

ÉTAT DE L'ART IA

intelligence artificielle

Véronique Barthelemy-Pelletier
veronique.pelletier@adeli.org

@ADELI_IT

Résumé :

Cet article retranscrit la conférence de Henri Prade du 8 mars 2018 à Cabourg lors des journées Intelligence artificielle et intelligence collective d'ADELI.

Mots-clés :

IA, IC, 40 ans, État de l'art de l'IA



L'intelligence artificielle possède un large scope. L'état de l'art de l'intelligence artificielle fait remonter à plusieurs siècles en arrière l'étude de la pensée symbolique, et même à l'antiquité avec Aristote. La philosophie et les mathématiques ne sont jamais loin...

40 ANS D'ADELI – HENRI PRADE



ADELI a fêté ses 40 ans à Cabourg les 8 et 9 mars 2018 sur l'intelligence artificielle et l'intelligence collective.

Henri Prade est directeur de recherche au CNRS.

Il travaille à l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT) depuis plusieurs décennies sur la représentation de l'information et le raisonnement en présence d'incertitude, d'incohérence ou d'information manquante, contribuant notamment à développer la théorie des possibilités, un maillon manquant entre logique et probabilités, ainsi qu'à proposer une nouvelle approche du raisonnement analogique.

Henri Prade nous a présenté rapidement l'état de l'art de l'intelligence artificielle.

Intelligence humaine

L'intelligence humaine est :

- « réactive », on est capable d'évaluer, de reconnaître des situations déjà rencontrées (tâches quotidiennes, tâches expertes) ;
- « réflexive », on est capable d'appréhender des situations nouvelles (raisonnement explicite).



BRÈVE HISTOIRE DE L'IA

Thomas Hobbes

Thomas Hobbes (1588-1679) est un philosophe anglais qui décrit dans son livre « De Corpore », en 1655 le calcul symbolique de la pensée.

« *Per ratiocinationem autem intelligo computationem.* »
« *Par raisonnement, j'entends un calcul.* »

Calculer, c'est ou bien composer la somme totale de plusieurs choses ajoutées les unes aux autres, ou bien une chose étant soustraite à une autre, connaître ce qui reste.

Raisonner est donc la même chose qu'additionner ou soustraire. [...]

On ne doit donc pas penser que calculer, c'est-à-dire raisonner, est seulement affaire de nombres, car grandeurs, ensembles, mouvements, temps, degrés d'une qualité, actions, concepts, proportions, paroles et noms sont sujets à être additionnés et soustraits. »

Quelques précurseurs

Voici quelques précurseurs de l'IA :

- **George Boole** (1815 – 1864) 1854: An Investigation of The Laws of Thought on which are Founded The Mathematical Theories of Logic and Probabilities.
- **Warren McCulloch** (1898-1969) et **Walter Pitts** (1923-1969) neurophysiologie 1943 « A logical calculus of ideas immanent in nervous activity » modélisation du neurone
- **Norbert Wiener** (1894-1964) cybernétique
information, interactions entre parties d'un système, rétroaction, perspective interdisciplinaire

1950 – Peut-on construire des machines à penser ?

Alan Turing (1912-1954) a défini les fonctions calculables.

- 1948 : « Intelligent machinery »
- 1950 : « Computing machinery and intelligence »
- 1956 : « Can a machine think ? » – Est-ce qu'une machine peut penser ?

Claude Shannon (1916-2001) a défini la théorie de l'information.

- 1950 : « *Programming a computer for playing chess.* » - Il a écrit un programme pour jouer aux échecs.

Lotfi Zadeh (1921-2017) a défini la logique floue.

- 1950 : « *Thinking machines - a new field in electrical engineering* » – les machines à penser, un nouveau champ de l'ingénierie électrique.

La naissance officielle de l'IA

La naissance officielle de l'intelligence artificielle se passe aux États-Unis !

Les mathématiciens **John McCarthy** (1927-2011), **Marvin Minsky** (1927-2016), **Nathaniel Rochester** (1919-2001) et l'ingénieur électronique **Claude Shannon** ont proposé un projet de recherche sur l'intelligence artificielle au Dartmouth college durant l'été 1955.

1955: "A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence" – Proposition de **Nathaniel Rochester**



Le premier ordinateur commercial IBM 701 sort en 1952.

Il y eut une série de rencontres pendant l'été 1956 avec six autres participants :

2 psychologues :

- **Alan Newell** (1927-1992) ;
- **Herbert Simon** (1916-2001).

Voici quelques dates à retenir :

- 1956 1er programme d'ordinateur capable de démontrer des théorèmes en logique
- 1959 General Problem Solver (GPS), résoud des problèmes à partir d'une analyse « moyens – buts » :
 - **Oliver Selfridge** (1926-2008), reconnaissance des formes
 - **Arthur Samuel** (1901-1990), pionnier des programmes de jeux de dames et d'échec ;
- 1959 programme basé sur des idées d'apprentissage, capable de gagner contre de bons joueurs :
 - **Ray Solomonoff** (1926-2009), apprentissage probabiliste
 - **Trenchard More**, déduction logique

OBJET ET PROBLÉMATIQUES DE L'IA

L'ambition de l'IA, c'est de faire ce que fait le cerveau humain... c'est-à-dire, rendre la machine capable :

- de reconnaître, d'identifier ;
- de raisonner sur une situation statique ou dynamique ;
- de résoudre des problèmes combinatoires ;
- de faire un diagnostic ;
- de proposer une décision, un plan d'action ;
- d'expliquer, de communiquer les conclusions obtenues ;
- de comprendre un texte, un dialogue en langage naturel ;
- d'acquérir de l'information, de la résumer ;
- d'apprendre, de découvrir
 - ➔ méthodes génériques susceptibles de s'adapter à de larges classes de situations,
 - ➔ en maîtrisant la complexité calculatoire,
 - ➔ IA ou traitement avancé de l'information ?

Principaux paradigmes

Les principaux paradigmes de l'IA sont les suivants :

- représentation des connaissances ;
- formalisation des raisonnements et des décisions ;
- algorithmes généraux de résolution de problèmes ;
- apprentissage ;
- intelligence artificielle collective.

IA « sans représentation immédiatement intelligible », sans raisonnement articulé à partir de prémisses :

- Reconnaissances des formes

Frank Rosenblatt (1928 -1971)

Perceptron : une unité élémentaire de l'information perçue à base de réseaux de neurones artificiels dès 1959, reconnaissance de situations, classification

- Intelligence réactive « sensori-motrice », émergence de comportements « intelligents » collectifs

On peut énumérer quelques éléments de la représentation des connaissances :

- des connaissances génériques et des informations factuelles ;
- des informations incertaines ;
- des relations d'indépendance ;
- des informations temporelles ;
- des liens taxonomiques ;
- ...

Il existe des cadres structurés symboliques :

- expressions en logique classique ou non-classiques ;
- représentations graphiques :
 - réseaux bayésiens ,
 - « ontologies » liens entre concepts d'un domaine.

Besoin de raisonner sur la base d'informations incomplètes, incertaines, vagues ou incohérentes.

- différentes propositions de nouveaux calculs logiques ;
- excèdent les capacités :
 - de la logique classique (liée aux fondements des mathématiques) ;
 - de la théorie des probabilités (imparfaite pour traiter des informations incomplètes).

Les raisonnements

Raisonnement (non-monotone) tolérant les exceptions, en présence d'informations incomplètes

Raisonnement avec des connaissances contradictoires :

- Peser le pour et le contre :
l'argumentation formelle ;
- La fusion d'informations conflictuelles :
extraction d'un ensemble cohérent maximal d'informations.

Raisonnement directement à partir de données :

- raisonnement à partir de cas ;
- raisonnement par analogie ;
- interpolation, extrapolation.

Algorithmes généraux de résolution de problèmes

Voici quelques algorithmes généraux de résolution de problèmes :

- recherche heuristiquement ordonnée, décomposition de problèmes en graphes de sous-problèmes ;
- problèmes de satisfaction de contraintes ;
- algorithmes efficaces pour l'inférence en logique classique ;
- déduction en logiques non-classiques : traduction en problèmes d'inférence classique.

Apprentissage

L'apprentissage est un processus très important aujourd'hui en IA :

- à partir d'ensembles d'exemples (et de contre-exemples) ;
 - classification,
 - régression (synthétiser une relation fonctionnelle),



- induction de lois générales, conceptualisation,
- regroupement de données similaires (« clustering ») ;
- apprentissage par renforcement ;
- découverte de régularités dans des bases de données ;
- recherche d'informations remarquables (fouille de données).

Intelligence artificielle collective

L'intelligence artificielle collective est encore appelée « Systèmes multi-agents » :

- coopération d'agents humains ou artificiels, « agent BDI » (Belief, Desire, Intention), situations de dialogue, où chaque agent ne dispose pas des mêmes informations, ne poursuit pas les mêmes buts,
 - « deviner » les intentions de l'autre,
 - modèles d'organisation pour la réalisation de tâches collectives,
- émergence de fonctions collectives à partir de comportements élémentaires.

APPLICATIONS, QUESTIONS SOULEVÉES PAR L'IA

Nombreux domaines d'application de l'IA

Il existe de nombreux domaines d'application de l'IA, souvent avec d'autres disciplines informatiques :

- systèmes experts: règles « si ... alors... » ;
- robotique : construction de plans et suivi d'exécution, décision de la route à suivre (milieu hostile ou mal connu) ;
- organisation dynamique de flotte de transports ;
- systèmes d'aide au diagnostic ;
- suivre, interpréter des situations de surveillance :
 - lieux publics,
 - lieux équipés pour personnes âgées,
- systèmes pour mieux appréhender des situations militaires ;
- modélisation qualitative du vivant cellule, écosystème.

Jeux / Activités ludiques / Accompagnement

Programmes

Des programmes sont capables de :

- jouer aux dames, aux échecs, au go ;
- explorer de gigantesques espaces combinatoires, « Deep Blue » 1997 ;
- jeu de go « apprentissage profond », « AlphaGo », en 2016 ;
- jeux vidéos.

« Robots de compagnie »

Les robots de compagnie sont capables de :

- surveiller l'environnement ;
- venir en aide à des personnes seules ;
- reconnaître ou exprimer des émotions ;
- de tenir des semblants de conversation avec elles.

Commerce électronique

Les systèmes de recommandation (films, livres, ...) sont :

- enseignement assisté par ordinateur ;
- recherche d'informations sur la toile ;
- traitement d'informations en langue naturelle ;
- recueil et analyse d'arguments.

Contraintes / apprentissage / optimisation

Il s'agit du versant algorithmique de l'IA :

- systèmes d'exploitation de contraintes ;
- systèmes de choix interactif de contraintes réalisables ;
- systèmes d'aide au design ;
- systèmes d'aide à la créativité ;
- applications à la bio-informatique :
 - génomique,
 - modélisation interactions biologiques ;
- applications au traitement d'images :
 - catégorisation, recherche, ...
 - transformer votre photo à la manière de ...

Des tâches inaccessibles à la machine ?

Une machine peut examiner de manière critique son fonctionnement en vue de l'améliorer... une forme d'introspection !

Une machine peut reconnaître des émotions humaines, les prendre en compte, les simuler, ... mais les ressentir ?

Une machine peut écrire de la littérature, peindre, ... reconnaître un Mondrian, « créer » un Mondrian,

Une machine peut-elle comprendre l'humour, rire ?

Une machine peut-elle résumer un texte ?

Répondre à des questions dont la réponse n'est pas sur le Web ?

Quelques grands challenges théoriques ouverts

Les points suivants représentent les grands challenges théoriques ouverts :

- doter les systèmes d'apprentissage de capacité d'explication ;
- interfacier les représentations numériques avec des représentations qualitatives ;
- raisonner avec, sur des données et des connaissances ;
- intégrer différents types de raisonnement.

Conséquences pour l'utilisateur

Les conséquences, pour l'utilisateur sont les suivantes :

- confronté à l'accessibilité d'une masse d'informations sans cesse plus grande qui le sature ;
- « aidé » par des substituts décisionnels qui s'efforcent d'exploiter pour lui cette information ;

- par exemple à partir d'une liste exhaustive de restaurants, proposer des choix présumés pertinents pour l'utilisateur à partir du profil que le système a pu constituer de l'utilisateur.

Métaphore de la carte et du territoire

Il existe peut-être un danger, à terme, que des intelligences artificielles, viennent progressivement dans le quotidien se substituer partiellement à la pensée, l'homme se comportant alors comme une machine de plus en plus purement réactive.

Jusqu'à présent, l'utilisateur sur une question donnée avait l'obligation de se constituer sa propre carte du territoire même si elle était imprécise et très incomplète. Il y avait apprentissage et conceptualisation de sa part. Maintenant, on tend peut-être à lui donner (au mieux) de bons itinéraires, mais pas de carte mentale.

POUR CONCLURE

« Nouvel économe de pensée par ses capacités de stockage, de vitesse de calcul, par ses algorithmes et ses scénarios, l'ordinateur joue, aujourd'hui, le rôle de ces deux facultés, de raison et de mémoire, ainsi que de leur lien ; jamais notre capacité de compréhension n'égalera les performances mnémoniques de cette machine. [...] on disait jadis de Dieu – l'ordinateur de la théologie médiévale – qu'il n'avait pas d'idée générale : et, certes, il n'en avait pas besoin, sa mémoire infinie lui suffisait.

Nos machines nous rapprochent de ce modèle-là, puisque leur mémoire nous dispense de toute économie de pensée. »

Michel Serres, Le Trésor – Dictionnaire des Sciences