

Les axes de recherche en intelligence artificielle

Mahieddine DJOUDI

1 Introduction

L'intelligence artificielle (IA) s'est donnée pour objectif l'étude et l'analyse des comportements humains dans les domaines de compréhension, de perception, de résolution des problèmes et de prise de décision afin de pouvoir ensuite les reproduire à l'aide d'une machine (ordinateur).

Le terme intelligence artificielle est apparu pour la première fois en août 1956 au collège Dartmouth (USA) lors d'une conférence portant sur l'intelligence des ordinateurs et qui a réuni de grands scientifiques tels que J. Mc Carthy, M. Minsky, C. Shannon, A. Newell et H. Simon. Depuis cette date, un effort considérable a été consenti par la communauté scientifique dans ce domaine. L'IA comme l'informatique évolue vite et ne cesse de s'affirmer comme une spécialité à part entière qui demeure tout de même intimement liée à l'informatique.

2 Les caractéristiques de l'IA

L'IA investit les nombreux domaines où l'informatique classique n'est pas applicable. Ses caractéristiques majeures sont :

- Un programme d'IA manipule des informations symboliques sous forme de concepts, d'objets ou de règles. En informatique classique, on ne manipule que des données de types numérique.
- Les systèmes d'IA utilisent des méthodes heuristiques par opposition aux méthodes algorithmiques classiques. L'utilisation d'heuristiques permet d'aborder les problèmes sans solution algorithmique telle que la perception ou la prise de décision et les problèmes dont la solution algorithmique est très complexe (exemple les jeux d'échecs).
- Une conséquence de la caractéristique précédente, les systèmes d'IA empruntent des voies non déterministes dont le succès n'est pas garanti mais qui lorsqu'elles aboutissent permettent un gain important en temps de calcul.
- l'IA permet le traitement des informations incomplètes par le biais de techniques de raisonnement particulières (approximatif, non monotone, ...).
- l'IA est pluridisciplinaire, elle fait appel aux techniques avancées de l'informatique mais elle puise également des ressources dans la logique, la psychologie cognitives, la linguistique, l'ergonomie, la philosophie, les neurosciences et la biologie.

3 Les domaines de l'IA

Si la recherche fondamentale en IA porte principalement sur l'acquisition et la représentation des connaissances, les domaines d'applications sont néanmoins très variés et concernent entre autres :

- la démonstration automatique des théorèmes : les recherches dans ce domaine mettent en jeu des méthodes générales de raisonnement et d'inférence dans le but de démontrer des théorèmes mathématiques
- le traitement du langage naturel écrit : Ce domaine recouvre des activités variées telles que l'interprétation et la génération de phrases dans un contexte de dialogue homme-machine, l'accès à des bases de données ou bien la traduction assistée par ordinateur.
- la reconnaissance et la synthèse de la parole : Il s'agit soit de parler à une machine et se faire comprendre soit de faire parler une machine. Ce domaine présente des points communs avec le traitement du langage naturel

écrit mais possède des difficultés supplémentaires dues à l'aspect acoustique du signal vocal et au contexte phonétique et phonologique (cf AS3-3 "sur la reconnaissance de la parole").

- la reconnaissance des formes et interprétation d'images : il s'agit d'identifier des formes visuelles simples à l'aide de méthodes algorithmiques de reconnaissance de formes. Ces formes peuvent être des caractères imprimés d'un texte, objets bien localisés d'une scène, une cellule vue par un microscope, ou bien des zones particulières sur une images de satellite. La compréhension véritable d'une image ou d'une scène se fonde sur un ensemble de connaissances propres au domaine d'application envisagé pour mener un raisonnement contextuel
- la robotique : le domaine de la robotique englobe les activités d'automatisation des tâches notamment dans l'industrie. L'intelligence artificielle permet de doter les robots de capacités de perception en particulier par la vision et de génération de stratégies ou de plans d'actions pour bien mener une tâche. C'est le cas du guidage d'un véhicule autonome.
- la résolution des jeux : il s'agit d'utiliser des concepts de recherche de solution mettant en oeuvre des stratégies heuristiques. Les travaux dans ce domaine traduisent assez fidèlement l'évolution de l'IA. La tendance actuelle consiste à introduire la notion de plans d'actions pour parvenir au but, à savoir battre l'adversaire. Cette démarche fait appel à des connaissances propre du jeu étudié
- les systèmes experts : les systèmes experts sont des programmes capables d'atteindre les performances d'experts humains pour divers types de tâches dans des domaines restreints. Les connaissances utilisées par le système expert ont été acquises au préalable auprès d'experts et introduites dans une base de connaissances selon un formalisme particulier (cf section sur les systèmes experts).

4 La représentation des connaissances

L'IA nécessite un volume important de connaissances (savoir de l'Homme). Celles-ci doivent être mises sous une forme assimilable par l'ordinateur et structurées de manière à se prêter au traitement informatique. Suivant le type du problème à résoudre et le point de vue du concepteur, il existe différents formalismes de représentation des connaissances (cf AS3-3 "les systèmes à base de connaissances") qui peuvent être classés en trois types :

- Les représentations procédurales qui incluent les automates d'états finis et qui concernent la programmation classique.
- Les représentations logiques (ou déclaratives) qui comprennent la logique mathématique (logiques des propositions et calcul des prédicats), les logiques non standards(multivaluées, modales, non monotones, ...) et les règles de production. Ces représentations permettent la résolution des problèmes de nature déductives ou inductives.
- Les représentations structurées sous forme de réseaux sémantiques, frames (schémas ou prototypes), scripts(scénarios), objets ou modèles connexionistes.

5 Les systèmes experts

Les systèmes experts représentent une des applications prometteuses de l'intelligence artificielle. Un système expert (S.E) peut être défini comme étant un ensemble de programmes structurés, ayant pour but la modélisation du comportement d'un expert humain face à une tâche intellectuelle de son domaine d'expertise. Là où il est implanté, un S.E a pour rôle de remplacer l'expert humain, d'être un support de travail pour les utilisateurs du domaine et aussi un bon moyen pour les novices de devenir eux-mêmes des experts.

Les principaux domaines dans lesquels les premiers S.E ont été développés sont la médecine, la géologie, les finances, l'aéronautique, l'agriculture et la gestion. Actuellement, les systèmes experts commencent à percer et toucher des domaines à la pointe de la recherche en informatique, comme par exemple la conception des systèmes d'information, le traitement d'image ou la reconnaissance de la parole.

5.1 Les composants d'un système expert

L'architecture d'un S.E fait apparaître plusieurs parties, l'idée de départ était de séparer la connaissance du domaine du programme informatique qui permet d'utiliser cette connaissance et ensuite de créer un environnement permettant aux non informaticiens d'utiliser et d'interagir avec le système de manière aisée. Les composantes essentielles d'un système expert sont :

La base de connaissances : elle contient les connaissances concernant le domaine d'expertise en question et les méthodes de recherche des solutions. Autrement dit, la base de connaissances (B.C) contient tout le savoir qui fait d'une personne un expert dans son domaine.

Il n'est pas question - du moins pour l'instant - de livrer ces connaissances à l'état brut dans la mémoire de l'ordinateur. Avec la complicité d'un cogniticien, l'expert doit décrire son expertise dans un formalisme accessible par la machine appelé langage de représentation des connaissances.

Le moteur d'inférence : appelé aussi interpréteur. C'est un programme qui est chargé de résoudre un problème spécifié par les données en utilisant les informations et les méthodes contenues dans la base de connaissances. En principe, un moteur d'inférence doit être indépendant du domaine d'expertise sur lequel il travaille.

Le module d'acquisition des connaissances : c'est une interface avec l'expert qui permet à ce dernier de tester le fonctionnement du système lors de la mise au point de la base de connaissances. Il sert à détecter les incohérences et les redondances qui peuvent exister et à aider à faire évoluer la base par des insertions, des modifications ou des suppressions de parcelles de connaissances.

L'interface utilisateur : permet aux utilisateurs et aussi aux experts d'utiliser le système déjà mis au point en consultation pour résoudre un problème donné du domaine d'expertise du système. Le système aura besoin de quelques informations supplémentaires pour trouver la solution et l'utilisateur doit avoir la possibilité de répondre en langage naturel.

Le module d'explication : souvent la ligne du raisonnement est plus importante que la solution même. Le rôle du module d'explication est de fournir à l'expert comme à l'utilisateur une trace du raisonnement du moteur du début jusqu'à l'aboutissement au résultat ainsi que le pourquoi du choix d'une solution intermédiaire parmi tant d'autres. Dans des cas particuliers, le module d'explication peut être intégré dans le moteur d'inférence.

5.2 Le rôle du cogniticien

Si la réalisation de systèmes experts passe par l'écriture de moteurs d'inférence, la définition de la base de connaissances est une activité complexe que les spécialistes doivent maîtriser. Le rôle du cogniticien est de rendre explicite la connaissance généralement implicite d'un expert qui sait ce qu'il fait mais pas comment il y parvient. Il doit également trouver une représentation de ces informations qui puisse se mettre sous une forme informatique acceptable par un moteur d'inférence.

6 Le raisonnement

Le raisonnement peut être défini comme une technique qui permet d'obtenir de nouvelles connaissances. Il existe deux classes de raisonnement : le raisonnement certain et le raisonnement approximatif. Le raisonnement certain est basé sur la logique des propositions et le calcul des prédicats. Dans un système de raisonnement en présence d'incertitude et/ou d'imprécision, l'objectif consiste à évaluer à quel point une proposition donnée peut être considérée comme valide. Il est donc nécessaire de disposer d'outils et de méthodes qui permettent de représenter l'incertitude et l'imprécision d'une proposition. Les techniques les plus utilisées actuellement sont le calcul des probabilités, et la théorie des possibilités et des nécessités, mais les recherches sur le raisonnement s'orientent particulièrement vers :

- la logique floue, logique basée sur la théorie des ensembles flous admettant des connaissances incertaines, approximatives ou incomplètes exprimées à l'aide de coefficients de vraisemblances compris entre 0 (toujours faux) et 1 (totalement vrai),
- le raisonnement basé sur les cas : fondé sur l'analogie qui peut être établie entre un problème qui se pose à l'utilisateur et un problème semblable déjà résolu et stocké dans une base de cas. La base de cas incorpore une description du problème, son contexte et les solutions associées,
- le raisonnement qualitatif : fondé sur des évolutions qualitatives (et non quantitatives) des grandeurs telles que le franchissement d'un seuil, le changement d'un signe, etc. Il sert à prévoir le comportement d'un système ou à déterminer l'effet de perturbation sur les valeurs de paramètres du système,
- la programmation par contraintes : mode de programmation appliqué à la résolution des problèmes exprimés par un ensemble de contraintes qui doivent être satisfaites par la solution. elle consiste à déterminer le domaine de définition d'une valeur par propagation des contraintes.

7 Les tendances actuelles

Les recherches et les développement pratiques qui se sont multipliés en IA ont mis en évidence la nécessité de modèles, d'outils et d'architectures spécifiques pour mener à bien des projets dans ce domaine. En plus des domaines déjà cités, ou il reste un travail considérable à accomplir pour arriver à des systèmes opérationnels, les tendances actuelles en IA concernent entre autre (liste non exhaustive) :

- les sciences cognitives en représentation des connaissances,
- l'apprentissage,
- les architectures des machines parallèles pour l'IA,
- les bases de connaissances distribuées,
- les systèmes multi-experts et modèle du Blackboard,
- les postes de travail multi-média,
- les langages spécialisés (LISP, PROLOG),
- les réseaux de neurones pour la résolution des problèmes non formalisés,
- les méthodologies et les outils de développement des systèmes experts,

L'IA s'attaque également à des problèmes atypiques ou particulièrement complexes en faisant coopérer différents types de raisonnement sur des connaissances de natures diverses. On construit ainsi des systèmes experts sur des modèles hybrides d'objets, frames et règles de production.

8 Conclusion

Nous avons voulu dans cet article caractériser l'intelligence artificielle, préciser ses domaines d'application, qui constituent actuellement les principaux axes de recherche. Nous avons insisté un peu plus sur l'application la plus prometteuse de l'IA à savoir les systèmes experts. En fin nous avons énumérer les points forts des systèmes "intelligents" du futur et les problèmes qui restent à résoudre.