

Histoire et survol : informatique, sciences cognitives, intelligence artificielle

Introduction

Connais-toi toi-même (Socrate)

Alors qu'on va sur la lune, qu'on photographie Mars, on ne sait pas encore comment fonctionne la pensée humaine.

Préciser le sujet

Regards sur les lois de la pensée.

Le but est d'automatiser la pensée.

Comprendre les mécanismes qui sont derrière la pensée.

Enoncer des faits

Pour que le discours de ce cours reste plaisant, je vais seulement énoncer des faits !

A vous de participer aussi !

A vous de compléter cet exposé en rajoutant des considérations.

Les balbutiements

Magie

La magie peut être autre chose qu'une gesticulation et un début de relation causale à la nature.

Elle peut être basée sur une observation des prémisses.

La mise en place de règles sociales (tabous) :

Exemple de la montée dans l'alpage.

Panini Sanskrit

Les premières règles

Appliquées au domaine de la médecine : Comment soigner un patient ?

Mécanismes

Les premiers mécanismes en Grèce dans les temples.

Quand on allume un feu à la déesse ça fait couler l'eau !

Début de la causalité

Mécanè = subterfuge : Il conserve un aspect magique.

La vapeur repousse l'eau, qui se met à couler.

Jacques de Vaucauson (Ingénieur français 1709 - 1782)

De façon générale il crée des automates

Joueur de flûte traversière.

En particulier le canard (qui défèque et soulève une polémique).

Son but : Il fait un travail de modélisation

Son but est que ses " Physiologies artificielles " expliquent le vivant en reproduisant le naturel en mettant en œuvre les mêmes mécanismes que dans la nature.

Peur et fascination

Peur et fascination pour les automates de la part des humains et des animaux

La machine à calculer de Blaise Pascal

Elle faisait seulement les additions

Ceci a amené Pascal à réfléchir sur l'automatisation de la pensée

Le métier à tisser de Jacquard

Il lisait des cartes perforées

Derrière cette démarche, la notion de programmation

Les précurseurs de l'I.A.

Aristote distingue trois âmes :

L'âme nutritive (Les plantes)

(que dans ce cours je qualifie de végétatif, et que j'appelle soma – le corps).

Elle assure la subsistance du corps grâce aux fonctions biologiques végétatives comme la respiration, la circulation sanguine et la digestion, dont elle assure la régulation.

La notion de régularisation est importante, car, ici elle assure la séparabilité des niveaux. (Ailleurs, c'est la séparation des tâches).

L'âme sensitive (des animaux)

(Selon Aristote les animaux possèdent seulement une âme sensitive).

En provenance des organes des sens, elle reçoit des perceptions du monde extérieur et réagit immédiatement.
Ce sont les agents réactifs des systèmes multi-agents (Jacques Ferber)

Perception :

Le monde nous est donné immédiatement par un flux de sensation que nous percevons : C'est le monde sensible.

Représentation :

Nous construisons en suite des représentation.

Toute proposition est d'ordre prédicatif.

'A' est 'B'.

La copule 'est' constitue la jonction nécessaire qui permet de conclure, depuis une proposition initiale 'A', jusqu'à une conclusion 'B', grâce à une mineure.

Décision

L'âme sensitive réagit immédiatement.

Avec les SMA, ceci s'implémente au moyen d'une table.

L'âme intellectuelle ou délibérative qui raisonne

Elle raisonne calcule et choisit, au terme d'une délibération, une action destinée à l'accomplissement de sa volonté.

Décision

Au moyen des re-présentations, nous nous remémorons le monde.

La pensée opère sur ces représentations.

Action

Implicitement, l'action n'est pas à court terme. Elle est séquentielle.

On retrouve l'aspect finaliste, orienté vers un but, de l'I.A..

Le syllogisme

Tous les hommes sont mortels.

Socrate est un homme.

Donc Socrate est mortel.

L'école de Port-Royal

Les philosophes puis les grammairiens analyse la rhétorique des discours, et posent les premières bases de la logique.

Dans 'Le bourgeois gentilhomme' de Molière, M. Jourdain fait de la rhétorique.

Leibniz Gottfried Wilhelm (1646-1712)

Mettre en place un langage formel.

Invention du calcul binaire.

Essais sur le raisonnement humain.

Les machines (différentielle et analytique) de Babbage (1830)

Il s'agit encore d'une machine mécanique.

Ada van Lovelace et la notion de sous-programme.

1854 Boole : An investigation into the laws of thought.

Mathématiques pures : Algèbre de Boole

ET OU PAS : les premières fonctions logiques

L'ensemble $\{v, f\}$ muni des lois ET OU PAS possède une structure d'algèbre.

JEVON : Le piano logique

Il implémente un mécanisme pour simuler les raisonnements logiques.

Augustus De Morgan

La loi de De Morgan. $\neg a \text{ OU } \neg b = \neg (a \text{ ET } b)$

Frege : logique syntax der sprache (1880)

Séparation de la philosophie en deux directions : Logique et logistique

Hilbert et la crise des mathématiques (1910)*Les paradoxes :*

Le barbier de Séville : Il rase tous les hommes de la ville qui ne se rasent pas eux-mêmes. Qui rase le barbier ?

L'ensemble des ensembles qui ne se contiennent pas eux-mêmes peut-il se contenir lui-même

Donc Hilbert appelle à une refondation, et surtout une reformalisation

Ainsi arrive « De principia Mathematica » de Russel et Whitehead.

Les deux théorèmes de Goëdel*Le théorème de complétude :*

Tout ce qui se démontre syntaxiquement se démontre sémantiquement

Le théorème d'incomplétude :

Toute axiomatique qui contient la théorie arithmétique est incomplète (contient des théorèmes indécidables (qui ne peuvent pas être démontrés ou infirmés en temps fini).

Application au raisonnement humain

Ce qui, pour les plus pessimistes, soulève la question : Un humain peut-il raisonner sur lui-même ?

Ce qui incite d'autres à créer d'autres logiques qui n'intègrent plus l'axiome du tiers-exclu (Logique intuitioniste de Brouwer et Heyting).

La machine de Turing*Machine universelle***Perception : Senseurs**

Elle comporte une instruction de lecture.

Décision : Table

Simplement par la lecture d'une table.

Action : Effecteurs

Elle comporte une instruction d'écriture.

*Qui mécanise le raisonnement**Application : Pendant la guerre*

ACE, Colossus cassent le code secret de la machine à roues 'Enigma' du chiffre allemand.

Le mémoire de master de Claude Shannon*Implémentation électronique des fonctions logiques*

Le plus dur c'est d'avoir l'idée de passer d'une implémentation mécanique à une implémentation électrique.

Note accessoire :

Théorème de l'échantillonnage.

Temps modernesAspect technologique*Les calculateurs analogiques*

La règle à calcul (logarithme).

La méthode des aires pour calculer un produit.

Le calcul à diodes(logarithme).

*Les premier calculateurs symboliques***A relais**

Mark 1 de Howard Aiken.

*Après la guerre, les premier ordinateurs à lampes***ENIAC, Pour calculer des tables de tir**

Souvent le progrès technique est venu des applications militaires.

John von Neumann (1903-1957)

Il introduit la structure binaire de l'ordinateur

Note accessoire : Recruté par les américains pour étudier la propagation des ondes de choc dans la bombe atomique, il contribue aussi à faire avancer la technique mathématique de 'modélisation par éléments finis'.

Après la guerre, les premier ordinateurs à transistors (16 dec 1947)

Bardeen, Brattain, Schokley.

1959-1960 Texas instrument invente le procédé planar :

C'est la naissance du circuit intégré

*1970 Naissance du microprocesseur***Inventé par hasard.**

Le contrat entre la société Busicom et Intel

Gordon Moore : la loi de Moore,

Doublement de la densité d'intégration des CI tous les 18-24 mois.

Aujourd'hui, cette loi demeure valable.

1956 Dartmouth college fondation de l'I.A.*Simon Newel, MacCarthy, Minsky, Papert.***Simon**

Deux prix Nobel

Newel

Knowledge level

MacCarthy

Lisp, circonscription, Qualification pb.

Minsky & Papert

Démolir le perceptron multicouche (ou exclusif)

Papert

Logo

Paradoxe de la démonstration automatique de théorèmes

Elle paraît difficile pour l'homme mais est facile avec l'ordinateur. Elle contribue ainsi à donner une aura à l'I.A., qui suscite des espoirs irréalistes qui seront donc déçus.

Annonce qu'un ordinateur battra tout le monde aux échecs avant 10 ans.

Dans l'enthousiasme des débuts, les pionniers de l'I.A. avaient sous estimé la complexité de l'esprit humain.

Une période de désillusion a donc suivi.

Ca a été aussi mon cas.

Mais les tenaces ont continué : Jeu d'échec, de Go, Jacques Pitrat.

Moi aussi, j'ai repris espoir.

Traitement du langage naturel*Guerre froide : NSA : Importance de la traduction automatique**Memorandum Weavers**Bar-Hillel (linguiste) : Echec de la traduction automatique*

Time flies like an arrow.

L'esprit est fort, mais la chair est faible → L'alcool est fort mais la viande est avariée.

Le chef cuisine le maquereau sur le piano.

Le garagiste marche à côté de ses pompes.

Dans la plaine les blés ondulaient. (ont du lait).

Noam Chomsky : Le langage est structuré

Grammaire générative.

Analyse syntaxique d'une phrase

Eliza de Weizenbaum :

Réponse à des mots clés (psychanalyse Rogérienne)

1970 ? SHRDLU de Terry Winograd :

Analyse et compréhension de phrase.

1973 ? Margie de Schank :

La théorie de la dépendance conceptuelle.

Compréhension du récit, analyse du discours

Gérard Sabah, Hans Kamp

Traitement de corpus – shallow parsing

Grande quantité de données.

Analyse syntaxique superficielle

(analyse sémantique sur Internet)

Mes centres d'intérêt

Simulation de folk psychology avec des verbes d'action dans un univers de conteneurs

Emergence de concepts, de verbe d'action dans un univers de vie artificielle.

Sémantique de l'action, avant la sémantique dénotationnelle.

Langage de programmation*Après la guerre*

Fonction câblée.

Pas de système d'exploitation.

1956 Fortran : John Backus

A propos de son travail sur le compilateur Fortran, il explique :

" Ce fut une des périodes les plus excitantes de notre vie. Nous étions parfois stupéfaits des optimisations qu'il utilisait et auxquelles nous n'avions pas pensé ".

L'expérience de Bruno qui avait essayé d'optimiser une multiplication en assembleur.

Mon expérience quand je faisais une erreur dans un algorithme génétique.

1959-1960 Lisp - Langage d'un autre type : Le traitement de listes

Plutôt que de traiter des nombres ou de la logique, on traite des listes, qui sont adaptées au traitement des prédicats et du langage.

Les systèmes experts accélèrent la vitesse de développement

Le moteur d'inférence est universel

La base de règle est dédiée au domaine

La base de faits est dédiée à l'objet à expertiser.

La programmation structurée

On se donne un contexte local pour plus de fiabilité.

Structure d'arbre plutôt que graphe.

*La programmation objet :***Décentralisation**

Le code est décentralisé au niveau des objets.

Héritage

Les objets sont classés dans des taxinomies et héritent de propriétés.

Systemes multi-agents

Inspirés des insectes sociaux (fourmis, termites).

Optimisation : Une autre démarche.

Ne pas chercher la perfection.

Démarche pragmatique : Trouver quelque chose qui marche.

Retour des machines virtuelles : Java

Plus grande souplesse de la machine virtuelle : portabilité.

Ralentissement de l'exécution → Puissance de la machine.

Accélération du développement.

Réseaux de neurones :

Démarche bionique, proche de la réalité neurologique du cerveau.

Réseaux de neurones linéaires : Le perceptron multicouche de Rosembat.

Papert et Minsky démontrent que même si on ajoute des couches, on n'augmente pas sa puissance (pb avec le OU EX).

Fonction de transfert non linéaire : Hopfield et Hebb?

Le principe de fonctionnement est basé sur la rétropropagation de gradient(Yan Lecun)

Exemple spectaculaire : Application à la reconnaissance manuscrite de caractères (La poste).

Ici, le traitement de l'information est non centralisé et non-symbolique.

Neuropsychologie

Mettre en rapport les régions du cerveau et les facultés mentales.

L'erreur de la phrénologie

Il faut donc garder à l'esprit que pendant des années ces gens se sont fourvoyés.

A rapprocher du fait qu'il y a eu, à la Philotechnique, des cours d'astrologie.

Traumatologie

Étude des déficiences cognitives provoquées par accident ou pathologie.

Zone de Broca

En 1861, Paul Broca autopsie le cerveau de M. Leborgne, qui souffrait d'aphasie (tan tan), et décrit la zone qui porte son nom.

Zone de Wernicke

Carl Wernicke, 1874, par le même procédé, met en évidence une autre zone, responsable d'une aphasie en " salade de mots ".

Antonio Damasio et l'aire préfrontale du cerveau

Phinéas Gage, en 1848, a le crâne perforé par une barre de fer. Il conserve ses facultés cognitives, mais devient inconséquent (incapable de se projeter dans le futur).

Planter d'électrodes

Accès au fonctionnement dynamique.

EEG et MEG

Encéphalographie (Électrique et magnétique).

TEP

Tomographie par émission de positons.

Dans le sang, des produit radio-actifs de courte durée.

Émission de positons, qui se désintègrent par émission de deux photons détectés.

RMN

Résonance magnétique nucléaire du fer dans le sang % oxygène dans le sang, marqueur de l'activité neuronale.

Aspect philosophique des sciences cognitives

Dans les sciences cognitives, et de façon plus générale dans tous les domaines de création, si le spécialiste garde le nez sur le guidon, il passe à côté de solutions atypiques. Ainsi il devient nécessaire de garder l'esprit ouvert au moyen de différentes solutions : discussions avec des gens travaillant sur un autre domaine, référence à une bonne culture générale, ouverture d'esprit, démarchage d'adaptation transversale. Ceci explique pourquoi les sciences cognitives se sont enrichies de démarches empruntées aux autres disciplines : maths, linguistique, psychologie et surtout philosophie.

Séparation d'avec sa mère

Au début l'enfant est fusionnel avec sa mère.

Il ne sait pas où finit son corps et où commence celui de sa mère.

Il doit donc construire son moi.

Peur de l'animé

Très visible chez l'enfant et l'animal.

Peur de la représentation (comme auparavant notamment dans le sacré).

Peur des représentations (Tom qui a peur d'une image, peur d'un masque).

Les rapports entre le sacré et la peinture (il Bragetone, Courbet).

On a retrouvé cette peur en I.A.. Pour certains iconoclastes, il est impossible de faire penser les ordinateurs.

Absence de la notion de conservation de la quantité (du volume)

Quand on verse un liquide dans un verre de faible section, le niveau monte plus haut, l'enfant croit qu'il y en a plus.

Quand on sépare plus les objets étalés par terre, l'enfant croit qu'il y en a plus.

Ma façon de présenter un morceau de fromage à Fleur : Sur la tranche (fine), ou de face.

Les réseaux sémantiques (Quillian)

Il nous faut un psychologue pour trouver d'autres représentations de la connaissance.

Une représentation de la connaissance sous forme de réseau, enrichie de lien AKO et ISA (a kind of et is a).

Le problème de l'inscrutabilité de l'identité radicale (qualification problem)

Un chat est vu différemment par : une vieille dame, un cycliste, une souris.

L'eau est vue différemment par : un chimiste, un chat, un plombier, un chameau et un ivrogne.

Approche comportementaliste (behavior)

AFD, pas de variable locale, personnalité = Σ comportements

Approche fonctionnalisme :

Il faut des états internes.

Le langage de la pensée (Fodor)

Three kinds of intentional psychologies (Dennett)

Approche matérialiste (monisme matérialiste)

Tout n'est que matière et rien n'existe indépendamment de la matière.

Approche dualiste : La matière et l'esprit

Le traitement de l'information est bien une opération immatérielle.

Support d'information

Je fabrique une bascule bistable en pliant un ticket de métro.

En le faisant basculer d'une position à une autre je mémorise une info binaire élémentaire.

Quand il commute sa quantité d'énergie reste la même, pourtant l'information est différente.

Séparabilité en couches

Nécessité de séparer en couches pour des raisons d'explosion combinatoire.

Et si ces couches étaient stables (auto-régulées).

Le problème de l'épaisseur ontologique des êtres

Les problèmes de duplication :

Les instances d'un objet et les avatars de personnages

Principe d'économie du rasoir de Guillaume d'Occam :

Entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem

Les problèmes d'intentionnalité

Une définition de l'intentionnalité :

C'est le fait d'être à propos, pour de la matière : Un simple lien fonctionnel : trace de, partie de, reste de.

Une définition de l'intentionnalité :

C'est le fait d'être à propos, pour de l'information : Je sais que Jim chante.

Les attitudes propositionnelles (et leur forme enchâssée) :

Sait que, pense que, dit que, crois que ...

Mon positionnement personnel

1978 : Jeu du Master Mind avec Ghislaine Hirigoyen.

1979 : La machine de Wilkes au CIEFOP

1983 : Option I.A.

1993 : je cesse de travailler sur l'I.A. pour le graphisme et les interprètes.

2002 : je cesse de travailler sur les interprètes et m'inscris à Paris 8.

2003 : DEA, encore sur la sémantique symbolique.

2004 : Thèse, je passe au sub-symbolique, et c'est une simplification très riche.