

L'intelligence artificielle et l'avenir des soins de santé

Alan Bernstein, O.C., PhD, FRSC

Présentation au Comité sénatorial des affaires sociales, des sciences et de la technologie

Ottawa, le 29 mars 2017

CIFAR
CANADIAN
INSTITUTE
FOR
ADVANCED
RESEARCH

Apprentissage machine – Éléments fondamentaux

Méthodes d'apprentissage



Supervised Learning: Learning with a **labeled training set**
Example: email spam detector with training set of already labeled emails



Unsupervised Learning: **Discovering patterns** in unlabeled data
Example: cluster similar documents based on the text content



Reinforcement Learning: learning based on **feedback** or reward
Example: learn to play chess by winning or losing

Qu'est-ce que l'apprentissage en profondeur?



Part of the **machine learning** field of learning representations of data. Exceptional effective at learning patterns.

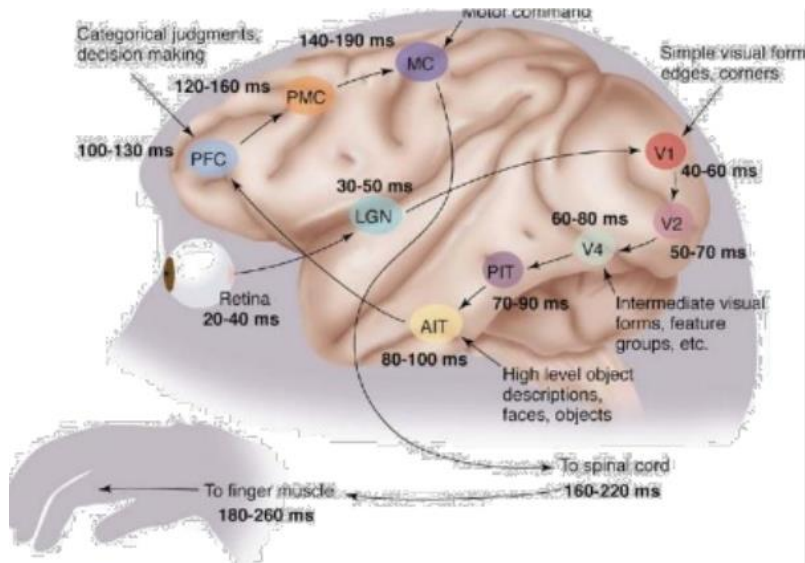


Utilizes learning algorithms that derive meaning out of data by using a **hierarchy** of multiple layers that **mimic the neural networks of our brain**.



If you provide the system tons of information, it begins to understand it and respond in useful ways.

Inspiré par le cerveau



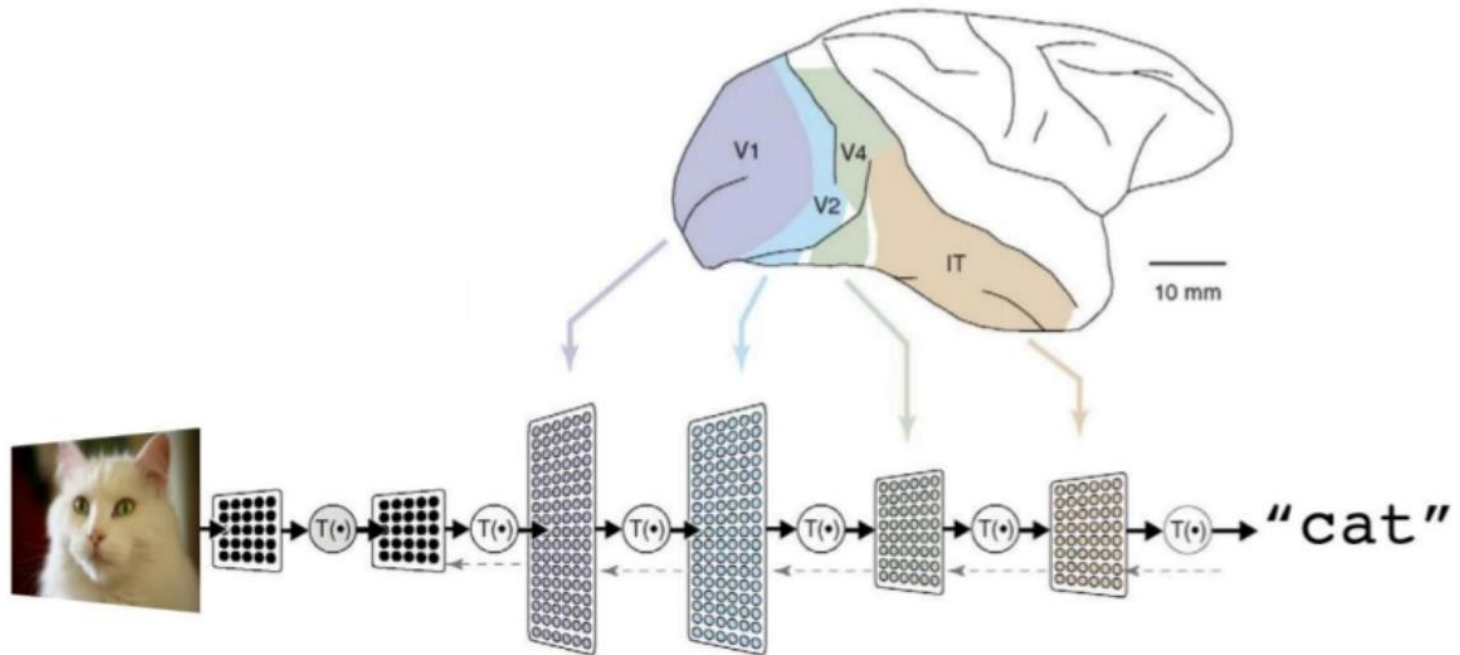
The first **hierarchy of neurons** that receives information in the visual cortex are sensitive to specific edges while brain regions further down the visual pipeline are sensitive to more complex structures such as faces.



Our brain has lots of neurons connected together and the **strength of the connections** between neurons represents **long term knowledge**.

Apprentissage en profondeur – Éléments fondamentaux

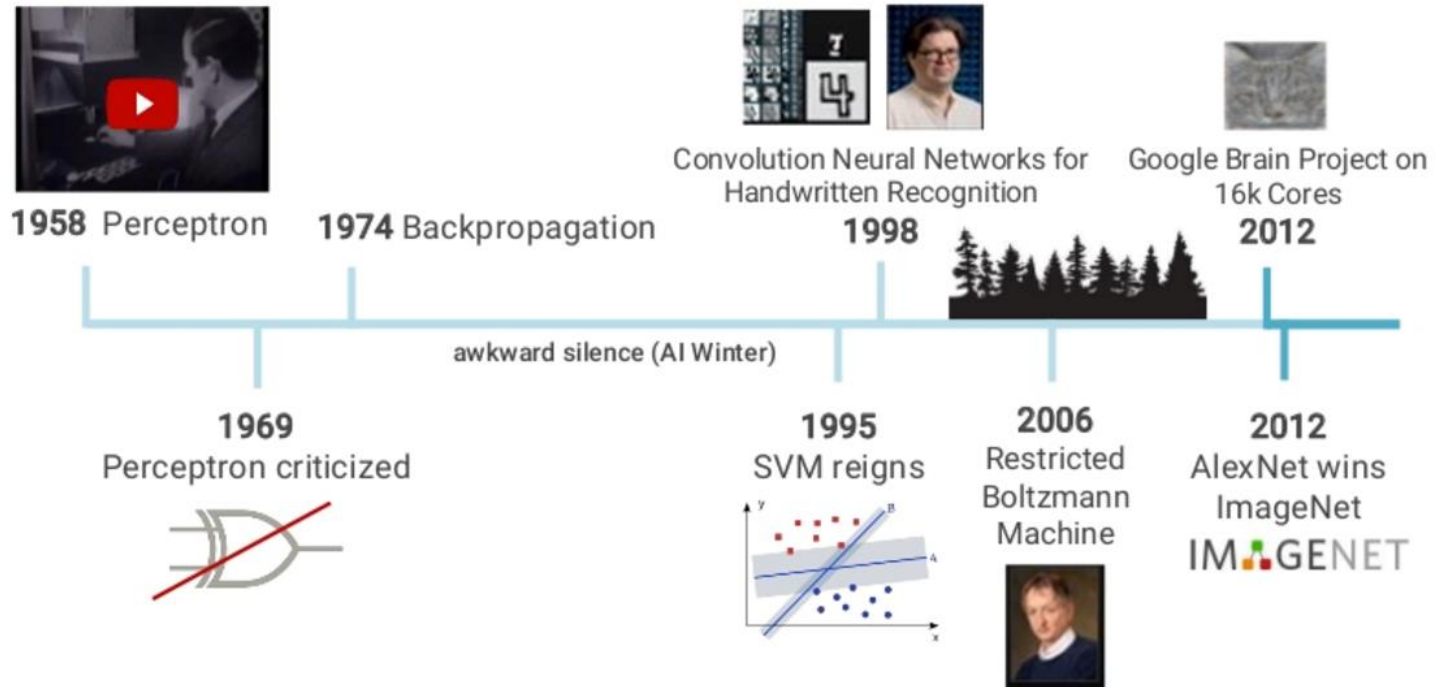
Architecture



A deep neural network consists of a **hierarchy of layers**, whereby each layer **transforms the input data** into more abstract representations (e.g. edge \rightarrow nose \rightarrow face). The output layer combines those features to make predictions.

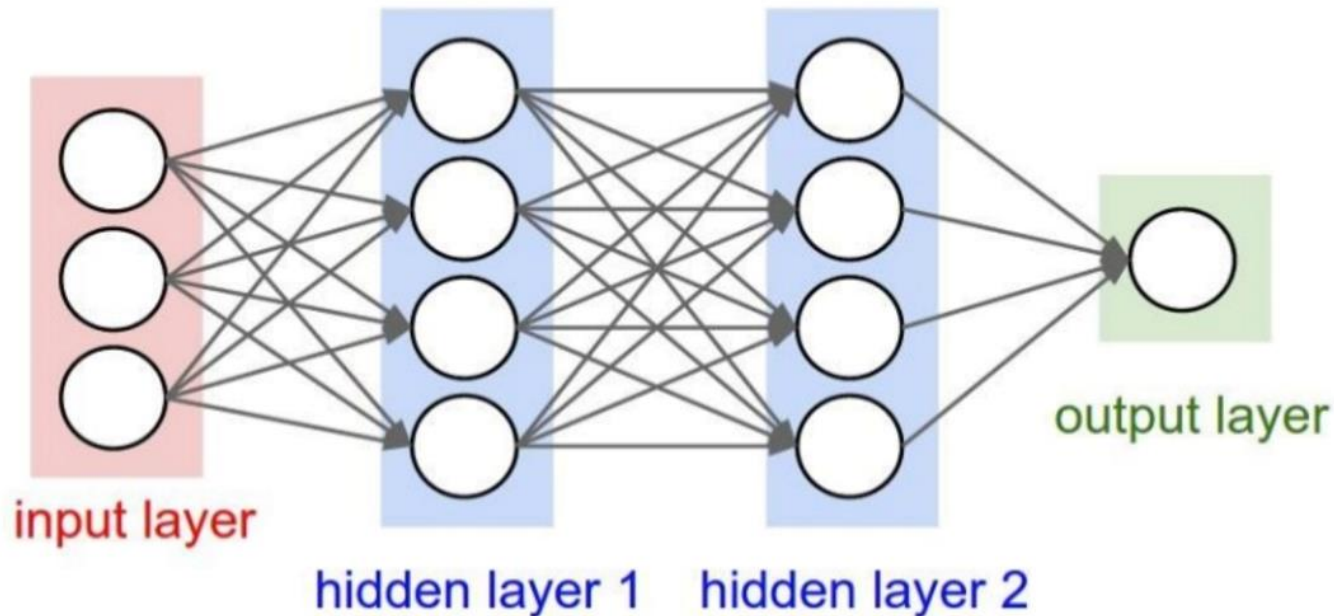
Bref historique

Il y a longtemps...



Apprentissage en profondeur – Éléments fondamentaux

Réseaux neuronaux artificiels



Consists of one input, one output and multiple fully-connected hidden layers in-between. Each layer is represented as a series of neurons and progressively extracts higher and higher-level features of the input until the final layer essentially makes a decision about what the input shows.

nature

THE INTERNATIONAL WEEKLY JOURNAL OF SCIENCE



LESIONS LEARNT

Artificial intelligence powers detection of skin cancer from images **PAGES 20 & 21**

SPACE EXPLORATION

STAR TREK

Setting sail for the Sun's nearest neighbour

PAGE 28

DRUG DEVELOPMENT

SAFETY CATCH

Time to improve human clinical trials

PAGE 25

ANALYTICAL CHEMISTRY

MATERIAL GAINS

Nanoparticle reconstructed on high resolution

PAGES 11 & 12

IN NATURE.COM/NATURE

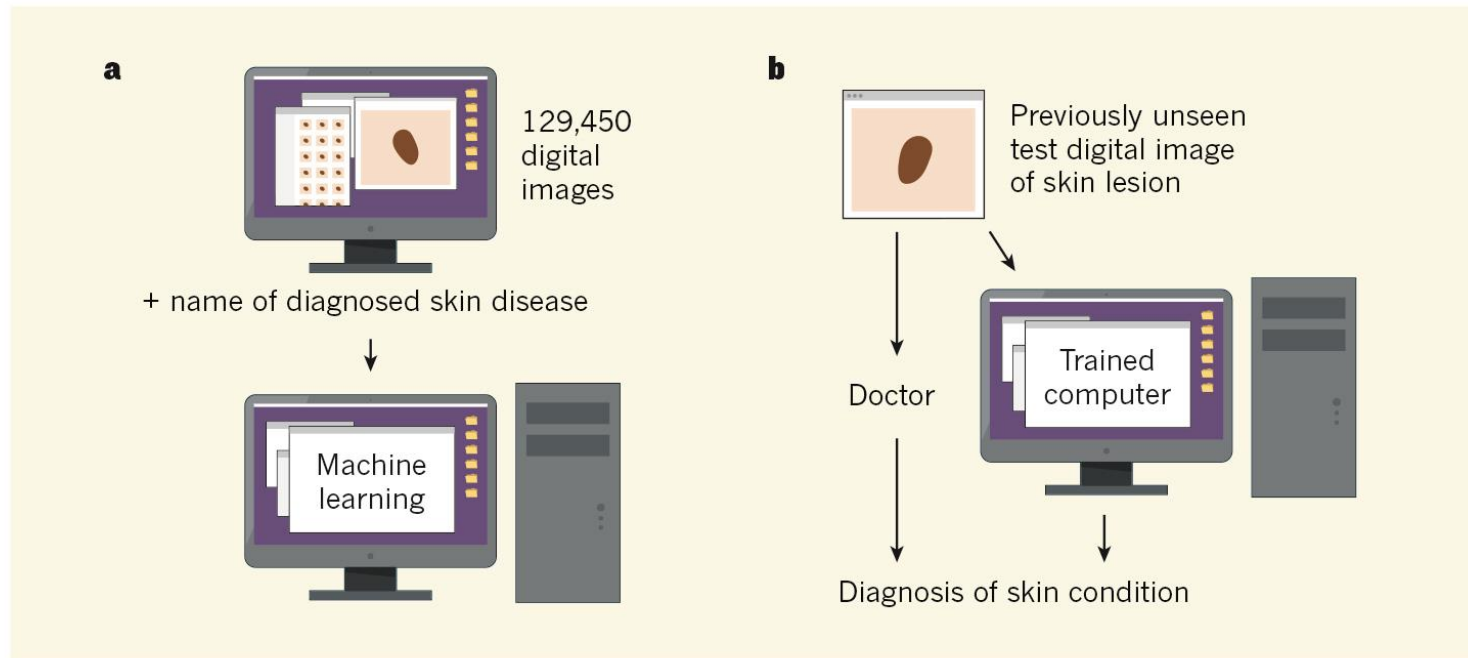
1 February 2017

ISSN 0028-0836

Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks

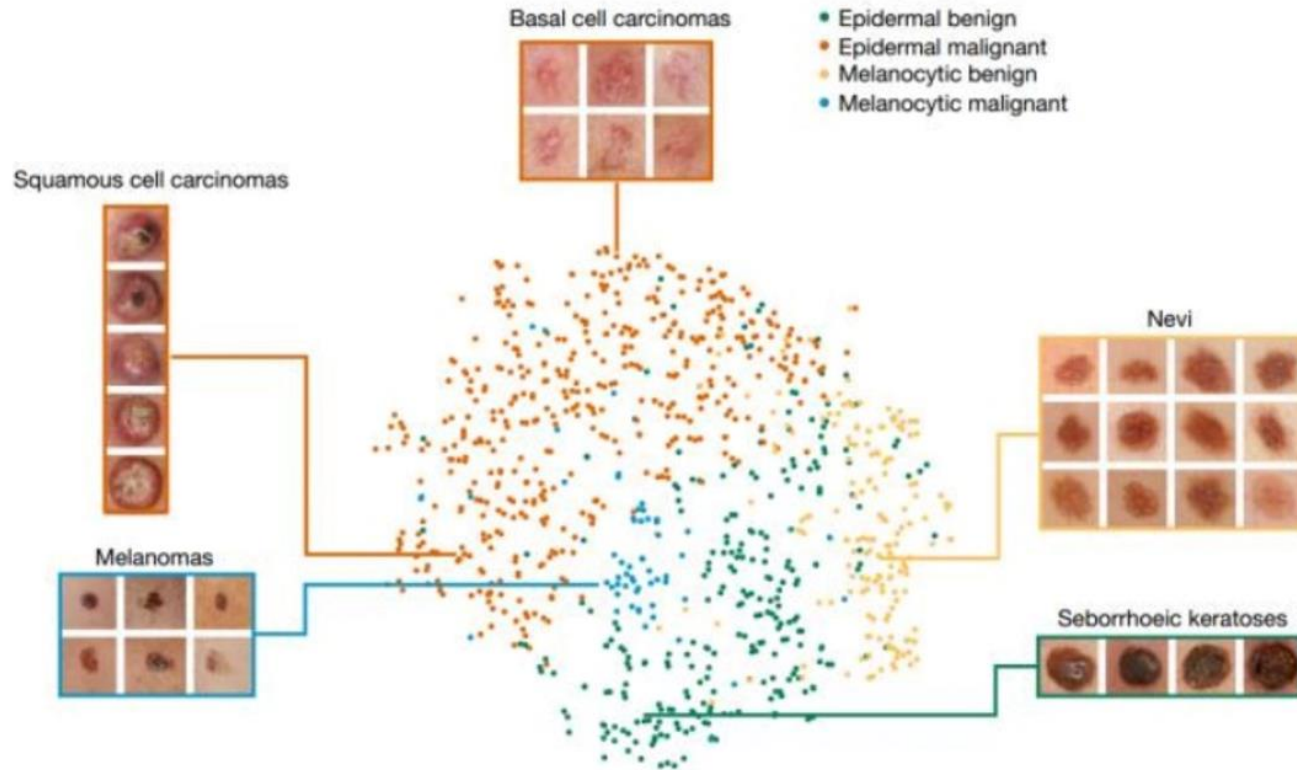
Andre Esteva^{1*}, Brett Kuprel^{1*}, Roberto A. Novoa^{2,3}, Justin Ko², Susan M. Swetter^{2,4}, Helen M. Blau⁵ & Sebastian Thrun⁶

The ~~doctor~~ algorithm will see you now



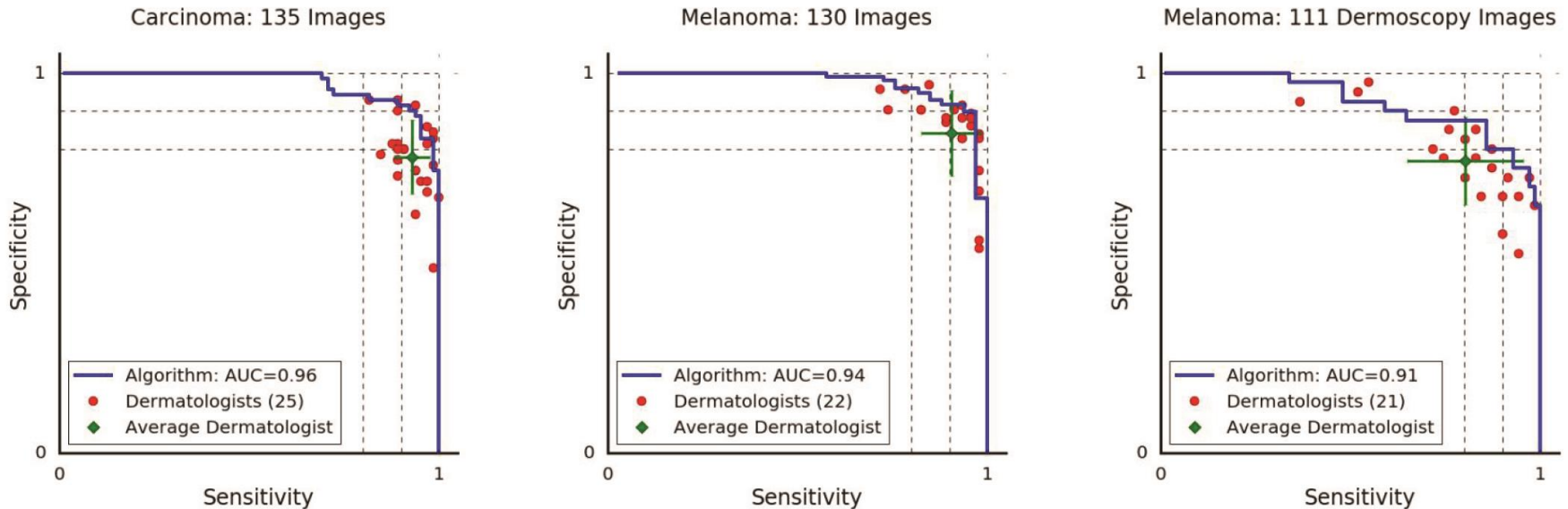
L'apprentissage en profondeur en médecine

Diagnostics de cancers de la peau



The CNN performed just as well as almost two dozen veteran dermatologists in deciding whether a lesion needed further medical attention.

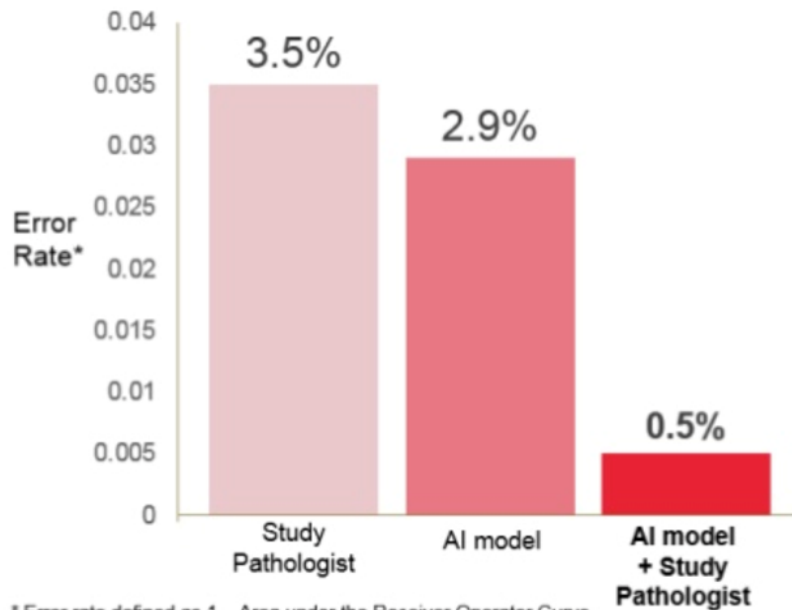
L'apprentissage en profondeur donne de meilleurs résultats que le dermatologue moyen pour classer les cancers de la peau



L'apprentissage en profondeur en médecine

Diagnostics de cancers du sein

(AI + Pathologist) > Pathologist

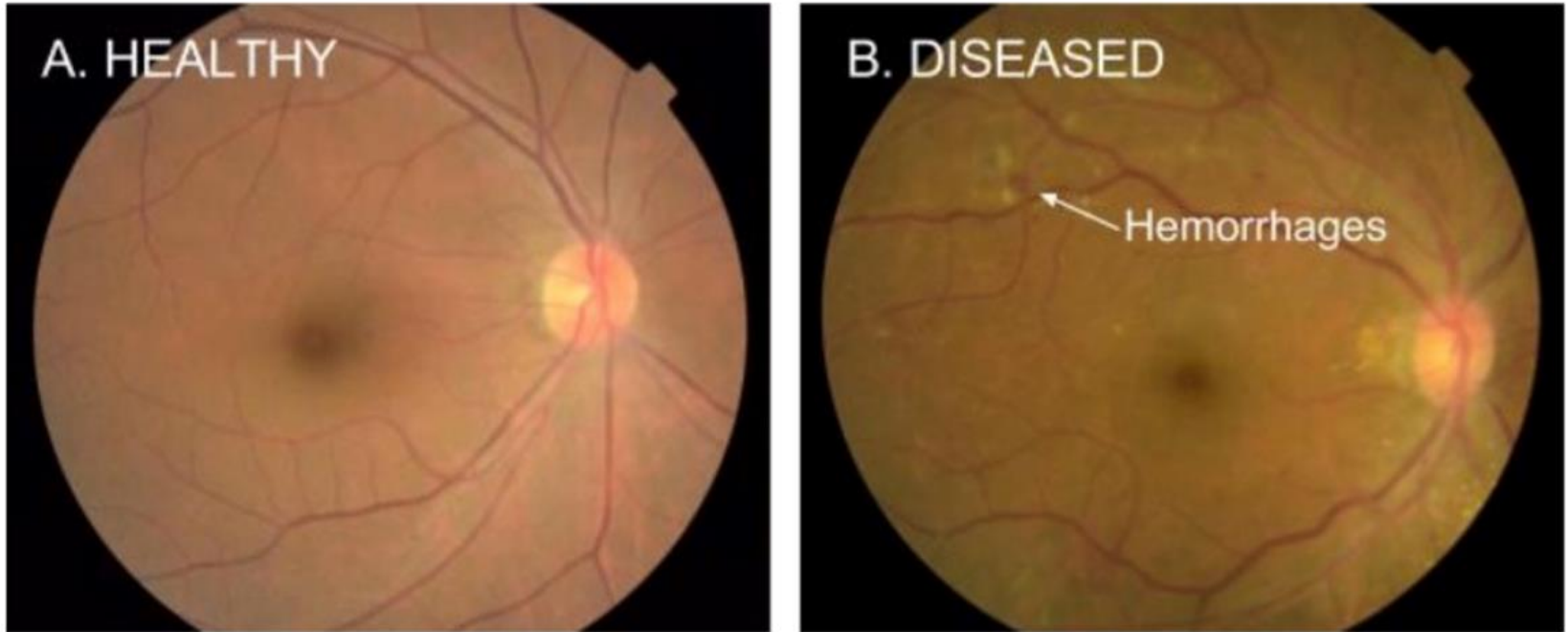


* Error rate defined as 1 - Area under the Receiver Operator Curve
** A study pathologist, blinded to the ground truth diagnoses, independently scored all evaluation slides.

Deep Learning **drops error rate for breast cancer Diagnoses by 85%**. Researchers trained their models with millions of labeled images to find the probability that a patch contains cancer, eventually creating tumor probability heatmaps.

L'apprentissage en profondeur en médecine

Détection de maladies oculaires d'origine diabétique



Their deep learning algorithm performed better than the median board-certified ophthalmologist in assessing signs of diabetic retinopathy

L'intelligence artificielle (IA) transformera la médecine et les soins de santé

- « Si le secteur des soins de santé des États-Unis utilisait les mégadonnées avec créativité et efficacité [...], il pourrait créer plus de 300 milliards de dollars de valeur par année. » Rapport McKinsey sur les mégadonnées, mai 2011
- L'IA est la meilleure technologie dont nous disposons pour regrouper les mégadonnées, les interpréter et y donner suite.

L'IA apprendra des données de chacun, mais fournira des soins personnalisés

- Diagnostic et traitement génétiques personnalisés en fonction du génome de la personne
- Recommandations fondées sur l'échantillonnage quotidien de données tirées d'appareils personnels comme la fréquence cardiaque, l'alimentation et les métabolites
- Établissement de contacts entre les patients et d'autres personnes qui ont des symptômes et des caractéristiques génétiques semblables

Les médecins spécialistes humains s'appuieront sur l'IA

- Pathologie assistée par IA
- Chirurgie assistée par IA
- Mise au point de traitements assistés par IA

Amyotrophie spinale : premier traitement

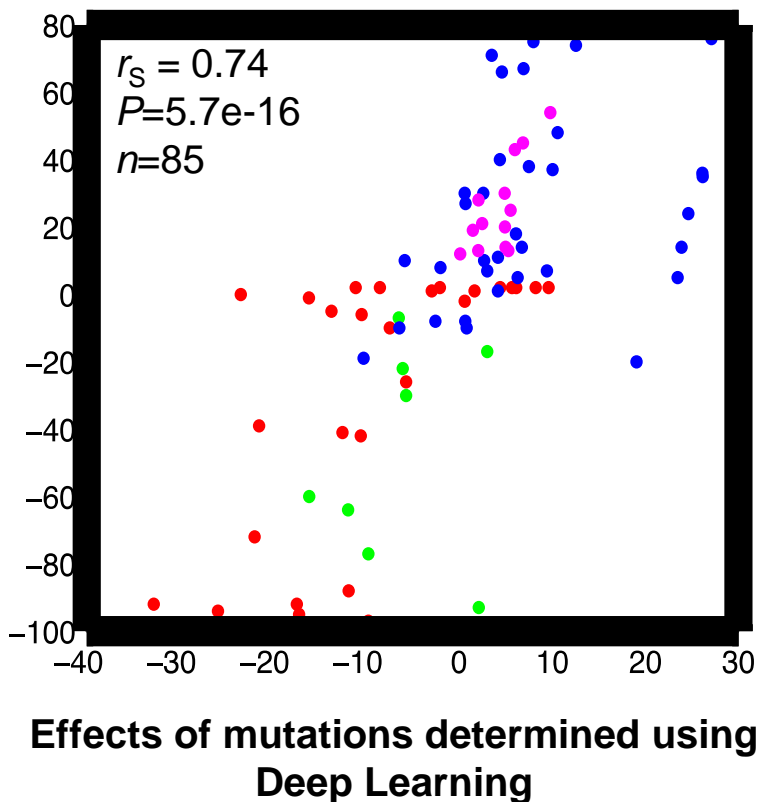
Science, 6 décembre 2016

- Principale cause génétique de mortalité infantile : 1/10 000
- 7 nov. 2016 : Traitement approuvé par la FDA
- Mise au point : 13 ans
- Coût : 750 000 \$/bébé/année
- ***L'apprentissage profond peut-il nous y amener plus vite pour moins cher?***



L'apprentissage en profondeur prédit avec précision les mutations de l'amyotrophie spinale

Experimentally
determined effects of
mutations on splicing



Xiong et coll., Science 2015



CIFAR



Brendan J Frey, PhD, FRSC

SCIENTIFIC REPORTS



OPEN

Genetic algorithm for the optimization of features and neural networks in ECG signals classification

Received: 08 July 2016

Accepted: 14 December 2016

Published: 31 January 2017

Hongqiang Li¹, Danyang Yuan¹, Xiangdong Ma¹, Dianyin Cui¹ & Lu Cao²