

# Introduction aux Systèmes Multi-Agents

Pascal BALLET

Université de Bretagne Occidentale

Laboratoire d'Informatique des Systèmes Complexes (LISyC-EA3883)

pascal.ballet@univ-brest.fr

## 1- Qu'est ce qu'un agent ?

C'est une entité autonome capable de percevoir son environnement, de prendre des décisions et d'agir sur son environnement.

Un agent, de manière cyclique va donc :

- 1- percevoir son environnement
- 2- prendre des décisions
- 3- agir sur son environnement et sur son état interne

## 2- Qu'est-ce qu'un SMA ?

Il s'agit de plusieurs agents plongés dans un même environnement capables d'interagir entre eux.

## 3- Qu'est-ce qu'un environnement ?

Un environnement est un espace (temporel et généralement spatial) dans lequel évolue des agents.

## 4- Familles d'agents

On distingue généralement 2 types d'agents :

- 1- les agents réactifs (de type réflexe ou stimuli-réponse)

2- les agents cognitifs (capables de planifier leurs tâches, de mémoriser des situations, des lieux, de raisonner de manière approfondie)

5- Qu'est-ce que l'émergence ?

L'émergence est l'apparition d'une fonctionnalité / fonction inhérente au collectif d'agents. Cette fonction n'apparaît pas avec un seul agent. C'est donc bien un groupe de plusieurs agents qui permet l'émergence. Par exemple, chez les fourmis, le dépôt de phéromones permet l'émergence de la fonction « chemin relativement court pour trouver de la nourriture ».

La relation entre comportement individuel (d'un seul agent) et la nouvelle fonction émergente est très délicate à caractériser. En effet, il est difficile :

- 1- de définir un comportement individuel pour réaliser une certaine tâche / résolution / fonction.
- 2- à partir d'une tâche / résolution / fonction collective (ou émergente) de trouver les comportements individuels.

6- Communication entre agents

Plusieurs modes de communication peuvent coexister au sein d'un même SMA. De manière non exhaustive, on distingue :

- 1-la communication directe d'agent à agent  
(typiquement la communication entre fourmis à l'aide de leurs antennes)
- 2- la communication indirecte, médiée par l'environnement (par exemple, au moyen de phéromones)
- 3- la diffusion où un agent transmet un message à destination d'un groupe d'agents

A ces modes de communication s'ajoutent un traitement des messages qui peut être :

- 1- synchrone (le message est traité dès sa réception)
- 2- asynchrone (le message est posté dans une boîte aux lettres et traité plus tard par l'agent)

## 7- Architecture d'un SMA

Il existe de nombreuses définition / implémentation de SMA. Voici un exemple simple pour concevoir un SMA à l'aide d'un langage objet (C++, Java, Python...).

Un simulateur de SMA possède :

- > un environnement (par exemple une matrice 2D)
- > une liste d'agents
- > un ordonnanceur
- > une gestion des messages / communication
- > éventuellement un moteur physique

L'environnement peut être par exemple une matrice 2D.

Chaque agent possède une méthode « vivre » qui est appelée régulièrement par l'ordonnanceur. L'ordonnanceur s'occupe également

de limiter les biais en modifiant régulièrement l'ordre dans lequel les agents s'exécutent.

## 8- Conception de différents SMA et graphe des relations

### 1- Propagation d'un virus dans une population

Agents : Humain (H), Virus (V), Humain infecté (Hi), Humain Guérit (Hg)

Comportements :  $H+V \Rightarrow Hi$ ,  $Hi \Rightarrow Hi+V$ ,  $Hi \Rightarrow Hg$

Environnement : Campus (plus ou moins cloisonné)

### 2- Fuite de gaz dans une maison

Agents : Mur (M), Gaz inerte (Gi), Gaz enflammé (Ge), fuite (F), Etincelle (E)

Comportements :  $F \Rightarrow F + Gi$ ,  $E+Gi \Rightarrow E+Ge$ ,  $Ge+Gi \Rightarrow Ge + Ge$ ,  $Ge \Rightarrow x$

Environnement : une maison avec plusieurs pièces

### 3- Embouteillage

Agents : Avant Véhicule (Av), Arrière Véhicule (Ar), Route (R).

Comportements :  $Av+Ar+R \Rightarrow Ar+R+Av$

Environnement : route fermée de type circuit

### 4- Hémostase (coagulation du sang)

Agents : Cellule endothéliale (paroi de la veine) C, Cellule endothéliale endommagées (Ce), Plaquette et Plaquette activée (P et Pa), Fibrine (F).

Comportements :  $Ce \Rightarrow Ce+F$ ,  $F+Ce+P \Rightarrow F+Ce+Pa$ ,  $Ce + 2Pa \Rightarrow C$

Environnement : section de veine

### 5- Réaction enzymatique

Agents : Enzyme (E), Substrat (S), Complexe (ES), Produit

(P)

Comportements :  $E+S \Rightarrow ES$ ,  $ES \Rightarrow E+P$

Environnement : Eprouvette

### 6- Système proies-prédateurs

Agents : Moutons (M), Loups (L), Arbres (A)

Comportements :  $M+M \Rightarrow M+M+m$ ,  $M+L \Rightarrow L$ ,  $L+L$   
 $+L \Rightarrow L+L+L+L$

Environnement : une foret