

Modèle de négociation multi-latérale pour l'allocation de ressources

Application à la tolérance aux fautes

Ductor Sylvain

Présentation de mi-parcours

Directeur de thèse : Zahia Guessoum

Laboratoire d'Informatique de Paris 6 (LIP6)
Conseil Régional de la Martinique

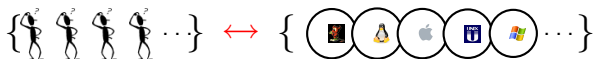


<http://www-poleia.lip6.fr/~ductors/>

Introduction

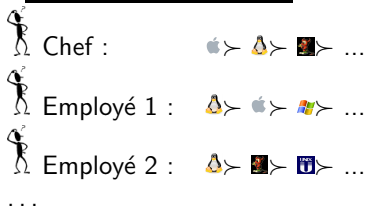
Problème d'allocation de ressources

Distribuer de façon appropriée des ressources entre des agents qui ont des préférences sur les allocations possibles.






Une allocation A associe les ressources aux agents

Relations de préférences



Matrice d'allocation

Ag. \ Ress.				...
Chef	×	✓	×	...
Employé 1	×	×	✓	...
Employé 2	✓	×	×	...
...

Problème d'allocation de ressources

- A_a : Les ressources possédées par l'agent a dans l'allocation A
- $u_a(A)$: l'utilité de l'agent a pour l'allocation A
 ⇒ égoïste, altruiste, coopératif, compétitif, envieux, emphatique ...
- $c_a(A)$: les droits endogènes de l'agent a (contraintes d'allocation)
- $c_r(A)$: les contraintes d'allocation de la ressource r
- $w_a(A)$: les droits exogènes de l'agent a ("importance")
- $U_{\text{mas}}(A) = \text{Agregation}_{a \in \text{Agents}}(u_a(A), w_a)$: l'objectif social

Problème d'allocation de ressources cooperative :

$$\begin{array}{ll}
 \bullet & \max_{A \in \text{Allocations}} U_{\text{mas}}(A) = \text{Agregation}_{a \in \text{Agents}}(u_a(A), w_a) \\
 & \text{s.c.} \quad \begin{cases} \forall a \in \text{Agents}, c_a(A) \\ \forall r \in \text{Resources}, c_r(A) \end{cases}
 \end{array}$$

Etat de l'art

Approche centralisée

- Problèmes de partage et d'allocation équitable [Bouveret, 2007]
- Allocation de ress. pour le déploiement de SMA [Kraus et al, 2003]

Approche distribuée

- DCOP : résolution distribuée d'un COP [Yokoo et al, 1992]
- Application à la tolérance aux fautes [De Luna Almeida, 2008]

Modification locale \Rightarrow Re-calculation global

Ne passent pas à l'échelle

Une approche SMA

SMA ↔ Société d'agents munis de préférences

- Chaque agent prend des décisions le concernant :
 - ⇒ Comment déterminer une allocation **socialement satisfaisante** à partir de **décisions individuelles**?

Une approche SMA

SMA ↔ Société d'agents munis de préférences

- Chaque agent prend des décisions le concernant :
 - ⇒ Comment déterminer une allocation **socialement satisfaisante** à partir de **décisions individuelles**?

Welfare Engineering [Endriss & Maudet, 2004]

- 1 Choisir une évaluation sociale pertinente
- 2 Déterminer les comportements des agents ⇒ optimisation sociale
- 3 Concevoir des algorithmes de négociation adaptés
- 4 Étudier la complexité d'atteinte d'un optimum et sa qualité

Une approche SMA

SMA ↔ Société d'agents munis de préférences

- Chaque agent prend des décisions le concernant :
 - ⇒ Comment déterminer une allocation **socialement satisfaisante** à partir de **décisions individuelles**?

Welfare Engineering [Endriss & Maudet, 2004]

- 1 Choisir une évaluation sociale pertinente
- 2 Déterminer les comportements des agents ⇒ optimisation sociale
 - Peut on s'en passer?
- 3 Concevoir des algorithmes de négociation adaptés
 - à des SMA ouverts et large échelle
- 4 Étudier la complexité d'atteinte d'un optimum et sa qualité

Vue générale de notre proposition

Négociation multi-latérale [Modèle de négociation]

- Formalisation
- Etude de la convergence et de l'atteinte de l'optimalité :
 - dans un contexte large-échelle et ouvert
 - sans restreindre les rationalités des agents

Et en pratique? [Protocoles de négociation & Application à la réplication]

- Problème de tolérance aux fautes par réplication
- Application des protocoles

Modèle de négociation

Réallocation de ressources & Agents rationnels

Contrat de réallocation

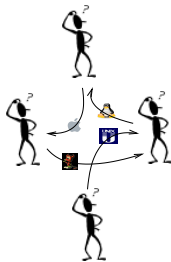
- ⇒ Liste d'opérations d'allocations/libérations
- ⇒ Implique une partie des agents et des ressources

Agent Rationnel

- ⇒ Agent muni d'un prédicat d'acceptation de contrat
 - Le contrat doit :
 - Respecter ses droits
 - Améliorer son utilité

Exemple de contrat

L'agent 1 propose à 2, 3 et 4 :



Agent Négociants

Proposeur

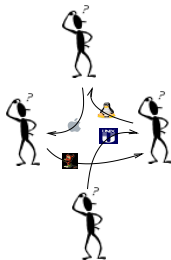
- 1 Génère un contrat à proposer
- 2 Propose ce contrat aux agents

Exécutant

- 1 Sélectionne les contrats à accepter parmi les propositions reçues
- 2 Exécute les contrats validés par le protocole (obligation)

Exemple de contrat

L'agent 1 propose à 2, 3 et 4 :



Agent Négociants

Proposeur

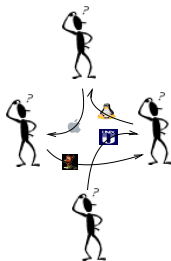
- 1 Génère un contrat à proposer
- 2 Propose ce contrat aux agents

Exécutant

- 1 Sélectionne les contrats à accepter parmi les propositions reçues
- 2 Exécute les contrats **validés par le protocole** (obligation)

Exemple de contrat

L'agent 1 propose à 2, 3 et 4 :

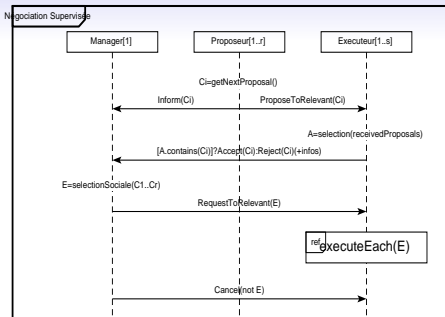


- **Quel contrat est validé par le protocole?**
 - ⇒ Peut-on garantir que chaque contrat soit une amélioration sociale?
 - ⇒ Peut-on garantir l'atteinte d'un optimum?
- **Comment valide-t-on un contrat?**
 - ⇒ Peut-on garantir la convergence sans contraindre les rationalités?

Protocole de négociation multilatérale supervisée

Superviseur (associé à un évaluateur social)

- 1 Décide quelles propositions sont acceptées
- 2 Ordonne aux participants d'exécuter ces contrats



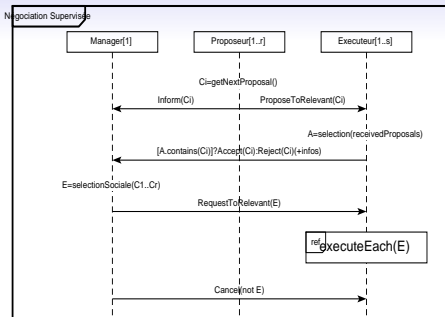
Le superviseur garantit

- ⇒ la convergence ...
- ⇒ ... sans contraindre les rationalités

Protocole de négociation multilatérale supervisée

Superviseur (associé à un évaluateur social)

- 1 Décide quelles propositions sont acceptées
- 2 Ordonne aux participants d'exécuter ces contrats



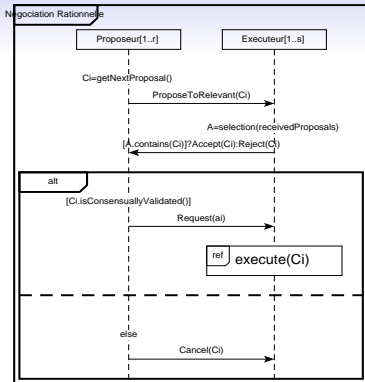
Le superviseur garantit

- ⇒ la convergence ...
- ⇒ ... sans contraindre les rationalités

Le superviseur doit centraliser les contrats!

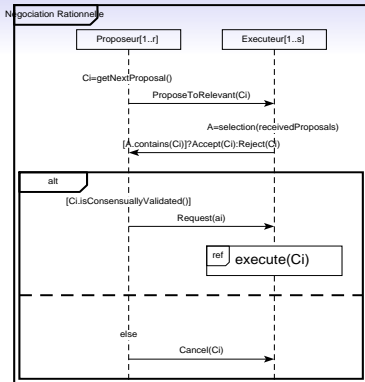
Protocole de négociation multilatérale consensuelle

- Chaque proposeur est superviseur
- Chaque acceptation est une signature
 - ⇒ Chaque proposeur doit collecter toutes les signatures (consensus)
 - ⇒ Le mécanisme de signature empêche la triche



Protocole de négociation multilatérale consensuelle

- Chaque proposeur est superviseur
- Chaque acceptation est une signature
 - ⇒ Chaque proposeur doit collecter toutes les signatures (consensus)
 - ⇒ Le mécanisme de signature empêche la triche



Et l'évaluation sociale?

- 1 Comment caractériser localement une amélioration sociale?
- 2 Comment garantir la convergence sans contraindre les rationalités?
- 3 Comment garantir l'atteinte d'un optimum?

Convergence et Optimalité (1/3)

Comment caractériser localement une amélioration sociale?

Séparabilité d'un évaluateur social

- **Séparabilité** : Ne dépend que des utilités des agents dont l'état est modifié.
- **Externalité locale** : L'utilité de a ne dépend que des agents affectés par le contrat.

Théorème de décentralisation

Pour tout évaluateur social séparable \succ_{sma} , il existe un agent altruiste à externalité locale i tel que :

$$A \succ_i A' \Leftrightarrow A \succ_{sma} A'$$

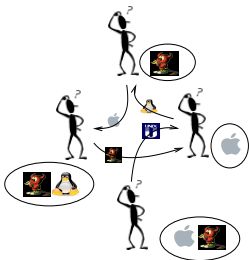
Généralise des résultats de la littérature
[Endriss & Maudet, 2004], [Ramezani & Endriss, 2009]

Convergence et Optimalité (2/3)

Comment garantir la convergence sans contraindre les rationalités?

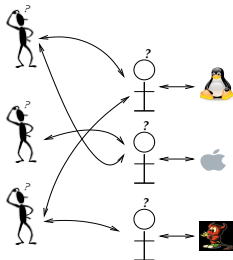
Négociation directe (approche classique)

Agents \leftrightarrow Agents



Négociation indirecte

Agents \leftrightarrow Gestionnaires de ressources



Les gestionnaires de ressources

- contrôlent à moindre coût la validité de l'utilisation des ressources,
- implémentent des **agents altruistes à externalité locale**.

Convergence et Optimalité (3/3)

Comment garantir l'atteinte d'un l'optimum?

Proposition :

La qualité de la meilleurs allocation atteignable est bornée par la complexité des contrats autorisés par le protocole

Ce résultat s'appuie sur

- [T. W. Sandholm, 1999]
- [U. Endriss and N. Maudet, 2004]

Protocoles de négociation & Application à la réplication

La tolérance aux fautes par réplication

Un agent = Un ensemble de réplicats hébergés par différents hôtes

Un agent est répliqué

- en fonction de son importance (criticité)
- afin de maximiser sa disponibilité
 - ⇒ borné par les ressources disponible sur les hôtes

Problématiques liées à l'allocation de ressources :

- 1 Combien de réplicats créer pour un agent?
- 2 Où les placer sur le réseau?

La tolérance aux fautes par réplication

- Criticité de a , W_a :
 - ⇒ Mesure de l'impact potentiel de la panne de l'agent sur l'ensemble de l'organisation. [Guessoum *et al.*, 2002]
- Disponibilité de a , D_a :
 - ⇒ Probabilité que les hôtes hébergeant a ne tombent pas en panne simultanément
- Charge de h , C_h :
 - ⇒ Ressources restantes sur h

	1	2	3	4	...
a	✓	×	✓	×	...
b	✓	✓	✓	×	...
c	×	×	✓	×	...
d	✓	✓	✓	✓	...
e	✓	×	✓	✓	...
f	×	✓	×	✓	...
...

Optimisation sociale d'une allocation :

$$\begin{aligned}
 \max_{A \in \text{Allocations}} \quad & U_{\text{mas}}(A) = \text{Agregation}_{a \in \text{Agents}}(D_a(A), W_a) \\
 \text{s.c.} \quad & \begin{cases} \forall a \in \text{Agents}, D_a(A) > 0 \\ \forall h \in \text{Resources}, C_h(A) \geq 0 \end{cases}
 \end{aligned}$$

La tolérance aux fautes par réplication

- Criticité de a , W_a :
 - ⇒ Mesure de l'impact potentiel de la panne de l'agent sur l'ensemble de l'organisation. [Guessoum *et al.*, 2002]
- Disponibilité de a , D_a :
 - ⇒ Probabilité que les hôtes hébergeant a ne tombent pas en panne simultanément
- Charge de h , C_h :
 - ⇒ Ressources restantes sur h



Quel protocole?

Optimisation sociale d'une allocation :

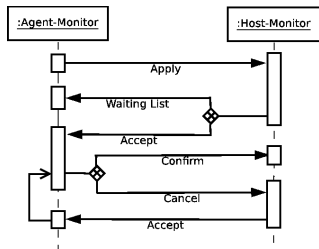
$$\begin{aligned}
 \max_{A \in \text{Allocations}} \quad & U_{\text{mas}}(A) = \text{Agregation}_{a \in \text{Agents}}(D_a(A), W_a) = ? \\
 \text{s.c.} \quad & \begin{cases} \forall a \in \text{Agents}, D_a(A) > 0 \\ \forall h \in \text{Resources}, C_h(A) \geq 0 \end{cases}
 \end{aligned}$$

La tolérance aux fautes par réplication

Candidatures spontanées avec listes d'attente

- Fiabilité de a , \mathcal{F}_a :
 - ⇒ Agrégation de \mathcal{D}_a et \mathcal{W}_a
- Utilité de a , γ_a :
 - ⇒ \mathcal{F}_a
 - ⇒ Répartition des charges des réplicats
- Optimal social, $U_{\text{mas}}(A)$:

$$\max_{A \text{ in Allocations}} \min_{a \in \text{Agents}} (\mathcal{F}_a(A))$$



S. Ductor, Z. Guessoum, M. Ziane. *Resource Management and Adaptive Replication for Fault-Tolerant MAS*. International Workshop on Massively Multi-Agent Systems, 2009

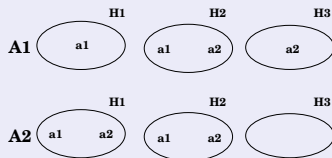
La tolérance aux fautes par réplication

Négociation sociale

Et les dépendances de pannes?

- Optimal social,
 $U_{\text{mas}}(A), A \in \text{Allocations}$
 $\Rightarrow \sum_{H \subset \mathcal{H}_{\text{osts}}} (\text{Fail}_H(t) \times W_H(A))$
- Criticité de $H \subset \mathcal{H}_{\text{osts}}, W_H(A)$
 $\Rightarrow \sum_{i, \text{Panne de } H \Rightarrow \text{Panne de } i} w_i^a$

^a formule à revoir



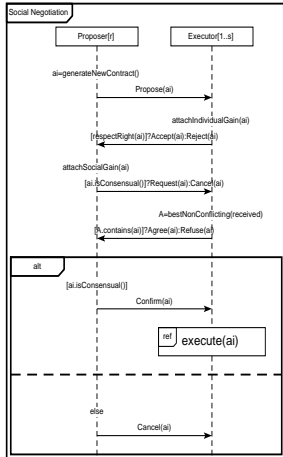
- Probabilité de panne de $H1, H2$ et $H3 : p$
- Probabilité de panne de i hosts : p^i

La tolérance aux fautes par réplication

Négociation sociale

Et les dépendances de pannes?

- Optimal social,
 $U_{\text{mas}}^{\delta}(A, A'), (A, A') \in \text{Contracts}$
 $\Rightarrow \sum_{i \in \text{Agents}^{\delta}(A, A')} w_i \times (P_i(A') - P_i(A))$



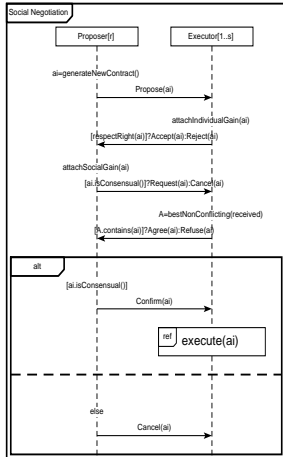
La tolérance aux fautes par réplication

Négociation sociale

Et les dépendances de pannes?

- Optimal social,
 $U_{\text{mas}}^\delta(A, A'), (A, A') \in \text{Contracts}$

$$\underbrace{\sum_{i \in \text{Agents}^\delta(A, A')} w_i}_{\text{Gain social}} \times \underbrace{(P_i(A') - P_i(A))}_{\text{Gain individuel}}$$
- Réseau de connaissances de l'agent a
 - ⇒ Agents en interdépendance avec a
 - ⇒ Agents aléatoires



La tolérance aux fautes par réplication

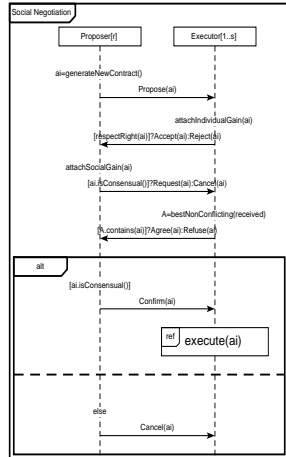
Négociation sociale

Et les dépendances de pannes?

- Optimal social,
 $U_{\text{mas}}^{\delta}(A, A'), (A, A') \in \text{Contracts}$
 $\Rightarrow \sum_{i \in \text{Agents}^{\delta}(A, A')} w_i \times (P_i(A') - P_i(A))$
- Réseau de connaissances de l'agent a
 \Rightarrow Agents en interdépendance avec a
 \Rightarrow Agents aléatoires

Avantages et limites

- ↑ Optimal : Pas de contraintes sur les contrats
- ↓ L'espace des contrats doit être exploré de façon "intelligente" par chaque agent



Conclusion

Nous avons proposé :

- une formalisation du problème d'allocation de ressources,
- un modèle de négociation multi-latérale et son étude théorique,
- deux protocoles de négociation,
- son application à la tolérance aux fautes par réplication,
- un algorithme d'exploration heuristique de l'espace des contrats.

Ce travail ...

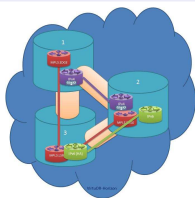
- a été en partie implémenté (protocole "listes d'attente"),
- deux publications, un journal (en soumission)

Plan de travail pour la troisième année:

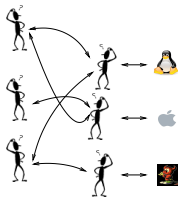
- Terminer l'implémentation :
 - ⇒ validation et étude expérimentale de la négociation sociale,
 - ⇒ confrontation des deux protocoles.
- Mener d'autres validations théoriques
- Rédaction (papiers, thèses)

Nos perspectives :

- Application de ces résultats au cloud computing (projet Horizon)
- Application de ces résultats aux web-services (coopération NII)



Projet Horizon



Web-services

Merci de votre attention



Place aux questions!

