

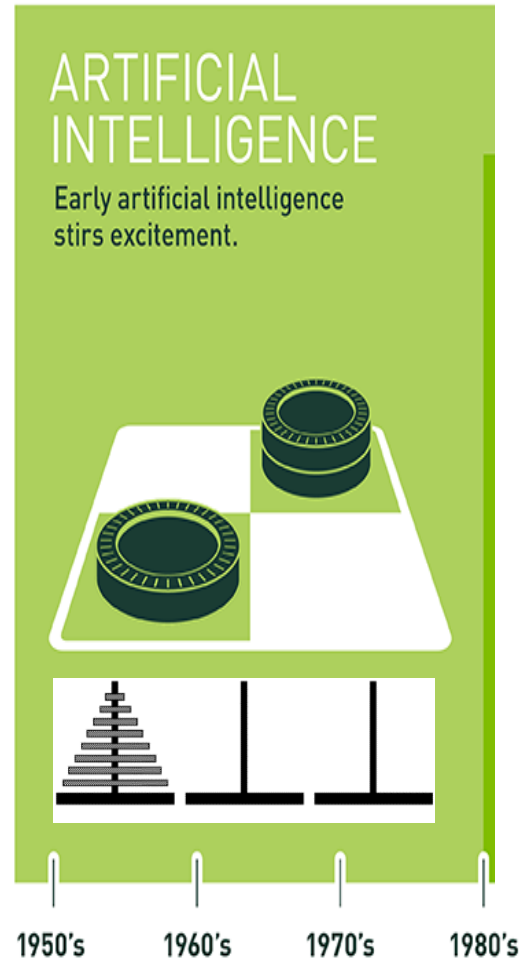
# ICE 535 機器學習 (Machine Learning)

Lecture 0 : Introduction

國立中山大學 通訊工程研究所  
溫朝凱 教授

AI,  
Machine Learning,  
Deep Learning

# AI, Machine Learning, Deep Learning



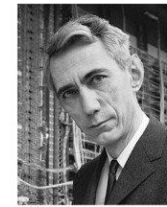
## 1956 Dartmouth Conference: The Founding Fathers of AI



John McCarthy



Marvin Minsky



Claude Shannon



Ray Solomonoff



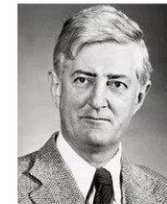
Alan Newell



Herbert Simon



Arthur Samuel



Oliver Selfridge



Nathaniel Rochester

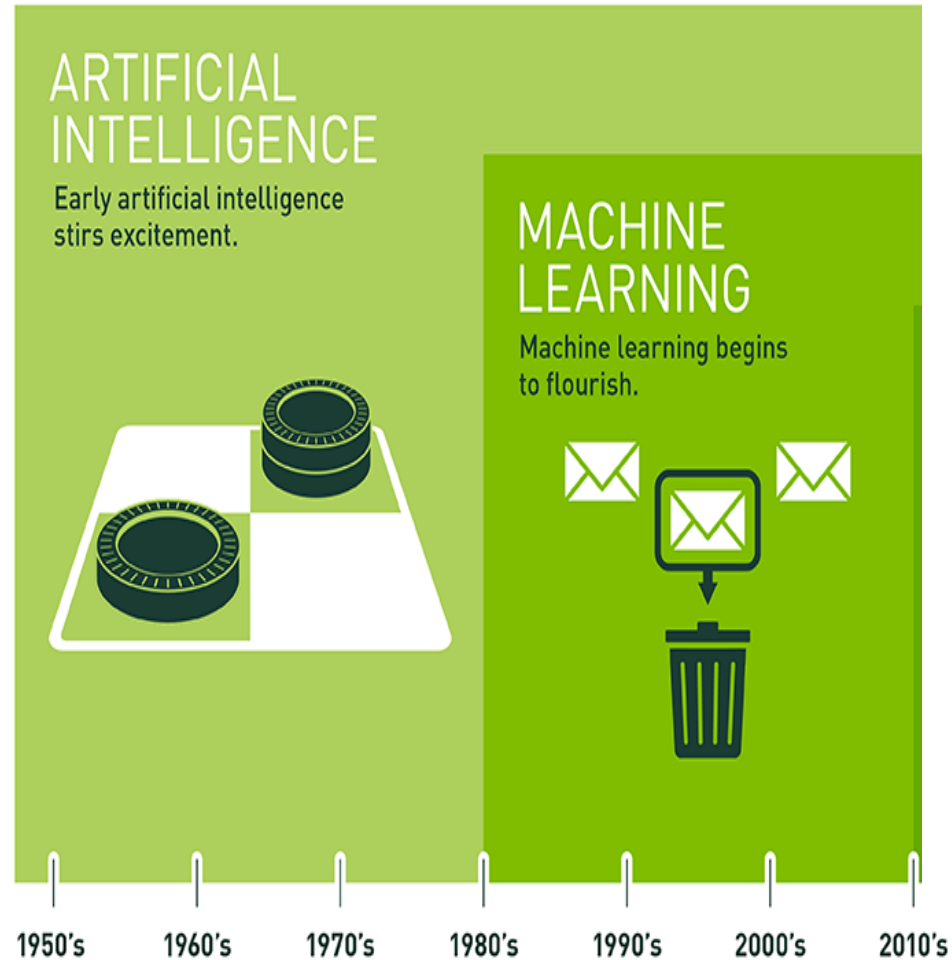


Trenchard More

其中紐厄爾 (Newell)、西蒙 (Simon)展示了有「全世界第一個人工智慧程式」之稱的邏輯理論家 (Logic Theorist)，這是一個會自動證明定理的程式。

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.

# AI, Machine Learning, Deep Learning

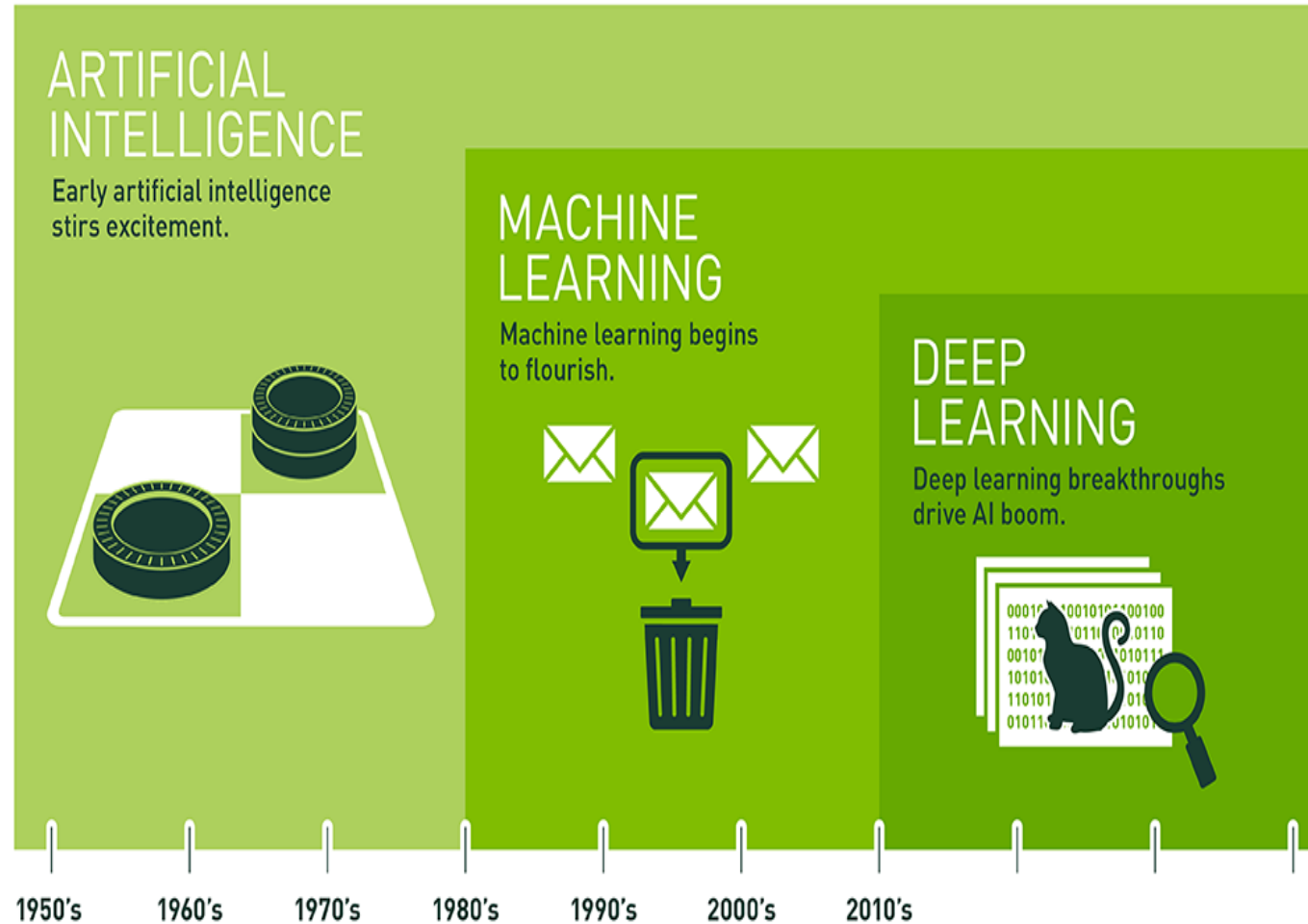


Since an early flush of optimism in the 1950s, smaller subsets of artificial intelligence – first machine learning, then deep learning, a subset of machine learning – have created ever larger disruptions.

## 第一次人工智慧泡沫後，研究領域轉為「機器學習」

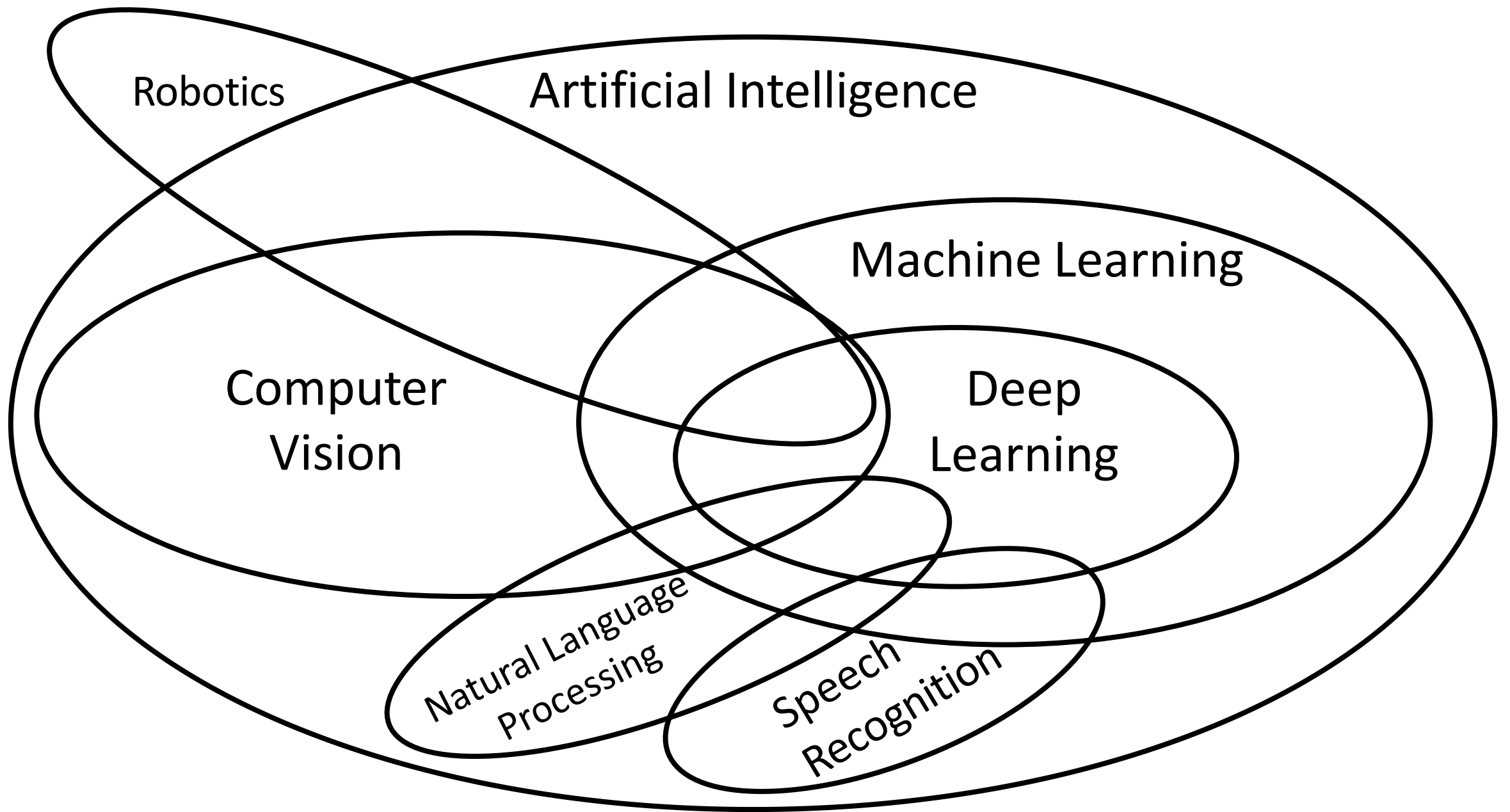
- 「機器學習」是一門涵蓋電腦科學、統計學、機率論、博弈論等多門領域的學科，從 1980 開始蓬勃興起。
- 機器學習之所以能興起，也歸功於硬體儲存成本下降、運算能力增強 (包括本機端與雲端運算)，加上大量的數據能做處理。
- 電腦從大量的資料中找出規律來「學習」，稱為「機器學習」，也是「資料科學」(Data Science) 的熱門技術之一。

# AI, Machine Learning, Deep Learning



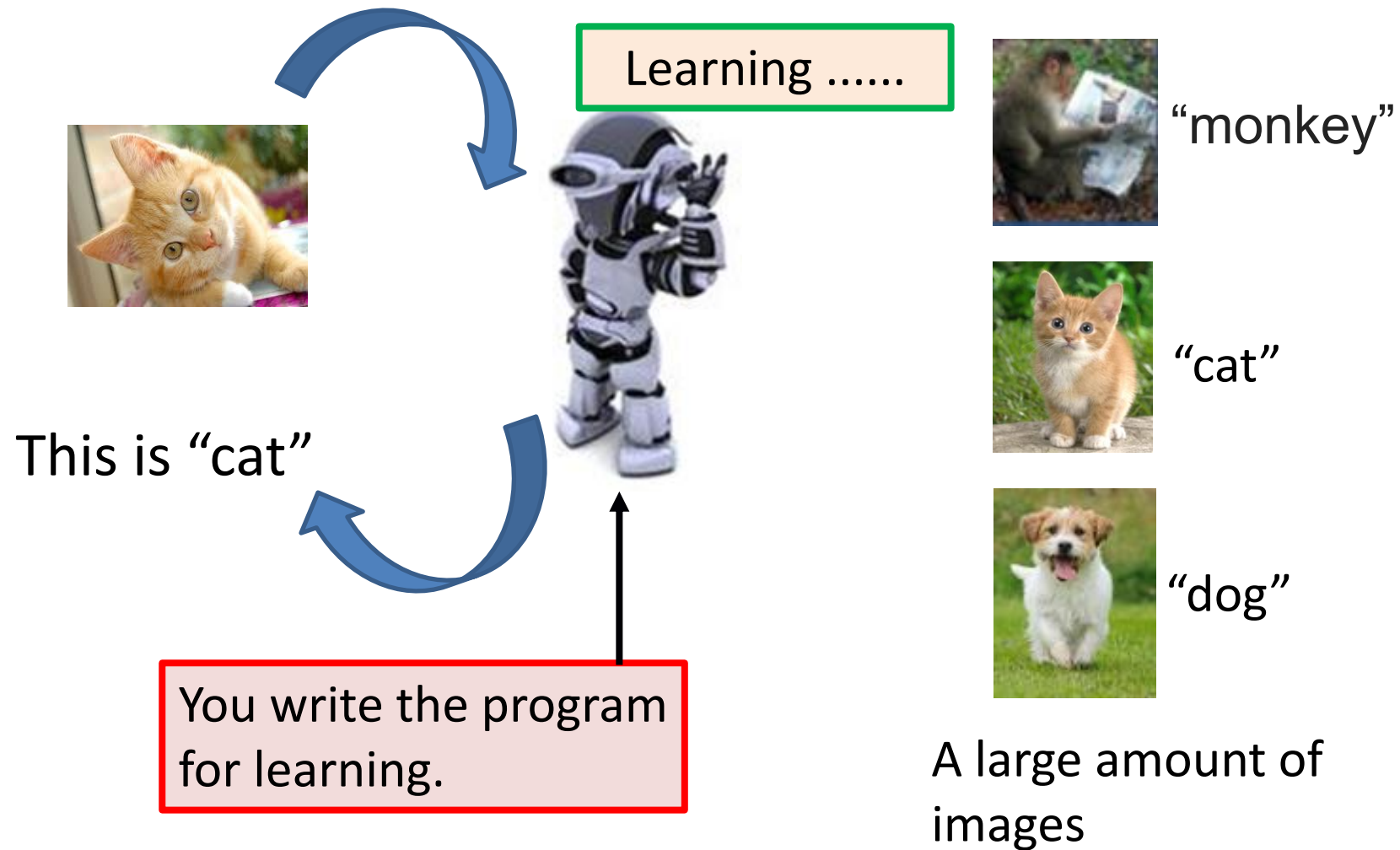
- 機器學習在 1980 年代到 2006 年間成為研究主流
- 2006 年 Hinton 成功訓練多層神經網路、稱為深度學習

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.



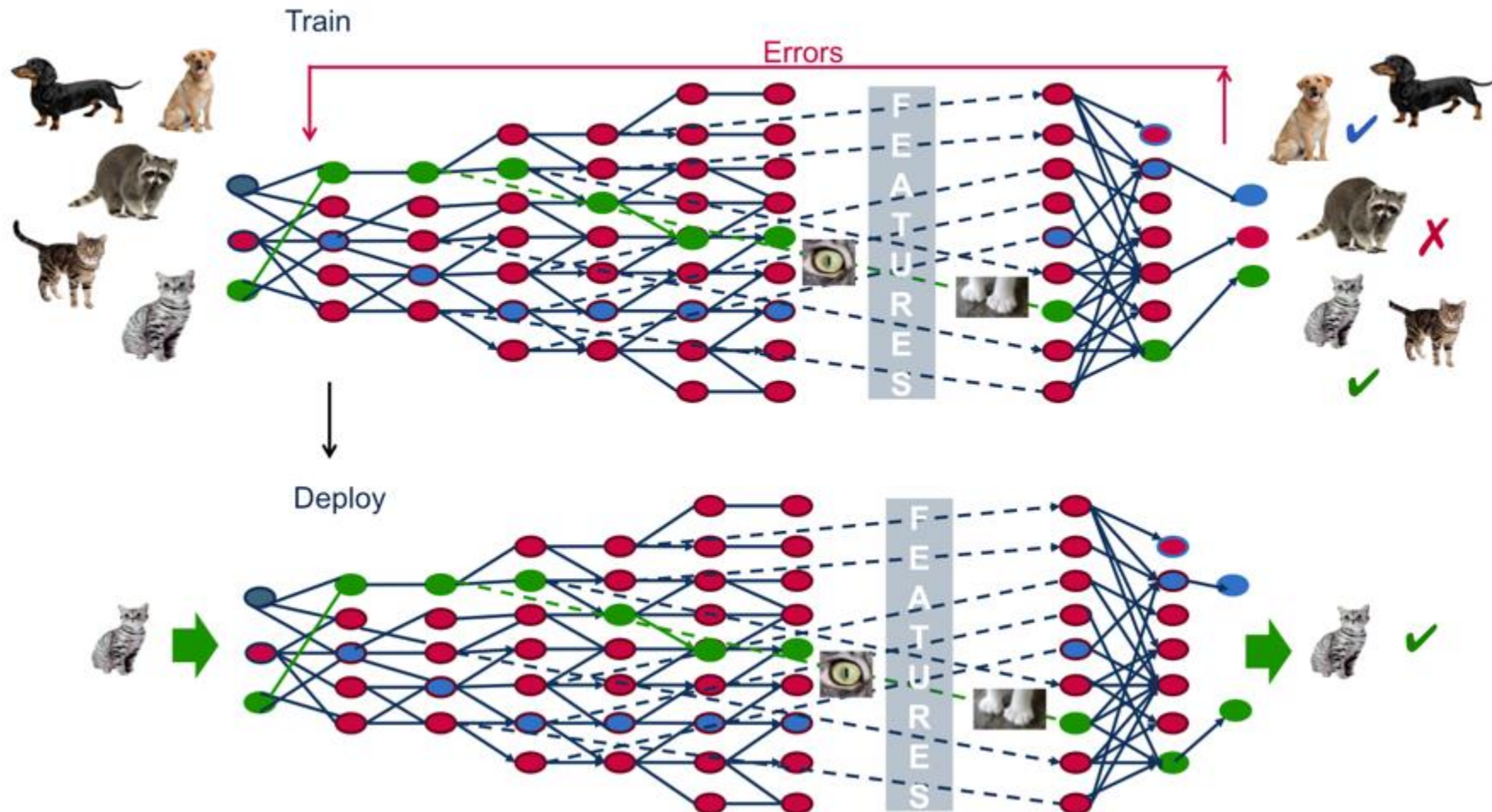
What is  
Machine Learning?  
Deep Learning?

# What is Machine Learning?





# What is Deep Learning?



# Why is deep learning taking off?

---

- **1980 年代**，當時的諾貝爾醫學獎得主研究了大腦內部的神經迴路而轟動一時。也讓科學家們對「模擬人類大腦的運算模型」抱持了高度期待。
- **1986年**，Rumelhart 和 **Hinton** 等學者提出了**反向傳播算法 (Back Propagation)**，解決了神經網路所需要的複雜計算量問題，從而帶動了神經網路的研究熱潮。
- 然而過了不久就發現反向傳播法遇到了瓶頸——反向傳播的優化 (找出誤差的最小值) 問題，使得神經網路只要超過 3 層以上就幾乎沒有效果。
- 如果神經網路無法達到多層的運算，相較之下不如採用其它層數小於 3 且效果又更好的**機器學習算法**，比如 **SVM**、隨機森林(Random Forest)等，此時 SVM 火熱了一段時間，在垃圾信件分類上做得特別好。
- 同時間，學術界一度放棄類神經網路的研究方向，甚至只要有論文或研究標明「Neural Network」，幾乎不願意花心思閱覽或刊出。

## 2006 年 Hinton 成功訓練多層神經網路、稱為深度學習

- 此時的 Hinton 還很年輕，仍不離不棄對於神經網路的研究。也正是這股熱情，使他整整力撐 30 年、終於在 2006 年找到了解方、提出限制玻爾茲曼機 (RBM) 模型成功訓練多層神經網路。
- 這帶來了類神經網路模型復甦的又一春。由於 Neural Network 長久以來太過惡名昭彰，Hinton 決定把**多層的神經網路 (Deep Neural Network)** 重命名為**深度學習 (Deep Learning)**。Hinton 因此被稱為「深度學習之父」。
- 儘管如此，Hinton 就算在 2006 年就提出了 RBM 模型，深度學習還是沒有紅起來。大家只是知道：「噢類神經網路也不是完全沒用嘛。」由於習於忽視已久，加上運算量過於龐大：
- 當時都是採用 CPU 來運算。好不容易耗費 5 天才終於跑完一個模型，結果發現有問題、改個模型參數又要再等 5 天... 等真正訓練好的時候都已經不知何日了。
- 只能說 2006 年的突破只是帶來一絲曙光。真正的轉折點，還是要到 2012 年。那年 10 月，機器學習界發生了一項大事。



## 2012 年深度學習+GPU一戰成名，爆發人工智慧熱潮

- ImageNet 是全世界最大的圖像識別資料庫。每年，史丹佛大學都會舉辦 ImageNet 圖像識別競賽，參加者包括了Google、微軟、百度等大型企業，除了在比賽中爭奪圖像識別寶座、同時測試自家系統的效能與極限。

IMGENET Large Scale Visual Recognition Challenge

The Image Classification Challenge:  
1,000 object classes  
1,431,167 images



- 其實從 2007 年 ImageNet 比賽創辦以來，每年的比賽結果、每家都差不多，錯誤率大致落在 30%、29%、28%... 瓶頸一直無法突破。
- 結果 2012 年 Hinton 的兩個學生以 SuperVision 的隊伍名參賽，以 16.42% 的錯誤率遠勝第二名的 26.22%。用的正是深度學習技術。

## ImageNet 2012 competition: 1.2M training images, 1000 categories



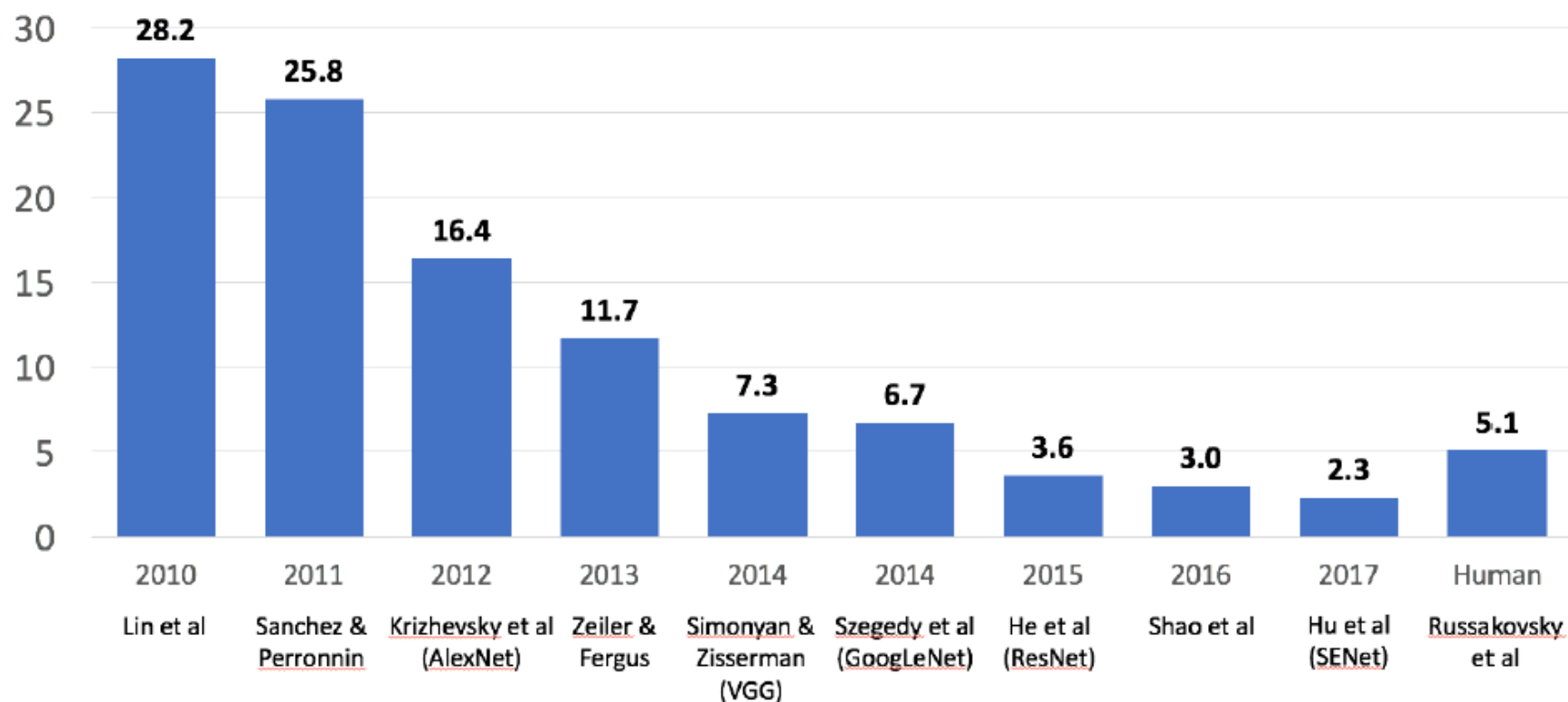
Alex Krizhevsky



Ilya  
Sutskever

Geoffrey  
Hinton

- Google 在 2013 年收購了 Hinton 和他的兩位學生，一堆企業爭相投入深度學習的研究領域。
- 2015 年的冠軍 Microsoft，已以 3.5% 的錯誤率贏得冠軍，超越人類 5%。發展可謂一日千里。



- 後續 AlphaGo 的出現，除了主導研發的 DeepMind 之外，還有 Hinton 的協助



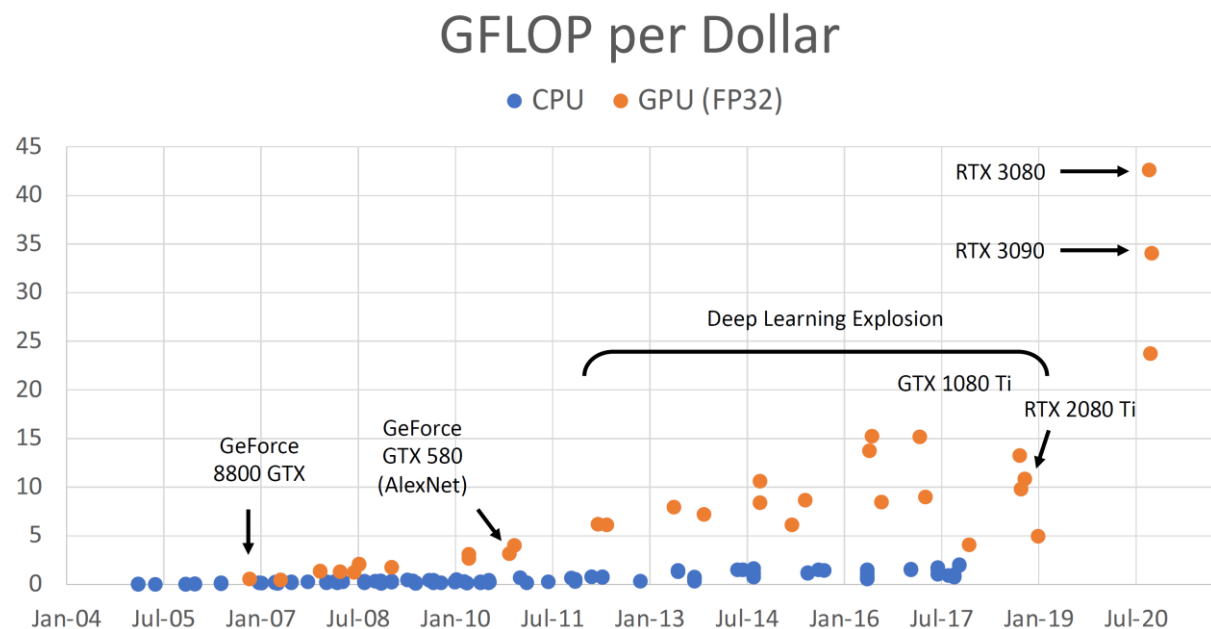
2016年初時，AlphaGo以4:1的成績打敗南韓圍棋選手李世石  
2016年底，又以Master的代稱在網路上豪取59 勝  
2017年5月， AlphaGo迎戰世界第一棋王柯潔，寫下三戰全勝紀錄

<https://www.youtube.com/watch?v=jBTm2xsQgW0>



- 深度學習之所以在 2006 年還沒真正火熱起來，問題在於硬體運算能力不足——傳統大家都是用 CPU 來運算，然而速度緩慢。
- 深度學習會大量用到矩陣運算，最合適的硬體事實上是負責圖形處理的 GPU。直到 2012 年 Hinton 的兩位學生利用「深度學習 + GPU」的組合，才真正發揮 GPU 的威力。
- 但為什麼這麼長以來的時間，都沒有人用 GPU 來運算呢？因為編譯有其難度。
- 我們之所以能用 CPU 做運算，是因為 CPU 有編譯器 (Compiler) 這樣的設計，能讓工程師寫完程式後、經過編譯器的轉譯、成為 CPU 看得懂的機械碼。
- 然而一般 GPU 並沒有類似的設計，因此工程師難以直接寫程式讓 GPU 來運算。直到 NVIDIA 在 2006 – 2007 年間推出全新運算架構 CUDA ——NVIDIA 成為深度學習運算必用硬體的關鍵。

- 使用者可以撰寫 C 語言、再透過 CUDA 底層架構轉譯成 GPU 看得懂的語言。
- 這也是自 GPU 可以拿來做大規模運算的概念推出之後，首次可以讓人使用 C 語言來運用 GPU 蘊藏已久的強大運算能力，故 NVIDIA 從 GeForce 8 系列之後的顯示卡全開始支援 CUDA 技術。
- 而 CUDA 的成功，更直接導致了深度學習的運算全部都使用 NVIDIA 家的 GPU。這種驚人的影響力，不論是深度學習、機器學習、自動車、虛擬實境 (VR)、電競遊戲，每一項都跟 NVIDIA 習習相關。



# 2018 Turing Award



Yoshua Bengio

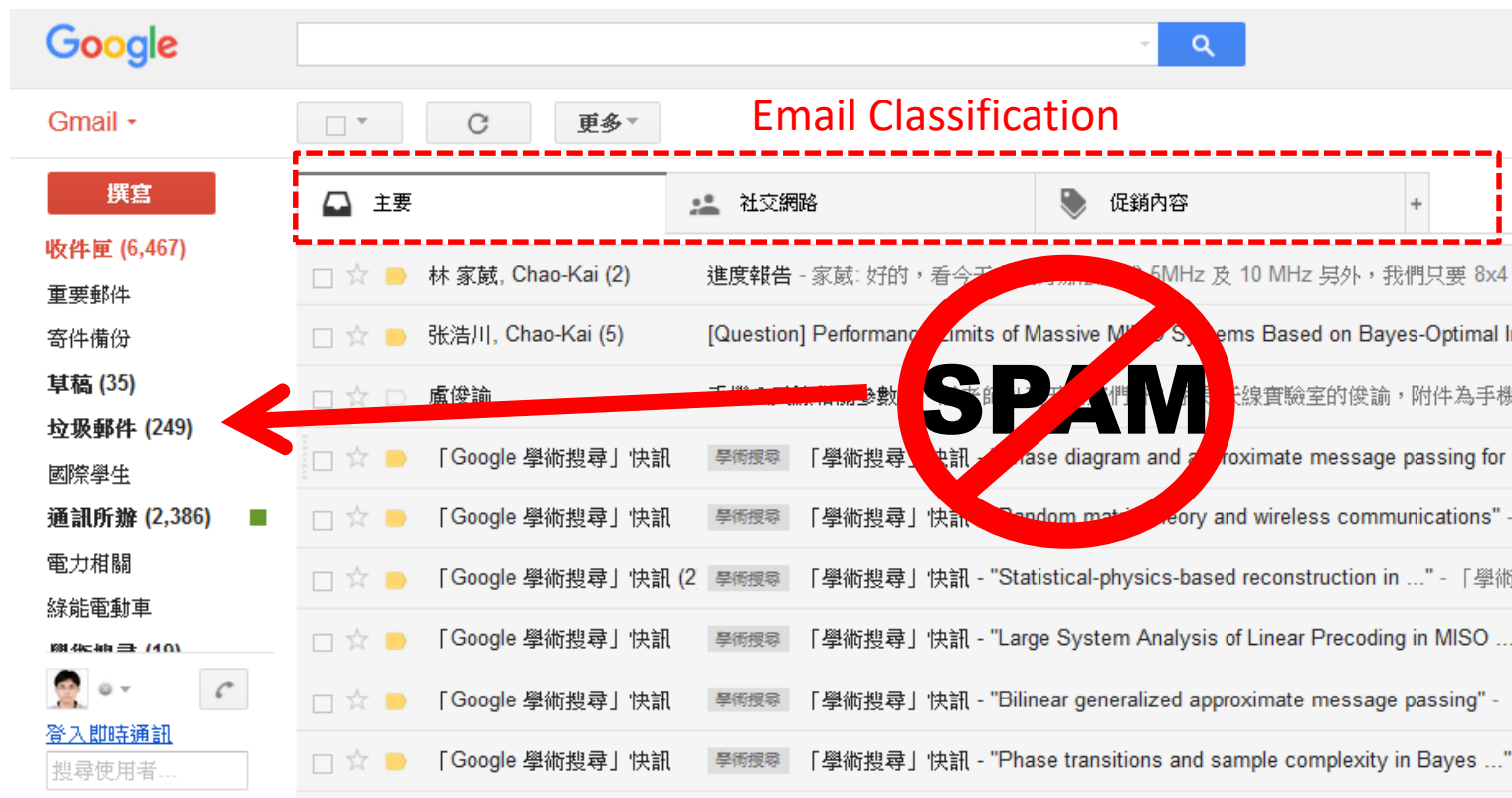


Geoffrey Hinton

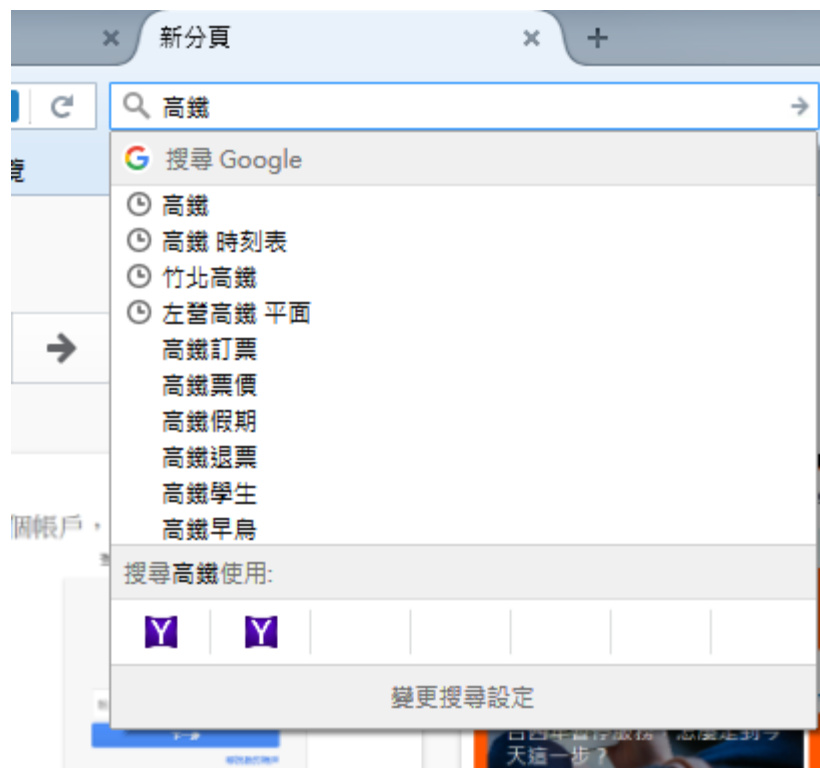


Yann LeCun

# Machine Learning is Around Us!



# Machine Learning is Around Us!



# Machine Learning is Around Us!

國際 »

**蘋果不鳥FBI 歐巴馬政府終於回應了**  
自由時報電子報 - 2016年2月19日

歐巴馬政府開出更寬鬆的條件，讓蘋果保有或是破壞軟體的權利。(美聯社). 2016-02-20 15:47. [助理編譯周柏憲／綜合報導] 美國地方法院下令蘋果為FBI解鎖，解決加州去年12月發生的槍擊恐攻案，蘋果認為此舉攸關顧客隱私權而抗命。歐巴馬政府向美國地方法院的 ...

資安周報第11期：蘋果槓上FBI，除了隱私和國安，還有其他考量在內嗎？ iThome Online

【國際為什麼】iPhone的保密爭議 蘋果日報

長篇：iPhone隱私大戰美國國會要開聽證會 聯合新聞網

閱讀即時報導

留歐公投英關鍵談判24小時  
聯合新聞網 - 1 小時前

蘋果拒解鎖美檢：為行銷否定法令  
自由時報電子報 - 9 小時前

他曾策劃恐攻炸死30名英國人如今被美軍空襲擊斃  
自由時報電子報 - 2016年2月19日

更多國際相關報導

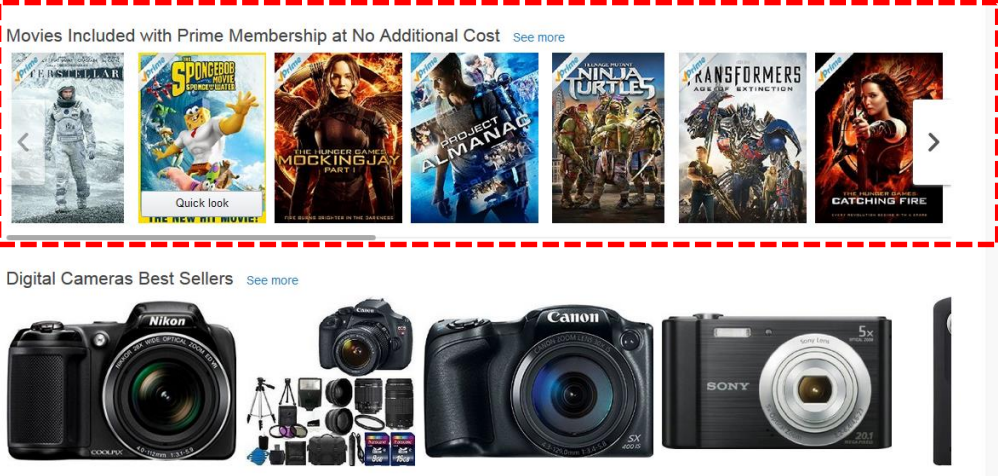
amazon  
tv Prime

All

Movies Included with Prime Membership at No Additional Cost [See more](#)

Quick look

Digital Cameras Best Sellers [See more](#)

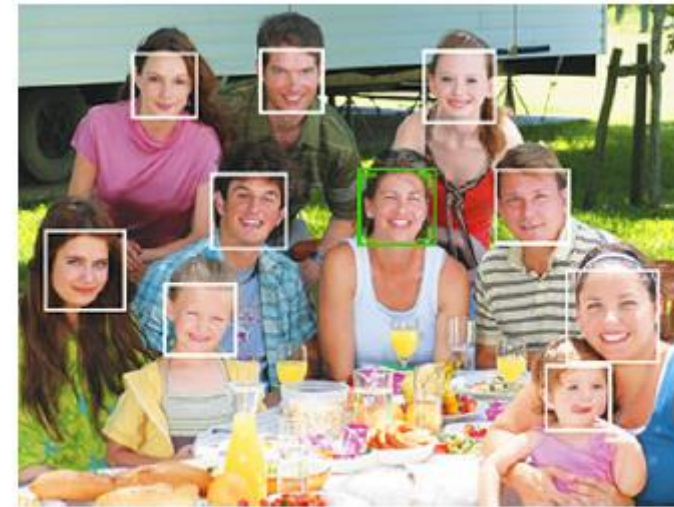
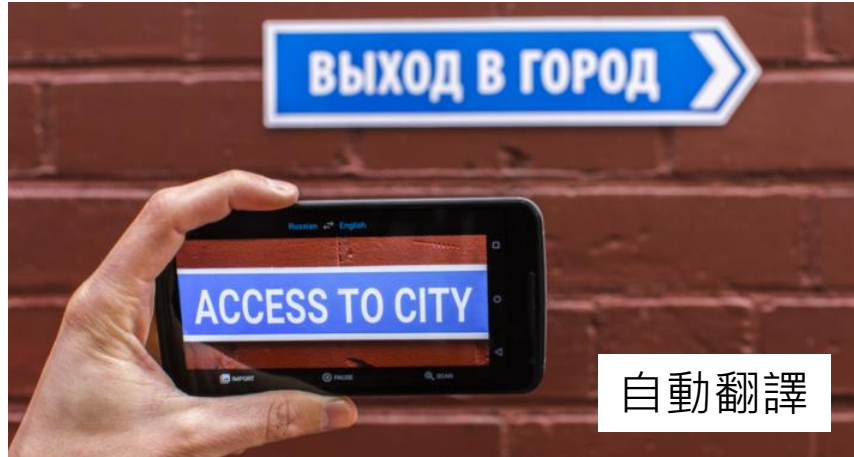


The image shows a screenshot of the Amazon website. At the top, there's a navigation bar with the Amazon logo and 'tv Prime' text. Below this, a section titled 'Movies Included with Prime Membership at No Additional Cost' features a carousel of movie posters including 'The Hunger Games: Mockingjay - Part 1', 'Project Almanac', 'Ninja Turtles', 'Transformers: Age of Extinction', and 'Catching Fire'. Below the movies, there's a section for 'Digital Cameras Best Sellers' showing various camera models from Nikon, Canon, and Sony.

推薦系統



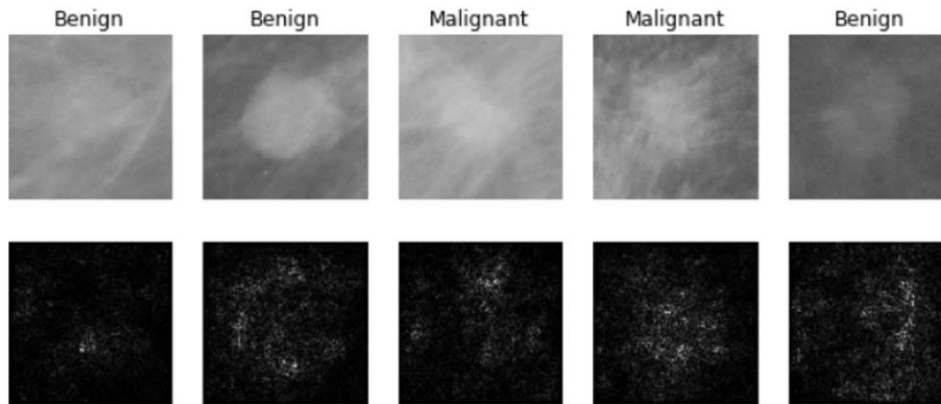
# Machine Learning is Around Us!



Face detection

# Machine Learning is Everywhere!

Medical Imaging



Levy et al, 2016 Figure reproduced with permission

Galaxy Classification



Dieleman et al, 2014

From left to right: [public domain by NASA](#), [usage permitted by ESA/Hubble](#), [public domain by NASA](#), and [public domain](#).

Whale recognition



[Kaggle Challenge](#)

[This image](#) by Christin Khan is in the public domain and originally came from the U.S. NOAA.



# A Neural Algorithm of Artistic Style

<https://arxiv.org/abs/1508.06576>



# Schedule and Syllabus (1/2)

1. Python and PyTorch Basic
2. Image Classification
3. Loss Functions and Optimization
4. Introduction to **Neural Networks**
5. **Convolutional Neural Networks**
6. Training Neural Networks
7. Tips and tricks for tuning NNs
8. CNN Architectures
9. **Recurrent Neural Networks**

# Schedule and Syllabus (2/2)

- 10. More about RNN Applications
- 11. Object Detection
- 12. Detection and Segmentation
- 13. Face Recognition and Style Transfer
- 14. Generative Models
- 15. Deep Reinforcement Learning

# Recommended background

- Additional background in algorithms, linear algebra, probability will all be helpful
- Substantial programming (e.g., Python, PyTorch) background is required

# Online Material

<http://introtodeeplearning.com/>



## Intro to Deep Learning

### Lecture 1

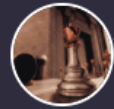
[\[Slides\]](#) [\[Video\]](#)



## Deep Computer Vision

### Lecture 3

[\[Slides\]](#) [\[Video\]](#)



## Deep Reinforcement Learning

### Lecture 5

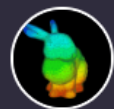
[\[Slides\]](#) [\[Video\]](#) coming Mar. 6!



## Neurosymbolic Hybrid AI

### Lecture 7

[\[Info\]](#) [\[Slides\]](#) [\[Video\]](#) coming Mar. 20!



## Neural Rendering

### Lecture 9

[\[Info\]](#) [\[Slides\]](#) [\[Video\]](#) coming Apr. 4!



## Deep Sequence Modeling

### Lecture 2

[\[Slides\]](#) [\[Video\]](#)



## Deep Generative Modeling

### Lecture 4

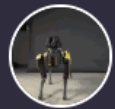
[\[Slides\]](#) [\[Video\]](#) coming Feb. 28!



## Limitations and New Frontiers

### Lecture 6

[\[Slides\]](#) [\[Video\]](#) coming Mar. 13!



## Generalizable Autonomy in Robotics

### Lecture 8

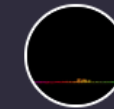
[\[Info\]](#) [\[Slides\]](#) [\[Video\]](#) coming Mar. 27!



## ML for Scent

### Lecture 10

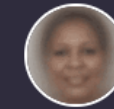
[\[Info\]](#) [\[Slides\]](#) [\[Video\]](#) coming Apr. 10!



## Intro to TensorFlow; Music Generation

### Lab Session 1

[\[Code\]](#)



## De-biasing Facial Recognition Systems

### Lab Session 2

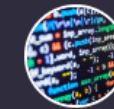
[\[Code\]](#) [\[Paper\]](#)



## Pixels-to-Control Learning

### Lab Session 3

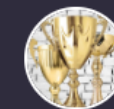
[\[Code\]](#)



## Final Projects

### Lab Session 4

[\[Video\]](#) coming soon!



## Final Projects and Awards Ceremony

### Lab Session 5

[\[Video\]](#) coming Apr. 17!

# Assessment Method

50%

- HW (40%, 11:50, Wed.)
- Quiz (10%, 9:00-9:15)
  - about one problems at the beginning of each lecture
  - the problems will be found from the homework each lecture
  - Best 10 results will be selected
- Take home Midterm (20%)
  - 20<sup>th</sup> April (hand out), 26<sup>th</sup> April (hand in)
- Take home Final (30%)
  - 25<sup>th</sup> May (hand out), 31<sup>th</sup> May (hand in)
  - 7<sup>th</sup> June (second round, hand in)
  - 15<sup>th</sup> June (<5 persons can get score>85, 10 minutes presentation)



# Teaching Assistants

TA Hours: 星期三 17:00



楊承域

a5241223@gmail.com



黃子豪

peter94135@gmail.com



詹晏丞

ycchan7250@gmail.com



黃威澄

st20001014@gmail.com



蔡其哲

jackkcaj13579@gmail.com



余侑庭

york4517@gmail.com



張昱辰

william881106@gmail.com

如果要修要考慮甚麼？

作業很多

是否我該修這門課？





老師...

我要畢業，就差這科 ...

我找到工作，就差這科 ...

我要畢業，提早交成績 ...

