

# Introduction à l'intelligence artificielle

Rym Guibadj

LISIC, EILCO

## Contenu

- Agents logiques (raisonnement, déduction)
- Résolution des problèmes : algorithme glouton, A\*
- Jeux : min-max, alpha-bêta
- Recherche locale et algorithme génétique
- Introduction à l'apprentissage automatique

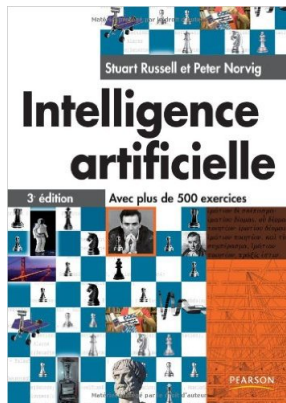
## Volume horaire

- 7 x 2h Cours
- 6 x 2h TD / TD machine
- 3 x 4h TP

## Evaluation

- TP
- Examen
- Note module =  $0.3 \times \text{TP} + 0.7 \times \text{Examen}$

# Référence



- Intelligence Artificielle, Stuart Russel et Perter Norving, edition Pearson

# L'IA et la science fiction



Aujourd'hui, est ce qu'on est bien arrivé à cela ?

# Qu'est ce que l'intelligence artificielle ?

Construire des machines qui **pensent comme l'homme** :

- L'intelligence concerne la pensée
- Utilise les mêmes processus de pensée que l'homme
- les sciences cognitives / neurosciences



# Qu'est ce que l'intelligence artificielle ?

Construire des machines qui **actent comme l'homme** :

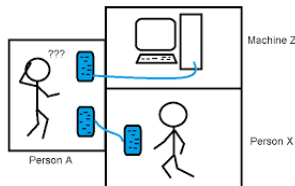
- Agir comme l'homme, sans s'inquiéter comment ces machines raisonnent
- Le comportement doit être comme celui attendu de l'homme
- Définition de Alain Turing : test de Turing (1950)



# Qu'est ce que l'intelligence artificielle ?

## Construire des machines **qui actent comme l'homme** : Test de Turing

- Confrontation verbale d'un humain A avec une machine Z et un autre humain X à l'aveugle.
- A doit deviner qui est un homme et qui est une machine
- A pose des questions à X et Z



La machine réussira le test de turing si A n'est pas capable de dire lequel de ses interlocuteurs est une machine

# Qu'est ce que l'intelligence artificielle ?

Construire des machines **qui actent comme l'homme** :

- Traitement du langage
- Gestion des connaissances
- Raisonnement automatique
- Apprentissage automatique





# Qu'est ce que l'intelligence artificielle ?

Construire des machines **qui pensent de manière rationnelle** :

- Le processus de pensée doit être correcte
- Socrate est un homme. Tous les hommes sont Mortels. Socrate est mortel.
- Basée sur la logique



# Qu'est ce que l'intelligence artificielle ?

Construire des machines **qui pensent de manière rationnelle** :

- Des techniques fragiles car les connaissances ne sont pas à 100% certaines
- Difficulté de formaliser certains problèmes
- Explosion combinatoire dans la pratique



# Qu'est ce que l'intelligence artificielle ?

Construire des machines **qui agissent de manière rationnelle** :

- On s'intéressent seulement aux actions des systèmes intelligents
- L'agent intelligent doit réaliser l'objectif (but) de manière optimale
- prendre des décisions rationnelles

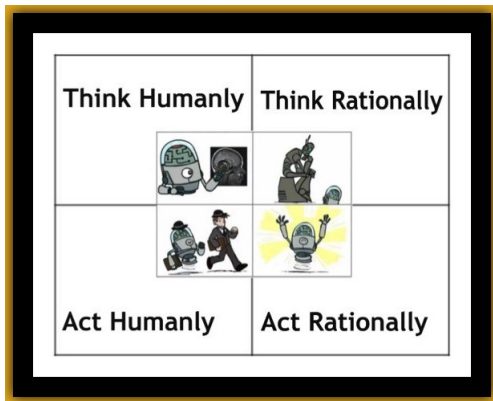


# Qu'est ce que l'intelligence artificielle ?

## Décisions rationnelles :

- Réaliser au maximum des buts prédéfinis.
- Rationalité concerne quelle décision prendre.
- Les buts sont exprimés en terme d'utilité du résultat.
- **État rationnel : Maximiser le résultat utile attendu.**

# Qu'est ce que l'intelligence artificielle ?

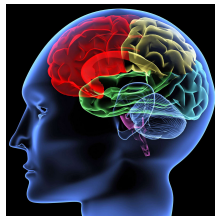


- L'IA vise à faire exécuter par l'ordinateur des tâches pour lesquelles l'Homme est actuellement meilleur que la machine.
- Un problème dit d'IA aujourd'hui ne le sera peut-être plus demain !

# Origine de l'IA

## Le cerveau humain

- Prise de décisions rationnelles : **Excellent / Pas Parfait**
- Il est difficile d'**inverser l'ingénierie** du cerveau
- Le cerveau est à l'intelligence ce que les ailes sont pour l'avion
- La mémoire et la simulation sont la clé de la prise de décision



# Histoire de l'IA

- 1940 - 1950 : **Les premiers jours**

- 1943 : McCulloch & Pitts : un modèle du cerveau
- 1950 : Les machines informatisées de Turing.

- 1950 - 1970 : **L'enjouement**

- 1950 : Le Checker de Samuel, théorie de la logique, moteur de géométrie de Geometer
- 1950 : Réunion de Dartmouth
- 1956 : John McCarthy invente le terme IA. Postulat : toute activité intelligente est modélisable et reproductible par une machine.
- 1965 : l'algorithme de Robinson.

# Histoire de l'IA

- 1970-1990 : **Les balbutiements**
  - 1969-1979 : Les programmes des systèmes à base de connaissances
  - 1980-1988 : Les systèmes experts
  - 1988- 1993 : L'hiver de l'IA
- 1990 : **L'approche à base de statistiques**
  - Les probabilités
  - Augmentation des performances techniques
  - Le printemps de l'IA
- **On est où maintenant ?**



# Applications

- Jouer au tennis de table ?
- Conduire en toute sécurité dans une route en montagne ?
- Acheter des aliments sur le web ?
- Discuter d'une manière réussite avec une personne ?
- faire une opération chirurgicale ?
- ranger la vaisselle et plier le linge ?
- Traduire le chinois parlé en anglais en temps réel ?
- Écrire une histoire drôle d'une manière intentionnelle ?
- Découvrir et prouver un nouveau théorème ?

# Application de l'IA

## Traitement du langage naturelle

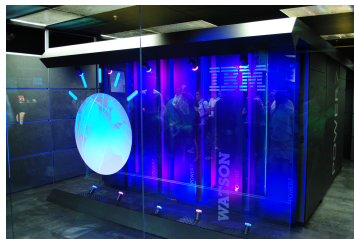
### • Techniques de paroles

- ASR : Reconnaissance automatique du langage
- TTS : Synthèse Texte to Speech
- Les systèmes de dialogues

### • Techniques de traitement de langage

- Q and A : système pour répondre aux questions
- Traduction automatique
- Recherche web

# Watson



# Application de l'IA

## **Vision par ordinateur : Perception**

- Détection d'image
- Reconnaissance des formes ( Objets et visages )
- Segmentation des scènes
- Classification d'images

# Application de l'IA

## La preuve des théorèmes : La logique

### • Les systèmes logiques

- Démonstration des théorèmes
- Diagnostic des pannes de la NASA
- Les systèmes Q&A

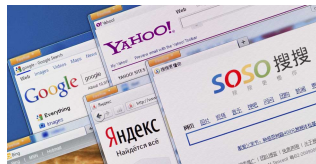
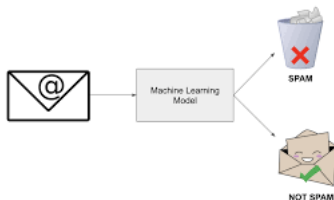
### • Les méthodes

- Les systèmes de déductions
- Satisfaction des contraintes
- Les solveurs de satisfiabilité : Robbins conjoncture

# Application de l'IA

## Prise de décisions

- Ordonnancement : routage des avions, planification militaire.
- Diagnostique médical
- Les moteurs de recherche web
- Classifications des spams
- Help desk automatisé
- Détection des fraudes



# Application de l'IA

## La robotique

- Une grande partie mécanique/électrique
- Une partie Intelligence Artificielle
- LA réalité est beaucoup plus difficile que la simulation

## Dans ce cours

- Méthodes de planification
- Méthodes de contrôle

# Application de l'IA

## Les jeux

- 1996 : Kasprov a battu Deep Blue
- 1997 : Deep Blue a battu Kasprov
  - Premier match gagné contre un champion du monde
  - 200 millions de positions calculées par secondes
  - L'humain comprend 99.9 des mouvements de Deep Blue.
  - Kasprov : *"I could feel. I could smell a new kind of intelligence across the table"*





# Application de l'IA

**Les jeux** : Des avancés énormes. Exemple le jeu de GO



# Application de l'IA

**L'art** : une oeuvre d'art fidèle au style artistique du peintre Rembrandt



# Quelques difficultés rencontrées en IA

- Difficultés de modélisation :
  - les problèmes ne sont pas toujours parfaitement définis
  - certaines notions sont difficiles à exprimer :
    - possibilité, probabilité, préférence, . . .
- Difficultés de résolution :
  - difficultés de conception des algorithmes
  - espaces de recherche très vastes
  - problèmes de temps de réponse

# Objectifs

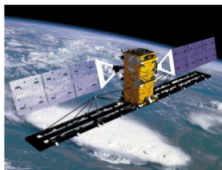
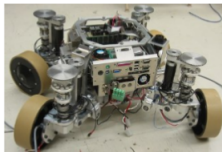
- Définir la notion d'agents intelligents (agent rationnel)
- Comprendre l'analyse PEAS (Performance measure, Environment, Actuators and Sensors)
- Distinguer divers types d'environnements
- Distinguer divers types d'agents

# Création d'agents intelligents

Capacités fondamentales :

- perception
- représentation des connaissances (modélisation)
- apprentissage
- raisonnement
- prise de décisions

# Exemples d'agents intelligents



- Systèmes d'aide à la décision
- Robots
- IA dans les jeux

# Programmation d'actions vs décisions automatiques

- Programmation d'actions
  - scripts
  - machines à états finis
- Décision automatique
  - Les actions à exécuter ne sont ni scriptées ni programmées à l'avance
  - L'agent décide lui même de ses propres actions à partir d'un certain calcul ou "raisonnement"
  - On donne à l'ordinateur la capacité de prendre des décisions intelligentes dans toute situation possible

# Agents

## Définition

Un agent est n'importe quelle entité qui perçoit son environnement par des **capteurs** (sensors) et qui agit sur cet environnement par des **actionneurs** (actuators)

- Un agent humain a :
  - des yeux, des oreilles ...etc.
  - des mains, des jambes, une bouche ...etc
- Un agent robot a :
  - des caméras, des capteurs infra rouges et autres capteurs
  - des roues, des jambes, des bras-articulés, et d'autres actionneurs
- Un agent logiciel a :
  - un clavier, un accès lecture à un disque dur ...etc.
  - un écran, un accès écriture à un disque dur ...etc.



# Agents et environnements

- Le **processus agent**  $f$  prend en entrée une séquence d'**observations** (percepts) et retourne une **action**

$$f : p^* \rightarrow A$$

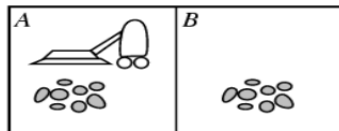
- Le processus est implémenté sous forme de programme sur une architecture matérielle particulière

# Ebauche d'un agent

```
function AGENT(percept) returns action
static : memory

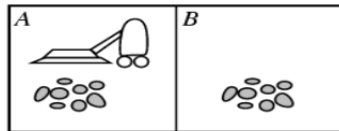
memory  $\leftarrow$  UPDATE-MEMORY(memory,percept)
action  $\leftarrow$  CHOOSE-BEST-ACTION(memory)
memory  $\leftarrow$  UPDATE-MEMORY(memory,action)
return action
```

# Aspirateur robotisé



- Observations (données sensorielles) : position et état des lieux.  
Par exemple :  $[A, \text{Clean}]$ ,  $[A, \text{Dirty}]$ ,  $[B, \text{Clean}]$ ,  $[B, \text{Dirty}]$
- Actions : *Left*, *Right*, *Suck*, *NoOp*

# Aspirateur robotisé



$f$  :

$[A, \text{Clean}] \rightarrow \text{Right}$

$[A, \text{Dirty}] \rightarrow \text{Suck}$

...

$[A, \text{Clean}][A, \text{Clean}][A, \text{Dirty}] \rightarrow \text{Suck}$

$[A, \text{Clean}][A, \text{Clean}][A, \text{Clean}] \rightarrow \text{Right}$

...

# Agents rationnels

- **Rationnel**  $\neq$  "**qui sait tout**" l'agent ne doit pas connaître tous les effets de ses actions
- **Rationnel**  $\neq$  "**parfait**"
  - la rationalité maximise la performance espérée
  - la perfection maximise la performance réelle / actuelle
  - mais souvent on ne peut pas connaître la performance réelle avant l'action

# Modèle PEAS

- PEAS : un modèle de conception des agents par la spécification des composantes majeures suivantes :
  - mesure de performance (Performance)
  - éléments de l'environnement (Environnement)
  - les actions que l'agent peut effectuer (Actionneurs ou Actuators)
  - la séquence des observations ou percepts de l'agent (Capteurs ou Sensors)
- PEAS : Performance, Environment, Actuators, Sensors

# Modèle PEAS pour un robot taxi

- **Agent** : robot taxi
- **Mesure de performance** : sécurité, vitesse, respect du code routier, voyage confortable, maximisation des profits
- **Environnement** : route, trafic, piétons, clients
- **Actionneurs** : volant, changement de vitesse, accélérateur, frein, clignotants, klaxon
- **Senseurs** : Caméras, sonar, compteur de vitesse, GPS, témoins de moteurs, etc.

# Modèle PEAS pour un diagnostic médical automatisé

- **Agent** : système de diagnostic médical
- **Mesure de performance** : santé des patients, minimisation des coûts, satisfaction des patients
- **Environnement** : patients, hôpital, personnel soignant
- **Actionneurs** : moniteur pour afficher des questions, les résultats de tests ou de diagnostic, le traitement, etc.
- **Senseurs** : clavier et souris pour saisir les symptômes, les réponses aux questions, etc.



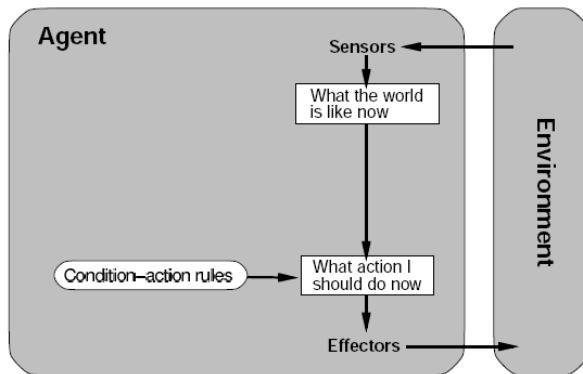
# Caractéristiques d'environnement

- **Complètement observables** (vs partiellement observable)
- **Déterministe** (vs stochastique)
- **Épisodique** (vs séquentiel)
- **Statique** ( vs dynamique)
- **Discret** ( vs continu)
- **Agent unique** (vs multi-agent)

# Structure des agents

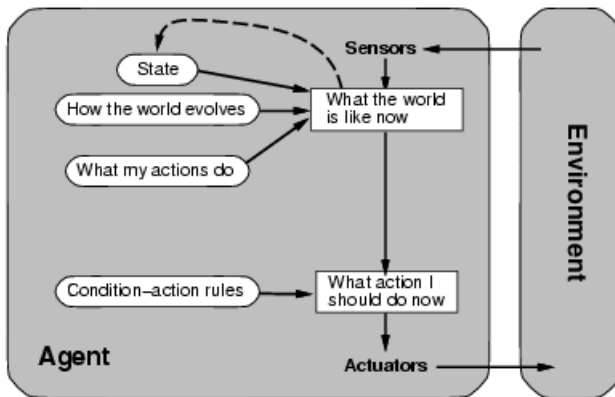
- Simple reflex agents
- Model-based reflex agents
- Goal-based agents
- Utility-based agents

# Simple reflex agents



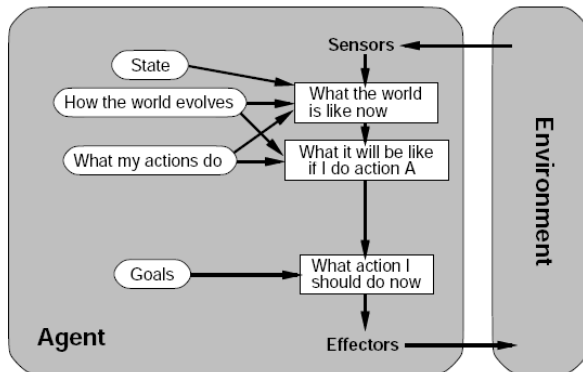
Agit seulement à partir du percept actuel en ignorant l'historique

# Model-based reflex agents



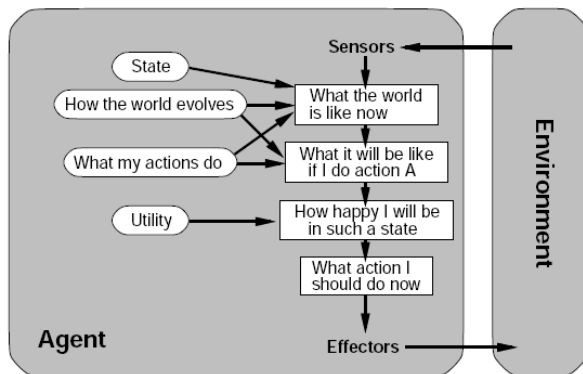
Accumule l'information dans le temps pour estimer l'état de l'environnement

# Goal-based agents



Plutôt que de spécifier une règle conditions/ actions explicitement, on ne fait que spécifier un but (va pouvoir tenir compte du futur)

# Utility-based agents



Intègre la notion de préférence entre les différentes actions. Par exemple : choisir l'action qui résout une tâche donnée le plus rapidement possible

# Apprentissage dans un agent

- Les 4 types d'agents précédents varient dans la façon de prendre leur décision
- A partir de quelles connaissances prendre ces décisions ?
  - solution : **apprendre ces connaissances**
- On va voir plusieurs façons de faire l'apprentissage, et ce pour différents types d'agents