
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITÉ DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE HOUARI BOUMEDIENE

INSTITUT D'INFORMATIQUE

Mémoire du Projet de Fin d'Etudes pour l'obtention du diplôme
D'INGÉNIEUR D'ETAT EN INFORMATIQUE
Option : Software

Modélisation et Implémentation d'un Environnement Coopératif Multi-Agents

thème proposé par

M^{me} Mellah
CERIST

Etudié par

M^r. DJOUAHRA Karim & M^r. BOUZINA Rédha

Devant le jury composé de

M^r H. ZIBANI
M^r S. KECHID
M^r Y. AKLOUF

PROMOTION : 2003

Table des matières

| | |
|--|----------|
| Introduction Générale | 2 |
| 1 Etat de l'art sur les systèmes multi-agents | 4 |
| 1.1 L'Intelligence Artificielle | 5 |
| 1.2 L'intelligence artificielle distribuée | 5 |
| 1.2.1 Historique | 5 |
| 1.2.2 Thèmes de recherche de l'IAD | 5 |
| 1.2.2.1 Problématique de l'IAD | 6 |
| 1.2.2.2 Modèles des systèmes d'IAD | 7 |
| 1.3 Modèle acteurs | 7 |
| 1.3.1 Les systèmes ouverts | 8 |
| 1.3.2 Acteurs | 8 |
| 1.3.3 Le modèle de Carl Hewitt | 9 |
| 1.3.4 Le modèle de Gul Agha | 9 |
| 1.4 Evolution vers les systèmes multi-agents | 10 |
| 1.4.1 Concept d'agent | 11 |
| 1.4.1.1 Déterminant d'un agent | 12 |
| 1.4.1.2 Caractéristiques des agents | 12 |
| 1.4.2 Catégories d'agents | 13 |
| 1.4.3 Ecole réactive | 13 |
| 1.4.4 Ecole cognitive | 14 |
| 1.4.4.1 Caractéristique d'un agent cognitif | 14 |
| 1.4.4.2 Architecture d'un agent cognitif | 15 |
| 1.4.4.3 Fonctionnement d'un agent cognitif | 17 |
| 1.4.5 Etude comparative | 18 |
| 1.5 Société d'agents | 19 |
| 1.5.1 Organisation sociale | 19 |
| 1.5.1.1 Structures organisationnelles | 19 |
| 1.5.2 Contrôle et prise de décision | 19 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1.5.3 | Coopération | 20 |
| 1.5.3.1 | Coopération et structure d'organisation | 20 |
| 1.5.3.2 | Modèles de coopération | 21 |
| 1.5.4 | Résolution de conflits | 22 |
| 1.5.4.1 | Coordination | 22 |
| 1.5.4.2 | Négociation | 22 |
| 1.5.5 | Communication | 23 |
| 1.5.5.1 | Protocoles de communication | 23 |
| 1.5.5.2 | Architecture de communication | 24 |
| 1.5.5.3 | Actes de communication | 25 |
| 1.5.5.4 | Modes de communication | 26 |
| 1.6 | Emergence | 27 |
| 1.7 | Quelques exemples de systèmes multi-agents | 27 |
| 2 | La coopération entre agents | 28 |
| 2.1 | Le travail coopératif | 29 |
| 2.2 | Les systèmes multi-agents coopératifs | 29 |
| 2.3 | Interactions entre agents | 30 |
| 2.3.1 | Composantes d'une interaction | 30 |
| 2.3.2 | Protocoles d'interactions | 32 |
| 2.3.2.1 | Les protocoles de coordination | 33 |
| 2.3.2.2 | Les protocoles de négociation | 33 |
| 2.4 | Les protocoles de coopération | 33 |
| 2.4.1 | Contract Net | 34 |
| 2.4.1.1 | Fonctionnement d'un réseau contractuel | 34 |
| 2.4.1.2 | Extension du modèle | 35 |
| 2.4.2 | Allocation par réseau d'acointances | 37 |
| 2.4.3 | Le Twin-Base Modeling | 38 |
| 2.4.3.1 | Présentation du protocole | 38 |
| 2.4.3.2 | Le modèle Twin-Base pour un petit groupe d'agents | 39 |
| 2.4.3.3 | Structure d'organisation hiérarchique | 42 |
| 2.4.3.4 | Le modèle Twin-Base dans une société d'agents | 44 |
| 2.5 | Communication entre agents | 46 |
| 2.5.1 | Le langage KIF | 46 |
| 2.5.2 | Le langage ACL | 46 |
| 2.5.3 | Le langage KQML | 47 |
| 2.5.3.1 | Structure des messages KQML | 47 |
| 2.5.3.2 | Les primitives KQML | 50 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3 | Le langage de modélisation orienté objet UML | 52 |
| 3.1 | L'approche objet | 53 |
| 3.1.1 | Pourquoi l'approche objet | 53 |
| 3.1.2 | L'objet | 53 |
| 3.1.3 | Les classes | 53 |
| 3.1.3.1 | Abstraction | 54 |
| 3.1.3.2 | Encapsulation | 54 |
| 3.1.3.3 | Relation entre classes | 55 |
| 3.1.4 | Héritage | 56 |
| 3.1.4.1 | Généralisation | 57 |
| 3.1.4.2 | Spécialisation | 57 |
| 3.1.4.3 | Héritage simple | 57 |
| 3.1.4.4 | Héritage multiple | 58 |
| 3.1.5 | Relation d'instanciation | 58 |
| 3.1.6 | Polymorphisme | 58 |
| 3.2 | Concept de base de l'UML | 59 |
| 3.2.1 | Introduction | 59 |
| 3.2.2 | La notation UML | 60 |
| 3.2.2.1 | Modèle et métamodèle | 60 |
| 3.2.2.2 | Les objets | 60 |
| 3.2.2.3 | Les classes | 61 |
| 3.2.2.4 | Les associations | 61 |
| 3.2.2.5 | Les classes association | 62 |
| 3.2.2.6 | Les notes | 62 |
| 3.2.2.7 | Les contraintes | 62 |
| 3.2.2.8 | L'héritage | 63 |
| 3.2.2.9 | Les packages | 63 |
| 3.2.3 | Les diagrammes d'UML | 63 |
| 3.2.3.1 | Vues statiques du système | 64 |
| 3.2.3.2 | Vues dynamiques du système | 67 |
| 3.3 | Agent UML | 69 |
| 4 | Modélisation d'un environnement coopératif multi-agents | 71 |
| 4.1 | Les concepts de coopération | 72 |
| 4.2 | le protocole Twin-Base | 72 |
| 4.3 | Conception générale du système | 73 |
| 4.4 | Modélisation de l'environnement | 73 |
| 4.4.1 | Diagrammes des cas d'utilisation | 73 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.4.1.1 | Les acteurs du système | 73 |
| 4.4.1.2 | Liste des cas d'utilisation | 74 |
| 4.4.1.3 | Diagrammes de séquences | 74 |
| 4.4.1.4 | Diagramme d'activités | 77 |
| 5 | Conception et mise en œuvre | 80 |
| 5.1 | Étude de cas | 81 |
| 5.2 | Architecture générale du SMA | 81 |
| 5.3 | Les différents agents du SMA proposé | 81 |
| 5.3.1 | Agent_Trader | 82 |
| 5.3.2 | Agent traitement: (Agent_Treatment) | 82 |
| 5.3.3 | Agent suppression: (Agent DB_Delete) | 82 |
| 5.3.4 | Agent modification: (Agent DB_Modify) | 82 |
| 5.3.5 | Agent ajout: (Agent DB_Insert) | 83 |
| 5.3.6 | Agent_Generic | 83 |
| 5.4 | La coopération entre les agents | 83 |
| 5.5 | Mise en œuvre | 84 |
| 5.5.1 | L'interface d'un agent | 84 |
| 5.5.2 | Démarche de l'application | 85 |
| | Conclusion Générale | 90 |
| A | l'Internet | 92 |
| A.1 | Présentation de l'internet | 92 |
| A.2 | Les services de l'Internet | 92 |
| A.2.1 | Le courrier électronique (E-Mail) | 93 |
| A.2.2 | Le transfert des fichiers (FTP) | 93 |
| A.2.3 | Le service Wais | 93 |
| A.2.4 | Le service Gopher | 93 |
| A.2.5 | Le service Web | 93 |
| A.3 | Les protocoles de l'Internet | 93 |
| A.4 | Le Web | 94 |
| A.5 | Les bases de données | 94 |
| A.6 | Système de gestion de base de données (SGBD) | 95 |
| A.7 | Le modèle client/serveur | 95 |
| A.7.1 | Les applications coté serveur | 96 |
| A.7.2 | Les applications coté client | 96 |

| | |
|---|------------|
| B Perl | 97 |
| B.1 Historique | 97 |
| B.2 généralités | 97 |
| B.2.1 Pourquoi Perl est devenu populaire? | 98 |
| B.2.2 Quelle utilisation? | 98 |
| B.2.3 Pourquoi utilise t'on Perl aujourd'hui | 98 |
| B.3 Perl autrement | 98 |
| B.4 Les expressions régulières | 99 |
| B.5 Ecriture et utilisation de modules | 99 |
| B.6 L'écriture orientée objet | 99 |
| B.7 l'écriture de scripts CGI | 99 |
| B.8 Perl et les applications réseaux | 100 |
| B.9 Accès aux bases de données | 100 |
| | |
| C MySQL | 101 |
| C.1 Pourquoi MySQL | 101 |
| C.2 MySQL et Perl, le mariage de raison | 101 |
| C.3 Perl et MySQL: le couple sympathique | 102 |
| | |
| D L^AT_EX | 103 |
| D.1 Introduction | 103 |
| D.2 T _E X | 103 |
| D.3 L ^A T _E X | 104 |
| D.4 Les bases | 104 |
| D.4.1 Auteur, Editeur et typographe | 104 |
| D.4.2 Choix de la mise en page | 104 |
| D.5 L ^A T _E X international | 105 |
| D.6 Avantages et inconvénients | 105 |
| D.7 Exemples | 106 |
| | |
| Bibliographie | 107 |

Résumé

Lorsque l'être humain rencontre des problèmes, il tente de les résoudre de lui-même, si non il demande de l'aide à d'autres personnes ; cependant l'information dont disposent les personnes sur chacune d'entre elles est d'une très grande importance pour la résolution d'un problème donné. Ce phénomène dans une société d'humains est interprété par la notion de coopération dans un Système Multi Agents (SMA).

Pour cela, nous nous proposons de modéliser un environnement de coopération d'un SMA en utilisant la technique de modélisation « Twin-Base Modeling ». Ainsi, et pour bien voir le résultat de cette coopération, on se propose de considérer une étude de cas concernant le contrôle d'une base de données à distance.

Mots clés : Système Multi-Agents; Coopération ; Twin-Base ; Base de Données.