

Simulation et planification dynamique d'agents situés

Version du lundi 8 mars 2004

Problème proposé par P.A. Favier et P. De Loor
projet SPI du LI2/CERV – ENI Brest

1 Introduction :

Cet exercice porte sur l'autonomisation comportementale d'agents situés dans un environnement dynamique. Pour simplifier cette autonomisation, nous la résumons (assez violemment) à une planification à partir de buts. Les agents situés se distinguent d'agents « classiques » par le fait qu'ils sont contraints par les notions de position, de distances et de perception localisée, de plus leurs déplacements introduisent une dynamique des perceptions et donc de la planification résultante.

Nous proposons une progression dans l'exercice introduisant progressivement la dynamique et la coopération. Pour chacun de ces « niveaux » nous tentons de proposer un « test » permettant d'évaluer l'efficacité d'une solution. A vos machines.

1.1 Agent omniscient et planification statique

Comme nous sommes des gourmets, nous proposons un cadre d'étude axé sur la composition de plats au sein d'une cuisine.

Le plan de la cuisine est représenté figure 1.

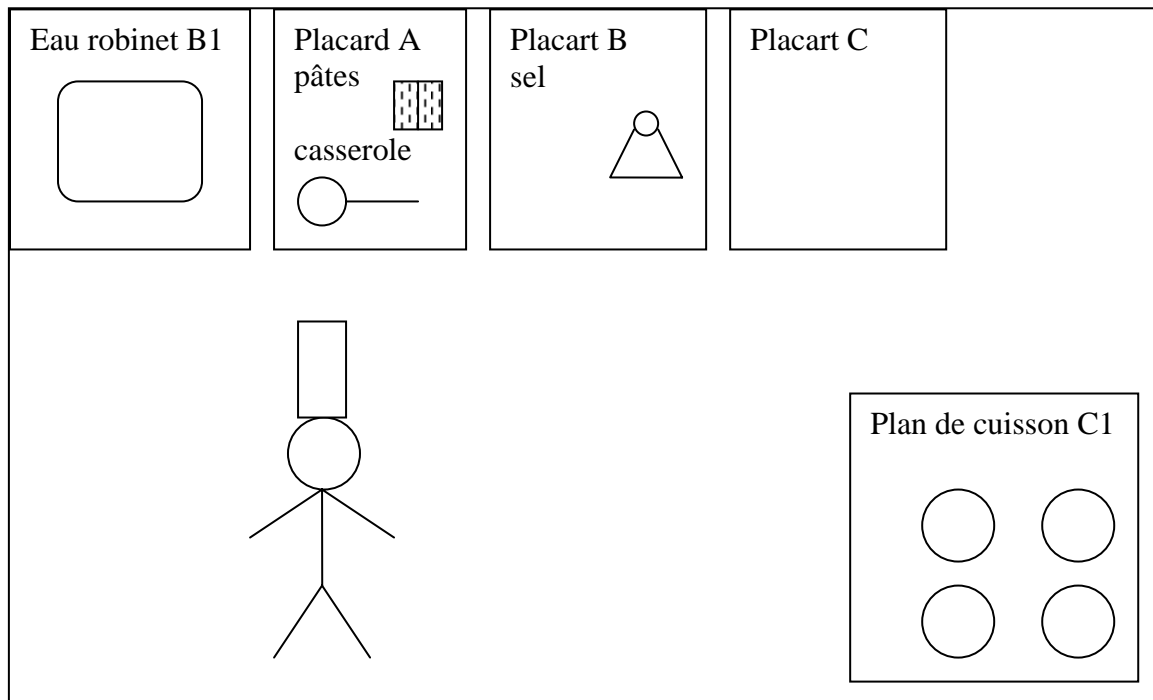


Figure 1 : plan de la cuisine

L'agent possède une liste de plats à fournir, il connaît la liste des ingrédients et des actions à effectuer pour élaborer une recette. Une recette est un plan d'actions « plus ou moins » séquentiel, faisant éventuellement appel à des sous-plans. Ici, l'agent connaît l'emplacement

exact de chaque élément, ainsi que les mesures exactes des différentes grandeurs (temps, quantité ...).

Prenons l'exemple d'un plat de pâtes :

Recette des pâtes

- faire bouillir de l'eau qui doit être salée
- prendre les pâtes
- mettre les pâtes dans l'eau bouillante durant 9 minutes
- vider l'eau
- mettre les pâtes dans un plat
- ajouter du beurre (salé en Bretagne)

Sous-plans nécessaires

Faire bouillir de l'eau

- prendre une casserole
- la remplir d'eau
- la mettre sur un gaz
- allumer ce gaz
- attendre 5 minutes

Prendre une casserole

- se diriger vers le placard A
- ouvrir la porte du placard A
- prendre la casserole

Remplir une casserole d'eau

- se diriger vers le robinet B1
- poser la casserole sous celui-ci
- ouvrir le robinet 30 secondes

Mettre la casserole sur le gaz

- se diriger vers la plaque de cuisson C1
- poser la casserole sur celui-ci

Attendre X minutes

- ne rien faire pendant X minutes

Prendre les pâtes

- se diriger vers le placard A
- ouvrir la porte de A
- prendre les pâtes

Saler l'eau d'une casserole :

- se diriger vers le placard B
- ouvrir la porte du placard B
- prendre le sel
- mettre le sel dans l'eau de la casserole

Mettre les pâtes dans l'eau bouillante durant 9 minutes

- se diriger vers la plaque de cuisson C1
- verser les pâtes dans la casserole
- attendre 9 minutes

...etc, disons que j'arrête la recette pour l'instant avant « vider l'eau ».

1.2 Difficultés :

Ce petit exemple, qui n'est qu'un problème de planification assez classique, présente tout de même l'avantage de mettre en évidence certaines difficultés. Celles-ci se situent au niveau de la *crédibilité comportementale* et de la *granularité des définitions des actions*.

Problèmes liés à la crédibilité comportementale : A regarder de plus près, il existe plusieurs plans plus ou moins efficaces. Un simple chaînage classique trouvera un plan peu efficace :

- se diriger vers le placard A,
- ouvrir la porte de A,
- prendre la casserole
- se diriger vers le robinet B1, poser la casserole sous celui-ci, ouvrir le robinet durant 30 secondes
- se diriger vers la plaque de cuisson C1
- poser la casserole sur C1
- allumer le gaz
- attendre 5 minutes
- se diriger vers le placard B
- ouvrir la porte de B
- prendre le sel
- mettre le sel dans l'eau (j'attire votre attention sur le fait que ceci implique que l'agent a amené la casserole avec lui !)
- se diriger vers le placard A
- ouvrir la porte de A
- Prendre les pâtes
- se diriger vers la plaque de cuisson C1
- verser les pâtes dans la casserole
- attendre 9 minutes

Tableau 1 : plan obtenu par un chaînage avant classique : 18 actions

Si l'on observe le plan et que l'on fait l'hypothèse d'un agent très musclé (pouvant porter les pâtes, la casserole l'eau et le sel), un plan plus raisonnable est celui du tableau 2. Il ne peut être trouvé que parce que l'on a une connaissance des distances séparant les différents éléments de la cuisine et une vision globale des actions possibles. Par exemple, on sait au moment où l'on prend la casserole, que l'on va avoir besoin des pâtes (donc on prend les deux). On sait aussi que le placard B se trouve entre le robinet B1 et le plan de cuisson C1 (d'où la saisie du sel entre les deux).

- se diriger vers le placard A,
- ouvrir la porte de A,
- prendre la casserole
- prendre les pâtes
- se diriger vers le robinet B1, poser la casserole sous celui-ci, ouvrir le robinet durant 30 secondes
- se diriger vers le placard B
- ouvrir la porte de B
- prendre le sel
- mettre le sel dans l'eau
- se diriger vers la plaque de cuisson C1
- poser la casserole sur C1
- allumer le gaz
- attendre 5 minutes
- verser les pâtes dans la casserole
- attendre 9 minutes

Tableau 2 : plan plus crédible : 15 actions

Problèmes liés à la description des actions

- Granularité : la description des plans à l'aide d'actions ou de sous-plans utilisant des actions implique la définition d'actions « terminales » qui ne se décomposent pas. Le choix de ces actions est très applicatif et sujet à débat depuis des siècles. Cependant, il ne faut pas confondre action terminale et action atomique comme nous le verrons plus tard.

- Expressivité : Il est clair que l'exemple ne propose qu'une solution peu satisfaisante des actions terminales et même des plans. Par exemple une action « ouvrir la porte B » pourrait judicieusement être remplacée par une action « ouvrir une porte X (X étant tout meuble possédant une porte). Pour ce qui est des plans, si l'on compare les tableaux 1 et 2, on peut voir que saler l'eau peut se faire à différents moments de la recette (mais pas à tous).

Rappelons que la recette dit simplement qu'il faut que l'eau soit salée.

- Implicite : Il existe énormément d'informations implicites. Par exemple, lorsqu'il est écrit : mettre le sel dans l'eau, cela suppose que l'on est près de la casserole qui est elle-même pleine d'eau.

Cependant, on trouvera des éléments de solution (en ce qui concerne la représentation des causalités) dans des algorithmes de planification tels que le GRAPHPLAN ou STRIP. Pour les implicites c'est un peu plus délicat.

Test de l'application : On considèrera que ce premier exemple « tourne », si l'agent trouve seul son plan et l'exécute. Les performances seront mesurées en terme de

- Crédibilité comportementale (un plan similaire au tableau 2 est préférable à celui du tableau 1).
- Généricité de l'algorithme : facilité de modification de la recette, du plan de la cuisine ou du type de ressources.

2 Dynamicité

Nous y voilà. Pour tenter d'être clairs, nous allons décomposer la dynamicité selon différents axes :

- la dynamicité des buts impliquant la fusion de plans en cours d'exécution.
- la dynamicité des ressources impliquant la notion d'opportunité
- l'adaptation à l'échec impliquant la concession
- la dynamicité de la perception introduisant la mémorisation (et l'oubli)

En fait, il nous semble qu'intégrer la dynamicité de la perception implique la dynamicité des ressources en même temps que l'adaptation à l'échec. Cependant, il est possible de les traiter séparément.

2.1 Buts dynamiques

Prenons un exemple : le cuisinier met de l'eau à chauffer lorsqu'on lui demande à nouveau des pâtes. Il est plus judicieux de rajouter de l'eau dans la casserole plutôt que de relancer la recette complète. Cet exemple est simple mais on peut largement le compliquer. Il nécessite d'utiliser les connaissances qu'a l'agent à un instant donné pour adapter ses plans à ses connaissances. Bien sûr, outre la difficulté du calcul des plans, une autre difficulté est celle d'un modèle de représentation support. C'est ici qu'il ne faut pas mélanger action atomique et action terminale. En effet, dans l'exemple, l'action « se diriger vers la plaque de cuisson C1 » est terminale, mais elle peut être interrompue. Ce sera le cas si il faut aller rajouter de l'eau dans la casserole car une nouvelle commande de pâte a eut lieu durant ce trajet. Ajouter un but implique d'associer un nouveau plan au plan courant et peut revenir à chercher la fusion de plans.

Test de l'application : le test est relatif à l'interruption d'un plan en cours, consécutive à l'introduction d'un nouveau but. La « granularité » de cette interruption est une mesure intéressante. Par exemple, si on impose à l'agent un nouveau but : « faire un œuf au plat » alors qu'il se dirige vers le placard A pour cuire des pâtes et qu'il y a une poêle dans ce placard, il sera plus crédible qu'il prenne les deux ustensiles en même temps. Ceci n'interrompt pas le plan « pâtes » mais peut contribuer au plan « œuf au plat ». Une granularité plus fine correspondrait à l'exemple donné plus haut : on commande une deuxième fois des pâtes, ce qui a pour influence de modifier la quantité d'eau (et de pâtes) qu'il s'apprête à cuire. Une telle granularité impose peut-être un modèle d'action plus complet.

2.2 *Dynamicité des ressources*

Il s'agit ici d'intégrer la possibilité d'ajouter ou de retirer des ressources durant l'exécution d'un plan et d'adapter le comportement du cuisinier en fonction de ces modifications. Par exemple, la cuisson des pâtes nécessite du sel, mais pas forcément pris dans le placard B. Imaginons que nous ajoutons une salière sur la trajectoire du cuisinier qui porte la casserole d'eau. Celui-ci devrait se servir de celle-ci plutôt que de se diriger vers le placard C. Même si cela est déjà nécessaire implicitement pour faire de la planification, la mise en œuvre de cet exemple implique d'associer une sémantique aux ressources et le maintien d'une connaissance des sous-buts atteints ou à atteindre.

Test de l'application : l'exemple donné ci-dessus me semble bien.

2.3 *L'adaptation à l'échec*

L'adaptation à l'échec est similaire à la dynamicité des ressources, mais pousse d'un cran la sémantique qui leur est associée. Supposons qu'il n'y a plus de casserole dans la cuisine, une marmite peut suffire, du moment qu'elle peut contenir de l'eau et supporter la chaleur. Ce que cherche le cuisinier, c'est en fait un ustensile capable de remplir des rôles. Si la modélisation de ces ustensiles s'appuie sur une « ontologie » du cuisinier, celui-ci aura un comportement crédible, il cuira ses pâtes dans une marmite s'il n'a pas de casserole.

Test de l'application : Cette fois, un bon test ne peut être qu'un test « complexe » où des tas d'échecs successifs sont à envisager. Nous y travaillons.

2.4 *Perception Locale et mémorisation*

Cette fois nous abordons réellement le problème des agents situés. Je sais c'est un peu tard !! Toutefois, régler ce problème règle en grande partie les autres sans que la gestion des autres ne règle celui-ci (vous suivez toujours ?). Un agent situé possède une perception localisée à son entourage. Il ne connaît pas forcément la position des objets dont il a besoin. Ici, par exemple, ils sont cachés par les portes. C'est un peu comme ci les ressources étaient « constamment dynamiques ». Il faut doter les agents de « méta méthodes » leur permettant d'acquérir des connaissances, de les mémoriser, d'accepter de les oublier (si on lui pique sa casserole pendant qu'il va chercher le sel, il faut qu'il accepte que la connaissance « ma casserole est sur le gaz » soit remise en cause. Il faut donc s'attaquer à la modélisation de la perception « visuelle » d'un agent. Par exemple, s'il a besoin d'un récipient, l'agent va ouvrir

les placards à la recherche de ceux-ci. Il sait donc « fouiller à la recherche d'une information ».

Un exemple plus complet à venir la dessus, mais suspens ...

3 Coopération

Si la dynamique est traitée, il est possible d'aborder la coopération, quoi que certains diront que l'on peut calculer un plan coopératif à priori. Il s'agit en fait de s'adapter à l'action des autres agents, ce qui pour nous implique de gérer la dynamique. Ainsi nous allons mettre plusieurs cuisiniers dans la cuisine. Supposons que l'un d'entre eux est près du placard A pour y saisir les pâtes et qu'un autre a besoin d'une casserole. Il est plus efficace, par le biais de dialogues, que le premier s'empare des deux et passe ensuite le relais à l'autre. On peut voir deux types de coopération, la coopération passive où l'agent profite de l'action d'un autre (il lui pique sa casserole d'eau chaude pour faire cuire ses patates) - ce qui n'est pas loin de ressembler à la dynamique des ressources - et la coopération active ou un échange de messages entre les agents permet d'améliorer leurs plans respectifs.

4 Remise en cause des connaissances et actions « imprécises »

On se base toujours sur la recette des pâtes, mais cette fois on aimerait pouvoir exprimer des actions qui sont par nature imprécises. Par exemple, le temps que met l'eau pour bouillir n'est pas constant, il faut « surveiller » celle-ci jusqu'à ce qu'elle frémit. De même, lors de la cuisson, il faut s'assurer que la casserole ne déborde pas.

L'idée ici est de proposer un modèle de représentation des connaissances de l'agent cuisinier, lui permettant d'évaluer ou de contrôler une action. Les plans sont alors décrits de façon plus naturelle et leur exécution sera plus crédible, par exemple, si l'on change la puissance des plaques de cuisson, le temps d'ébullition diminuera et l'agent réagira en conséquence.

Un exemple plus complet à venir