MASTER WEB INTELLIGENCE

Systèmes Multi-Agents

Environnement

Olivier Boissier
Olivier.Boissier@emse.fr

23 Septembre 2003

Plan

- Environnement d'un SMA
  - Définition, Caractéristiques
- Action sur l'environnement
- Perception de l'environnement
- Lois d'évolution de l'environnement
- Mise en oeuvre

Définitions

- **Environnement du <u>SMA</u> :** "espace" commun aux agents du système.

  Cet environnement est doté d'un ensemble d'objets pouvant être :
  - **situés** (à tout moment il est possible de déterminer la position d'un objet),
  - **passifs** (ces objets peuvent être perçus, détruits, modifiés par les agents) ou **actifs**.
- **Environnement d'un <u>agent</u>** : environnement du SMA **et** les autres agents appartenant au système.

✓ La définition d'environnement fait l'objet de débats actuellement au sein de la communauté SMA

Caractéristiques

En résolution distribuée de problèmes

- Environnement d'un SMA est
  - la **donnée** du problème
  - le contexte dans lequel s'actualisent des règles codées dans les **<u>Agents</u>**, les **<u>Interactions</u>** et les **<u>Organisations</u>**.
- L'environnement du SMA peut être
  - Découplé des agents : il ne subit aucune modification par les agents, bien qu'il puisse être dynamique
  - Couplé avec les agents : réactions aux actions de ceux-ci

En simulation et intégration

- En simulation, l'environnement d'un SMA est constitué d'un ensemble d'objets actifs et passifs que l'agent peut manipuler (ex : dans MANTA, les cocons, la nourriture, les larves, …)
- Dans cadre de l'intégration et des systèmes collaboratifs, l'environnement d'un SMA est constitué des informations non contrôlées par le système (ex : web)

Synthèse

- un médium d'interaction : signaux, traces, ... avec des lois physiques ou non,
- un lieu où des actions individuelles ou collectives sont réalisées, où des réactions sont perçues,
- un espace de déplacement : grilles, positions des agents, …
- un moyen de structuration des agents : relations de proximité, définition de topologies spatiale, temporelle, …
- une source de données pour le système,
- un lieu où des ressources sont disponibles, ...

Propriétés (1)

- **Accessible/Inaccessible.**
  - Si les capteurs d 'un agent lui donnent accès à l 'état complet de l 'environnement suffisant pour choisir une action, l 'environnement est accessible à l 'agent (inutile de conserver les changements de l 'environnement).
- **Déterministe/Non déterministe.**
  - L 'environnement est déterministe pour un agent si le prochain état de l 'environnement est déterminé par l 'état courant et par l 'action de l 'agent.

Propriétés (2)

- **Episodique/Non épisodique.**
  - Un environnement épisodique signifie que les prochaines évolutions ne dépendent pas des actions déjà réalisées.
- **Statique/Dynamique.**
  - Un environnement qui ne change pas pendant que l 'agent réfléchit est statique.
- **Discret/Continu.**
  - Si le nombre de percepts distincts et d 'actions est limité, l 'environnement est discret.
- **Avec/Sans adversaires rationnels.**

Propriétés (3)

Environment	Accessible	Deterministic	Episodic	Static	Discrete
Chess with a clock	Yes	Yes	No	Semi	Yes
Chess without a clock	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Poker	No	No	No	Yes	Yes
Backgammon	Yes	No	No	Yes	Yes
Taxi driving	No	No	No	No	No
Medical diagnosis system	No	No	No	No	No
Image-analysis system	Yes	Yes	Yes	Semi	No
Part-picking robot	No	No	Yes	No	No
Refinery controller	No	No	No	No	No
Interactive English tutor	No	No	No	No	Yes

Plan

- ✓ Environnement d'un SMA
- ➢ **Action sur l'environnement**
  - ➢ Caractéristiques, Modèles
- Perception de l'environnement
- Lois d'évolution de l'environnement
- Mise en oeuvre

Caractéristiques (1)

- Une action est mise en oeuvre par un ensemble d'effecteurs.
- Dans le cas de la simulation, un effecteur reçoit une commande de l'agent et en fonction de cette commande, de la situation de l'agent, de l'état de l'environnement, une action pourra être réalisée.
  Une action peut être définie :
  - par les mécanismes impliquant une modification de l'environnement physique,
  - ou comme la modification de l'environnement physique résultant de son application (action) et de la réaction de l'environnement (co-action).
    Les co-actions sont gérées par l'environnement.

Caractéristiques (2)

- Dans le cas de la résolution de problèmes, les agents évoluent par rapport à l'environnement, sauf dans le cas où le problème consiste à organiser les objets dans l'environnement.
- Dans le cas d'intégration et de systèmes collaboratifs, les agents n'ont pas d'action sur l'environnement, sauf par des canaux externes au modèle SMA via leur utilisateur.

Modélisation de l'action [Ferber 95]

- Transformation d 'un état global (fortement utilisé en IA en planification)
- Réponse à des influences [Ferber 95]
- Processus informatique (ensemble d'événements produits et consommés par des processus informatiques)
- Modification locale propagée le long d'un réseau d'automates
- Déplacement physique
- Commande

Transformation d'état (1) (Modélisation STRIPS)

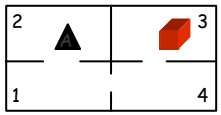
- Ensemble des états possibles du monde Σ.
  - Un état du monde est décrit par un ensemble de formules atomiques
- Action *op* opérateur de Op dont l'exécution produit un nouvel état

  $op : \Sigma \rightarrow \Sigma$
  - Un opérateur est décrit par :

    <nom, pré, suppr, ajouts>
- Opérateur *Exec*, opérateur d'exécution des actions

  $Exec : Op \times \Sigma \rightarrow \Sigma$

Transformation d'état (2) (Modélisation STRIPS)



- ex : STRIPS
  - ✓ σ_1 = {Agent(A),Lieu(A,2), Lieu(Cube,3), Nord(1,2), Sud(2,1), Est(1,4), … }
  - Opérateur allerVersSud = < nom : allerVersSud(x)
    pré : Agent(x),Lieu(x,l1),Sud(l1,l2)
    suppr : Lieu(x,l1)
    ajouts : Lieu(x,l2) >
  - σ_2 = Exec(allerVersSud(A), σ_1)
    σ_2 = {Agent (A), Lieu(A,1), Lieu(Cube,3), Nord(1,2), Sud(2,1), Est(1,4), … }

Transformation d'état (3) (Modélisation STRIPS)

- Limitations de cette approche (/mono-agent) :
  - On ne peut appliquer qu'un seul opérateur à un instant donné ➔ pas d'actions en parallèle
  - Toutes les conséquences des modifications apportées par les actions sont explicitement précisées dans les parties ajout et suppression des opérateurs
  - Un opérateur représente une opération instantanée : l'action n'est pas représentée dans son déroulement mais uniquement par le résultat des transformations qu'elle apporte

Transformation d'état (4) (Modélisation STRIPS)

- Limitations de cette approche (/multi-agent) :
  - Postulat de staticité : le monde est considéré a priori comme statique et que les évolutions possibles sont le fruit des agents
  - Postulat de séquentialité : difficulté à traduire les actions simultanées
  - Postulat d'universalité : les actions et leur conséquences ne sont pas distinguées ➔ l'expression des actions doit envisager toutes les situations possibles !!!

Réponse à une influence (1)

- Ensemble des états possibles du monde Σ
  - Un état du monde est décrit par un ensemble de formules atomiques
- Ensemble des influences possibles accomplies par les agents Γ
  - Une influence est décrite par un ensemble de formules atomiques
- Action *op* opérateur de Op dont l'exécution produit un nouvel état

  $op : \Sigma \rightarrow \Gamma$
  - Un opérateur est décrit par <nom, pré, post>
- Opérateur *Exec*, opérateur d'exécution des actions

  $Exec : Op \times \Sigma \rightarrow \Gamma$
- Opérateur de composition ||

  $Exec : (Op,||) \times \Sigma \rightarrow \Gamma$

  $Exec(a||b, \sigma) = Exec(a, \sigma) \cup Exec(b, \sigma)$

Réponse à une influence (2)

- Lois de l'univers *React* précisant comment le monde réagit aux influences

  $React : \Sigma \times \Gamma \rightarrow \Sigma$

- Ex:
  - ✓ σ = {cube(C),agent(A),agent(B),Lieu(C,2),Lieu(A,1),Lieu(B,3)}
  - déplacer = < nom : déplacer(x,y,d),
    pré : agent(x), cube(y),
    post : poussée(y,d) >
  - React = < etat : Lieu(c,x)
    influence : poussée(c,d)
    faire : supprimer{Lieu(c,x)}, ajouter{Lieu(c,x+dep)}
    dep = +/{d | poussée(c,d)} >

Plan

- ✓ Environnement d'un SMA
- ✓ Action sur l'environnement
- ➢ **Perception de l'environnement**
- Lois d'évolution de l'environnement
- Mise en oeuvre

Perception

- Mise en oeuvre par un ensemble de capteurs.
- Dans le cas de la simulation, un capteur est une interface entre l'environnement et l'agent.
- Dans le cas de la résolution de problèmes, la perception est un mécanisme de sélection d'un point de vue sur le problème.
- Dans le cas d'intégration et de systèmes collaboratifs, la perception est une interprétation des informations externes.

Plan

- ✓ Environnement d'un SMA
- ✓ Action sur l'environnement
- ✓ Perception de l'environnement
- ➢ **Lois d'évolution de l'environnement**
- Mise en oeuvre

Lois d'évolution de l'environnement [Magnin 96]

- ➢ **Lois d'évolution** : ensemble des données (lois, fonctions, règles, ...) permettant d'expliquer ou de calculer l'évolution des entité physiques d'un SMA.
- ➔ce qui doit se réaliser et non comment le réaliser.
- ✓ L'environnement peut être centralisé ou distribué, général ou spécialisé, ...

Plan

- ✓ Environnement d'un SMA
- ✓ Action sur l'environnement
- ✓ Perception de l'environnement
- ✓ Lois d'évolution de l'environnement
- ➢ **Mise en oeuvre**

Dualité Agent/Environnement

- L'environnement joue un rôle important dans le comportement d'un agent :
  - mémoire dans laquelle différentes traces sont laissées,
  - source de rétroaction envers l'agent, …

➔ ses caractéristiques doivent donc être clairement définies,

➔ une distinction nette doit être faite entre ce qui est du ressort du comportement de l'agent et ce qui est du ressort de l'environnement.

Exemple MANTA [Drogoul 93]

```
MOVINGBEHAVIOR METHODSFOR: PRIVATE-PRIMITIVES
PRIMCHOOSEARANDOMPLACE
| PLACES <COLLECTION> P <AGENTSPLACE> NOPLACES |
P:=SELF PLACE.
P ISNIL IFTRUE: [^NIL].
NOPLACES:=P NONOBSTACLENEIGHBOURS.
PLACES:=NOPLACES SELECT: [:PP | SELF CANHEADTO: PP].
PLACES ISEMPTY  IFTRUE: [PLACES := NOPLACES].
^PLACES AT: ((RND NEXT) * (PLACES SIZE - 1)) ROUNDED + 1
...
```

- Le déplacement aléatoire ne provoque un déplacement que dans des cases ne comportant pas d'obstacle …

✓ Est-ce du ressort de l'agent ou de l'environnement ???

Environnement distribué/centralisé

- Environnement **centralisé** : tous les agents ont accès à la même structure;
- Environnement **distribué** : assemblage de cellules disposées en réseau ; chaque cellule gère les influences des agents qui sont localisés sur cette cellule.

Bibliographie

- [Drogoul 93] A. Drogoul, «De la simulation multi-agent à la résolution collective de problèmes. Une étude de l'émergence de structures d'organisation dans les systèmes multi-agents», Thèse de l'Université Paris 6
- [Ferrand 97] N. Ferrand, «Modèles Multi-Agents pour l 'Aide à la Décision et la Négociation en Aménagement du Territoire», Thèse de l 'Université Joseph Fourier, Grenoble, 1997.
- [Ferber 95] J. Ferber, «Les systèmes multi-agents, vers une intelligence collective», InterEditions, 1995.
- [Magnin 97] L. Magnin, «Modèlisation et simultation de l'environnement dans les systèmes multi-agents. Application aux robots footballeurs», Thèse de doctorat, Paris VI, 1996.