人工智慧
Artificial Intelligence

Dr. Steve Lai
Mathison Intelligence

什麼是人工智慧？

"I propose to consider the question 'can machines think'?"

Alan Turing, 1950

"Artificial intelligence is not, by definition, simulation of human intelligence"

John McCarthy, 1956

人工智慧的歷史

1950年 - 圖靈測試（Turing Test）

- 由英國數學家、邏輯學家艾倫·圖靈在1950年提出，在 "Computing Machinery and Intelligence"，在這篇論文中，提出了"機器能否思考"的問題，並設計了一種名為"模仿遊戲"（The Imitation Game）的遊戲，後來這個遊戲被稱為"圖靈測試"。
- 由人和機器進行對話，當無法由對話中分辨誰是機器，那麼該機器即被認為有人工智能。

人工智慧的歷史

1956年 - AI 的誕生

- 1956年，約翰·麥卡錫（John McCarthy）與其他幾位 AI 先驅者在達特茅斯學院舉辦了一個歷時兩個月的研討會。
- 約翰·麥卡錫首次提出了"人工智能"（Artificial Intelligence）這個術語，並定義了其研究目標：創造出可以執行人類智能任務的機器。
- 達特茅斯會議對人工智能的發展產生了深遠影響，開始了AI的第一個黃金時代，並促使了許多重要的AI研究領域的開創，包括機器學習、自然語言處理和電腦視覺等。

人工智慧的歷史

1956年 - 2011年

- **黃金年代：1956 - 1974**。計算機可以解決代數應用題，證明幾何定理，學習和使用英語。當時大多數人幾乎無法相信機器能夠如此「智能」。其中 1957年，Perceptron提出。
- **第一次AI低谷：1974 - 1980**。AI研究者們對其課題的難度未能作出正確判斷：此前的過於樂觀使人們期望過高，當承諾無法兌現時，對AI的資助就縮減或取消了。
- **繁榮：1980 - 1987**。一類名為"專家系統"的AI程序開始為全世界的公司所採納，而「知識處理」成為了主流AI研究的焦點。其中包含了**聯結主義**（神經網路）的重生。**反向傳播算法**，一種神經網絡訓練方法被推廣
- **AI：1993 - 2011**，AI拆分為各自為戰的幾個子領域。

人工智慧的歷史

深度學習，大數據和人工智慧：2011至今

- 進入21世紀，得益於大數據和計算機技術的快速發展，許多先進的機器學習技術成功應用於經濟社會中的許多問題。
- 2006, Geoffrey Hinton 發表了一篇展示如何訓練深度神經網路的論文，用以辨別手寫數字（MNIST），準確為當時最好的 98%以上。
  - 深度學習以神經網路為基礎，引領了人工智慧的新浪潮。

人工智慧的定義

By Google Cloud

- 人工智慧（AI）是打造電腦與機器的科學領域，這些電腦和機器可以進行**"推論、學習以及採取行動"**，而這類行動原本需要人類智慧判斷或涉及超出人為分析能力上限的資料規模。
- AI 是一個廣泛版圖，包含**許多不同的專業領域**，包括電腦科學、資料分析與統計資料、硬體與軟體工程、語言學、神經科學，甚至是哲學和心理學。
- 在業務營運方面，AI 是一組採用**機器學習技術和深度學習的技術**，可用於資料分析、預測和預報、物件分類、自然語言處理、推薦、智慧資料擷取等。

人工智慧的定義

By Amazon AWS

- 人工智慧 (AI) 是電腦科學的一個領域，致力於解決與人類智慧相關的常見認知問題，例如學習、解決問題和模式辨識。
- 人工智慧呈現出機器人或未來世界的景像，也就是說，AI 不再是科幻小說中虛構的機器人，而真正成為現代高階電腦科學中的現實。
- Pedro Domingos 教授是這個領域聲譽卓著的研究人員，提出機器學習的「五大流派」，包括：符號主義 (Symbolists)，源自於邏輯和哲學；聯結主義 (Connectionists)，神經科學的分支；進化主義 (Evolutionaries)，與進化生物學相關；貝葉斯派 (Bayesians)，採用統計學和概率方法；以及類比主義 (Analogizers)，源自於心理學。
- 最近由於**統計運算**效率的提高，所以貝葉斯派的學者成功地讓「機器學習」在很多領域更向前邁進。同樣地，網路運算方面的進展也讓聯結主義流派的學者進一步發展「深度學習」這個分支。**機器學習 (ML) 和深度學習 (DL)** 這兩個電腦科學領域都是從人工智慧這個學科衍生出來的。

人工智慧的定義

By Microsoft Azure

- 這是電腦系統用來模擬類似人類認知功能 (例如學習和解決問題) 的能力。
- 電腦系統使用數學與邏輯，來模擬人類用於從新資訊學習並做出決策的推理。
- 人工智慧電腦系統會根據現有資料中的模式進行預測或採取動作，然後可從其中的錯誤學習，來提高精確度。成熟的 AI 處理新資訊的速度非常快又精確，因此對於複雜的案例來說相當實用，例如自動駕駛汽車、影像辨識程式和虛擬助理。

人工智慧的定義

By ChatGPT

- AI 是 "Artificial Intelligence" 的縮寫，即 "人工智慧"。人工智慧是一個跨學科領域，主要目標是創建和應用智能機器或智能軟體模擬、增強或超越人類的智慧，以進行思考、解決問題、作出決策或完成一定工作之人工自動化系統
    - 機器學習：通過數據的輸入，機器可以自我學習和改進。這是最普遍的AI形式，並且被用於各種應用，例如推薦系統和自動駕駛汽車。
    - 自然語言處理：這使機器能夠理解和生成人類語言，被用於翻譯應用和語音助手（如 Siri 和 Alexa）。
    - 電腦視覺：AI 可以用來識別和處理圖像，被廣泛用於臉部識別和醫學影像分析。
    - 智能機器人：這些機器人可以學習如何在物理世界中操作，並能夠處理未知或未經過程式化的任務。
    - 專家系統：這些系統模擬人類專家的決策過程，並在特定領域（如醫學或法律）提供專業建議。

AI 浪潮
現在進行式

- 第一波人工智慧浪潮（1950到1960年代）：符號邏輯，告訴電腦「人的思考邏輯」；人類無法釐清自己的思考過程，最終失敗。
- 第二波人工智慧浪潮（1980到1990年代）：專家系統，告訴電腦「人的所有知識」；人類無法解答所有問題、寫成規則，最終失敗。
- 第三波人工智慧浪潮（2010年至今）：機器學習，告訴電腦「人看見的事物」；正在發展中。
- 歷經兩次挫敗，在第三波人工智慧浪潮中，科學家發展出「機器學習」方法，終於讓AI科技有了突破。後來，人類又從機器學習的經驗中，找出「深度學習」技術，讓第三波AI浪潮開始大進展。
- 在第三波AI浪潮中，專家發現，圖形處理器（Graphics Processing Unit, GPU）比過去的中央處理器（Central Processing Unit, CPU）更適合執行深度學習，因此紛紛轉移目光。同時，GPU大廠Nvidia更成為深度學習的強力助攻，藉著提升硬體設備、發揮強大的運算能力，幫助AI深度學習能量大爆發。

人工智慧的應用

應用場景四大面向

- 2017年，管理顧問公司麥肯錫（McKinsey & Company）將人工智慧的應用場景分成四大面向：
  - Project（計畫）：準確地預測與規劃，完成最佳生產計畫。
  - Produce（生產）：維持高品質、高效率的生產流程。
  - Promote（行銷）：精準目標銷售與市場分析。
  - Provide（供給）：提高客戶滿意度，帶動永續經營。

人工智慧的應用

From Data to AI

收集資料 Data Collection → 準備資料 Data Preparation → 選擇模型 Model Choosing → 模型訓練 Model Training → 模型評估 Model Evaluation → 參數優化 Parameter Tuning → 進行預測 Prediction

人工智慧的應用

台灣智慧醫療應用實例

- AI科技在醫療健康產業中，已開始協助臨床決策、疾病判斷，進一步跨入預防醫學、精準醫療等領域；除了減少醫護工作負擔、降低出錯率，也克服人類無法解決的醫療挑戰。
  - 精準醫學｜學者獲「AI界諾貝爾獎」：若有AI診斷，我的乳癌就能早兩年發現
  - 智慧醫院｜38年公家醫院，如何變成人人懂AI的智慧醫院？中榮讓員工做這件事
  - 心理健康｜疫情期間，AI如何撐起醫護心理健康，預防憂鬱自殺？
  - 科技防疫｜國旗登上WHO黑客松！AI秒讀新冠肺炎X光　成大擊敗全球奪勝

人工智慧的應用

台灣智慧交通應用實例

- 人工智慧能透過影像辨識技術，增強車輛辨識、號誌管理、交通安全管理等資訊整合。目前，台灣交通的人工智慧應用，已發展到自駕車、車流計算、路況安全預警、路網優化等領域。
  - 大眾運輸安全｜欠缺人力巡檢軌道？AI能幫忙
  - 自駕車｜破解台北都市傳說！深夜一輛公車開進信義區，卻沒人握著方向盤？
  - 智慧交通｜連假人擠人？引進這種交通AI就不必擔心塞車、買不到票

人工智慧的應用

其他智慧產業應用實例

- 生活中，常見智慧音箱及手機AI助理運用的語音辨識功能；Netflix、YouTube為你推薦的影音演算法；AI客服辨識客戶想法，提出個人化回覆……AI人工智慧應用早已無所不在，持續為你改善生活品質。
  - 能源科技｜在家工作讓用電量創新高！疫情、缺水又限電，台灣電力有解方？
  - 智慧金融｜股市菜雞救星！免費AI工具月更投資組合，客戶資產變13倍
  - 精準行銷｜薄酒萊如何新鮮準時送到你手中？酒莊用AI預測供需　退貨減80%
  - 媒體經營｜媒體業如何用AI人工智慧，實現流量變現？天下雜誌群的經驗談
  - 生活娛樂｜誰買社群假帳號衝人氣？AI揪灌水網紅　準確率破九成
  - 生活娛樂｜不只有Tinder！交友軟體用「AI戀愛教練」助70%男女脫單

台灣的人工智慧

台灣如何發展人工智慧？已有哪些發展？

- 台灣人工智慧年會 <2014>
- 台灣人工智慧學校 <2017>
- 人工智慧實驗室 <2017>
- 大學大量設立人工智慧學系 <2021>

Resume

- Steve Lai (賴昭榮)
- 學經歷：
  - Founder and CEO at **Mathison Intelligence**（麥錫森智能）
    - ✦ plusForm — 線上課程品牌
  - 台灣大學資訊工程博士
  - 中央大學資訊工程碩士
  - 加入 plusForm 討論群

Discord 語音討論群

Line openChat 討論群

AI 與機器學習

"Machine learning is the field of study that gives computers the ability to learn without being explicitly programmed."

Arthur Samuel, 1959

機器學習的分類

source: https://databasecamp.de/en/ml/reinforcement-learnings

監督式學習（Supervised Learning）

- 模型從標記過的訓練數據（即每筆數據都有明確的答案或標籤）中學習。透過這種方式，模型進行訓練，以便能夠基於輸入特徵預測出對應的輸出。
  - 標籤數據：在監督式學習中，我們需要標籤或標記的數據作為訓練集。例如，如果我們正在建立一個垃圾郵件檢測器，那麼我們將需要一組郵件，其中每封郵件都被標記為"垃圾郵件"或"非垃圾郵件"。
  - 特徵：特徵是用於進行預測的輸入變量。在上述垃圾郵件檢測器的例子中，特徵可能包括郵件的文本、發送者的地址、郵件的長度等。
  - 模型訓練：在訓練過程中，機器學習算法會嘗試找出輸入特徵和輸出標籤之間的關係或模式。這個過程通常涉及到損失函數（一種衡量模型預測結果和實際值差異的方式）和優化器（一種用於調整模型參數以最小化損失函數的方法）。
  - 預測：一旦模型訓練完成，它就可以接收新的、未標記的輸入並預測出對應的輸出。例如，我們的垃圾郵件檢測器可以接收一封新郵件並預測其是否為垃圾郵件。
- 監督式學習的兩個主要類型是分類（預測的輸出是離散的，如「垃圾郵件」或「非垃圾郵件」）和回歸（預測的輸出是連續的，如一個人的收入或房價）。

Input (X)	Output (Y)	Application
email	spam? (0/1)	spam filtering
audio	text transcripts	speech recognition
English	Spanish	machine translation
ad, user info	click? (0/1)	online advertising
image, radar info	position of other cars	self-driving car
image of phone	defect? (0/1)	visual inspection

Classification

Predicting Class Labels

- Binary classification

Two or more inputs

Regression

Predicting Continuous Outcomes

- Linear regression

Regression: Housing price prediction

非監督式學習（Unsupervised Learning）

- 使用未標記的數據來訓練模型。這種學習方式的目標是讓模型從輸入數據中學習到有用的結構或模式，而不是透過對應的輸出標籤來學習。
  - 數據聚類（Cluster）：將數據根據某種相似度度量分組的過程。舉例來說，商業中的市場細分就可以透過將顧客根據他們的消費習慣分組來進行。
  - 降維：目的是減少數據的維度（即特徵的數量），同時盡量保留數據的重要信息。降維常用於數據的視覺化或者是在進行監督式學習之前的數據預處理。
  - 異常檢測：在異常檢測中，模型被訓練來識別出那些與數據集中的其他樣本顯著不同的樣本。例如，信用卡公司可能使用異常檢測來識別可能的詐騙交易。
- 由於非監督式學習不依賴於標記數據，所以它在處理大量無標籤數據時，尤其有用。

Supervised learning
Learn from data labeled
with the "right answers"

Unsupervised learning

Clustering: Grouping customers

Clustering: Grouping customers

Anomaly Detection

- Detecting unusual credit card transactions to prevent fraud,
- Catching manufacturing defects
- Automatically removing outliers from a dataset

Classical Supervised & Unsupervised Learning

Supervised learning
Input data: x
Model
Training dataset
Model update
Predict output (ŷ)
Compare
Expected output (y)
Error

Unsupervised learning
Input data: x
Model
Generated example

半監督學習（Semi-supervised Learning）

- 結合了監督式學習和非監督式學習的特點。在半監督學習中，模型被訓練在少部分被標籤的數據用以建構基礎模型，和大量的未被標籤的數據上用以產生新的數據。
  - 利用未標籤的數據：雖然未標籤的數據不能直接用於預測目標變量，但它可以提供有關數據分布或結構的有用信息，這可能有助於提高模型的預測性能。
  - 自我訓練：這是一種常見的半監督學習技術，其中模型首先在標籤數據上進行訓練，然後使用該模型來產生未標籤數據的預測，這些預測接著被作為新的標籤再次用於訓練。
  - 標籤傳播：在標籤傳播中，模型使用圖形表示來模擬數據間的關聯，並利用這種關聯性將標籤從已知的項目傳播到未標籤的項目。
- 半監督學習尤其適合在有大量未標籤數據和少量標籤數據的情況下使用。
- 由於標籤數據的收集過程通常既費時又昂貴，所以在許多實際情況中，半監督學習可以提供一種有效的解決方案。

Semi-Supervised Learning

- Two classes (triangles and squares)
- The unlabeled examples (circles) help classify a new instance (the cross)

強化式學習（Reinforcement Learning）

- 主要涉及的是一個智能體（agent）在與環境（environment）的互動中學習如何行動（action），以便在長期中最大化某種形式的累計獎勵（reward）。
  - 智能體（Agent）：這是在環境中執行操作的實體或程序。
  - 環境（Environment）：智能體與其互動的世界或上下文。
  - 行動（Actions）：智能體可以在給定的狀態下採取的可能操作。
  - 狀態（States）：這是智能體可以處於的環境條件或位置。
  - 獎勵（Reward）：這是智能體在採取行動後從環境中接收的反饋。
  - 政策（Policy）：這是智能體用來從當前狀態選擇行動的策略。

source: https://www.synopsys.com/ai/what-is-reinforcement-learning.html

- 在強化學習中，智能體的目標是學習一個最佳政策，該政策將在給定狀態下選擇能最大化長期獎勵的行動。
- 這個學習過程通常涉及到探索（嘗試新的行動）和利用（採取已知最佳行動）之間的平衡，以及處理即時獎勵與長期獎勵之間的權衡。
- 強化學習的範例包括棋盤遊戲如圍棋、遊戲、機器人導航，以及在不確定環境中進行資源管理等許多其他類型的問題。

Reinforcement Learning

- The learning system, called an agent.
- Observe the environment, select and perform actions, and get rewards in return.
- Learn by itself what is the best strategy, called a policy, to get the most reward over time.
- A policy defines what action the agent should choose when it is in a given situation.

深度學習（Deep Learning）

- 機器學習的一種子領域，特別專注於利用稱為類神經網路（Neural Network, NN）的模型方法來模擬人腦神經元的工作方式，從而在數據中學習並找到模式。
- "深度"一詞，來自於這種神經網路可以由多個"層"組成，每一層都對應於更高層次的特徵或抽象概念。
- 深度學習模型通過這樣的多層神經網絡來進行學習和預測。
  - 自動特徵學習：深度學習模型可以自動從原始數據中學習和識別有用的特徵或模式，無需人工預定義。
  - 多層次抽象：深度學習模型可以從數據中學習出多層次的抽象，這些抽象往往更好地捕捉了數據的結構和規律。
  - 大數據與計算能力：深度學習模型通常需要大量的數據和計算能力來進行訓練，但在現代計算硬件和數據收集能力的發展下，這已經不再是問題。
  - 寬泛應用：深度學習模型已經被成功應用在很多領域，包括影像辨識、語音識別、自然語言處理、遊戲等。

where $z = \boldsymbol{w}^T\boldsymbol{x} + b$

X1₁
X1₂
X1₃
X1[...]
X1[...]
X1[...]

生成式 AI

- 生成 AI 是一種可以產生各種類型內容的 AI，包括文本、圖像、音頻和合成數據。可以根據從現有內容中學習到的內容創建新的內容。
- 深度學習模型可以分為兩種類型：生成和判別。
  - 判別模型對數據點進行分類或預測標籤，通常在標記數據點的數據集上進行訓練。判別模型在不同類型的數據實例之間進行區分。
  - 生成模型根據現有數據的學習概率分佈生成新的數據實例。
  - 生成 AI 模型使用統計模型來預測，並根據他們訓練數據的基礎結構生成新的內容。他們可以根據接收到的輸入生成文本、圖像、音頻和決策的新組合。生成語言模型通過訓練數據學習模式和語言，可以預測一個句子的下一部分。例如 GPT 和 Bard。

Gen AI Supervised, Semi-Supervised & Unsupervised Learning

Not GenAI when y is a:

- Number
- Discrete
- Class
- Probability

Is GenAI when y is:

- Natural language
- Image
- Audio

Deep Learning Model Types

Discriminative

- Used to classify or predict
- Typically trained on a dataset of labeled data
- Learns the relationship between the features of the data points and the labels

Generative

- Generates new data that is similar to data it was trained on
- Understands distribution of data and how likely a given example is
- Predict next word in a sequence

Data
Labels
Predictive ML Model
Learns relationship between data and label
Output
Label
Input
Unstructured Content
GenAI Model
Learns patterns in unstructured content
Output
New content

Not GenAI when y is a:

- Number
- Discrete
- Class
- Probability

Is GenAI when y is:

- Natural language
- Image
- Audio

機器學習系統建立流程圖

人工智慧的演算法

監督式學習

- 分類(Categorization)
  - 感知器(perceptron)
  - Logistic regression
  - 決策樹(Decision Tree)
  - 隨機森林(Random Forest)
  - K鄰近演算法(KNN)

分類演算法

感知器(perceptron)

Perceptron

- 感知器學習規則是一種用於訓練感知器的監督學習方法，其核心思想是不斷地根據預測錯誤來更新模型的權重。
- 以下是具體的步驟：
  1. 初始化權重：我們首先需要初始化感知器的權重，這可以是隨機數字或者為零。
  2. 對於每個訓練樣本，進行以下操作：
     - 計算輸出：計算感知器對訓練樣本的預測輸出。感知器使用一個步驟函數作為其激活函數，對於二分類問題，這個步驟函數可以定義為：當加權輸入（權重和特徵的點積）大於或等於某個閾值時，輸出 1，否則輸出 -1。
     - 更新權重：根據感知器的預測結果與實際目標值的差異來更新權重。更新規則可以定義為：新權重 = 舊權重 + 學習率 * (目標值 - 預測值) * 特徵值。其中，學習率是一個超參數，用於控制模型學習的速度。
  3. 重複第二步，直到模型的預測錯誤達到一個滿意的程度，或者達到預設的迭代次數。
- 這種學習規則的一個重要特性是，如果訓練數據是線性可分的（也就是說，存在一條直線或一個超平面可以完美地將兩個類別分開），那麼感知器學習規則保證能夠找到一組解決方案。然而，對於不可分的數據，感知器學習規則可能會陷入無窮的權重更新循環中。

Perceptron

- Decision function $\sigma(z)$
- $z = w_1x_1 + w_2x_2 + \ldots + w_mx_m$
- $w = \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_m \end{bmatrix}, x = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_m \end{bmatrix}$
- $\sigma(z) = \begin{cases} 1 & if\ z \geq \theta \\ 0 & otherwise \end{cases}$

分類演算法

決策樹

Work to do?
Yes
No
Stay in
Outlook?
Internal node
Branch
Sunny
Over-cast
Rainy
Go to beach
Go running
Friends busy?
Yes
No
Stay in
Go to movies
Leaf node

實作參考內容

課程 DEMO

- https://github.com/lzrong0203/AI-202306

參考資料
Websites

1. 許鈺屏，Apr 2023, "人工智慧是什麼？AI應用案例、技術、未來發展都有的必修知識包來了", 未來城市@天下，<https://futurecity.cw.com.tw/article/2228>
2. 彭文暉，Dec 2022, 人工智慧理財之監理問題研析，立法院法制局，<https://www.ly.gov.tw/Pages/ashx/File.ashx?FilePath=~/File/Attach/226127/File_19775280.pdf>
3. Google Cloud Tech, May 2023, Introduction to Generative AI, <https://youtu.be/G2fqAlgmoPo>
4. Ask ChatGPT, <https://chat.openai.com/>
5. DeepLearning.AI & Stanford University, Machine Learning Specialization, <https://www.coursera.org/specializations/machine-learning-introduction>
6. 人工智慧, viewed June 2023, wiki, <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/人工智慧>
7. 人工智慧史, viewed June 2023, wiki, <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/人工智慧史>

參考資料

Books

- Géron, A. (2022). Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. " O'Reilly Media, Inc.".
- Raschka, S., Liu, Y. H., Mirjalili, V., & Dzhulgakov, D. (2022). Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn: Develop machine learning and deep learning models with Python. Packt Publishing Ltd.
- Stephan Raaijmakers, (2022). Deep Learning for Natural Language Processing. Manning Publications