

# Smart Vision

Van Neuroscience naar Deep Learning  
(en terug)

Sander Bohté  
CWI Life Sciences  
VIA AwesomelT, April 10th 2015

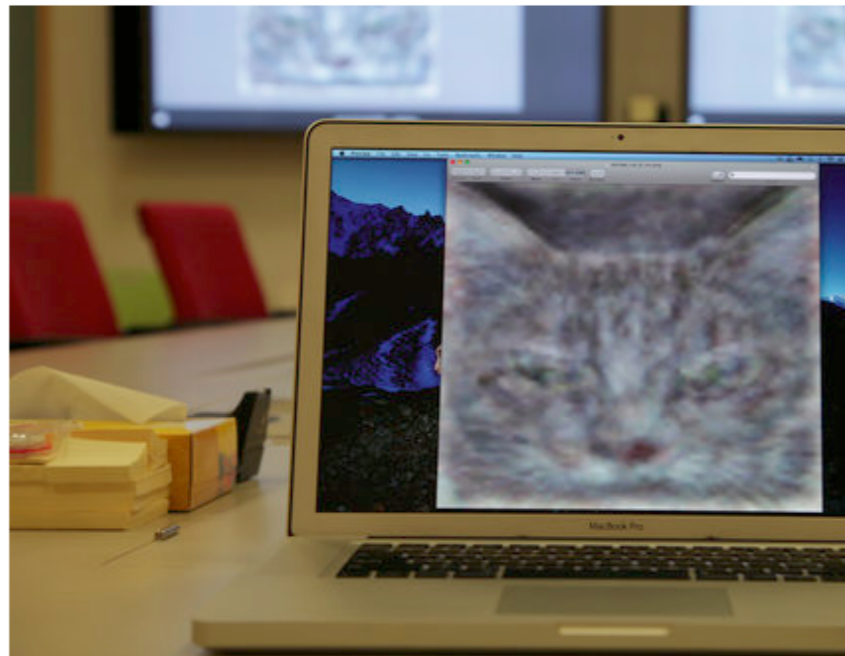
The logo for CWI (Centrum Wiskunde & Informatica) consists of the letters 'CWI' in white, bold, sans-serif font, set against a red, trapezoidal background that tapers to the right.

**CWI**

Centrum Wiskunde & Informatica

# Deep Learning

## How Many Computers to Identify a Cat?

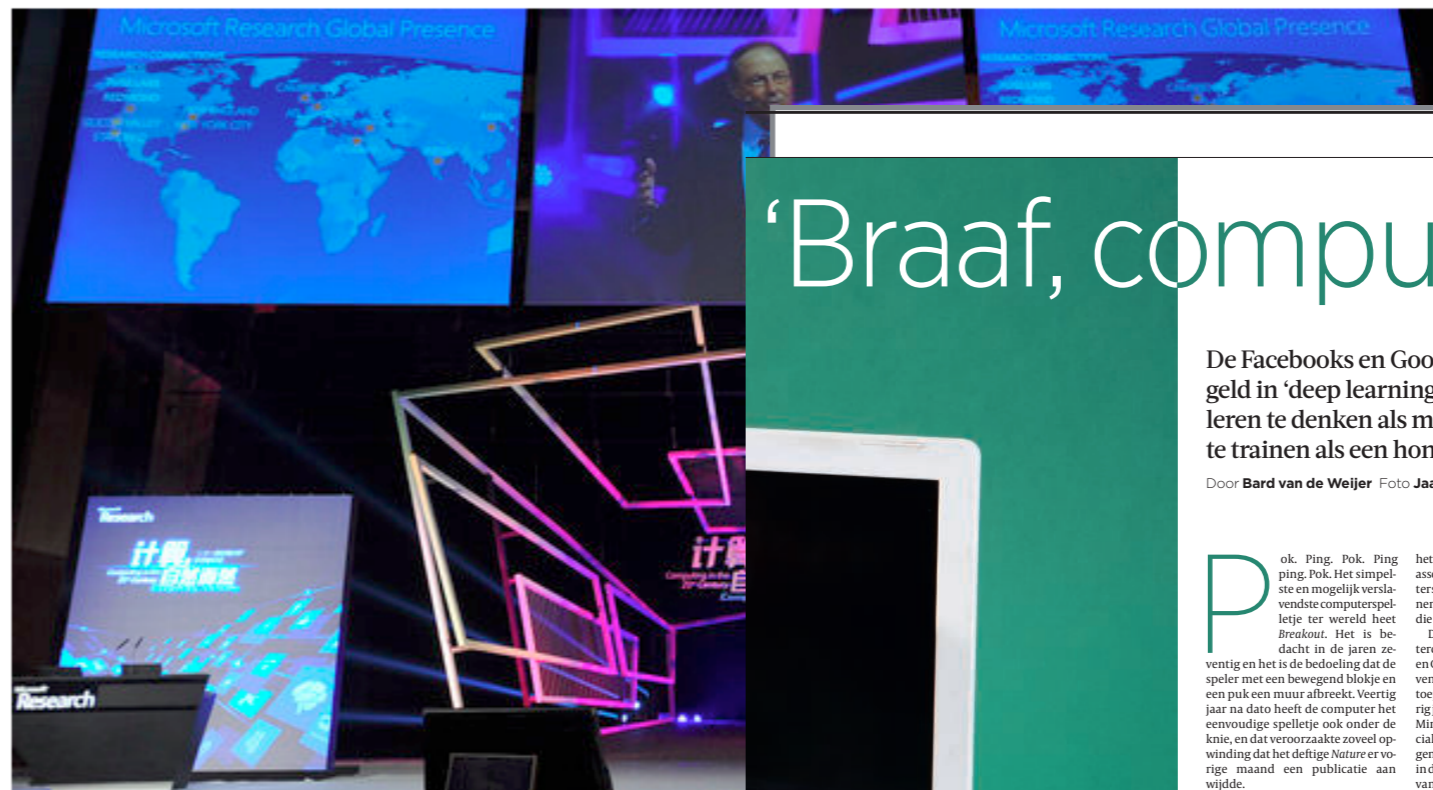


An image of a cat that a neural network taught itself to recognize.

By JOHN MARKOFF

NYT, Jun 2012

## Scientists See Promise in Deep-Learning Programs



A voice recognition program translated a speech given by Richard Feynman in Chinese.

By JOHN MARKOFF

Published: November 1, 2012

NYT, Nov 2012

## 'Braaf, computer'

De Facebooks en Googles steken veel geld in 'deep learning': computers leren te denken als mensen. Door ze te trainen als een hond. Echt.

Door Bard van de Weijer Foto Jaap Scheeren

**P**ok. Ping. Pok. Ping. Het simpelste en mogelijk verslavendste computerspelletje ter wereld heet Breakout. Het is bedacht in de jaren zeventig en het is de bedoeling dat de speler met een bewegend blokje een een puk een muur afbreekt. Veertig jaar na dato heeft de computer het eenvoudige spelletje ook onder de knie, en dat veroorzaakte zoveel opwinding dat het deftige Nature er vorige maand een publicatie aan wijdde.

Waarom? Dat een computer een simpele game kan spelen, lijkt nauwelijks het vermijden waard. Elke computer kan dat. Maar deze, Deep Q Network genaamd, was nooit verteld hoe het spelletje ging. Deep Q had het zichzelf geleerd.

En Deep Q blijkt goed in Breakout, heel goed zelfs. Zijn manier van verloop van tijd tot hoe de computer met de puk tunnels begon te graven, de puk door de tunnel, deze aan de achterzijde, waardoor de muur broken wordt en er me den gebaald.

Deep Q is ontwikkeld door een bedrijf van Google dat tot doel heeft computers te bouwen waarvan de mentale capaciteiten vergelijkbaar zijn met die van een peuter. De technologie erachter wordt deep learning genoemd. Deep learning poogt computers te laten denken als

het menselijk brein. Door hen te leren associaties te maken, zouden computers een vorm van intelligentie kunnen bereiken die vergelijkbaar is met die van levende organismen.

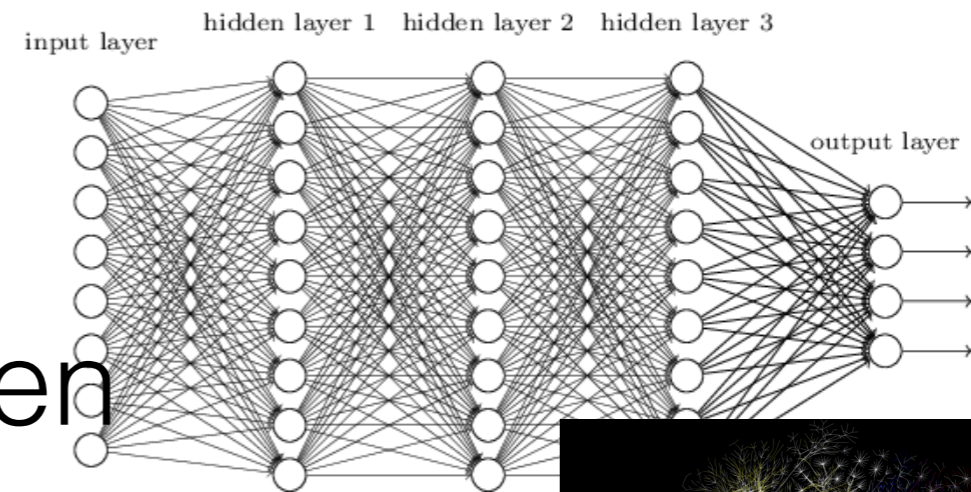
Deep learning is hot. Grote computerconcerns als Facebook, Microsoft en Google steken miljarden in bedrijven die deze technologieën kunnen toepassen. Google betaalde begin vorig jaar 400 miljoen dollar voor DeepMind, een Brits bedrijf dat is gespecialiseerd in deep learning toepassingen. Google nam ook Geoffrey Hinton in dienst, die geldt als de grondlegger van neurale netwerken. Facebook stelde de New Yorkse onderzoeker Yann LeCun aan als hoofd van zijn kunstmatige-intelligentielab. De Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek maakte vorig jaar anderhalf miljoen euro vrij voor projecten die kennis over natuurlijke en kunstmatige intelligentie moeten

zaten weinig klaar maken. Daarom wordt al heel lang - al sinds de jaren veertig - gewerkt aan neurale netwerken.

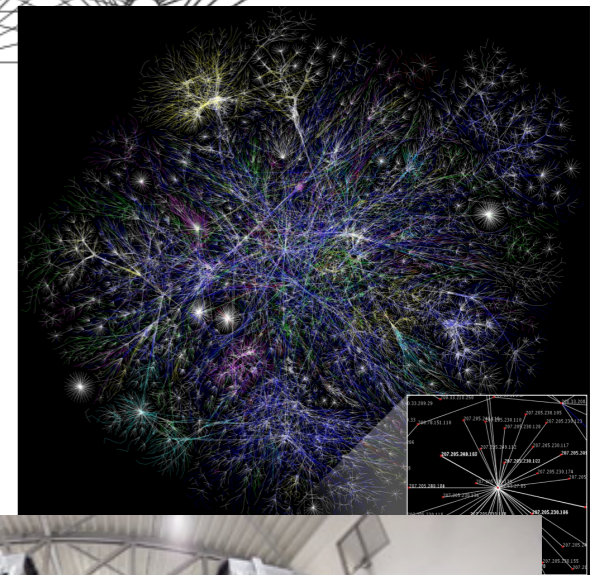
Een neuronale netwerk in een computer heeft net als ons brein neuronen. En net als in ons brein kunnen ze

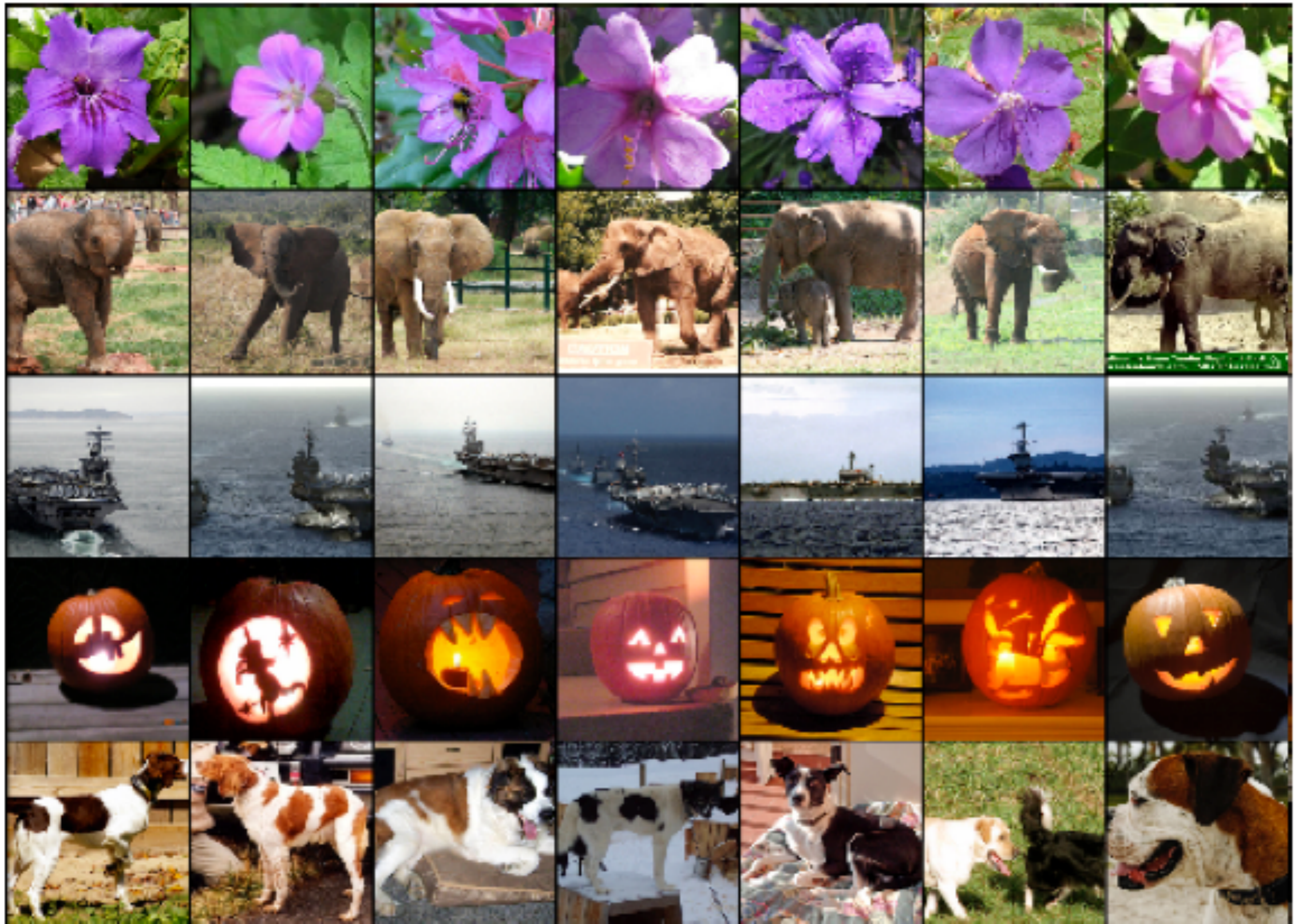
## Doorbraak in AI

# Deep Learning

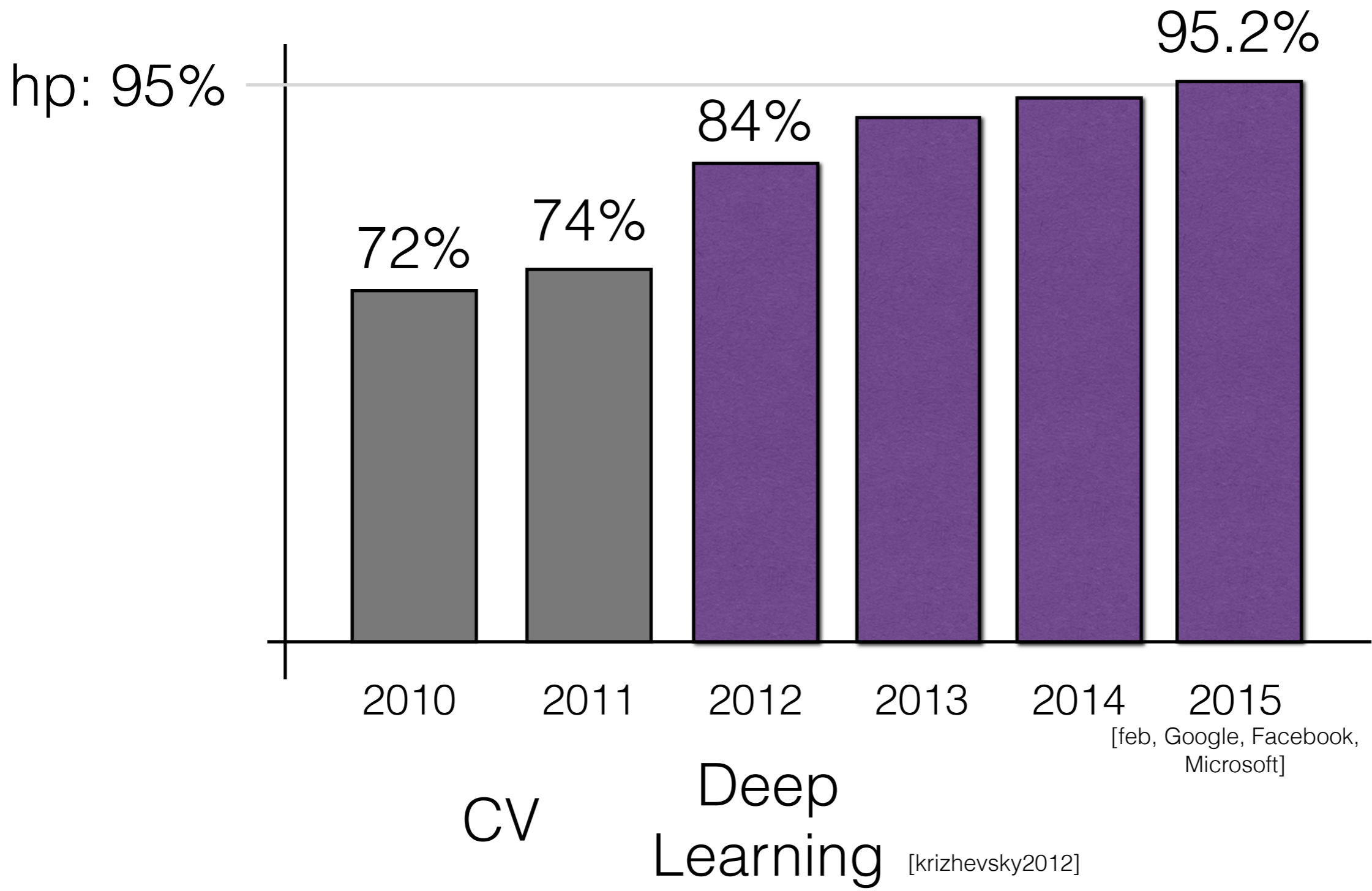


- diepe neurale netwerken
- big data
- snelle parallele hardware





ImageNet classificatie competitie



Nature, May 28th 2015

## Deep learning

Yann LeCun<sup>1,2</sup>, Yoshua Bengio<sup>3</sup> & Geoffrey Hinton<sup>4,5</sup>

Deep learning allows computational models that are composed of multiple processing layers to learn representations of data with multiple levels of abstraction. These methods have dramatically improved the state-of-the-art in speech recognition, visual object recognition, object detection and many other domains such as drug discovery and genomics. Deep learning discovers intricate structure in large data sets by using the backpropagation algorithm to indicate how a machine should change its internal parameters that are used to compute the representation in each layer from the representation in the previous layer. Deep convolutional nets have brought about breakthroughs in processing images, video, speech and audio, whereas recurrent nets have shone light on sequential data such as text and speech.

Machine-learning technology powers many aspects of modern society: from web searches to content filtering on social networks to recommendations on e-commerce websites, and it is increasingly present in consumer products such as cameras and smartphones. Machine-learning systems are used to identify objects in images, transcribe speech into text, match news items, posts or products with users' interests, and select relevant results of search. Increasingly, these applications make use of a class of techniques called deep learning.

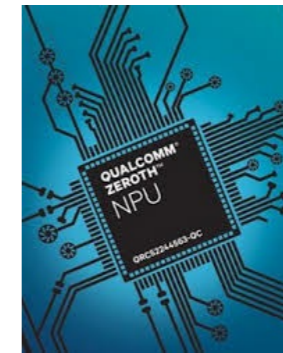
Conventional machine-learning techniques were limited in their ability to process natural data in their raw form. For decades, constructing a pattern-recognition or machine-learning system required careful engineering and considerable domain expertise to design a feature extractor that transformed the raw data (such as the pixel values

intricate structures in high-dimensional data and is therefore applicable to many domains of science, business and government. In addition to beating records in image recognition<sup>1-4</sup> and speech recognition<sup>5-7</sup>, it has beaten other machine-learning techniques at predicting the activity of potential drug molecules<sup>8</sup>, analysing particle accelerator data<sup>9,10</sup>, reconstructing brain circuits<sup>11</sup>, and predicting the effects of mutations in non-coding DNA on gene expression and disease<sup>12,13</sup>. Perhaps more surprisingly, deep learning has produced extremely promising results for various tasks in natural language understanding<sup>14</sup>, particularly topic classification, sentiment analysis, question answering<sup>15</sup> and language translation<sup>16,17</sup>.

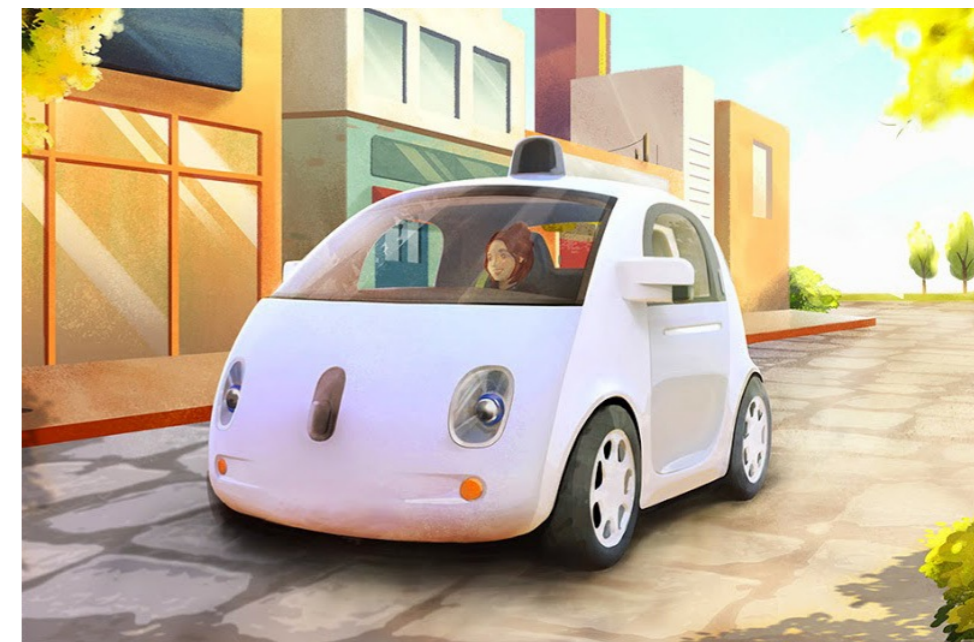
We think that deep learning will have many more successes in the near future because it requires very little engineering by hand, so it can easily take advantage of increases in the amount of available com-

# Big Impact

- interface tussen real-world en computers
- Qualcomm: Zeroth NPUs
- passwords, badges, keyfobs
- zelf-rijdende auto's



CPU's	MULTIMEDIA Audio, Video and Gestures
GPU	
DSP	SENSORS
NPU's	ISPs
CONNECTIVITY 4G LTE, Wi-Fi USB, BT and FM	DISPLAY / LCD
	NAVIGATION



# Big Money

## GPU-ACCELERATED DEEP LEARNING

### START-UPS

Alibaba.com

Baidu 百度

Capio

clarifai

clarify

Dato

EMO

flickr

Google

enlitic

ersatz

EyeEm

herta security

X

Microsoft

NUANCE

Intelligent Voice

IQIYI 爱奇艺

Letv 乐视网

megvii

MO

NERVANA SYSTEMS

rbeus

SENSETIME

Sogou 搜狗

W

twitter

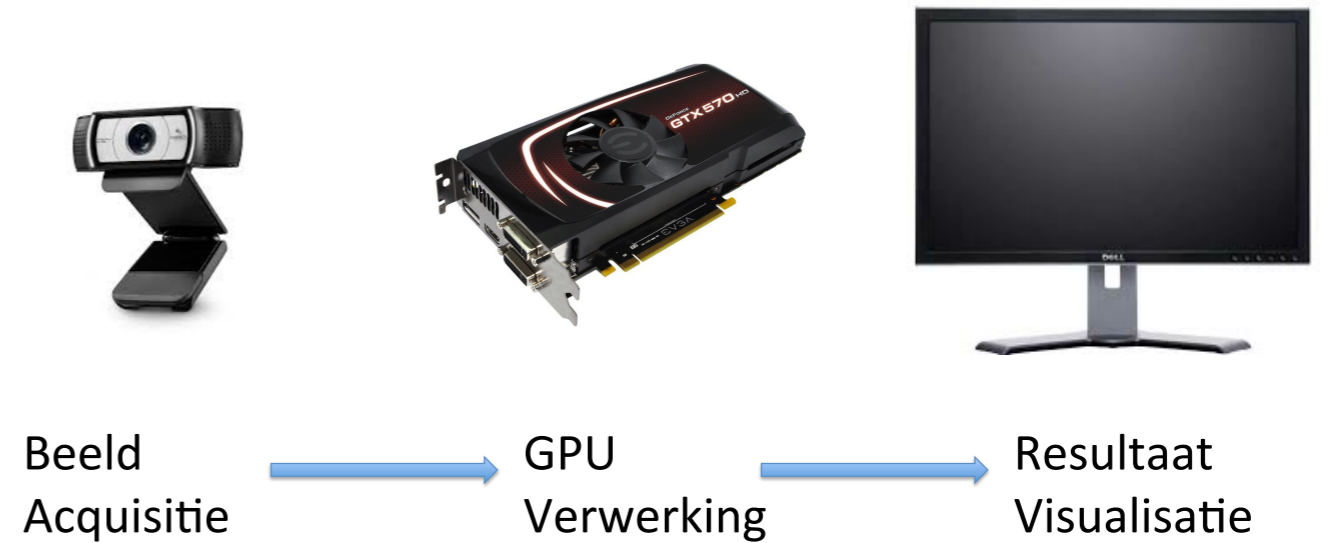
文安

zebra MEDICAL VISION



# Demo

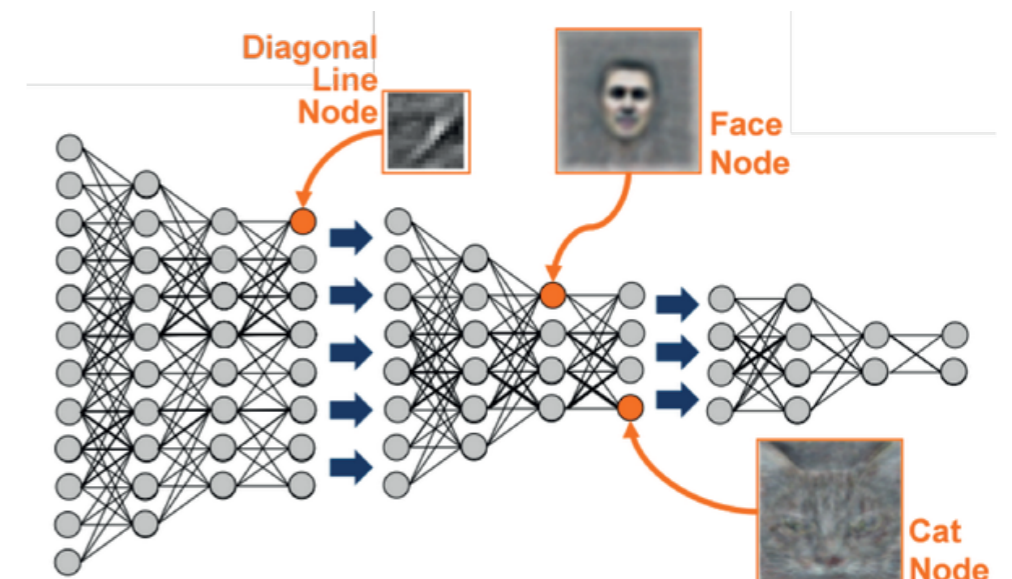
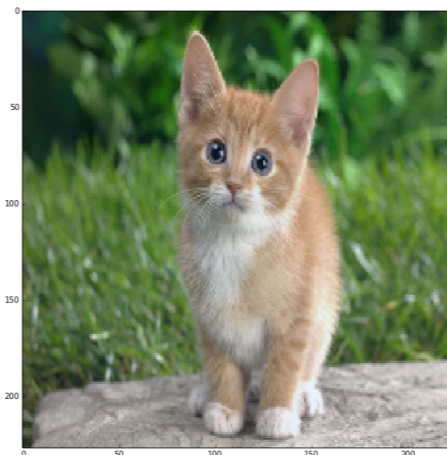
- Een real-time diep neural netwerk (Caffe, AlexNet)



*Demo Hardware*

- Visualisatie netwerk en classificatie

- Open source (C++/Python)



# Life Sciences en *deep learning*

- Beter energy efficientie: **spiking** neurale netwerken
- Biologisch plausible neurale netwerk modellen (leren, geheugen)
- Deep learning voor LS (cancer typing, toxicity)
- SNNs voor directe BCI

