

# Systemes multi-agents

Cours 2 – Environnement, Interaction, Organisation

Douae AHMADOUN

`douae.ahmadoun@gmail.com` - `douae.ahmadoun@safrangroup.com`

Ingénieure de recherche en IA

# Rappel – le modèle Voyelles

Décomposition du Systèmes Multi-Agents en :

- Agents
- Environnement
- Interaction
- Organisation

# Rappel – le modèle Voyelles

Décomposition du Systèmes Multi-Agents en :

- Agents (première séance)
- Environnement
- Interaction
- Organisation

**ENVIRONNEMENT**

# Environnement – définition

- Description du monde dans lequel un agent évolue qui définit :
  - ▶ l'ensemble des objets que l'agent peut percevoir
  - ▶ l'ensemble des objets avec lesquels l'agent peut interagir
- « Parent pauvre » du modèle SMA
- Taxonomie :
  - ▶ accessible/non accessible
  - ▶ déterministe/stochastique
  - ▶ épisodique/non épisodique
  - ▶ statique/dynamique
  - ▶ discret/continu

# Environnement – taxonomie

## Accessible, inaccessible

Accessible : information complète et parfaite sur l'environnement

Exemples ?

# Environnement – taxonomie

## Accessible, inaccessible

Accessible : information complète et parfaite sur l'environnement

Exemples ?

Planification dans un environnement cartographié VS Robots exploreurs

# Environnement – taxonomie

## Déterministe, stochastique

Déterministe : l'action d'un agent a un effet déterministe sur l'environnement

Exemples ?



# Environnement – taxonomie

## Déterministe, stochastique

Déterministe : l'action d'un agent a un effet déterministe sur l'environnement

Exemples ?

Jeux d'échecs VS Voiture autonome

# Environnement – taxonomie

## Épisodique, non épisodique

Épisodique : chacune des actions de l'agent est divisée en épisodes atomiques qui ne dépendent pas des épisodes précédents

Exemples ?

# Environnement – taxonomie

## Épisodique, non épisodique

Épisodique : chacune des actions de l'agent est divisée en épisodes atomiques qui ne dépendent pas des épisodes précédents

Exemples ?

Détcteur de défaillances VS Mots croisés

# Environnement – taxonomie

## Statique, dynamique

Statique : les changements ne dépendent que des actions des agents

Exemples ?

# Environnement – taxonomie

## Statique, dynamique

Statique : les changements ne dépendent que des actions des agents

Exemples ?

Poker VS Drones d'intervention dans un incendie

# Environnement – taxonomie

## Discret, continu

Discret : le nombre d'états du système est dénombrable

Exemples ?

# Environnement – taxonomie

## Discret, continu

Discret : le nombre d'états du système est dénombrable

Exemples ?

Jeux de dames VS Livreur de pizza automatisé

# Environnement – exemples

Caractériser les environnements suivants :

- Patrouille de surveillance côtière
- Simulation d'une colonie de fourmis
- Répartition de tâches dans une grille de calculs
- Conseiller d'achat sur internet
- Taxi autonome



# Environnement – problématiques agent

## Enjeux dans les SMA

- SMA grande échelle
  - structure & ressources :  
structure décentralisée répondant aux besoins (calcul, sécurité)
  - communication & perception :  
goulots d'étranglement ; pas de canaux centraux
- Ouverture
  - traitement des agents entrant et sortant du système
  - 2 enjeux : technique et architectural
- Relation à l'humain
  - intervention de l'humain dans le système
  - gestion selon le niveau d'autonomie du système

# INTERACTION

# Interaction – définition

- Influence induite par un agent sur un autre
- Relation dynamique entre les agents
- 2 classes :
  - ▶ directe (messages)
  - ▶ indirecte (*via* l'environnement)

# Interaction – *via* l'environnement

- Basée sur la modification de l'environnement
- Utilisée par les agents réactifs
- Exemples ?

# Interaction – *via* l'environnement

- Basée sur la modification de l'environnement
- Utilisée par les agents réactifs
- Exemples ?

Phéromones, émetteurs



# Interaction – *via* l'envoi de messages



Prérequis :

- agents capables d'interpréter les messages (cognitifs)
- un accès au canal de communication
- langage commun (KQML, FIPA-ACL)

# Interaction — Actes de langage

- Langage constatatif VS **Langage performatif**  
(énonciation d'un fait) VS (effet sur l'interlocuteur)
- Exemples :  
« Lorsqu'il pleut, je sors mon parapluie » VS « **Quelle heure est-il s'il vous plaît ?** »
- Objectif : Raisonner VS **Induire un comportement**

# Interaction — Actes de langage

Les 3 composantes des actes de langage :

1. composante locutoire : le message
2. composante illocutoire : l'intention (type de phrase)
3. composante perlocutoire : l'effet attendu

Exemples :

- « Quelle heure est-il ? »
- Jean dit à Marie : « S'il te plait, ferme la fenêtre »



# Interaction – Force illocutoire

Acte de langage  $\sim F(P)$  où :

- $F$  est la *force illocutoire* exprimant la composante illocutoire
- $P$  est le contenu propositionnel exprimant la composante représentationnelle

Exemple : « je vous demande de vous arrêter » :

- $F$  : demander
- $P$  : vous arrêter

*N.B.* Un acte de langage illocutoire est une action : elle peut réussir...mais aussi échouer → *condition de satisfaction* : accord entre les mots et le monde.

# Interaction — Performatifs

Les 5 catégories de performatifs :

**Assertifs** servent à affirmer ; *Les mots s'ajustent au monde*. Exemples : observer, informer, témoigner, démentir

**Directifs** génèrent un engagement de la part de l'interlocuteur ; *Le monde s'ajuste aux mots*. Exemples : déléguer, demander, supplier, questionner, ordonner

**Commissifs** génèrent un engagement de la part du locuteur ; *Le monde s'ajuste aux mots*. Exemples : promettre, souhaiter, menacer

**Expressifs** permettent d'exprimer l'état d'esprit du locuteur. ; *Pas de direction d'ajustement*  
Exemples : s'excuser, remercier, féliciter, récriminer

**Déclaratifs** réalisent une action par leur énonciation ; *Le monde et les mots s'ajustent les uns aux autres*. Exemples : définir, condamner, ratifier

# Interaction – KQML

- Langage défini en 1994 par *Knowledge Sharing Effort*, soutenu par *Defense Advanced Research Projects Agency*.
- 36 performatifs, 3 catégories :
  - ▶ discours
  - ▶ interconnexion
  - ▶ exception

# Interaction – KQML

- Langage défini en 1994 par *Knowledge Sharing Effort*, soutenu par *Defense Advanced Research Projects Agency*.
- 36 performatifs, 3 catégories :
  - ▶ discours
  - ▶ interconnexion
  - ▶ exception

Définition d'une syntaxe avec 3 niveaux : **communication**, **message**, contenu :

```
( <performatif>  
  :ontology <word>  
  :language <world>  
  :sender <word>  
  :receiver <word>  
  :reply-with <expression>  
  :content (<expression>)
```

# Interaction – KQML

- Langage défini en 1994 par *Knowledge Sharing Effort*, soutenu par *Defense Advanced Research Projects Agency*.
- 36 performatifs, 3 catégories :
  - ▶ discours
  - ▶ interconnexion
  - ▶ exception

Définition d'une syntaxe avec 3 niveaux : **communication**, **message**, contenu :

```
( <performatif>  
  :ontology <word>  
  :language <world>  
  :sender <word>  
  :receiver <word>  
  :reply-with <expression>  
  :content (<expression>)
```

```
( evaluate  
  :ontology wine  
  :language PROLOG  
  :sender A  
  :receiver B  
  :reply-with q1  
  :content (val (prix v1)))
```

# Interaction – FIPA ACL

- Défini par la *Federation for Intelligent Physical Agents* (FIPA) en 1998
- 22 performatifs regroupés en 5 catégories :
  - ▶ passage d'information
  - ▶ réquisition d'information
  - ▶ négociation
  - ▶ distribution de tâches
  - ▶ manipulation des erreurs

# Interaction – FIPA ACL

- Défini par la *Federation for Intelligent Physical Agents* (FIPA) en 1998
- 22 performatifs regroupés en 5 catégories :
  - ▶ passage d'information
  - ▶ réquisition d'information
  - ▶ négociation
  - ▶ distribution de tâches
  - ▶ manipulation des erreurs
- Très proche de KQML (même syntaxe) mais :
  - ▶ Pas les mêmes performatifs (traduction parfois difficile voire impossible)
  - ▶ Différence sur la sémantique
  - ▶ Différence dans la gestion des agents (performatifs VS primitive particulière)

# Interaction – Exemples

Demander tous les vins rouges

Informé du prix de l'ordinateur HP-JET



# Interaction – Exemples

Demander tous les vins rouges

```
(ask-all
  :sender A
  :receiver B
  :language PROLOG
  :ontology wine
  :content RedWine (=x)
  :reply_with q1
)
```

Informez du prix de l'ordinateur HP-JET

```
(ask-inform
  :sender agent1
  :receiver agent2
  :reply_with laptop
  :language KIF
  :ontology computers
  :content (=(prix HP-Jet)
            (scalar 1500 USD))
)
```

# ORGANISATION

# Modèles d'organisation

Organisation différente selon la nature des agents, par exemple :

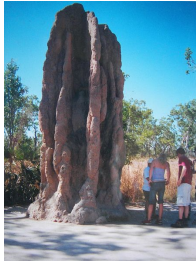
Agents réactifs organisation émergente (*cf.* séance prochaine)

Agents coopératifs recherche d'efficacité

Agents rationnels conception de protocoles incitatifs

# Organisation émergente

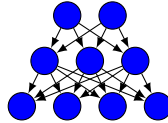
Comportement complexe issu de règles simples  
Exemple en éthologie :



Courant chez les agents réactifs (séance 3)

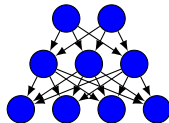
# Coopération – quelques paradigmes

**Hiérarchie** tâches divisées en sous-tâches confiées au niveau inférieur

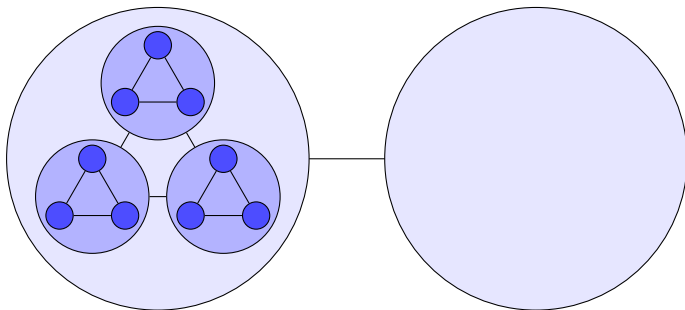


# Coopération – quelques paradigmes

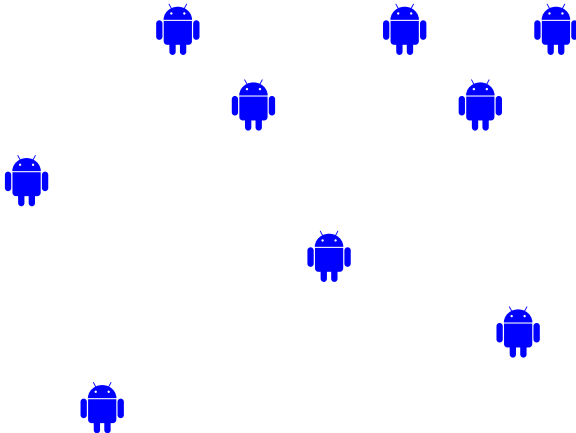
**Hiérarchie** tâches divisées en sous-tâches confiées au niveau inférieur



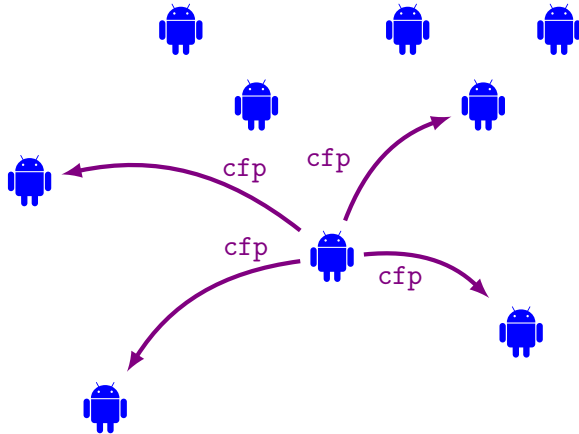
**Holarchie** groupes divisés en sous-groupes, eux-même divisés en sous-groupes identiques etc.



# Coopération – Contract Net Protocol

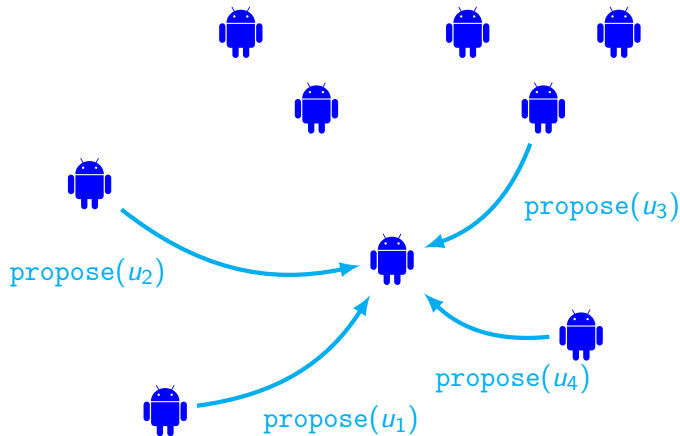


# Coopération – Contract Net Protocol

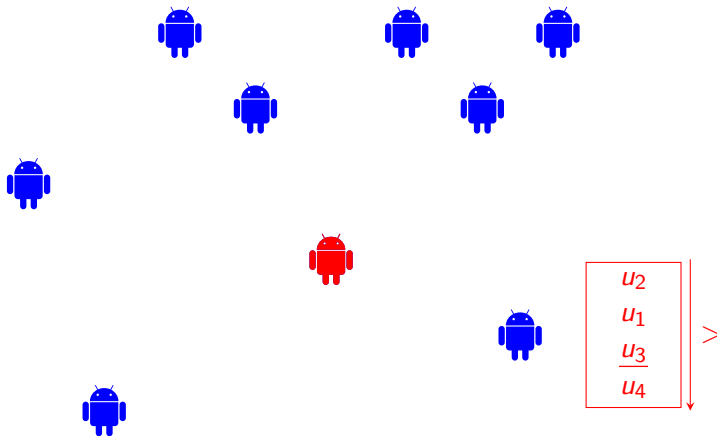




# Coopération – Contract Net Protocol

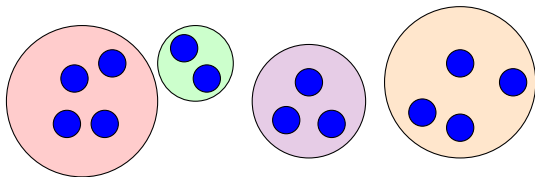


# Coopération – Contract Net Protocol



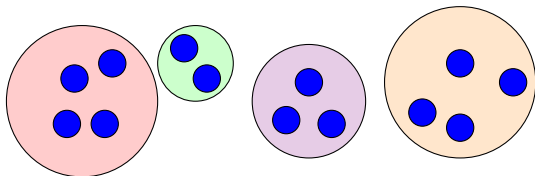
# Rationalité – Quelques paradigmes

- Coalition : les agents participent à des coalitions pour maximiser leurs revenus

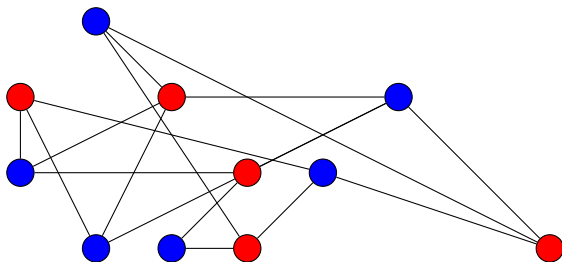


# Rationalité – Quelques paradigmes







- Coalition : les agents participent à des coalitions pour maximiser leurs revenus








- Marché : des **acheteurs** et des **vendeurs** échangent des biens (ou des tâches, des services. . .) selon un protocole préétabli



# Références I

-  Tuomas Sandholm. “Distributed Rational Decision Making”. in *Multiagent systems : a modern approach to distributed artificial intelligence* pp 201-258, 1999.
-  Bryan Horling et Victor Lesser. “A survey of multi-agent organizational paradigms.” *The Knowledge engineering review* 19.4, pp 281-316, 2004.
-  Reid G Smith “The contract net protocol : High-level communication and control in a distributed problem solver.” *IEEE Transactions on computers* 12, pp 1104-1113, 1980.
-  Bo An, Nicola Gatti et Victor Lesser. “Alternating-offers bargaining in one-to-many and many-to-many settings.” *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence* 77.1-2 pp 67-103, 2016.
-  Danny Weyns, Fabien Michel *et al.* “Agent environments for multi-agent systems—a research roadmap”. *Agent Environments for Multi-Agent Systems IV*. Springer, Cham pp 3-21, 2015.
-  Tim Finin et al. “KQML as an agent communication language.” *Proceedings of the third international conference on Information and knowledge management*. ACM, 1994.

# Références II

-  Paul D O'Brien et Richard C. Nicol. "FIPA—towards a standard for software agents." *BT Technology Journal* 16.3 pp 51-59, 1998.
-  Yves Demazeau. *VOYELLES*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Institut National Polytechnique de Grenoble INPG, Avril 2001
-  Peter Norvig et Stuart Russell. *Artificial Intelligence : a Modern Approach*. Malaysia ; Pearson Education Limited, 2016.
-  John L Austin, *How do things do with words*. Harvard University Press, 1962.
-  John R Searle, *Les actes de langage*. Hermann, 1972.

Le TP d'aujourd'hui se trouve sous

<https://gitlab.com/DouaeAhmadoun/ia310-2022-23/>

Puis téléchargez le .zip, vous trouverez dans le dossier Seance2 le PDF du TP.

Merci à Cédric Buron et Romain Caillière pour leur aide et support pour l'édition de ce cours