
L'intelligence artificielle au gymnase

Retour d'expérience

Micha Hersch, Gymnase de Renens et HEP Vaud

Programme

- Questions préliminaires
- Expérience 1 : 3^e OC informatique
- Expérience 2 : 1^e DO informatique
- Conclusion et discussion

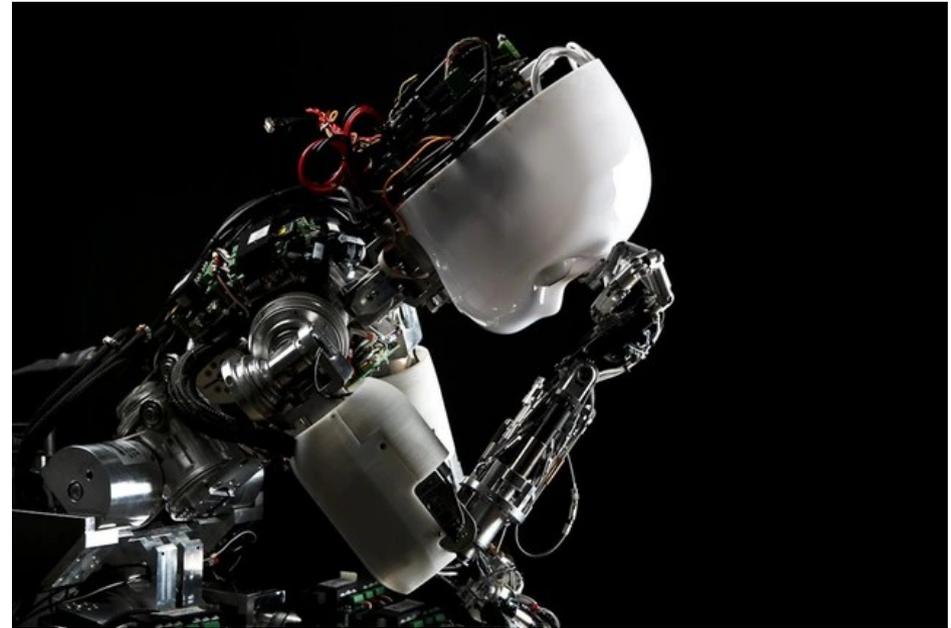
Avec la relève scientifique (3OC)

- 14 élèves (2 ♀ , 12 ♂)
- Maths renforcées
- OS maths-physique (12), et biologie-chimie (2)
- Elèves du cours Euler (3)

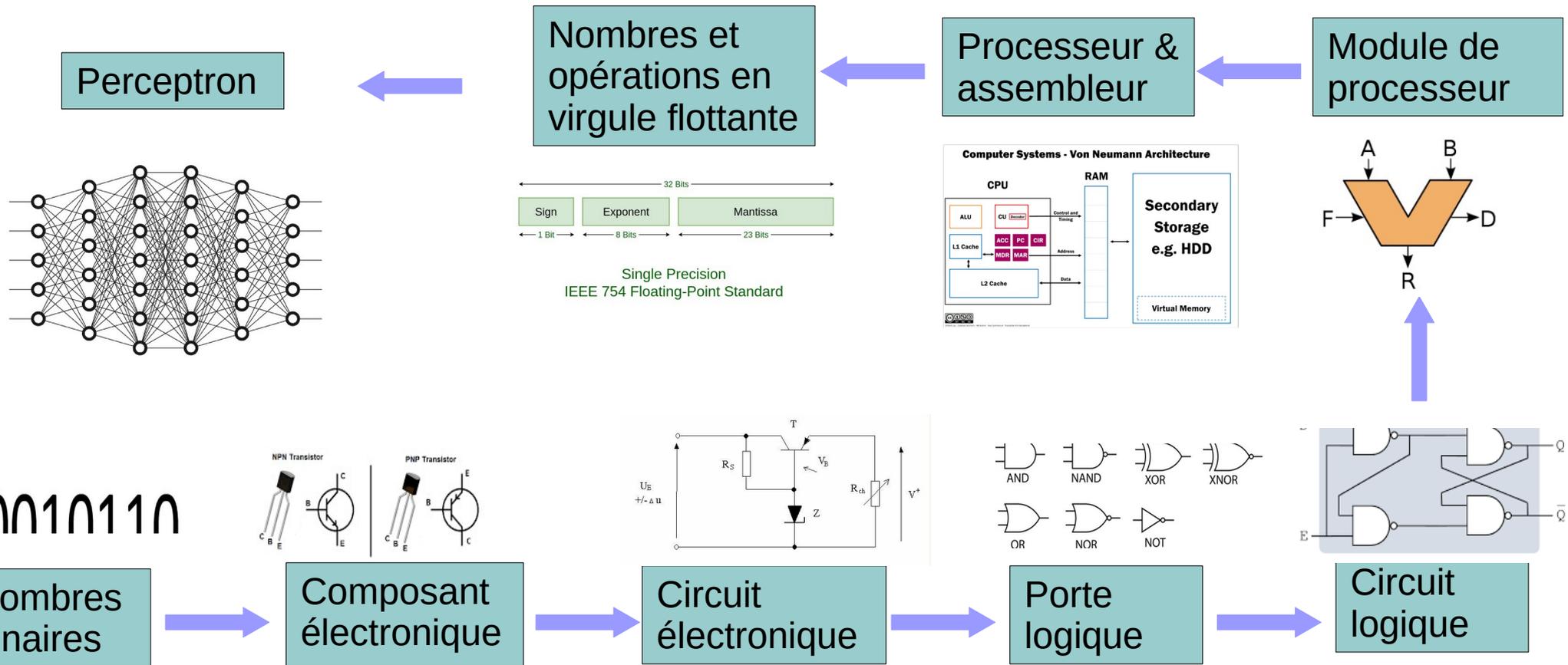


Programme annuel

- Cours théorique :
Faire des machines intelligentes, comment c'est possible ?
- Cours pratique :
programmation et projets



Les principales pièces du puzzle



Motivation du perceptron multi-couche

- Relative simplicité conceptuelle
- Centralité de l'algo de backpropagation pour l'IA
- Analogie biologique
- Mobilisation de leurs connaissances mathématiques

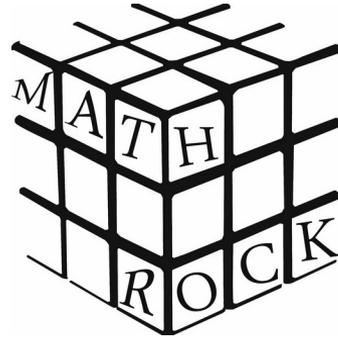
Quelle vitesse de parcours ?



Mes messages principaux aux élèves



Tous les outils de compréhension nécessaires sont entre leurs mains

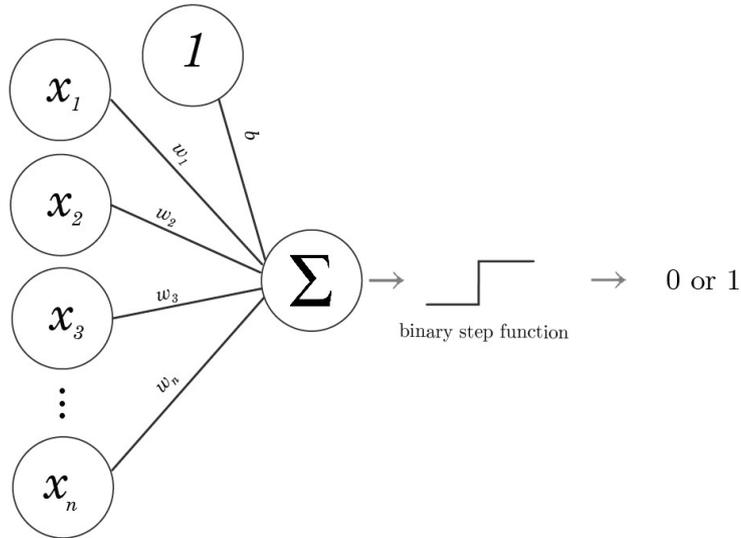


Les maths, c'est pas seulement fun, c'est aussi utile et «empowering»



La complexité peut émerger de la simplicité

Semaine 1 : perceptron binaire

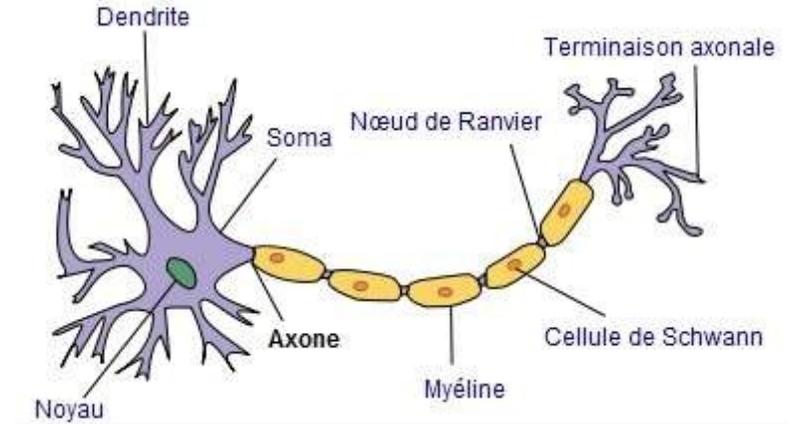


Activation :

$$y = f(\vec{w} \cdot \vec{x})$$

Apprentissage
sur des exemples
(x, d) :

$$\Delta \vec{w} = \epsilon (d - y) \vec{x}$$



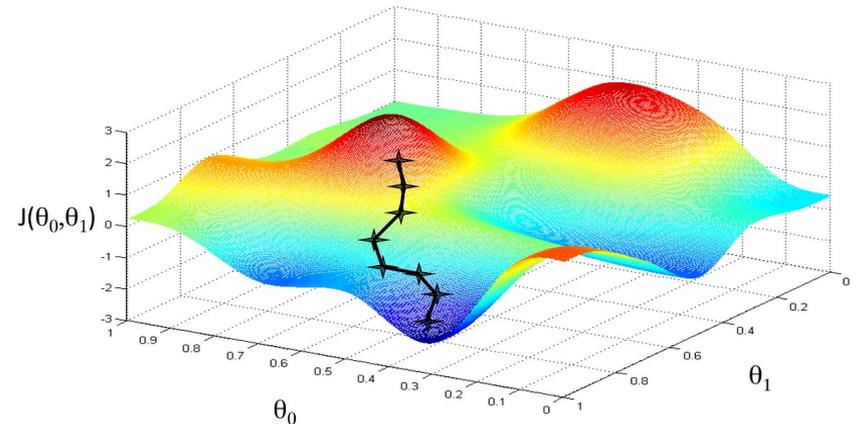
Implémentation en python
sur un exemple 2D
linéairement séparable (iris)
et visualisation

Semaine 1 : conclusion

- Un neurone artificiel permet de séparer l'espace en deux par une droite/plan/hyper-plan
- En devoir :
Un tel neurone peut-il réaliser les fonctions NON, ET, OU, OU-EXCLUSIF ?

Semaine 2 : descente de gradient

- Analyse multivariée :
 - dérivée partielle : la dérivée dans une direction
 - gradient : vecteur des dérivées partielles = direction de plus grand pente
- Descente de gradient
- Application au perceptron sur la fonction $(y-d)^2$



Semaine 2 : conclusion

- La règle d'apprentissage du perceptron est (presque) une descente de gradient
- Une neurone ne peut pas représenter le XOR, mais on devrait pouvoir le faire avec 3 neurones.

Semaine 3 : Backpropagation

Prérequis :

$$\frac{\partial f(g)}{\partial x} = \frac{\partial f(g)}{\partial g} \cdot \frac{\partial g}{\partial x}$$

$$\frac{\partial f(x,y)}{\partial t} = \frac{\partial f(x,y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial t} + \frac{\partial f(x,y)}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial t}$$

Difficulté principale : beaucoup de variables et indices différents

sortie du neurone i de la couche l

poids j du neurone i de la couche l

$$z_i^l = f(a_i^l) = f\left(\sum_j w_{ij}^l z_j^{l-1}\right)$$

Semaine 3 : Conclusion

- Le gradient est calculable en remontant les couches de neurones une à une.

$$\frac{\partial dC}{\partial a_i^l} = \frac{\partial df}{\partial a_i^l} \sum_j w_{ji}^{l+1} \frac{\partial dC}{\partial a_j^{l+1}}$$

$$\frac{\partial C}{\partial w_{ij}^l} = \frac{\partial C}{\partial a_i^l} z_j^{l-1}$$

Semaine 4 : implémentation

- Activité facultative
(suivie par 3 élèves sur 12...)

Semaine 4 : conclusion

(Pour les plus hardi-e-s) ce n'est pas si compliqué que ça de l'implémenter.

Semaine 5 : application

- Utilisation et visualisation de l'apprentissage
 - Fonction OU-EXCLUSIF
 - Additionneur binaire 3 bits
 - <https://playground.tensorflow.org>

Semaine 5 : conclusion

- Ca marche
- Ça met du temps
- On peut délimiter des zones complexes de l'espace des entrées en combinant des séparations linaires.

Retour par questions des élèves

Comment faire pour faire respecter une règle à une IA ?

Comment une IA suivant le fonctionnement de la descente de gradient peut-elle se servir d'exemples de coup d'échecs qui ne sont pas directement déclarés comme juste ou faux

Comment avoir une idée du nombre de neurones et de couches nécessaires ?

Comment fonctionne la détection de contours ?

Peut-on créer des réseaux avec d'autres types de neurones que le perceptron ?

Comment une IA interprète-t-elle du texte ?

Est-ce qu'on pourrait vraiment apprendre aux robots à ressentir des émotions

Comment faire une IA qui joue à un jeu ?

Il paraît qu'on peut changer la taille du réseau de neurones pendant l'apprentissage. Comment ça marche ?

Mon ressenti

- Les élèves sont content-e-s de traiter la thématique
- Certain-e-s sont contents d'utiliser leurs compétences mathématiques, mais pas tous
- Le playground permet une compréhension intuitive du système
- Les élèves attendent maintenant de passer aux choses sérieuses...

La suite...

- Expérimentation sur des vraies données avec tensorflow ou pytorch
- Peut-être reinforcement learning pour les jeux
- ...

1e DO

- 23 élèves
- Options mélangées
- Peu matheux

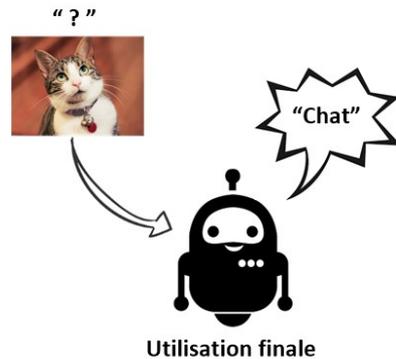
Semaine 1 : philo

- Mini débat :
 - Une machine peut-elle être intelligente ?
- Test du Turing
- Argument de la chambre chinoise (Searle)



Semaine 2 : apprentissage supervisé

x	y
	"Chien"
	"Chien"
	"Chat"
	"Chien"



Exemples d'utilisation

- Récolte des données
- Travailleurs du clic
- Biais

Semaine 3 : consultant IA

- Thèmes
 - Assurance maladie
 - Régie
 - Recrutement
 - Justice
 - Assurance casco
- Données d'entraînement et risques de discrimination

Mon ressenti

- La thématique a suscité un certain intérêt et une certaine participation, en particulier la question de la discrimination
- Devrait être un peu mieux cadrée

Conclusion

- L'éventail est vaste
- Il y a beaucoup à faire
- Il faut encore défricher