

Image Cover Sheet

CLASSIFICATION

UNCLASSIFIED

SYSTEM NUMBER

507438



TITLE

ARCHITECTURE DE L'OUTIL ATOME

System Number:

Patron Number:

Requester:

Notes:

DSIS Use only:

Deliver to:



UNCLASSIFIED

DEFENCE RESEARCH ESTABLISHMENT
CENTRE DE RECHERCHES POUR LA DÉFENSE
VALCARTIER

CRDV - TM - 9731
Unlimited Distribution/Distribution illimitée

ARCHITECTURE DE L'OUTIL ATOME

par

M. Bélanger, L. Lamontagne, J. Berger et A.-C. Boury-Brisset*

February/février 1998

*APG Solutions et Technologies inc.

Approved by/approuvé par


Section Head/chef de section

15/12/97

Date

SANS CLASSIFICATION

ABSTRACT

This document gives an overview of the ATOME blackboard architecture considered for a baseline adaptive intelligent system to support resource management. Then, ATOME-TR, an ATOME extension for the real-time reasoning, is presented.

RÉSUMÉ

Ce document présente une vue d'ensemble de l'architecture "blackboard" de l'outil de développement de systèmes à base de connaissances ATOME. ATOME est un des outils qui a été évalué dans l'étude d'un système intelligent adaptatif pour la gestion de ressources. On présente également l'une des extensions d'ATOME, ATOME-TR, qui offre des capacités de raisonnement en temps réel.



TABLE DES MATIÈRES

ABSTRACT/RÉSUMÉ.....	i
FICHE DE SYNTHÈSE	v
1.0 INTRODUCTION	1
2.0 LE(S) “BLACKBOARD(S)”	2
3.0 LES SOURCES DE CONNAISSANCES DU DOMAINE.....	2
4.0 MÉCANISME DE CONTRÔLE	3
4.1 La stratégie.....	4
4.2 Les tâches.....	5
4.3 La boucle de contrôle.....	7
5.0 PRÉSENTATION DE ATOME-TR.....	7
5.1 Le raisonnement dirigé par les buts.....	8
5.2 L’intégrateur	10
5.3 Le parallélisme.....	10
5.4 Le mécanisme d’interruption	11
5.5 La planification dynamique	11
5.6 La datation des hypothèses.....	11
6.0 ÉVALUATION.....	12

SANS CLASSIFICATION

iv

7.0 CONCLUSION 13

8.0 RÉFÉRENCES 14

FIGURES 1 à 2

FICHE DE SYNTHÈSE

L'automatisation complète ou partielle de la gestion des ressources est nécessaire pour le commandement aérien afin d'améliorer sa performance et diminuer ses coûts dans le cadre d'opérations de maintien de la souveraineté de l'espace aérien canadien, d'opérations de contingence (locales ou internationales) et d'opérations d'aide aux sinistrés. Le développement d'aides à la planification, à la direction et au contrôle des ressources aiderait grandement les militaires dans leur gestion des ressources matérielles et humaines pour le contrôle des missions aériennes.

Dans cette optique, des scientifiques du Centre de recherches pour la défense Valcartier ont proposé de développer un système de planification dynamique de missions pour la gestion des ressources. Une étude des techniques d'intelligence artificielle est en cours pour concevoir un système intelligent pouvant modifier son comportement en fonction d'un environnement dynamique et incertain. Ce système de base sera utilisé pour développer un système de planification capable de réagir en temps réel aux modifications du monde extérieur par le réajustement des plans en cours et à être exécutés.

Plusieurs systèmes à base de connaissances ont été étudiés afin de sélectionner celui qui pourrait être utilisé comme coquille de base pour un système de planification dynamique des missions. ATOME, qui est présenté dans ce mémorandum, est un des outils de développement de systèmes à base de connaissances qui a été étudié. Il se caractérise par un mécanisme de contrôle sophistiqué intégrant la notion de contrôle hiérarchique à deux niveaux (stratégie et tâches) et la notion de contrôle opportuniste au niveau des tâches. ATOME-TR, une extension de ATOME, permet d'intégrer des capacités de raisonnement en temps réel.

Malgré toutes les caractéristiques positives d'ATOME, celui-ci n'a pas été sélectionné pour devenir la coquille de base d'un système intelligent adaptatif pour la gestion de ressources parce que ce système n'est pas disponible pour utilisation. Cependant, les principes qu'il utilise seront éventuellement retenus pour être intégrés à notre système adaptatif.



1.0 INTRODUCTION

Des scientifiques du CRDV ont identifié des besoins communs en systèmes d'aide à la décision pour les fonctions opérationnelles des trois groupes des forces de l'air (FG, ATG et 10TAG). L'un de ces besoins est l'automatisation de la planification dynamique des missions. Des travaux ont été entrepris au CRDV dans le but de créer un système intelligent de planification des missions tactiques en temps réel. Quelques systèmes à base de connaissances ont été évalués afin de sélectionner celui qui pourrait être utilisé comme coquille de base pour un système de planification dynamique des missions. ATOME est l'un des outils de développement des systèmes à base de connaissances qui a été étudié. ATOME (Another TOol for developing Multi-Expert System) (réf. 1) est un environnement d'aide au développement de systèmes à multibases de connaissances fondé sur le modèle du tableau noir ("blackboard"). Cet outil a été développé au CRIN/INRIA-Lorraine¹ (France).

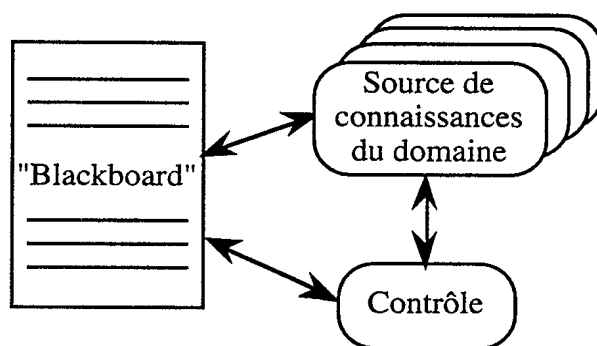


FIGURE 1 - Modèle du "blackboard"

Le modèle du "blackboard" est principalement composé de trois parties (voir fig. 1): le "blackboard"², les sources de connaissances et le contrôle. Le "blackboard" est un dépôt local contenant les données représentant l'état du problème à résoudre. Il peut être partitionné

¹ Centre de Recherche en Informatique de Nancy et Institut National de Recherche en Informatique et Automatique.

² Le nom du dépôt de données porte le nom de "blackboard" qu'il ne faut pas confondre avec le nom de l'architecture "blackboard".

selon les besoins de l'application. Les sources de connaissances contiennent les connaissances du domaine nécessaires pour solutionner un problème. Les sources de connaissances interagissent en partageant les données du "blackboard". Lorsque le "blackboard" est modifié, les sources de connaissances contribuent à solutionner le problème en produisant des résultats intermédiaires. Finalement, le contrôle supervise la sollicitation des sources de connaissances, leur calendrier ainsi que leur exécution.

Le présent document présente l'outil ATOME et l'une de ses extensions offrant des capacités de raisonnement en temps réel.

Ce travail a été exécuté au CRDV entre janvier et mars 1996 dans le cadre de l'unité de travail 3aa15, planification dynamique et exécution.

2.0 LE(S) "BLACKBOARD(S)"

ATOME permet l'utilisation de plusieurs "blackboards" pour représenter les données à manipuler. Les "blackboards" sont structurés en niveaux d'abstraction contenant les données du problème à résoudre, les solutions partielles et les solutions finales. L'instance d'un niveau, appelé hypothèse ou noeud, est composé d'un ensemble d'attributs qui le caractérisent. Chaque attribut possède une ou plusieurs valeurs alternatives, dotées de coefficients de vraisemblance. ATOME offre la possibilité de manipuler des attributs de type lien mettant en relation des noeuds d'un même niveau ou de niveaux différents.

3.0 LES SOURCES DE CONNAISSANCES DU DOMAINE

Les connaissances de résolution du domaine sont représentées sous la forme de sources de connaissances, appelées spécialistes. Les spécialistes constituent des modules indépendants entre eux, experts dans un sous-problème particulier du domaine d'application.

Les sources de connaissances spécialistes sont composées des éléments suivants :

- Variables locales: les variables locales permettent la spécification de filtres d'hypothèses sur le "blackboard" et constituent ensuite le contexte de travail de la spécialiste. On distingue les variables associées aux préconditions (liées lors de la phase de vérification de la précondition et accessibles lors de sa phase d'activation) et les variables liées aux actions (utilisées dans la base de règles);
- Préconditions : les préconditions sont représentées par une liste de conditions à vérifier pour que la source de connaissances devienne activable (tests sur l'état des "blackboards");
- Actions : le corps d'une spécialiste peut consister en une base de règles, en un système expert à part entière ou en un programme;
- Mode de fonctionnement : le mode d'interprétation de la base de règles peut être simple, multiple ou cyclique:
 - simple : activer la règle déclenchable la plus importante;
 - multiple : activer toutes les règles déclenchables en un seul passage;
 - cyclique : activer toutes les règles déclenchables jusqu'à saturation.

Le fonctionnement d'une spécialiste est composé de deux phases: la phase de vérification de sa précondition qui rend la spécialiste activable, et la phase d'activation où il y a création du contexte de travail, puis exécution de son corps. Ce sont les spécialistes qui décident de l'importance des événements qu'elles génèrent en indiquant à quel endroit les insérer dans les listes d'événements (tête, queue, ou importance relative par rapport aux caractéristiques d'autres événements).

4.0 MÉCANISME DE CONTRÔLE

La composante de contrôle est composée de deux types de sources de connaissances de contrôle (la stratégie et les tâches sont présentées à la figure 2), ainsi que de la boucle de contrôle.

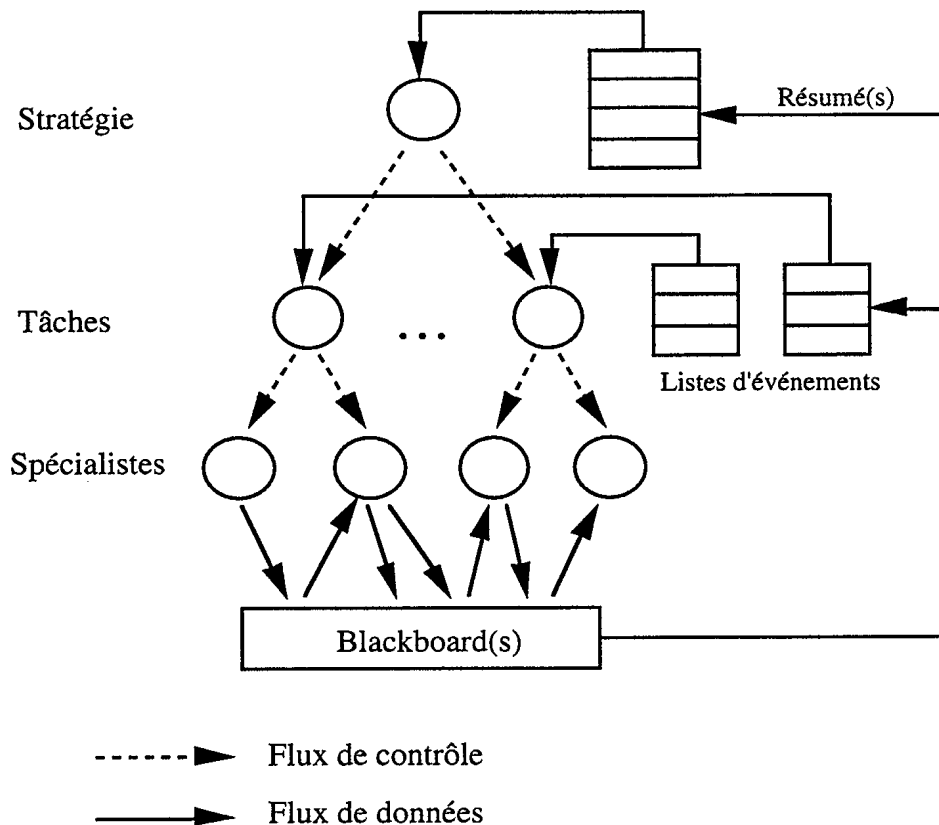


FIGURE 2 - Architecture de ATOME

4.1 La stratégie

La stratégie fournit un contrôle global pour la résolution du problème. Elle analyse la qualité de la solution courante à partir des hypothèses contenues dans le(s) résumé(s) du(des) "blackboard(s)" (structure de données mémorisant les noeuds considérés comme importants par le concepteur d'une application). Cette analyse permet de déterminer la région de données vers laquelle s'orienter ainsi que l'ensemble des tâches à activer dans cette région. La stratégie est composée d'une base de règles pouvant fonctionner en mode simple, multiple ou cyclique (voir la section 3.0).

Une règle de stratégie est représentée par :

Si HYPOTHÈSES

Alors LISTE DE TÂCHES À EXÉCUTER

Un exemple de règle de stratégie serait :

Si tel type d'hypothèse existe dans le(s) "blackboard(s)"
Alors TA3 TA5 TA6
où TA3, TA5 et TA6 sont des tâches à exécuter séquentiellement.

La stratégie fournit aux tâches les hypothèses qui ont permis leur activation. Ces tâches pourront donc orienter leurs travaux vers des événements portant sur ces hypothèses.

4.2 Les tâches

Les tâches renferment les connaissances relatives aux capacités des sources de connaissances du domaine à résoudre un sous-problème particulier. Elles assurent donc un contrôle local de coordination de l'activité d'un ensemble de sources de connaissances du domaine qui concourent à résoudre un sous-problème. Leur raisonnement repose sur les événements contenus dans leur liste locale d'événements. Un événement correspond à une modification du(des) "blackboard(s)". Il est représenté par une structure de données contenant le niveau du "blackboard" modifié, le noeud affecté (nom de l'hypothèse), le type de modification effectuée et la liste des attributs ou liens touchés. Les événements sont émis automatiquement par les spécialistes lors de la création, la modification ainsi que la suppression de noeuds. Chaque tâche spécifie les événements qui l'intéressent et qui seront insérés dans leur liste locale d'événements. Les spécialistes décident des événements qu'elles jugent pertinents de générer.

Les tâches sont constituées d'une base de règles qui seront interprétées différemment selon le mode de raisonnement associé. Une règle de tâche est représentée par:

Si ÉVÉNEMENTS
Alors LISTE DE SPÉCIALISTES À ACTIVER

Un exemple de règle d'une tâche serait :

Si tel(s) type(s) d'événement(s) est (sont) survenu(s)
Alors SC4 SC1 SC2
où SC4, SC1, et SC2 sont des spécialistes à activer séquentiellement.

Les différents modes de raisonnement des tâches proposés dans ATOME sont la tâche dirigée par les événements, la tâche dirigée par les règles et la tâche opportuniste.

4.2.1 Tâche dirigée par les événements

La tâche recherche une ou plusieurs règles déclenchables avec l'événement le plus important de sa liste locale d'événements. Chaque règle spécifie un ensemble de spécialistes à activer séquentiellement. Les spécialistes sont sollicités, mais ne seront activés que si leurs préconditions sont vérifiées. Elles disposent de l'hypothèse ayant permis leur activation afin de focaliser le contrôle vers les événements portant sur ces hypothèses.

Le mode de fonctionnement de ce type de tâche peut être simple, multiple, cyclique-simple ou cyclique-multiple selon que l'on souhaite déclencher une règle, plusieurs règles ou boucler sur les règles de la tâche.

Ce mode de raisonnement réagit donc aux changements importants dans le "blackboard".

4.2.2 Tâche dirigée par les règles

La tâche déclenche sa règle la plus importante dont l'existence des événements en prémisses est vérifiée. Le déclenchement d'une règle provoque l'activation séquentielle des spécialistes mentionnées. De même, les spécialistes activées ont accès aux hypothèses ayant permis leur activation.

Le mode de fonctionnement d'une tâche dirigée par les règles peut être simple, multiple ou cyclique.

4.2.3 Tâche opportuniste

La tâche recherche, pour chacun des événements de sa liste locale d'événements, l'ensemble des règles déclenchables avec cet événement. Les spécialistes figurant dans la partie "alors" de ces règles sont placés dans un premier agenda sous la forme d'instances de spécialistes. Une instance de spécialistes est composée du nom de la spécialiste, de l'événement qui a déclenché la règle associée à cette spécialiste et correspond à un travail potentiel. Les instances de spécialistes dont les préconditions sont vérifiées sont transférées

dans l'agenda des instances de spécialistes exécutables. Parmi ces instances de sources de connaissances, la tâche sélectionne l'instance de source de connaissances la plus prioritaire en fonction d'heuristiques proposées par la stratégie et d'une règle d'intégration indiquant la façon de prendre en compte ces heuristiques. L'exécution de cette spécialiste provoque l'émission de nouveaux événements qui sont propagés vers les tâches et peuvent activer d'autres spécialistes. Le processus prend fin lorsque l'agenda des instances de spécialistes exécutables est vide.

4.3 La boucle de contrôle

L'enchaînement des sources de connaissances d'un système développé avec ATOME est dirigé par les données et respecte la boucle de contrôle de base suivante :

- 1) La stratégie choisit la règle la plus importante ayant sa partie conditionnelle satisfaite et la déclenche. Elle active ainsi un ensemble de tâches séquentiellement, en fonction de l'état courant des résumés du "blackboard". Elle transmet à chaque tâche activée les hypothèses importantes sélectionnées en première focalisation d'attention.
- 2) Une tâche active un ensemble de spécialistes séquentiellement ou en fonction de son mode de raisonnement (dirigé par les règles, dirigé par les événements ou opportuniste). Pour ce faire, elle s'appuie sur le contenu de sa liste locale d'événements.
- 3) La partie action d'une spécialiste est exécutée si ses préconditions sont vérifiées. Elle a pour effet la création, la modification ou la suppression de noeuds du "blackboard".
- 4) Retour à l'étape 1.

L'exécution de ce cycle de base s'arrête lorsqu'aucune règle de la stratégie n'est déclenchable.

5.0 PRÉSENTATION DE ATOME-TR

ATOME-TR (réf. 2) est une extension de ATOME dont il reprend le contrôle hiérarchique et le découpage des sources de connaissances en stratégie, tâches et spécialistes.

Ce système vise à intégrer des capacités de raisonnement en temps réel grâce à l'introduction du raisonnement dirigé sur les buts, l'ajout d'un intégrateur et d'un mécanisme d'interruption ainsi que par la possibilité d'exécuter en parallèle la stratégie et les tâches.

5.1 Le raisonnement dirigé par les buts

Les buts sont établis par la stratégie à partir des noeuds importants contenus dans le(s) résumé(s) de(s) "blackboard(s)". Ils sont divisés en sous-buts qui servent de directives pour le fonctionnement des tâches. La stratégie conserve donc son rôle de superviseur, mais la notion de but permet un meilleur contrôle de l'exécution grâce à la présence de paramètres d'importance ou de date limite pouvant être associés aux buts.

5.1.1 Niveau stratégie

La stratégie dans ATOME-TR est composée de deux modules : l'évaluateur et le contrôleur.

L'évaluateur détermine les buts à atteindre en fonction d'un ensemble de règles de contrôle définies par l'utilisateur. Les buts sont associés à une date limite (avant laquelle le but doit être atteint), un centre d'intérêt (ensemble d'hypothèses importantes à traiter) et un niveau de priorité (utilisé pour gérer les interruptions en cas de conflit).

Le contrôleur se charge de la gestion des buts (lancement des buts, mise à jour de buts et suppression des buts périmés). L'utilisateur définit un ensemble de plans spécifiant les étapes à suivre pour atteindre les buts. Ces étapes sont prises en charge par le contrôleur et correspondent au choix d'un sous-but à envoyer à une tâche. Si un sous-but est atteint, l'étape suivante est évaluée. Par contre, s'il n'est pas atteint, un retour en arrière est effectué afin de déterminer quelle autre étape évaluer (un plan bien défini doit permettre de faire face à toutes les situations possibles).

Une étape est exprimée par une règle dont :

- les conditions d'activation spécifient les conditions à vérifier pour exécuter le sous-but associé;

- les conditions d'arrêt déterminent si l'exécution du sous-but doit être arrêtée lorsque des modifications de paramètres surviennent;
- les actions décrivent le sous-but à réaliser et ses paramètres, et indiquent la tâche qui le prend en charge.

5.1.2 Niveau tâches

Les sous-buts et les événements sont traités par les tâches selon leur ordre d'arrivée. Les tâches sont composées de deux modules : le récepteur et le gestionnaire.

Le récepteur crée des travaux potentiels à partir des sous-buts et des événements reçus. Le gestionnaire contrôle l'exécution des travaux potentiels en choisissant dynamiquement une ou plusieurs spécialistes à activer (NB : un travail potentiel correspond à l'activation d'une seule spécialiste). Les travaux potentiels sont exécutés par le gestionnaire selon un plan précisant les étapes à suivre pour atteindre un sous-but. Une étape correspond ici à l'activation d'une spécialiste.

Le récepteur est constitué de deux sources de connaissances spécifiques, l'une dédiée au traitement des sous-buts et l'autre dédiée au traitement des événements.

Deux types de sous-but peuvent être considérés :

- les sous-buts synchronisés avec les événements. Ces sous-buts sont en attente que des événements particuliers se produisent. Dans ce cas, le récepteur essaie d'apparier le nouveau sous-but avec des événements de la liste d'événements (selon des règles liées aux sous-buts) afin de créer un travail potentiel. En cas d'échec, le sous-but est placé dans la liste des sous-buts en attente de nouveaux événements;
- les sous-buts non synchronisés. Ces sous-buts peuvent être traités immédiatement (création de travaux potentiels).

De même, lorsqu'un nouvel événement est émis, les règles liées aux sous-buts sont vérifiées afin de déterminer si un sous-but synchronisé en attente peut être déclenché. Sinon, les règles liées aux événements sont examinées afin de créer un travail potentiel ou de placer l'événement en attente dans la liste d'événements.

Un travail potentiel peut donc être créé à partir d'un seul événement, d'un sous-but synchronisé avec des événements, ou d'un seul sous-but. Chaque travail potentiel a une priorité liée aux événements et sous-buts à l'origine de sa création; cette priorité est utilisée par le gestionnaire pour coordonner l'exécution des travaux potentiels.

5.2 L'intégrateur

Un module appelé intégrateur a été ajouté pour assurer l'intégration des données extérieures au(x) "blackboard(s)". Son rôle est d'adapter le flux d'informations en provenance du monde extérieur à un niveau quantitatif et qualitatif acceptable par filtrage de données ou par fusion de données en utilisant un algorithme de transformation à un niveau d'abstraction supérieur. Il est possible de modifier dynamiquement les paramètres du prétraitement de manière à ne fournir aux modules de raisonnement que les informations dont ils peuvent avoir besoin, en tenant compte de la charge globale du système et d'une focalisation sur un sous-problème à un moment donné. Quand des temps de réaction courts sont nécessaires, l'intégrateur peut également réaliser des actions réflexes.

L'intégrateur est composé de plusieurs processus. Le premier est chargé de sonder périodiquement la charge et les besoins du système et d'assigner des fonctions de traitement aux autres processus qui sont dédiés au traitement des données en provenance des différents capteurs.

5.3 Le parallélisme

ATOME-TR permet l'exécution parallèle de différentes tâches de la stratégie; par ailleurs l'exécution des spécialistes est toujours contrôlée séquentiellement par les tâches dont elles dépendent. Le nombre de spécialistes pouvant s'exécuter de façon concurrente à un moment donné est donc limité au nombre de tâches. Un mécanisme de verrou permet de pallier les risques d'incohérences liés à l'accès concurrent aux mêmes hypothèses dans les "blackboards". Le module intégrateur peut exécuter les processus chargés de l'entrée des données dans le système en parallèle afin de faire face efficacement à un afflux important de données.

5.4 Le mécanisme d'interruption

Un mécanisme d'interruption permet de suspendre ou d'arrêter l'exécution de spécialistes quand un événement se produit. La gestion des événements et des sous-buts est séparée en deux modules au sein de chaque tâche. A ce niveau, le gestionnaire doit pouvoir interrompre un travail potentiel en cours d'exécution lorsqu'un travail plus urgent survient (chaque travail potentiel a une priorité établie par le récepteur). Chaque tâche dispose de l'expertise (règles fournies par l'utilisateur) pour déterminer quand et comment interrompre le travail courant. Quand la priorité d'un travail potentiel créé est plus haute que celle du travail potentiel courant, la fonction d'interruption est requise. Plusieurs possibilités d'interruption sont offertes : arrêter immédiatement, suspendre immédiatement (le travail reprend ensuite en restaurant le contexte), arrêter à la fin d'exécution de la spécialiste en cours, suspendre à la fin d'exécution de la spécialiste en cours, ou arrêter à la fin du plan.

5.5 La planification dynamique

Les buts et sous-buts sont réalisés suivant des plans reconfigurables dynamiquement afin de mieux contrôler leur temps d'exécution. Le principe consiste à disposer de plusieurs expertises permettant de résoudre le même problème avec des niveaux de qualité et un temps d'exécution différents. À chaque étape d'un plan, la meilleure approche est choisie en fonction des paramètres courants (temps restant, occupation des ressources du système). Il est aussi possible de moduler le fonctionnement global en l'adaptant au degré de stress du système.

5.6 La datation des hypothèses

Un système de datation des hypothèses et des événements est également proposé; il permet de prendre en compte le temps comme paramètre du raisonnement. Ce mécanisme permet aussi de connaître la date de création des hypothèses ainsi que la date de modification des attributs ou liens, et donc de savoir à quel moment un événement s'est produit. Des fonctions "utilisateur" temporelles sont fournies afin de permettre à l'utilisateur de contrôler les dates limites par rapport au temps courant dans les règles des sources de connaissances de contrôle.

6.0 ÉVALUATION

Les concepteurs d'ATOME ont utilisé un mécanisme de contrôle élaboré, issu des modèles existants dans la littérature. ATOME offre un contrôle hybride en ce sens qu'il fournit d'une part un contrôle global de la résolution du problème (stratégie) et d'autre part un contrôle local au niveau des tâches, chacune possédant le mode de raisonnement le mieux approprié pour la conduite de son travail. Ce type de contrôle peut être considéré comme un compromis entre l'efficacité d'un contrôle purement hiérarchique et la souplesse d'un contrôle à base de "blackboard".

Une notion de contrôle opportuniste a été développée au niveau des tâches. Les tâches dirigées par les événements et par les règles sont efficaces, mais exigent une spécification fine de l'expertise car le contexte et l'ordre d'intervention des spécialistes doivent être précisés. Les tâches opportunistes sont plus souples, car il ne faut que préciser le contexte d'intervention des spécialistes. Ce mode de fonctionnement est fondé sur les notions d'agenda et de priorité afin de permettre un ordonnancement dynamique des spécialistes à exécuter. Le point fort de ce type de contrôle est que l'ordre d'intervention des spécialistes est déterminé dynamiquement en fonction de paramètres associés aux spécialistes, d'heuristiques et des règles d'intégration à appliquer.

ATOME-TR permet d'intégrer des capacités de raisonnement en temps réel grâce à plusieurs ajouts au module de base. Premièrement, on a introduit un système de datation des hypothèses et des événements afin de pouvoir tenir compte du temps dans les différents modules de raisonnement. Un mécanisme de raisonnement dirigé sur les buts a également été intégré au système. En utilisant la notion de buts, la stratégie permet un meilleur contrôle de l'exécution grâce à la présence de paramètres d'importance ou de date limite pouvant être associés aux buts. Les buts et sous-buts sont réalisés suivant des plans reconfigurables dynamiquement afin de mieux contrôler leur temps d'exécution. De plus, un module appelé intégrateur a été ajouté pour assurer l'intégration des données extérieures au(x) "blackboard(s)". Ce module permet également de réaliser des actions réflexes quand des temps de réaction courts sont nécessaires. Un autre ajout important pour la notion de temps réel est la possibilité d'exécuter en parallèle différentes tâches de la stratégie.

7.0 CONCLUSION

Ce document a donné une vue d'ensemble de l'architecture "blackboard" de l'outil de développement de systèmes à base de connaissances ATOME. On y a également présenté ATOME-TR, une extension de ATOME offrant des capacités de raisonnement en temps réel.

ATOME se caractérise par un mécanisme de contrôle élaboré intégrant la notion de contrôle hiérarchique à deux niveaux (stratégie et tâches) et la notion de contrôle opportuniste au niveau des tâches. ATOME-TR permet d'intégrer des capacités de raisonnement en temps réel grâce à l'introduction du raisonnement dirigé par les buts, l'ajout d'un système de datation des hypothèses et des événements, d'un intégrateur ainsi que par la possibilité d'exécuter en parallèle les différentes tâches de la stratégie.

ATOME serait un candidat intéressant pour l'implantation d'un système dynamique de planification. Comme ce système n'est pas disponible pour utilisation, il ne sera pas utilisé comme coquille de base, mais les principes énoncés qu'il utilise seront éventuellement retenus pour être intégrés à notre système adaptatif.

8.0 RÉFÉRENCES

1. Lâasri, H., Maître, B. "Coopération dans un univers multi-agents basé sur le modèle du blackboard: Études et réalisations", Thèse de l'Université de Nancy I, 1989.
2. Le Mentec, J. C., Brunessaux, S., "ATOME-TR : A Real-Time Control for Blackboard Scheduling", 12^{èmes} Journées Internationales Intelligence Artificielle, Systèmes experts, Langage Naturel, Avignon 92, pp. 683-696, Avignon, France, juin 1992.

SANS CLASSIFICATION

DISTRIBUTION INTERNE

CRDV TM-9731

- 1 - Directeur général adjoint
- 1 - Scientifique en chef
- 6 - Bibliothèque des documents
- 1 - Chef de section, Technologies de l'aide à la décision
- 1 - Mme M. Bélanger (auteur)
- 1 - M. J. Berger (auteur)
- 1 - M. L. Lamontagne (auteur)
- 1 - Dr I. Abi-Zeid
- 1 - Dr É. Bossé
- 1 - M. S. Paradis



SANS CLASSIFICATION

DISTRIBUTION EXTERNE
CRDV TM-9731

1 - DRDGI

1 - DRDGI (exemplaire non relié)



SANS CLASSIFICATION
COTE DE SECURITE DE LA FORMULE
(plus haut niveau du titre, du résumé ou des mots-clefs)

FICHE DE CONTRÔLE DU DOCUMENT

1. PROVENANCE (le nom et l'adresse) CRDV 2459 boul. Pie XI nord Val-Bélair, Qc G3J 1X5		2. COTE DE SECURITE (y compris les notices d'avertissement s'il y a lieu) SANS CLASSIFICATION	
3. TITRE (Indiquer la cote de sécurité au moyen de l'abréviation (S,C, R ou NC) mise entre parenthèses, immédiatement après le titre.) "Architecture de l'outil ATOME" (NC)			
4. AUTEURS (Nom de famille, prénom et initiales. Indiquer les grades militaires, ex.: Bleau, Maj. Louis E.) BÉLANGER, M., BERGER, J., LAMONTAGNE, L., BOURY-BISSET, A.-C.			
5. DATE DE PUBLICATION DU DOCUMENT (mois et année) 1998		6a. NOMBRE DE PAGES 14	6b. NOMBRE DE RÉFÉRENCES 2
7. DESCRIPTION DU DOCUMENT (La catégorie du document, par exemple rapport, note technique ou memorandum. Indiquer les dates lorsque le rapport couvre une période définie.) Mémoire			
8. PARRAIN (le nom et l'adresse) CRDV			
9a. NUMÉRO DU PROJET OU DE LA SUBVENTION (Spécifier si c'est un projet ou une subvention) Projet 3aa15		9b. NUMÉRO DE CONTRACT S/O	
10a. NUMÉRO DU DOCUMENT DE L'ORGANISME EXPÉDITEUR CRDV TM-9731		10b. AUTRES NUMÉROS DU DOCUMENT N/A	
11. ACCÈS AU DOCUMENT (Toutes les restrictions concernant une diffusion plus ample du document, autres que celles inhérentes à la cote de sécurité.) <input checked="" type="checkbox"/> Diffusion illimitée <input type="checkbox"/> Diffusion limitée aux entrepreneurs des pays suivants (spécifier) <input type="checkbox"/> Diffusion limitée aux entrepreneurs canadiens (avec une justification) <input type="checkbox"/> Diffusion limitée aux organismes gouvernementaux (avec une justification) <input type="checkbox"/> Diffusion limitée aux ministères de la défense <input type="checkbox"/> Autres (préciser) :			
12. ANNONCE DU DOCUMENT (Toutes les restrictions à l'annonce bibliographique de ce document. Cela correspond, en principe, aux données d'accès au document (11). Lorsqu'une diffusion supplémentaire (à d'autres organismes que ceux précisés à la case 11) est possible, on pourra élargir le cercle de diffusion de l'annonce.)			

SANS CLASSIFICATION
COTE DE LA SECURITE DE LA FORMULE

13. **SOMMAIRE** (Un résumé clair et concis du document. Les renseignements peuvent aussi figurer ailleurs dans le document. Il est souhaitable que le sommaire des documents classifiés soit non classifié. Il faut inscrire au commencement de chaque paragraphe du sommaire la cote de sécurité applicable aux renseignements qui s'y trouvent, à moins que le document lui-même soit non classifié. Se servir des lettres suivantes: (S), (C), (R) ou (NC). Il n'est pas nécessaire de fournir ici des sommaires dans les deux langues officielles à moins que le document soit bilingue.)

Ce document présente une vue d'ensemble de l'architecture "blackboard" de l'outil de développement de systèmes à base de connaissances ATOME. ATOME est un des outils qui a été évalué dans l'étude d'un système intelligent adaptatif pour la gestion de ressources. On présente également l'une des extensions d'ATOME, ATOME-TR, qui offre des capacités de raisonnement en temps réel.

14. **MOTS-CLÉS, DESCRIPTEURS OU RENSEIGNEMENTS SPÉCIAUX** (Expressions ou mots significatifs du point de vue technique, qui caractérisent un document et peuvent aider à le cataloguer. Il faut choisir des termes qui n'exigent pas de cote de sécurité. Des renseignements tels que le modèle de l'équipement, la marque de fabrique, le nom de code du projet militaire, la situation géographique, peuvent servir de mots-clés. Si possible, on doit choisir des mots-clés d'un thésaurus, par exemple le "Thesaurus of Engineering and Scientific Terms (TESTS)". Nommer ce thésaurus. Si l'on ne peut pas trouver de termes non classifiés, il faut indiquer la classification de chaque terme comme on le fait avec le titre.)

Blackboard
Systèmes à base de connaissances

S07438