DEA Coopération Communication dans les Systèmes à Agents
Cours Systèmes Multi-Agents
Examen
3h00

Olivier Boissier, Philippe Beaune
Université de Savoie – Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne

21 Décembre 2000

Seuls les documents du cours sont autorisés.
ATTENTION : Les chiffres indiqués entre paranthèses sont seulement à titre indicatif. Ils vous permettent de connaître l'importance de chacune des questions et de faire le meilleur choix ;-)

---

1 Exercice I : Questions cours (/10)

1.1 Asynchronisme

- Quels sont les avantages et désavantages des communications asynchrones (resp. asynchrones) dans un SMA ?

1.2 Coopération

- Comparer en justifiant vos réponses, un SMA dans lequel les agents n'ont pas de représentation des autres et dont le seul protocole de coopération est le *contract net* avec un SMA dans lequel les agents ont la possibilité de faire un raisonnement social sur les autres (réseaux de dépendances).
- Préciser les avantages et inconvénients de chacune des approches.
- Donner des exemples d'application dans lesquelles telle ou telle approche est plus appropriée.

1.3 Organisation

Dans le cours sur les organisations, deux modèles d'organisation (au sens relations entre agents) sont présentés : réseaux de dépendance, structure organisationnelle MOISE. Dans le cadre des réseaux de dépendance, les relations sont calculées par chacun des agents, à partir des descriptions externes des autres. Dans MOISE, les relations sont définies a priori par le concepteur de l'application ou par les agents eux-mêmes s'ils sont capables de se réorganiser dynamiquement. Alors que les réseaux de dépendances sont une aide à la coopération, MOISE est une contrainte (obligations et permissions) sur la coopération que peuvent mettre en oeuvre les agents du système.

- A votre avis (justifier et argumenter) les deux approches sont-elles nécessaires dans un SMA ? Vous pouvez donner des exemples d'application pour étayer votre propos.
- En quoi le calcul de réseaux de dépendances est applicable au calcul de dépendances entre rôles de MOISE ? Un tel calcul de dépendances serait-il applicable au modèle AALADIN utilisé dans MADKIT ? Justifier et argumenter vos réponses.

2 Exercice II : Conception d'un SMA (/10)

2.1 Description du problème

Nous voulons construire un logiciel utilisant les techniques Multi-Agents pour la supervision d'un réseau de transport. Au sein de ce réseau, des bus doivent desservir les différents arrêts qui se trouvent sur leur ligne de transport (afin de simplifier l'exercice, nous ne considérons que **trois** bus qui doivent desservir **une seule** ligne). Les bus, ainsi que la ligne de transport émettent un ensemble d'événements dont la succession temporelle, interprétée par le système de supervision (à construire) permet de qualifier le fonctionnement du réseau de transport (cf. ci-dessous).

2.1.1 Modélisation de la connaissance du domaine

Les fonctionnnements normaux, anormaux (panne, défaillance, ...) de la ligne et des bus sont modélisés par des *scénarios* (graphe de contraintes dont les noeuds correspondent à des événements attendus du système supervisé). Nous considérons deux niveaux de scénarios :

- les scénarios du niveau *bus* servent à suivre le fonctionnement d'un bus indépendemment de la ligne et des autres bus qui s'y trouvent. Six scénarios sont distingués :
  1. le scénario Moteur décrit le bon fonctionnement du moteur depuis son démarrage jusqu'à son arrêt ;
  2. le scénario Marche permet de détecter que le bus est en état de marche et qu'il respecte la vitesse limite autorisée ;
  3. les scénarios Chargement et Déchargement décrivent un arrêt pour, respectivement, embarquer ou déposer des passagers ;
  4. les scénarios Ouverture et Fermeture permettent de détecter un dysfonctionnement d'ouverture et de fermeture des portes du bus.
- les scénarios du niveau *ligne* servent à suivre le fonctionnement sur une ligne. Ils doivent tenir compte de la position de chacun des bus sur la ligne, ainsi que de leur vitesse relative. Au niveau d'une ligne, nous considérons seulement quatre scénarios.
  1. Les scénarios Terminus A et Terminus D, décrivent les règles de fonctionnement des terminus A et D.
  2. Les scénarios Aller et Retour décrivent le parcours d'un bus d'un terminus à un autre dans un sens ou dans l'autre.

Entre les différents scénarios existent deux types de relation : la relation scénario/sous-scénario et la relation d'opposition (cf. Fig. 1).

2.1.2 Technique de supervision

La supervision des bus et de la ligne consiste en un suivi des scénarios (appelé également *reconnaissance d'un scénario*) de niveaux *bus* et *ligne* à partir des événements qui sont émis régulièrement par les lignes et les bus. Une reconnaissance d'un scénario est la mise en correspondance d'un ensemble d'événements émis par le système supervisé avec le fonctionnement normatif prédéfini de celui-ci (scénario). **Rassurez-vous, dans le cadre de l'exercice nous ne vous demanderons pas de décrire l'algorithme de reconnaissance d'un scénario !!!**.

- La reconnaissance d'un scénario nécessite la reconnaissance de tous ses sous-scénarios.
- La relation d'opposition entre deux scénarios spécifie que l'un **ne peut pas** être suivi si la reconnaissance de l'autre est encore valide.

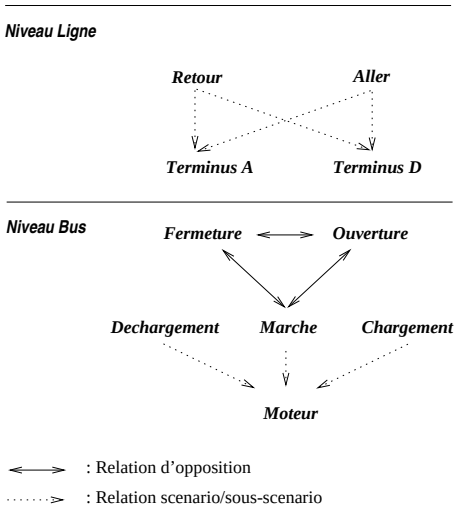

Figure 1: Relations d'opposition et scénario/sous-scénario.

2.2 Indications

Nous vous demandons de vous placer dans l'hypothèse où la supervision du système est réalisée par un système multi-agents dans lequel les différents scénarios à reconnaître sont distribués entre les différents agents : plusieurs agents peuvent posséder le même scénario, un agent peut avoir la responsabilité d'un scénario qui est sous-scénario (resp. qui est en opposition avec) d'un autre scénario sous la responsabilité d'un autre agent,...

Etant donné un ensemble de six agents, a_1, a_2, a_3, a_4,a_5, a_6, par exemple, on peut avoir la répartition suivante entre eux (r est l'application qui à un agent fait correspondre l'ensemble des scénarios dont il est responsable) :

$r(a_1) = \{Aller,\ Retour,\ Terminus\ A\}$ $\quad$ $r(a_2) = \{Aller,\ Retour,\ Terminus\ D\}$
$r(a_3) = \{Aller,\ Retour,\ Marche\}$ $\quad$ $r(a_4) = \{Chargement,\ Déchagement\}$
$r(a_5) = \{Ouverture,\ Fermeture,\ Moteur\}$ $\quad$ $r(a_6) = \{Moteur\}$

Comme on le voit dans cet exemple, Retour est sous la responsabilité de plusieurs agents a_1, a_2, a_3.

Pour chacun des scénarios dont il est responsable, un agent est capable de déterminer le ou les scénarios en opposition ou sous-scénario de celui-ci. Ainsi, a_1, par exemple, est capable de savoir que pour reconnaître le scénario *Retour*, il faut que *Terminus A* et *Terminus D* soient reconnus. Comme on peut le remarquer les agents peuvent ainsi être en concurrence, être complémentaires, être en opposition pour la reconnaissance des différents scénarios. Ces différentes situations peuvent être un atout (ou un problème) pour accélerer (ou ralentir) la supervision du système.

2.3 Travail à réaliser

Imaginer un système multi-agents permettant de construire une telle application de supervision.

- Structurer votre description de ce système selon les quatre dimensions Agent, Environnement, Interaction, Organisation.
- Il n'est pas interdit de faire des schémas (une notation graphique type UML peut également être utilisée à condition que la sémantique des symboles soit précisée au préalable) dans la phase de spécification, d'analyse.
- Donner des pistes sur l'implantation de votre système en utilisant l'une ou l'autre des plate-formes présentées en cours.
- IMPORTANT : dans chacun de ces points, il est important de justifier vos choix, car, comme vous vous en doutez, il n'y a pas UNE solution mais plusieurs. Tout l'intérêt de l'exercice réside dans les justifications que vous donnerez.

Voici un ensemble de questions non exhaustif qui peut vous aider à spécifier ce système et à structurer votre démarche :

- Agent : Que sont les agents, Quel(s) type(s) de modèle d'agent allez-vous utiliser ? quelle est leur architecture ? ...
- Environnement : y-a-t-il nécessité de modéliser l'environnement ? si oui lequel est-il ? ...
- Interaction : quel(s) est(sont) le(s) langage(s) d'interaction ? quel est le ou les protocoles d'interaction ? ...
- Organisation : y-a-t-il une structure organisationnelle explicite ? des réseaux de dépendances ?...

Argumentez vos choix et explicitez vos hypothèses.
N'hésitez pas à présenter des algorithmes, des structures de données, des schémas d'architecture d'agent, des langages, ...
Nous privilégierons les solutions permettant de satisfaire au mieux les caractéristiques de décentralisation et d'ouverture (reconfiguration dynamique du système) d'un système multi-agents.

3 Exercice III : Multi-Agent vs. Objet (/5)

En une page maximum, comparer en justifiant, en donnant des exemples si besoin, l'approche multi-agent et l'approche objet d'un point de vue conceptuel, méthodologie, standard, langage, ... Il n'est pas interdit de tirer parti des cours du tronc commun du DEA.