

關於本書

資訊科技的不斷創新，人工智慧的大放異彩，ChatGPT 的橫空出世，以及雲端運算、大數據、區塊鏈、5G 與物聯網的應用呈現爆炸性的成長，這股趨勢不僅改變了人們的生活習慣，也改變了人們的學習模式與工作型態。

針對這些變革，本書除了涵蓋資訊科學的核心知識與實務應用，更將下列熱門的主題融入適當章節，讓讀者擁有扎實的學理基礎，並掌握最新的資訊脈動：

- 人工智慧、AI PC、AI 伺服器、CPU vs. GPU vs. NPU、機器學習、深度學習、神經元、神經網路、前饋神經網路 (FNN)、卷積神經網路 (CNN)、循環神經網路 (RNN)、生成式 AI、生成對抗網路 (GAN)、擴散模型、Transformer 模型、大型語言模型 (LLM)、ChatGPT、Copilot、Midjourney、自然語言處理、電腦視覺、自駕車、機器人、仿生機器人。
- 量子電腦。
- 虛擬實境 (VR)、擴增實境 (AR)、混合實境 (MR)、延展實境 (XR)。
- 物聯網 (IoT)、智慧物聯網 (AIoT)、工業物聯網 (IIoT)、智慧家庭。
- 區塊鏈、加密貨幣、冷熱錢包。
- 網路霸凌、灌爆臉書、人肉搜索、網路公審、公布監視器畫面、散布假新聞、使用深偽 (deepfake) 技術製造假影片等行為的法律責任，歐盟人工智慧法案、AI 訓練模型是否侵權，以及 AI 創作是否受著作權法保護。

本書內容

- 從**第 1 章「導論」**開始，介紹電腦的發展過程、電腦系統的組成、電腦的類型、資訊科技所衍生的社會與道德議題，另有專文討論 AI 伺服器，CPU、GPU 和 NPU 的比較。

第 2 章「人工智慧與其它新發展」，介紹人工智慧、機器學習（監督式學習、非監督式學習、強化學習）、深度學習、神經元、神經網路、生成式 AI（包括生成對抗網路、擴散模型、Transformer 模型等重要技術、常見工具、限制與挑戰）、機器人、VR、AR、MR 與 XR、自駕車、區塊鏈、加密貨幣、元宇宙、量子電腦等。

- 在看過人工智慧與資訊科技新發展後，接著是**第 3 章「數字系統與資料表示法」**，介紹電腦的資料基本單位、數字系統、整數表示法、浮點數表示法，以及文字、圖形、聲音與視訊等資料在電腦內部的表示方式。

第 4 章「電腦硬體」，介紹電腦硬體的基本組成，包括輸入單元、處理單元、記憶單元與輸出單元。除了有最新的硬體資訊，還有電腦元件的使用與故障排除。

第 5 章「電腦軟體與作業系統」，介紹軟體的類型、開放原始碼軟體與 App、程式語言、作業系統的功能與技術、知名的作業系統，例如 UNIX、MS-DOS、macOS、Windows、Linux、iOS、iPadOS、watchOS、Android、wear OS 等。



- 在知道單機的電腦如何運作後，接著是**第 6 章「電腦網路」**和**第 7 章「無線網路與行動通訊」**，介紹最新的網路通訊技術，尤其是無線個人網路（藍牙、ZigBee、UWB）、近距離無線通訊技術（RFID、NFC）、無線區域網路（802.11/a/b/g/n/ac/ad/ax/ay/be/bn...、Wi-Fi 6/6E/7/8、Wi-Fi Direct）、4G（WiMAX 2、LTE-Advanced）、5G（5G NR）、5G Advanced，以及衛星網路，包括同步軌道衛星（GEO）、中軌道衛星（MEO）和低軌道衛星（LEO），例如太空服務公司 SpaceX 所推出的「星鏈」（Starlink）是低軌道衛星群，提供覆蓋全球的高速網際網路存取服務。

第 8 章「網際網路」，介紹網際網路的起源、網際網路的應用（全球資訊網、電子郵件、FTP、BBS、即時通訊、網路電話、視訊會議、多媒體串流技術、社群媒體等）、TCP/IP 參考模型、IP 位址、DNS、URI 與 URL、網頁設計等。

第 9 章「雲端運算與物聯網」，介紹雲端運算的服務模式（IaaS、PaaS、SaaS）與部署模式（公有雲、私有雲、混合雲）、物聯網（IoT）的架構與應用、智慧物聯網（AIoT）、工業物聯網（IIoT）、智慧城市、智慧交通、智慧家庭、智慧農業、智慧養殖等。

- 在看過網路通訊的蓬勃發展後，接著是**第 10 章「電子商務與網路行銷」**，除了介紹 B2C、B2B、C2C、B2G、C2B、O2O、OMO 等經營模式、行動商務、行動行銷、電子付款系統（電子現金、電子支票、線上信用卡、電子錢包、

第三方支付）、網路交易的安全機制（SSL/TLS、SET），還有多種網路行銷方式，例如網路廣告、關鍵字行銷、搜尋引擎行銷、許可式行銷、聯盟網站行銷、病毒式行銷、行為瞄準行銷、部落格行銷、社群行銷、直播行銷等，另有專文討論跨境電商、網紅經濟與網購相關法規。

第 11 章「資料庫與大數據」，介紹資料的階層架構、資料庫模式（階層式、網狀式、關聯式、物件導向式、NoSQL）、資料庫操作實例、資料倉儲、資料探勘，以及大數據的特點、大數據分析的技術與應用；**第 12 章「資訊系統」**，介紹企業的組織層級、資訊系統的架構與類型。

第 13 章「資訊安全」，探討網路帶來的安全威脅、資訊安全管理標準、安全攻擊手法和資訊安全措施，慎防「電腦病毒 / 電腦蠕蟲 / 特洛伊木馬」、「間諜軟體」、「網路釣魚」、「垃圾郵件」、「勒索軟體」等惡意程式，認識加密的原理與應用、數位簽章、數位憑證、電子簽章。

第 14 章「資訊倫理與法律」，介紹電腦犯罪的類型、案例與刑責，例如撰寫並散布電腦病毒、盜賣個資、網路霸凌、灌爆臉書、洗版、人肉搜索、網路公審、公布監視器畫面、散布假新聞、使用深偽技術製造假影片等行為的法律責任，而人工智慧法案、資訊隱私權、智慧財產權、個人資料保護法、著作權法、專利法、營業秘密法等法規亦不能錯過。

1-3-3 個人電腦

個人電腦 (PC, Personal Computer) 指的是在功能、速度、大小及價格等方面，適合個人使用的電腦。我們可以根據功能、大小及行動性等特點，將個人電腦分成桌上型電腦、AI PC、工作站、筆記型電腦、行動裝置、穿戴式裝置等類型。

此外，我們也可以根據系統架構，將個人電腦分成「IBM 相容 PC」與「麥金塔」兩種類型。IBM 公司於 1981 年推出使用 Intel 8088 微處理器和 MS-DOS 作業系統的 **IBM PC**，並提供硬體設計圖及軟體清單給其它廠商製造 **IBM 相容 PC**，如此一來，針對 IBM PC 所撰寫的軟體也可以在這些廠商製造的電腦上執行。

時至今日，IBM 相容 PC 的微處理器已經從 16 位元的 8088，32 位元的 386、486、Intel Pentium、Intel Pentium II、AMD K6、Intel Celeron、Intel Pentium III、AMD Athlon、AMD Duron、Intel Pentium 4、AMD Athlon XP、AMD Sempron…，發展到 64 位元的 Intel Itanium、Intel Xeon、Intel Core i9/i7/i5/i3、AMD Phenom、AMD Athlon II、AMD Opteron、AMD FX、AMD A10/A8/A6/A4、Ryzen…。

至於**麥金塔** (Mac, Macintosh) 則是 Apple 公司推出的個人電腦，以人性化的圖形使用者介面著稱。早期麥金塔使用 Motorola 或 IBM 微處理器，例如 68000 系列、PowerPC、G5，從 2006 年開始使用 Intel 微處理器，到了 2020 年則改用 Apple 公司的自研晶片。



桌上型電腦

桌上型電腦 (desktop computer) 是為了在桌上使用而設計的電腦，由主機和螢幕、鍵盤、滑鼠等周邊所組成。相較於筆記型電腦或平板電腦，桌上型電腦的體積較大，功能較強，周邊的選擇性也較多。

另外有**電競電腦** (gaming computer) 是針對運算需求較高的電腦遊戲及玩家所設計，會配備高階的硬體，例如內部有高階的 CPU、顯示卡、音效卡、水冷式系統等，而外部有遊戲手把和特殊的電競機箱、電競鍵盤、電競滑鼠、電競耳機等。

AI PC

AI PC 是具備人工智慧功能的 PC，通常會透過內建的 AI 晶片，例如 **GPU** (Graphics Processing Unit，圖形處理器)、**NPU** (Neural Processing Unit，神經處理器)，在本機電腦運行 AI 模型與應用，例如生成文本、圖像、音訊、視訊、程式碼等內容、語音辨識、影像辨識、即時翻譯、數據分析、智慧問答、行程安排等。

相較於 ChatGPT、Copilot、Gemini 等服務必須連線到雲端的 AI 伺服器才能運行，AI PC 可以在本機電腦完成 AI 運算，如此一來，不僅能夠加快資料處理速度，減少延遲，更能強化資料安全，因為機敏資料無須上傳到雲端伺服器。



(c)

圖 1.6 (a) iMac 一體成型桌上型電腦 (圖片來源：Apple)
(b) MacBook Pro 高階筆電 (圖片來源：Apple)
(c) 電競電腦 (圖片來源：ASUS)

資 訊 部 落

AI 伺服器

AI 伺服器是為了訓練與部署 AI 模型所設計的高性能運算設備，針對 AI 訓練及推論進行優化。和一般伺服器主要的差異在於搭載強大的 CPU、GPU 或專用的 AI 晶片，以 NVIDIA (輝達) 推出的 GB200 NVL72 為例，其機架連接 36 個 Grace CPU 和 72 個 Blackwell GPU，能夠為擁有兆級參數的**大型語言模型** (LLM, Large Language Model) 提供 30 倍的即時推論速度。

最後，我們來比較一下前面所提到的 CPU、GPU 和 NPU：

- **CPU** (Central Processing Unit, 中央處理器)：CPU 負責執行電腦的算術運算與邏輯運算，以通用運算為主，例如文書處理、網頁瀏覽等。
- **GPU** (Graphics Processing Unit, 圖形處理器)：GPU 原本專門用來處理圖形運算，因為具有強大的平行處理能力，而被用來訓練 AI 模型。
- **NPU** (Neural Processing Unit, 神經處理器)：NPU 是為了加速神經網路運算所設計，適合影像辨識、圖像生成、自然語言處理、電腦視覺等 AI 任務，應用在 AI PC、AI 筆電、AI 手機、自駕車、邊緣 AI 等裝置。



圖 1.8 (a) GB200 NVL72 AI 伺服器 (b) Blackwell GPU (圖片來源：NVIDIA)

機器學習可以分成已知答案的「監督式學習」、沒有答案的「非監督式學習」，以及沒有答案但有目標的「強化學習」等類型，以下有進一步的說明。

2-2-1 監督式學習

監督式學習 (supervised learning) 是利用已知答案的大量資料來訓練機器，讓機器學習如何解決問題。舉例來說，圖 2.5(a) 屬於**標記資料** (labeled data)，它們都帶有一個**標籤** (label)，用來指出該照片是「貓」或「狗」；而圖 2.5(b) 屬於**未標記資料** (unlabeled data)，也就是不帶有標籤的照片，不知道其為貓或狗。

監督式學習就是提供像圖 2.5(a) 的標記資料讓機器進行分析，從中找出規則或模型，然後利用這些規則或模型來預測像圖 2.5(b) 的未標記資料是貓或狗。

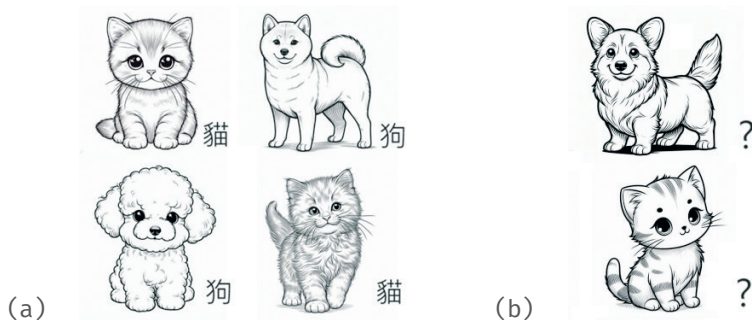


圖 2.5 (a) 標記資料 (b) 未標記資料 (圖片來源：DALL·E 生成)

監督式學習可以從訓練資料中建立一個函數或模型，並依此函數或模型來預測新資料，函數或模型的輸出可以是一個連續的值，稱為**迴歸** (regression)，或是一個離散的值，稱為**分類** (classification)。例如預測股票走勢、預測房價走勢、預測不同時段的交通狀況是迴歸問題；而預測照片中的動物是貓或狗、預測腫瘤是良性或惡性、預測電子郵件是否為垃圾郵件、預測明日天氣是晴天、陰天或雨天是分類問題。

以機器學習普遍使用的「鳶尾花資料集」為例，裡面包含 150 筆資料，每筆資料有四個**特徵** (feature)，分別是「花萼長度」 (sepal length)、「花萼寬度」 (sepal width)、「花瓣長度」 (petal length) 和「花瓣寬度」 (petal width)，同時每筆資料也會帶有一個**標籤** (label) 或**目標** (target)，用來指出這朵花是屬於「山鳶尾」、「變色鳶尾」或「維吉尼亞鳶尾」等分類。在以監督式學習針對鳶尾花資料集完成訓練找出模型後，只要輸入鳶尾花的特徵，就能預測它是屬於哪個分類。

2-3 深度學習

深度學習 (deep learning) 是機器學習的一種方法，利用神經網路技術從大量資料中進行**學習** (learning) 與**推論** (inference)。

神經網路 (NN, Neural Network) 又稱為**類神經網路**或**人工神經網路** (ANN, Artificial Neural Network)，這是一種模擬生物神經系統的結構與功能所產生的數學模型或計算模型，由多個相互連接的**神經元** (neuron) 所組成，並按層次分層排列。神經元可以接收輸入，然後利用權重與閾值（臨界值）來計算輸出，再將輸出作為其它神經元的輸入。

傳統的機器學習方法需要手動提取特徵，而深度學習能夠從原始資料中自動提取有效特徵，減少人工干預，近年已廣泛應用到許多領域，例如：

- 自然語言處理：語音辨識、語音助理、智慧客服、即時字幕、機器翻譯、聊天機器人等。
- 電腦視覺：影像辨識、圖像分類、物件偵測、視訊監控、內容審核等。
- 醫療保健：疾病診斷、腫瘤檢測、新藥開發、基因分析等。
- 其它：自動駕駛、機器人、無人機、遊戲、娛樂、藝術、媒體、金融等。

2-3-1 生物神經元

由於人工神經元的運作方式是模擬生物神經元，所以我們先來說明生物神經元如何運作。**生物神經元** (biological neuron) 是神經系統的基本單位，又稱為**神經細胞** (nerve cell)，其結構可以簡單描繪如圖 2.7。

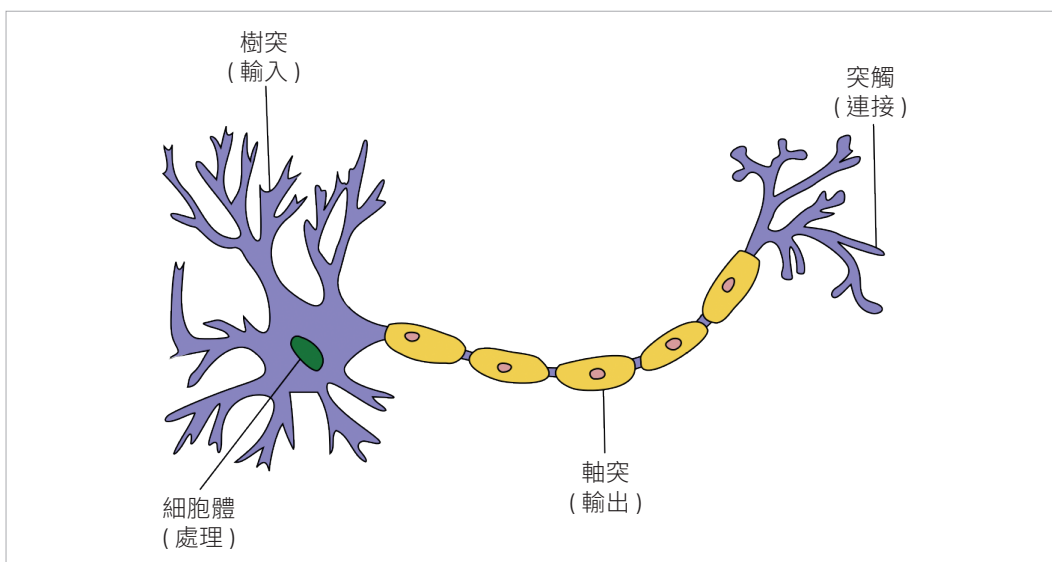
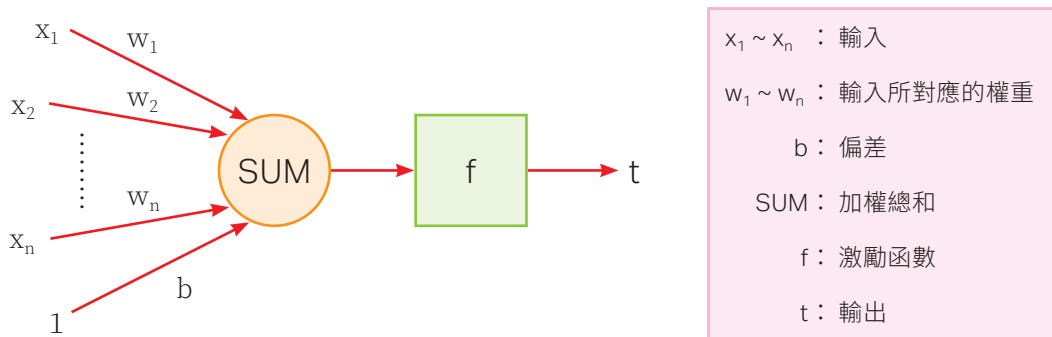


圖 2.7 生物神經元的結構 (圖片來源：Quasar Jarosz at English Wikipedia 經作者修圖)

2-3-2 人工神經元

人工神經元 (artificial neuron) 是神經網路的基本單位，設計靈感來自生物神經元。在深度學習中，神經元是一個數學模型，用來接收輸入、進行運算並產生輸出，又稱為**感知器** (perceptron)。

神經元通常包含下列幾個部分：



- **輸入** (input)：神經元會接收一個或多個輸入，代表特徵數據或訊號，例如圖像的像素值、音頻樣本等。
- **加權總和** (weighted sum)：每個輸入有對應的**權重** (weight)，代表其重要性，神經元會計算所有輸入的加權總和，並加上一個**偏差** (bias)，其公式如下。

$$z = \sum_{i=1}^n w_i x_i + b$$

x_i : 第 i 個輸入的值
 w_i : 第 i 個輸入的權重
 b : 偏差
 z : 加權總和的結果

- **激勵函數** (activation function)：加權總和的結果會通過激勵函數來決定是否激活神經元。激勵函數是神經網路的關鍵部分，負責將加權總和的結果進行非線性轉換，讓神經網路能夠處理複雜的非線性問題。

常見的激勵函數有好幾種，例如**階梯函數**可以將加權總和的結果和閾值做比較，若大於閾值，就激活神經元，若小於閾值，就不激活神經元；**Sigmoid** 函數可以輸出 $0 \sim 1$ 的值；**ReLU** 函數可以輸出非負值；**Tanh** 函數可以輸出 $-1 \sim 1$ 的值等，有興趣的讀者可以參考深度學習的專書。

神經網路需要做訓練，以提高預測的準確度，但研究人員不必將權重植入神經網路，而是在訓練過程中，透過**反向傳播法** (backpropagation)，計算預測結果與目標的誤差，不斷調整權重，讓每次的預測結果可以更接近目標。

若要解決複雜的問題，可以將神經網路中的隱藏層增加到一個以上，我們將這種擁有多個隱藏層的神經網路稱為**深度神經網路** (DNN, Deep Neural Network)，如圖 2.10，而利用此架構進行機器學習的方法就稱為**深度學習** (deep learning)。

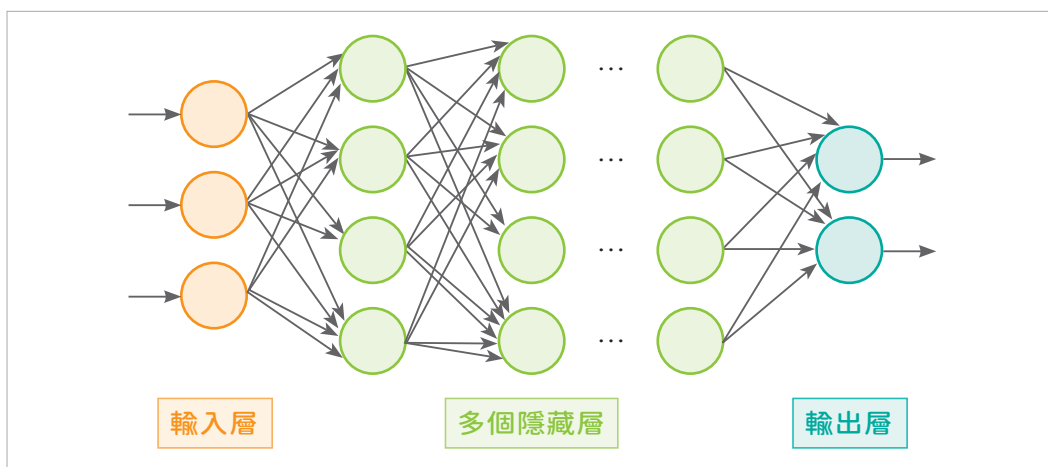


圖 2.10 深度神經網路

2-3-4 神經網路的類型

根據不同的結構與用途，神經網路有不同的類型，常見的如下：

- **前饋神經網路** (FNN, Feedforward Neural Network)：又稱為**多層感知器** (MLP, MultiLayer Perceptron)，FNN 是採取由輸入層、隱藏層和輸出層所組成的層次結構，每個層次的神經元只接收上一層的輸入，並傳遞到下一層的輸出，也就是前向傳播，沒有反饋或循環，應用在分類問題、迴歸問題或作為其它神經網路的基礎。
- **卷積神經網路** (CNN, Convolutional Neural Network)：CNN 是由多個層次的神經元所組成，其架構如圖 2.11，其中**卷積層** (convolutional layer) 會從圖像資料中提取局部特徵，以產生特徵圖；**池化層** (pooling layer) 會針對特徵圖進行降採樣，以減少資料的維度和參數，但保留重要特徵；**全連接層** (fully connected layer) 會根據卷積層和池化層所提取的特徵，進行最終的分類或迴歸預測。

Midjourney

在過去，從事電腦繪圖必須具備一定程度的技能與美感，但自從 AI 繪圖工具出現後（例如 Midjourney、Stable Diffusion、DALL·E、Leonardo.Ai...），只要輸入文字敘述（例如主題、角色、場景、媒材、風格、視角、光線、構圖等），就會自動產生符合要求的圖像，若要進一步修改或轉換風格，也只要輸入文字敘述即可，讓不具備繪圖能力的人也能輕鬆製作出精美的圖像。

以 **Midjourney** 為例，這是由位於美國舊金山的同名研究實驗室所開發的 AI 文本生成圖像模型，使用者可以透過和 Discord 平台的機器人進行對話輸入文字敘述，再由 Midjourney 在雲端生成圖像，不僅速度快，而且作品的質感精緻細膩、富有創意、令人驚豔。圖 2.16 是我們輸入一些簡短提示詞所生成的，無論是在海邊的貓、動漫女孩特寫、拉格斐風格時裝秀或洛可可風格客廳，Midjourney 都詮釋得非常到位。



seaside cat (在海邊的貓)



a girl, close-up view --niji 6 (女孩, 特寫)



fashion show, Karl Lagerfeld (時裝秀, 拉格斐)



living room, rococo (客廳, 洛可可)

圖 2.16 Midjourney 會根據輸入的文字自動產生圖像 (圖片來源：Midjourney 生成)

2-5 機器人

機器人 (robot) 是一種能夠自動執行特定任務的裝置，通常是由電子設備、感測器、控制器、軟體所組成，但有些電腦程式亦被稱為機器人，例如 ChatGPT、Google Gemini、Microsoft Copilot、Claude 等，就被歸類為 **AI 聊天機器人** (AI Chatbot)。

機器人可以用來做一些重複性高或具有危險性的工作，也可以用來做一些人類不想做或無法做到的工作。科學家已經研發出許多不同用途的機器人，並成功利用機器人深入海底探勘石油、偵測污染、追蹤魚群、拍攝沉船、探索未知的生物、進入太空採集樣本、進行防震動的外科手術，處理炸彈、瓦斯槽、核廢料、輻射外洩、森林火災、礦井坍塌等危險情況。

機器人也已經進入日常的應用，例如掃地機器人、居家照護機器人、客服機器人、理財機器人、送藥機器人、送餐機器人、生產線機器人、機器手臂、智慧音箱、語音助理，或在餐廳、賣場、門市、銀行、觀光景點等場所提供服務的接待機器人。

由於機器人必須要能夠感知、推論並在環境中自主運作，因此，機器人的研究不僅涉及人工智慧，還涵蓋機械和電子電機等領域。此外，還有**仿生機器人** (bionic robot) 指的是模仿自然界生物的外型、結構、行為等來建造機器人，例如仿生機器魚可以用來監測水質或探測海洋生物、海洋環境；仿生機器鳥可以作為空中飛行器；仿生人形機器人可以打造成為新聞主播或偶像明星。



圖 2.17 在不久的未來機器人可望進入職場與人類共事 (圖片來源：shutterstock)

2-9 量子電腦

量子電腦 (quantum computer) 是基於量子力學原理所發展的電腦，傳統電腦的資料基本單位叫做**位元** (bit)，一個位元只能是 0 或 1 一種狀態；而量子電腦的資料基本單位叫做**量子位元** (qubit)，一個量子位元可以處於 0 和 1 的**疊加態** (superposition state)，能夠同時表示多種狀態。此外，量子電腦還可以利用**量子糾纏** (quantum entanglement) 來進行更複雜的運算，這指的是量子位元之間的特殊關聯，改變其中一個的狀態，就會立即影響另一個的狀態。

前述特性使得量子電腦在某些問題上具有顯著的速度優勢，例如質因數分解、最佳化問題、搜尋、模擬等，同時量子電腦亦具有改變許多領域的潛力，例如 AI、加密、資安、金融、藥物研發等。

目前量子電腦的發展面臨不少技術挑戰，例如：

- 量子位元的疊加態非常脆弱，容易受到環境干擾而崩潰，使得量子電腦必須在極低溫下運作。
- 想要建造大規模的量子電腦，必須增加量子位元的數目，以 IBM 所建造的量子電腦為例，量子位元的數目從 2019 年的 20 個 (IBM Q System One)，成長至 2023 年的 1121 個 (Condor)，預計在 2025 年推進到 4000 個以上，而這將有機會對加密貨幣進行暴力破解。
- 想要發揮量子電腦的效能，必須考慮其物理原理和位元限制，設計適合量子電腦的演算法以解決特定問題。



圖 2.24 全球首款商業化量子電腦 IBM Q System One (圖片來源：shutterstock)



一、選擇題

- () 1. 下列關於人工智慧的敘述何者錯誤？
- A. 圖靈測試 (Turing Test) 是用來評估機器是否具有智慧
 - B. 基於規則的專家系統難以處理模糊或複雜的問題
 - C. 智慧客服、機器翻譯可以歸類為通用人工智慧 (AGI)
 - D. 人工智慧一詞源自 1956 年在達特茅斯學院舉行的一場會議
- () 2. 在機器學習中，下列何者是利用已知答案的大量資料來訓練機器，讓機器學習如何解決問題？
- A. 非監督式學習
 - B. 監督式學習
 - C. 半監督式學習
 - D. 強化學習
- () 3. 在機器學習中，下列何者是代理程式在環境中行動，透過所獲得的獎勵或懲罰來學習如何達到目標？
- A. 非監督式學習
 - B. 監督式學習
 - C. 半監督式學習
 - D. 強化學習
- () 4. 在神經網路的架構中，下列哪個層次負責從特徵中進行處理與學習？
- A. 輸入層
 - B. 隱藏層
 - C. 輸出層
 - D. 卷積層
- () 5. 在卷積神經網路中，下列哪個層次負責從圖像資料中提取局部特徵，以產生特徵圖？
- A. 輸入層
 - B. 卷積層
 - C. 池化層
 - D. 全連接層
- () 6. 下列何者可以根據輸入的文字自動產生圖像？
- A. Stable Diffusion
 - B. Midjourney
 - C. DALL · E
 - D. 以上皆可
- () 7. 量子電腦的資料基本單位叫做什麼？
- A. bit
 - B. qubit
 - C. TB
 - D. EB
- () 8. 下列何者不是區塊鏈的特點？
- A. 中心化
 - B. 不可竄改性
 - C. 匿名性
 - D. 可追蹤性

- ## 二、簡答題

- 2-37