



Université Pierre et Marie Curie

M1 Androïde 2015-2016

FoSyMa - Fondements des Systèmes Multiagents

PREMIÈRE SESSION 2015

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 n'est donné qu'à titre indicatif.

1 Question « Enchère automatisée multi-agents » (5 points)

Nous considérons un système d'enchères ascendantes classique telle qu'elles se pratiquent dans les salles de vente et qui se déroule comme suit :

- Le commissaire-priseur commence la vente avec un prix de départ,
- chaque enchérisseur offre successivement un prix plus élevé, tout en respectant une sur-enchère minimale (incrément minimal).
- Le processus d'élimination s'arrête lorsqu'il ne reste plus en lice qu'un candidat.
- Le bien est attribué au candidat « le plus offrant », s'il atteint ou dépasse le prix de réserve fixé par le vendeur. Sinon, la vente n'a pas lieu.

Nous souhaitons automatiser un tel système d'enchères pour permettre d'enchérir sur Internet. Nous reprenons l'enchère classique ascendante (décrite ci-dessus) et opérons quelques aménagements. Tout d'abord, nous introduisons un principe d'enchère à la bougie. La bougie sert à déterminer la dernière enchère. À chaque enchère, une bougie est allumée. Si elle s'éteint sans nouvelle enchère, une seconde bougie est allumée, puis une troisième. À son extinction, le dernier enchérisseur emporte l'objet (si son offre atteint ou dépasse le prix de réserve fixé par le vendeur). Les bougies sont combustibles en un temps réduit.

Pour participer à une enchère, il faut s'y inscrire avant une certaine date limite. Seuls les inscrits (en nombre limité pour le bon fonctionnement de l'enchère) peuvent participer à l'enchère. Ils auront reçu un login et un mot de passe pour s'authentifier et participer à l'enchère. Nous distinguons trois types d'enchérisseurs.

- Un humain derrière sa machine (Huma). Il enchérit selon les règles de l'enchère ;
- Un avatar qui représente un humain (AvH). Il enchérit selon les recommandations de l'humain qu'il représente. Il connaît l'incrément qu'il est autorisé à faire à chaque enchère et la somme à ne pas dépasser (offre maximale).
- Un enchérisseur qui appartient au site de l'enchère (EnSite) qui enchérit pour faire augmenter les prix et faire avancer l'enchère.

1.1 Proposer une « agentification possible » de ce système automatisé d'enchères : décrire ce système d'enchères comme un système multi-agents ; quels sont les agents et quels sont leurs comportements ? etc. (1 pt).

1.2 Modéliser le comportement de chaque type d'agents par un réseau de Petri (au moins 2) (2 pts).

1.3 Décrire sous forme d'un réseau de Petri ou d'un diagramme A-UML un protocole d'interaction représentant l'enchère décrite ci-dessus (Ascendante avec bougies) (2 pts).

2 Formation de coalitions (4 points)

Nous considérons un système composé de 3 agents dans lequel chaque agent possède une ressource. Les ressources sont notées \square , \triangle .

L'agent $\mathcal{A}g_1$ détient la ressource \square .

L'agent $\mathcal{A}g_2$ détient la ressource \triangle .

L'agent $\mathcal{A}g_3$ détient la ressource \triangle .

Chaque agent associe une valeur aux combinaisons de ressources composées de \square , \triangle et \triangle . Nous considérons les préférences suivantes :

	$\mathcal{A}g_1$	$\mathcal{A}g_2$	$\mathcal{A}g_3$
\square	3	4	4
\triangle	0	3	0
\triangle	2	1	2
$\triangle\square$	7	5	6
$\triangle\square$	3	8	4
$\triangle\square$	2	4	2
$\triangle\square\square$	7	8	6

Les agents souhaitent déterminer s'ils doivent réaliser des coalitions et avec qui. La valeur d'une coalition est égale à la somme chaque agent de la coalition, des valeurs associées à l'ensemble de ressources formé par la coalition. Par exemple, si $\mathcal{A}g_2$ et $\mathcal{A}g_3$ forment une coalition, ils détiennent à eux deux les ressources $\triangle\square$. La valeur de la coalition est alors $2 + 4 = 6$.

2.1 Déterminez les structures de coalitions possibles et les valeurs associées. (1pt)

2.2 Représentez la fonction caractéristique de $\mathcal{A}g_1$ par un réseau de contributions marginales. (1pt)

2.3 Comment les agents peuvent-ils se répartir de façon égalitaire le surplus généré par la coalition ? Donnez un exemple. (1pt)

2.4 Dans un cadre où les agents peuvent tous communiquer entre eux, décrivez un protocole permettant aux agents de former la meilleure coalition possible. Déroulez le protocole sur l'exemple. (1pt)

3 Analyse des communications (4 points)

On poursuit l'analyse, en reprenant le scenario des agents possédant des ressources, comme données par exemple dans la table précédente. On note en particulier que les préférences des agents ne sont pas nécessairement *additives*, mais qu'elles sont néanmoins *monotones* (on a bien, pour un lot $\pi' \supseteq \pi$, $u(\pi') \geq u(\pi)$).

Un échange qui satisfait tout le monde. On suppose ici qu'il n'y a que deux agents. Un agent x possède un sous-ensemble π_x de ressources, tandis que l'autre agent, y , possède π_y . Les deux agents souhaitent se mettre d'accord sur un échange de ressources qui soit favorable aux deux, c'est-à-dire tel que chacun des deux agents voit son utilité *strictement augmentée* à l'issue de l'échange. Le protocole mis en œuvre est le suivant : l'agent x propose échange (δ_x, δ_y) , tel que $\delta_x \subset \pi_x$ sont les ressources données par x et $\delta_y \subset \pi_y$ sont les ressources reçues par x (de la part de y), que y accepte ou refuse. On note en particulier que les échanges peuvent impliquer plusieurs ressources, que les agents n'ont pas nécessairement le même nombre de ressources après échange.

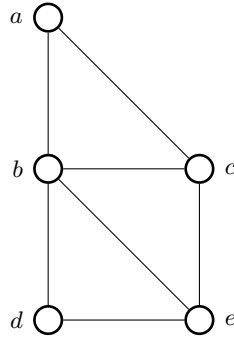
Par exemple, si l'agent Ag_1 détient $\{\triangle, \circ\}$, et l'agent Ag_2 détient $\{\square\}$, et si l'agent est le "proposant", il peut suggérer l'échange (\circ, \square) (qui sera refusé par Ag_2 car celui-ci passe d'une utilité de 4 à 3).

3.1 Analysez le plus précisément possible, en terme du nombre de messages et du nombre de bits global, la complexité de ce protocole d'échange. (Vous pourrez d'abord ignorer l'hypothèse de monotonie des utilités, puis la prendre en compte pour raffiner votre résultat).

Vendre ses ressources sur un réseau. On suppose à présent qu'un agent x disposant d'un ensemble de ressources souhaite les vendre à d'autres agents, répartis sur un réseau de communication. Il n'est pas obligé de les vendre toutes au même agent (par exemple, il peut vendre \circ à un agent, et \triangle, \square à un autre agent), et souhaite obtenir le meilleur revenu au final. Pour ce faire on va utiliser un protocole inspiré de *flooding-echo*.

3.2 Rappelez tout d'abord le principe du *flooding-echo*, et indiquez un l'arbre de diffusion créé sur l'exemple suivant, si les agents envoient des messages dans l'ordre suivant (en supposant que les agents envoient les messages aux autres agents dans l'ordre alphabétique, mais en omettant l'agent qui leur a déjà envoyé un message, et les agents auxquels ils ont déjà répondu par un *nack*) :

abacebd



Dans la phase de flooding, l'agent x diffuse les ressources à vendre en même temps que l'arbre de diffusion est créé.

3.3 Indiquez le détail de la phase de retour (echo), en étant précis sur le message qui devra être envoyé par chaque agent à son parent dans l'arbre de diffusion. En particulier, indiquez comment il est possible pour les agents de minimiser si possible la taille des messages transmis.

4 Etablissement bancaire (7 points)

Une banque régionale décide d'améliorer son image et d'accompagner sa croissance en renforçant la sécurité de son infrastructure et en lançant une nouvelle offre commerciale. Cette offre permettra à ses clients de disposer de plusieurs cartes bancaires pour un même compte, service impossible jusqu'à présent dans cet établissement.

Le renforcement de son infrastructure passe par le fait de dupliquer n fois le serveur gérant les comptes de ses clients pour réduire le risque de défaillance du système en cas de panne d'un serveur.

Cette première décision a pour effet de modifier les protocoles qui régissent les mouvements bancaires. Ainsi, lorsqu'un client souhaite retirer de l'argent, le retrait doit dorénavant être effectué sur tous les serveurs, ou sur aucun (notion de *transaction* issue des bases de données). Il faut pour cela s'assurer de la cohérence des données stockées sur les différents serveurs. Ces serveurs sont reliés entre eux et aux distributeurs automatiques de billets (DAB) par le réseau internet (asynchrone). On supposera que les messages échangés ne sont pas corrompus, que les serveurs peuvent tomber en panne, et que DAB et serveurs disposent chacun d'une horloge locale.

Renforcement de l'infrastructure (barème indicatif : 3 points)

1. En tant qu'expert en systèmes distribués récemment recruté au sein de l'entreprise, votre responsable vous demande de lui proposer un mécanisme d'interaction à deux phases supportant l'opération de retrait avec cette nouvelle configuration de serveurs redondants. Justifiez vos choix et illustrez votre algorithme par un diagramme de séquence et/ou un automate.
2. Bien qu'impressionné par la qualité apparente du protocole que vous lui avez proposé, votre responsable ne souhaite pas déployer celui-ci sans garantie. Pouvez-vous lui garantir que votre protocole vérifie les propriétés de validité et de terminaison ? Justifiez.

Multiplication des cartes bancaires (barème indicatif : 4 points)

La possibilité de disposer de différentes CB pour un même compte conduit le service informatique à devoir gérer non plus uniquement la mise à jour de copies multiples, mais également l'impact de l'entrelacement de requêtes émises depuis différents DAB en direction d'un même compte. Ce service impacte autant le traitement côté serveur que l'affichage des DAB. Votre travail lors de la mise en place des serveurs redondants ayant été satisfaisant, votre responsable vous alloue cette nouvelle tâche.

1. Explicitez les situations susceptibles d'engendrer un problème.
2. Proposez un protocole d'interaction permettant au serveur de ne pas accepter d'opérations conduisant à un découvert tout en offrant aux clients une vision « à jour » de l'état de leur compte.