



Introduction au Système Multi-Agents (SMA)

Tianxiao LIU
Master IISC Pro 2e Année
CY Cergy Paris Université

Sommaire

- Objectif d'un SMA
- Un exemple « Proies –Prédateurs »
- Composition et caractéristique d'un SMA
- Propriétés et différents types d'agents
- Champs d'application et domaines liés
- Explication du mini projet et supports techniques

Définition « naturelle » d'un agent

- Un agent est un système mécanique, biologique ou logiciel qui **interagit** avec son environnement
- Quelques exemples
 - Un capteur : un agent mécanique + commandes
 - Un animal : un agent biologique + écosystème
 - Un programme autonome : un agent logiciel + système informatique
- Différents types d'agents
 - Individuel, en équipe, communicant...
 - Mobile, statique, apprenant...

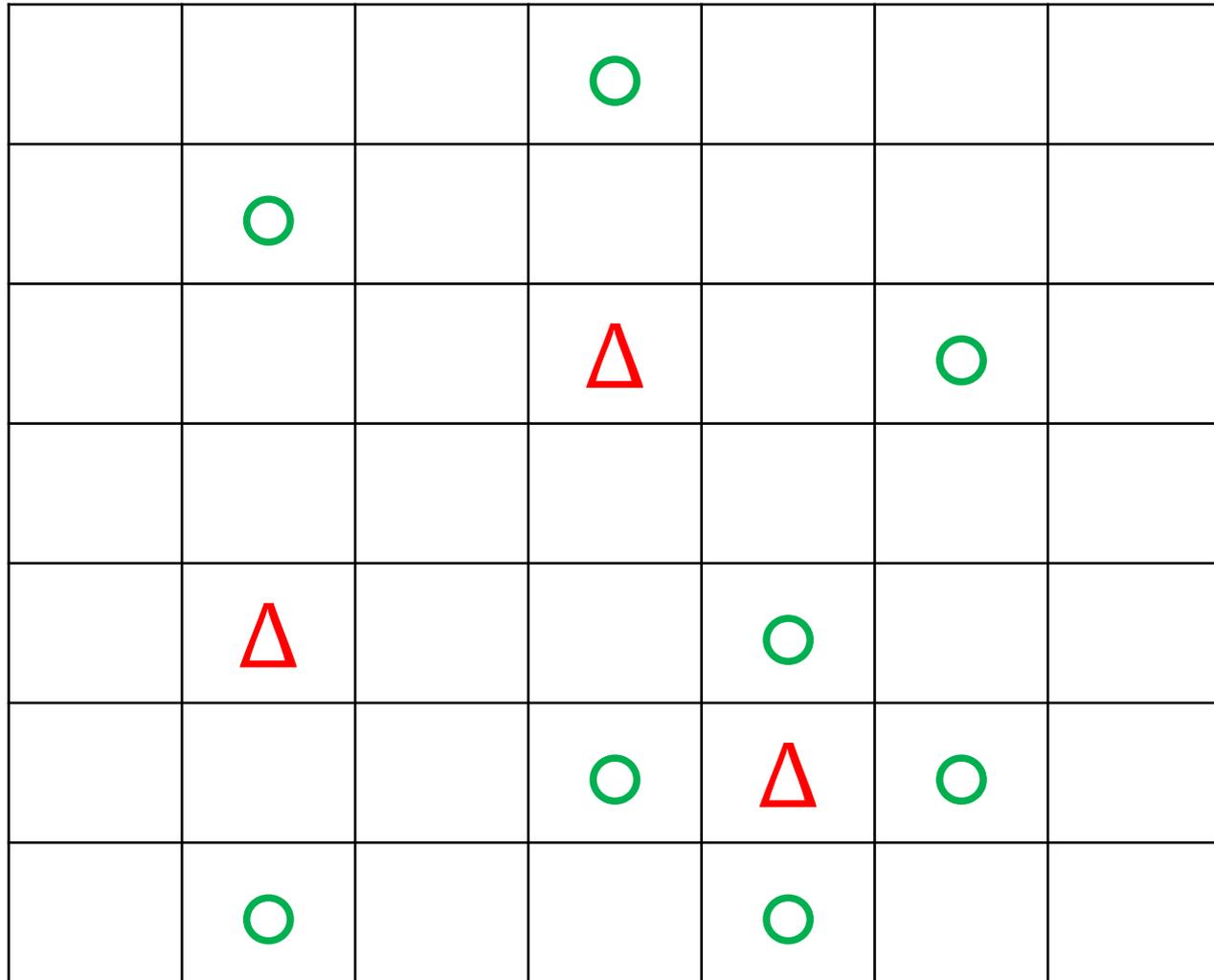
Un système multi-agents

- Un système qui comporte plusieurs agents (> 2) qui interagissent entre eux dans un environnement commun.
- Exception : 1 ou 2 agents \rightarrow interaction homme/machine ou machine / machine
- Deux niveaux nécessaires
 - Niveau macroscopique
 - Niveau microscopique

Rôles d'un SMA

- Définir un **modèle** pour chaque agent
 - Rentrer en action (niveau micro)
 - Agents de différents types à créer et initialiser
- Définir l'environnement et les interactions
 - Objets dans l'environnement liés aux buts du processus **collectif**
 - À installer et initialiser (niveau macro)
- Définir les organisations sociales
 - Lancer les agents pour un processus particulier
 - Gérer et maintenir cet environnement de travail

Exemple : Problème « Proie-Prédateur »



△ Proie ○ Prédateur

Spécifications « Proie-Prédateur »

- Plusieurs proies se déplacent aléatoirement sur un espace 2D sous forme de grille.
- Pour capturer une proie, les prédateurs doivent l'encercler.
- Ils se déplacent tous (proies et prédateurs) à la même vitesse fixe.
- Les prédateurs ont une perception limitée du monde qui les entoure.

Simulation SMA « Proie-Prédateur »

- Doter les agents (prédateurs) d'un système de détection de proie
- Doter les agents d'un système de communication entre eux (dialogue + décision)
- Les agents ont des buts et agissent rationnellement : détecter, appeler, suivre...
- Les proies émettent un signal d'attracteur
- Les chasseurs émettent un signal de répulseur
 - Ne pas s'agrèer mais entourer
 - Attiré par les proies et repoussé par les autres chasseurs

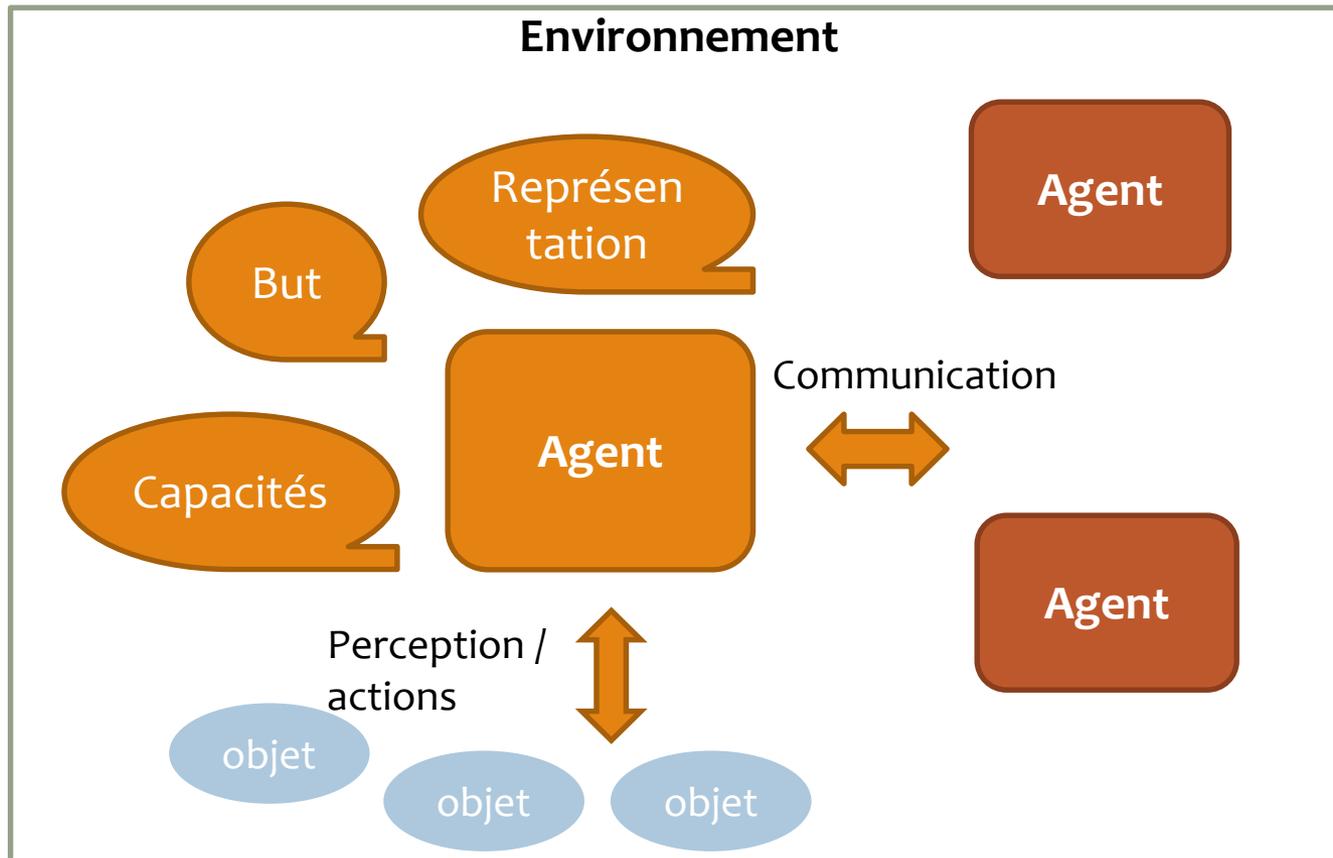
Composition d'un SMA

- Un environnement E , un espace disposant d'une métrique
- Un ensemble d'objets O , situés dans E avec une position, passifs et peuvent éventuellement être perçus, créés, détruits et modifiés par les agents
- Un ensemble A d'agents : entités actives du système
- Un ensemble de relations R qui unissent les objets de O et les agents de A
- Un ensemble d'opérations Op qui permettent aux agents de A de percevoir, produire, consommer, transformer et manipuler les objets de O
- Un déroulement D qui représente l'application de ces éléments

Caractéristique d'un SMA

- Chaque agent a des informations ou des capacités de résolution de problème **limitées**.
- Chaque agent a un point de vue **partiel**
- Les agents sont **hétérogènes**.
- Il n'y a **pas** de contrôle global.
- Les données sont **décentralisées**.
- Les calculs sont **asynchrones**.

Vue intuitive d'un agent



Propriétés clés possibles d'un agent

- **Autonomie** : agir sans l'intervention directe d'un tiers, contrôle de ses actions et états internes
- **Réactivité** : un agent perçoit son environnement et répond aux changements de celui-ci
- **Communication** : communiquer avec d'autres agents
- **Aptitude social** : peut interagir avec d'autres agents de façon coopérative ou compétitive pour atteindre les objectifs
- **Pro-activité** : capable de prendre l'initiative pour se fixer les étapes à suivre pour atteindre un objectif

Agent cognitif

- L'agent est spécialisé dans un domaine
- Posséder d'un plan explicite lui permettant d'accomplir un objectif précis
- Représentation et connaissance explicite (pourtant partielle) de l'environnement
- **Exemple** : plan pour ouvrir la porte
 - Aller jusqu'à l'endroit où se trouve la clé
 - Prendre la clé
 - Aller jusqu'à la porte
 - Ouvrir la porte avec la clé

Agent cognitif : Architecture BDI

- Formalisation d'un agent cognitif
- **Believes**
 - Informations courantes qu'un agent possède à propos de l'environnement : à **réviser** régulièrement
- **Desires**
 - Buts à réaliser si possible, description du comportement désiré de l'agent : à **réviser** régulièrement
 - Satisfaction ou vérification de propriétés
- **Intentions (Plans)**
 - Plan choisi (composé de certaines étapes voire d'un algorithme complexe) à exécuter pour atteindre le but : **condition d'arrêt** en cas de problème ?

Agent réactif

- Interagir simplement avec l'environnement plutôt que de raisonner
- Basé sur des règles : situation → action
- Possible de sélectionner à chaque fois plusieurs actions non contradictoires
- **Exemple** : pour ouvrir la porte
 - R1 : si je suis devant la porte et que j'ai une clé alors l'ouvrir
 - R2 : si je suis devant la porte sans clé alors essayer de l'ouvrir
 - R3 : si la porte ne s'ouvre pas et que je n'ai pas la clé alors aller chercher la clé
 - R4 : si je cherche une clé et qu'il y en a une devant moi alors prendre la clé et aller vers la porte

Champs d'application SMA 1

- Simulation du monde réel
 - Etude de phénomènes complexes : éthologie, sociologie, économie, environnement...
 - Faire intervenir un grand nombre d'individus
- Compréhension des interactions entre humains
 - Simulations comportementales
 - Explication des impacts des comportements

Champs d'application SMA 2

- Résolution collective de problème
 - Contrôle de processus distribué **sans centralisation**
- Exemple 1 : supervision d'un atelier de production
 - Plusieurs machines, plusieurs pièces, plusieurs usinages, comment organiser / réorganiser automatiquement en cas de panne...
- Exemple 2 : supervision d'un réseau de communication / transport / énergie...
 - Agents de suivi, agents de diagnostic de panne, agents opérateurs de maintenance...

Champs d'application SMA 3

- Interaction :
 - faire interopérer des logiciels avec des êtres humains et de systèmes mécaniques
- Exemple 1 : E-commerce
 - Applications B2C / B2B, processus d'achats avec négociation sophistiquées
 - Différents comportements des acheteurs/vendeurs
- Exemple 2 : recherche et filtrage Web
 - Traitement des informations
 - Agrégation de services, ex. organisation de voyage : billet de train, chambre d'hôtel, billet musée...

Domaines liés à SMA

- Intelligence artificielle
 - Doter les machines de capacités habituellement attribuées à l'intelligence humaine
 - Rendre les agents plus rationnels, souples et adaptatifs
- Système expert
 - Logiciels/matériels qui assiste l'homme dans les domaines où l'expertise humaine est insuffisamment structurée pour constituer une méthode travail précise, sûre et complète → expérience accumulée
- Technologie objet et génie logiciel
 - Différence entre objet et agent
- Logique, Système distribué, Science des organisations, Théorie des jeux, etc.

Intérêts de l'approche SMA

- Lorsque la complexité des problématiques est trop vaste pour être analysée globalement
 - Approches locales plus rapides, entités simples
 - Présentation explicite des interactions
 - S'adapter à des modifications → agents et environnement dynamiques et évolutifs
- Inconvénient
 - Vérification théorique de la validation de la solution souvent impossible → vérification expérimentale possible