


Intelligence Artificielle

– une introduction

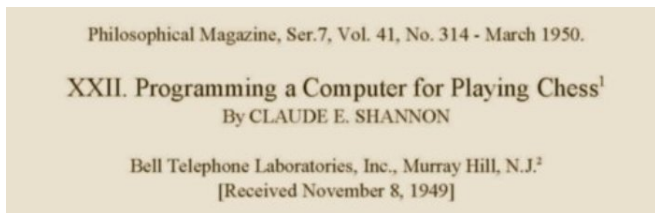
Laurent SIMON
Bordeaux-INP / LaBRI
 @lorensipro
lsimon@labri.fr

de l'I.A.
partout, partout

Tout commence par des jeux



Tout commençait déjà par des jeux, il y a ...68 ans



Tout commençait déjà par des jeux, il y a ...68 ans

1. INTRODUCTION

This paper is concerned with the problem of constructing a computing routine or "program" for a modern general purpose computer which will enable it to play chess. Although perhaps of no practical importance, the question is of theoretical interest, and it is hoped that a satisfactory solution of this problem will act as a wedge in attacking other problems of a similar nature and of greater significance. Some possibilities in this direction are: -

- (1) Machines for designing filters, equalizers, etc.
- (2) Machines for designing relay and switching circuits.
- (3) Machines which will handle routing of telephone calls based on the individual circumstances rather than by fixed patterns.
- (4) Machines for performing symbolic (non-numerical) mathematical operations.
- (5) Machines capable of translating from one language to another.
- (6) Machines for making strategic decisions in simplified military operations.
- (7) Machines capable of orchestrating a melody.
- (8) Machines capable of logical deduction.

A young boy with dark hair, wearing a green t-shirt, is working on a highly complex, custom-built robot. The robot is constructed from various electronic components, including wires, circuit boards, and mechanical parts. It has two glowing purple eyes and a small screen on its chest. The boy is holding one of the robot's arms, which is made of a metal frame and has several sensors and wires attached. The background is a plain, light-colored wall.

INDY/TECH

**STEPHEN HAWKING: ARTIFICIAL
INTELLIGENCE COULD WIPE OUT
HUMANITY WHEN IT GETS TOO CLEVER
AS HUMANS WILL BE LIKE ANTS**

La Chine ambitionne de devenir leader mondial de l'intelligence artificielle d'ici à 2025

ECONOMIE , CHINE

PUBLIÉ LE 03/01/2018 À 11H24, MIS À JOUR LE 03/01/2018 À 12H44

INFOS REUTERS

Avec l'ouverture prochaine d'un site dédié à l'intelligence artificielle à Pékin, le pays affiche clairement ses ambitions en la matière.

Extrait de l'Usine Nouvelle, Janvier 2018

L'armée américaine investit 2 milliards de dollars dans l'intelligence artificielle

La Darpa, prestigieuse agence de recherche de l'armée, veut développer des machines qui seront « comme des collègues » pour les militaires.

LE MONDE | 10.09.2018 à 12h19

« La prochaine étape dans la guerre impliquera des systèmes autonomes de plus en plus efficaces, mais avant que nous puissions permettre à de telles machines de collaborer avec des soldats, elles doivent devenir bien plus intelligentes. » C'est pour cette raison que la Darpa (*Defense Advanced Research Projects Agency*), l'agence de recherche de l'armée des Etats-Unis, a annoncé vendredi 7 septembre un investissement de 2 milliards de dollars (1,73 milliard d'euros), en cinq ans, dans le domaine de l'intelligence artificielle (IA).

Les grands acteurs

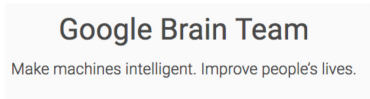
Investissements sans précédents du privé

Google, Facebook, IBM, Badu, Uber, OpenAI, ...



Advancing the field of machine intelligence

We are committed to advancing the field of machine intelligence and are creating new technologies to give people better ways to communicate. In short, to solve AI.



Et :



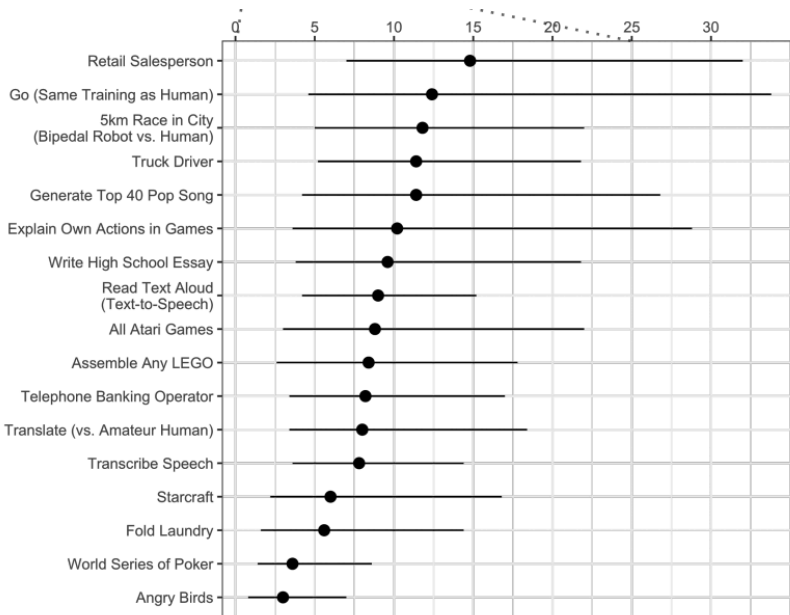
When Will AI Exceed Human Performance? Evidence from AI Experts

Katja Grace^{1,2}, John Salvatier², Allan Dafoe^{1,3}, Baobao Zhang³, and Owain Evans¹

¹*Future of Humanity Institute, Oxford University*

²*AI Impacts*

³*Department of Political Science, Yale University*



When Will AI Exceed Human Performance?

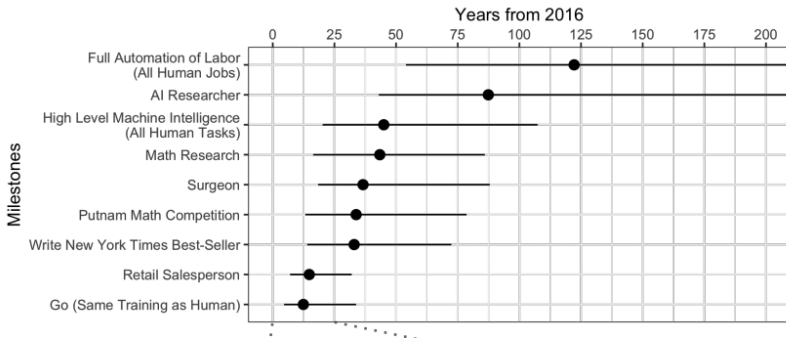
Evidence from AI Experts

Katja Grace^{1,2}, John Salvatier², Allan Dafoe^{1,3}, Baobao Zhang³, and Owain Evans¹

¹*Future of Humanity Institute, Oxford University*

²*AI Impacts*

³*Department of Political Science, Yale University*



Prédictions des meilleurs experts en I.A.

Machines will be capable, within twenty years, of doing any work a man can do

In from 3 to 8 years we will have a machine with the general intelligence of an average human being

We solved the venerable mind/body problem, explaining how a system composed of matter can have the properties of mind

Prédictions des meilleurs experts en I.A.

Machines will be capable, within twenty years, of doing any work a man can do

H. Simon, 1965

In from 3 to 8 years we will have a machine with the general intelligence of an average human being

M. Minsky, 1970

We solved the venerable mind/body problem, explaining how a system composed of matter can have the properties of mind

H. Simon, 1965

Références du cours

Livres



« **Artificial Intelligence, a modern approach** » S. Russel, P. Norvig, Prentice Hall Ed

« **Artificial Intelligence** », P.H. Winston, Addison Wesley

« **Essentials of Artificial Intelligence** », M. Ginsberg, M. Kaufmann

➤ **S. Russel** : aima.cs.berkeley.edu

➤ **AAAI** : www.aaai.org/AITopics

Références du cours

Quelques ouvrages de vulgarisation

Livres



« **À la recherche de l'Intelligence Artificielle** », de D. Crevier, chez Flammarion

« **Alan Turing, l'homme qui a croqué la pomme** », de L. Lemaire

Sites internet

- **A.I.-depot** : ai-depot.com
- **Marvin Minsky** : web.media.mit.edu/~minsky/
- **John McCarthy** : www-formal.stanford.edu/jmc/

Contenu

- 1 Introduction
- 2 Intelligence Artificielle
 - Quand *l'intelligence* devient en plus *artificielle*
 - Tentatives de définition
- 3 Machines de Turing
 - Machines de Turing
 - Test de Turing
 - La pieuvre I.A.
- 4 Historique
 - Les pères fondateurs
 - Petit historique
- 5 Conclusion

Qu'est-ce que
l'Intelligence ?

Interrogation Surprise

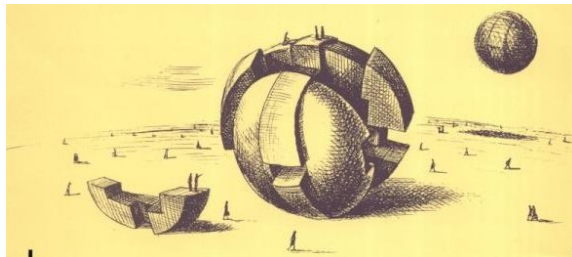
Prenez (tous) une feuille

- 1. Quelle est la chose la plus intelligente que vous ayez faite ces dernières semaines ?
- 2. Quel est l'un des choix les plus importants que vous ayez été amenés à faire dans la parcelle ?

Interrogation Surprise

Prenez (tous) une feuille

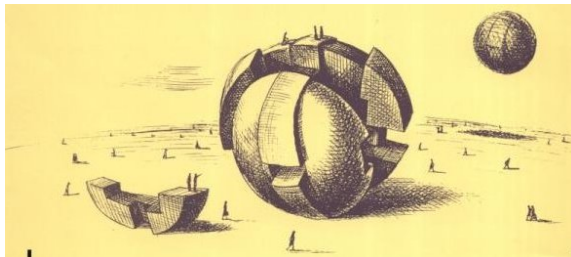
- Quelle est la chose la plus intelligente que vous ayez faite ces dernières semaines ? Pourquoi ?
- Quel est l'un des choix les plus importants que vous ayez été amenés à faire dans le passé ?



Interrogation Surprise

Prenez (tous) une feuille

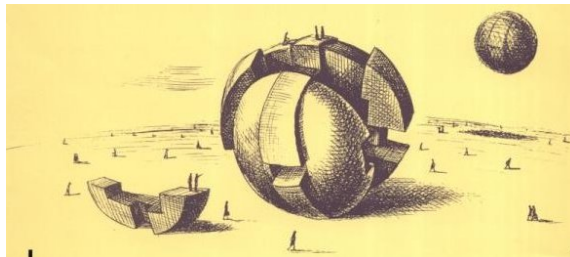
- Quelle est la chose la plus intelligente que vous ayez faite ces dernières semaines ? Pourquoi ?
- Quel est l'un des choix les plus importants que vous ayez été amenés à faire dans le passé ? Comment avez-vous effectué ce choix ?



Interrogation Surprise

Prenez (tous) une feuille

- Quelle est la chose la plus intelligente que vous ayez faite ces dernières semaines? Pourquoi?
- Quel est l'un des choix les plus importants que vous ayez été amenés à faire dans le passé? Comment avez-vous effectué ce choix?



Interrogation Surprise

Prenez (tous) une feuille

- Quelle est la chose la plus intelligente que vous ayez faite ces dernières semaines ? Pourquoi ?
- Quel est l'un des choix les plus importants que vous ayez été amenés à faire dans le passé ? Comment avez-vous effectué ce choix ?



Définition avec Wikipédia

Une définition *Intelligente*

Intelligence vient du latin *intellegere*. Le préfixe *inter* (entre), et le radical *legere* (lier) suggèrent essentiellement l'aptitude à relier des éléments qui sans elle resteraient séparés.

En gros...

C'est donc la capacité à saisir (et savoir utiliser) des liens entre des éléments disparates, c'est savoir lire au sens le plus large : lire les signes écrits par l'homme (sur le papier ou sur un écran d'ordinateur), mais aussi les signes inscrits dans la nature, voire même des signes au-delà de la nature.

Définition avec Wikipédia

Une définition *Intelligente*

Intelligence vient du latin *intellegere*. Le préfixe *inter* (entre), et le radical *legere* (lier) suggèrent essentiellement l'aptitude à relier des éléments qui sans elle resteraient séparés.

En gros...

C'est donc la capacité à saisir (et savoir utiliser) des liens entre des éléments disparates, c'est savoir lire au sens le plus large : lire les signes écrits par l'homme (sur le papier ou sur un écran d'ordinateur), mais aussi les signes inscrits dans la nature, voire même des signes au-delà de la nature.

Des définitions (toujours avec Wikipédia)

- *Ensemble des fonctions mentales ayant pour objet la connaissance conceptuelle et rationnelle (par opposition à la sensation et à l'intuition. Aptitude à comprendre et à s'adapter facilement à des situations nouvelles.)* D'après **Louise Bérubé** (neurologue).
- *L'intelligence est la capacité à comprendre un contexte nouveau, à le comprendre et à réagir à cette nouvelle situation de façon adaptée.* D'après **Richard Atkinson** (Président Université de Californie)
- *L'intelligence, c'est ce qui permet d'entendre une musique là où d'autres n'entendent qu'un bruit.* D'après **Jean-Charles Terrassier** (Psychologue-Pédiatre, spécialiste des surdoués)
- *L'intelligence, ça n'est pas ce que l'on sait mais ce que l'on fait quand on ne sait pas.* D'après **Jean Piaget** (Psychologue, Biologiste, Logicien).
- *Quel truc magique nous rend intelligent ? Le truc, c'est qu'il n'y a pas de truc. La puissance de l'intelligence provient de notre vaste diversité, et non d'un seul principe parfait.* D'après **Marvin Minsky**.

Des définitions (toujours avec Wikipédia)

- *Ensemble des fonctions mentales ayant pour objet la connaissance conceptuelle et rationnelle (par opposition à la sensation et à l'intuition. Aptitude à comprendre et à s'adapter facilement à des situations nouvelles.)* D'après [Louise Bérubé](#) (neurologue).
- *L'intelligence est la capacité à comprendre un contexte nouveau, à le comprendre et à réagir à cette nouvelle situation de façon adaptée.* D'après [Richard Atkinson](#) (Président Université de Californie)
- *L'intelligence, c'est ce qui permet d'entendre une musique là où d'autres n'entendent qu'un bruit.* D'après [Jean-Charles Terrassier](#) (Psychologue-Pédiatre, spécialiste des surdoués)
- *L'intelligence, ça n'est pas ce que l'on sait mais ce que l'on fait quand on ne sait pas.* D'après [Jean Piaget](#) (Psychologue, Biologiste, Logicien).
- *Quel truc magique nous rend intelligent ? Le truc, c'est qu'il n'y a pas de truc. La puissance de l'intelligence provient de notre vaste diversité, et non d'un seul principe parfait.* D'après [Marvin Minsky](#).

Des définitions (toujours avec Wikipédia)

- *Ensemble des fonctions mentales ayant pour objet la connaissance conceptuelle et rationnelle (par opposition à la sensation et à l'intuition. Aptitude à comprendre et à s'adapter facilement à des situations nouvelles.)* D'après [Louise Bérubé](#) (neurologue).
- *L'intelligence est la capacité à comprendre un contexte nouveau, à le comprendre et à réagir à cette nouvelle situation de façon adaptée.* D'après [Richard Atkinson](#) (Président Université de Californie)
- *L'intelligence, c'est ce qui permet d'entendre une musique là où d'autres n'entendent qu'un bruit.* D'après [Jean-Charles Terrassier](#) (Psychologue-Pédiatre, spécialiste des surdoués)
- *L'intelligence, ça n'est pas ce que l'on sait mais ce que l'on fait quand on ne sait pas.* D'après [Jean Piaget](#) (Psychologue, Biologiste, Logicien).
- *Quel truc magique nous rend intelligent ? Le truc, c'est qu'il n'y a pas de truc. La puissance de l'intelligence provient de notre vaste diversité, et non d'un seul principe parfait.* D'après [Marvin Minsky](#).

Des définitions (toujours avec Wikipédia)

- *Ensemble des fonctions mentales ayant pour objet la connaissance conceptuelle et rationnelle (par opposition à la sensation et à l'intuition. Aptitude à comprendre et à s'adapter facilement à des situations nouvelles.)* D'après [Louise Bérubé](#) (neurologue).
- *L'intelligence est la capacité à comprendre un contexte nouveau, à le comprendre et à réagir à cette nouvelle situation de façon adaptée.* D'après [Richard Atkinson](#) (Président Université de Californie)
- *L'intelligence, c'est ce qui permet d'entendre une musique là où d'autres n'entendent qu'un bruit.* D'après [Jean-Charles Terrassier](#) (Psychologue-Pédiatre, spécialiste des surdoués)
- *L'intelligence, ça n'est pas ce que l'on sait mais ce que l'on fait quand on ne sait pas.* D'après [Jean Piaget](#) (Psychologue, Biologiste, Logicien).
- *Quel truc magique nous rend intelligent ? Le truc, c'est qu'il n'y a pas de truc. La puissance de l'intelligence provient de notre vaste diversité, et non d'un seul principe parfait.* D'après [Marvin Minsky](#).

Des définitions (toujours avec Wikipédia)

- *Ensemble des fonctions mentales ayant pour objet la connaissance conceptuelle et rationnelle (par opposition à la sensation et à l'intuition. Aptitude à comprendre et à s'adapter facilement à des situations nouvelles.)* D'après [Louise Bérubé](#) (neurologue).
- *L'intelligence est la capacité à comprendre un contexte nouveau, à le comprendre et à réagir à cette nouvelle situation de façon adaptée.* D'après [Richard Atkinson](#) (Président Université de Californie)
- *L'intelligence, c'est ce qui permet d'entendre une musique là où d'autres n'entendent qu'un bruit.* D'après [Jean-Charles Terrassier](#) (Psychologue-Pédiatre, spécialiste des surdoués)
- *L'intelligence, ça n'est pas ce que l'on sait mais ce que l'on fait quand on ne sait pas.* D'après [Jean Piaget](#) (Psychologue, Biologiste, Logicien).
- *Quel truc magique nous rend intelligent ? Le truc, c'est qu'il n'y a pas de truc. La puissance de l'intelligence provient de notre vaste diversité, et non d'un seul principe parfait.* D'après [Marvin Minsky](#).

Plusieurs formes d'intelligence...

Toujours citant Wikipédia

- **L'intelligence logico-mathématique**, liée à la vitesse à laquelle on peut résoudre un problème numérique ou logique.
- **L'intelligence linguistique (ou verbale)**, fréquente chez les politiciens, écrivains, poètes...
- **L'intelligence intrapersonnelle**, désigne la capacité qu'on a à avoir un regard critique sur soi-même, ses limites, ses réactions...
- **L'intelligence interpersonnelle**, grâce à laquelle on peut deviner les réactions de son entourage.
- **L'intelligence visuo-spatiale**, permet de manipuler des objets tri-dimensionnels dans sa tête. Architectes, géographes, artistes,...
- **L'intelligence naturaliste**, permet de classer les objets, et de les différencier en catégories. Zoologistes, botanistes, archéologues...
- **L'intelligence musicale**, juge la hauteur, la tonalité des sons, le rythme et la mélodie d'une musique. Musiciens, compositeurs...
- **L'intelligence kinesthésique**, responsable de tout ce qui a trait aux travaux gestuels... Sportifs, chirurgiens...
- **Éventuellement l'intelligence existentialiste ou spirituelle**, aptitude à se questionner sur le sens et l'origine des choses.

Plusieurs formes d'intelligence...

Toujours citant Wikipédia

- **L'intelligence logico-mathématique**, liée à la vitesse à laquelle on peut résoudre un problème numérique ou logique.
- **L'intelligence linguistique (ou verbale)**, fréquente chez les politiciens, écrivains, poètes...
- **L'intelligence intrapersonnelle**, désigne la capacité qu'on a à avoir un regard critique sur soi-même, ses limites, ses réactions...
- **L'intelligence interpersonnelle**, grâce à laquelle on peut deviner les réactions de son entourage.
- **L'intelligence visuo-spatiale**, permet de manipuler des objets tri-dimensionnels dans sa tête. Architectes, géographes, artistes,...
- **L'intelligence naturaliste**, permet de classer les objets, et de les différencier en catégories. Zoologistes, botanistes, archéologues...
- **L'intelligence musicale**, juge la hauteur, la tonalité des sons, le rythme et la mélodie d'une musique. Musiciens, compositeurs...
- **L'intelligence kinesthésique**, responsable de tout ce qui a trait aux travaux gestuels... Sportifs, chirurgiens...
- **Éventuellement l'intelligence existentialiste ou spirituelle**, aptitude à se questionner sur le sens et l'origine des choses.

Plusieurs formes d'intelligence...

Toujours citant Wikipédia

- **L'intelligence logico-mathématique**, liée à la vitesse à laquelle on peut résoudre un problème numérique ou logique.
- **L'intelligence linguistique (ou verbale)**, fréquente chez les politiciens, écrivains, poètes...
- **L'intelligence intrapersonnelle**, désigne la capacité qu'on a à avoir un regard critique sur soi-même, ses limites, ses réactions...
- **L'intelligence interpersonnelle**, grâce à laquelle on peut deviner les réactions de son entourage.
- **L'intelligence visuo-spatiale**, permet de manipuler des objets tri-dimensionnels dans sa tête. Architectes, géographes, artistes,...
- **L'intelligence naturaliste**, permet de classer les objets, et de les différencier en catégories. Zoologistes, botanistes, archéologues...
- **L'intelligence musicale**, juge la hauteur, la tonalité des sons, le rythme et la mélodie d'une musique. Musiciens, compositeurs...
- **L'intelligence kinesthésique**, responsable de tout ce qui a trait aux travaux gestuels... Sportifs, chirurgiens...
- **Éventuellement l'intelligence existentialiste ou spirituelle**, aptitude à se questionner sur le sens et l'origine des choses.

Plusieurs formes d'intelligence...

Toujours citant Wikipédia

- **L'intelligence logico-mathématique**, liée à la vitesse à laquelle on peut résoudre un problème numérique ou logique.
- **L'intelligence linguistique (ou verbale)**, fréquente chez les politiciens, écrivains, poètes...
- **L'intelligence intrapersonnelle**, désigne la capacité qu'on a à avoir un regard critique sur soi-même, ses limites, ses réactions...
- **L'intelligence interpersonnelle**, grâce à laquelle on peut deviner les réactions de son entourage.
- **L'intelligence visuo-spatiale**, permet de manipuler des objets tri-dimensionnels dans sa tête. Architectes, géographes, artistes,...
- **L'intelligence naturaliste**, permet de classer les objets, et de les différencier en catégories. Zoologistes, botanistes, archéologues...
- **L'intelligence musicale**, juge la hauteur, la tonalité des sons, le rythme et la mélodie d'une musique. Musiciens, compositeurs...
- **L'intelligence kinesthésique**, responsable de tout ce qui a trait aux travaux gestuels... Sportifs, chirurgiens...
- **Éventuellement l'intelligence existentialiste ou spirituelle**, aptitude à se questionner sur le sens et l'origine des choses.

Plusieurs formes d'intelligence...

Toujours citant Wikipédia

- **L'intelligence logico-mathématique**, liée à la vitesse à laquelle on peut résoudre un problème numérique ou logique.
- **L'intelligence linguistique (ou verbale)**, fréquente chez les politiciens, écrivains, poètes...
- **L'intelligence intrapersonnelle**, désigne la capacité qu'on a à avoir un regard critique sur soi-même, ses limites, ses réactions...
- **L'intelligence interpersonnelle**, grâce à laquelle on peut deviner les réactions de son entourage.
- **L'intelligence visuo-spatiale**, permet de manipuler des objets tri-dimensionnels dans sa tête. Architectes, géographes, artistes,...
- **L'intelligence naturaliste**, permet de classer les objets, et de les différencier en catégories. Zoologistes, botanistes, archéologues...
- **L'intelligence musicale**, juge la hauteur, la tonalité des sons, le rythme et la mélodie d'une musique. Musiciens, compositeurs...
- **L'intelligence kinesthésique**, responsable de tout ce qui a trait aux travaux gestuels... Sportifs, chirurgiens...
- **Éventuellement l'intelligence existentialiste ou spirituelle**, aptitude à se questionner sur le sens et l'origine des choses.

Plusieurs formes d'intelligence...

Toujours citant Wikipédia

- **L'intelligence logico-mathématique**, liée à la vitesse à laquelle on peut résoudre un problème numérique ou logique.
- **L'intelligence linguistique (ou verbale)**, fréquente chez les politiciens, écrivains, poètes...
- **L'intelligence intrapersonnelle**, désigne la capacité qu'on a à avoir un regard critique sur soi-même, ses limites, ses réactions...
- **L'intelligence interpersonnelle**, grâce à laquelle on peut deviner les réactions de son entourage.
- **L'intelligence visuo-spatiale**, permet de manipuler des objets tri-dimensionnels dans sa tête. Architectes, géographes, artistes,...
- **L'intelligence naturaliste**, permet de classer les objets, et de les différencier en catégories. Zoologistes, botanistes, archéologues...
- **L'intelligence musicale**, juge la hauteur, la tonalité des sons, le rythme et la mélodie d'une musique. Musiciens, compositeurs...
- **L'intelligence kinesthésique**, responsable de tout ce qui a trait aux travaux gestuels... Sportifs, chirurgiens...
- **Éventuellement l'intelligence existentialiste ou spirituelle**, aptitude à se questionner sur le sens et l'origine des choses.

Plusieurs formes d'intelligence...

Toujours citant Wikipédia

- **L'intelligence logico-mathématique**, liée à la vitesse à laquelle on peut résoudre un problème numérique ou logique.
- **L'intelligence linguistique (ou verbale)**, fréquente chez les politiciens, écrivains, poètes...
- **L'intelligence intrapersonnelle**, désigne la capacité qu'on a à avoir un regard critique sur soi-même, ses limites, ses réactions...
- **L'intelligence interpersonnelle**, grâce à laquelle on peut deviner les réactions de son entourage.
- **L'intelligence visuo-spatiale**, permet de manipuler des objets tri-dimensionnels dans sa tête. Architectes, géographes, artistes,...
- **L'intelligence naturaliste**, permet de classer les objets, et de les différencier en catégories. Zoologistes, botanistes, archéologues...
- **L'intelligence musicale**, juge la hauteur, la tonalité des sons, le rythme et la mélodie d'une musique. Musiciens, compositeurs...
- **L'intelligence kinesthésique**, responsable de tout ce qui a trait aux travaux gestuels... Sportifs, chirurgiens...
- **Éventuellement l'intelligence existentialiste ou spirituelle**, aptitude à se questionner sur le sens et l'origine des choses.

Plusieurs formes d'intelligence...

Toujours citant Wikipédia

- **L'intelligence logico-mathématique**, liée à la vitesse à laquelle on peut résoudre un problème numérique ou logique.
- **L'intelligence linguistique (ou verbale)**, fréquente chez les politiciens, écrivains, poètes...
- **L'intelligence intrapersonnelle**, désigne la capacité qu'on a à avoir un regard critique sur soi-même, ses limites, ses réactions...
- **L'intelligence interpersonnelle**, grâce à laquelle on peut deviner les réactions de son entourage.
- **L'intelligence visuo-spatiale**, permet de manipuler des objets tri-dimensionnels dans sa tête. Architectes, géographes, artistes,...
- **L'intelligence naturaliste**, permet de classer les objets, et de les différencier en catégories. Zoologistes, botanistes, archéologues...
- **L'intelligence musicale**, juge la hauteur, la tonalité des sons, le rythme et la mélodie d'une musique. Musiciens, compositeurs...
- **L'intelligence kinesthésique**, responsable de tout ce qui a trait aux travaux gestuels... Sportifs, chirurgiens...
- Éventuellement l'intelligence existentialiste ou spirituelle, aptitude à se questionner sur le sens et l'origine des choses.

Plusieurs formes d'intelligence...

Toujours citant Wikipédia

- **L'intelligence logico-mathématique**, liée à la vitesse à laquelle on peut résoudre un problème numérique ou logique.
- **L'intelligence linguistique (ou verbale)**, fréquente chez les politiciens, écrivains, poètes...
- **L'intelligence intrapersonnelle**, désigne la capacité qu'on a à avoir un regard critique sur soi-même, ses limites, ses réactions...
- **L'intelligence interpersonnelle**, grâce à laquelle on peut deviner les réactions de son entourage.
- **L'intelligence visuo-spatiale**, permet de manipuler des objets tri-dimensionnels dans sa tête. Architectes, géographes, artistes,...
- **L'intelligence naturaliste**, permet de classer les objets, et de les différencier en catégories. Zoologistes, botanistes, archéologues...
- **L'intelligence musicale**, juge la hauteur, la tonalité des sons, le rythme et la mélodie d'une musique. Musiciens, compositeurs...
- **L'intelligence kinesthésique**, responsable de tout ce qui a trait aux travaux gestuels... Sportifs, chirurgiens...
- **Éventuellement l'intelligence existentialiste ou spirituelle**, aptitude à se questionner sur le sens et l'origine des choses.

Que sait-on faire avec l'I.A. ?

?

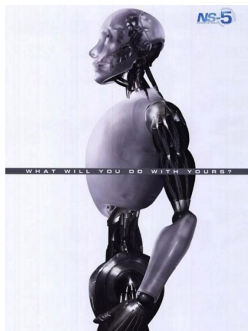
Que sait-on faire avec l'I.A. ?

Des films!



Que sait-on faire avec l'I.A. ?

À part des films, encore



Asimov et les robots

Première Loi Un robot ne peut ni porter atteinte à un être humain, ni rester passif devant un être humain exposé à un danger.

Deuxième Loi Un robot doit obéir aux ordres donnés par les êtres humains, sauf si de tels ordres sont en contradiction avec la Première Loi.

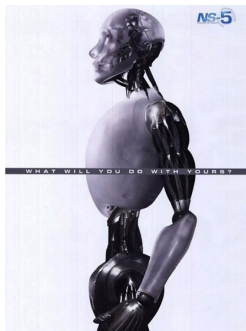
Troisième Loi Un robot doit protéger son existence dans la mesure où cette protection n'est pas en contradiction avec la Première ou la Deuxième Loi.

Loi Zéro Un robot ne peut nuire à l'humanité ni, restant passif, permettre que l'humanité souffre d'un mal.

Déjà quelques remarques ?

Que sait-on faire avec l'I.A. ?

À part des films, encore



Asimov et les robots

Première Loi Un robot ne peut ni porter atteinte à un être humain, ni rester passif devant un être humain exposé à un danger.

Deuxième Loi Un robot doit obéir aux ordres donnés par les êtres humains, sauf si de tels ordres sont en contradiction avec la Première Loi.

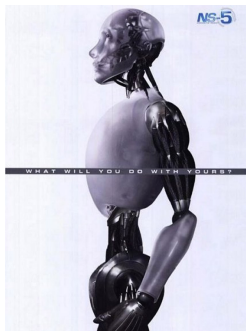
Troisième Loi Un robot doit protéger son existence dans la mesure où cette protection n'est pas en contradiction avec la Première ou la Deuxième Loi.

Loi Zéro Un robot ne peut nuire à l'humanité ni, restant passif, permettre que l'humanité souffre d'un mal.

Déjà quelques remarques ?

Que sait-on faire avec l'I.A. ?

À part des films, encore



Asimov et les robots

Première Loi Un robot ne peut ni porter atteinte à un être humain, ni rester passif devant un être humain exposé à un danger.

Deuxième Loi Un robot doit obéir aux ordres donnés par les êtres humains, sauf si de tels ordres sont en contradiction avec la Première Loi.

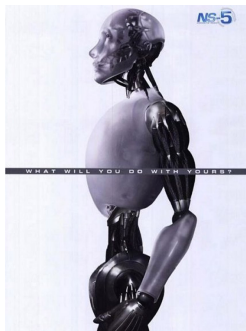
Troisième Loi Un robot doit protéger son existence dans la mesure où cette protection n'est pas en contradiction avec la Première ou la Deuxième Loi.

Loi Zéro Un robot ne peut nuire à l'humanité ni, restant passif, permettre que l'humanité souffre d'un mal.

Déjà quelques remarques ?

Que sait-on faire avec l'I.A. ?

À part des films, encore



Asimov et les robots

Première Loi Un robot ne peut ni porter atteinte à un être humain, ni rester passif devant un être humain exposé à un danger.

Deuxième Loi Un robot doit obéir aux ordres donnés par les êtres humains, sauf si de tels ordres sont en contradiction avec la Première Loi.

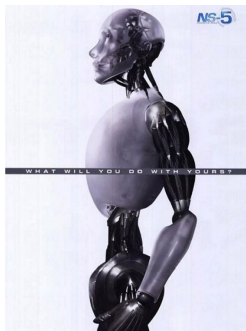
Troisième Loi Un robot doit protéger son existence dans la mesure où cette protection n'est pas en contradiction avec la Première ou la Deuxième Loi.

Loi Zéro Un robot ne peut nuire à l'humanité ni, restant passif, permettre que l'humanité souffre d'un mal.

Déjà quelques remarques ?

Que sait-on faire avec l'I.A. ?

À part des films, encore



Asimov et les robots

Première Loi Un robot ne peut ni porter atteinte à un être humain, ni rester passif devant un être humain exposé à un danger.

Deuxième Loi Un robot doit obéir aux ordres donnés par les êtres humains, sauf si de tels ordres sont en contradiction avec la Première Loi.

Troisième Loi Un robot doit protéger son existence dans la mesure où cette protection n'est pas en contradiction avec la Première ou la Deuxième Loi.

Loi Zéro Un robot ne peut nuire à l'humanité ni, restant passif, permettre que l'humanité souffre d'un mal.

Déjà quelques remarques ?

Que sait-on faire avec l'I.A. ?

Classez les problèmes ci-dessous selon qu'ils sont :

A : résolus

B : bientôt résolu

C : pas prêt de l'être

- **Conduire une voiture dans un virage simple**
- Conduire une voiture dans Paris, vers 18h30
- Piloter un char d'assaut
- Découvrir et démontrer des théorèmes
- Composer de la musique
- Faire la vaisselle
- Discuter avec une personne pendant une heure
- Traduire de l'anglais parlé en Norvégien en temps réel
- Écrire une histoire drôle
- Jouer à la bourse comme des traders professionnels

Que sait-on faire avec l'I.A. ?

Classez les problèmes ci-dessous selon qu'ils sont :

A : résolus

B : bientôt résolu

C : pas prêt de l'être

- Conduire une voiture dans un virage simple
- **Conduire une voiture dans Paris, vers 18h30**
- Piloter un char d'assaut
- Découvrir et démontrer des théorèmes
- Composer de la musique
- Faire la vaisselle
- Discuter avec une personne pendant une heure
- Traduire de l'anglais parlé en Norvégien en temps réel
- Écrire une histoire drôle
- Jouer à la bourse comme des traders professionnels

Que sait-on faire avec l'I.A. ?

Classez les problèmes ci-dessous selon qu'ils sont :

A : résolus

B : bientôt résolu

C : pas prêt de l'être

- Conduire une voiture dans un virage simple
- Conduire une voiture dans Paris, vers 18h30
- **Piloter un char d'assaut**
- Découvrir et démontrer des théorèmes
- Composer de la musique
- Faire la vaisselle
- Discuter avec une personne pendant une heure
- Traduire de l'anglais parlé en Norvégien en temps réel
- Écrire une histoire drôle
- Jouer à la bourse comme des traders professionnels

Que sait-on faire avec l'I.A. ?

Classez les problèmes ci-dessous selon qu'ils sont :

A : résolus

B : bientôt résolu

C : pas prêt de l'être

- Conduire une voiture dans un virage simple
- Conduire une voiture dans Paris, vers 18h30
- Piloter un char d'assaut
- **Découvrir et démontrer des théorèmes**
- Composer de la musique
- Faire la vaisselle
- Discuter avec une personne pendant une heure
- Traduire de l'anglais parlé en Norvégien en temps réel
- Écrire une histoire drôle
- Jouer à la bourse comme des traders professionnels

Que sait-on faire avec l'I.A. ?

Classez les problèmes ci-dessous selon qu'ils sont :

A : résolus

B : bientôt résolu

C : pas prêt de l'être

- Conduire une voiture dans un virage simple
- Conduire une voiture dans Paris, vers 18h30
- Piloter un char d'assaut
- Découvrir et démontrer des théorèmes
- **Composer de la musique**
- Faire la vaisselle
- Discuter avec une personne pendant une heure
- Traduire de l'anglais parlé en Norvégien en temps réel
- Écrire une histoire drôle
- Jouer à la bourse comme des traders professionnels

Que sait-on faire avec l'I.A. ?

Classez les problèmes ci-dessous selon qu'ils sont :

A : résolus

B : bientôt résolu

C : pas prêt de l'être

- Conduire une voiture dans un virage simple
- Conduire une voiture dans Paris, vers 18h30
- Piloter un char d'assaut
- Découvrir et démontrer des théorèmes
- Composer de la musique
- **Faire la vaisselle**
- Discuter avec une personne pendant une heure
- Traduire de l'anglais parlé en Norvégien en temps réel
- Écrire une histoire drôle
- Jouer à la bourse comme des traders professionnels

Que sait-on faire avec l'I.A. ?

Classez les problèmes ci-dessous selon qu'ils sont :

A : résolus

B : bientôt résolu

C : pas prêt de l'être

- Conduire une voiture dans un virage simple
- Conduire une voiture dans Paris, vers 18h30
- Piloter un char d'assaut
- Découvrir et démontrer des théorèmes
- Composer de la musique
- Faire la vaisselle
- Discuter avec une personne pendant une heure
- Traduire de l'anglais parlé en Norvégien en temps réel
- Écrire une histoire drôle
- Jouer à la bourse comme des traders professionnels

Que sait-on faire avec l'I.A. ?

Classez les problèmes ci-dessous selon qu'ils sont :

A : résolus

B : bientôt résolu

C : pas prêt de l'être

- Conduire une voiture dans un virage simple
- Conduire une voiture dans Paris, vers 18h30
- Piloter un char d'assaut
- Découvrir et démontrer des théorèmes
- Composer de la musique
- Faire la vaisselle
- Discuter avec une personne pendant une heure
- Traduire de l'anglais parlé en Norvégien en temps réel
- Écrire une histoire drôle
- Jouer à la bourse comme des traders professionnels

Que sait-on faire avec l'I.A. ?

Classez les problèmes ci-dessous selon qu'ils sont :

A : résolus

B : bientôt résolus

C : pas prêt de l'être

- Conduire une voiture dans un virage simple
- Conduire une voiture dans Paris, vers 18h30
- Piloter un char d'assaut
- Découvrir et démontrer des théorèmes
- Composer de la musique
- Faire la vaisselle
- Discuter avec une personne pendant une heure
- Traduire de l'anglais parlé en Norvégien en temps réel
- **Écrire une histoire drôle**
- Jouer à la bourse comme des traders professionnels

Que sait-on faire avec l'I.A. ?

Classez les problèmes ci-dessous selon qu'ils sont :

A : résolus

B : bientôt résolu

C : pas prêt de l'être

- Conduire une voiture dans un virage simple
- Conduire une voiture dans Paris, vers 18h30
- Piloter un char d'assaut
- Découvrir et démontrer des théorèmes
- Composer de la musique
- Faire la vaisselle
- Discuter avec une personne pendant une heure
- Traduire de l'anglais parlé en Norvégien en temps réel
- Écrire une histoire drôle
- **Jouer à la bourse comme des traders professionnels**

Intelligence Artificielle : Définition

Une première tentative

Discipline de l'informatique dont le but est de construire des programmes « intelligents »

➊ Définition qui semble satisfaisante...
Avant de creuser un peu plus...

Qu'est-ce qu'un programme intelligent ?
Qu'est-ce qu'un programme intelligent ?

Au final, on n'est pas plus avancé...

Intelligence Artificielle : Définition

Une première tentative

Discipline de l'informatique dont le but est de construire des programmes « intelligents »

- Définition qui semble satisfaisante...
Avant de creuser un peu plus...

Qu'entend-on par programme?

Qu'est-ce qu'un programme intelligent?

Au final, on n'est pas plus avancé...

Intelligence Artificielle : Définition

Une première tentative

Discipline de l'informatique dont le but est de construire des programmes « intelligents »

- Définition qui semble satisfaisante...
Avant de creuser un peu plus...

- Qu'entend-on par programme ?
- Qu'est-ce qu'un programme intelligent ?

Au final, on n'est pas plus avancé...

Intelligence Artificielle : Définition

Une première tentative

Discipline de l'informatique dont le but est de construire des programmes « intelligents »

➤ Définition qui semble satisfaisante...
Avant de creuser un peu plus...

➤ Qu'entend-on par **programme** ?
➤ Qu'est-ce qu'un programme intelligent ?

Au final, on n'est pas plus avancé...

Intelligence Artificielle : Définition

Une première tentative

Discipline de l'informatique dont le but est de construire des programmes « intelligents »

- Définition qui semble satisfaisante...
Avant de creuser un peu plus...
- Qu'entend-on par programme ?
- Qu'est-ce qu'un programme **intelligent** ?

Au final, on n'est pas plus avancé...

Intelligence Artificielle : Définition

Une première tentative

Discipline de l'informatique dont le but est de construire des programmes « intelligents »

- Définition qui semble satisfaisante...
Avant de creuser un peu plus...
- Qu'entend-on par programme ?
- Qu'est-ce qu'un programme intelligent ?

Au final, on n'est pas plus avancé...

Intelligence Artificielle : Définition

D'après un père fondateur

Marvin Minsky :

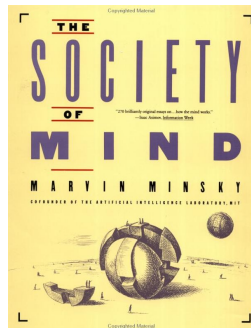
« Science qui consiste à faire faire aux machines ce que l'homme ferait moyennant une certaine intelligence »

● Définition relative à ce que savent faire les hommes

Toujours pas de définition de ce qu'est
« une certaine intelligence »

Quelle est la différence entre une machine
et un homme ?

Quelle est la différence entre un homme et un
robot ?



Intelligence Artificielle : Définition

D'après un père fondateur

Marvin Minsky :

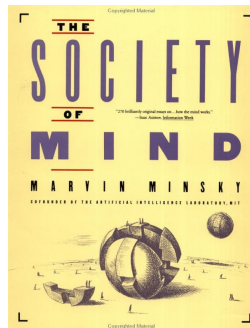
« Science qui consiste à faire faire aux machines ce que l'homme ferait moyennant une certaine intelligence »

- Définition relative à ce que savent faire les hommes

Toujours pas de définition de ce qu'est
« une certaine intelligence »

Quelle est la portée du « faire faire » (action
physique ? ...)

Qu'est-ce que l'Intelligence Artificielle ?



Intelligence Artificielle : Définition

D'après un père fondateur

Marvin Minsky :

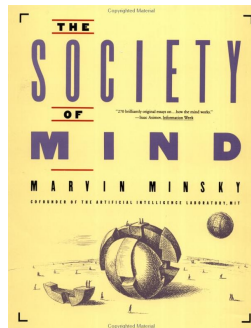
« Science qui consiste à faire faire aux machines ce que l'homme ferait moyennant une certaine intelligence »

➤ Définition relative à ce que savent faire les hommes

➤ Toujours pas de définition de ce qu'est
« **une certaine intelligence** »

➤ Quelle est la portée du « faire faire » (action physique? ...)

➤ Comment savoir si on a atteint le but? (Science???)



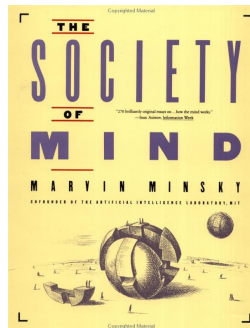
Intelligence Artificielle : Définition

D'après un père fondateur

Marvin Minsky :

« Science qui consiste à faire faire aux machines ce que l'homme ferait moyennant une certaine intelligence »

- Définition relative à ce que savent faire les hommes
- Toujours pas de définition de ce qu'est « une certaine intelligence »
- Quelle est la portée du « **faire faire** » (action physique? ...)
- Comment savoir si on a atteint le but? (Science???)



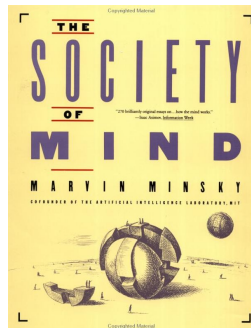
Intelligence Artificielle : Définition

D'après un père fondateur

Marvin Minsky :

« Science qui consiste à faire faire aux machines ce que l'homme ferait moyennant une certaine intelligence »

- Définition relative à ce que savent faire les hommes
- Toujours pas de définition de ce qu'est « une certaine intelligence »
- Quelle est la portée du « faire faire » (action physique? ...)
- Comment savoir si on a atteint le but? (Science???)



Intelligence Artificielle : Définition

Pragmatique et pratique

« Tout problème pour lequel il n'existe pas d'algorithme connu, ou de coût raisonnable, relève de l'I.A. »

Définition plus pragmatique et pratique

S'attaque aux problèmes que l'on ne sait pas résoudre efficacement

Exemple : la reconnaissance

Reconnaissance d'objets, de personnes, de lieux

Reconnaissance de la parole

Reconnaissance de la musique, de la vidéo

Intelligence Artificielle : Définition

Pragmatique et pratique

« Tout problème pour lequel il n'existe pas d'algorithme connu, ou de coût raisonnable, relève de l'I.A. »

- Définition plus **pragmatique et pratique**
- S'attaque aux problèmes que l'on ne sait pas résoudre efficacement
- Reliée à la théorie de la complexité

Intelligence Artificielle : Définition

Pragmatique et pratique

« Tout problème pour lequel il n'existe pas d'algorithme connu, ou de coût raisonnable, relève de l'I.A. »

- Définition plus pragmatique et pratique
- S'attaque aux problèmes que l'on ne sait pas résoudre efficacement
- Reliée à la théorie de la complexité

Perte de vue des fondamentaux de l'I.A.

Présentation des approches

Présentation des applications de l'I.A.

Intelligence Artificielle : Définition

Pragmatique et pratique

« Tout problème pour lequel il n'existe pas d'algorithme connu, ou de coût raisonnable, relève de l'I.A. »

- Définition plus pragmatique et pratique
- S'attaque aux problèmes que l'on ne sait pas résoudre efficacement
- Reliée à la **théorie de la complexité**

Partie de vue des fondamentaux de l'I.A.

Englobe trop de problèmes

Peut être trop restrictive

Intelligence Artificielle : Définition

Pragmatique et pratique

« Tout problème pour lequel il n'existe pas d'algorithme connu, ou de coût raisonnable, relève de l'I.A. »

- Définition plus pragmatique et pratique
- S'attaque aux problèmes que l'on ne sait pas résoudre efficacement
- Reliée à la théorie de la complexité

- Perte de vue des **fondamentaux de l'I.A.**
- Englobe trop de problèmes
- Comment savoir si on a atteint le but ?

Intelligence Artificielle : Définition

Pragmatique et pratique

« Tout problème pour lequel il n'existe pas d'algorithme connu, ou de coût raisonnable, relève de l'I.A. »

- › Définition plus pragmatique et pratique
- › S'attaque aux problèmes que l'on ne sait pas résoudre efficacement
- › Reliée à la théorie de la complexité

- › Perte de vue des fondamentaux de l'I.A.
- › Englobe **trop de problèmes**
- › Comment savoir si on a atteint le but ?

Intelligence Artificielle : Définition

Pragmatique et pratique

« Tout problème pour lequel il n'existe pas d'algorithme connu, ou de coût raisonnable, relève de l'I.A. »

- › Définition plus pragmatique et pratique
 - › S'attaque aux problèmes que l'on ne sait pas résoudre efficacement
 - › Reliée à la théorie de la complexité
-
- › Perte de vue des fondamentaux de l'I.A.
 - › Englobe trop de problèmes
 - › Comment savoir **si on a atteint le but** ?

Intelligence Artificielle : Définition

Intelligence du raisonnement

« L'I.A. doit permettre de proposer des **solutions logicielles** permettant aux programmes de **raisonner logiquement** »

Définition basée sur des formalismes logiques

- **Démonstration automatique** de théorèmes
- Utilisation de règles précises d'inférence
- Qualités issues des mathématiques (preuves, explications, ...)

Intelligence Artificielle : Définition

Intelligence du raisonnement

« L'I.A. doit permettre de proposer des solutions logicielles permettant aux programmes de raisonner logiquement »

Définition basée sur des formalismes logiques

- Démonstration automatique de théorèmes
- Utilisation de **règles précises** d'inférence
- Qualités issues des mathématiques (preuves, explications, ...)

Qui a dit que les hommes raisonnaient logiquement ?

« Les hommes ne raisonnent pas logiquement »

« Les hommes ne raisonnent pas logiquement, mais ils raisonnent rationnellement »

« Les hommes ne raisonnent pas logiquement, mais ils raisonnent rationnellement, et c'est ce qui compte »

Intelligence Artificielle : Définition

Intelligence du raisonnement

« L'I.A. doit permettre de proposer des solutions logicielles permettant aux programmes de raisonner logiquement »

Définition basée sur des formalismes logiques

- Démonstration automatique de théorèmes
- Utilisation de règles précises d'inférence
- Qualités issues des **mathématiques** (preuves, explications, ...)

Qui a dit que les hommes raisonnaient logiquement ?
Quelle logique utiliser ?

Intelligence Artificielle : Définition

Intelligence du raisonnement

« L'I.A. doit permettre de proposer des solutions logicielles permettant aux programmes de raisonner logiquement »

Définition basée sur des formalismes logiques

- Démonstration automatique de théorèmes
 - Utilisation de règles précises d'inférence
 - Qualités issues des mathématiques (preuves, explications, ...)
-
- Qui a dit que les **hommes raisonnaient logiquement** ?
 - Quelle logique utiliser ?
 - Gros problème pratique de complexité pratique !
 - Problème d'incomplétude (Problème d'arrêt des machines de Turing, Théorème de Gödel)

Intelligence Artificielle : Définition

Intelligence du raisonnement

« L'I.A. doit permettre de proposer des solutions logicielles permettant aux programmes de raisonner logiquement »

Définition basée sur des formalismes logiques

- Démonstration automatique de théorèmes
 - Utilisation de règles précises d'inférence
 - Qualités issues des mathématiques (preuves, explications, ...)
-
- Qui a dit que les hommes raisonnaient logiquement ?
 - **Quelle logique** utiliser ?
 - Gros problème pratique de complexité pratique !
 - Problème d'incomplétude (Problème d'arrêt des machines de Turing, Théorème de Gödel)

Intelligence Artificielle : Définition

Intelligence du raisonnement

« L'I.A. doit permettre de proposer des solutions logicielles permettant aux programmes de raisonner logiquement »

Définition basée sur des formalismes logiques

- Démonstration automatique de théorèmes
 - Utilisation de règles précises d'inférence
 - Qualités issues des mathématiques (preuves, explications, ...)
-
- Qui a dit que les hommes raisonnaient logiquement ?
 - Quelle logique utiliser ?
 - Gros problème pratique de **complexité pratique** !
 - Problème d'incomplétude (Problème d'arrêt des machines de Turing, Théorème de Gödel)

Intelligence Artificielle : Définition

Intelligence du raisonnement

« L'I.A. doit permettre de proposer des solutions logicielles permettant aux programmes de raisonner logiquement »

Définition basée sur des formalismes logiques

- Démonstration automatique de théorèmes
 - Utilisation de règles précises d'inférence
 - Qualités issues des mathématiques (preuves, explications, ...)
-
- Qui a dit que les hommes raisonnaient logiquement ?
 - Quelle logique utiliser ?
 - Gros problème pratique de complexité pratique !
 - Problème d'incomplétude (Problème d'arrêt des machines de Turing, Théorème de Gödel)

Intelligence Artificielle : Définitions

Machine de Turing

Mais que sont donc ces *Machines de Turing* ?

Ce sont intuitivement les plus machines les plus simples qui peuvent *simuler* toutes les autres machines.

Intelligence Artificielle : Définitions

Machine de Turing

Mais que sont donc ces *Machines de Turing* ?

Ce sont intuitivement les plus machines les plus simples qui peuvent *simuler* toutes les autres machines.

Intelligence Artificielle : Définition

Satisfaisante

« Le but de l'Intelligence Artificielle est de construire un objet pouvant réussir avec fiabilité le **Test de Turing** »

Le Test de Turing, ou Jeu de l'Imitation

Un homme **A**, une femme **B** et un troisième joueur **C** communiquent via un *téléscripteur*.

- **C** doit deviner qui est l'homme et qui est la femme.
- **B** doit l'aider... Et **A** doit l'en empêcher...

Test de Turing : Si on remplace **A** par une machine, est-ce que **C** a plus de 50% de chance de gagner ?

Intelligence Artificielle : Définition

Satisfaisante

« Le but de l'Intelligence Artificielle est de construire un objet pouvant réussir avec fiabilité le **Test de Turing** »

Le Test de Turing, ou Jeu de l'Imitation

Un homme **A**, une femme **B** et un troisième joueur **C** communiquent via un *téléscripteur*.

- **C** doit deviner qui est l'homme et qui est la femme.
- **B** doit l'aider... Et **A** doit l'en empêcher...

Test de Turing : Si on remplace **A** par une machine, est-ce que **C** a plus de 50% de chance de gagner ?

Intelligence Artificielle : Définition

Satisfaisante

« Le but de l'Intelligence Artificielle est de construire un objet pouvant réussir avec fiabilité le **Test de Turing** »

Le Test de Turing, ou Jeu de l'Imitation

Un homme **A**, une femme **B** et un troisième joueur **C** communiquent via un *téléscripteur*.

- **C** doit deviner qui est l'homme et qui est la femme.
- **B** doit l'aider... Et **A** doit l'en empêcher...

Test de Turing : Si on remplace **A** par une machine, est-ce que **C** a plus de 50% de chance de gagner ?

Intelligence Artificielle : Définition

Satisfaisante

« Le but de l'Intelligence Artificielle est de construire un **système physique de traitement symbolique** pouvant réussir avec fiabilité le **Test de Turing** »

Le Test de Turing, ou Jeu de l'Imitation

Un homme **A**, une femme **B** et un troisième joueur **C** communiquent via un *téléscripteur*.

- **C** doit deviner qui est l'homme et qui est la femme.
- **B** doit l'aider... Et **A** doit l'en empêcher...

Test de Turing : Si on remplace **A** par une machine, est-ce que **C** a plus de 50% de chance de gagner ?

Test de Turing

Aujourd'hui

Le jeu de l'imitation, aujourd'hui

Un **humain** interroge un **ordinateur** à travers un télétype (pas d'interactions entre l'humain et l'ordinateur).

L'humain ne peut pas distinguer (à **plus de 50% de chance**) si son interlocuteur est un humain ou un ordinateur.

Requiert des capacités

- ② Représentation complexe des connaissances
- ② Compréhension du langage naturel
- ② Raisonnement automatique
- ② Apprentissage
- ② ...

Test de Turing

Aujourd'hui

Le jeu de l'imitation, aujourd'hui

Un **humain** interroge un **ordinateur** à travers un télétype (pas d'interactions entre l'humain et l'ordinateur).
L'humain ne peut pas distinguer (à **plus de 50% de chance**) si son interlocuteur est un humain ou un ordinateur.

Requiert des capacités

- **Représentation complexe des connaissances**
- Compréhension du langage naturel
- Raisonnement automatique
- Apprentissage
- ...

Test de Turing

Aujourd'hui

Le jeu de l'imitation, aujourd'hui

Un **humain** interroge un **ordinateur** à travers un télétype (pas d'interactions entre l'humain et l'ordinateur).
L'humain ne peut pas distinguer (à **plus de 50% de chance**) si son interlocuteur est un humain ou un ordinateur.

Requiert des capacités

- Représentation complexe des connaissances
- Compréhension du langage naturel
- Raisonnement automatique
- Apprentissage
- ...

Test de Turing

Aujourd'hui

Le jeu de l'imitation, aujourd'hui

Un **humain** interroge un **ordinateur** à travers un télétype (pas d'interactions entre l'humain et l'ordinateur).
L'humain ne peut pas distinguer (à **plus de 50% de chance**) si son interlocuteur est un humain ou un ordinateur.

Requiert des capacités

- Représentation complexe des connaissances
- Compréhension du langage naturel
- **Raisonnement automatique**
- Apprentissage
- ...

Test de Turing

Aujourd'hui

Le jeu de l'imitation, aujourd'hui

Un **humain** interroge un **ordinateur** à travers un télétype (pas d'interactions entre l'humain et l'ordinateur).
L'humain ne peut pas distinguer (à **plus de 50% de chance**) si son interlocuteur est un humain ou un ordinateur.

Requiert des capacités

- Représentation complexe des connaissances
- Compréhension du langage naturel
- Raisonnement automatique
- **Apprentissage**
- ...

Test de Turing

Aujourd'hui

Le jeu de l'imitation, aujourd'hui

Un **humain** interroge un **ordinateur** à travers un télétype (pas d'interactions entre l'humain et l'ordinateur).
L'humain ne peut pas distinguer (à **plus de 50% de chance**) si son interlocuteur est un humain ou un ordinateur.

Requiert des capacités

- Représentation complexe des connaissances
- Compréhension du langage naturel
- Raisonnement automatique
- Apprentissage
- ...

Test de Turing

Un concours annuel



Qui veut gagner 100 000 \$?

Compétition annuelle depuis 1991

- « Le Loebner Prize »
- Les auteurs du premier programme passant le Test de Turing avec succès recevront 100 000 \$
- Le meilleur programme reçoit 2 000\$

D'autres applications

- Concours réguliers de chatterbots
- Utilisations dans des services commerciaux...

Eliza

Weizenbaum, 1966

L'un des premiers programmes d'I.A. qui fit beaucoup parler

Exemple de conversation

```
- COMMENT ALLEZ-VOUS ? JE SUIS LE DOCTEUR.  
  VEUILLEZ VOUS ASSEoir A LA MACHINE A Ecrire ET ME PARLER DE VOTRE PROBLEME.  
- J'aimerais avoir mes bagages.  
- POURRIEZ VOUS ME DONNER PLUS DE DETAILS A CE SUJET ?  
- Je n'ai pas tout à fait compris le genre de détails demandés.  
- TROUVEZ-VOUS NORMAL DE NE PAS VRAIMENT COMPRENDRE LE GENRE DE DETAILS DEMANDES ?  
- Oui, parfaitement normal.  
- JE COMPRENDS.  
- J'ai perdu mes bagages.  
- VOUS DITES QUE VOUS AVEZ PERDU VOS BAGAGES ?  
- Je me sens perdu sans eux.  
- VOUS ARRIVE-T-IL SOUVENT DE VOUS SENTIR PERDU SANS EUX ?  
- Non, c'est la première fois.  
- POURQUOI ?  
- Parce qu'habituellement je ne perds pas mes bagages.  
- QUELLES AUTRES RAISONS POURRAIT-IL Y AVOIR ?  
- Ma mère m'a appris à ne pas perdre mes affaires.  
- PARLEZ-MOI PLUS DE VOTRE FAMILLE.  
- J'ai perdu mes bagages.  
- EST-IL DEJA ARRIVE A VOS PARENTS DE VOUS PERDRE ?  
- ...
```

Test de Turing

Espoirs des années 1950



Prédictions d'Alan Turing (1950)

« Dans une cinquantaine d'années, il sera possible de programmer des ordinateurs [...] pour qu'un interrogateur moyen n'ait **pas plus de 70% de chances** de procéder à l'identification exacte au bout de **cinq minutes** de questionnement »

Test de Turing

Espoirs des années 1950



Prédictions d'Alan Turing (1950)

« Dans une cinquantaine d'années, il sera possible de programmer des ordinateurs [...] pour qu'un interrogateur moyen n'ait **pas plus de 70% de chances** de procéder à l'identification exacte au bout de **cinq minutes** de questionnement »

Points clés de la machines *intelligente* (Turing)

« être aimable, ingénieuse, amicale, avoir le sens de l'humour, distinguer le bien du mal, faire des erreurs, tomber amoureuse, être l'objet de sa propre réflexion, faire quelque chose de vraiment nouveau »

Test de Turing

Espoirs des années 1950



Prédictions d'Alan Turing (1950)

« Dans une cinquantaine d'années, il sera possible de programmer des ordinateurs [...] pour qu'un interrogateur moyen n'ait **pas plus de 70% de chances** de procéder à l'identification exacte au bout de **cinq minutes** de questionnement »

Le test a-t-il été passé ?

Le Test sans restriction n'est pas prêt d'être passé mais dans des domaines restreints certains chercheurs se posent (sérieusement) la question depuis quelques années

Et (même) s'il était passé un jour ?

Un test restreint passé tous les jours

Les système de tchat via SMS (services de rencontres) et plus anciennement les systèmes de rencontres via Minitel ont des automates pour forcer les gens à rester plus longtemps... Ou les relancer par e-mail...



Qui est en face ?

Dans le domaine des jeux vidéos



Il est toujours difficile de savoir si c'est un *bot* ou un *humain* que l'on a en face dans certains jeux.

Limitations du test de Turing

Définition de l'intelligence ?

勃
博
薄
搏
膊
钹
泊
箔

La chambre chinoise[Searl, 1980]

Un humain ne comprenant pas le chinois, est dans une chambre. Il doit répondre en chinois à des questions posées en chinois. Une série d'instructions lui permettant d'écrire des symboles suivant les symboles qu'il voit lui ait donné.

C'est ici l'humain qui simule la machine qui passe le test de Turing (en chinois)

Question

Est-ce que pour autant l'humain **comprend** le chinois ?
Non, mais c'est le système **chambre + humain** qui agit comme s'il le comprenait

Limitations du test de Turing

Définition de l'intelligence ?

勃
博
薄
搏
膊
钹
泊
箔

La chambre chinoise[Searl, 1980]

Un humain ne comprenant pas le chinois, est dans une chambre. Il doit répondre en chinois à des questions posées en chinois. Une série d'instructions lui permettant d'écrire des symboles suivant les symboles qu'il voit lui ait donné.

C'est ici l'humain qui simule la machine qui passe le test de Turing (en chinois)

Question

Est-ce que pour autant l'humain **comprend** le chinois ?
Non, mais c'est le système **chambre + humain** qui agit comme s'il le comprenait

Limitations du test de Turing

Définition de l'intelligence ?

勃
博
薄
搏
膊
钹
泊
箔

La chambre chinoise[Searl, 1980]

Un humain ne comprenant pas le chinois, est dans une chambre. Il doit répondre en chinois à des questions posées en chinois. Une série d'instructions lui permettant d'écrire des symboles suivant les symboles qu'il voit lui ait donné.

C'est ici l'humain qui simule la machine qui passe le test de Turing (en chinois)

Question

Est-ce que pour autant l'humain **comprend** le chinois ?
Non, mais c'est le système **chambre + humain** qui agit comme s'il le comprenait

Limitations du test de Turing

Depuis 50 ans, le test a été beaucoup critiqué. Turing lui-même avait déjà répondu à beaucoup de critiques...

Le test et le problème d'arrêt

Si on ne peut pas garantir que tous les algos s'arrêtent un jour, comment espérer utiliser une méthode automatique pour passer le test de Turing ? Il suffirait simplement de dire « je ne sais pas » ou « je crois que oui » !

Plus grave : ne donne pas beaucoup de pistes d'attaque

- ❖ Non constructif
- ❖ Non reproductible (intime conviction de l'humain)
- ❖ Ne peut pas être soumis à une analyse mathématique
- ❖ Si on réitère le test, l'humain acquière-t-il plus de chance de déceler l'imposteur ?

Limitations du test de Turing

Depuis 50 ans, le test a été beaucoup critiqué. Turing lui-même avait déjà répondu à beaucoup de critiques...

Le test et le problème d'arrêt

Si on ne peut pas garantir que tous les algos s'arrêtent un jour, comment espérer utiliser une méthode automatique pour passer le test de Turing ? Il suffirait simplement de dire « je ne sais pas » ou « je crois que oui » !

Plus grave : ne donne pas beaucoup de pistes d'attaque

- Non constructif
- Non reproductible (intime conviction de l'humain)
- Ne peut pas être soumis à une analyse mathématique
- Si on réitère le test, l'humain acquière-t-il plus de chance de déceler l'imposteur ?

Limitations du test de Turing

Depuis 50 ans, le test a été beaucoup critiqué. Turing lui-même avait déjà répondu à beaucoup de critiques...

Le test et le problème d'arrêt

Si on ne peut pas garantir que tous les algos s'arrêtent un jour, comment espérer utiliser une méthode automatique pour passer le test de Turing ? Il suffirait simplement de dire « je ne sais pas » ou « je crois que oui » !

Plus grave : ne donne pas beaucoup de pistes d'attaque

- Non constructif
- Non reproductible (intime conviction de l'humain)
- Ne peut pas être soumis à une analyse mathématique
- Si on réitère le test, l'humain acquière-t-il plus de chance de déceler l'imposteur ?

Limitations du test de Turing

Depuis 50 ans, le test a été beaucoup critiqué. Turing lui-même avait déjà répondu à beaucoup de critiques...

Le test et le problème d'arrêt

Si on ne peut pas garantir que tous les algos s'arrêtent un jour, comment espérer utiliser une méthode automatique pour passer le test de Turing ? Il suffirait simplement de dire « je ne sais pas » ou « je crois que oui » !

Plus grave : ne donne pas beaucoup de pistes d'attaque

- Non constructif
- Non reproductible (intime conviction de l'humain)
- Ne peut pas être soumis à une analyse mathématique
- Si on réitère le test, l'humain acquière-t-il plus de chance de déceler l'imposteur ?

Limitations du test de Turing

Depuis 50 ans, le test a été beaucoup critiqué. Turing lui-même avait déjà répondu à beaucoup de critiques...

Le test et le problème d'arrêt

Si on ne peut pas garantir que tous les algos s'arrêtent un jour, comment espérer utiliser une méthode automatique pour passer le test de Turing ? Il suffirait simplement de dire « je ne sais pas » ou « je crois que oui » !

Plus grave : ne donne pas beaucoup de pistes d'attaque

- Non constructif
- Non reproductible (intime conviction de l'humain)
- Ne peut pas être soumis à une analyse mathématique
- Si on réitère le test, l'humain acquière-t-il plus de chance de déceler l'imposteur ?

Limitations du test de Turing

Définition trop précise ?

Prise en compte de *tous les aspects* de l'intelligence ?

- Limitation de l'intelligence à l'intelligence humaine. Que se passe-t-il si on ne peut construire qu'une intelligence sans faille ?
- ⦿ La robotique ne passera jamais le test
- ⦿ L'intelligence de l'action (sport, ...)

Comment savoir s'il *ressent*

- ⦿ Les émotions, l'empathie, ...
- ⦿ Instinct, intuition, ...
- ⦿ Conscience, liberté, ...

Limitations du test de Turing

Définition trop précise ?

Prise en compte de *tous les aspects* de l'intelligence ?

- Limitation de l'intelligence à l'intelligence humaine. Que se passe-t-il si on ne peut construire qu'une intelligence sans faille ?
- La robotique ne passera jamais le test
- L'intelligence de l'action (sport, ...)

Comment savoir s'il *ressent*

- Les émotions, l'empathie, ...
- Instinct, intuition, ...
- Conscience, liberté, ...

Limitations du test de Turing

Définition trop précise ?

Prise en compte de *tous les aspects* de l'intelligence ?

- Limitation de l'intelligence à l'intelligence humaine. Que se passe-t-il si on ne peut construire qu'une intelligence sans faille ?
- La robotique ne passera jamais le test
- L'intelligence de l'action (sport, ...)

Comment savoir s'il *ressent*

- Les émotions, l'empathie, ...
- Instinct, intuition, ...
- Conscience, liberté, ...

Limitations du test de Turing

Définition trop précise ?

Prise en compte de *tous les aspects* de l'intelligence ?

- Limitation de l'intelligence à l'intelligence humaine. Que se passe-t-il si on ne peut construire qu'une intelligence sans faille ?
- La robotique ne passera jamais le test
- L'intelligence de l'action (sport, ...)

Comment savoir s'il *ressent*

- Les émotions, l'empathie, ...
- Instinct, intuition, ...
- Conscience, liberté, ...

Limitations du test de Turing

Définition trop précise ?

Prise en compte de *tous les aspects* de l'intelligence ?

- Limitation de l'intelligence à l'intelligence humaine. Que se passe-t-il si on ne peut construire qu'une intelligence sans faille ?
- La robotique ne passera jamais le test
- L'intelligence de l'action (sport, ...)

Comment savoir s'il *ressent*

- Les émotions, l'empathie, ...
- Instinct, intuition, ...
- Conscience, liberté, ...

Limitations du test de Turing

Définition trop précise ?

Prise en compte de *tous les aspects* de l'intelligence ?

- Limitation de l'intelligence à l'intelligence humaine. Que se passe-t-il si on ne peut construire qu'une intelligence sans faille ?
- La robotique ne passera jamais le test
- L'intelligence de l'action (sport, ...)

Comment savoir s'il *ressent*

- Les émotions, l'empathie, ...
- Instinct, intuition, ...
- Conscience, liberté, ...

Les ramifications de l'I.A.

l'Intelligence Artificielle, c'est un peu de tout

Philosophie

Logique, méthodes of de raisonnements,
l'esprit est-il un système physique ?
apprentissage, du langage, de la raison

Mathématiques

Représentation formelle et preuves,
algorithmes, calculs, (in)décidabilité,
(in)tractabilité, probabilité

Psychologie

Adaptation
perception, contrôle moteur
techniques expérimentales

Économie

Théories formelles de la décision

Linguistique

représentation de la connaissance
grammaire

Neuroscience

substrat physique pour l'activité mentale

Les ramifications de l'I.A.

l'Intelligence Artificielle, c'est un peu de tout

Philosophie	Logique, méthodes of de raisonnements, l'esprit est-il un système physique ? apprentissage, du langage, de la raison
Mathématiques	Représentation formelle et preuves, algorithmes, calculs, (in)décidabilité, (in)tractabilité, probabilité
Psychologie	Adaptation perception, contrôle moteur techniques expérimentales
Économie	Théories formelles de la décision
Linguistique	représentation de la connaissance grammaire
Neuroscience	substrat physique pour l'activité mentale

Les ramifications de l'I.A.

l'Intelligence Artificielle, c'est un peu de tout

Philosophie	Logique, méthodes of de raisonnements, l'esprit est-il un système physique? apprentissage, du langage, de la raison
Mathématiques	Représentation formelle et preuves, algorithmes, calculs, (in)décidabilité, (in)tractabilité, probabilité
Psychologie	Adaptation perception, contrôle moteur techniques expérimentales
Économie	Théories formelles de la décision
Linguistique	représentation de la connaissance grammaire
Neuroscience	substrat physique pour l'activité mentale

Les ramifications de l'I.A.

l'Intelligence Artificielle, c'est un peu de tout

Philosophie	Logique, méthodes of de raisonnements, l'esprit est-il un système physique ? apprentissage, du langage, de la raison
Mathématiques	Représentation formelle et preuves, algorithmes, calculs, (in)décidabilité, (in)tractabilité, probabilité
Psychologie	Adaptation perception, contrôle moteur techniques expérimentales
Économie	Théories formelles de la décision
Linguistique	représentation de la connaissance grammaire
Neuroscience	substrat physique pour l'activité mentale

Les ramifications de l'I.A.

l'Intelligence Artificielle, c'est un peu de tout

Philosophie	Logique, méthodes of de raisonnements, l'esprit est-il un système physique ? apprentissage, du langage, de la raison
Mathématiques	Représentation formelle et preuves, algorithmes, calculs, (in)décidabilité, (in)tractabilité, probabilité
Psychologie	Adaptation perception, contrôle moteur techniques expérimentales
Économie	Théories formelles de la décision
Linguistique	représentation de la connaissance grammaire
Neuroscience	substrat physique pour l'activité mentale

Les ramifications de l'I.A.

l'Intelligence Artificielle, c'est un peu de tout

Philosophie	Logique, méthodes of de raisonnements, l'esprit est-il un système physique ? apprentissage, du langage, de la raison
Mathématiques	Représentation formelle et preuves, algorithmes, calculs, (in)décidabilité, (in)tractabilité, probabilité
Psychologie	Adaptation perception, contrôle moteur techniques expérimentales
Économie	Théories formelles de la décision
Linguistique	représentation de la connaissance grammaire
Neuroscience	substrat physique pour l'activité mentale

Shannon (1916 – 2001)

Le père de la théorie de l'information

Il est principalement connu pour la théorie de l'information, la mesure de l'entropie et l'introduction de codes de correction d'erreurs.



Mais c'est aussi **un pionnier en I.A.** : Il a écrit l'un des premiers articles d'I.A. « Programming a computer for playing chess ». En 1965, son programme a rencontré le champion du monde d'échecs... et a perdu après 42 coups.

Newel (1927 – 1992) et Simon (1917 – 2001)



Auteurs de « Logic Theorist » pour lequel ils déclarèrent (1956) : « Nous avons inventé un programme intelligent cet hivers »

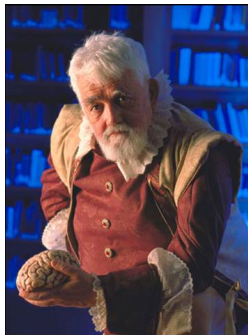
Pour coder ce programme, ils inventèrent la structure de *Listes chaînées*.

Ils s'intéressèrent aussi à la programmation des jeux d'échecs (avec Shaw, 1958 : NSS).

Simon venait de l'économie et s'intéressa ensuite aux processus de décisions. Il reçut le prix Nobel d'économie en 1977. Ils reçurent tous deux le Turing Award.

MacCarthy (1927 –

L'inventeur du terme *Intelligence Artificielle*



Travaillait sur l'épistémologie depuis 1948
(informations et méthodes de raisonnements
permettant l'intelligence).
Inventeur du LISP.
Il reçut le Turing Award en 1971.

Visitez sa page web sur
www-formal.stanford.edu/jmc/

Histoire de l'IA

Les débuts (1950 – 1970)

Le terme d'*Intelligence Artificielle* est créé en 1956 (proposé par Mc Carthy) à la conférence de Dartmouth).

Les premiers travaux d'I.A. :

- méthodes générales de recherche (méthodes faibles) : GPS (General Problem Solving) par Newell et Simon, CMU
- Lisp (Mac Carthy) (langage de haut niveau)
- Programme qui joue aux dames (Samuel)

Les thématiques abordées sont autour :

- Représentation des connaissances : logique (représentation explicite du monde + processus déductif)
- Recherche en traitement naturel de la langue (projets de traduction automatique) fondé sur la syntaxe.

Mais.... un gros problème de complexité.. et les premières déceptions ?

Histoire de l'IA

Les débuts (1950 – 1970)

Le terme d'*Intelligence Artificielle* est créé en 1956 (proposé par Mc Carthy) à la conférence de Dartmouth).

Les premiers travaux d'I.A. :

- méthodes générales de recherche (méthodes faibles) : GPS (General Problem Solving) par Newell et Simon, CMU
- Lisp (Mac Carthy) (langage de haut niveau)
- Programme qui joue aux dames (Samuel)

Les thématiques abordées sont autour :

- Représentation des connaissances : logique (représentation explicite du monde + processus déductif)
- Recherche en traitement naturel de la langue (projets de traduction automatique) fondé sur la syntaxe.

Mais.... un gros problème de complexité.. et les premières déceptions ?

Histoire de l'IA

Seconde période (1969 – 1979)

Domaines de compétence plus restreint et utilisation plus grande de connaissances du domaine : **les systèmes experts**

En linguistique : langages plus restreints, la notion de sémantique émerge (organisation de la mémoire, définition et reconnaissance de situations prototypiques, ?)

En représentation des connaissances, langages de frames beaucoup plus structurés que la logique

Prolog, projet de 5ème génération.

Mais les résultats n'atteignent pas les promesses des années 70...
Le retour des approches sub-symboliques (réseaux neuronaux).

Histoire de l'IA

Seconde période (1969 – 1979)

Domaines de compétence plus restreint et utilisation plus grande de connaissances du domaine : **les systèmes experts**

En linguistique : langages plus restreints, la notion de sémantique émerge (organisation de la mémoire, définition et reconnaissance de situations prototypiques, ?)

En représentation des connaissances, langages de frames beaucoup plus structurés que la logique

Prolog, projet de 5ème génération.

Mais les résultats n'atteignent pas les promesses des années 70...

Le retour des approches sub-symboliques (réseaux neuronaux).

Histoire de l'IA

Seconde période (1969 – 1979)

Domaines de compétence plus restreint et utilisation plus grande de connaissances du domaine : **les systèmes experts**

En linguistique : langages plus restreints, la notion de sémantique émerge (organisation de la mémoire, définition et reconnaissance de situations prototypiques, ?)

En représentation des connaissances, langages de frames beaucoup plus structurés que la logique

Prolog, projet de 5ème génération.

Mais les résultats n'atteignent pas les promesses des années 70...
Le retour des approches sub-symboliques (réseaux neuronaux).

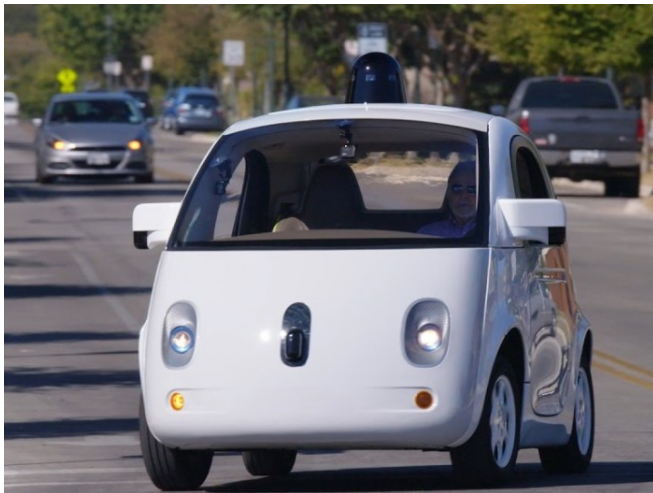
Histoire de l'IA

Depuis 1987

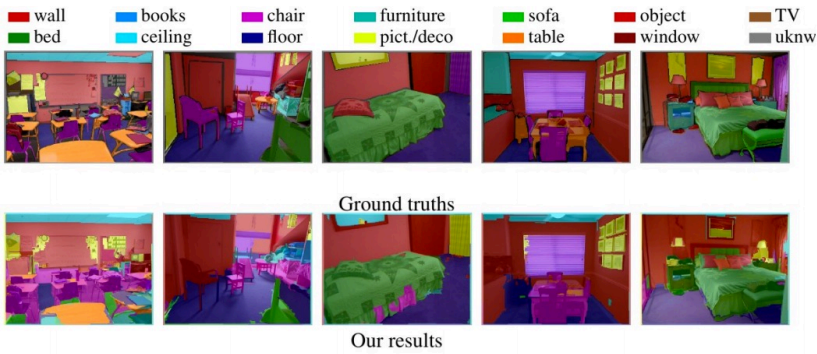
- Des techniques de recherche efficaces résolvent des problèmes combinatoires (voir notamment SAT et la résolution de contraintes)
- Le champion du monde d'échecs / GO battu par un programme
- Des interfaces en langage naturel sont opérationnelles
- Des systèmes experts temps réel
- Des méthodes numériques : Modèles de Markov cachés, raisonnement probabiliste et manipulation de données incertaines (réseaux bayésiens)
- De nouveaux défis avec l'augmentation des données disponibles sous forme électronique (Web) : indexation/classification de documents, recherche d'information, extraction de connaissances dans les bases de données, recherche d'informations dans des « peers »
- ...

Conclusion

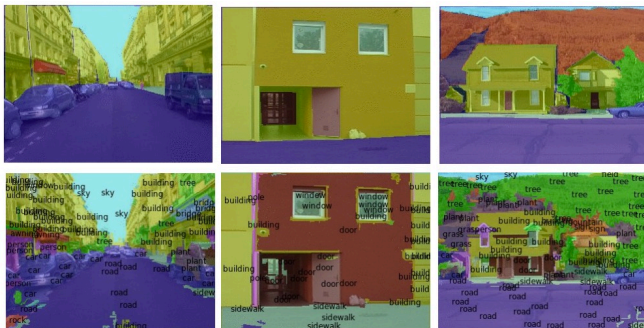
Les succès



Les succès



Les succès



Les succès

content



style



artwork



Les succès

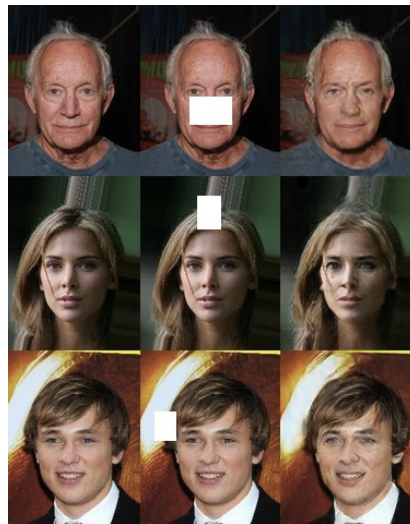


Generated images of ships

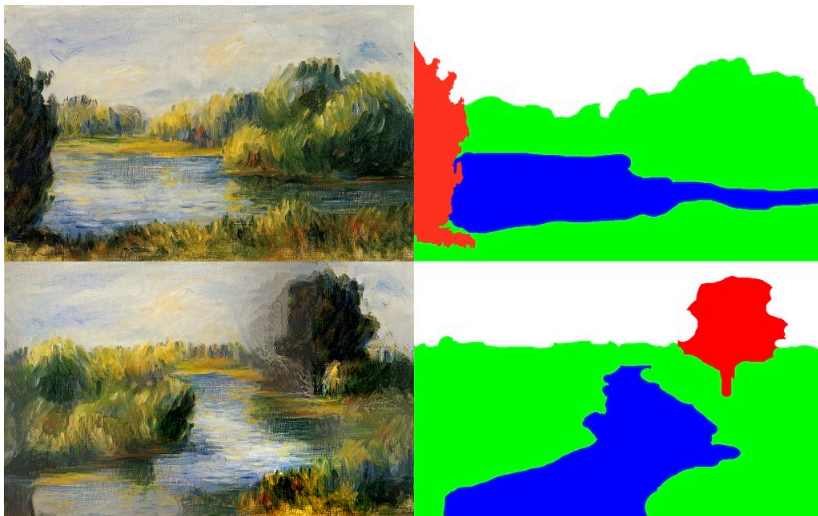


Generated images of horses

Les succès



Les succès



Les succès



Des limites

Les limites



Des résultats surhumains ?

Performances **sur humaines** dans un grand nombre de **tâches spécialisées**



Comment accéder au **bon sens** ?

Au final l'I.A. Générale reste aussi éloignée

Algorithmes



The diagram consists of a large gray oval labeled 'Algorithmes'. Inside this oval, on the left, is a smaller pink oval labeled 'Écrits par un humain'. To the right of the pink oval, the text 'Apprentissage Statistique' is written. Below this text is a small blue oval. The entire diagram is set against a white background.

Écrits par
un humain

Apprentissage
Statistique

(Illustration depuis F. Chollet)

Une « intelligence » « incompréhensible »

L'apprentissage automatique n'apprend pas (du tout) comme nous

Notre anthropomorphisme nous trompe

l'humain

- Doit abstraire pour comprendre et manipuler la complexité du monde

la machine

- Ne se fie qu'aux statistiques de tous les évènements vus

Attaques contre l'Apprentissage Statistique

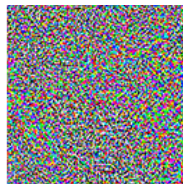
Perturber légèrement une image pour la changer beaucoup



"panda"

57.7% confidence

+ ϵ



=



"gibbon"

99.3% confidence

Attaques contre l'Apprentissage Statistique

Perturber légèrement une image pour la changer beaucoup

(a) Image



(b) Prediction



(c) Adversarial Example



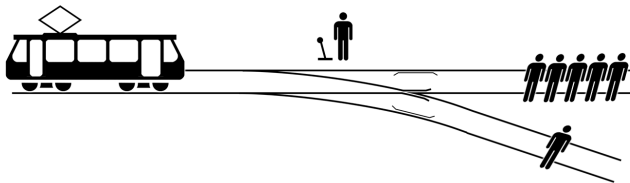
(d) Prediction



Des limites fondamentales

Limites intrinsèques à l'apprentissage

- Être résistant aux attaques
- Comment garantir la qualité des décisions ?
- Ne pas avoir de biais
- Prendre (vite) la “meilleur” décision ?
(The Moral Machine du MIT)



Furure AI systems will blend

pattern recognition

(geometric intelligence)

with

abstraction & reasoning

(symbolic intelligence)

F. Chollet, Juillet 2018

Conclusion

IA : une définition qui touche à toute l'informatique :

- Des techniques et des problèmes

Définition possible
Formalisation et Analyse de
causalités d'évènements

Beaucoup de fantasmes

- Sur-estimation à court terme
- mais sous-estimation à long terme

Apprentissage Statistique : de la magie ?

- peut « prédire » tout (si vous avez des données)
- tout et n'importe quoi ?