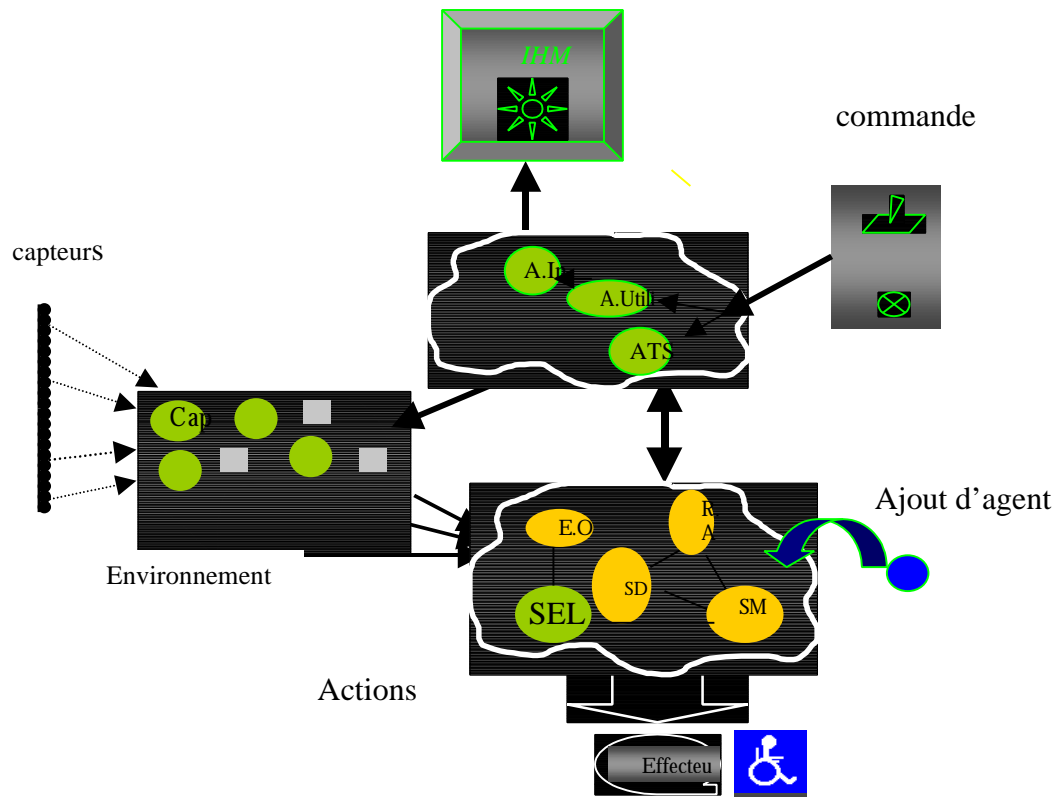


Figure 3 : *Modèle de l'architecture du VAHM*

Cap = capteurs SM =suivie de mur
A.Int = Agent Interface SD = suivie de direction
A.utlis = Agent utilisateur
ATS = Agent traiter signal
SEL = suivie d'espace libre
EO = évitement d 'obstacle RA= retour en
arrière