

Intelligence artificielle : cours Master 1

Introduction

Camilla Schwind

February 23, 2012

- 1 Organisation
- 2 Qu'est-ce qu'est l'Intelligence Artificielle
 - Agir comme les hommes
 - Penser comme les hommes
 - Penser rationnellement
 - Agir rationnellement
- 3 Histoire de l'IA
 - Préhistoire
 - Historique
- 4 L'IA aujourd'hui

Organisation du cours d'option

- Cours + TD, TP
- Projet
- Examen
- Page web du cours:
*[http : //pageperso.lif.univ – mrs.fr/ ~
camilla.schwind / Master1.html](http://pageperso.lif.univ-mrs.fr/~camilla.schwind/Master1.html)*
- mail: Camilla.Schwind@lif.univ-mrs.fr
- bureau 640, 6^{eme} étage

Bibliographie



Stuart Russell and Peter Norvig.

Intelligence artificielle.

Pearson Education, Paris, France, 2010.

<http://aima.cs.berkeley.edu/>.



Alan M. Turing.

Computing machinery and intelligence.

Mind, 59:433–460, 1950.

Recherche en Intelligence Artificielle

- Revues
 - Artificial Intelligence (bibliothèque de Luminy)
 - Journal of Artificial Intelligence Research (JAIR)
<http://www.jair.org/>
 - Revue d'Intelligence Artificielle <http://ria.revuesonline.com/>
 - 3IA <http://ria.revuesonline.com/>
- Congrès Conférences
 - Intelligence Artificielle fondamentale IAF I3
 - Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle (RFIA)
chaque année, e.g. <http://www.antsearch.univ-tours.fr/rfia2006/user/www/index.php>
 - European Conference on Artificial Intelligence (ECAI)
<http://ecai2006.itc.it/>
 - International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI)
<http://www.ijcai-07.org/>
 - Beaucoup de congrès spécialisés
- Sociétés, associations
 - GDR I3 Information - Interaction - Intelligence

Contenue du cours d'option

- Introduction: Agents rationnels
- Résolution de problèmes
- Inférence
- Représentation de connaissances
- Planification

Définitions de l'IA

- 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. (Marvin Lee Minsky)
- Le but de intelligence artificielle est l'étude de la structure de l'information et de la structure des processus de résolution de problèmes, indépendamment des applications et indépendamment d'une réalisation. (John McCarthy.)
- Une condition essentielle pour agir intelligemment d'une manière générale est la capacité de produire et de manipuler des structures symboliques. (Allen Newell)

Définitions de l'IA : penser

- ① The exciting new effort to make computers **think** ... machines with minds, in the full and literal sense" (Haugeland 1985)
- ② The automation of activities that we associate with human **thinking**, activities such as decision-making, problem solving, learning ... (Bellman, 1978)
- ③ The study of **mental** faculties through the use of computational models (Charniak and McDermott, 1985)
- ④ L'intelligence artificielle est l'étude de méthodes de calcul qui permettent de percevoir, de **raisonner** et d'agir. (Patrick Henry Winston)

Définitions de l'IA : agir

- ① The art of creating machines that perform functions that require intelligence when **performed** by people (Kurzweil, 1990)
- ② The study of how to make computers **do** things at which, at the moment, people are better (Rich and Knight, 1991)
- ③ A field of study that seeks to explain and emulate intelligent behavior in terms of computational **processes** (Schalkoff, 1990)
- ④ The branch of computer science that is concerned with the automation of intelligent **behavior** (Luger and Stubblefield, 1993)

Catégories

Système qui pense comme les hommes	Système qui pense rationnellement
Système qui agit comme les hommes	Système qui agit rationnellement

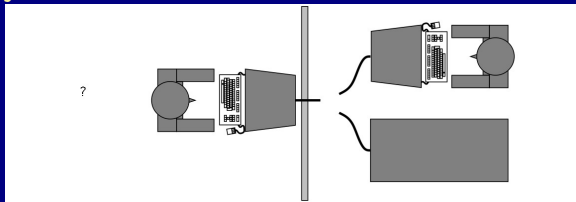
Agir comme un humain: test de Turing (1950)

Turing (1950) "Computing machinery and intelligence"
("Les ordinateurs et l'intelligence", traduit par Patrice Blanchard
1983)

- "Les machines sont-elles capables de raisonner (penser)?"
- "Est-ce que'une machine peut avoir un comportement intelligent?"
- Test : Le jeu de 'imitation

Agir comme un humain: test de Turing (1950)

Test : Le jeu de 'imitation:



“Est-ce que’une machine peut

- Un utilisateur humain ne peut savoir si c’est un humain ou un programme qui répond à une question posée (en écrit).
- On a prédit qu’en 2000, une machine pourrait avoir 30% de chance d’erreur un homme pendant 5 minutes
- Cet argument a anticipé tous les arguments majeurs contre l’IA des 50 années suivantes.

Test de Turing (1950)

Problème

Le test de Turing n'est

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

Test de Turing (1950) caractéristiques du programme:

- Traitement de la langue
 - ⇒ Compréhension de texte (analyse)
 - ⇒ Génération de textes (production)
- Représentation des connaissances
- Raisonnement
- Inférences
- Apprentissage

Conclusions du test de Turing

La question posée par le test de Turing a produit deux 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.

L'approche cognitive

- La révolution “cognitive”
- Requiert une théorie scientifique sur les activités du cerveau
- Problème de validation:
 - Prédire et tester le comportement humain (top-down $\Rightarrow$ Sciences cognitives)
 - Etude de données neurologiques (bottom-up $\Rightarrow$ Neurosciences cognitives)

Les deux approches (Sciences cognitives et Neurosciences cognitives) sont aujourd'hui indépendantes de l'IA

Lois de pensées

Normatif ou prescriptif (non descriptif)

Question d'Aristotle: Qu'est-ce des arguments, pensées, raisonnement correct

Ecoles grecs: développement de notation logiques et de règles de déduction de pensée

Prédécesseurs de l'idée de la mécanisation

Lien directe logique $\longrightarrow$ mathématiques $\longrightarrow$ philosophie $\longrightarrow$ intelligence artificielle

l'idée de la mécanisation (plus tard?)

Problèmes:

Tout comportement intelligent n'est pas véhiculé par le raisonnement?

Quel choix entre "pensées possibles" ?

Réalisations

Construction d'agents intelligents

- Systèmes
- Programmes

Développement

- ⇒ d'approches générales méthodologiques (Compréhension, Apprentissage, ...)
- ⇒ d'applications spécifiques

Dimension de l'intelligence

Raisonnement

Inférences

comportement

Aspects cognitives

Développement de modèles informatiques sur la base de techniques expérimentales psychologiques

Explication et simulation de processus perceptifs et cognitifs sur la base de techniques expérimentales psychologiques

Lien avec les neurosciences

⇒ Neuroinformatique

⇒ Modèles numériques

Motivation:

L'Etude et la simulation de la base biophysique qui réalise l'intelligence conduit à de nouvelles connaissances

Exemple:

Traitement du signal (→ Neurobiologie)

Aspects informatiques

Traitement de l'information "symbolique" comme paradigme du traitement de l'information

- Combinaison d'information
- Solution de problématiques multiniveaux
 - Complexité
 - L'incertain
 - Approche algorithmique non adaptée ou impossible
- Créativité
 - Recherche de solutions en dehors de cadres fixés et d'informations disponibles actuellement
- Encadrer et limiter raisonnablement la recherche de solutions

Approche logistique

Lien avec la logique philosophique

- ⇒ Structures argumentatives
- ⇒ Règles de déduction logique

Production d'un comportement intelligent par

- la modélisation et la représentation des connaissances
 - ⇒ formalisation stricte
 - ⇒ formalisation en logique formelle
- l'inférence et la déduction de connaissances
 - ⇒ règles logiques
 - ⇒ réalisation pratique

Les bases historiques de l'IA

La **philosophie**, les **mathématiques**, la **psychologie**, la **linguistique** et l'**informatique** sont toutes des disciplines qui, depuis leurs débuts, ont

- posé les mêmes questions que l'IA
- développé des méthodes pour l'IA
- produit des résultats pour l'IA

Les bases

450 A.C. **Plato, Socrate, Aristote**, grecs

Socrate: Que caractérise le Bien?

Aristote: Quelles lois dirigent l'intelligence/raison?

800 P.C. **Al Chwarizmi**, Arabien

1300 **Raymundus Lullus**: Ars Magna

1596-1650 **René Descartes**: Raison = Système physical
libre volonté, dualisme

1623-1662 **Blaise Pascal, Wilhelm Schickard**
Machines pour additionner

1646-1716 **Gottfried Wilhelm Leibniz**
Matérialisme, reprend l'idée de la *ars Magna* pour construire
une machine pour la simulation de l'intelligence humaine

Les bases

1561-1626 **Francis Bacon**, *Empirisme*

1632-1704 **John Locke**, *Empirisme*

“Nihil est in intellectu quod non antefuerat in sensu.”

1711-1776 **David Hume**, *Induction*

1724-1804 **Immanuel Kant** *“Der Verstand schöpft seine Gesetze nicht aus der Natur, sondern schreibt sie dieser vor. ”*

“La raison ne trouve pas ses lois dans la nature, mais les impose à celle-ci. ”

1805 **Joseph-Marie Jacquard** Métier à tisser

1815-1864 **George Boole**

Langage formel,

Logique comme discipline **mathématique**

Les bases

1792-1871 **Charles Babbage**

Difference Engine: Calcul des tables de logarithmes *Machine analytique*: Machine à calcul qui dispose déjà (1) mémoire addressable; (2) branchements conditionnés; (3) mémoire de programmes

1792-1871 **Gottlob Frege**

“Begriffsschrift” Notation 2-dimensionnelle pour la logique des prédicats du premier ordre

1862-1943 **David Hilbert**

1900: 23 problèmes

23. problème: Entscheidungsprobleme (problème de décision)

1872-1970 **Bertrand Russel**

1910: Principia Mathematica

Positivisme logique, groupe de Vienne (1920-1940)

1902-1983 **Alfred Tarski**

Wahrheitsbegriff in den formalisierten Sprachen, 1936

Les bases

1906-1978 **Kurt Gödel**

Théorèmes de complétude et d'incomplétude, 1930/31

1912-1954 **Alan Turing**

Machine de Turing 1936 Calculabilité

1903-1995 **Alonzo Church**

λ -calcul, thèse de Church

1940 Premier ordinateur "Heath Robinson" pour déchiffrer les codes des Allemands (Turing),

1943 Collossus

1941 Premier ordinateur librement programmable: Z3 de Konrad Zuse ($\prec$ musée)

arithmétique de ponts flottant,

1945 Plankalkül: premier langage de programmation évolué

1940-1945 **Howard Aiken** développe MARK I, II, III

ENIAC: premier ordinateur électronique

1952 IBM 701, premier ordinateur commercial

50 ans d'Intelligence Artificielle (1)

1956 **Dartmouth** Workshop - **John McCarthy** propose le terme *Artificial Intelligence* - l'enthousiasme:

“Je ne voudrais pas vous surprendre ou 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 jusqu'à ce que - dans un future proche - la difficulté des problèmes qu'elles savent traiter sera comparable à la difficulté des problèmes auquel l'esprit humain s'est appliqué. (Herbert Simon, 1957)

1960 - Un comportement “intelligent” devient réalité dans beaucoup de systèmes (Micromondes)

50 ans d'Intelligence Artificielle (2)

1970 - Problèmes :

- Les Micromonde restent des micromondes et n'évoluent pas vers de applications réelles
- Un comportement "intelligent" a besoin de beaucoup de connaissances $\sim >$ systèmes basés sur la connaissance

1980 - Succès commercial des systèmes experts, soutien intensif de la recherche (Fifth generation project, Japon), Machines LISP, retour des réseaux neuronaux

fin - 1980 Les années noirs

1990 - Arrivée des méthodes probabilistes, formalisation et mathématisation des techniques de l'IA. Vision "agent"

Traduction automatique: Quelques perles

é La phrase

(1) *L'esprit est fort mais la chair est faible*
a été traduit en

(1') *The vodka is good but the meat is rotten*

La phrase

(2) *La langue est le véhicicule de la pensée*
a été traduit en

(2') *The tongue is the car of the pansy.*

(Die Zunge ist das Fahrzeug des Stiefmütterchens)

Historique

Les principaux langages de l'intelligence artificielle:

- Lisp (1960, J. McCarthy)
- Prolog (1973, A. Colmerauer), Prolog avec contraintes
- SmallTalk (1972, A. Kay)
- JAVA (1994), C++, Scheme ...

Historique

1943 **McCulloch and W. Pitts**

- La physiologie et la fonction des neurones dans le cerveau
- La logique propositionnelle (Russell/Whitehead)
- La théorie de la calculabilité (Turing)

Ils construisent un modèle abstrait composé de neurones en réseau et ils démontrent:

- Toute fonction calculable peut être calculée avec ce modèle
- Les connecteurs logiques propositionnels peuvent être implantés par des réseaux très simples

1951 **Marvin Minsky et Paul Edwards** construisent le premier ordinateur basé sur les réseaux neuronaux

1952 **A. Samuel** développe un programme pour jouer à un jeu qui "apprend" (qui améliore ses performances de jeu).

Historique

1956 Workshop (de deux semaines) à Dartmouth (McCarthy, Minsky, Shannon, Rochester). Discussion des relations entre *la théorie des automates, les réseaux neuronaux et la recherche sur l'intelligence*

Newell et Simon présentent un programme: LT (Logical Theorist). LT prouve des théorèmes de PRINCIPIA MATHEMATICA

Le nom **Artificial Intelligence** est créé.

GPS (General Problem Solver) de Newell/Simon est la suite de LT.

Historique

1958 L'intelligence artificielle est née. John McCarthy développe (au MIT)

- **Lisp**
- **Time Sharing**
- **Programmes avec sens commun.**

Advice-Taker: programme hypothétique, qu'on peut considérer comme le premier système complet IA. Il utilise non seulement des connaissances spécifiques de domaine, mais des connaissances générales sur le monde.

1959 **H. Gelernter** développe un démonstrateur pour la Géométrie

1960-1966 Représentation des connaissances et inférences en logique formelle (Méthode de la résolution **Robinson**)
Plannificateur de **Green** Shakey
Arrivée des Micro-Mondes

Et aujourd'hui?

- Beaucoup de paradigmes qui co-existent
 - réactifs vs. délibérés (robotique)
 - probabilistes vs. analytiques
 - souvent hybrides
- Beaucoup de méthodes (en partie venant d'autres disciplines)
 - logiques, algorithmiques, ...
- Beaucoup d'approches
 - théoriques, expérimental-algorithmiques, orientés systèmes
- Beaucoup de méthodes qui fonctionnent ne sont plus considérés aujourd'hui comme des méthodes IA. Ex: Echecs, programmation logique (PROLOG), méthodes de recherche

Etat de l'art

Qu'est -ce qu'on sait faire aujourd'hui?

- Jouer convenablement une partie de Ping Pong
- Conduire en sécurité : route de montagne
- Conduire en sécurité : Boulevard Michelet
- Faire des courses sur le Web
- Faire des courses au Supermarché
- Jouer aux réussites
- Découvrir et prouver un nouveau théorème mathématique
- Ranger la maison

- Concevoir mener un programme de recherche en biologie moléculaire
- Écrire une histoire drôle
- Activité de consultant juridique dans un domaine spécialisé
- Traduire du français parlé en allemand parlé en temps réel
- Discuter avec une personne pendant une heure
- Faire une opération chirurgicale complexe
- Décharger le lave-vaisselle et ranger tout

Un champ pluri-disciplinaire

- Informatique (systèmes, codage, ...)
- Linguistique (syntaxe, sémantique, pragmatique, ...)
- Psychologie (intelligence humaine, animale, ...)
- Sciences cognitives
- Théorie des jeux $\sim$ théorie de la décision
- Logique
- Philosophie
- Neurosciences
- ...

Contenue du cours

- Agents intelligents
- Résolution de problèmes par exploration
- Représentation et modélisation des connaissances
- Logique et démonstration automatique
- Actions et planification