

Éléments de base

Houcine Senoussi

December 27, 2018

- 1 Introduction
- 2 Une définition de l'IA
- 3 Applications de l'IA
- 4 Outils mathématiques pour l'IA
 - Éléments de logique
 - Logique propositionnelle
 - Logique des prédicats
- 5 Conclusion

Contenu du chapitre

Le chapitre se compose de 3 paragraphes :

- ① Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?
- ② Applications de l'IA.
- ③ Éléments de logique.

Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?

L'objet de l'IA est double :

- ① comprendre les entités intelligentes.
- ② construire des entités intelligentes.

Plusieurs définitions ont été données de l'IA. Dans ce cours nous allons lister un ensemble de tâches et nous poser les deux questions suivantes :

- ① Est-ce que cela suppose de l'intelligence ?
- ② Est-ce que la machine peut les exécuter efficacement ?
 - Mieux ou aussi bien que l'homme ?

Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?-2

Considérons les deux groupes de tâches suivantes :

- Groupe 1 :
 - ❶ Faire des calculs longs, compliqués et précis :
 - Calcul du nombre Π avec un grand nombre de décimales.
 - Résoudre de grands systèmes d'équations.
 - ...
 - ❷ Rechercher toutes les occurrences d'un mot ou d'une phrase dans un grand nombre de documents (pages web par exemple).
 - ❸ Trier un tableau de plusieurs centaines de milliers d'éléments (bacheliers par exemple).

Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?-3

- Groupe 2 :
 - 1 Jouer aux échecs.
 - 2 Conduire un véhicule.
 - 3 Reconnaître un visage dans une image.
 - 4 Discuter avec un humain.
 - 5 Trouver son chemin sans avoir à l'apprendre par coeur.

Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?-4

- Il est clair que pour le premier groupe de tâches la réponse aux deux questions est la suivante :
 - 1 La machine excelle dans ce genre de tâches.
 - 2 Ces tâches ne supposent aucune intelligence. La machine se contente d'exécuter des ordres de l'homme (le programmeur).
 - 3 Ces tâches supposent de la puissance. La machine en dispose grâce à ses composants électroniques.
- En revanche pour les tâches du deuxième groupe :
 - 1 Il y a besoin de : **comprendre, raisonner, anticiper, analyser, être autonome, déduire, généraliser, ...**
 - 2 Ces facultés réunies forment ce qu'on appelle **l'intelligence**.

Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?-5

- Nous caractériserons donc un programme (ou une machine) intelligent(e) par la possession de certaines de ces facultés.
- L'IA est la branche de l'informatique dont l'objectif principal est de construire des entités possédant ces facultés.
- La liste des facultés donnée ci-dessus n'est pas exhaustive.

Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?-6

- Compte tenu de l'étendue du domaine, l'IA s'est décomposée en plusieurs sous-domaines :
 - 1 l'apprentissage automatique.
 - 2 la reconnaissance des formes (visages, écriture, scènes, ...).
 - 3 le traitement automatique du langage naturel.
 - 4 la planification.
 - 5 ...
- Ces sous-domaines ne s'excluent pas mutuellement. On les retrouve ensemble dans certaines applications (véhicule intelligent ou jeux par exemple).

Quelques applications de l'IA

- Véhicule intelligent.
- Jeux d'échecs (et autres jeux).
- Reconnaissance des mots manuscrits (et autres types de formes).

Outils mathématiques pour l'IA

L'intelligence artificielle s'appuie sur des outils issus de plusieurs branches des mathématiques comme les probabilités, la théorie des graphes et surtout la logique formelle. Dans cette partie nous introduisons les bases de cette dernière.

À la base de la logique il y a les deux parties suivantes :

- La logique propositionnelle.
- La logique des prédicats.

Pour les distinguer considérons les énoncés suivants :

- En été il fait chaud.
- S'il pleut on va au cinéma.
- Tout homme est mortel.
- Il y a une matière que tous les élèves ont réussi sauf Pierre.

Éléments de logique-2

On constate que ce qui fait la différence entre les énoncés 1 et 2 d'un coté et les énoncés 3 et 4 de l'autre, est l'existence d'éléments **variables** (homme, matière, élève) dans les seconds.

Éléments de logique-3

Logique propositionnelle

- Symboles ayant une valeur de vérité : **propositions**.
- On a l'habitude de noter les propositions : p, q, r, \dots
- Formation des formules bien formées :
 - Une proposition est une fbf (un atome).
 - Utilisation des connecteurs : $\neg, \vee, \wedge, \implies, \iff$:
 - 1 Si F est une fbf alors $\neg F$ est une fbf.
 - 2 Si F et G sont des fbf alors $F \vee G$ est une fbf.
 - 3 Si F et G sont des fbf alors $F \wedge G$ est une fbf.
 - 4 Si F et G sont des fbf alors $F \implies G$ est une fbf.
 - 5 Si F et G sont des fbf alors $F \iff G$ est une fbf.

Éléments de logique-5

Logique propositionnelle-Exemples :

- $(p_1 \wedge p_2 \wedge p_3) \implies q.$
- $(p \wedge \neg q) \vee (\neg p \wedge q).$
- $(\neg p \vee q) \wedge (\neg q \vee p).$

Éléments de logique-6

Logique des prédicats

- Nous avons un ensemble V de variables et un ensemble C de constantes.
- Nous avons des fonctions :
 - $p : (V \cup C) \times \dots \times (V \cup C) \longrightarrow \{\text{Vrai, Faux}\}$.
 - p s'appelle un **prédicat**.
 - n est l'**arité** du prédicat.
- Nous avons des fonctions :
 - $f : (V \cup C) \times \dots \times (V \cup C) \longrightarrow (V \cup C)$.
 - f s'appelle un **foncteur**.
 - n est l'**arité** du foncteur.

Éléments de logique-7

Logique des prédicats-Exemples

- Si on considère l'ensemble des écrivains et des livres, nous avons :
 - les foncteurs auteur, premier_livre, ...
 - les prédicats même_auteur
- Si on considère l'ensemble des étudiants, des matières et des enseignants, nous avons :
 - les foncteurs définis à partir de "Le prof de telle matière est tel enseignant" "Tel étudiant suit les cours de tel prof dans telle matière", ...
 - les prédicats définis à partir de "Tel étudiant a validé telle matière", "Tel prof a enseigné telle matière à tel étudiant",

Éléments de logique-8

Logique des prédicats-Formules bien formées

- Nous définissons **un terme** de la manière suivante :
 - Toute variable est un terme.
 - Toute constante est un terme.
 - Pour tout foncteur f d'arité n , pour tout n-uplet t_1, \dots, t_n , $f(t_1, \dots, t_n)$ est un terme.
- Nous définissons les fbf de la manière suivante :
 - Pour tout prédicat p d'arité n , pour tout n-uplet t_1, \dots, t_n , $f(t_1, \dots, t_n)$ est une fbf (formule atomique).
 - Si F est une fbf alors $\neg F$ est une fbf.
 - Si F et G sont des fbf alors $F \vee G$, $F \wedge G$, $F \implies G$ et $F \iff G$ sont des fbfs.
 - Si F est une fbf et x une variable, alors $\forall x F$ et $\exists x F$ sont des fbfs.

Éléments de logique-9

Logique des prédicats-Exemples

- Traduisons à l'aide de la logique des prédicats les énoncés suivants :
 - Tous les hommes sont mortels.
 - Socrate est un homme.
 - Il y a un étudiant qui n'a pas validé l'intelligence artificielle.
 - Tous les étudiants qui ont suivi les cours d'IA ont validé la matière.
 - Si la note obtenue par un étudiant dans une matière donnée est supérieure à 10 alors il valide la matière.
 - S'il y a un chemin entre la ville x et la ville y et qu'il existe un chemin entre y et une ville z alors il existe un chemin entre x et z.
 - Les liens de parenté du type grand père, grand mère, oncle, tante, cousin, ...

Éléments de logique-10

Importance de la logique en IA

- C'est la base du raisonnement.
- Importance particulière des règles "Si Alors"
- Première illustration : Langage PROLOG.

Conclusion

Nous avons tenté une définition de l'IA, en avons cité quelques applications et avons présenté l'un de ses fondements mathématiques.