

IFT3330

Introduction à l'intelligence artificielle

Introduction

Philippe Langlais

DIRO, Université de Montréal, Canada
<http://www-etud.iro.umontreal.ca/~dift3330>

Dernière modification: 5 septembre 2006

Plan

Qu'est-ce que l'IA ?

Test de turing

Penser/agir humainement ou rationnellement

IA : Bref survol

Préhistoire

Histoire

IA : État de l'art

IA : Agent et environnement

Qu'est-ce que l'IA ?

Systèmes qui pensent humainement

"[The automation of] activities that we associate with human thinking, activities such as decision-making, problem solving, learning . . ."

(Bellman, 1978)

Systèmes qui pensent rationnellement

"The study of mental faculties through the use of computational models" (Charniak and McDermott, 1985)

Systèmes qui agissent humainement

"The study of how to make computers do things at which, at the moment, people are better" (Rich and Knight, 1991)

Systèmes qui agissent rationnellement

"Computational Intelligence is the study of the design of intelligent agents" (Poole and al., 1998)

Débat

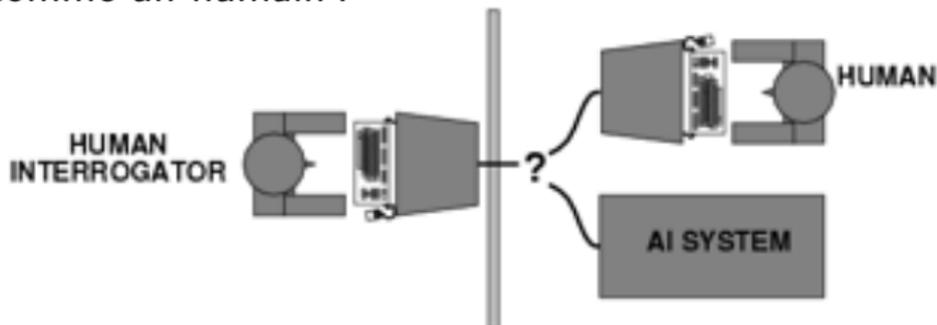
weak AI est-ce que les machines peuvent agir comme s'il étaient intelligentes ?

strong AI est-ce que les machines peuvent penser ?

Lire le dernier chapitre de AIMA pour plus à ce sujet.

Test de Turing (1950)

- Évite la question : “Est-ce qu’une machine peut penser ?”
- Tente de répondre à : “Est-ce qu’une machine peut agir comme un humain ?”



- Succès : la machine trompe un testeur dans 30% des cas sur une période de 5 minutes
- Turing pensait qu’en 2000 les machines passeraient le test

Loebner Prize in Artificial Intelligence

<http://www.loebner.net/Prizef/loebner-prize.html>



- depuis 1990 : 100 000 USD et la médaille d'or au premier programme capable de passer le test !
- 2000 USD de prix chaque année au meilleur programme

Test de Turing

ELIZA (Weizembaum, 66)

`www-ai.ijs.si/eliza-cgi-bin/eliza_script`

dialogue extrait de (Jurafsky,00)

Utilisateur Men are all alike

ELIZA IN WHAT WAY ?

Utilisateur They're always bugging us about something or other

ELIZA CAN YOU THINK OF A SPECIFIC EXAMPLE ?

Utilisateur My boyfriend says I'm depressed all the time

ELIZA I AM SORRY TO HEAR YOU ARE DEPRESSED

Essayez aussi **emacs** (ESC X doctor)

Test de Turing

ELIZA (Weizembaum, 66)

`www-ai.ijs.si/eliza-cgi-bin/eliza_script`

En fait

`s/my/YOUR/g`

`s/I'm/YOU ARE/g`

...

`s/. * all .*/IN WHAT WAY ?/1`

`s/. * always .*/CAN YOU THINK OF A SPECIFIC EXAMPLE/1`

...

Essayez aussi **emacs** (ESC X doctor)

AliceBot

<http://www.alicebot.org/>



H What's up?

A I am chatting with clients on the internet

H Do you like it?

A It seems ok to me

H OK does not sound great to me

A It does now :) sound great to you.
Dude!

Gagnant du prix Loebner en 2000, 2001 et 2004

Test de Turing

Les 6 disciplines les plus importantes de l'IA

Pour passer le test :

- compréhension de la langue (RALI)
- représentation des connaissances (HERON)
- raisonnement, optimisation, etc. (CRT, OPTIM, ...)
- apprentissage (LISA)

Test complet :

- vision (V3D)
- robotique

Penser humainement

Approches cognitives

- Nécessite une théorie scientifique sur l'activité du cerveau
- Quel niveau d'abstraction : **connaissance** ou **circuit** ?
- Comment valider ?
 - prédire et tester le comportement humain (**sciences cognitives**)
 - identification de faits neurologiques (**neuro-sciences cognitives**)
- Ces deux approches sont aujourd'hui indépendantes de l'IA

Penser rationnellement

Approche logique

- Prescriptif plutôt que descriptif
- École des philosophes grecs : développement d'une notation **logique** pour décrire le "pensé juste"
- En 1965 des programmes existaient qui pouvaient en principe résoudre tout problème (ayant une solution) formulé en logique

- Difficile de mettre le monde en formules ; pas de passage à l'échelle (micro-mondes)
- Nous n'agissons pas toujours de manière logique

Agir rationnellement

l'approche du livre de référence (AIMA)

Un agent rationnel est celui qui agit de manière à :

- optimiser ses gains (inférence exacte)
- optimiser l'espérance de ses gains (inférence sous incertitude)

Note :

- Agir rationnellement n'implique pas nécessairement d'inférence (ex : réflexe)
- Ressources informatiques limitées \Rightarrow compromis

IA : préhistoire

Philosophie logique, méthodes de raisonnement (450 BC)

Mathématiques représentation formelle, preuve,
informatique théorique, probabilité (800)

Économie théorie de la décision (1776)

Neuro-science fonctionnement physique du cerveau (1871)

Psychologie comment les humains et les animaux pensent
et agissent (1879)

Informatique IA = intelligence + artefact (1940)

Théorie du contrôle autonomie de l'artefact (1948)

Linguistique lien entre langage et pensée (1957)

IA : quelques points de repères

1943 McCulloch & Pitts : modèle neuronal inspiré du cerveau

1912-54 Turing's "Computing Machinery and Intelligence"

1952-69 Regarde maman, sans les mains !

1950s Joueur d'échec (Samuel) ; démonstrateur logique (Newel & Simon)

1956 Groupe de travail à Darmouth. Terme IA.

"Je ne voudrais pas vous surprendre ou vous choquer, mais la manière la plus simple de résumer est de dire que dorénavant, il y a des machines qui pensent, qui apprennent et qui créent. En plus, leur capacité de savoir faire tout cela croît rapidement de sorte que dans un futur proche, la difficulté des problèmes qu'elles savent traiter sera comparable à la difficulté des problèmes auxquels l'esprit humain s'est appliqué (H. Simon, 1957))"

1958 LISP (J. McCarthy)

IA : quelques points de repères

- 1966-73** Retour à la réalité
- combinatoire calculatoire
 - faiblesse des structures manipulées (Minsky)
 - peu de connaissances du domaine
- 1969-79** Systèmes Experts (SE). Ex : MYCIN : diagnostique d'infections sanguines ; 450 règles.
- 1973** PROLOG (A. Colmerauer)
- 1980-88** Succès commercial des SE (1er SE commercial en 1982), machines LISP, ordinateur de 5^è génération, Japon
- 1988-93** Éclatement de la bulle technologique des SE
- 1990-** Retour des approches connexionnistes et probabilistes

IA : état de l'art

- Échecs : Deep Blue bat Garry Kasparov (1997)
- Démonstration de théorèmes
- Conduite autonome à 98% de Pittsburgh à San Diego (ALVINN) (CMU – 1996)
- Systèmes de diagnostics médicaux probabilistes
- Planification d'une vaste opération de déploiement militaire pendant la guerre du golf (1991)
- Système de planification embarqué contrôlant une navette de la NASA ([Jonson et al., 2000](#))
- Cruciverbiste probabiliste PROVERB ([Littmann et al., 1999](#))

Un agent

Tout processus capable de percevoir son **environnement** (via des **senseurs**) et d'agir dans l'environnement (via des **actuateurs**)

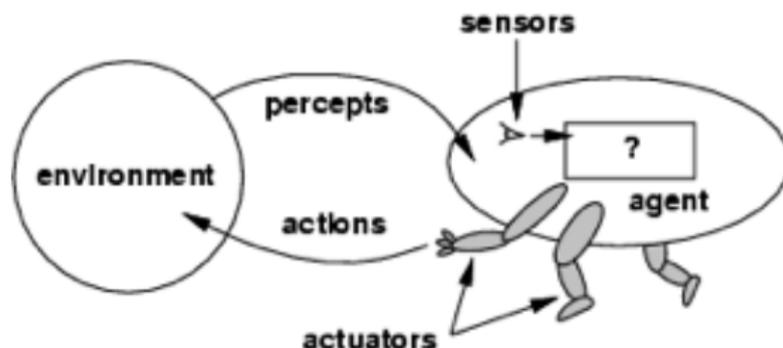
agent humain

- senseurs = yeux, oreilles, etc.,
- actuateurs = jambes, bouche, etc.

agent robot

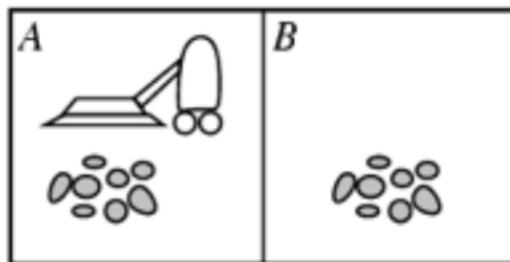
- senseurs = camera
- actuateurs = moteurs

Un agent



- **percept** : unité élémentaire de perception (capté par les différents senseurs)
- L'agent possède est une fonction $f : \mathcal{P}^* \Rightarrow \mathcal{A}$
- Agent = architecture + programme (implémentation de f)

Exemple : l'aspirateur



- percept = localisation et présence (ou non) de poussière :
[A, *Dirty*]
- actions = D(roite), G(auche), A(spire), No(op)

Agent rationnel

- Un agent est **rationnel** s'il fait la **bonne chose** étant donnée sa perception et ses actions possibles.
- Qu'est-ce qu'une bonne chose ? Définit par une **mesure de performance**.

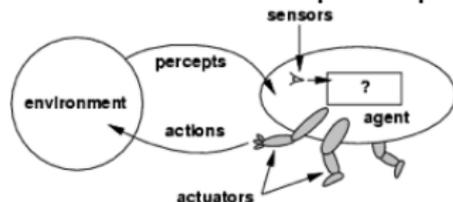
Cas de l'aspirateur

- nombre de cellules aspirées par unité de temps
- ↳ *Mais quid d'un aspirateur qui aspire puis rejette la poussière par la suite ?*
- nombre de cellules propres par unité de temps sur une période de temps T .
- aussi : consommation d'électricité, temps mis, etc.

Agent rationnel

Un agent est **rationnel** si pour toute séquence de percepts, il sélectionne l'action qui **maximise** la mesure de performance.

Note : définition qui dépend de la mesure de performance



B,Clean → G

A,Clean → D

C,Dirty → Asp. ; $C \in \{A, B\}$

Si perf = nb de cell. propres par unité de temps, alors l'agent est rationnel. Si on ajoute une pénalité à chaque déplacement et que l'agent perçoit l'ensemble des cellules sales, alors l'agent n'est plus rationnel.

Autres agents

- Un **agent omniscient** ou **oracle** est un agent qui agit rationnellement en connaissance de toute l'information nécessaire (**système de référence**)
- On utilise également souvent un agent de base (**baseline**) à des fins de comparaison. Ex : **agent aléatoire**
- Un agent est **autonome** si ses actions dans le temps dépendent de sa propre expérience (apprentissage et adaptation)

Types d'environnements

- **Entièrement observable** (vs. **partiellement observable**) : l'agent a accès en tout temps à toute l'information pertinente sur l'environnement (on parle aussi d'**état**).
Ex : l'aspirateur avec senseur de poussière local évolue dans un environnement partiellement observable (si la mesure de performance pénalise les déplacements inutiles)
- **Déterministe** (vs. **stochastique**) le prochain état de l'environnement est déterminé à partir de l'état courant et de l'action prise.
Ex : un agent qui conduit sur une route évolue dans un environnement stochastique
- Note : un environnement **stratégique** est comme un environnement déterministe, mais il dépend de plus des actions d'autres agents.

Types d'environnements

- **statique** (vs. **dynamique**) : l'environnement ne change pas pendant la délibération de l'agent
- l'environnement est **semi-dynamique** s'il ne change pas pendant une **unité de temps** , mais que la mesure de performance change
Ex : un jeu d'échec sans montre est statique, un jeu d'échec avec montre est semi-dynamique
- **discret** (vs **continu**) : un nombre fini de percepts et d'actions différents
- **épisodique** (vs **séquentiel**)

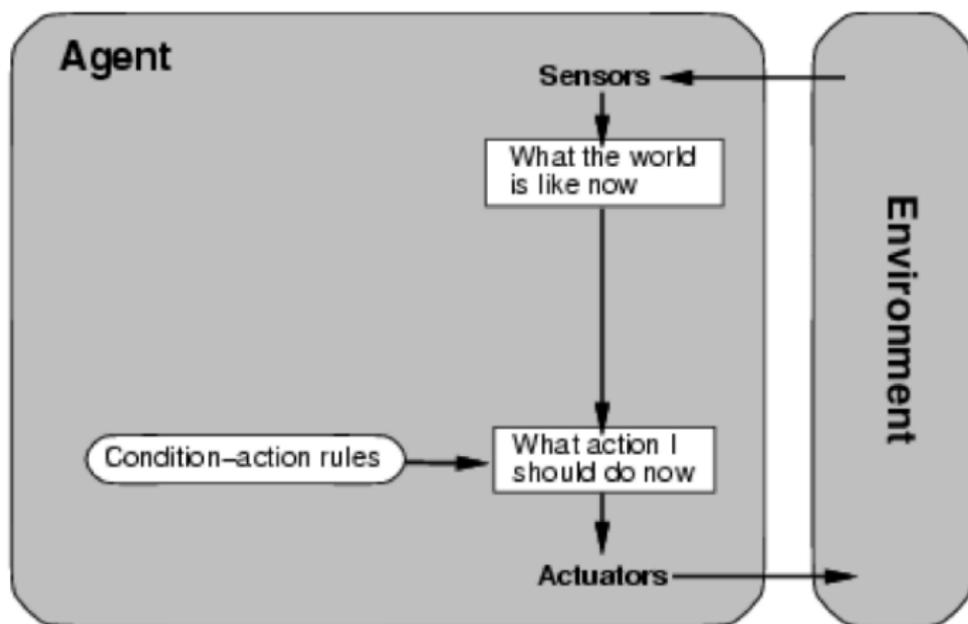
Modèle d'un agent

function TABLE-DRIVEN-AGENT(*percept*) **returns** an action
static: *percepts*, séquence initialement vide
static: *table*, table d'actions indexée par séquence de percepts

append *percept* à la fin de *percepts*
action ← LOOKUP(*percepts*, *table*)
return *action*

Note : En pratique, la consultation est souvent impossible.
C'est un programme qui simule cette opération.

Agent réflexe simple



Agent réflexe : exemple

function REFLEX-VACCUM-AGENT([*location, status*])
returns an action

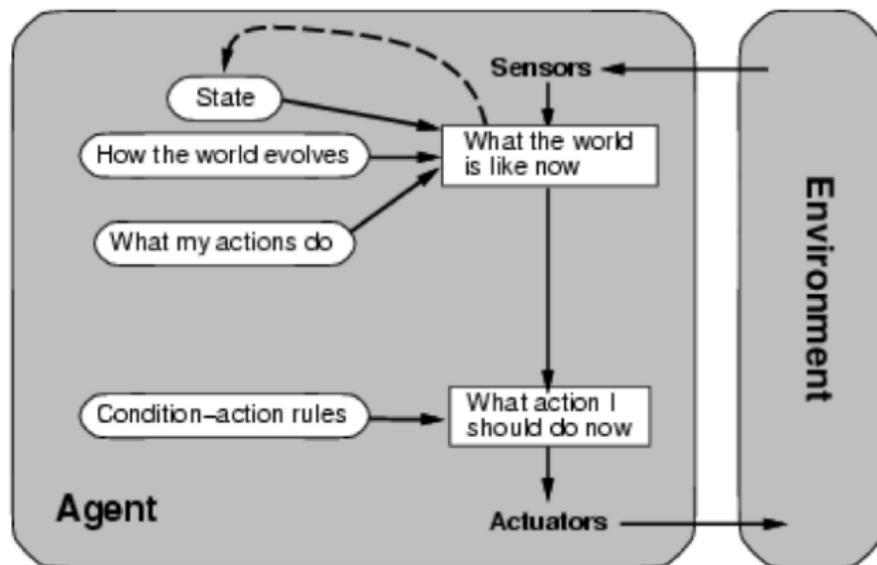
if *status* = *Dirty* **then return** *Aspire*
else if *location* = *A* **then return** *Droite*
else if *location* = *B* **then return** *Gauche*

Agent *hardcodé* en fonction du dernier état :

- réduction de 4^T séquences de percepts à 4 (en éliminant l'**historique** des percepts)
- au final, 3 états seulement

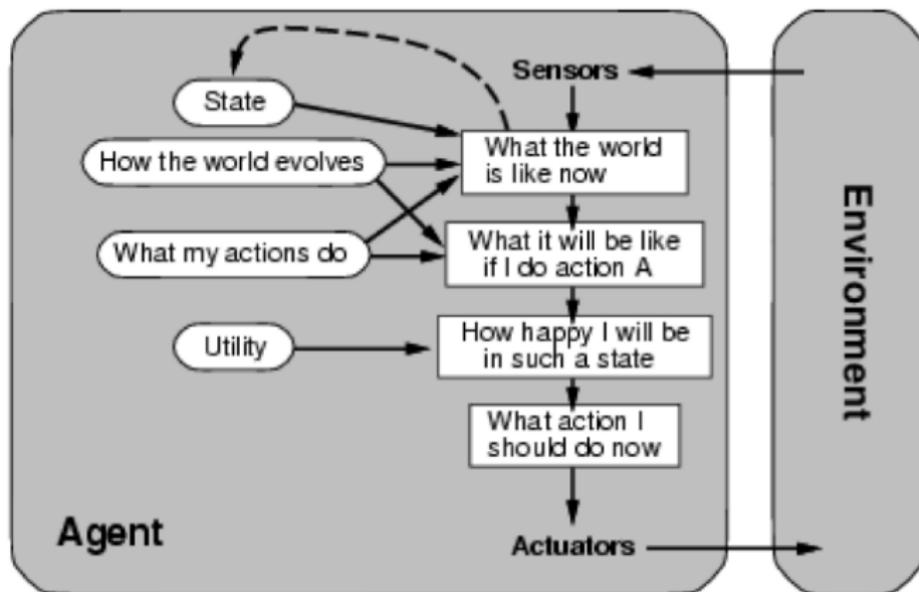
Agent basé sur un modèle

- État interne (ex : mémorisation de la topologie de l'environnement)
- Modèle de l'impact d'une action de l'agent sur l'environnement



goal- et utility-based Agent

- Possède une information quant à l'adéquation d'une action au but recherché
- Il peut aussi avoir la possibilité de choisir une action de manière à minimiser une fonction d'utilité



Agent apprenant

