

Systèmes Collectifs Adaptatifs

et

Systèmes Multi-Agents

Partie 1 - SMA : positionnement dans l'Intelligence artificielle



@Web : <http://lim.univ-reunion.fr/staff/courdier/>
@mail : Remy.Courdier@univ-reunion.fr



Présentation



Cours Systèmes Collectifs Adaptatifs et Systèmes Multi-Agents

Sommaire

Partie 1 - SMA : Positionnement dans l'Intelligence artificielle

- Notions générales
- Genèse de l'IA
- L'Intelligence artificielle distribuée
- L'Intelligence collective en perspective...
- Acteurs et grandes thématiques de l'IA

Sommaire

Partie 1 – SMA : Positionnement dans l'Intelligence artificielle



- Notions générales sur l'IA
 - ✓ Intelligence
 - ✓ Intelligence artificielle
 - ✓ Champs disciplinaires de l'IA
 - ✓ Où va l'Intelligence Artificielle ?
- Genèse de l'IA
- L'Intelligence artificielle distribuée
- L'Intelligence collective en perspective...
- Thèmes des conférences scientifiques

Sommaire

- Notions générales
- Genèse de l'IA
- L'Intelligence artificielle distribuée
- L'Intelligence collective en perspective...
- Acteurs et grandes thématiques de l'IA

Sommaire



- Notions générales sur l'IA
 - ✓ Intelligence
 - ✓ Intelligence artificielle
 - ✓ Champs disciplinaires de l'IA
 - ✓ Où va l'Intelligence Artificielle ?
- Genèse de l'IA
- L'Intelligence artificielle distribuée
- L'Intelligence collective en perspective...
- Thèmes des conférences scientifiques

L'intelligence

Intelligence

- Intelligence vient du latin *intelligere*, dont le préfixe inter (entre), et le radical legere (lier) suggèrent essentiellement l'aptitude à relier des éléments qui sans elle resteraient séparés.

- C'est donc la capacité à saisir (et savoir utiliser) des liens entre des éléments disparates, c'est savoir lire au sens le plus large : lire les signes écrits par l'homme (sur le papier ou sur un écran d'ordinateur), mais aussi les signes inscrits dans la nature, voire même des signes au-delà de la nature (intelligence métaphysique), qui sont les éléments constitutifs du langage.

L'intelligence est la capacité de :

- réagir avec souplesse aux situations qui se présentent ,
- tirer profit de circonstances fortuites,
- discerner le sens de messages ambigus ou contradictoires,
- juger de l'importance relative de différents éléments d'une situation,
- trouver des similitudes entre des situations malgré les différences qui peuvent les séparer ,
- établir des distinctions entre des situations malgré les similitudes qui les rapprochent ,
- synthétiser de nouveaux concepts à partir d'anciens concepts assemblés différemment,
- trouver des idées nouvelles,

Définir l'intelligence est un défi.
Une simple recherche dans des dictionnaires et des encyclopédies permet de découvrir plusieurs dizaines de variantes de définitions

Douglas Hofstadter dans "Göedel, Escher, Bach"

L'Intelligence Artificielle

Les pères de l'IA

L'expression *Intelligence Artificielle* fut couchée sur papier le 31 août **1955** par **John McCarthy** dans la note proposant l'organisation du Summer Camp de Darmouth, Hanover, USA.

- ✓ John McCarthy, Claude Shannon, MIT
- ✓ Marvin Minsky, Princeton,
- ✓ Allan Newell et Herbert Simon de Carnegie Tech,
- ✓ Arthur Samuel et Nathaniel Rochester, IBM.

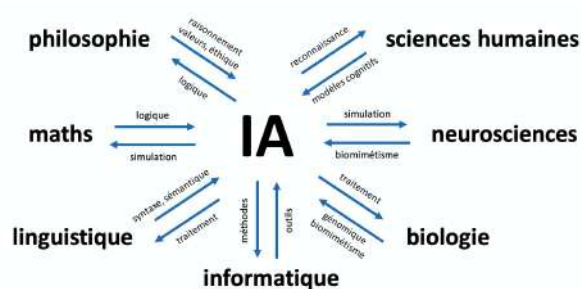
« La construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains car elles demandent des processus mentaux de haut niveau tels que : l'apprentissage perceptuel, l'organisation de la mémoire et le raisonnement critique ».

Test de Turing (1950) :

Alan Turing propose donc de prendre l'homme comme étalon, et de considérer qu'une machine est intelligente si un homme est incapable de distinguer l'objet testé d'un humain testé simultanément.

[Ref] « Computing machinery and intelligence » par Alan Turing, Mind, vol. LIX, no. 236, Octobre 1950, pp. 433-460.
Traduction française : Turing (Alan M.), "Les ordinateurs et l'intelligence", in Pensée et machine, Seysse, 1983 [1964], p. 39-67.

Champs disciplinaires de l'IA



Crédit : Les usages de l'intelligence artificielle - Olivier Ezratty

Où va l'Intelligence Artificielle ?

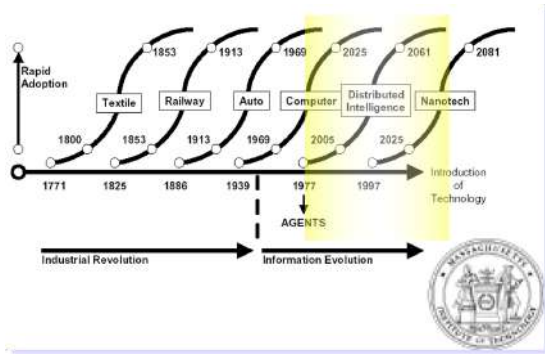
Par Jean Roger SIQUILINI,

Président de l'INSTITUT FRANÇAIS DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET DE LA GÉNÉTIQUE (IFIAG), nov. 2020

- Nous avons tous entendu parler de certaines applications de l'Intelligence Artificielle [...], il y a de nos jours une liste qui n'en finit plus !
- Aujourd'hui la capacité de l'Intelligence Artificielle correspond si on peut le dire ainsi à la puissance du cerveau d'un rat et d'ici 2025 à 2030, nous allons atteindre la puissance d'un cerveau humain et en augmentant exponentiellement (**loi de MOORE**).
- Après avoir entraîné les Intelligences Artificielles sur des principes de jeux en vases clos et confinés, les Intelligences Artificielles sont entraînées sur des problématiques du monde réel.

Dans les prochaines années on va progresser à une vitesse folle et cela va complètement changer la société dans laquelle nous vivons, c'est la raison pour laquelle aujourd'hui il faut s'intéresser à l'Intelligence Artificielle car s'y intéresser c'est s'intéresser au futur de l'humanité et aussi parce que l'on va pouvoir faire énormément de choses qui paraissent totalement impossibles aujourd'hui.

Cours Systèmes Collectifs Adaptatifs et Systèmes Multi-Agents Au cœur de l'« Information Evolution »



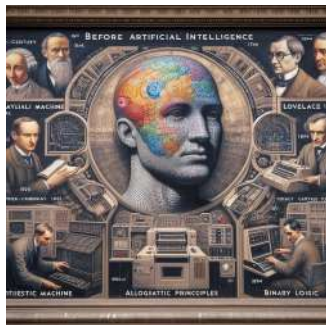
Sommaire

Partie 1 – SMA : positionnement dans l'Intelligence artificielle

- Notions générales
- Genèse de l'Intelligence Artificielle
 - ✓ Les années 50 : l'enthousiasme
 - ✓ Les années 60 : la scission
 - ✓ Les années 70 : Les systèmes experts
 - ✓ Les années 80 : La reconnaissance, 5ème génération
 - ✓ Les Systèmes experts
- L'Intelligence artificielle distribuée
- L'Intelligence collective en perspective...
- Thèmes des conférences scientifiques

Avant l'IA

- XVII ème : Machines à calculer (Pascal 1642, Leibniz 1694)
- XIX ème : Vers l'ordinateur
Machine analytique (Babbage 1834),
algorithmique (Lovelace 1843),
logique binaire (Boole 1854)
- 1896 : Machine à cartes perforées
- 1924 : Création d'IBM
- 1936 : Machine de Turing
- 1943 : Neurone artificiel (McCulloch & Pitts)
- 1948 : Naissance de la cybernétique (Wiener)
- 1950 : Test de Turing



Avant l'Intelligence Artificielle

Intelligence Artificielle / Les années 50

1943 ... Premiers ordinateurs

Années 50

- ✓ Espoir de mettre eu point des sortes de cerveaux électronique
- ✓ Test de turing [2] permettant de qualifier un système d'intelligent
- ✓ USA, GB, FR : véritable défi pris par équipes de recherche
- ✓ Naissance du langage LISP [3]
- ✓ Proposition d'un programme général de résolution de problème :General Problem Solver [4]

[1] 1956, terminologie soutenu par Jhon McCarthy, séminaire d'été organisé au Dartmouth Collège dans le New Hampshire USA

[2] Allan M. Turing « Computing Machinery and Intelligence » Mind, 59(236), 1950

[3] John McCarthy, ACM, 4:175-187, 1960

[4] Allen Newell et Herbert A. Simon. « GPS: a programme that simulates human thought », ed. Dans Billing, L'ennemi Automaten, 109-124, 1961

Intelligence Artificielle / Les années 60

Années 60

- ✓ L'époque d'enthousiasme absolu s'arrête
- ✓ Constat que la reproduction de la pensée générale sur ordinateur est d'une grande complexité
- ✓ Scission de la communauté IA : Théorie de l'information et traitement du signal et mécanisme de raisonnement et résolution de problèmes.
- ✓ Budgets réduits : relative échec des travaux de traduction automatique...
- ✓ Echec face au défi de D. Levy (maître GB au Echec) [1]
- ✓ Début de fortes critiques [2]

[1] D Levy avait proposé en 1968 500 Livres Sterling à celui qui concevait un programme le battant au Echec. En 1977 CHESS 4.5 échoue devant D. Levy

[2] Hubert L. Dreyfus enseignant en philo au MIT. « Alchimie and Artificial Intelligence », 1960.

« What Computers Can't Do : A critique of Artificial Reason ». Harper and Row, New York, USA, 1972. Puis « The limites of Artificial Intelligence » en 1979
Jacques BOLO, PHILOSOPHIE contre INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, Novembre 1996, ed. Lingua Franca, Paris, 376 p., ISBN : 2-912059-00-3, 180 FF, <http://jboloblog.com/index.html>

Intelligence Artificielle / Les années 70

Années 70

- ✓ Constat
 - La mise au point d'un système intelligent intégrant des connaissances de spécialistes est pratiquement impossible à réaliser si cette connaissance doit être entièrement transcrite dans un algorithme
- ✓ Premier Système Expert (SE)
 - MYCIN (Interface quasi Lang. naturel TEIRESIAS), 1976.
SE de diagnostic des infections bactériennes du sang [1]
 - DENDRAL de l'université de Stanford (USA), 1980.
SE de réalisation de tâches de chimistes [2]

[1] Edward H. Shortliffe, Computer-Based Medical Consultations: MYCIN. American Elsevier, New-York, USA, 1976.

[2] Lindsay, Buchanan, Feigenbaum, Lederberg, Application of Artificial Intelligence for Organic Chemistry: The Dendral Project. McGraw-Hill, New York, USA, 1980

Intelligence Artificielle / Les années 80-90

Années 80-90

- ✓ Reconnaissance industrielle
 - Une base conceptuelle reconnue existe (moteur chaînage avant, chaînage arrière, règle de production, base de faits)
 - Mise au point de générateur de systèmes experts
 - Développement de systèmes experts applicatifs, notamment dans le domaine du diagnostic.
- ✓ Projet cinquième génération (FGCS) [1]
 - Projet lancé par le Japon en début 80
 - Faire de l'aire de l'IA une discipline « efficace »
 - Langage naturel, parole, résolution de problèmes (raisonnement), architecture de machines
 - Dynamisation de la recherche en IA : efforts budgétaires Japans mais également USA et Europe qui ne veulent pas se faire distancer [2].

[1] Fifth Génération Computer Systems (FGCS)

[2] La DARPA (Defense Advance Research Project Agency) au USA va investir 1 milliard de dollars entre 83 et 90 sur un programme appelé « Strategic Computer Initiative »

Années 80-90 / Les Systèmes Experts

- Notions de base
 - ✓ Outil capable de reproduire les mécanismes cognitifs d'un expert dans un domaine précis.
 - ✓ Logiciel capable de répondre à des questions, en effectuant un raisonnement à partir de faits et de règles connus.
 - ✓ Un système expert se compose de 3 parties :
 - une base de faits,
 - une base de règles,
 - un moteur d'inférence.
- Principe
 - ✓ Le moteur d'inférence est capable d'utiliser faits et règles pour produire de nouveaux faits, jusqu'à parvenir à la réponse à la question experte posée.
 - ✓ Il existe de nombreux types de moteurs :
 - « chaînage avant » - Part des faits et règles de la base de connaissance, et tentent de s'approcher des faits recherchés par le problème.
 - « chaînage arrière » - Part des faits recherchés par le problème, et tentent par l'intermédiaire des règles, de « remonter » à des faits connus,
 - « chaînage mixte » - Utilise une combinaison de ces deux approches chaînage avant et arrière.

Cours Systèmes Multi-Agents

Années 80-90 /

Ex : Système Expert

```
Jess> (reset)
TITLE
Jess> (clear)
TITLE
Jess> (batch "examples/jess/zebra.clp")
There are five houses, each of a different color, inhabited by men of
different nationalities, with different pets, drinks, and cigarettes.
```

The Englishman lives in the red house. The Spaniard owns the dog.
The ivory house is immediately to the left of the green house, where
the coffee drinker lives. The milk drinker lives in the middle house.
The man who smokes Old Golds also keeps snails. The Ukrainian drinks
tea. The Norwegian resides in the first house on the left. The
Chesterfields smoker lives next door to the red suver. The Lucky
Strike smoker drinks orange juice. The Japanese smokes Parliaments.
The horse suver lives next to the Kools smoker, whose house is yellow.
The Norwegian lives next to the blue house.

Now, who drinks water? And who owns the zebra?

HOUSE | Nationality Color Pet Drink Smokes

- 1 Norwegian yellow fox water kools
- 2 Ukrainian blue horse tea chesterfields
- 3 Englishman red snails milk old-golds
- 4 Spaniard ivory dog orange-juice lucky-strikes
- 5 Japanese green zebra coffee parliaments

```
(defrule find-solution
  ; The Englishman lives in the red house.
  (and
    (cavh (a nationality) (v englishman) (h ?n1))
    (cavh (a color) (v red) (h ?c1&?n1))
  )

  ; The Spaniard owns the dog.
  (and
    (cavh (a nationality) (v spaniard) (h ?n2&~?n1))
    (cavh (a pet) (v dog) (h ?p1&?n2))
  )
```

Règles

Faits

Éléments inférés

Cours Systèmes Collectifs Adaptatifs et Systèmes Multi-Agents

L'IA des années 2000

Années 2000

- L'essor de l'apprentissage automatique.
- L'intelligence artificielle se décline principalement autour du Machine Learning se basant sur l'utilisation des statistiques pour donner la faculté aux machines « d'apprendre ».

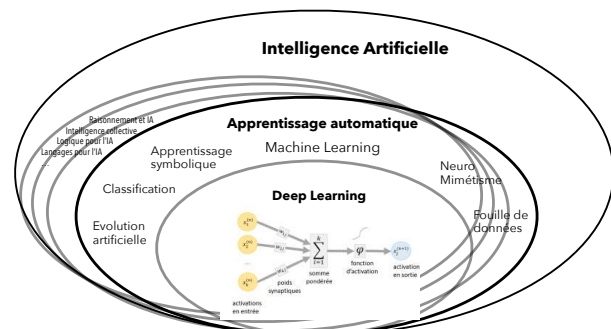
2010...

- Une phase nouvelle s'ouvre dans la recherche mondiale en IA après des années de stagnation.
- Le bond effectué s'explique par l'essor l'apprentissage profond (Deep Learning), qui repose lui-même sur la combinaison de l'augmentation considérable des puissances de calcul, et sur la multiplication des jeux de données disponibles.
- Il s'agit d'algorithmes capables de s'améliorer de façon autonome grâce des modélisations telles que les réseaux de neurones reposant sur un grand nombre de données. Ces neurones sont organisés en couches donnant alors une notion de profondeur (deep) au réseau de neurones.

Au début des années 2010, une phase nouvelle s'ouvre dans la recherche mondiale en IA après des années de stagnation

Cours Systèmes Collectifs Adaptatifs et Systèmes Multi-Agents

Années 2000 / L'ère de l'Apprentissage Automatique

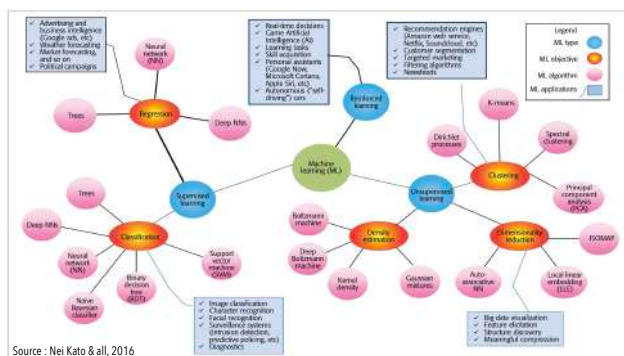


Années 2000 / Principaux types d'apprentissage

Une machine est capable d'apprendre selon différentes formes d'apprentissage, les principales sont les suivantes :

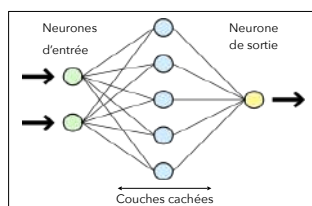
- L'apprentissage supervisé
 - ✓ La machine va **apprendre avec l'aide de l'être humain** à partir de données labellisées par l'être humain. Dans le cas de reconnaissance d'image entre un chat ou un chien, pour chaque image utilisée dans l'apprentissage nous devons indiquer à la machine s'il s'agit d'un chat ou d'un chien. Cette indication s'appelle une *labellisation*.
- L'apprentissage non supervisé
 - ✓ Dans ce cas, la machine va **apprendre par elle-même**. La machine est capable de faire des regroupements et donc de réaliser des classifications, cependant elle n'est pas capable de définir par elle-même les différents libellés, car elle n'a pas conscience des données dont elle a la charge d'en faire l'apprentissage.
- L'apprentissage par renforcement
 - ✓ La machine va **apprendre par l'expérience** en étant récompensé de façon positive ou négative en fonction des décisions prises.

Années 2000 / Algorithmes de Machine Learning



Années 2000 / Les Réseau de Neurons

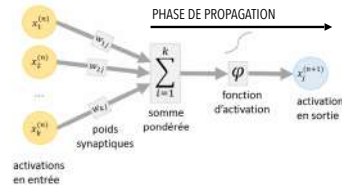
- Les réseaux neuronaux sont construits sur un paradigme biologique, celui du neurone formel (comme les algorithmes génétiques le sont sur la sélection naturelle).
- Modèle probabilistique qui permet de représenter une densité de probabilité
- Technique apprentissage
- Reference : neurologues Warren McCulloch et Walter Pitts **fin 1950**



Principe de l'induction
apprentissage par l'expérience.

Années 2000 / Réseau de neurones : propagation

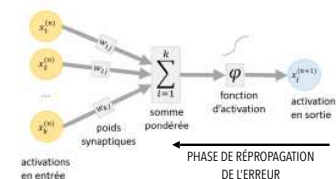
- Pour obtenir une valeur de prédiction le calcul part des points d'entrées du neurone artificiel vers son point de sortie.
- Cette étape consiste à réaliser la somme pondérée des entrées suivie d'une fonction d'activation pour obtenir une valeur de prédiction
- Cette étape est appelée la phase de propagation.



Années 2000 / Réseau de Neurones : apprentissage

- Une fois la prédiction réalisée, la prédiction réalisée sera comparée avec la prédiction attendue en faisant la différence entre la valeur attendue et la valeur prédite. Nous obtenons alors l'erreur de prédiction.
- Une fois cette erreur obtenue, le neurone est parcouru en sens inverse (de la sortie vers les entrées) afin de prendre en compte l'erreur commise lors de la prédiction dans l'apprentissage en ajustant les valeurs des différents poids.
- Cette phase est une phase d'apprentissage appelée **rétropropagation de l'erreur**.

Les réseaux de neurones apprennent de leurs erreurs



Années 2000 / Réseau de Neurones : type d'application

- Une banque peut créer un jeu de données sur les clients qui ont effectué un emprunt constitué : de leur revenu, de leur âge, du nombre d'enfants à charge et s'il s'agit d'un bon client. Si ce jeu de données est suffisamment grand, il peut être utilisé pour l'entraînement d'un réseau. La banque pourra alors présenter les caractéristiques d'un potentiel nouveau client, et le réseau répondra s'il sera bon client ou non, en généralisant à partir des cas qu'il connaît.
- Si le réseau de neurones fonctionne avec des nombres réels, la réponse traduit une probabilité de certitude. Par exemple : 1 pour « sûr qu'il sera un bon client », -1 pour « sûr qu'il sera mauvais client », 0 pour « aucune idée », 0,9 pour « presque sûr qu'il sera bon client ».

Années 2000 / Réseau de Neurones : Forces & Faiblesses

▪ Forces

- ✓ Très efficace
- ✓ Données séparées de la mécanique opératoire
- ✓ Basé sur des outils mathématiques

▪ Faiblesses

- ✓ Nécessite une base de connaissance importante et fiable pour réaliser la phase d'apprentissage du réseau.
- ✓ Aucune explication ne peut être produite pour expliquer un résultat
- ✓ Paramétrage sensible qui peut requérir une forte expérience du paradigme pour une mise au point optimale.
- ✓ Approche qui ne supporte pas des évolutions sur le système considéré

Sommaire

Partie 1 - SMA positionnement dans l'Intelligence artificielle

- Notions générales
- L'Intelligence Artificielle



- L'Intelligence Artificielle Distribuée
 - ✓ L'Intelligence Artificielle Parallèle
 - ✓ La résolution Distribuée de Problèmes
 - ✓ Les Systèmes Multi-Agents

- L'Intelligence collective en perspective...
- Thèmes des conférences scientifiques

Intelligence Artificielle Distribuée / Définition

✓ L'AD ?

L'AD Propose une distribution de l'expertise sur un ensemble de systèmes capables d'interagir en coopération dans un environnement commun et de résoudre les éventuels conflits pour mener à bien une tâche complexe (résolution de problème, aide à la décision, reconnaissance de formes, conduite de processus, ...)

✓ L'AD s'organise autour de trois axes :

- L'Intelligence Artificielle Parallèle
- La résolution Distribuée de Problèmes
- Les Agents et Systèmes Multi-Agents



Intelligence Artificielle Distribuée/ IA Parallèle

✓ L'intelligence Artificielle Parallèle

Développement de langage et d'algorithmes pour l'IAD :

- Amélioration des performances des systèmes d'IAD par la proposition de langages concurrents et d'architectures parallèles
- Ne s'intéresse pas à la nature du raisonnement ni à l'intelligence des comportements

[Ref] Randal Davis « Report on the WorkShop on Distributed Artificial Intelligence », SIGART Newsletter, 73:42-43, octobre 1980

Intelligence Artificielle Distribuée/ RDP

✓ La Résolution Distribuée de Problèmes

- Décomposition d'un problème posé sur un ensemble d'entités distribuées et coopérantes
- Partage des connaissances entre entités
- Processus de résolution distribué conduisant à un résultat

Les entités sont en générale dépendantes les unes par rapports aux autres

[Ref] Edward A. Feigenbaum, Paul R. Cohen, Parunak V.D., Applications of Distributed Artificial Intelligence in Industry, Industrial Technology Institute, 1996

Intelligence Artificielle Distribuée/ SMA

✓ Les Agents et Systèmes Multi-Agents

- Faire coopérer un ensemble d'entités pro-actives et relativement indépendantes appelés « agents » et dotés d'un comportement intelligent
- Ceci dans l'objectif de coordonner leurs buts et leurs plans d'actions pour la résolution de problèmes
- Technique utilisable dans de nombreuses disciplines notamment en simulation

[Ref] Ferber J., Les Systèmes Multi-Agents, vers une intelligence collective, - collection iia, Inter-éditions, 1995.

[Ref] Guessoum Z. and Briot J.P., From active objects to autonomous agents. IEEE Concurrency, 7(3), pages 68-78, 1999.

Sommaire

Partie 1 - SMA : positionnement dans l'Intelligence artificielle

- Notions générales
- L'Intelligence Artificielle
- L'Intelligence artificielle distribuée
- ➔ ▪ L'Intelligence collective en perspective...
 - Systèmes naturels et sociaux
 - L'idée d'Auto-organisation
 - SMA : IA Distribuée & IA Collective
- Thèmes des conférences scientifiques

IA Collective / SNS

- ✓ Systèmes naturels et sociaux
 - Systèmes collectifs
 - Capables d'accomplir des tâches difficiles
 - Dans des environnements dynamiques et variés
 - Sans pilotage externe
 - Sans coordination centrale
- ✓ Exemple : colonies d'insectes (fourmis, abeilles,...)
- ✓ Question de recherche ?
 - Si ces sociétés sont dépourvues de superviseur ou de contrôleur central, comment peut-elle coordonner des milliers d'individus pour réaliser l'ensemble de ses activités de manière aussi flexible et performante ?

[Ref] Eric Bonabeau, Guy Theraulaz, "Intelligence Collective", ed. Hermes, 1994

IA Collective/ auto-adaptation

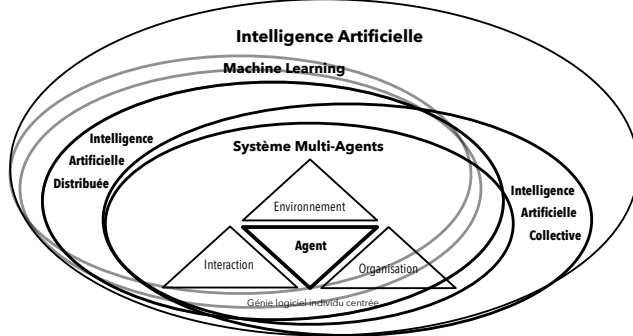
- ✓ Contraintes contradictoires :
 - Besoin d'une coordination totale
 - Plan d'ensemble connu de tous
 - Capacité limitée des entités du système
 - Impossibilité de l'entité à maîtriser un plan d'ensemble complexe
- ✓ Les travaux en intelligence collectives tentent de répondre à la question suivante :

Comment des capacités cognitives collectives peuvent elles émerger de capacités cognitives individuelles limitées ?

- ✓ L'idée d'auto-organisation constitue une clé de compréhension de ces phénomènes
 - Le principe fondamental est que des entités peuvent produire des patterns collectifs fonctionnels complexes pour peu qu'il interagissent directement ou via leur environnement.
 - Le détail des interactions est alors crucial dans la détermination du comportement collectif.

SMA : IA Distribuée & IA Collective

Intelligence Artificielle



Les SMA... une Discipline de l'IA au carrefour de l'IA Distribuée & IA Collective

Sommaire

Partie 1 - SMA : positionnement dans l'Intelligence artificielle

- Notions générales
- L'Intelligence Artificielle
- L'Intelligence artificielle distribuée
- L'Intelligence collective en perspective...



- Acteurs et grandes thématiques de l'IA
 - ✓ Grands acteurs de l'IA et événements scientifiques
 - ✓ Les grandes thématiques de recherche

Grands acteurs et événements en IA

- **AFIA** : Association Française d'Intelligence Artificielle
- **EurAI** : European Association for Artificial Intelligence
- **AAAI** : American Association for Artificial Intelligence
- **CAAI** : Chinese Association for Artificial Intelligence
- **JSAI** : Japanese Society for Artificial Intelligence
- **KIISE** : Korean Institute of Information Scientists and Engineers - SIGAI (Special Interest Group on AI)
- **IEEE CIS** : IEEE Computational Intelligence Society
- **AI4People** : Aspects éthiques de l'IA - Groupe d'Experts en IA, politique publique et éthique
- **ECAI** : European Conference on Artificial Intelligence
- **IJCAI** : International Joint Conference on Artificial Intelligence



SMA et Grandes thématiques de l'IA

- Application Domains (APP)
- Cognitive Modeling & Cognitive Systems (CMS)
- Computer Vision (CV)
- Constraint Satisfaction and Optimization (CSO)
- Data Mining & Knowledge Management (DMKM)
- Game Theory and Economic Paradigms (GTEP)
- Humans and AI (HAI)
- Intelligent Robotics (ROB)
- Knowledge Representation and Reasoning (KRR)
- Machine Learning (ML)
- **Multiagent Systems (MAS)**
- Philosophy and Ethics of AI (PEAI)
- Planning, Routing, and Scheduling (PRS)
- Reasoning under Uncertainty (RU)
- Search and Optimization (SO)
- Natural Language Processing (NLP)

Liste des thématiques de l'IA vues par l'AAAI