

Intelligence artificielle

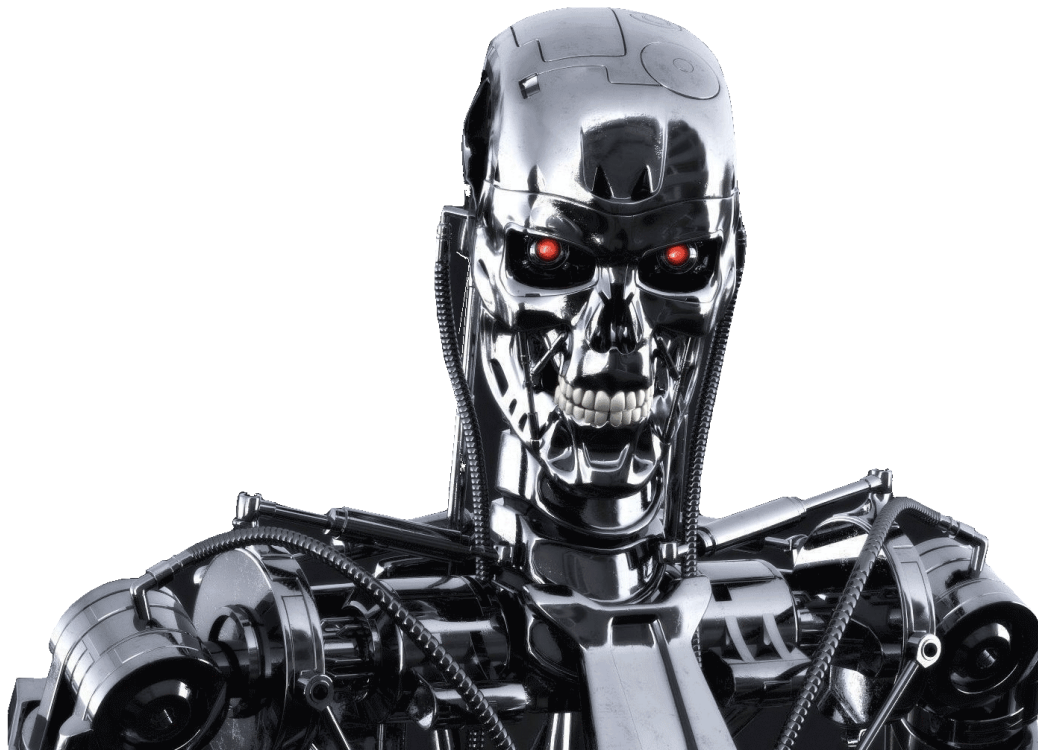
26 septembre 2019

Prof. Gilles Louppe
g.louppe@uliege.be

Sommaire

- Qu'est-ce que l'intelligence artificielle?
- Réseaux de neurones
- Que peut faire une IA aujourd'hui?
- Limites et défis

Intelligence artificielle?



"With artificial intelligence we are summoning the demon" -- Elon Musk



"We're really closer to a smart washing machine than Terminator" -- Fei-Fei Li,
Director of Stanford AI Lab.



The Dartmouth workshop (1956)

The study is to proceed on the basis of the conjecture that every aspect of learning or any other feature of intelligence can in principle be so precisely described that a machine can be made to simulate it.



The Thinking Machine (Artificial Intelligence i...



Watch later



Share





Edsger Dijkstra: *What do you work on?*

Leslie Valiant (very proudly): *AI.*

Edsger Dijkstra: *Why don't you work first on the "**Intelligence**" part?*



*"**What is intelligence, anyway?** It is only a word that people use to name those unknown processes with which our brains solve problems we call hard. But whenever you learn a skill yourself, you're less impressed or mystified when other people do the same.*

*This is why **the meaning of "intelligence" seems so elusive**: it describes not some definite thing but only the momentary horizon of **our ignorance about how minds might work**. It is hard for scientists who try to understand intelligence to explain precisely what they do, since our working definitions change from year to year. But it is not at all unusual for sciences to aim at moving targets." -- Marvin Minsky*

d



Konbini Techno

Rencontre avec Yann Le Cun, directeur de la recherche en AI chez Facebook

Les gens ont des peurs,
des fantômes,

Réseaux de neurones



Que voyez-vous?



Sheepdog ou mop?



Chihuahua ou muffin?

L'extraction automatique d'une **sémantique** à partir d'un signal brut est au coeur de nombreuses applications, telles que

- la reconnaissance d'images
- l'interprétation de la voix
- la compréhension des langages naturels
- le contrôle robotique
- ... et bien d'autres.

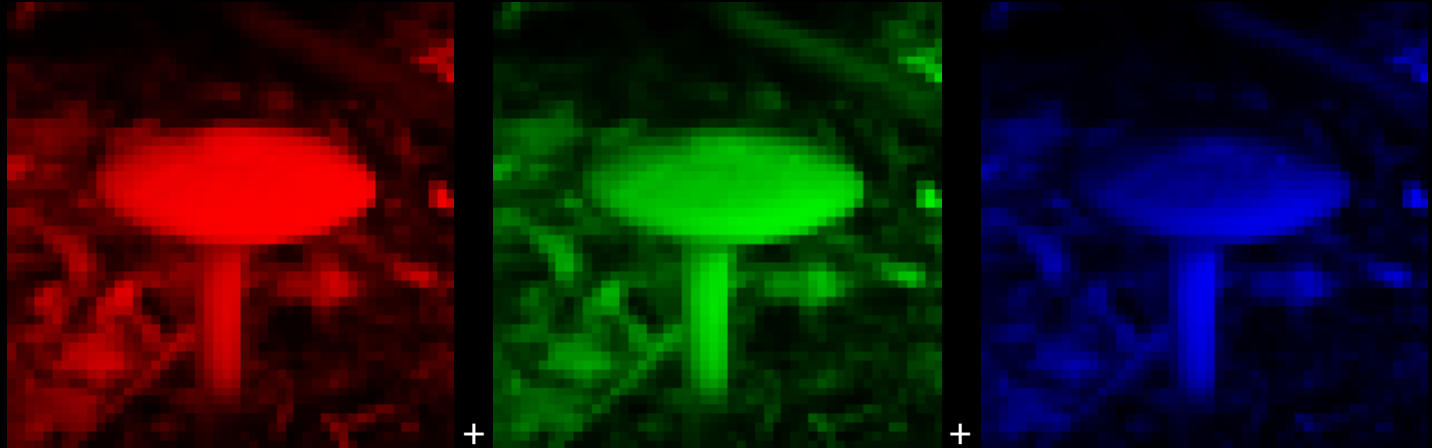
Comment **écrire un programme** qui implémente une telle fonctionnalité?



Ceci est un champignon.



Ceci est un champignon.



Ceci est un champignon.

```

array([[0.03921569, 0.03529412, 0.02352941, 1.          ],
       [0.2509804 , 0.1882353 , 0.20392157, 1.          ],
       [0.4117647 , 0.34117648, 0.37254903, 1.          ],
       ...,
       [0.20392157, 0.23529412, 0.17254902, 1.          ],
       [0.16470589, 0.18039216, 0.12156863, 1.          ],
       [0.18039216, 0.18039216, 0.14117648, 1.          ]]),

[[0.1254902 , 0.11372549, 0.09411765, 1.          ],
 [0.2901961 , 0.2509804 , 0.24705882, 1.          ],
 [0.21176471, 0.2          , 0.20392157, 1.          ],
 ...,
 [0.1764706 , 0.24705882, 0.12156863, 1.          ],
 [0.10980392, 0.15686275, 0.07843138, 1.          ],
 [0.16470589, 0.20784314, 0.11764706, 1.          ]]),

[[0.14117648, 0.12941177, 0.10980392, 1.          ],
 [0.21176471, 0.1882353 , 0.16862746, 1.          ],
 [0.14117648, 0.13725491, 0.12941177, 1.          ],
 ...,
 [0.10980392, 0.15686275, 0.08627451, 1.          ],
 [0.0627451 , 0.08235294, 0.05098039, 1.          ],
 [0.14117648, 0.2          , 0.09803922, 1.          ]]),

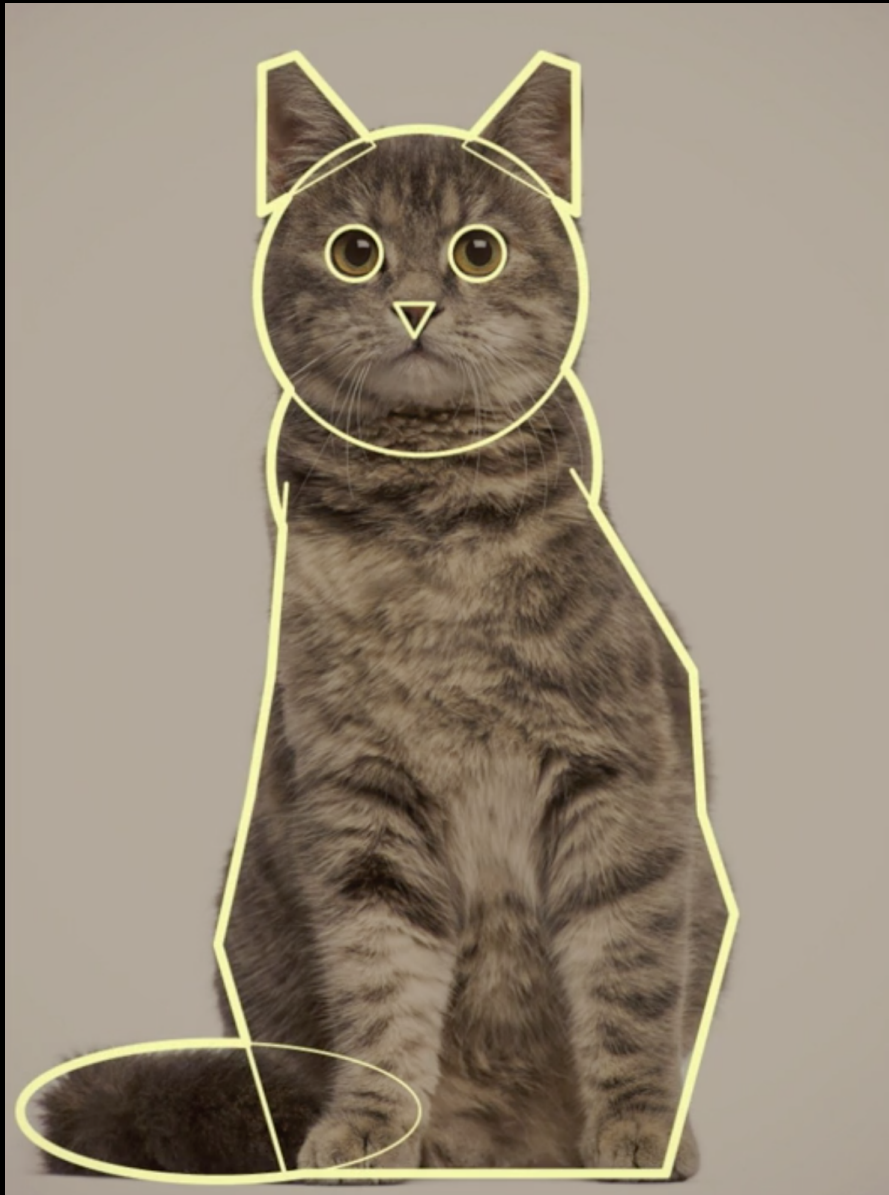
...,

```

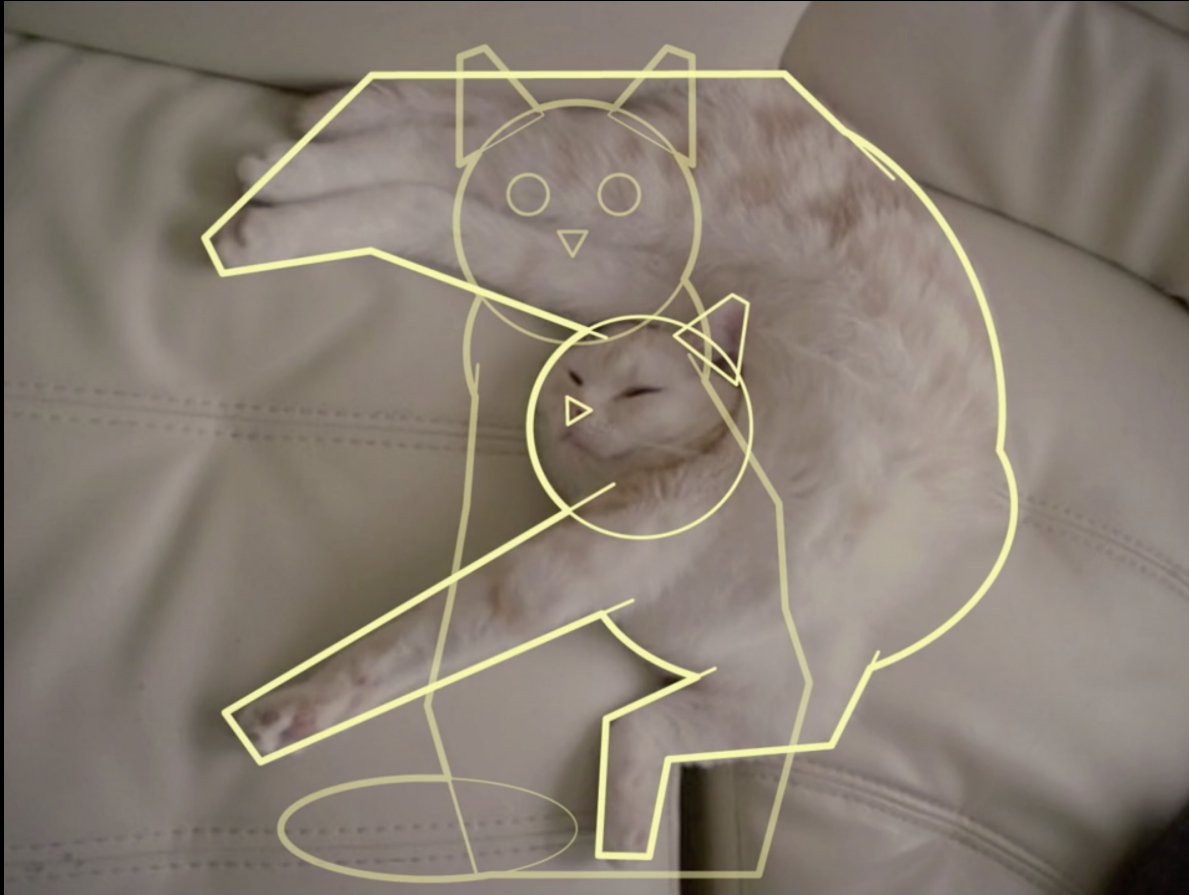
Ceci est un champignon.

Construire une machine capable de voir?





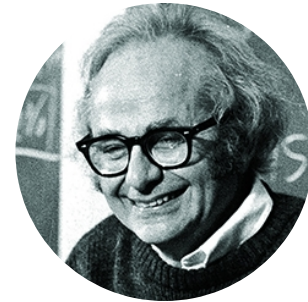
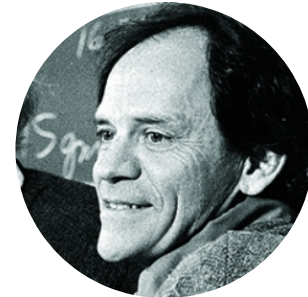
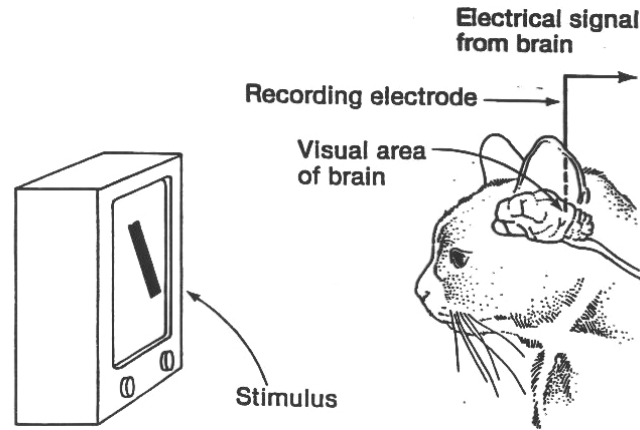




Extraire la sémantique d'une image requiert un modèle de **haute complexité**, qui ne peut être construit à la main.

Cependant, il est possible d'écrire un programme qui **apprend** cette tâche.

Machines that see



Perception visuelle (Hubel et Wiesel, 1959-1962)

- David Hubel et Torsten Wiesel découvrent la base neuronale responsable de la [perception visuelle](#) chez le chat.
- Prix Nobel de médecine en 1981.



Hubel and Wiesel Cat Experiment



Watch later



Share



Hubel and Wiesel



Hubel & Wiesel 1: Intro



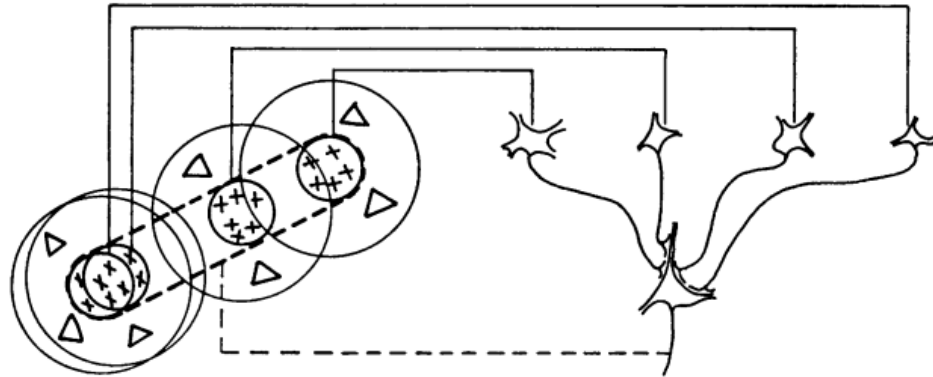
Watch later



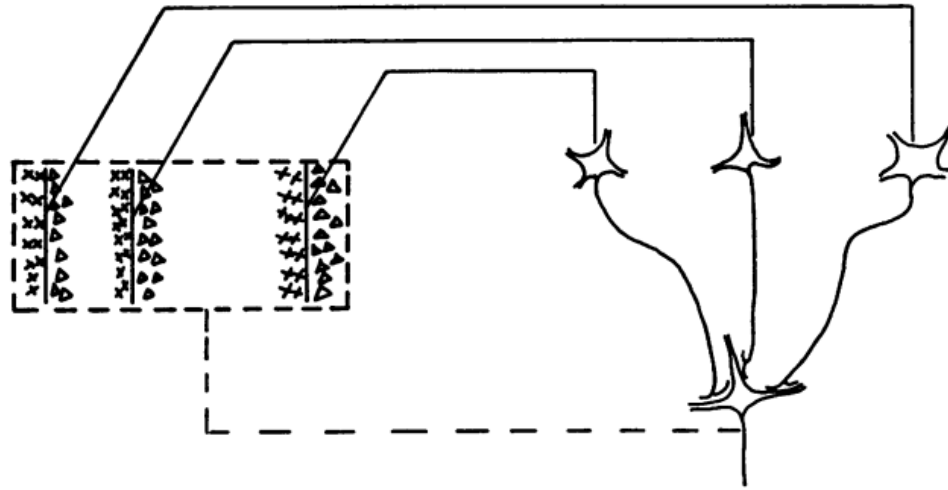
Share



Hubel and Wiesel



Text-fig. 19. Possible scheme for explaining the organization of simple receptive fields. A large number of lateral geniculate cells, of which four are illustrated in the upper right in the figure, have receptive fields with 'on' centres arranged along a straight line on the retina. All of these project upon a single cortical cell, and the synapses are supposed to be excitatory. The receptive field of the cortical cell will then have an elongated 'on' centre indicated by the interrupted lines in the receptive-field diagram to the left of the figure.



Text-fig. 20. Possible scheme for explaining the organization of complex receptive fields. A number of cells with simple fields, of which three are shown schematically, are imagined to project to a single cortical cell of higher order. Each projecting neurone has a receptive field arranged as shown to the left: an excitatory region to the left and an inhibitory region to the right of a vertical straight-line boundary. The boundaries of the fields are staggered within an area outlined by the interrupted lines. Any vertical-edge stimulus falling across this rectangle, regardless of its position, will excite some simple-field cells, leading to excitation of the higher-order cell.

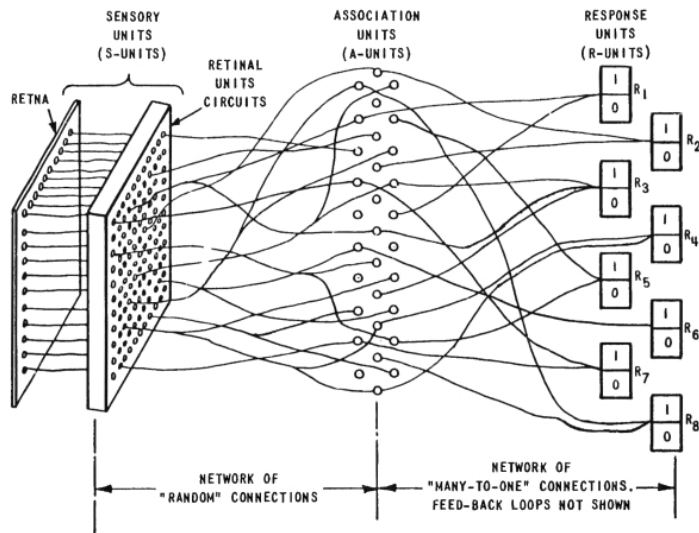
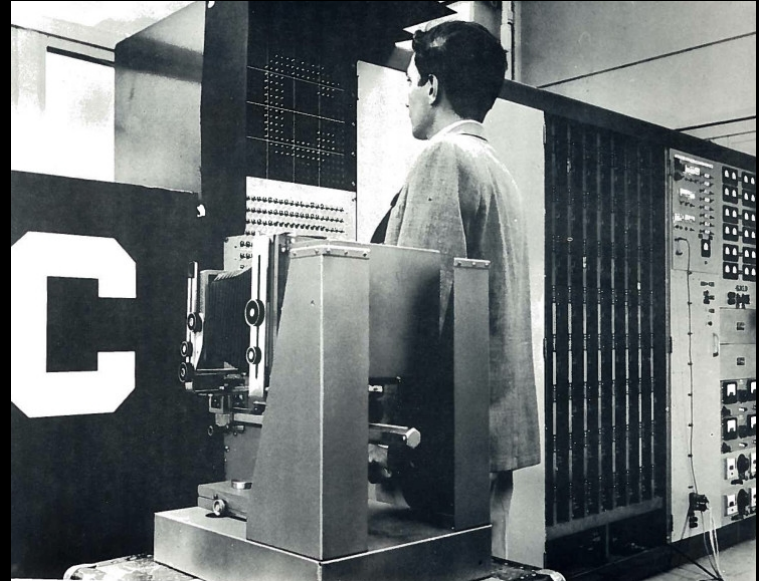
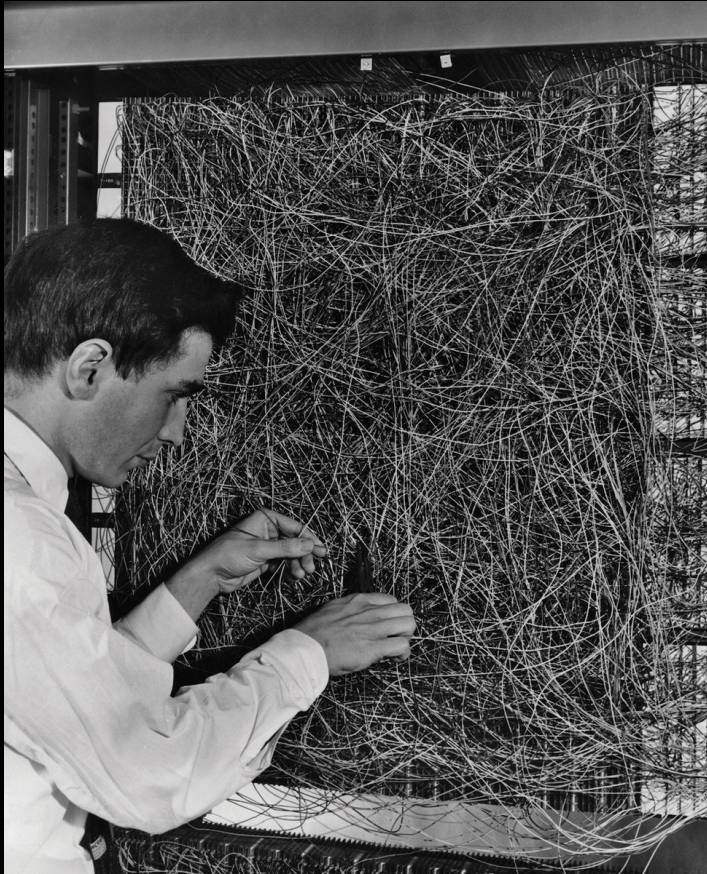


Figure 1 ORGANIZATION OF THE MARK I PERCEPTRON

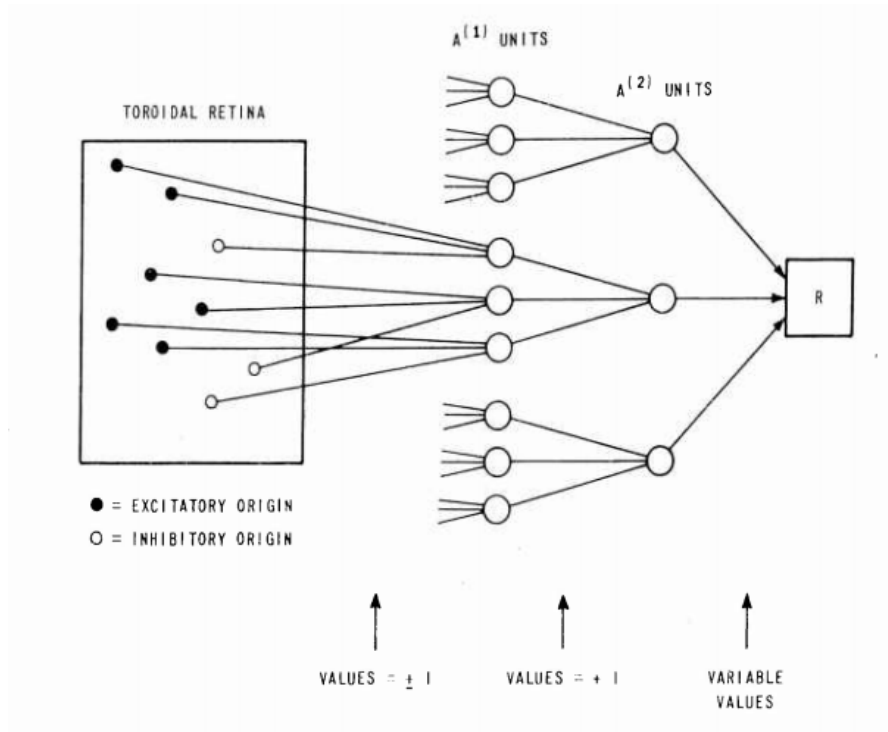
$$h = \sigma \left(\sum w_i x_i \right)$$

Perceptron (Rosenblatt, 1959)

- Implémentation d'un réseau de neurones sur un circuit analogique.
- Paramètres ajustables par des potentiomètres.



The Mark I Perceptron (Frank Rosenblatt).



"If we show the perceptron a stimulus, say a square, and associate a response to that square, this response will immediately generalize perfectly to all transforms of the square under the transformation group [...]."

Similaire aux cellules simples et complexes identifiées par Hubel et Wiesel!

Impossibilité (Minsky and Papert, 1969+)

- Minsky and Papert redéfinissent le perceptron comme un classifieur linéaire.
- Ils démontrent une série de résultats d'impossibilité pour le perceptron.



Neocognitron (Fukushima, 1980)

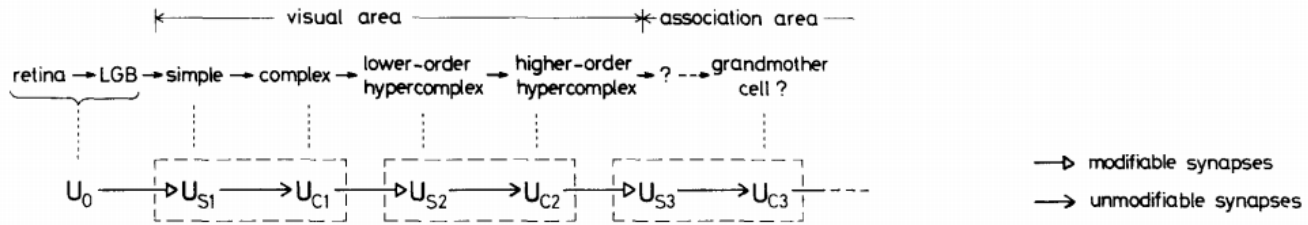


Fig. 1. Correspondence between the hierarchy model by Hubel and Wiesel, and the neural network of the neocognitron

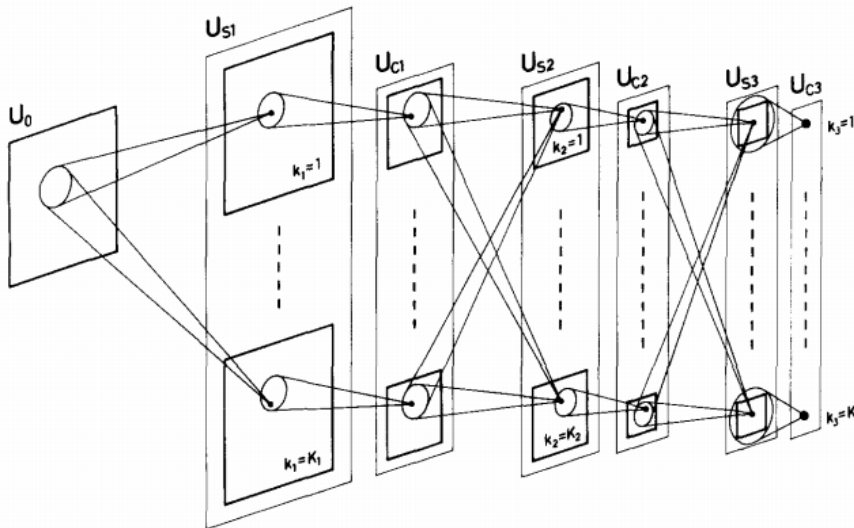
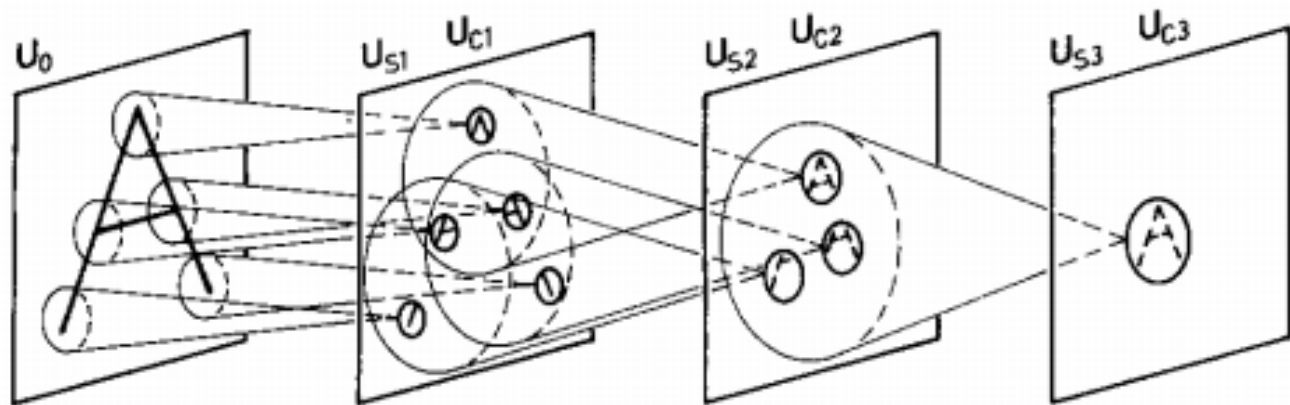
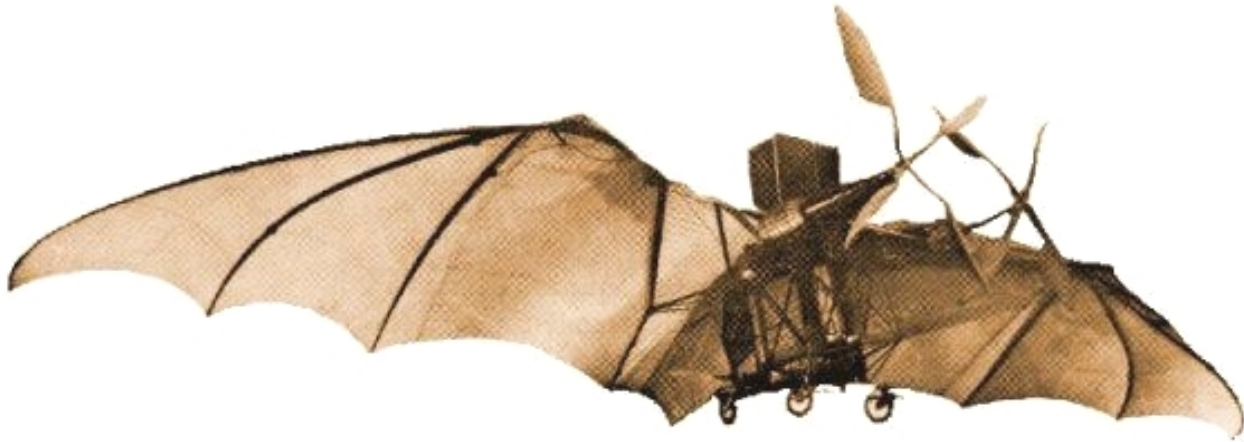


Fig. 2. Schematic diagram illustrating the interconnections between layers in the neocognitron



AI winter (1969-1985)

La recherche fondamentale en réseaux de neurones artificiels stagne pendant plusieurs années, au point de presque disparaître.



Inspiration biologique?

- Clément Ader **calque** la construction de l'Eole sur l'anatomie des chauve-souris.
- Elle s'envola le 9 octobre 1890 (13 années avant les frères Wright).



$$\neq \sigma \left(\sum w_i x_i \right)$$

Quel est le pendant de l'aérodynamique pour l'étude de l'intelligence?

Backpropagation (Rumelhart et al, 1986)

$$\theta_{t+1} = \theta_t - \gamma \nabla_{\theta} \mathcal{L}(\theta_t)$$

Réseaux de convolutions (LeCun, 1990)

- Premier réseau de convolutions entraîné par **backpropagation**.
- Aucun pré-traitement des données. L'apprentissage est totalement autonome.
- Système utilisé à grande échelle pour lire des chèques de banque.

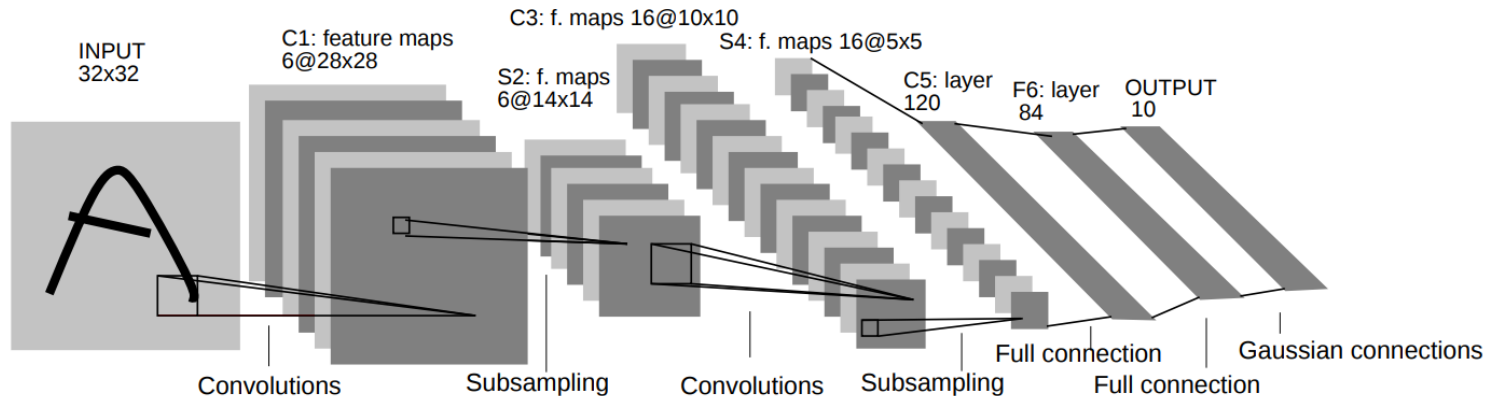
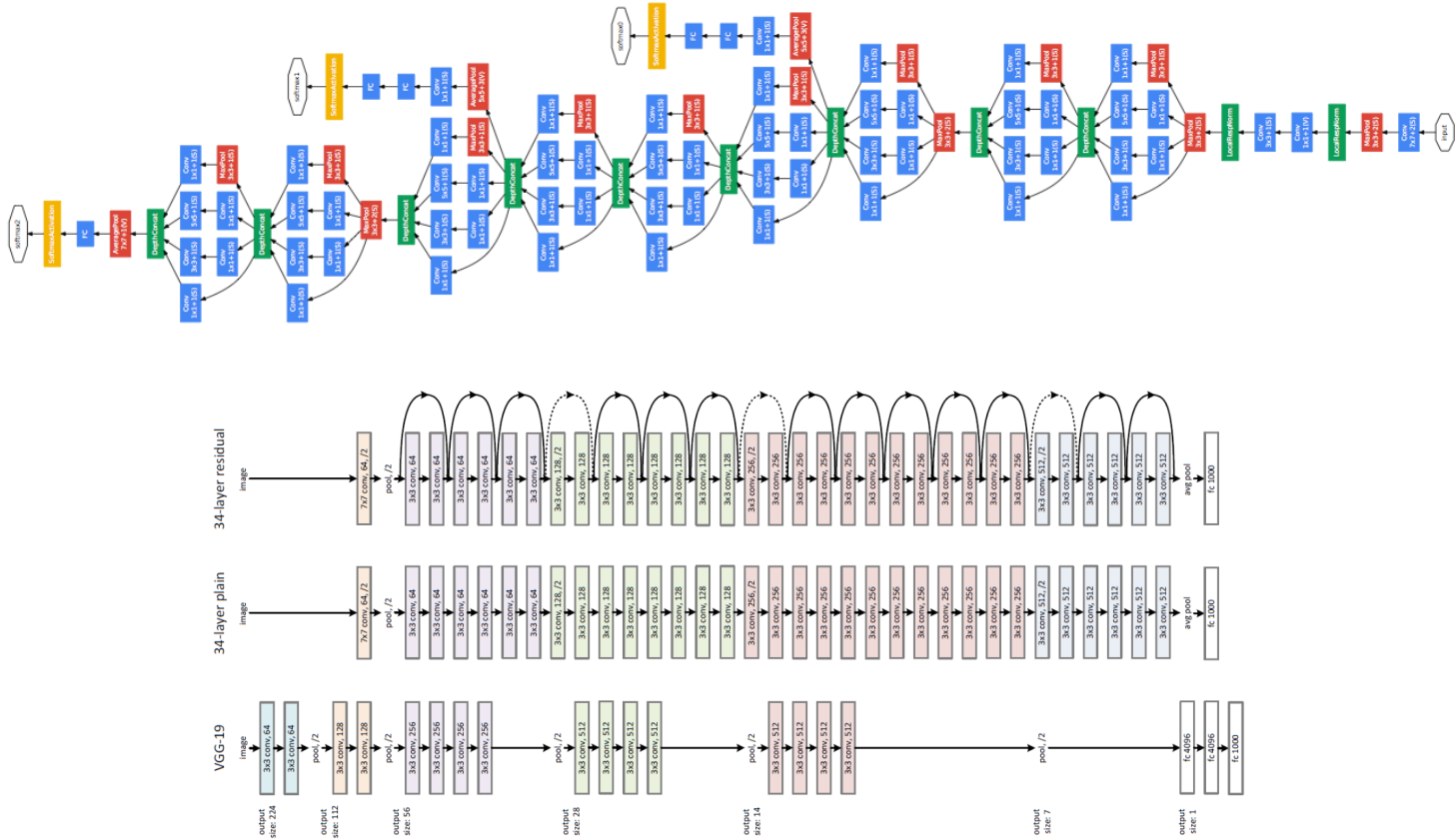


Fig. 2. Architecture of LeNet-5, a Convolutional Neural Network, here for digits recognition. Each plane is a feature map, i.e. a set of units whose weights are constrained to be identical.



Deep learning

Les réseaux de neurones modernes sont définis comme un **assemblage hiérarchique** d'opérations mathématiques **élémentaires**.



Que peut faire une IA aujourd'hui?

- Faire une traduction instantanée du Chinois vers l'Anglais?
- Répondre à un QCM, aussi bien qu'un enfant de 8 ans?
- Avoir une conversation pendant une heure?
- Jouer aux échecs? au jeu de Go? au Poker? au football?
- Faire les courses, sur le web? dans un supermarché?
- Démontrer des théorèmes?
- Conduire une voiture, sur un parking? sur l'autoroute? dans le centre de Liège?
- Accomplir des actes chirurgicaux?
- Identifier des mélanomes, mieux que votre dermatologue?
- Ecrire une blague?
- Peindre comme Van Gogh? Composer une musique?
- Faire preuve de bon sens?



So, that one change that particular break through increased recognition rates by approximately thirty percent, that's a big deal.

That's the difference between going

Recognizability: 98%

Speech translation and synthesis (2012)



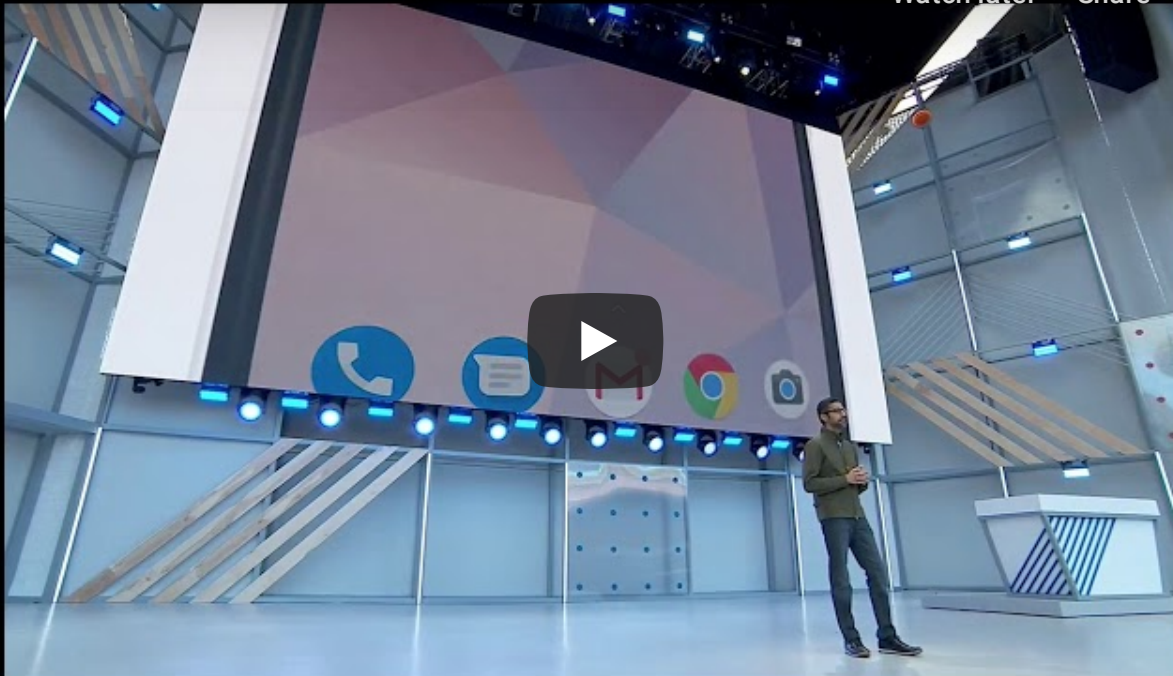
Google Assistant will soon be able to call rest...



Watch later



Share



Speech synthesis and question answering (Google, 2018)



Google DeepMind's Deep Q-learning playing A...



Watch later



Share



Playing Atari games



The computer that mastered Go



Watch later



Share



Beat the best human Go players (2016)



RoboCup 2018 Humanoid AdultSize Final: Ni...



Watch later



Share



Playing soccer (2018)



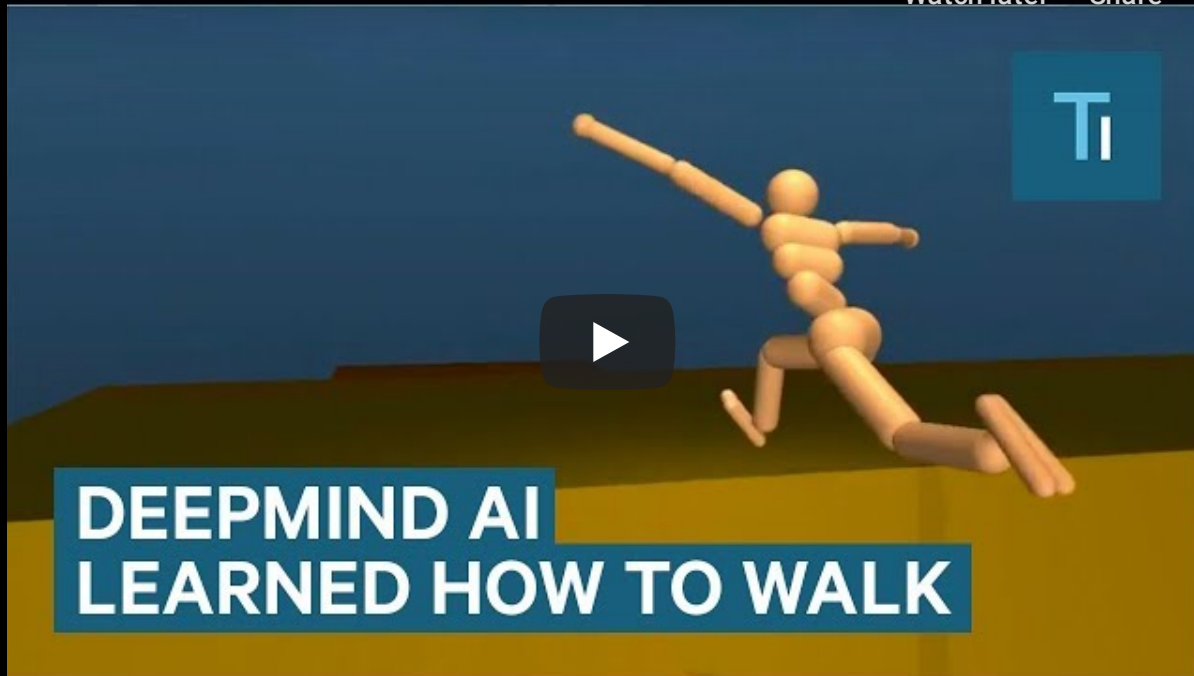
Google's DeepMind AI Just Taught Itself To W...



Watch later



Share



Learning to walk (2017)



NVIDIA Autonomous Car



Watch later



Share



Driving a car (NVIDIA, 2016)



Tesla Autopilot Predicts Car Crash before it h...



Watch later



Share



... and preventing accidents.



ICNet for Real-Time Semantic Segmentation ...



Watch later



Share



Semantic segmentation (2017)



Generating image descriptions (2015)



Digital doctor: AI singles out skin cancer from ...



Watch later



Share



Harmless mole? Or potential skin cancer?

Detecting skin cancer (2017)



A Style-Based Generator Architecture for Gen...



Watch later



Share



Image generation (Karras et al, 2018)



GauGAN: Changing Sketches into Photorealistic...



Watch later

Share



Changing sketches into photorealistic masterpieces (NVIDIA)



It's Getting Harder to Spot a Deep Fake Video



Watch later



Share



It's Getting Harder to Spot a Deep Fake Video



GTC Japan 2017 Part 9: AI Creates Original M...



Watch later



Share



Compose music (NVIDIA, 2017)



Australian agtech company expands its AI tec...



Watch later



Share



Tackling grand challenges

Limites et défis



Intelligence artificielle étroite

- Les meilleurs programmes d'intelligence artificielle atteignent souvent un niveau de performance qui dépasse les capacités humaines.
- ... mais seulement pour des problèmes **très spécifiques!**
- Ils **ne généralisent pas** au monde réel, ni à des tâches arbitraires.

Intelligence artificielle générale

L'intelligence artificielle **générale** est l'intelligence d'une machine qui pourrait accomplir n'importe quelle tâche intellectuelle aussi bien qu'un humain.

- Pas de définition claire et précise.
- Consensus qu'une telle machine devrait être capable de:
 - raisonner, faire preuve de stratégie, résoudre des puzzles, planifier,
 - faire preuve de jugement, en tenant compte des incertitudes,
 - avoir une représentation de la connaissance, en ce inclus le sens commun,
 - s'améliorer et apprendre de nouvelles choses,
 - communiquer,
 - intégrer toutes ces facultés pour la réalisation d'objectifs.

Sens commun

Nous construisons tous un modèle du monde par **apprentissage non-supervisé**.

- Ce modèle nous procure le **sens commun**.
- L'apprentissage non-supervisé permet de découvrir et de synthétiser les régularités du monde.

Si je dis: "Benoit prend son sac et quitte la pièce:".

On en **déduit** que:

- Benoit s'est levé, a tendu son bras pour prendre son sac, a marché vers la porte, a ouvert la porte, puis est finalement sorti de la pièce.
- Benoit et son sac ne sont plus dans la pièce.
- Il ne s'est probablement pas dématérialisé ni envolé par la fenêtre.





A Must See - Orangutan Loves Magic Trick ! HD



Watch later



Share



Orangutan loves magic trick!

Conclusions

- L'intelligence artificielle est à l'origine de nombreux progrès actuels et à venir.
- Ses domaines d'application sont nombreux et variés:
 - sciences,
 - technologies,
 - santé.
- La recherche n'est pas terminée. De nombreuses questions cherchent toujours réponse.

"What is intelligence, anyway?"

Fin.