

Université Pierre et Marie Curie

M1 Androïde 2015-2016

FoSyMa - Fondements des Systèmes Multiagents

PREMIÈRE SESSION 2016

Durée : 2h ; Aucun document autorisé

Les parties doivent être traitées sur des copies séparées. Veuillez à bien indiquer votre nom sur chaque copie et à les anonymiser. Le barème est donné à titre indicatif.

1 Formation de groupes d'étudiants et partage des tâches (6,5 points)

On se propose de développer un système multi-agent simulant des étudiants devant réaliser un projet universitaire. On s'intéresse plus particulièrement aux problématiques de formation de sous-groupes et de répartition des tâches. Chaque étudiant est modélisé par un agent dans ce système.

Formation de sous-groupes On s'intéresse tout d'abord à la formation des sous-groupes qui peut être vue comme un problème de formation de coalitions. On considère plus particulièrement un groupe de 4 étudiants dans lequel on souhaite réaliser des sous-groupes (monôme, binôme , ...) pour la réalisation d'un projet.

Les étudiants doivent de préférence constituer des binômes. Tous les binômes sont donc préférés aux autres types de groupes. On préfère ensuite les groupes de 1 étudiant puis les groupes de 3 étudiants et enfin le groupe de 4 étudiants est le moins préféré.

Afin de distinguer les préférences entre les sous-groupes comportant un même nombre d'étudiants, on considère les préférences des étudiants entre eux :

- L'agent 1 préfère l'étudiant 2 à l'étudiant 3 qui est préféré à l'étudiant 4.
- L'agent 2 préfère l'étudiant 3 à l'étudiant 1 qui est préféré à l'étudiant 4.
- L'agent 3 préfère l'étudiant 4 à l'étudiant 2 qui est préféré à l'étudiant 1.
- L'agent 4 préfère l'étudiant 2 à l'étudiant 3 qui est préféré à l'étudiant 1.

1.1 Déterminez les structures de coalitions possibles et donnez un ordre de préférence entre ces structures de coalitions. Proposez un système de valuation des coalitions et associez une valeur à chaque coalition. (1.5pts)

1.2 Déroulez un des algorithmes de formation de coalition vu en cours et déterminez la structure de coalition formée. (1pt)

Partage de tâches On suppose qu'un sous-groupe de 3 étudiants $\{1, 2, 3\}$ a été formé. Le travail à réaliser par les trois étudiants a été découpé en tâches. Les tâches doivent alors être réparties entre les étudiants (agents informatiques du système).

Chaque tâche à réaliser possède une durée estimée. On cherche à **minimiser le temps de réalisation de l'ensemble des tâches**. Ce critère doit donc être considéré lors de l'allocation des tâches.

Par exemple, considérons un ensemble de 5 tâches $\{T_1, T_2, \dots, T_5\}$ telles que :

- T_1 a une durée estimée de 4,
- T_2 a une durée estimée de 2,
- T_3 a une durée estimée de 3,
- T_4 a une durée estimée de 5,
- T_5 a une durée estimée de 3.

Si l'agent 1 prend en charge T_1 et T_4 , l'agent 2 prend en charge T_2 et T_5 et l'agent 3 prend en charge T_3 , la durée totale d'exécution des tâches est évaluée à $\max(4 + 5, 2 + 3, 3) = 9$.

Si l'agent 1 prend en charge T_1 et T_2 , l'agent 2 prend en charge T_3 et T_5 et l'agent 3 prend en charge T_4 , la durée totale d'exécution des tâches est évaluée à $\max(4 + 2, 3 + 3, 5) = 6$.

Cette deuxième répartition des tâches est donc plus efficace que la précédente.

Remarque : on ne cherche pas à développer une approche qui calcule toujours la répartition optimale mais le critère de minimisation du temps doit être pris en compte, dans la mesure du possible, lors de l'allocation.

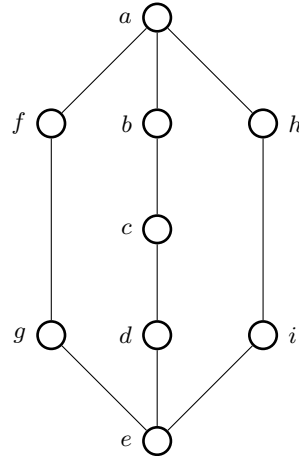
1.3 Dans un cadre où les agents peuvent tous communiquer entre eux, décrivez un protocole permettant aux agents de se répartir les tâches de manière **distribuée** (sans décideur global). Les agents devront chercher, dans la mesure du possible, à minimiser la durée totale d'exécution des tâches. L'ensemble des tâches à réaliser ainsi que leurs durées seront supposés connus de tous les agents. (2pts)

Vous préciserez les mesures et les critères de décision utilisés par les agents. Vous décrirez par un diagramme les échanges de messages entre agents. Le protocole devra être robuste aux pertes de messages.

1.4 Des retards peuvent être pris dans la réalisation de certaines tâches nécessitant des réorganisations dans l'allocation des tâches. Proposez un protocole permettant aux agents de détecter si des réorganisations de tâches sont nécessaires et si oui de procéder à ces réorganisations de manière efficace (2pts).

2 Analyse de communications (7 points)

On considère le réseau de communication G_0 avec 9 agents suivant :



1. Quel est le diamètre de ce réseau de communication ?

On s'intéresse ici à la communication requise dans des problèmes de *broadcast* : un agent souhaite communiquer une information à tous les autres agents du système. On raisonne ici en tours pour mesurer l'efficacité de la diffusion. Les contraintes qui s'appliquent aux communications sont ici les suivantes :

- chaque communication requiert une unité de temps (*i.e.* un tour) pour parvenir de l'émetteur à un récepteur unique ;
- *un agent ne peut participer qu'à une seule communication à chaque tour* ;
- les communications sont restreintes par un réseau de communication (non orienté).

On définit alors le *broadcast time* pour un agent x , noté $br(x)$, comme étant le nombre de tours *minimum* nécessaires à ce que tous les agents reçoivent l'information transmise depuis x . De là, le broadcast time pour un réseau G est donné par le broadcast time maximum qui peut être observé sur un réseau G . Autrement dit : $bg(G) = \max\{br(x) | x \in agents(G)\}$.

2. Quel est le broadcast time pour l'agent a sur le graphe G_0 ?
3. Pouvez-vous montrer que de manière générale (et non pas simplement sur G_0), on a $br(G) \geq \lceil \log_2(n) \rceil$, où n est le nombre d'agents du réseau ?
4. Pouvez-vous donner une classe de graphe (simple) garantissant que $br(G) = \lceil \log_2(n) \rceil$, c'est-à-dire qu'un message peut toujours être transmis depuis n'importe quel agent du système, à tout autre agent du système, en $\lceil \log_2(n) \rceil$ tours ?
5. Pour notre graphe G_0 , a-t-on effectivement $br(G_0) = \lceil \log_2(n) \rceil$ ($= 4$) ? (Montrez un contre-exemple, ou justifiez en utilisant la symétrie entre les agents pour simplifier l'analyse).
6. Proposez une modification G'_0 du réseau de communication G_0 (avec le même nombre d'agents) qui augmente le broadcast time, c'est-à-dire telle que $br(G'_0) > br(G_0)$.
7. Un *réseau de broadcast minimal* est un réseau de communication qui garantit $br(G) = \lceil \log_2(n) \rceil$, tout en minimisant le nombre d'arêtes de communication. Pouvez-vous déterminer un tel réseau minimal pour le cas $n = 5$?

3 Coordination et blocus (6.5 points)

Soit un graphe $G(S, A)$ supposé connu sur lequel évoluent un Wumpus et n agents. Comme dans le cadre du projet, chaque agent et chaque nœud du graphe dispose d'un identifiant unique connu des agents.

- On suppose un rayon de communication non borné pour vos agents
 - Le wumpus ne diffuse pas d'odeur, mais les agents sont en mesure de le percevoir lorsque celui-ci se trouve sur une case adjacente.
1. Quel est le nombre minimal d'agents n nécessaire pour chasser et immobiliser le wumpus sur un nœud – quelle que soit la position initiale des agents et du wumpus – lorsque G est un arbre fini ? (Justifiez)
 2. Proposez un mécanisme permettant à vos n agents d'immobiliser le wumpus sur G (arbre fini). Vous donnerez :
 - (a) le protocole de coordination sous la forme d'un (ou plusieurs) diagramme de séquence,
 - (b) le pseudo-code du (des) comportement(s) de vos agents.
 3. Donnez, en la justifiant, la complexité (nombre de déplacements et nombre de messages échangés) de votre algorithme en fonction de $|S|$.
 4. Quelles modifications faudrait-il apporter à votre solution dans le cas d'un rayon de communication fini $R > 2$ pour vos agents ?