

THESE DE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ PARIS 6

Spécialité: INFORMATIQUE

Présentée par M. Jamâl-Dine DISSOU

Pour obtenir le grade de Docteur de l'Université PARIS 6

Sujet de la thèse:

SaroTalk, une Plate-forme de Systèmes Multi-Agents

Soutenue le 24 Novembre 1994

Devant le jury composé de:

Mme	Jacqueline	AYEL	Rapporteur
M	Jacques	FERBER	Examineur
M	Louis	FRÉCON	Rapporteur
M	Jacques	MATHIEU	Directeur
M	Jean-Charles	POMEROL	Examineur

RÉSUMÉ

Face à l'évolution des domaines d'application de l'Intelligence Artificielle Distribuée (IAD) et la grande variété des domaines d'application (aide à la décision, conduite de processus, robotique, etc.) il importe de disposer d'outils permettant de réaliser et d'expérimenter facilement une grande variété de systèmes multi-agents. SaroTalk est un plate-forme de simulation et d'expérimentation de systèmes multi-agents. Dans cette thèse est présenté SaroTalk à grands traits.

Dans la partie "Conception", après avoir explicité les concepts d'IAD, nous présentons notre approche théorique et conceptuelle.

Dans la partie "Réalisation pratique avec SaroTalk", nous décrivons les capacités du système SaroTalk et illustrons comment il permet de simuler divers environnements dans lesquels les agents coopèrent.

Pour conclure, nous pensons avoir contribué à l'amélioration de la caractérisation des plates-formes multi-agents en proposant une meilleure caractérisation qui participe à la fois d'une synthèse et d'une extension des précédentes.

Mots-Clés: Intelligence Artificielle Distribuée, Agent, Action et communication, Résolution par interaction, Coopération, Organisation, Coordination, Système multi-agents, Plate-forme multi-agents, Moteur d'inférence

Table des Matières

PRÉAMBULE.....	1
Chapitre 1 INTRODUCTION.....	3
1.1. PROBLÉMATIQUE.....	3
1.2. PLAN DE LECTURE.....	4
PARTIE A. CONCEPTION SAROTALK.....	7
Chapitre 2 ÉTAT DE L'ART.....	9
2.1. TRAVAUX EN IAD.....	9
2.2. DÉFINITION DES SYSTÈMES MULTI-AGENTS.....	9
2.3. NOTION D'AGENT.....	12
2.4. CLASSE COMPORTEMENTALE DES AGENTS.....	14
2.5. ACTION ET COMMUNICATION.....	17
2.5.1. Action.....	17
2.5.2. Communication.....	18
2.5.3. Modes de Communication.....	20
2.5.4. Langage de Communication.....	23
2.6. RÉOLUTION DE PROBLÈME PAR INTERACTION.....	24
2.7. COOPÉRATION.....	27
2.8. ORGANISATION D'UN SYSTÈME MULTI-AGENTS.....	28
2.9. COORDINATION.....	30
2.10. RÉOLUTION DE CONFLITS.....	31
2.11. PROBLÉMATIQUE DE LA CONCEPTION DE PLATES-FORMES MULTI-AGENTS.....	32
2.12. PLATES-FORMES DE SYSTÈMES MULTI-AGENTS.....	34

Table des Matières

Chapitre 3 RÉALISATION.....	39
3.1. MODÈLE CONCEPTUEL DE SAROTALK.....	39
3.2. PRINCIPE DE SAROTALK.....	40
3.3. STRUCTURE ORGANIQUE D'UN AGENT SAROTALK.....	41
3.4. LES INTERACTIONS.....	44
3.5. COMPORTEMENT.....	49
3.5.1 Généralités sur le comportement des agents.....	49
3.5.2. L'Architecture d'inférence SaroTalk.....	50
3.5.2.1. Systèmes Hybrides.....	50
3.5.2.2. Quelques Moteurs d'inférence en Smalltalk.....	52
3.5.2.3. Principe du Moteur d'inférence SaroTalk.....	54
3.5.2.4. Les Objets.....	55
3.5.2.5. Les Règles.....	57
3.5.2.6. Le Cycle d'inférence.....	59
3.5.2.7. Éléments d'implantation.....	62
3.6. LE MODÈLE D'EXÉCUTION CONCURRENT DE SAROTALK.....	63
3.7. L'ENVIRONNEMENT DE SAROTALK.....	64
PARTIE B. APPLICATIONS.....	69
Chapitre 4 ASPECTS SPATIO-TEMPORELS: SAROMINIER.....	71
4.1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE.....	71
4.2. DESCRIPTION DU SYSTÈME SaroMinier.....	72
4.2.1. Caractéristiques des tâches.....	72
4.2.2. Description des agents.....	74

Table des Matières

4.3. RÉOLUTION ET MODÉLISATION	74
4.3.1. Analyse de l'organisation en Binôme.....	76
4.3.2. Analyse de l'organisation en équipe	78
4.3.3. Analyse de l'organisation en Réseau Contractuel.....	78
4.3.4. Modélisation du Réseau contractuel.....	79
4.4. ÉTUDES EXPÉRIMENTALES SUR SaroMinier.....	86
4.4.1. Contexte d'expérimentation.....	87
4.4.1.1. Indices d'évaluation.....	87
4.4.1.2. Paramètres d'expérimentation.....	87
4.4.2. Mesures et résultats.....	88
4.4.2.1. Mesures	88
4.4.2.2. Résultats.....	88
4.4.2.2.1. Les séries.....	88
4.4.2.2.2. La moyenne des séries.....	94
4.4.3. Interprétations des résultats	103
4.4.3.1. Indice de Performance.....	103
4.4.3.2. Indices du niveau d'interaction et du niveau d'activité.....	104
Chapitre 5 ASPECTS AIDE À LA DÉCISION: SAROMARÉE.....	105
5.1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE.....	105
5.2. DOMAINE D'APPLICATION	105
5.3. RÉOLUTION.....	106
5.4. MODÉLISATION DU RAISONNEMENT DES AGENTS.....	109
5.4.1. Agent Terrain	109

Table des Matières

5.4.2. Agent Gestion des Moyens	110
5.4.3. Agent Décision	111
5.5. FONCTIONNEMENT GÉNÉRAL.....	114
5.6. INTÉRÊTS DE L'EXEMPLE.....	116
PARTIE C. CONCLUSIONS	119
Chapitre 6 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....	121
6.1. RÉCAPITULATIFS	121
6.2. QUALITÉS ET PERSPECTIVES DE SAROTALK	121
6.3. CONCLUSION.....	122
BIBLIOGRAPHIE	125
ANNEXES.....	137
ANNEXE 1. SYNTAXE D'UNE CLASSE.....	139
ANNEXE 2. SYNTAXE DE L'INSTANCE.....	143
ANNEXE 3. SYNTAXE D'UNE RÈGLE.....	145
ANNEXE 4. CODE DE L'EXEMPLE "RÉCUPÉRATION DE MINERAI"	149
A. Code de l'agent Horloge.....	149
A.1. Descriptions de concepts.....	149
A.2. Savoir-faire.....	150
B. Code de l'agent Base	153
B.1. Descriptions de concepts	153
B.2. Savoir-faire	154
C. Code de l'agent Minerais.....	156
C.1. Descriptions de concepts	157

Table des Matières

C.2. Savoir-faire	157
D. Code de l'agent Détecteur.....	160
D.1. Descriptions de concepts.....	160
D.2. Savoir-faire	161
E. Code de l'agent Récupérateur.....	169
E.1. Descriptions de concepts.....	169
E.2. Savoir-faire.....	170
ANNEXE 5. COPIES D'ÉCRAN.....	179