

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Université Mohamed Khider**

**Biskra**

**Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénieur**

**Département d'Informatique**

**Mémoire de Magister**

**Option : Intelligence Artificielle et Images**

## **Une Approche Basée Agents pour la Recherche**

**Présenté par :**

**M. Kalfali Toufik**

### **Composition du jury**

Président	Pr. BOUFAIDA Mahmoud	Professeur	Université de Constantine
Examineurs	Pr. BATOUCHE M. Chaouki	Professeur	Université de Constantine
	Dr. KAZAR Okba	Maître de conférences	Université de Biskra
Rapporteur	Pr. SAHNOUN Zaidi	Professeur	Université de Constantine

**2005/ 2006**

## Sommaire

<b>Introduction générale</b> .....	5
1 .Introduction.....	6
2 .Problématique et objectif.....	7
3. Axes du mémoire.....	7
<b>Chapitre 1 : Recherche orientée centralisée</b> .....	8
1.1. Introduction.....	9
1.2. Représentation de l'espace d'états.....	9
1.3. Définition formelle d'un problème de recherche.....	10
1.4. Exemples de problèmes de recherche.....	10
1.5. Classification des méthodes de recherche.....	10
1.6. Stratégies de recherche informée.....	12
1.6.1. Les méthodes centralisées.....	12
1.6.1.1. Méthodes optimales.....	12
a) L'algorithme A*.....	12
b) Variantes de A*.....	13
1.6.1.2. Les méthodes approchées.....	14
1.6.1.2. 1. Méthodes approchées d'amélioration itérative.....	14
a) Méthode de descente.....	14
b) Recuit simulé.....	14
c) La recherche Tabou.....	16
d) Les algorithmes génétiques.....	17
1.6.1.2.2. Les méthodes approchées constructives.....	18
a) L'algorithme Real Time A* (RTA*).....	18
b) L'algorithme Learning Real Time A* (LRTA*).....	20
c) Influence du choix de la fonction heuristique.....	21
1.7. Critères d'évaluation des méthodes de recherche.....	21
1.8. Comparaison des méthodes de recherche centralisées.....	21
1.9. Conclusion.....	22
<b>Chapitre 2 : Les systèmes Multi-Agents et la recherche</b> .....	24
2.1. Introduction.....	25
2.2. Agents et systèmes multi-agents.....	25
2.2.1. Notion d'agent.....	25
2.2.2. Modèles d'agents.....	25
2.2.3. Systèmes multi-agents.....	26
2.3. Domaines d'application des systèmes Multi-agents.....	28
2.4. Recherche informée distribuée.....	29
2.4.1. Présentation de quelques approches distribuées.....	29
2.4.1.1. Approches sans coordination.....	29
a) L'approche Decoupled Real Time Bidirectional Search.....	29

b) L'approche Multiagent Learning Real Time A*.....	30
c) L'approche Multiple agent Moving Target Search.....	30
2.4.1.2. Approches avec coordination.....	31
a) L'algorithme Centralisé RTBS.....	31
b) L'approche Intelligent Coordinates for Search.....	32
c) L'approche Ant Colony.....	32
2.4.2. Comparaison des approches distribuées.....	33
a) Critères de comparaison.....	33
b) La comparaison.....	34
2.5. Conclusion.....	35
<b>Chapitre 3 : Proposition d'un modèle Multi-Agents pour la recherche.....</b>	<b>37</b>
3.1. Introduction.....	38
3.2. Modélisation du problème.....	38
3.3. Organisation des agents.....	38
3.3.1. L'agent Coordinateur.....	39
3.3.2. Les agents de recherche.....	39
3.4. Architecture des agents.....	39
3.4.1. Architecture de l'agent coordinateur.....	39
3.4.1.1. Base de connaissances.....	40
3.4.1.2. Expertise.....	40
3.4.1.3. Communication.....	40
3.4.1.4. Contrôle.....	41
3.4.2. Architecture d'un agent de recherche.....	41
3.4.2.1. Communication.....	41
3.4.2.2. Base de connaissances.....	41
3.4.2.3. Contrôle.....	42
3.4.2.4. Raisonnement.....	42
3.5. Description fonctionnelle du système.....	42
3.5.1. Recherche simultanée dans les différentes régions de l'espace d'états.....	42
3.5.1.1. Détermination et sélection des nœuds initiaux des régions.....	42
3.5.1.2. Processus de recherche dans les différentes régions.....	43
3.5.2. Détermination du chemin de moindre coût.....	43
3.6. Modélisation du comportement de l'agent de recherche.....	44
3.7. Modélisation du comportement de l'agent coordinateur.....	45
3.8. Structures de données et algorithmes.....	45
3.8.1. L'agent coordinateur.....	45
3.8.1.1. Structures de messages envoyés par l'agent coordinateur.....	45
3.8.1.2. Structures de données.....	45
3.8.1.3. Algorithmes de l'agent coordinateur.....	46
3.8.2. Agents de recherche.....	47
3.8.2.1. Messages envoyés par un agent de recherche à l'agent coordinateur.....	47
3.8.2.2. Structures de données.....	48
3.8.2.3. Algorithme d'un agent de recherche.....	48
3.9. Exemple d'illustration.....	50
3.10. Conclusion.....	55
<b>Chapitre 4 : Evaluation et discussion.....</b>	<b>56</b>
4.1. Introduction.....	57
4.2. Evaluation de l'approche.....	57

4.2.1. La complétude.....	57
4.2.2. Complexité temporelle.....	57
4.2.3. Complexité spatiale.....	57
4.2.4. Qualité de la solution.....	58
4.3. Discussion.....	58
4.4. Conclusion.....	59
<b>Chapitre 5: Application de notre approche sur le problème PVC.....</b>	<b>60</b>
5.1. Introduction.....	61
5.2. Choix techniques.....	61
5.3. Résultats de l'application.....	61
5.3.1. Présentation d'une instance du problème.....	61
5.3.2. Influence du nombre d'agents sur le coût de communication.....	63
5.3.3. Influence du nombre d'agents sur la qualité de la solution.....	64
5.4. Etude comparative.....	64
5.4.1. Comparaison avec des méthodes centralisées.....	64
5.4.2. Comparaison avec la méthode distribuée Multi-agent Real Time A*.....	66
5.5. Conclusion.....	67
<b>Conclusion et perspectives.....</b>	<b>68</b>
<b>Annexe.....</b>	<b>71</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>76</b>

## **Abstract**

In this work, we propose a multi-agent approach to solve the problem of finding a good path in a given search space, in a reasonable time. We investigate the advantages of the multi-agent approach such as the parallelism and cooperation between agents to solve this problem. We show that our approach have advantages in comparison with other existing methods, essentially the determination of a good solutions in a reasonable time.

**Key Words** : Oriented Search, Multi-agent, State Space, Heuristic Function.

## **Résumé**

Dans ce travail, nous proposons une approche multi-agents pour résoudre le problème de recherche d'un meilleur chemin, dans un espace de recherche, dans un temps raisonnable. Nous bénéficions des apports des systèmes multi-agents tel que la possibilité du parallélisme et de coopération entre agents pour résoudre ce problème. Nous montrons que notre approche a des avantages par rapport à d'autres méthodes de recherche existantes, essentiellement l'obtention de meilleures solutions dans un temps raisonnable.

**Mots clés** : Recherche orientée, Multi-agents, Espace d'états, Fonction Heuristique.