

Ne communiquer que sur demande expresse

Université
de Nancy 1

Inria-Lorraine

Centre de Recherche en
Informatique de Nancy

Sc N 89 / 22³ B

Coopération dans un univers multi-agents
basée sur le modèle du
blackboard : Etudes et réalisations

CONTRIBUTION PERSONNELLE

Thèse

présentée et soutenue publiquement le 20 Février 1989

pour l'obtention du

Doctorat de l'Université de Nancy 1

(Spécialité Informatique)

par

Brigitte MAÎTRE



Composition du jury :

Président :

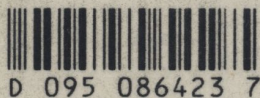
Roger MOHR

Rapporteurs :

Malik GHALLAB
Marion CRÉHANGE

Examineurs :

Jean-Paul HATON
Marie-Christine HATON



Michel CLERGET
Philippe LE BLÉ

**Coopération dans un univers multi-agents
basée sur le modèle du
blackboard : Etudes et réalisations**

CONTRIBUTION PERSONNELLE

Thèse

présentée et soutenue publiquement le **20 Février 1989**

pour l'obtention du

Doctorat de l'Université de Nancy 1

(Spécialité Informatique)

par

Brigitte MAÎTRE

Composition du jury :

Président : Roger MOHR

Rapporteurs : Malik GHALLAB
Marion CRÉHANGE

Examineurs : Jean-Paul HATON
Marie-Christine HATON

Invités : Michel CLERGET
Philippe LE BLÉ



Résumé

Ma thèse a fait l'objet d'un projet commun avec Hassan Lâasri. Ensemble, nous nous sommes intéressés aux systèmes multi-agents en intelligence artificielle et plus particulièrement aux systèmes à base de blackboard. Les études et réalisations effectuées sont le fruit de notre collaboration.

Nous avons préféré rédiger en commun un dossier scientifique complet et concis, intégrant nos réflexions fondamentales ainsi que nos réalisations pratiques [1]. Présenter les résultats de nos travaux en deux documents différents aurait conduit à trop de redites ou trop de références à nos thèses respectives.

Cependant, le lecteur désirant connaître ma contribution personnelle pourra se reporter à ce document.

1 Introduction

Dans ce document, je vais essayer de mettre en évidence ma contribution personnelle au projet décrit dans la thèse intitulée "Coopération dans un univers multi-agents basée sur le modèle du blackboard : Etudes et réalisations". Auparavant, je voudrais insister sur le fait que mes travaux ont été effectués en commun avec Hassan Lâasri. Cette collaboration s'est avérée très étroite : nous avons eu constamment des discussions qui nous ont permis d'échanger de nombreuses idées, de remettre en cause certains points et de construire de façon incrémentale le système ATOME.

La contribution a été telle, que retrouver qui est à l'origine d'une idée, de la mise en évidence d'un problème ou de l'amélioration d'un point particulier de nos travaux communs devient périlleux.

Je vais essayer malgré tout de dégager "ma propre contribution" en ce qui concerne d'une part, l'étude bibliographique et les analyses qui en résultent, et d'autre part, la réalisation pratique dans ATOME.

2 Le contrôle dans les architectures de blackboard

L'étude bibliographique sur les systèmes à base de blackboard a été effectuée à deux niveaux : une étude générale commune avec Hassan et une étude plus approfondie et plus personnelle sur certains systèmes, représentatifs d'un type de contrôle particulier.

2.1 Le contrôle procédural dans le système HEARSAY-II

HEARSAY-II a été le premier système à base de blackboard et reste la grande référence dans ce domaine. Même s'il n'a pas satisfait les objectifs fixés par l'agence DARPA, je pense qu'il a permis de soulever de nombreux problèmes non encore résolus dans les architectures de blackboard (parallélisme, temps réel et résolution distribuée de problèmes).

Le principal avantage du contrôle implanté dans le système HEARSAY-II réside dans l'efficacité de ses connaissances de contrôle représentées sous forme procédurale (cf. chapitre 2 de la partie II).

2.2 Le contrôle hiérarchique dans le système CRYSA-LIS

Les deux systèmes représentatifs du contrôle hiérarchique sont HASP/SIAP et CRYSA-LIS (cf. chapitre 3 de la partie II).

Je me suis plus particulièrement intéressée au système CRYSA-LIS. J'étais attirée par sa formalisation structurée d'un problème, par sa représentation simple des stratégies de contrôle à utiliser et par son efficacité.

Cependant, la relation qui existe entre une tâche et une source de connaissances dans ce système me semblait plutôt proche d'un appel procédural de la SC par la tâche.

Une SC n'avait pas le moyen de raisonner sur sa propre participation dans la résolution du problème (elle n'avait pas de précondition).

2.3 Le contrôle à base de blackboard dans le système GBB

Je me suis intéressée à GBB pour sa représentation des objets du blackboard et pour son amélioration du contrôle à base de blackboard (cf. chapitre 4 de la partie II).

Les concepteurs de ce système se sont beaucoup préoccupé de la rapidité des fonctions d'accès au blackboard et de ce fait de la représentation interne des objets stockés dans le blackboard.

GBB intègre un système générique GBB-1 dont le contrôle est à base de blackboard. Ce dernier reprend et améliore certaines faiblesses de BB-1. Il limite le nombre de sources de connaissances en compétition, il profite des fonctions d'accès au blackboard optimisées de GBB et il définit la notion de stabilité des

préconditions des sources de connaissances et des heuristiques.

Malgré ces améliorations, le contrôle à base de blackboard reste coûteux en temps d'exécution. Cependant, il offre beaucoup de souplesse et d'opportunisme dans le processus de résolution d'un problème.

D'autre part, GBB offre certaines facilités pour développer son propre mécanisme de contrôle. Je pense donc qu'il serait intéressant de réécrire ATOME avec cet outil. Ceci nous permettrait de profiter des possibilités de ce dernier vis à vis de la spécification du blackboard et des objets qui le composent.

3 Première architecture d'ATOME

Après avoir longuement discuté avec Hassan et évalué les architectures déjà existantes, CRYSLIS nous a semblé fournir l'architecture la plus intéressante pour débiter notre projet.

En ce qui me concerne, son approche hiérarchique pour aborder un problème me paraissait être d'une aide considérable pour formaliser ce dernier. De plus, cette architecture me semblait évolutive.

Nous sentions que de grandes améliorations pouvaient lui être facilement apportées.

Je savais que cette architecture manquait de souplesse, mais l'approche BB-1 ne me satisfaisait pas étant donné son manque d'efficacité.

3.1 Réalisations

L'architecture adoptée définit trois types de SCs : les spécialistes (SCs du domaine), les tâches (SCs de contrôle) et la stratégie (méta-SC de contrôle). Des structures de contrôle (liste d'événements et résumé du blackboard) ont également été définies.

En ce qui concerne l'implantation de cette architecture, nous avons eu une

approche descendante. Nous avons d'abord implanté la stratégie, le blackboard et les structures de contrôle.

Nous nous sommes ensuite partagé le travail pour implanter les tâches. Je me suis particulièrement occupée des tâches dirigées par les règles (cf. chapitre 2 de la partie III).

Il restait alors les spécialistes pour lesquelles nous avons de nouveau travaillé à deux.

Je voudrais faire ici quelques remarques sur le type de raisonnement dirigé par les règles pour une tâche. Il permet :

1. de traiter plusieurs événements simultanément, indépendamment de leur importance : il ne nécessite pas un classement préalable des événements;
2. d'activer une séquence de spécialistes.

Cependant, il impose un parcours de la liste des événements à chaque activation d'une règle de la tâche. Par conséquent, ce type de raisonnement sera moins efficace qu'un raisonnement dirigé par les événements.

3.2 Limites

Mis à part le manque de souplesse de l'architecture d'ATOME et l'absence de précondition dans les spécialistes, je n'étais pas très satisfaite de la mise à jour de la liste des événements. En effet, celle-ci mémorisait des événements accessibles en principe à toutes les tâches mais devait de temps en temps être "nettoyée" pour ne pas laisser le système s'attarder sur d'anciennes actions et négliger les plus récentes. Supprimer des événements de cette liste était donc nécessaire, ceci au risque de limiter les activités de certaines tâches intéressées par ces événements et auxquels elles n'avaient plus accès.

D'autre part, je pensais que certaines actions dans le blackboard pouvaient ne pas intéresser le mécanisme de contrôle et par conséquent ne pas engendrer d'événements. En revanche, je pensais que la suppression d'hypothèses n'engendrant pas d'événement pouvait représenter un certain handicap. En effet, une suppression d'hypothèse peut influencer le comportement du système.

4 Solutions proposées

C'est en confrontant toutes les limites rencontrées et les problèmes posés par cette architecture, et c'est en discutant progressivement sur certains mécanismes, que nous sommes parvenus à construire petit à petit les points clés de la version actuelle d'ATOME :

1. un mode de raisonnement opportuniste pour les tâches;
2. une liste d'événements locale à chaque tâche;
3. une précondition restituée aux spécialistes.

En ce qui concerne ces points, je ne peux pas séparer l'apport de chacun de nous deux car ils sont réellement le résultat de discussions très pointues. Il est impossible de préciser qui a proposé le premier petit embryon de solution ou le dernier ayant fait basculer un choix.

L'introduction de ces mécanismes fournit à ATOME une architecture beaucoup plus souple. En effet, les tâches sont devenues des systèmes autonomes ayant leur propre liste d'événements, un ensemble de spécialistes à gérer et leur propre type de contrôle.

Cette architecture propose donc un contrôle global de la résolution de problèmes matérialisé par la stratégie et des contrôles locaux liés à l'activation des tâches. Les tâches peuvent filtrer les événements qui leur sont communiqués et ainsi ne retenir que les plus intéressants dans sa liste d'événements locale. Un événement traité par une tâche est retiré de sa liste et restera accessible aux autres tâches dans leur liste locale. Il n'y a plus de perte d'informations.

En plus des points cités précédemment, d'autres améliorations ont été portées sur ATOME.

En ce qui me concerne, je me suis intéressée à la gestion de la création des événements. Celle-ci était en effet systématique : toute action dans le blackboard était signalée au mécanisme de contrôle. Dans la version actuelle

d'ATOME, les spécialistes gèrent elles-mêmes la création des événements associés à leurs propres actions. Elles précisent en effet si une action doit ou non engendrer un événement.

D'autre part, je me suis intéressée à la notion de stabilité d'heuristiques dans le mode opportuniste. En effet, les priorités des ISPs sont évaluées à chaque cycle local de la tâche et nécessitent donc de nombreux calculs. Une heuristique stable ne sera évaluée qu'une seule fois pour une même ISP et sera restituée lorsque la priorité de cette ISP sera recalculée.

Je me suis également préoccupée de la notion de blackboard à long terme. Toute application réelle de type blackboard manipule des milliers d'hypothèses. Or, parmi ces hypothèses, certaines sont dites anciennes et non productives : elles ne sont plus directement impliquées dans la résolution en cours. Il était donc nécessaire d'introduire dans ATOME un mécanisme de ménage des blackboards qui permette de supprimer ces hypothèses sans les perdre définitivement. Ceci a été réalisé en reléguant ces hypothèses dans des blackboards à long terme accessibles uniquement en lecture et de façon explicite par les spécialistes.

5 Représentation hétérogène des spécialistes dans ATOME

Dans les premières versions d'ATOME, le formalisme de représentation des spécialistes était homogène : le corps des spécialistes devait être exprimé sous forme déclarative, à savoir sous forme d'une base de règles. Par ailleurs, le blackboard représentait pour chaque spécialiste à la fois une zone de communication à travers laquelle elle accédait aux résultats des autres spécialistes, et une mémoire de travail dans laquelle elle lisait et émettait des hypothèses.

Je pensais que pour aborder des applications d'interprétation de formes complexes par exemple, il était nécessaire d'autoriser la coopération de sources de connaissances hétérogènes exprimées soit sous forme procédurale, soit sous forme déclarative.

D'autre part, il était intéressant que les actions de certaines sources de

connaissances restent globales : la SC pourrait alors disposer d'une mémoire de travail locale indépendante du blackboard, tandis que le blackboard servirait uniquement de zone de communication avec les autres SCs du système.

Pour ces raisons, je me suis intéressée à expérimenter l'intégration de divers formalismes dans ATOME. Les spécialistes peuvent être soit des programmes C, soit des systèmes à base de connaissances respectant le formalisme initial d'ATOME ou développés à l'aide de générateurs de systèmes experts tels que SAGANE ou IROISE.

6 Conclusion

A travers ce document, j'ai essayé de dégager ma contribution personnelle dans le travail effectué en commun avec Hassan Lâasri. Mon objectif ici n'était pas de redévelopper chaque point traité dans le dossier scientifique mais de préciser à quels niveaux se situe ma participation.

Cependant, je tiens à souligner de nouveau que ma collaboration avec Hassan a été très "poussée" et que tout point a été analysé et discuté ensemble.

Pour cette raison, il était important, pour nous, de présenter nos travaux dans un mémoire unique, "self-contained" qui soit une référence dans le domaine de la coopération dans un univers multi-agents basée sur le modèle du blackboard.

Références

- [1] H. Lâasri et B. Maître.

Coopération dans un univers multi-agents basée sur le modèle du black-board : Etudes et réalisations.

Thèse de l'université de Nancy 1.

1989.

