

M4101 Intelligence Artificielle

Introduction

Patrick Félix, Bruno Mery, Grégoire Passault et Pierre Ramet, à partir de notes
d'Akka Zemmari

LaBRI, Université de Bordeaux - CNRS

2020 - 2021

Tout commence par des jeux



Tout commençait déjà par des jeux, il y a ... 70 ans

Philosophical Magazine, Ser.7, Vol. 41, No. 314 - March 1950.

XXII. Programming a Computer for Playing Chess¹

By CLAUDE E. SHANNON

Bell Telephone Laboratories, Inc., Murray Hill, N.J.²

[Received November 8, 1949]

Tout commençait déjà par des jeux, il y a ... 70 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.

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.



Google Brain Team

Make machines intelligent. Improve people's lives.



When Will AI Exceed Human Performance? Evidence from AI Experts

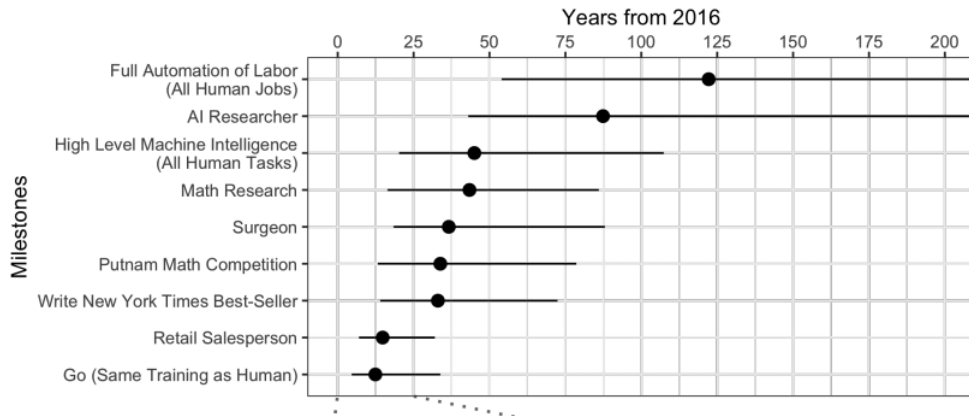
Katja Grace^{1,2}, John Salvatier², Allan Dafoe^{1,3}, Baobao Zhang³, and Owain Evans¹

¹*Future of Humanity Institute, Oxford University*

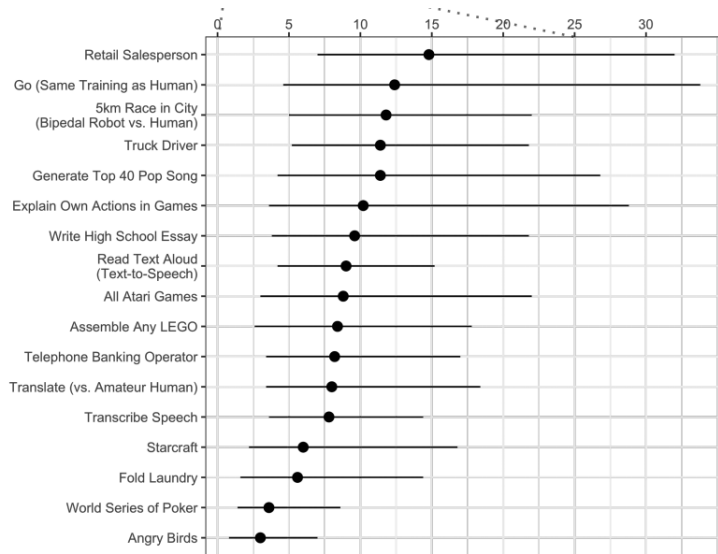
²*AI Impacts*

³*Department of Political Science, Yale University*

Prédictions des meilleurs experts en I.A.



Prédictions des meilleurs experts en I.A.



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

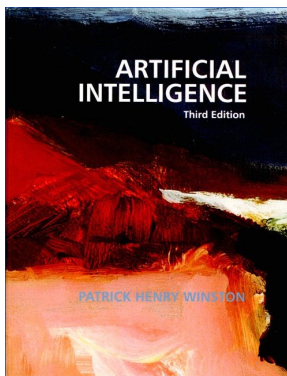
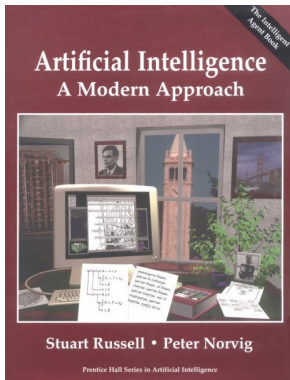
In from 3 to 8 years we will have a machine with the general intelligence of an average human being

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 - Livres



Références - Sites web

- ▶ **S. Russel** : `aima.cs.berkeley.edu`
- ▶ **AAAI** : `www.aaai.org/AITopics`
- ▶ **A.I.-depot** : `ai-depot.com`
- ▶ **Marvin Minsky** : `web.media.mit.edu/~minsky/`
- ▶ **John McCarthy** : `www-formal.stanford.edu/jmc/`

Un rapide historique de l'IA

Deux pistes parallèles, développées après la Seconde Guerre Mondiale : logique et neurones artificiels.

Plusieurs périodes d'enthousiasme débordant, suivies de long creux (AI winters).

Une renaissance récente due aux données, aux progrès en puissance de calcul, et à une convergence mathématiques/statistiques/informatique.

Des résultats initiaux prometteurs suscitent l'enthousiasme

1952 : Samuels écrit un programme qui peut jouer aux dames à un bon niveau amateur.

1955 : Newell & Simon's Logic Theorist. Un programme permettant de **prouver** des théorèmes (plutôt simples) en utilisant des règles **logiques** et des **heuristiques d'exploration** d'un espace combinatoire.

1956 et la rencontre de Dartmouth College

John McCarthy (MIT, futur fondateur du Stanford AI Lab) organise une rencontre avec des gens comme Marvin Minsky, Claude Shannon, ...

Un vent d'optimismes souffle : *Every aspect of learning or any other feature of intelligence can be so precisely described that a machine can be made to simulate it.*
Espoir de pouvoir encoder les mécanismes de raisonnement en utilisant la **logique**.

Mais les résultats sont décevants

The spirit is willing but the flesh is weak.



(Russian)



The vodka is good but the meat is rotten.

Premier "AI Winter" En 1966 le rapport ALPAC coupe les financements des programmes de recherche en IA.

Problèmes identifiés : la puissance de calcul ne permet pas d'explorer un espace de recherche exponentiel pour des problèmes complexes (traduction).

Systèmes à base de connaissance / systèmes experts (70s-80s)

L'IA se réveille, en décidant de se concentrer non plus sur des problèmes très généraux mais sur des **domaines spécifiques** : si on peut encoder une **connaissance spécifique à un domaine** alors on peut espérer éviter les problèmes de taille de l'espace de recherche et de puissance de calcul.

- ▶ DENDRAL : inférer la structure moléculaire à partir de données de spectrometrie de masse;
- ▶ MYCIN : diagnostiquer les infections sanguines et recommander un traitement;
- ▶ XCON : convertir des commandes de clients en spécifications de pièces détachées (fait économiser 40 millions de dollars par an à DEC en 1986).

Le problème (1972).

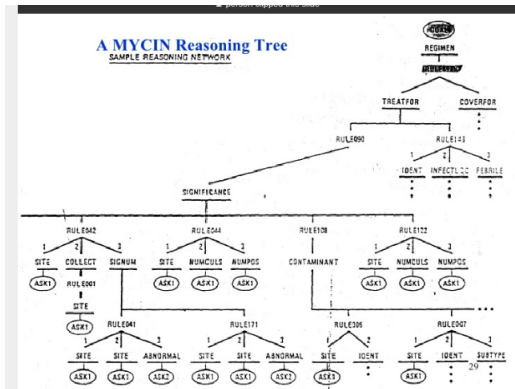
- ▶ Seulement 13% des patients sont soignés rationnellement.
- ▶ 66% des patients sont traités irrationnellement.
 - ▶ combinaison de médicaments contre-indiquée,
 - ▶ erreur dans les tests de laboratoire à effectuer
 - ▶ ...
- ▶ 21% des patients reçoivent un traitement douteux.

Principe (1). On peut encoder l'expertise des spécialistes des infections sanguines en un **système de règles logiques** implémentée en LISP.

Rule507	
IF:	<ol style="list-style-type: none">1) The infection which requires therapy is meningitis,2) Organisms were not seen on the stain of the culture,3) The type of infection is bacterial,4) The patient does not have a head injury defect, and5) The age of the patient is between 15 years and 55 years
THEN:	The organisms that might be causing the infection are diplococcus-pneumoniae and neisseria-meningitidis

FIGURE 16.1. A typical rule from the MYCIN system. Rules are conditional statements that indicate what conclusions can be reached or actions taken *if* a specified set of conditions is found to be true. In this rule, MYCIN is able to conclude probable bacterial causes of infection if the five conditions in the premise are all found to be true for a specific patient. Not shown are the measures of uncertainty that are also associated with inference in the MYCIN system.

Principe (2). On peut guider le diagnostic et la recommandation de traitement par un **arbre de décision** basé sur ces règles.



Systèmes à base de connaissance / systèmes experts (70s-80s)

Des débuts réussis ...

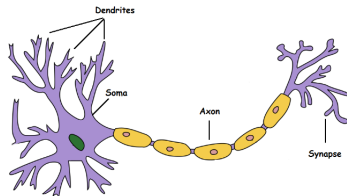
Premières applications de l'IA ayant un impact significatif dans des domaines appliqués (industrie, santé, ...)

... suivi d'un crash.

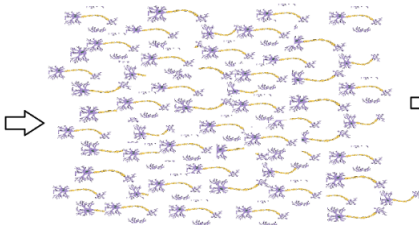
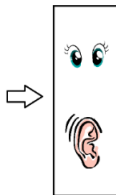
- ▶ 1987, effondrement du marché des machines LISP;
- ▶ incapacité des systèmes experts à prendre en compte l'**incertitude**;
- ▶ l'incorporation de connaissances demande un gros effort manuel et est difficile à mettre à jour (incompatibilité entre règles, ...).

Nous en sommes là à la fin des années 80. Faisons une pause pour revenir en arrière et explorer une autre approche de l'IA.

Neurones naturels



A Biological Neuron — [Wikipedia](#)



Neurones artificiels (McCulloch-Pitts, 1943)

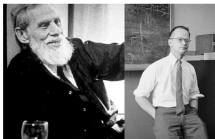
BULLETIN OF
MATHEMATICAL BIOPHYSICS
VOLUME 5, 1943

A LOGICAL CALCULUS OF THE IDEAS IMMANENT IN NERVOUS ACTIVITY

WARREN S. MCCULLOCH AND WALTER PITTS

FROM THE UNIVERSITY OF ILLINOIS, COLLEGE OF MEDICINE,
DEPARTMENT OF PSYCHIATRY AT THE ILLINOIS NEUROPSYCHIATRIC INSTITUTE,
AND THE UNIVERSITY OF CHICAGO

Because of the "all-or-none" character of nervous activity, neural events and the relations among them can be treated by means of propositional logic. It is found that the behavior of every net can be described in these terms, with the addition of more complicated logical means for nets containing circles; and that for any logical expression satisfying certain conditions, one can find a net behaving in the fashion it describes. It is shown that many particular choices among possible neurophysiological assumptions are equivalent, in the sense that for every net behaving under one assumption, there exists another net which behaves under the other and gives the same results, although perhaps not in the same time. Various applications of the calculus are discussed.



Warren McCulloch and Walter Pitts

130

LOGICAL CALCULUS FOR NERVOUS ACTIVITY

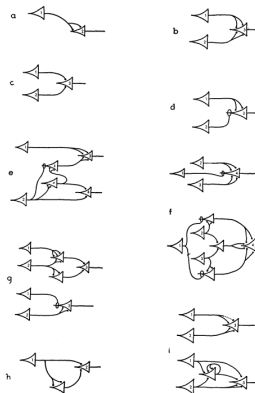


FIGURE 1

Neurones artificiels (McCulloch-Pitts, 1943)

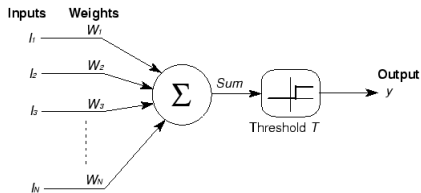
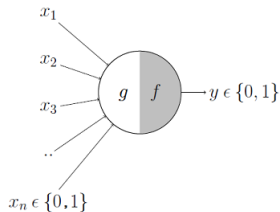


Figure 2.4: Symbolic Illustration of Linear Threshold Gate

g et f sont respectivement la fonction d'aggrégation (somme dans cet exemple) et la fonction d'activation (linéaire à seuil dans cet exemple).

Un modèle limité?

Un neurone artificiel avec des fonctions d'aggrégation et d'activation simples peut permettre d'émuler plusieurs fonctions logiques simples : AND, OR, NOT, NOR (exercice : comment?).

En 1969, Minsky et Papert, dans leur livre "Perceptrons: an introduction to computational geometry" montrent qu'un neurone artificiel seul ne peut pas calculer la fonction logique XOR (exclusive OR).

Ce résultat, bien que de portée limitée a fortement contribué à orienter l'IA vers l'approche logique.

Le renouvellement des réseaux de neurones artificiels

Il a fallu attendre le milieu des années 80 pour observer un renouvellement de l'approche basée sur des réseaux de neurones artificiels.

- ▶ 1986 : "redécouverte" de l'algorithme de "backpropagation" pour entraîner un réseau de neurones.
- ▶ 1989 (LeCun) : CNN (réseau de neurones convolutif) permettant la reconnaissance de codes postaux écrits manuellement (USPS).

Ca n'est cependant que vers les années 2000 que tous les éléments nécessaires à l'utilisation de réseaux de neurones artificiels en IA commencent à être réunies :

- ▶ Puissance de calcul (GPU).
- ▶ Big Data (ImageNet, 2009).
- ▶ Les mathématiciens et statisticiens reprennent la main (Hinton, Bengio, ...).

Pour résumer

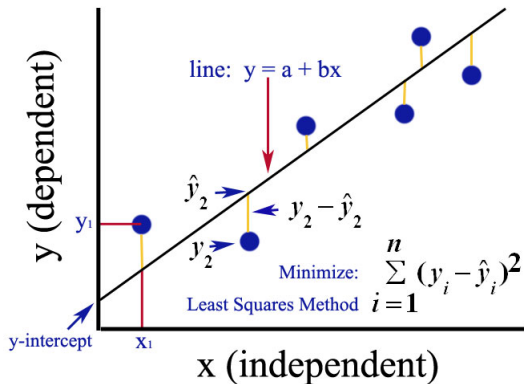
L'IA est née d'un mouvement de balancier entre deux traditions (logique vs. neurones artificiels).

Pourtant dès le départ, les deux approches sont liées (pensez au papier de McCulloch et Pitts dont le but est de calculer des fonctions logiques).

Les progrès rapides de ces dernières années sont en partie dus à un rapprochement entre les deux approches : un jeu tel que le Go se décrit parfaitement d'une manière logique formelle mais les meilleurs système d'IA pour jouer au Go sont basés sur des réseaux de neurones.

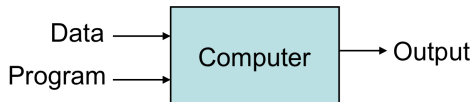
Machine Learning ?

Commençons par démystifier la chose :

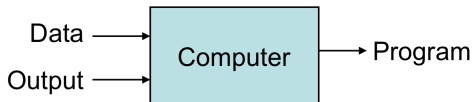


Machine Learning

► Programmation traditionnelle

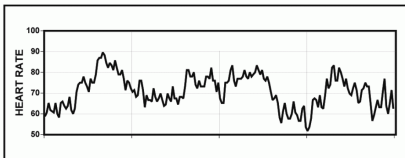


► Machine Learning



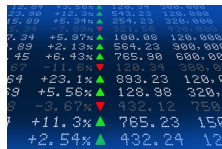
Quelques Exemples

- A partir des données médicales (sur 20 ans) sur un patient, peut-on dire s'il risque d'avoir une crise cardiaque dans les 2,3 prochaines années ?



Quelques Exemples

- ▶ A partir des données médicales (sur 20 ans) d'un patient, peut-on dire s'il risque d'avoir une crise cardiaque dans les 2,3 prochaines années ?
- ▶ Quel sera le prix de cette action dans 6 mois ?



12.24	+1.55%	▲	120.24	100.000
13.90	+12.3%	▲	543.23	120.000
15.00	+5.34%	▲	254.23	320.000
15.34	+7.34%	▲	321.55	430.000
17.34	+5.97%	▲	100.00	120.000
18.89	+2.13%	▲	564.23	300.000
19.45	+6.43%	▲	765.90	600.000
19.67	-11.6%	▼	120.34	300.000
19.64	+23.1%	▲	893.23	120.000
19.69	+5.56%	▲	128.98	320.000
19.8	-3.67%	▼	432.12	750.000
19.8	+11.3%	▲	785.23	150.000
19.8	+2.54%	▲	432.24	120.000

Quelques Exemples

- ▶ A partir des données médicales (sur 20 ans) sur un patient, peut-on dire s'il risque d'avoir une crise cardiaque dans les 2,3 prochaines années ?
- ▶ Quel sera le prix de cette action dans 6 mois ?
- ▶ Est-ce que le gribouillage suivant correspond au nombre 7 ?



Quelques Exemples

- ▶ A partir des données médicales (sur 20 ans) sur un patient, peut-on dire s'il risque d'avoir une crise cardiaque dans les 2,3 prochaines années ?
- ▶ Quel sera le prix de cette action dans 6 mois ?
- ▶ Est-ce que le gribouillage suivant correspond au nombre 7 ?
- ▶ Est-ce que ce courriel que je viens de recevoir est un spam ?



Quelques Exemples

- ▶ A partir des données médicales (sur 20 ans) sur un patient, peut-on dire s'il risque d'avoir une crise cardiaque dans les 2,3 prochaines années ?
- ▶ Quel sera le prix de cette action dans 6 mois ?
- ▶ Est-ce que le gribouillage suivant correspond au nombre 7 ?
- ▶ Est-ce que ce courriel que je viens de recevoir est un spam ?
- ▶ Comment regrouper (cluster) des consommateurs ? des mots ? Des gènes ?



Modèles d'apprentissage

