

Introduction & Définitions



F.-Y. Villemin
f-yv@cnam.fr
<http://deptinfo.cnam.fr>

Introduction

Is artificial intelligence a contradiction in terms

Can your computer think?



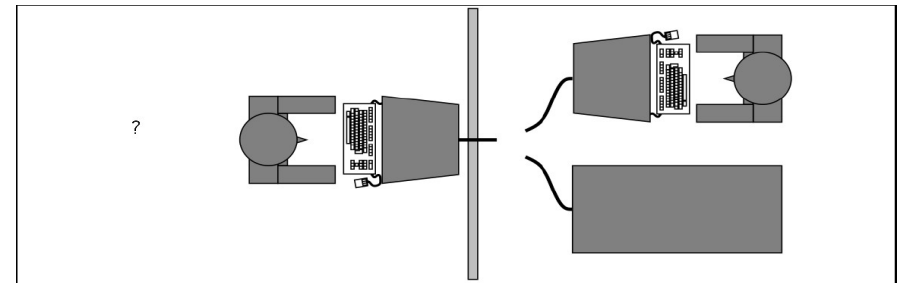
Annonce publicitaire pour la NCC'86, Las Vegas ju

Origines

- Platon, Socrate, Aristote $\Rightarrow$ logique, concepts
- "Ars magna" de Raymond Lulle (1302)
- Le Discours de la méthode de René Descartes (1637)
- "Calculus ratiocinator" de G. W. Leibnitz (1685)
- "The Laws of Thought" de George Boole (1854)
- "Difference Engine" de Charles Babbage (1865)
- logique des prédicats de Gottlob Frege (1879)
- "Principia Mathematica" de B. Russell & A. N. Whitehead (1910-1913)
- Machine d'Alan Turing (1936)
- Ordinateur de John von Neumann (1940-1944)
- "Joueur d'échecs" de Torres y Quevedo (1911)
- Programme d'échecs de Claude Shannon (1950)
- Congrès de Dartmouth College de 1957 (McCarthy) $\Rightarrow$ invention du terme "Intelligence artificielle"

Test de Turing (1950)

Agir comme un humain ou le jeu de l'imitation : Un utilisateur humain ne peut savoir si c'est un humain ou un programme qui répond à une question posée (en écrit)



"Les machines sont-elles capables de raisonner (penser)?"
"Est-ce qu'une machine peut avoir un comportement intelligent?"

Test de Turing (1950)

Le test de Turing n'est :

- ni reproductible
- ni constructif
- ni accessible à l'analyse mathématique

Caractéristiques du programme :

- Traitement de la langue
 - ◆ Compréhension de texte
 - ◆ Génération de textes
- Représentation des connaissances
- Raisonnement et inférences de connaissances
- Apprentissage

Définition

"L'intelligence est :

(a) La capacité d'apprendre ou de comprendre grâce à l'expérience. La capacité d'acquiesce et de retenir les connaissances. La capacité mentale

(b) La capacité de répondre rapidement et de manière appropriée à une nouvelle situation; L'utilisation de la faculté de raisonnement pour résoudre des problèmes, se comporter en société, etc.. de manière effective

(c) En Psychologie, le succès mesure de l'utilisation de ces capacités afin de résoudre certaines tâches"
(Webster's New World Dictionary 1988)

Définition

Intelligence artificielle (Le Petit Robert) :

"Partie de l'informatique qui a pour but la simulation de facultés cognitives afin de suppléer l'être humain pour assurer des fonctions dont on convient, dans un contexte donné, qu'elles requièrent de l'intelligence (cf. Système expert)

Les langages de l'intelligence artificielle ⇒ ada, lisp, prolog

Les fonctions de l'intelligence artificielle : reconnaissance des formes et de la parole, simulation, jeu, conduite de robots, apprentissage

Les outils de l'intelligence artificielle : réseau de neurones (cf. connexionnisme), réseau sémantique (cf. aussi cogniticien)"

Definition

"Le but de intelligence artificielle est l'étude de la structure de l'information et de la structure de processus de résolution de problèmes, indépendamment des applications et indépendamment d'une réalisation" (John McCarthy)

"L'IA a pour but la construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisantes 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" (Marvin Minsky)

"Une présupposition essentielle pour agir intelligemment d'une manière générale est la capacité de produire et de manipuler des structures symboliques" (Allen Newell)

Définition

“Reproduction des activités **cognitives** jugées intelligentes pour l'homme” (John Shore)

Instrument = ordinateur

Intelligence artificielle = sous-ensemble du logiciel traitant de problèmes :

- de nature symbolique, ne nécessitant pas (ou peu) de calculs numériques
- n'ayant pas de solution algorithmique possible ou satisfaisante

Thèses sur l'IA

Thèse faible :

Il est possible de construire des machines qui se comportent comme si elles étaient intelligentes

Thèse forte :

Les machines qui ont un comportement intelligent possèdent des états cognitifs

Les problèmes intéressant l'I.A.

Compréhension

- de scènes (vision)
- de paroles (mots)
- de phrases (sens)

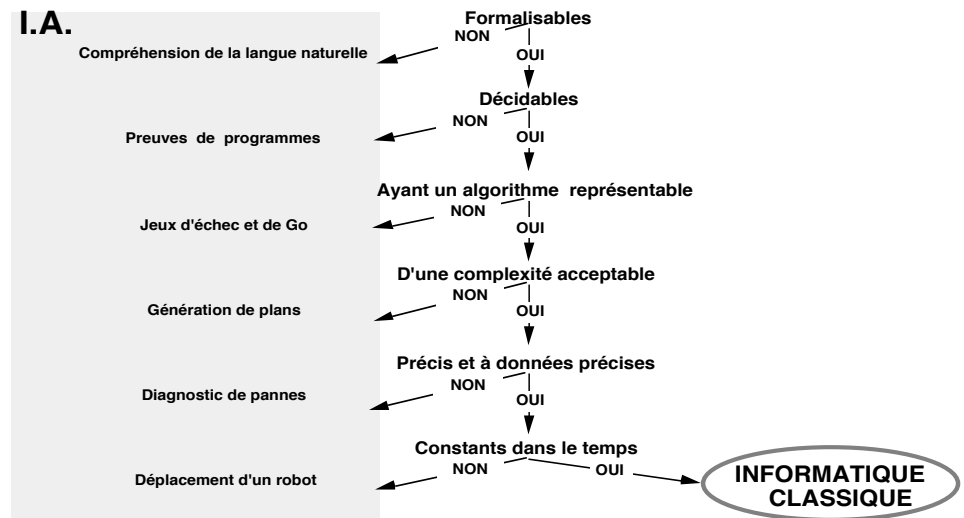
Raisonnement

- Résolution de problèmes
- Démonstration de théorèmes
- Jeu et simulation

Réactions à l'environnement

- Simulation du comportement social
- Apprentissage
- Prise de décisions à partir d'informations partielles
(Prix Nobel d'économie pour H. Simon en 1978)

Les problèmes relevant de l'I. A.



Heuristique

"Méthode de résolution de problèmes, non fondée sur un modèle formel et qui n'aboutit pas nécessairement à une solution" (J.O. du 16 septembre 1989)

Le mot "heuristique" vient du grec "heuriskêin", (trouver, découvrir)

En intelligence artificielle, les heuristiques sont vues comme des "règles non systématiques qui permettent de se débrouiller dans des situations où la systématisation n'est pas performante" (Jean Petitot 1992)

Méthodes de l'I. A.

METHODES
FAIBLES

RECHERCHE
OPERATIONNELLE

RECHERCHES AVEUGLES

aucune connaissance

RECHERCHES HEURISTIQUES

connaissance implicite

SATISFACTION DES CONTRAINTES

connaissance des contraintes

ANALYSE DES BUTS ET DES MOYENS

connaissance des actions

SYSTEMES EXPERTS

connaissance de la méthode d'un expert

METHODES
SPECIFIQUES

INTELLIGENCE
ARTIFICIELLE

Science ou technique?

Un projet impossible? (Searle, Dreyfus, Penrose)

Une discipline double :

- essentiellement expérimentale $\Rightarrow$ recherche des heuristiques
- essentiellement théorique $\Rightarrow$ représentation des connaissances

Systèmes mathématiques à la fois :

- suffisamment expressifs (science)
- d'une complexité acceptable (technique)

Procède de :

- Mathématiques, Informatique
- Psychologie expérimentale, Sciences du cerveau
- Linguistique, Philosophie

Apports de l'intelligence artificielle

Création d'un système ayant une fonction intelligente

=

Théorie scientifique d'un petit domaine et d'un petit problème

Réalisations marquantes :

- Apprentissage (Samuel 59, Winston 70 ...)
- GPS (Simon NOBEL 78)
- Systèmes Experts (MYCIN 75, PROSPECTOR 78, PLANTS 80 ...)
- Logiques de sens commun (McCarthy 80, Reiter 80 ...)
- Vision (Waltz 75, Ullmann 82 ...)
- Compréhension de la langue naturelle (Winograd 71, Schank 75 ...)
- Agents de recherche d'information, agents pour le commerce électronique
- Le Web Sémantique (Berners-Lee-Hendler-Lassila 01)
- Moteurs de recherche sémantique (PowerSet, Exalead, Hakia ...)
- Réseaux sociaux de la connaissance (Twine, Splayce ...)

Connaissance et représentation

Système intelligent = si comportement du système performance comparable à celle de l'expert

⇒ code informatique représente connaissance de l'expert

= système de symboles

- codant des connaissances
- réalisant un modèle opératoire d'une activité experte

représentation = sémantique opérationnelle des programmes qui manipulent structures de données cohérente avec l'interprétation humaine

Problème de la connaissance:

- Qu'est-ce que la connaissance?
- Comment est-elle liée à la représentation?
- Qu'est-ce qu'un système possède lorsque on dit qu'il possède de la connaissance?

Description des systèmes par niveaux

Correcteur de fautes d'orthographe (du à Libero Maesano):

Quelle description (modèle) du correcteur d'orthographe permet d'expliquer son comportement?

Description en tant que programme qui :

- (1) traduit une séquence de frappes au clavier en une structure de données;
- (2) soumet cette donnée à un algorithme de comparaison à d'autres structures
soit contenues dans une base de données chargée en mémoire
soit générées à l'exécution;
- (3) lorsqu'il ne trouve pas une structure égale cherche dans la base (et/ou génère) des structures proches (selon un certain calcul de proximité);
- (4) affiche (éventuellement) suites de caractères correspondantes à ces structures

Description des systèmes par niveaux (2)

Description en tant que système qui :

(1) a des buts (détecter mots n'appartenant pas au lexique français et, dans ce cas : proposer des mots appartenant au lexique français et ressemblant au mots détectés);

(2) communique avec l'utilisateur au moyen d'un ensemble d'interactions, capable :
de lire les mots issus de la frappe au clavier
d'afficher à l'écran les mots à proposer;

(3) possède des connaissances :
du lexique français
d'un critère de ressemblance entre chaîne de caractères et mots du lexique

Description permet

- d'expliquer et de prédire efficacement le comportement du système
- type de description naturelle pour expliquer correcteur d'orthographe à utilisateur sans compétences informatiques.

Description des systèmes par niveaux (3)

Deux descriptions sont systémiques (système doté d'un comportement réalisant fonction)

- première description: en termes de structures de données, programmes, algorithmes
⇒ structure interne du système (logiciel)
- deuxième description: en termes de mots du lexique français
⇒ objets du monde extérieur (orthographe française)
⇒ structure interne du système non citée

Différence de niveau de description :

- première description ⇒ niveau "programme" (ou "symbole")
- deuxième description ⇒ niveau "connaissance"

Description des systèmes par niveaux (4)

niveau programme ou symbole :

- décomposable en plusieurs sous-niveaux $\Rightarrow$ hiérarchie des langages
 - chaque langage défini dans langage de plus bas niveau
 - langage machine n'est réductible qu'à séquences des signaux de
 - commandes traitées par circuits logiques:
- opérations arithmétiques et logiques
- opérations de transfert de registres...
 $\Rightarrow$ niveau circuits logiques

niveau circuits logiques :

- repose sur ensemble de circuits électroniques
 $\Rightarrow$ niveau circuits électroniques...

description du système à tout niveau $\Rightarrow$ même organisation:

- objet du traitement
- composants du système et sa structure
- lois de comportement:
comment le comportement du système dépend du comportement des composants

Niveau connaissance

A. Newell [Newell 1982, 1990] propose niveau supérieur au niveau programme, le **niveau connaissance** (knowledge level) caractérisé par :

(1) objet du traitement ou connaissance composants:

- ensemble des buts
- ensemble des interactions (entrées/sorties)

(2) corpus de connaissances

(3) loi de comportement: principe de rationalité :

"le système sélectionne une action s'il possède la connaissance qu'un de ses buts peut être atteint au moyen de l'exécution de l'action."

Système décrit au niveau connaissance comme un **agent rationnel** doté :

(1) de **fin**s (l'ensemble des **buts**)

(2) de moyens physiques d'interaction avec le monde extérieur (l'ensemble des **interactions**)

(3) des compétences (le **corpus de connaissances**) liant fins et moyens selon principe de rationalité

Exemple de Brachman & Levesque

Schéma de relation $R(A, B)$ & table :

(1) Combien de "a_i" sont associés à "b₁" dans la table "R"?

Point de vue **Base de données**

(niveau symbole) :

(2) Count x in R where B = b₁
(réponse "2")

Table $\equiv R(a_1, b_1) \vee R(a_2, b_2) \vee \dots$

Connaissance insuffisante, rien n'implique que :

- (a) au moins 2 a_i (a₁ & a₃ peuvent être les noms d'un même individu)
- (b) au plus 2 a_i (a_i peut ne pas être explicitement cité)

R	A	B
	a ₁	b ₁
	a ₂	b ₂
	a ₂	b ₁
	a ₃	b ₂
	...	...

Exemple de Brachman & Levesque

(3) Combien de tuples de la table "R" contiennent "b₁" dans leur champs "B"?

Information additionnelle au niveau connaissance :

L'**hypothèse de Nom Unique** :

$c_i \neq c_j$, pour des constantes distinctes c_i et c_j

L'**hypothèse du Monde Clos** :

$\forall x (R(x, b_1) \supset (x = a_1 \vee x = a_2))$

Exemple de Brachman & Levesque

Base de données au niveau connaissance :

- (1) ensemble des **buts** : extraire certaines données
- (2) ensemble des **interactions** : un langage de requêtes
- (3) **corpus de connaissances** :
 - (a) connaissances sur le domaine
 - (b) signification des données (noms des relations & attributs dans schéma)
 - (c) contraintes entre données
- (4) **principe de rationalité** :
 - “certaines commandes du langage de requêtes vont conduire à l'extraction de données recherchées”