

Un enseignement au numérique pour notre académie : L'intelligence artificielle

Le cœur et l'intelligence artificiels

Jean-Alain Roddier

IA-IPR de mathématiques

Quand on parle de cœur artificiel, d'intelligence artificielle, il est interpellant de voir l'adjectif artificiel attribué à la fois à un objet concret (le cœur artificiel) et à un concept plus ou moins abstrait (l'intelligence artificielle). En d'autres termes, s'il est facile de savoir ce que l'on désigne lorsque l'on parle du cœur artificiel parce que l'on peut regarder la photographie ci-contre, il est plus difficile d'envisager ce que l'on appelle l'intelligence artificielle.



Source : entreprise CARMAT autorisation du 07/02/2017

Dans le groupe nominal Intelligence artificielle, il y a deux mots : d'un côté l'intelligence et de l'autre artificiel. Pour expliquer comment ces deux mots peuvent se retrouver aujourd'hui côte à côte, nous souhaitons dans cet article procéder en deux temps. Afin de conserver la ligne éditoriale de nos documents, nous avons fait appel à deux experts.

Dans une première partie, Fabien TORRE nous dresse les contours de ce que l'on appelle l'intelligence artificielle.



René Descartes 1596-1650

Tableau de Frans Hals

Source : site Wikipédia pour les deux photographies ci-dessus 

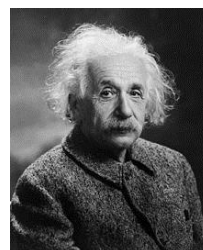
Dans une seconde partie, Nazim FATÈS nous fait remonter aux sources de l'intelligence artificielle en mettant en exergue le lien entre les travaux de René Descartes et ceux d'Alan Turing.



Alan Turing 1912-1954

L'intelligence artificielle fait aujourd'hui partie intégrante de notre quotidien et ceci de façon plus ou moins déclarée ; en d'autres termes, l'univers dans lequel nous évoluons est rempli de microprocesseurs qui accompagnent, suivent nos faits et gestes sans forcément nous informer de leur présence. À l'image du cœur artificiel, l'intelligence artificielle peut nous rendre bien des services et il est incontournable que nos élèves en perçoivent l'importance. Pour autant, comme le disait Albert Einstein : « *Le vrai signe d'intelligence n'est pas la connaissance mais l'imagination.* », c'est bien dans cette différence que l'on peut affirmer que nos ordinateurs ne sont dotés d'aucune intelligence. Nous nous devons de faire partager cette différence à nos élèves.

En conclusion, l'enjeu de cet article est double : montrer l'importance de l'intelligence artificielle en tant que domaine porteur pour nos élèves ; transmettre l'idée que cette intelligence se doit d'être systématiquement affectée de l'adjectif artificiel. En d'autres termes, c'est bien dans l'idée de laisser bien collés l'un contre l'autre ces deux mots « intelligence » et « artificielle » que réside la clef de notre document.



Albert Einstein 1879-1955
Source : site Wikipédia



Intelligence Artificielle (IA) : contours et traits

par Fabien TORRE

Enseignant-chercheur en informatique

Université de Lille

Laboratoire GRAppA de Lille

Source : photographie de l'auteur
Autorisation du 05/03/2017



La naissance de l'IA

L'idée d'IA apparaît avec la construction des premiers ordinateurs et nous pouvons considérer que le domaine se constitue de 1940 à 1960. La conférence de Dartmouth, organisée en 1956 par Marvin Minsky et John McCarthy, est souvent donnée comme point de départ. De cette époque à aujourd'hui, l'IA a fait l'objet de multiples définitions, sans qu'aucune ne fasse consensus. Certaines définitions proposées font référence à l'intelligence humaine, d'autres reposent sur la complexité des problèmes visés... cette complexité étant alors mesurée en termes d'efforts fournis par un humain pour résoudre ces problèmes ! Ainsi, la difficulté à définir l'IA est liée à celle de définir l'intelligence en toute généralité et à se défaire de considérations anthropocentriques en particulier. Pourtant cet écueil a été en partie contourné dès 1950 par Alan Turing.

Le test de Turing

L'idée n'est plus de définir l'IA mais de la tester. Alan Turing propose un jeu : *the imitation game* (titre d'un film de 2014 sur la vie d'Alan Turing... mais sans lien avec l'IA). Le protocole est le suivant : un individu communique à l'aide d'un terminal d'ordinateur avec un interlocuteur invisible, il doit deviner s'il converse avec un être humain ou avec un programme. Si les deux deviennent indiscernables, c'est que le programme a atteint une certaine forme d'intelligence. Notons qu'il n'y a pas de contrainte sur le mode de fonctionnement du programme : en IA, le cerveau humain n'est plus le modèle à copier (c'est le cas en sciences cognitives). Des faiblesses de ce test ont été rapidement pointées et sont encore aujourd'hui débattues. D'une part, des programmes stupides ou absurdes ne pourraient-ils pas passer ce test ? D'autre part, l'être humain n'est qu'en partie évacué : il reste le juge. Reconnaitrait-il une intelligence qui ne ressemble pas à la sienne ? À l'heure actuelle, et en dehors de l'informatique, la question se pose sous une autre forme : comment reconnaître, parmi tous les signaux qui nous arrivent de l'espace, un éventuel message d'une intelligence extraterrestre ?

Les domaines de l'IA

Malgré toutes les réserves possibles sur le test de Turing, réfléchir aux capacités nécessaires pour le passer permet d'identifier les principales thématiques de l'IA depuis sa naissance à aujourd'hui : modélisation des connaissances, raisonnement et apprentissage automatiques, compréhension du langage naturel.

Une définition informatique de l'IA

Jean-Louis Laurière propose en 1986 : L'IA commence là où l'informatique classique s'arrête : tout problème pour lequel il n'existe pas d'algorithme connu ou raisonnable permettant de le résoudre relève a priori de l'IA. Il existe en effet des problèmes, dits indécidables, pour lesquels il ne peut exister d'algorithme pour les résoudre. Pour d'autres problèmes, tout algorithme les résolvant est nécessairement de complexité exponentielle (quand la taille des données à traiter augmente de 1, le nombre d'opérations à effectuer ou le temps d'exécution doublent) : il est donc déraisonnable de programmer un tel algorithme et de l'exécuter sur un ordinateur.

L'approche IA des problèmes difficiles

Elle consiste à mettre en œuvre des algorithmes de raisonnement assortis d'heuristiques. Ce mot vient du grec ancien εὐρίσκω, *eurisko*, « je trouve ». En psychologie, une heuristique est « une opération mentale, rapide et intuitive ». C'est par exemple le mécanisme qui nous permet de choisir une file d'attente aux caisses du supermarché. En informatique, nous définissons l'heuristique comme « une méthode empirique de résolution de problème, dont la validité ou l'efficacité n'est pas prouvée ».

À la recherche d'heuristiques

Si nous avons besoin d'utiliser dans un raisonnement la distance la plus courte par la route entre deux adresses, plutôt que de se lancer dans un calcul (pénible ou impossible selon que nous disposions ou non de données, complexes, récentes, etc.), il serait possible d'utiliser la distance à vol d'oiseau (en vérifiant qu'une telle approximation n'invalidera pas le raisonnement automatique). Une heuristique peut aussi être construite à partir d'observations de données massives, par exemple obtenues en parcourant le web. Plus simple, une heuristique peut consister à utiliser le hasard au moment de faire un choix difficile. Autre piste, une émotion pourrait-elle constituer une heuristique ? Nous avons évoqué Marvin Minsky en 1956, citons-le cette fois en 1986 : La question n'est pas de savoir si les machines peuvent avoir des émotions, la question est de savoir si elles peuvent être intelligentes sans émotion. Enfin, les heuristiques seraient-elles assimilables à l'imagination comme le suggèrent Albert Einstein et l'introduction de ce document ? Pourquoi pas ! Citons tout de même, pour leur répondre, Daniel Pennac : L'imagination, ce n'est pas le mensonge. Autrement dit, nous pouvons chercher l'inspiration d'une heuristique là où bon nous semble, avec la contrainte qu'elle doit permettre au programme d'IA de fonctionner raisonnablement.

Des résultats inattendus et des problèmes d'IA qui n'en sont plus

Les conclusions d'un algorithme de raisonnement intégrant des heuristiques sont souvent surprenantes (même pour son concepteur) et parfois... fausses ! S'agit-il là de traits propres à l'intelligence ? Par ailleurs, il peut arriver qu'un problème soit étudié des décennies en IA... puis qu'il quitte le domaine de l'IA car un algorithme exact et efficace pour le traiter a été découvert. Cela a été le cas pour le jeu de dames anglaises : le jeu est étudié dès 1947, un programme informatique (Chinook) relevant de l'IA et impliquant des heuristiques est développé à partir de 1989, il est vaincu depuis 1994. En 2007, il est devenu possible de produire toutes les parties possibles, et d'y découvrir une stratégie optimale. Le programme ne peut plus perdre, c'est un algorithme exact et garanti : le problème ne relève plus de l'IA.

L'Intelligence (Artificielle) toujours difficile à cerner

Nous sommes aujourd'hui encore dans l'attente d'une caractérisation de l'intelligence, les débats autour de différentes mesures de l'intelligence humaine montrent comme le sujet est sensible. Le test proposé il y a près de 70 ans par Alan Turing reste d'actualité : il est discuté dans différents domaines et des programmes sont conçus avec pour objectif de passer ce test. Dans le domaine de l'IA, nous trouvons depuis longtemps les partisans d'une intelligence symbolique, opposés aux défenseurs d'une intelligence connexionniste/statistique (dans le cerveau humain, les deux sont à l'œuvre, à des granularités différentes). Outre ces questions sur la nature de l'intelligence, nous avons vu quelques caractéristiques possibles d'une IA : heuristiques et aléatoire, raisonnement et apprentissage, et même émotions. Certains vont jusqu'à réclamer qu'une IA ait conscience d'elle-même... Émotions et conscience, deux caractéristiques qui nous ramènent (trop ?) à l'être humain.

Des IA dangereuses ?

Des applications de l'IA mériteraient sans doute des débats de société : publicité ciblée, recommandation personnalisée, diagnostic médical, etc. Plus inquiétant encore, certains nomment « singularité » le moment où une IA prendra conscience de sa propre existence et de son environnement... Ils prédisent qu'alors cette IA ne sera pas bienveillante pour l'Humanité. Ce sujet est sérieux, il amène les chercheurs à réfléchir aux implications de leurs travaux et à comment contenir une éventuelle IA agressive. Il nous permet également de comprendre que l'IA est un bon terrain de jeu pour les auteurs de science-fiction, à commencer par Isaac Asimov, ses trois lois de la robotique et sa série de nouvelles *I, Robot*, nouvelles écrites de 1940 à 1950.

Turing et « le bon sens » cartésien

par Nazim Fatès

Chercheur en informatique à l'Inria,
Laboratoire LORIA de Nancy

Source : photothèque de l'Inria
Autorisation : © Inria / Photo P. Caron



Dans son *Discours de la méthode* (1637), Descartes commence son ouvrage en disant : « *Le bon sens est la chose du monde la mieux partagée: car chacun pense en être si bien pourvu, que ceux même qui sont les plus difficiles à contenter en toute autre chose, n'ont point coutume d'en désirer plus qu'ils en ont.* » Cette phrase ressemble à une boutade mais ce qu'elle dit est très sérieux. Descartes développe une manière de rechercher des vérités scientifiques où l'on décompose chaque chose en ses parties élémentaires. Trois siècles plus tard, c'est cette même démarche que va utiliser Alan Turing à propos du calcul. Turing va chercher quelles sont les opérations élémentaires qui sont en jeu lorsque l'on fait des mathématiques. Son but est de savoir s'il existe une méthode qui permettrait de résoudre toute question mathématique suffisamment bien formulée. Son travail aboutit à proposer une « machine universelle » qui utilise ces opérations élémentaires pour parvenir à réaliser *n'importe quel* calcul qui serait réalisable par un être humain ou par une autre « machine ».

Ce qui est remarquable dans cette construction, c'est qu'il s'y trouve quelque chose qui est purement de l'ordre des théorèmes, mais aussi une partie « mécanique ». Comment Turing peut-il être sûr qu'il n'a rien oublié et que son résultat est un résultat définitif ? Pour cela, il suit la méthode de Descartes et dit : « *Je vais décomposer ce qu'est un calcul en étapes élémentaires. Quelle que soit l'opération mathématique que l'on fera, elle reviendra toujours à copier, écrire et lire des symboles. La machine universelle peut donc se contenter de faire ces opérations et de changer son état selon des règles précises.* ». Cette machine hérite donc des mathématiques mais on ne peut la comprendre sans considérer aussi un pan de l'héritage technique. La mécanisation du calcul avait été amorcée avec les travaux de Pascal (1623-1662) et de Leibniz (1646-1716). Avec Turing, il s'agit d'aller plus loin en construisant quelque chose qui pourra *imiter* l'homme aussi bien dans ses gestes que dans ses pensées.

Aujourd'hui, les machines à calculer sont de plus en plus rapides et leur emprise touche à toutes les activités humaines. Elles accompagnent l'homme dans ses tâches quotidiennes et interviennent dans les sciences strictes telles que la physique, la chimie, la biologie, mais aussi les sciences sociales, par exemple. Pensons au fait que l'économie est régulée par des méthodes algorithmiques, ou que les sciences sociales utilisent des statistiques, etc. C'est donc l'ensemble de notre époque qui se trouve en prise avec l'héritage de Turing. Se pose alors la question de réfléchir à la direction dans laquelle ce mouvement nous entraîne. Nous pouvons prêter attention à ce que dit Heidegger dans sa conférence « La question de la technique » (*Essais et conférences*, 1954) : les objets de la technique ne sont pas seulement là à notre service mais c'est tout notre rapport au monde qui est modifié par la technique moderne. Comment alors se rendre libre par rapport à ce changement colossal ? Il n'y a pas de réponse universelle, mais un appel à dépasser le cadre strict de la logique pure. Tous les champs du savoir sont à explorer, y compris ceux de l'« art » – mais que veut dire ce terme ? –, si nous souhaitons un jour avoir un rapport plus serein à l'héritage de Descartes et de Turing.

Pour aller plus loin : *Lettres à Turing*, Jean-Marc Lévy-Leblond (s.l.d.), éd. Thierry Marchaisse, 2016.

La vidéo dont ce texte est issu est en ligne à l'adresse : <https://youtu.be/6awK-FHBntc>