

Intelligence Artificielle, Machine Learning, Data Science: contexte & enjeux

Journée ECCOREV – Intelligence Artificielle & Big Data

Liva Ralaivola – liva.ralaivola@lis-lab.fr – @LivaRalaivola

MissionIA@AMU Principal Officer, IUF, Reseracher@AMU, Researcher@Criteo AI Lab

23 novembre 2018, ECCOREV, CEREGE, Domaine de l'Arbois



institut
universitaire
de France



criteo.
AI Lab

Plan

- 1 Avant-propos – *captatio benevolentiae*
 - IA, une science : des succès, des questions
 - IA, une technologie : des succès, des enjeux
 - Actualité de l'IA
- 2 IA, science et technologie
 - IA, une science : positionnement, définition
 - IA, une technologie : l'exemple du Deep Learning
- 3 Quelques méthodes
 - Perceptron (1958–)
 - Perceptron multi-couches, réseaux de neurones... deep learning
 - Méthodes à noyaux (1992 –)
 - Adaboost (1995 –)
 - Bandits (1965, 2002 –)
- 4 IA, Mathématiques et informatique, et au-delà

Plan

- 1 Avant-propos – *captatio benevolentiae*
 - IA, une science : des succès, des questions
 - IA, une technologie : des succès, des enjeux
 - Actualité de l'IA
- 2 IA, science et technologie
 - IA, une science : positionnement, définition
 - IA, une technologie : l'exemple du Deep Learning
- 3 Quelques méthodes
 - Perceptron (1958–)
 - Perceptron multi-couches, réseaux de neurones... deep learning
 - Méthodes à noyaux (1992 –)
 - Adaboost (1995 –)
 - Bandits (1965, 2002 –)
- 4 IA, Mathématiques et informatique, et au-delà

Avant-propos – *captatio benevolentiae*

IA, science et technologie

Quelques méthodes

IA, Mathématiques et informatique, et au-delà

IA, une science : des succès, des questions

IA, une technologie : des succès, des enjeux

Actualité de l'IA

Annotation/décodage d'images

Large-scale Video Classification with Convolutional Neural Networks, CVPR 2014

Bettor.com

Appuyez sur [Achap](#) pour quitter le mode plein écran.

basketball: 0.493
streetball: 0.380
basque pelota: 0.075

SPURS 99 Kings 86 4th 11:03 15 Comcast SPORTSMAN

0:58 / 1:12

P300 Speller

Vintage P300 Speller



(de *Breaking bad*)

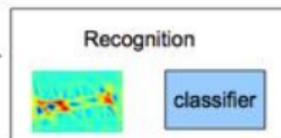
Modern P300 Speller (de A. Rakotomamonjy)



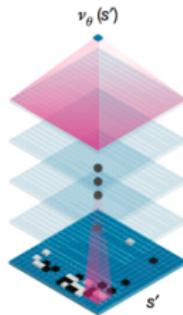
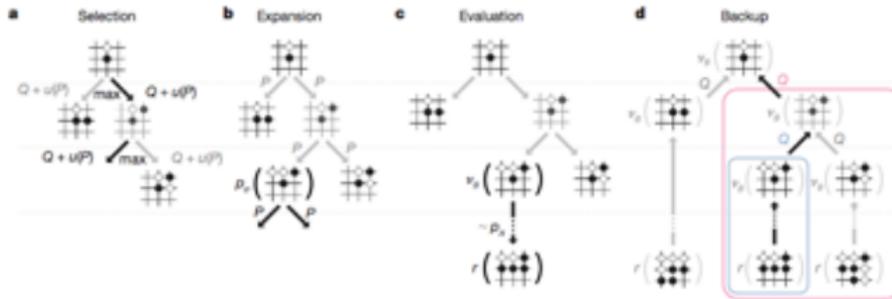
EEG Signals



BCI



AlphaGo (Silver et al. 2016, Silver et al. 2017)



<https://deepmind.com/blog/alphago-zero-learning-scratch/>

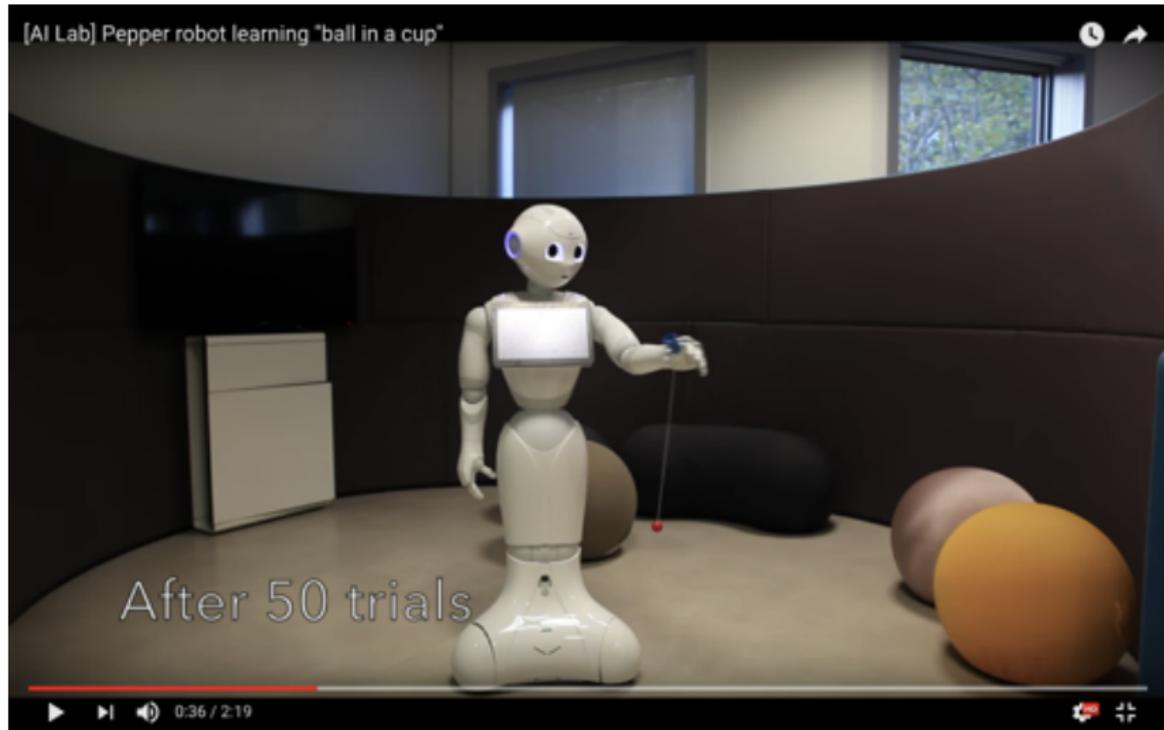
Poker (MIT/CMU, 2017)

[News](#) › [Stories](#) › [Archives](#) › [2017](#) › [January](#) › Carnegie Mellon Artificial Intelligence Beats Top Poker Pros



January 31, 2017

Bilboquet



Les courses sans caisses

Introducing Amazon Go and the world's most advanced shopping technology

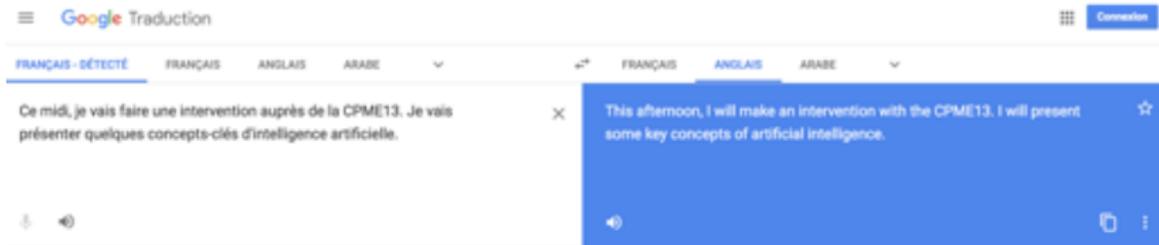
Appuyez sur  pour quitter le mode plein écran.

	Cheesecake Cupcake	1
	Chicken Bant Mi	1
	Sparkling Orange	2

If you change your mind about that

0:48 / 1:49

Traduction automatique



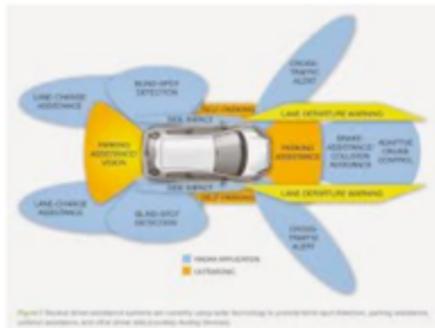
The screenshot shows the Google Translate interface. At the top, there is a menu icon, the Google logo, and the text 'Traduction'. On the right, there is a 'Connexion' button. Below the header, there are language selection tabs: 'FRANÇAIS - DÉTECTÉ', 'FRANÇAIS', 'ANGLAIS', and 'ARABE'. The 'ANGLAIS' tab is currently selected. The main area is split into two columns. The left column contains the French text: 'Ce midi, je vais faire une intervention auprès de la CPME13. Je vais présenter quelques concepts-clés d'intelligence artificielle.' Below this text are icons for voice input and output. The right column contains the English translation: 'This afternoon, I will make an intervention with the CPME13. I will present some key concepts of artificial intelligence.' Below this text are icons for voice output, a copy icon, and a star icon.

IA & Transport

L'appel à projets générique (AAPG) correspond à la composante «Recherche et innovation» du Plan d'Action de l'ANR : **AAPG ANR 2018**

CE33 Interaction, Robotique – Intelligence artificielle –

Prédire l'Etat du conducteur pour son optimisation par stimulation multi-sensorielle en conduite autonome



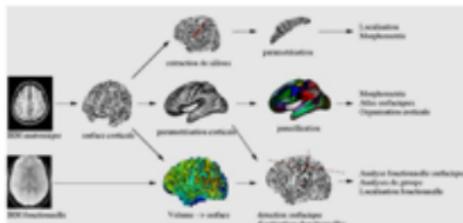
Comment fonctionne une voiture autonome ?

- 1 Une caméra principale**
Elle voit très bien les formes de jour mais évalue mal les distances
- 2 Deux caméras latérales**
(une à chaque coin du véhicule)
Elles élargissent le champ de vision
- 3 Un scanner laser (Scala)**
Il repère les objets sur une très longue distance (150 m)
- 4 Quatre radars** (un à chaque coin du véhicule)
Ils évaluent mal les formes mais calculent avec une grande précision les distances
- 5 Douze capteurs ultrason** (trois à chaque coin de la voiture)
Comme les radars, ils permettent de calculer la distance les séparant des obstacles

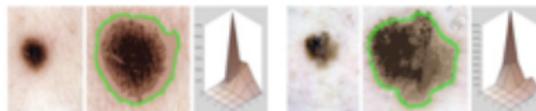


Source : Valeo.

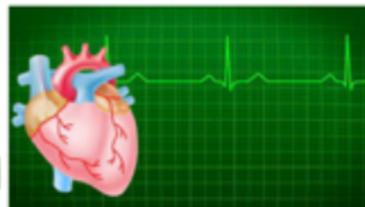
IA & Santé



Analyse des tumeurs noires de la peau



Assistant et Suivi Médical



Médecin Virtuel Watson d'IBM



- Aide au Diagnostic
- Aide aux gestes chirurgicaux
- Pronostic/Prédiction des risques

IA & Robotique (personnelle)

Un robot qui fait le ménage à votre place



Clocky et Tocky vous réveillent



Un nouveau membre dans la famille



Programmer NAO pour qu'il résolve un Rubik's Cube simplifié

K5 surveillant un supermarché



JIBO peut raconter une histoire pour endormir un enfant, lui faire réciter une leçon. « Sentiments » exprimés à travers le rire ou le changement du ton de sa voix



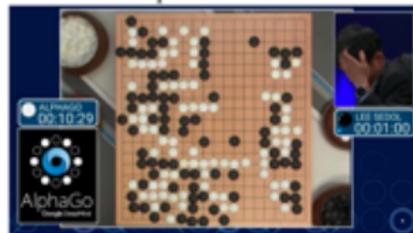
Phalanx

Une tourelle déployée sur certains navires. Programmée pour détecter, suivre et attaquer automatiquement missiles et avions anti-navires,

Sans demande d'autorisation préalable d'un humain ¹

Actualité de l'IA

AlphaGo



Radio France, 24 janvier 2018



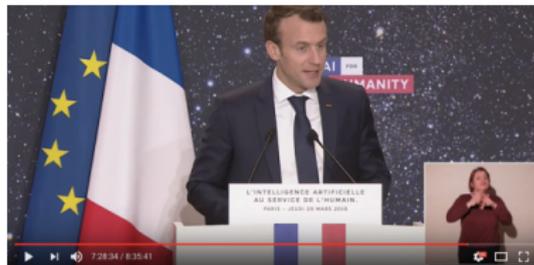
Leçon inaugurale S. Mallat

Sciences des Données

- Sciences des données: « Extrait de la connaissance de données » Au cœur des méthodologies scientifiques pour des données et des questions différentes.
- Point de vue des mathématiques et de l'informatique: géométrie comme la philosophie mais transcrit sous forme d'algorithmes.
- Nouveaux usages de données, augmentation de la vitesse des ordinateurs, nouveaux algorithmes: résultats impressionnants.



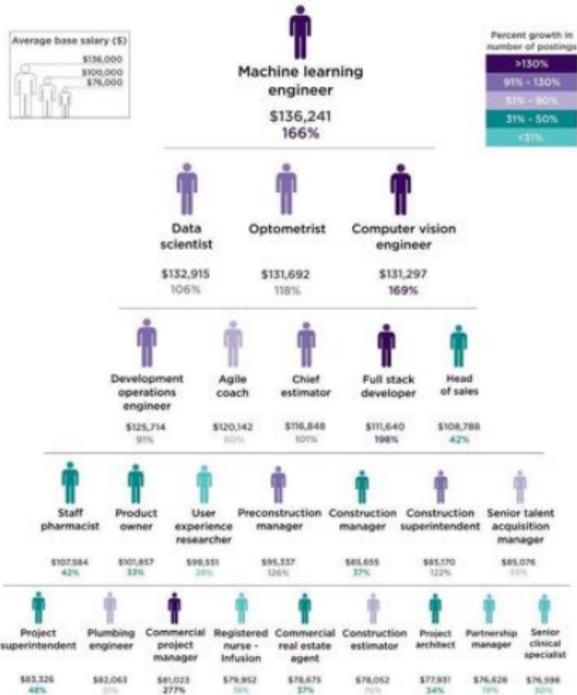
Actualité de l'IA



Annonces du gouvernement sur l'IA, 29 mars 2018

- 1,5 milliards de fonds publics (un surplus conséquent grâce à des partenariats avec le privé)
- création de 4 ou 5 centres IA en France : le premier, **PRAIRIE** (CNRS, l'Inria, l'Université PSL et Amazon, Facebook, Google, Microsoft, Nokia Bell Labs, PSA Groupe, Suez, Valeo, Criteo...)
- facilitation des collaborations public/privé, PME, TPE

The Best Jobs in the U.S. 2018 (Based on Salary and Opportunity)



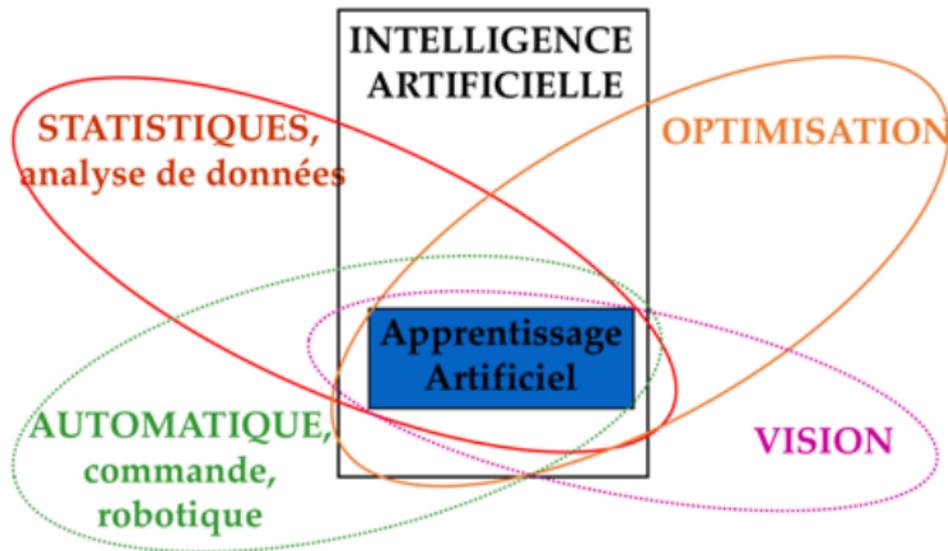
Article & Sources:
10/26/18 // <https://www.howmuch.com/>
<https://www.indeed.com/>

howmuch™

Plan

- 1 Avant-propos – *captatio benevolentiae*
 - IA, une science : des succès, des questions
 - IA, une technologie : des succès, des enjeux
 - Actualité de l'IA
- 2 IA, science et technologie
 - IA, une science : positionnement, définition
 - IA, une technologie : l'exemple du Deep Learning
- 3 Quelques méthodes
 - Perceptron (1958–)
 - Perceptron multi-couches, réseaux de neurones... deep learning
 - Méthodes à noyaux (1992 –)
 - Adaboost (1995 –)
 - Bandits (1965, 2002 –)
- 4 IA, Mathématiques et informatique, et au-delà

Intelligence Artificielle, positionnement technique



Résonances avec d'autres disciplines

IA : définitions

L'Intelligence Artificielle (IA) est la science dont le but est de faire par une machine des tâches que l'homme accomplit en utilisant son intelligence.

IA Faible (approche pragmatiste)

La machine doit aboutir aux mêmes solutions que l'homme (peu importe la méthode employée)

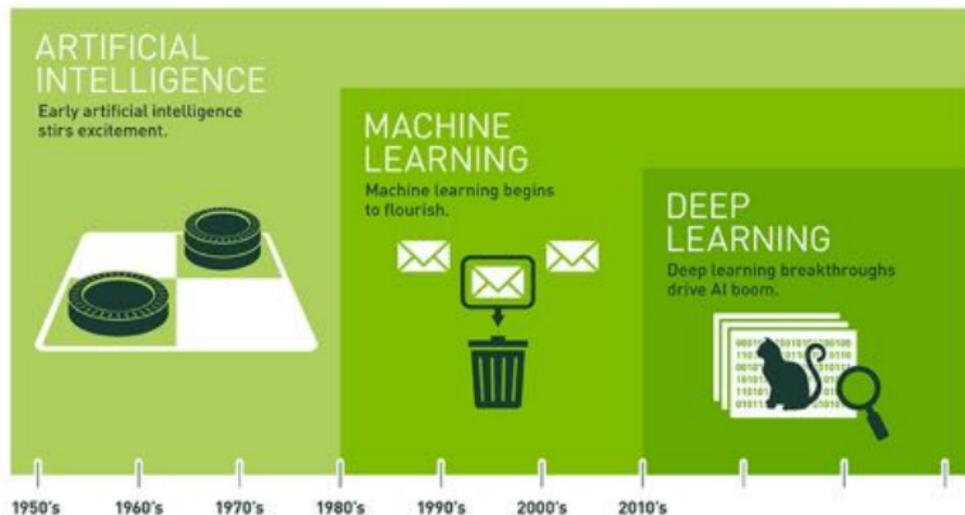
IA Forte (approche cognitive)

La machine doit raisonner à la manière de l'homme (utiliser les mêmes mécanismes de fonctionnement)

Machine Learning

A partir d'un nombre fini d'exemples, la machine doit former un modèle prédictif capable d'associer les bonnes caractéristiques à de nouveaux exemples

AI, Data Science, Machine Learning, Deep Learning



Since an early flush of optimism in the 1950s, smaller subsets of artificial intelligence – first machine learning, then deep learning, a subset of machine learning – have created ever larger disruptions.

(from [Nvidia blog](#))

Historique

1956 Dartmouth Conference: The Founding Fathers of AI



John MacCarthy



Marvin Minsky



Claude Shannon



Ray Solomonoff



Alan Newell



Herbert Simon



Arthur Samuel



Oliver Selfridge



Nathaniel Rochester



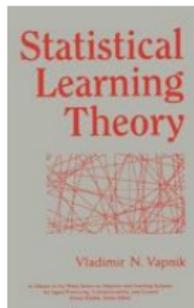
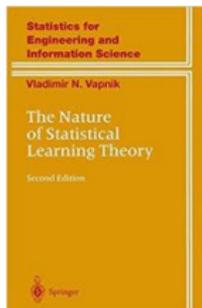
Trenchard More

Historique

- 1956 – 1976 les années d'or (naissance de plusieurs équipes de recherche & plusieurs financements)
 - 1956 - Naissance de l'IA (Minsky, McCarthy) Ecole d'été de Dartmouth
 - 1961 - On s'intéresse au traitement du langage avec une application sur la recherche d'information
 - 1965 – Eliza est construit au MIT, un système intelligent qui dialogue en anglais.
 - 1967 - Le premier programme d'échecs ayant des performances satisfaisantes est dû à Greenblatt. Il bat un joueur normal (cf. victoire de Deep Blue sur le champion du monde Garry Kasparov en 1997)
 - Premiers systèmes experts voient le jour aux USA (DENDRAL & MYCIN en 1976)
- 1990 – 2000 «*automne*» de l'IA
- 2000 - Succès de l'IA (croissance des volumes de données, de la puissance de calcul)

Machine Learning / Data Science

V. Vapnik pose, à la fin des années 70, les bases mathématiques de l'apprentissage automatique/statistique



Input: S : training set, $S = \{x_i (i=1, 2, \dots, n)$, labels $y_i \in Y$
 K : Iterations number
 1) Assign S sample $(x_i, y_i), \dots, (x_n, y_n)$; $x_i \in X$, $y_i \in \{-1, +1\}$
 2) Initialize the weights of $D_i (i=1, n)$, $i=1, \dots, n$
 3) for $k=1, \dots, K$
 4) Call WeakLearn, providing it with the distribution D_i
 5) Get weak hypothesis $h_k: X \rightarrow \{-1, +1\}$ with its error: $\epsilon_k = \sum_{i=1, \dots, n} D_i(i)$
 6) Update distribution $D_k: D_{k+1}(i) = \frac{D_k(i) \exp(-\alpha_k y_i h_k(x_i))}{z_k}$
 7) next k
 8) Output : $H(x) = \text{sign} \left(\sum_{k=1}^K \alpha_k h_k(x) \right)$

For all $\delta \in (0, 1)$, with probability $1 - \delta$:
 $\forall f \in \mathcal{F}$, $\mathbb{P}(f(X) \neq Y) \leq \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mathbb{I}_{f(x_i) \neq y_i} + \varepsilon(n, \mathcal{F}, \delta)$

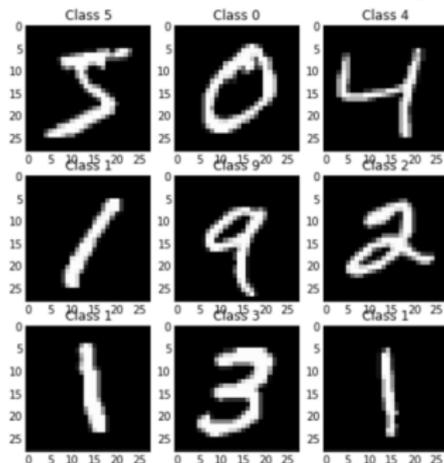
"ML is the study of computer algorithms that improve automatically through experience."

T. Mitchell, 1997

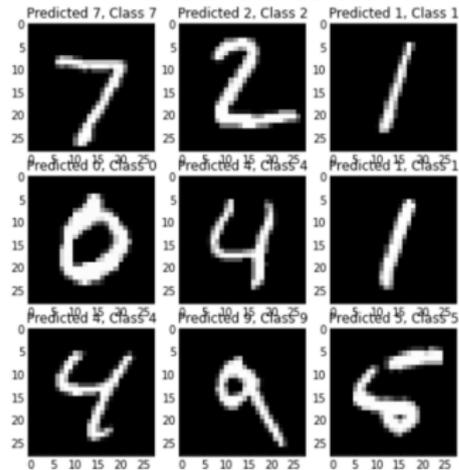
ML : moteur actuel de la popularité de l'IA

Enjeu de l'apprentissage automatique : la généralisation

Ensemble d'apprentissage



Ensemble de test



(from Keras Mnist Tutorial)

Problématique : **généralisation**

Procédures capables à partir de couples (**mesure**, **cible**), de créer une fonction ou un **prédicteur** qui, étant donné une mesure, *estime* la cible qui lui correspond.

Des questions

Mathématique et informatique

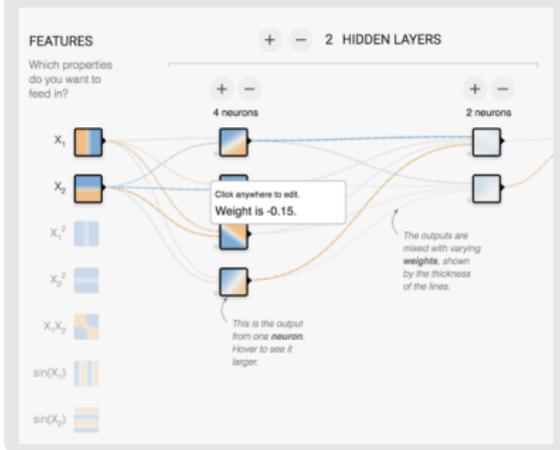
- Des algorithmes qui apprennent plus vite, mieux
- Des paradigmes nouveaux
- De nouvelles garanties mathématiques
- De nouvelles architectures matérielles

Au-delà

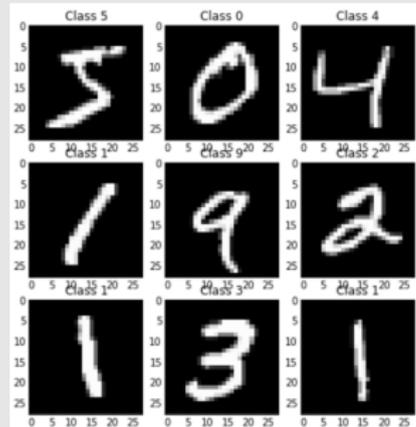
- Philosophique : homme vs machine, perte de contrôle
- Sociétal : transformation de l'emploi
- Ethique : données, biais implicites
- Droit : responsabilité (cf. voiture autonome)
- Santé : qualité de vie, monitoring...

IA : une technologie, l'exemple du Deep Learning

Visualisation



Keras Mnist Tutorial



Triptyque : matériel, logiciel, données

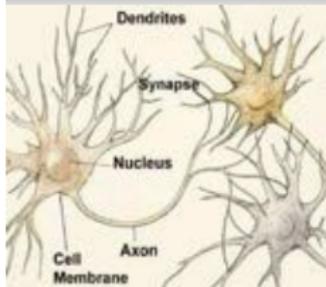
- Tensorflow, Theano, Keras, Torch, Caffe (voir là)
- GPU, TPU (Tensor Processing Units), OPU (Optical Processor Units)
- données

Plan

- 1 Avant-propos – *captatio benevolentiae*
 - IA, une science : des succès, des questions
 - IA, une technologie : des succès, des enjeux
 - Actualité de l'IA
- 2 IA, science et technologie
 - IA, une science : positionnement, définition
 - IA, une technologie : l'exemple du Deep Learning
- 3 Quelques méthodes
 - Perceptron (1958–)
 - Perceptron multi-couches, réseaux de neurones... deep learning
 - Méthodes à noyaux (1992 –)
 - Adaboost (1995 –)
 - Bandits (1965, 2002 –)
- 4 IA, Mathématiques et informatique, et au-delà

Perceptron, cas binaire, (Rosenblatt, 1958)

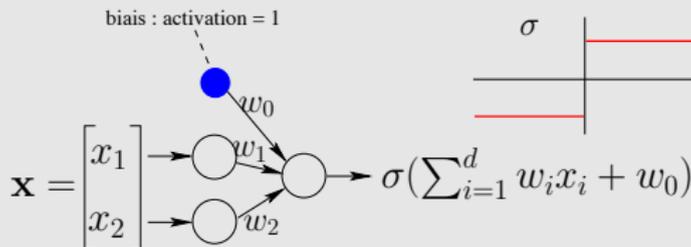
Inspiration : réseaux de neurones (réels)



Motivations biologiques

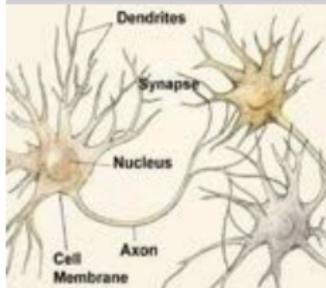
- Systèmes apprenants composés de plusieurs unités de calcul simples connectées
- Capacité de mémoire/adaptabilité de ces systèmes

Perceptron : un classifieur linéaire, $\mathcal{X} = \mathbb{R}^d$, $\mathcal{Y} = \{-1, +1\}$



Perceptron, cas binaire, (Rosenblatt, 1958)

Inspiration : réseaux de neurones (réels)



Motivations biologiques

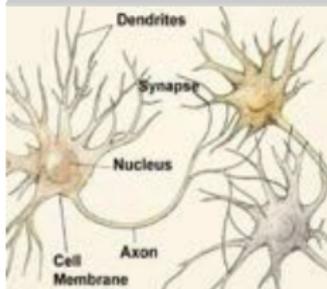
- Systèmes apprenants composés de plusieurs unités de calcul simples connectées
- Capacité de mémoire/adaptabilité de ces systèmes

Perceptron : un classifieur linéaire, $\mathcal{X} = \mathbb{R}^d$, $\mathcal{Y} = \{-1, +1\}$

- Paramètre du classifieur : $\mathbf{w} \in \mathbb{R}^d$
- Prédiction du classifieur : $f(\mathbf{x}) = \text{sign}\langle \mathbf{w}, \mathbf{x} \rangle$
- Question : comment déterminer (apprendre) \mathbf{w} à partir d'observations ?

Perceptron, cas binaire, (Rosenblatt, 1958)

Inspiration : réseaux de neurones (réels)



Motivations biologiques

- Systèmes apprenants composés de plusieurs unités de calcul simples connectées
- Capacité de mémoire/adaptabilité de ces systèmes

Algorithme : $S = \{(X_n, Y_n)\}_{n=1}^N$

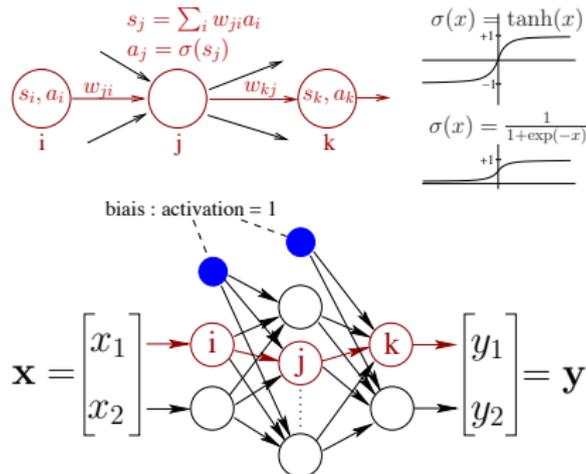
$\mathbf{w} \leftarrow \mathbf{0}$

Tant que il existe $(X_n, Y_n) : Y_n \langle \mathbf{w}, X_n \rangle \leq 0$ **faire**

$\mathbf{w} \leftarrow \mathbf{w} + Y_n X_n$

fin Tant que

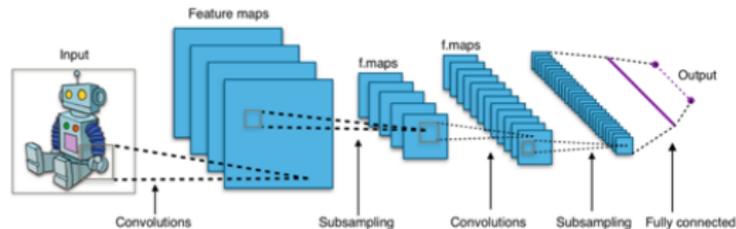
Perceptron multi-couches, réseaux convolutionnels



Jusqu'en 90

- Réseau en passe-avant
- Rétro-propagation du gradient (Rumelhart et al. 86)
- Tâche : classification chiffres manuscrits

Perceptron multi-couches, réseaux convolutionnels



(de By Aphex34 - Own work, CC BY-SA 4.0, [Wikimedia CNN](#))

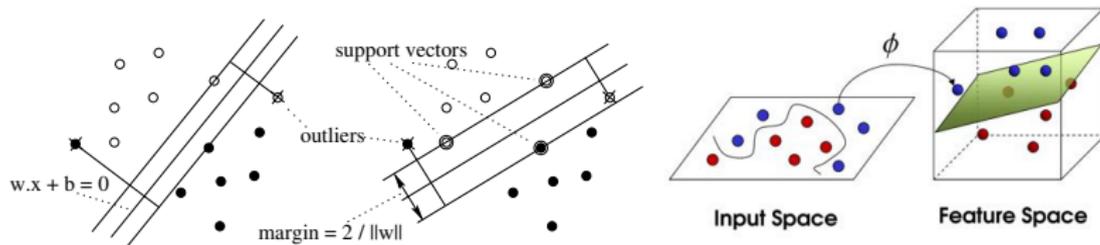
Depuis 2005

- Réseau en passe-avant
- Rétro-propagation, apprentissage couche à couche, puissance de calcul
- Tâches : très nombreuses

Mais surtout

- Bibliothèques : Tensorflow, Theano, Keras, Torch, Caffe (voir [là](#))
- Matériel : GPU, TPU (Tensor Processing Units), OPU
- Données...

La grâce des méthodes à noyaux



Seducing features

- Theoretical Guarantees
- Convex optimization
- Mercer's property based *kernel trick*
- Success stories : structured data prediction, ranking, scoring, theory

Adaboost : ensemble de classifieurs faibles

Given: $(x_1, y_1), \dots, (x_m, y_m)$ where $x_i \in \mathcal{X}$, $y_i \in \{-1, +1\}$.

Initialize: $D_1(i) = 1/m$ for $i = 1, \dots, m$.

For $t = 1, \dots, T$:

- Train weak learner using distribution D_t .
- Get weak hypothesis $h_t : \mathcal{X} \rightarrow \{-1, +1\}$.
- Aim: select h_t with low weighted error:

$$\epsilon_t = \Pr_{i \sim D_t} [h_t(x_i) \neq y_i].$$

- Choose $\alpha_t = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{1 - \epsilon_t}{\epsilon_t} \right)$.
- Update, for $i = 1, \dots, m$:

$$D_{t+1}(i) = \frac{D_t(i) \exp(-\alpha_t y_i h_t(x_i))}{Z_t}$$

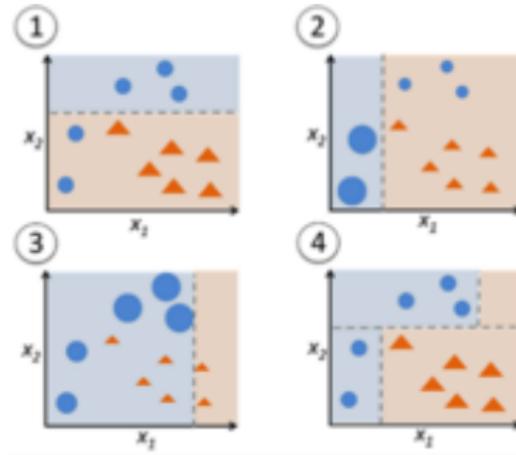
where Z_t is a normalization factor (chosen so that D_{t+1} will be a distribution).

Output the final hypothesis:

$$H(x) = \text{sign} \left(\sum_{t=1}^T \alpha_t h_t(x) \right).$$

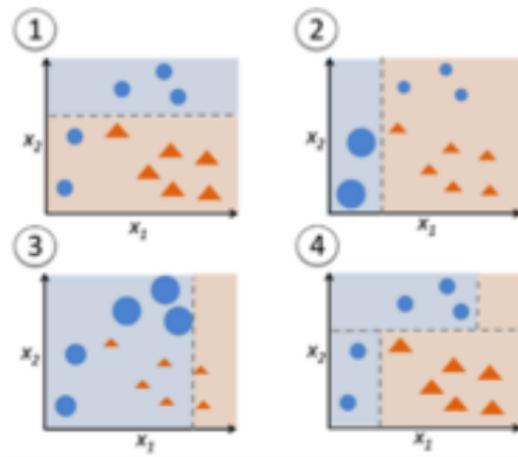
(from Freund and Schapire, 1997, 2012)

Adaboost : ensemble de classifieurs faibles



(from Raschka, <https://sebastianraschka.com/faq/docs/bagging-boosting-rf.html>)

Adaboost : ensemble de classifieurs faibles



(from Raschka, <https://sebastianraschka.com/faq/docs/bagging-boosting-rf.html>)

- Algorithmic simplicity, efficiency
- Theoretical results
- Gödel price 2003

Bandits : le dilemme exploration-exploitation



Comment utiliser au mieux son budget ?

Caractéristiques

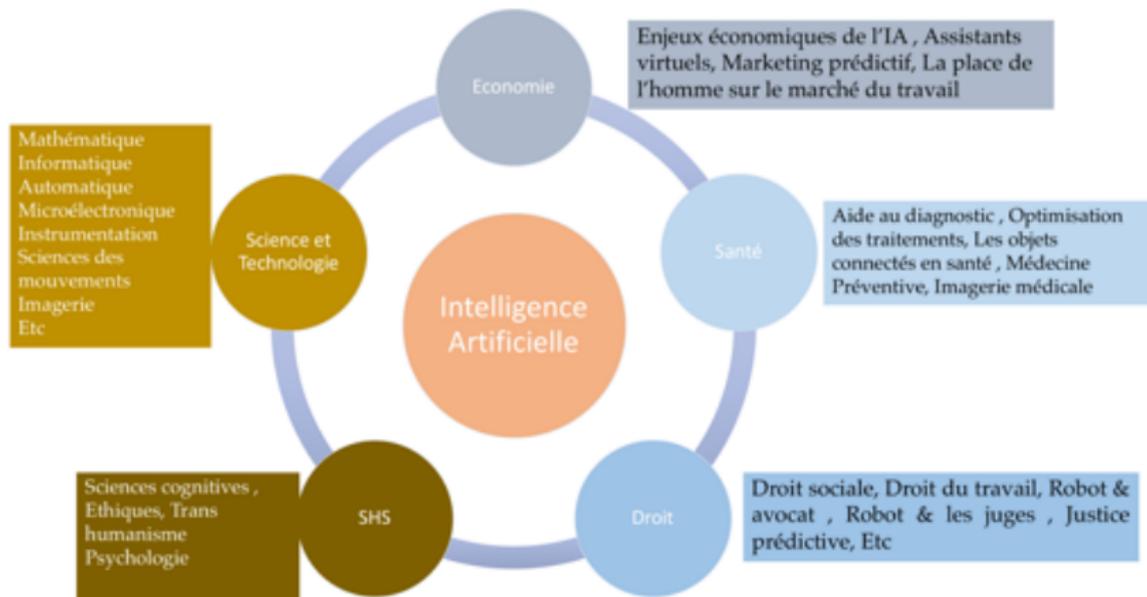
- Problème facile à poser, plusieurs variations (bandits contextuels)
- Exploration/exploitation
- Success stories : reciblage publicitaire, recommandation, Go

Plan

- 1 Avant-propos – *captatio benevolentiae*
 - IA, une science : des succès, des questions
 - IA, une technologie : des succès, des enjeux
 - Actualité de l'IA
- 2 IA, science et technologie
 - IA, une science : positionnement, définition
 - IA, une technologie : l'exemple du Deep Learning
- 3 Quelques méthodes
 - Perceptron (1958–)
 - Perceptron multi-couches, réseaux de neurones... deep learning
 - Méthodes à noyaux (1992 –)
 - Adaboost (1995 –)
 - Bandits (1965, 2002 –)
- 4 IA, Mathématiques et informatique, et au-delà

IA, mathématiques et informatique, et au-delà

Au cœur des méthodes : mathématiques et informatique... mais aussi



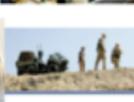
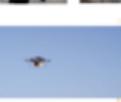
IA, mathématiques et informatique, et au-delà

Diversité des tâches

Remplacer les humains



Assister et servir les humains



Rehabiliter/augmenter les humains



R. Chatila

À retenir

- Des investissements colossaux...
- des enjeux importants (formations, emploi, éthique, liberté)
- nombreux développements à venir

MERCI DE VOTRE ATTENTION

Acknowledgments : M. Ouladsine, Professeur AMU, directeur LIS