



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Université de Batna
Faculté des sciences de l'ingénieur
Département : Informatique

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Magister en Informatique
Option : Informatique industrielle

Présenté par :

Mohamed rida ABDESSEMED

Sujet du mémoire :

**Proposition d'une méthode de
classification dans un environnement
de robotique collective**

Soutenu le : 07/juin /2006 devant le jury composé de :

Dr. Nouredine	BOUGUECHAL	Professeur	Université de Batna	Président
Dr. Mohamed	BATOUCHE	Professeur	Université de Constantine	Rapporteur
Dr. Mohamed	BENMOHAMED	Professeur	Université de Constantine	Examineur
Dr. Azzeddine	HAFTARI	Maître de conférence	Université de Batna	Examineur

Résumé

Pour faire émerger une macro-tâche engendrée par une coopération de robots mobiles, autonomes, et à capacité limitée, une approche évolutionniste est présentée dans ce mémoire. Le système de contrôle au niveau de chaque robot est identique, et comprend un automate cellulaire qui sert à choisir entre un certain nombre de comportements fournis à la base. Les algorithmes génétiques appliqués dans ce cas, recherchent les automates cellulaires les plus aptes à faire réussir l'accomplissement de cette macro-tâche prédéterminée, éventuellement complexe, et exigeant une coopération de l'ensemble des robots mobiles précités. Cette approche est appliquée à la formation multi-tas, selon un ou plusieurs critères de classification (dans nos expériences on a opté pour les propriétés « couleur » et « forme») dans un environnement de simulation plat et fermé dans les deux directions, où les robots mobiles sont modélisés via des agents réactifs. Trois solutions guidées chacune par un procédé d'évaluation spécifique, sont proposées dans la classification monocritère et une solution dans la classification multicritères. Dans tous ces cas une structure organisée émerge après un certain nombre de générations, dévoilant les règles sensori-motrices qui permettent aux agents réactifs d'accomplir la tâche de classification en question.

Mots clés : Agent réactif, Algorithme génétique, Auto-organisation, Classification, Formation multi-tas, Robotique collective.

Abstract

In order to emerge a macro-task generated by a co-operation of mobile, autonomous, and capacity limited robots, an evolutionary approach is presented in this memory. Control system is the same for each robot, and includes a cellular automat used to choose between a set of behaviors provided at the base. Genetic algorithms applied in this case, seek the cellular automats ready to succeed the achievement of this predetermined, eventually complex and requiring a total co-operation of the whole mobile robots mentioned above, macro-task. This approach is applied to the multi-heap formation, according to the one or more criterions of classification like "color" and "form" in a flat and closed in the two directions simulation environment, where mobile robots are modeled via reactive agents. Three solutions guided each one by a specific evaluation process, are proposed in mono-criterion classification, another one in the multi-criterions classification. In all cases, an organized structure emerges after a certain number of generations, revealing the sensory-motor rules which allow reactive agents to achieve the classification task.

Key words: Auto-organization, Classification, Collective Robotics, Genetic Algorithm, Multi-heap formation, Reactive agent.

Table des matières

Introduction générale	1
Chapitre I : Vie artificielle	
I.1. Historique	3
I.2. Définition de la vie artificielle	3
I.3. Automates cellulaires	5
I.4. Jeu de la vie	9
I.5. Les insectes sociaux	10
I.6. Les robots	12
I.7. Le système classifieur	14
I.8. Animat	16
I.9. La morphogenèse	18
I.10. Principe de l'évolution	20
I.11. Emergence	22
I.12. Relation entre intelligence artificielle et vie artificielle	26
I.13. Conclusion.....	26
I.14. Références	27
Chapitre II : Auto-organisation, Adaptation & Apprentissage	
II.1. Auto-organisation	32
II.1.1. Concept du système	32
II.1.2. Définition(s)	33
II.1.3. Caractéristiques des systèmes aut-organisés	34
II.1.4. La rétroaction	35
II.1.5. Les mécanismes de l'auto-organisation	36
II.1.6. Règles comportementales locales	37
II.1.7. L'auto-organisation et l'intelligence collective	37
II.2. Adaptation	39
II.2.1. Définition(s)	39
II.2.2. Système adaptatif	40
II.2.3. Architecture d'un système adaptatif	40
II.3. Apprentissage	41
II.3.1. Définition(s)	41
II.3.2. Méthodes d'apprentissage	42
II.3.2.1. Réseaux de neurones	43
II.3.2.2. Apprentissage par renforcement	48
II.3.2.3. Algorithmes génétiques (AG)	51
II.3.3. Estimation de la performance	55
II.4. Conclusion	57
II.5. Références	58
Chapitre III : Système multi-agents & Robotique collective	
III.1 Système multi-agent (SMA)	63
III.1.1. Définitions	64
III.1.1.1. Définition d'un agent	64
III.1.1.2. Caractéristiques d'un agent	64
III.1.1.3. Système multi-agent	67
III.1.2. Dualité Agent/Organisation	69
III.1.2.1. Agent cognitif.....	69

III.1.2.2. Agent réactif	71
III.1.2.2.1. Exemples	72
III.2 Robotique collective	74
III.2.1. Motivations	74
III.2.2. Contrôle d'un robot	75
III.2.3. Contrôle d'un collectif de robots	75
III.2.4. Les insectes sociaux	77
III.2.5. La coopération en robotique collective	78
III.2.6. Un exemple de résolution de conflits : le compétition agressive	79
III.2.7. Un exemple de méthodologie en robotique collective : Cirta	79
III.3. Conclusion	80
III.4. Références	81
Chapitre IV : Problème de classification & solutions proposées en robotique collective	
4.1. Introduction	86
4.2. Définitions de groupement, classification et tri	86
4.3. Les algorithmes de classification biomimétique	88
4.4. Problème de formation de Tas en robotique collective	95
4.4.1. Principe de fonctionnement réactif d'un robot mobile	97
4.4.2. Principe de l'approche évolutionniste utilisée	99
4.5. Problème de classification monocritère.....	100
4.6. Solutions proposées pour l'approche monocritère.....	100
4.6.1. Première solution	101
4.6.2. Deuxième solution	103
4.6.3. Troisième solution	104
4.7. Problème de classification multicritère.....	105
4.8. Solution proposée pour l'approche multicritère.....	105
4.9. Regroupement sélectif exclusif au mieux.....	106
4.9. Conclusion	106
4.10. Références.....	107
Chapitre V : Mise en œuvre & résultats de la simulation	
5.1. Introduction	111
5.2. Mise en œuvre de la simulation	111
5.2.1. Mise en œuvre de la première solution monocritère.....	111
5.2.2. Mise en œuvre de la dixième solution monocritère.....	113
5.2.3. Mise en oeuvre de la troisième solution monocritère.....	114
5.2.4. Mise en oeuvre de la solution multicritère.....	115
5.3. Choix entre simulation synchrone et asynchrone	116
5.4. Résultats de la simulation	117
5.4.1. Règles décelées	117
5.4.2. Résultats des expériences effectuées dans le cas monocritère.....	117
5.4.3. Mise à l'échelle du nombre d'agents-robots	120
5.4.4. Mise à l'échelle du nombre d'objets	120
5.4.5. Mise à l'échelle de l'espace d'entraînement	120
5.5. Comparaison des règles trouvées avec celles décelées chez les fourmis.....	121
5.6. Problème de la boucle infinie.....	122
5.6. Conclusion	122
5.7. Références	123
Conclusion générale & perspectives	
Annexe A (Environnement de simulation basé agents : NetLogo)	
Annexe B (Glossaire)	