

這是一本經過長時間實地訪察國內多所大學、技術學院與科技大學，針對校園資訊科學教育所設計的書籍，內容涵蓋資訊科學的核心知識與實務應用，佐以簡單明瞭的示意圖與表格、深入淺出的筆觸及精美的編排方式，符合教師的教學需求並提升學生的學習興趣，除了當作上課的教材，亦適合自學的讀者。

讀者群

本書的讀者群以資電學院相關科系及理工學院的學生為主，在全面實施資訊教育的今日，大部分學生早已熟稔電腦的基本操作、文書處理、上網瀏覽等，有些學生還會程式設計，因此，在邁入大學教育的此刻，學生所需要的是對資訊科學有通盤且完整的概念，奠定良好的基礎，好在未來學習更多專業科目及新技術。

本書內容

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、元宇宙、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型態與工作模式。

針對這些變革，本書除了包含扎實的學理基礎，更將最新資訊融入相關章節，例如人工智慧、機器學習、深度學習、神經網路、生成式 AI、生成對抗網路、擴散模型、Transformer 模型、ChatGPT、Copilot、Midjourney、AI PC、邊緣運算、機器人、量子電腦、區塊鏈、加密貨幣、虛擬實境 (VR)、擴增實境 (AR)、混合實境 (MR)、延展實境 (XR)、元宇宙、物聯網 (IoT)、智慧物聯網 (AIoT)、工業物聯網 (IIoT)、智慧城市、智慧交通、智慧家庭、5G、資訊安全、軟體工程素養與軟體所有權、智慧財產權、著作權法、專利法、營業秘密法等。

本書共分十四章，內容如下：

- ✓ 從第 1 章「導論」開始，說明電腦的發展過程、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、資訊倫理；接著是第 2 章「人工智慧與其它新發展」，介紹人工智慧、機器學習、深度學習、神經網路、生成式 AI (包含重要技術、知名的工具、限制與挑戰)、機器人、仿生機器人、量子電腦、區塊鏈、加密貨幣、VR、AR、MR、XR、元宇宙等新發展。

繼續是第 3 章「數字系統與資料表示法」和第 4 章「數位邏輯設計」，帶領讀者瞭解資料在電腦內部是如何表示；再來是第 5 章「計算機組織」，說明 CPU 的設計架構與技術、電腦與周邊通訊、輸入/輸出的定址方式、輸入/輸出介面、輸入裝置、輸出裝置及儲存裝置。

- ✔ 在認識電腦硬體後，接著是第 6 章「電腦軟體與作業系統」，帶領讀者瞭解電腦軟體的類型、智慧財產權與軟體授權、開放原始碼軟體與 App、作業系統的功能與相關技術、知名的作業系統，例如 UNIX、MS-DOS、macOS、Windows、Linux、iOS、iPadOS、watchOS、Android、wearOS 等。
- ✔ 在知道單機的電腦如何運作後，接著是第 7 章「電腦網路與無線通訊」，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（IEEE 802.11/a/b/g/n/ac/ad/ax/ay/be...、Wi-Fi 7、Wi-Fi Direct）、4G 及 5G 標準。

再來是第 8 章「網際網路、雲端運算與物聯網」，介紹網際網路的起源與應用、TCP/IP 參考模型、IP 位址、DNS、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）、物聯網的架構與應用、智慧物聯網（AIoT）、工業物聯網（IIoT）、智慧城市、智慧家庭、智慧交通等。

- ✔ 在瞭解電腦與網路的實際應用後，接著是逐步帶領讀者探討與電腦相關的抽象概念，包括第 9 章「程式語言」、第 10 章「演算法」、第 11 章「資料結構」、第 12 章「資料庫、資料倉儲與大數據」，這些學理基礎不僅能提升讀者的專業素養，亦有助於讀者學習更多新技術。

再來是第 13 章「資訊安全」，探討網路帶來的安全威脅、常見的安全攻擊手法與資訊安全措施，教育讀者慎防惡意程式，認識加密的原理與應用、數位簽章、數位憑證；最後是第 14 章「軟體工程」，介紹軟體開發過程、軟體工程素養與軟體所有權，還會討論 AI 創作是否受著作權法保護。

本書特色

為了方便學生研讀，本書的章節設計了：

- ✔ **豐富圖表**：透過拍攝精緻的產品照片與豐富圖表，提升學生的理解程度。
- ✔ **資訊部落**：透過資訊部落，針對專業的技術或議題做進一步的討論。
- ✔ **隨堂練習**：透過隨堂練習，讓學生即刻驗證在課堂上學習的知識。
- ✔ **本章回顧**：每章結尾提供簡短摘要，幫助學生快速回顧內容。
- ✔ **學習評量**：每章結尾提供學習評量，檢測學習成效或做為課後作業。

為了因應學生未來報考資訊相關科系的研究所或準備國家考試，本書蒐集了豐富的計算機概論科目考題，並融入相關章節與學習評量，建議讀者勤加練習，以掌握最新命題趨勢。

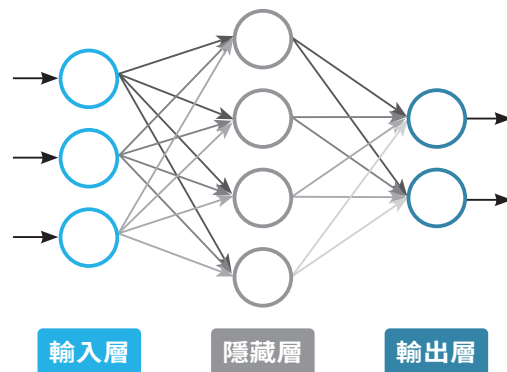
2-3 深度學習

深度學習 (deep learning) 是機器學習的一種方法，利用神經網路技術來實現機器學習。**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網路 (特別是人類大腦) 運作方式的數學模型或軟體程式，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，再將輸出做為其它神經元的輸入。

基本的神經網路如圖 2.6，包含三個層次，其中輸入層的每個神經元會連接到隱藏層的所有神經元，而隱藏層的每個神經元會連接到輸出層的所有神經元：

- ✓ **輸入層** (input layer)：負責接收輸入資料，每個神經元代表輸入資料的一個特徵，然後將特徵傳遞到隱藏層，例如在圖像辨識中，每個神經元可能代表圖像的一個像素值或一個特定區域的特徵。
- ✓ **隱藏層** (hidden layer)：位於輸入層與輸出層之間，從外部看不到，負責根據從輸入層所傳遞過來的特徵進行處理與學習，然後將結果傳遞到輸出層。
- ✓ **輸出層** (output layer)：負責產生最終的預測結果，例如分類標籤、數值迴歸等。輸出層的神經元數目通常取決於問題的性質，若是二分類問題 (例如是 / 否、對 / 錯、會 / 不會…)，就需要一個神經元；若是多分類問題 (例如 0、1、2 ~ 9 的數字)，就需要多個神經元。

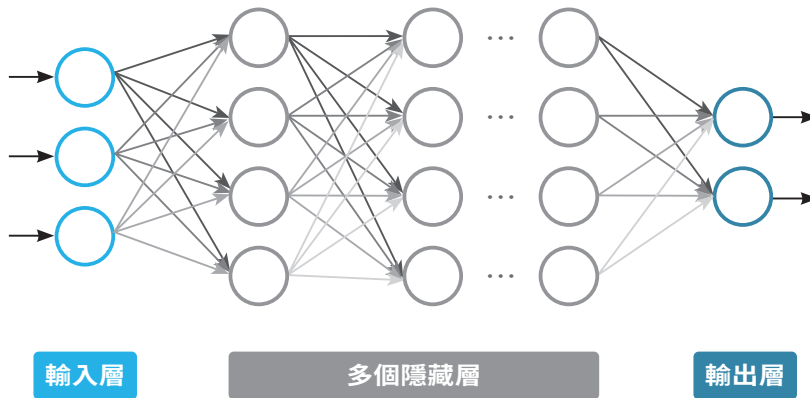
在圖 2.6 中，隱藏層和輸出層屬於**全連接層** (fully connected layer)，又稱為**密集層** (dense layer)，其每個神經元都與前一層的所有神經元相互連接，接收來自這些神經元的輸入，進行加權總和，再經過**激勵函數** (activation function) 的轉換，最終形成全連接層的輸出。



▲ 圖 2.6 基本的神經網路

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 2.7，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 2.7 深度神經網路

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、模式辨認、自然語言處理等領域。
- ✔ **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 2.8，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。

2-4 生成式 AI

相較於傳統的 AI 著重於分析資料，然後找出規則或模型進行預測，**生成式 AI** (Generative AI) 則是著重於利用人工智慧技術來生成內容，例如文本、圖像、音訊、視訊、程式碼等，我們將使用生成式 AI 技術所生成的內容稱為 **AIGC** (Artificial Intelligence Generated Content)。

生成式 AI 的重要技術

生成式 AI 是透過學習大量資料，然後生成與原始資料類似的新資料，主要仰賴於深度學習技術，常見的如下：

- ✓ **生成對抗網路** (GAN, Generative Adversarial Network)：GAN 是一種由兩個神經網路所組成的模型，一個稱為**生成器** (generator)，負責從訓練資料中模仿真實樣本生成新資料；另一個稱為**判別器** (discriminator)，負責判斷新資料是真的或假的，兩者彼此競爭，不斷調整參數進行訓練，最終的目標是讓生成器能夠生成足以欺騙判別器的新資料。

GAN 可以用來創造全新的內容，例如生成圖像、音樂、影片、3D 模型等，也可以用來增強或轉換現有的內容，例如編輯圖像、修復圖像、轉換風格等，另外還有 deepfake (深偽) 亦是使用 GAN 技術。

deepfake (深偽) 一詞是 deep learning (深度學習) 與 fake (偽造) 的組合，該技術可以將現有的圖像或影片疊加到目標圖像或影片，最常見的應用是「換臉」，也就是將一個人的臉部特徵、表情和動作合成到另一個人的影片中，創造出看似真實的假影片。

深偽技術本身是中立的，並沒有善惡好壞之分，重點在於人們如何使用該技術，例如演藝公司利用深偽技術打造虛擬的偶像團體，或者影音產業利用深偽技術替電影裡面的角色加上變臉、變老、變年輕、變性等效果，這些都是正面的應用，但也避免不了負面的應用，例如偽造名人的不雅影片、偽造政治人物的偏激言論，不僅侵害他人的隱私與名譽，也造成社會大眾難以辨識網路資訊的可靠性與真實性，需要各界的關注和監督。

- ✓ **擴散模型** (diffusion model)：這種神經網路模型的概念來自熱力學的擴散作用，透過連續添加噪訊的過程將現有的圖像逐步擴散，接著反轉該過程，一次次地過濾掉噪訊，進而生成新圖像。擴散模型技術可以應用在圖像生成、圖像去噪、圖像修復、圖像解析度提升等任務，OpenAI 所開發的文本生成圖像模型 **DALL-E** 就有使用到此技術。

- ✓ **Transformer 模型**：這是一種深度學習模型，其設計不同於傳統的卷積神經網路或循環神經網路，而是採取**自注意力機制** (self-attention mechanism) 及平行處理方式，使它在處理序列資料時具有更高的效率和準確度。

Transformer 模型最初是由 Google 大腦的一個團隊於 2017 年所提出，主要用於機器翻譯，後來被廣泛應用在其它自然語言處理的任務，例如文本生成、文本摘要、問答系統等，並衍生出 GPT 等預訓練模型。

GPT (Generative Pre-trained Transformer，生成式預訓練轉換器) 是 OpenAI 所推出的**大型語言模型** (LLM，Large Language Model)，透過大量的文本資料進行預訓練和微調，進而理解並生成自然語言，**ChatGPT** 就是使用 GPT 模型，並陸續發展出 **GPT-3.5**、**GPT-4**、**GPT-4 Turbo** 系列。其它知名的大型語言模型還有 Meta LLaMA、Google BERT、LaMDA、Gemini 等。

生成式 AI 可以是**單模態** (unimodal) 模型或**多模態** (multimodal) 模型，前者只能處理一種類型的資料，例如 GPT-3.5 只能處理文字，而後者可以處理多種類型的資料，例如 GPT-4、Gemini 可以處理文字和圖像。

生成式 AI 工具

事實上，ChatGPT 只是生成式 AI 浪潮的代表之一，其它在寫作、繪圖、音樂、影片、遊戲、程式等領域也出現許多學習門檻低的生成式 AI 工具，表 2.2 是一些例子。可以想見的，這些工具將會翻轉目前的生活、學習及工作模式。

▼ 表 2.2 常見的生成式 AI 工具

類型	說明	常見的工具名稱
文本生成	AI 聊天機器人可以透過自然語言自動產生對話並提供資訊，而 AI 內容生成工具可以根據文字自動產生文本，例如行銷文案、電子郵件、部落格文章、社群貼文等。	ChatGPT、Google Gemini、Microsoft Copilot、Claude、Jasper AI、Janitor AI、Character.ai、Perplexity AI、YouChat、Meta AI、xAI Grok...
圖像生成	AI 圖像生成工具可以根據文字自動產生圖像。	Midjourney、Stable Diffusion、DALL-E、Leonardo AI、Jasper Art、Tensor.Art、Playground AI、PisAI、NightCafe、Adobe Firefly、Canva AI、ImageFX...
音樂生成	AI 音樂生成工具可以根據曲風、樂器、節奏等條件自動產生音樂。	MuseNet、Boomy、Soundful、Soundraw、AIVA、MusicLM...
影片生成	AI 影片生成工具可以根據文字或圖像自動產生影片。	Runway、Pika、VideoPoet、Capcut、Sora、FlexClip、Synthesia、InVideo...

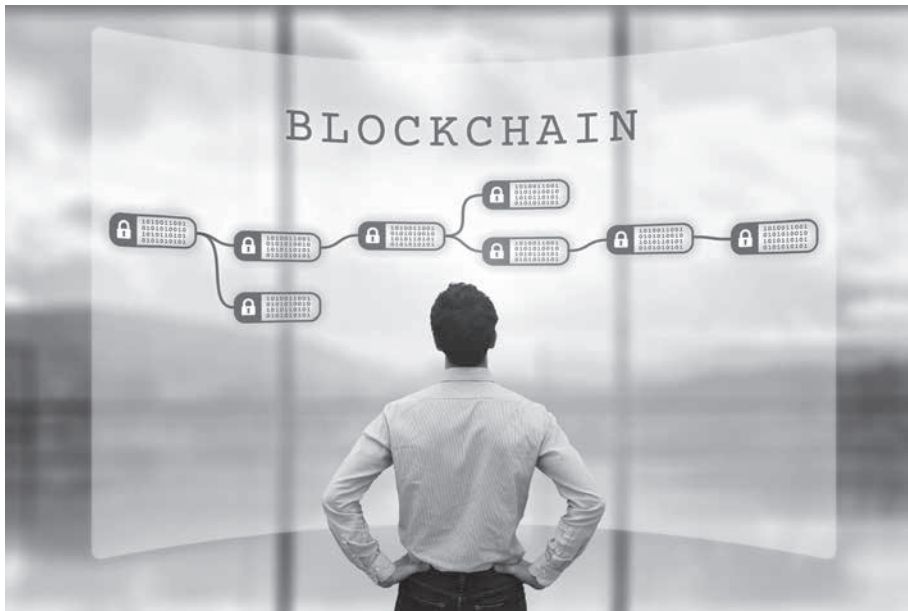
2-7 區塊鏈與加密貨幣

區塊鏈的概念

區塊鏈 (blockchain) 是一種用來記錄資料的技術，這些資料會被寫入一個個**區塊** (block)，每個區塊會經由**雜湊** (hash) 運算加到一條不斷延伸的**鏈** (chain)，若鏈上出現超過一種版本的區塊，那麼比較長的那條鏈就是受到認可的事實 (圖 2.14)。

區塊鏈源自一個化名為**中本聰** (Satoshi Nakamoto) 的人於 2008 年所發表的**比特幣白皮書**《Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System》(比特幣：一個點對點電子現金系統)，主要的概念是利用密碼學和共識機制發展出一個**點對點** (peer-to-peer)、**去中心化** (decentralization) 的電子現金系統，讓有意願的雙方能夠直接交易，無須透過可信的第三方機構。

區塊鏈採取**分散式帳本技術** (DLT, Distributed Ledger Technology)，傳統的銀行屬於中心化的第三方機構，負責維護所有人的交易記錄，當小明將錢存進銀行時，銀行會給小明一本存摺，裡面只有小明的交易記錄，該存摺就是「帳本」；反觀在區塊鏈中，銀行的角色是不存在的 (即所謂的去中心化)，而是每個人共同持有一本同步更新的帳本，無論任何人進行任何交易，帳本都會即時更新。



▲ 圖 2.14 區塊鏈的每個區塊會包含前一個區塊的雜湊值而鏈結在一起 (圖片來源：shutterstock)

區塊鏈的運作

從區塊鏈技術提出迄今，已經發展出很多條區塊鏈，各有各的特點與功能，知名的有**比特幣 (Bitcoin)** 區塊鏈、**以太坊 (Ethereum)** 區塊鏈等。以比特幣區塊鏈為例，鏈上有成千上萬個參與者，稱為**節點 (node)** 或**礦工 (miner)**，他們都有完整的帳本，裡面記錄著比特幣從誕生到目前為止的所有交易。

假設節點 A 要支付 1 個比特幣給節點 B，於是發起一筆新交易，該交易會被廣播到鏈上的其它節點，這些節點會去驗證該交易的真實性，一旦驗證成功，就將該交易打包成新的區塊加到區塊鏈並廣播通知其它節點，交易完成，而且第一個驗證成功的節點會獲得一定量的比特幣做為報酬。

我們將礦工透過自己電腦的運算能力來幫忙驗證區塊、加到區塊鏈以獲取比特幣的過程叫做**挖礦 (mining)**，而礦工用來挖礦的設備叫做**礦機**，結合大量運算能力的挖礦平台則叫做**礦池**。

區塊鏈的特點

區塊鏈具有下列特點：

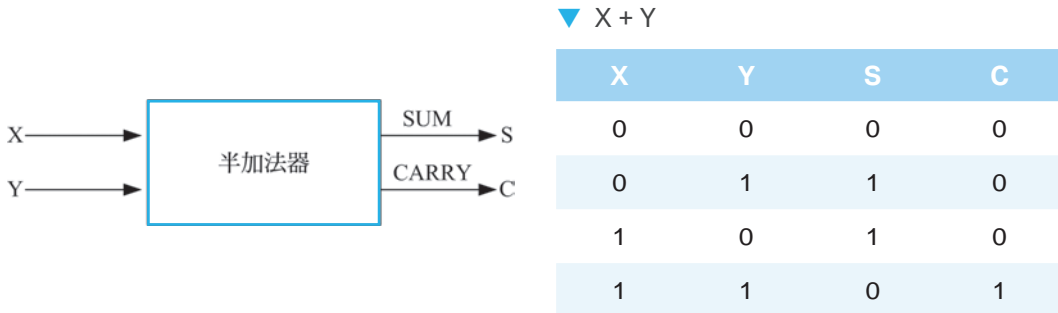
- ✓ **去中心化**：區塊鏈不需要第三方機構做為管理者或中間人，而是改由區塊鏈上的節點共同驗證與保存交易記錄，所以不會因為第三方伺服器遭受攻擊而導致資料遺失，也不會因為第三方中介服務而需要繳交手續費。
- ✓ **匿名性**：區塊鏈上的節點是以英文字母和數字做為代碼，沒有身分識別、電話、電子郵件等個人資訊，因而具有匿名性，可以保護使用者的隱私，但也正因此特點，讓各國政府對區塊鏈產生洗錢的疑慮，而必須設法加以監管。
- ✓ **不可竄改性**：在區塊鏈上，所有寫入的資料都會被打包成區塊鎖住不能變更，而且每個區塊會包含前一個區塊的雜湊值而鏈結在一起，若有人想竄改某個區塊，就必須連帶竄改環環相扣的其它區塊，而這得掌握 50% 以上的運算能力，難度很高，再加上每個節點都有完整的帳本，只要加以比對立刻就能發現。
- ✓ **可追蹤性**：區塊鏈上的所有資料變更都會被記錄下來，而且時間序無法更動，一旦發生問題都有辦法追溯。
- ✓ **加密安全性**：在區塊鏈上，所有寫入的資料都會經過加密，讓區塊就像一個上了鎖的透明箱，看得到卻改不了，允許資料保持公開透明，又能維持資料安全。

4-6 常見的組合電路

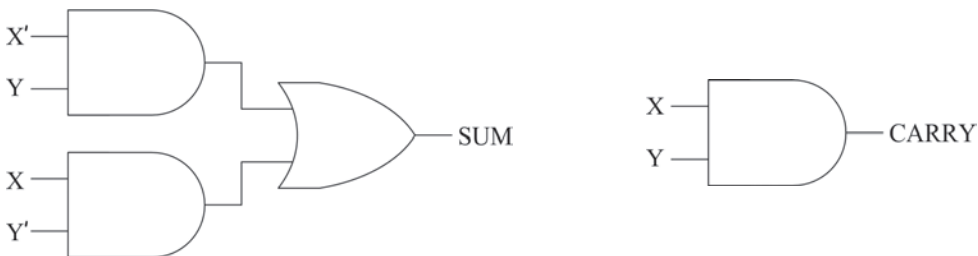
常見的組合電路有半加法器 (half-adder)、全加法器 (full-adder)、平行二元加法器 (PBA)、減法器 (subtractor)、乘法器 (multiplier)、解碼器 (decoder)、編碼器 (encoder)、多工器 (multiplexer) 等，以下就為您介紹半加法器和全加法器。

4-6-1 半加法器

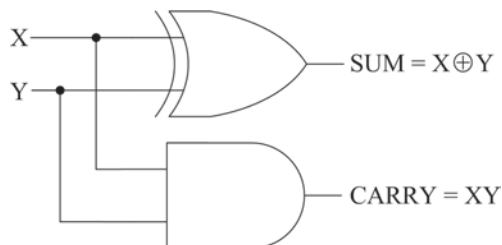
半加法器 (half-adder) 可以將兩個 1bit 的二進位數字相加，然後得到 SUM (和) 與 CARRY (進位)，如下圖。



由真值表可知， $SUM = X'Y + XY'$ ， $CARRY = XY$ ，其邏輯電路如下：

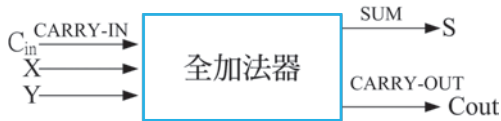


或 $SUM = X'Y + XY' = X \oplus Y$ ， $CARRY = XY$ ，其邏輯電路如下：



4-6-2 全加法器

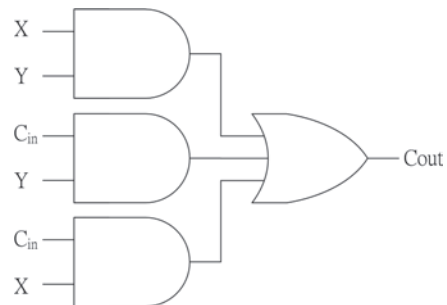
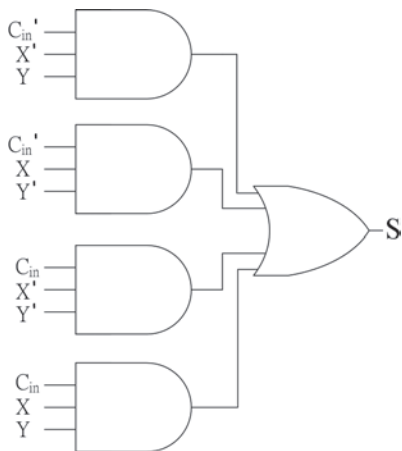
全加法器 (full-adder) 可以將三個 1bit 的二進位數字相加，然後得到 SUM (和) 與 CARRY-OUT (進位)，如下圖。



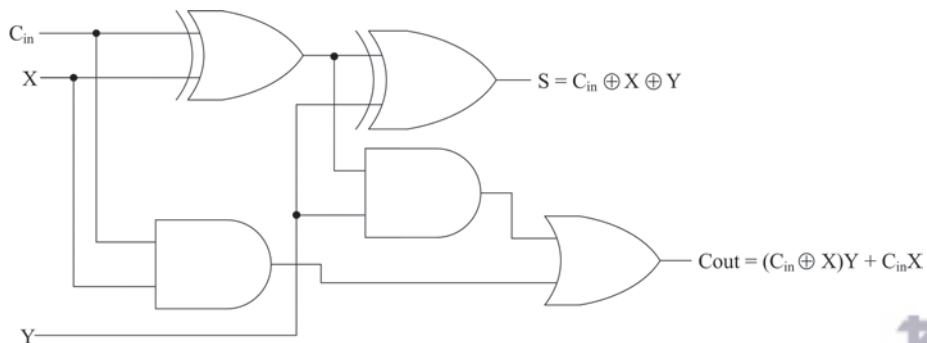
▼ X + Y

C _{in}	X	Y	S	C _{out}
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

由真值表可知， $SUM = C_{in}'X'Y + C_{in}'XY' + C_{in}X'Y' + C_{in}XY$ ， $CARRY-OUT = C_{in}'XY + C_{in}X'Y + C_{in}XY' + C_{in}XY = XY + C_{in}Y + C_{in}X$ ，其邏輯電路如下：

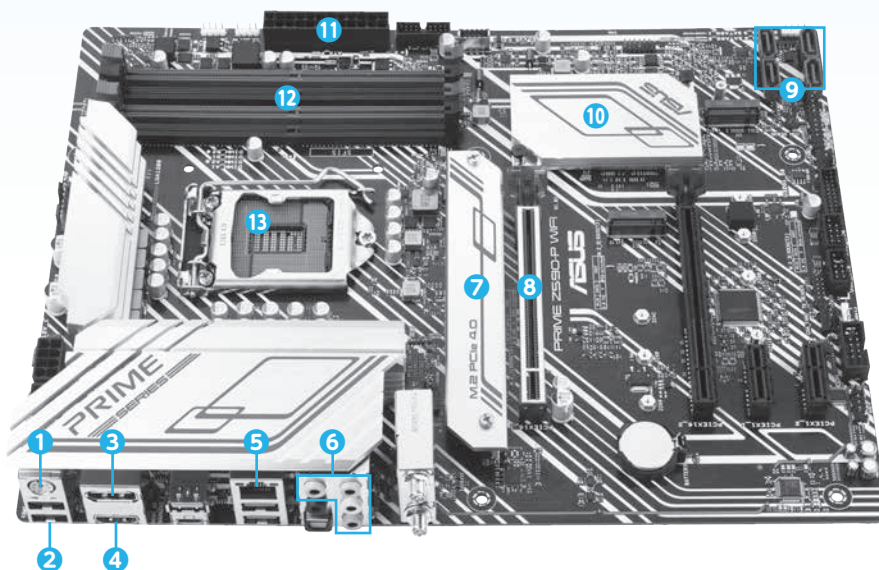


或 $SUM = C_{in}'X'Y + C_{in}'XY' + C_{in}X'Y' + C_{in}XY = (C_{in} \oplus X)Y' + (C_{in} \oplus X)'Y = C_{in} \oplus X \oplus Y$ ， $CARRY-OUT = C_{in}'XY + C_{in}X'Y + C_{in}XY' + C_{in}XY = (C_{in} \oplus X)Y + C_{in}X$ ，其邏輯電路如下：



資訊部落 認識主機板

主機板 (motherboard) 是位於主機內部的印刷電路板，上面搭載 CPU 插槽、主記憶體插槽、介面卡插槽 (PCI-E…)、周邊插槽 (PS/2、USB、SATA、M.2…)、晶片組、CMOS、時脈產生器等元件 (圖 5.3)，其中 **晶片組** (chipset) 的功能是控制主機板上面的元件與電路，協調各個介面；**CMOS** (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 是儲存諸如硬碟型態、系統日期時間、開機順序等系統參數的晶片；**時脈產生器** (clock generator) 是會產生固定頻率脈波的石英振盪器，諸如 CPU、主記憶體等元件都必須參考時脈做為時間計數的依據。

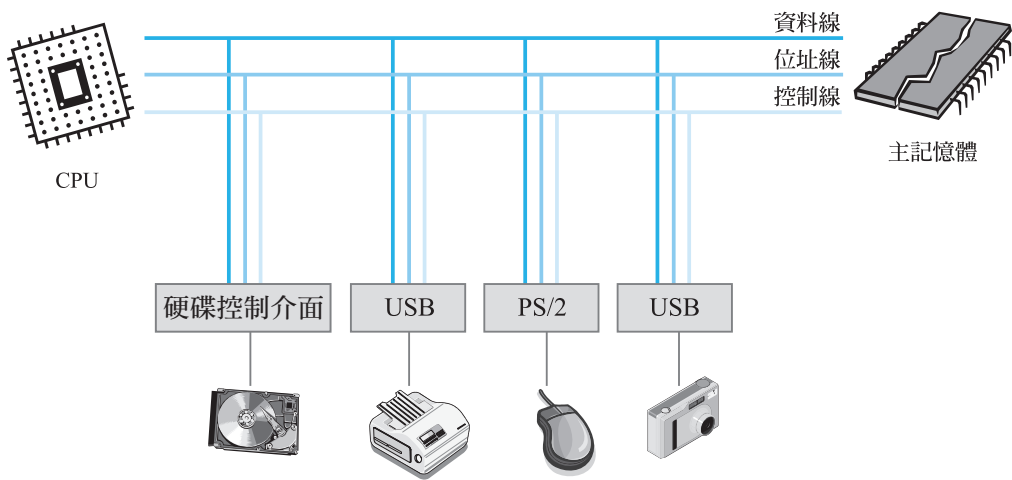


▲ 圖 5.3 主機板 (圖片來源：ASUS)

- | | |
|---|--|
| <p>1 PS/2 埠：連接 PS/2 介面的鍵盤與滑鼠</p> <p>2 USB 埠：連接 USB 介面的周邊，例如隨身碟、滑鼠、鍵盤等</p> <p>3 DP：連接螢幕</p> <p>4 HDMI：連接螢幕</p> <p>5 RJ-45 插槽：連接乙太網路線</p> <p>6 內建音訊插孔</p> <p>7 M.2 散熱器用於 M.2 插槽：連接 M.2 介面的周邊，例如固態硬碟</p> | <p>8 PCI-E 插槽：連接網路卡、音效卡、顯示卡等介面卡</p> <p>9 SATA 插槽：連接硬碟、光碟等儲存裝置</p> <p>10 晶片組散熱器下面有晶片組</p> <p>11 電源供應器插槽</p> <p>12 主記憶體插槽</p> <p>13 CPU 插槽</p> |
|---|--|

5-4 電腦與周邊通訊

電腦內部的電子訊號是由匯流排進行傳送，**匯流排 (bus)** 是主機板上面的鍍銅電路，由三組不同的電路所組成，其中**資料線 (data line)** 負責傳送資料，**位址線 (address line)** 負責儲存主記憶體或周邊的位址，**控制線 (control line)** 負責發出控制訊號，例如讀取、寫入等 (圖 5.15)。



▲ 圖 5.15 CPU 是透過匯流排連接主記憶體與周邊

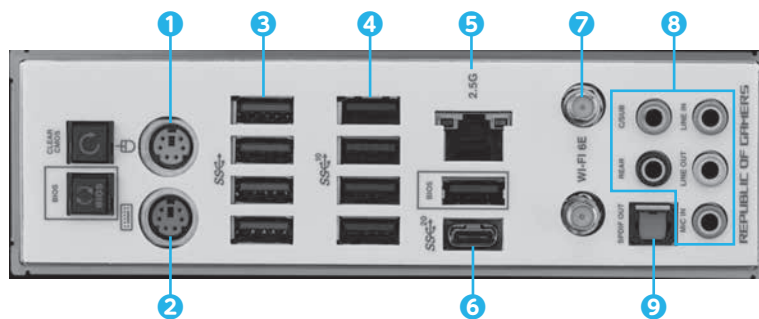
匯流排又分為下列兩種：

- ✔ **系統匯流排 (system bus)**：負責傳送 CPU 與主記憶體之間的資料。
- ✔ **擴充匯流排 (expansion bus)**：負責傳送 CPU 與周邊之間的資料，這些**連接埠 (port)** 與**插槽 (slot)** 有一部分內建於主機板，例如圖 5.3 的 PS/2、USB、HDMI、DP、PCI-E、SATA、M.2 等；另一部分則取決於主機板上面安插了哪些**介面卡 (interface)**，又稱為**控制卡 (controller)**，例如網路卡通常是安插在主機板的 PCI-E 插槽，提供了用來連接網路線的 RJ-45 插槽，而音效卡也通常是安插在主機板的 PCI-E 插槽，提供了用來連接音訊裝置的音訊插孔。

此外，符合 **PC97 ~ PC2001** 規格的主機板會以顏色來區分連接埠與插槽，這是 Microsoft 公司和 Intel 公司聯合制定的規格，目的是鼓勵 PC 硬體標準化，以提升與視窗作業系統的相容性，同時針對 PC 的連接埠與插槽制定顏色碼，以方便使用者尋找及判斷，例如 PS/2 滑鼠插槽為綠色、PS/2 鍵盤插槽為紫色。

5-4-1 常見的連接埠與插槽

我們可以在主機板上看到類似圖 5.16 的連接埠與插槽：



- | | | |
|------------------------|------------------------|----------------|
| 1 PS/2 滑鼠插槽 (綠色) | 4 USB 3.2 Gen 2 Type-C | 7 Wi-Fi 6E |
| 2 PS/2 鍵盤插槽 (紫色) | 5 2.5G 網路插槽 | 8 音訊插孔 |
| 3 USB 3.2 Gen 1 Type-C | 6 USB 4 20Gbps Type-C | 9 光纖 S/PDIF 輸出 |

▲ 圖 5.16 主機板上常見的連接埠與插槽 (圖片來源：ASUS)

- ✓ **硬碟與光碟控制介面**：**SATA** (Serial ATA) 介面可以用來連接內接式的硬碟、光碟與固態硬碟，**eSATA** (external SATA) 介面可以用來連接外接式的硬碟、光碟與固態硬碟，而 **mSATA** (mini-SATA) 和 **M.2** 介面可以用來連接固態硬碟。
- ✓ **PCI-E 插槽**：PC 的匯流排標準歷經數次沿革，包括 ISA (Industry Standard Architecture)、MCA (MicroChannel Architecture)、EISA (Extended Industry Standard Architecture)、VL (VESA Local bus)、PCI (Peripheral Component Interconnect)、AGP (Accelerated Graphics Port)、PCI-E (PCI Express、PCIe) 等，目前是以 PCI-E 為主，可以用來安插網路卡、音效卡、顯示卡等介面卡。
- ✓ **PS/2 埠**：PS/2 埠有綠色和紫色兩個，分別用來連接 PS/2 滑鼠及 PS/2 鍵盤，有些主機板則是改成共用。
- ✓ **序列埠** (serial port，COM1/COM2)：早期曾用來連接滑鼠等周邊，由於傳輸速率慢，目前已經很少看到。
- ✓ **平行埠** (parallel port，LPT)：早期曾用來連接印表機等周邊，由於傳輸速率慢，目前已經很少看到。
- ✓ **音訊插孔**：當主機板內建音效晶片時，就會有音訊插孔，可以用來連接麥克風、耳機、喇叭、MIDI 裝置、錄音機、音響等音訊裝置。

8-8 智慧物聯網

智慧物聯網 (AIoT) 是人工智慧 (AI) 結合物聯網 (IoT) 的應用，有別於傳統的物聯網是將資料上傳到雲端做運算，再將結果傳送到用戶端，可能會發生傳輸延遲或回應不夠即時等問題，AIoT 則是採取**邊緣運算 (edge computing)**，也就是將部分的人工智慧、機器學習等運算能力植入用戶端的感測器、控制器、機具設備、手機、汽車等裝置，讓裝置能夠做出即時且具有智慧的回應，例如機器人、自駕車、無人機、無人商店、刷臉支付等。邊緣運算不僅能減少延遲、加快回應速度，同時大部分資料是在用戶端處理與儲存，並可以在傳輸前進行加密，因而能提高資料安全性。

此外，AIoT 還可以應用在居家生活、健康照護、生產製造、倉儲物流、城市治理、交通運輸、能源管理、智慧零售、智慧醫療、智慧農業、智慧養殖等領域，發展更多創新服務，下面是一些應用實例。

工業物聯網 (IIoT)

工業物聯網 (IIoT, Industrial Internet of Things) 是應用在工業的物聯網，也就是將具有感知、通訊及運算能力的各種感測器或控制器，以及人工智慧、機器學習、大數據分析等技術融入工業場景，實現工業自動化與智慧化管理。

例如利用物聯網的技術對機具設備進行遠端監控，蒐集運行數據，然後透過大數據分析進行預測性維護，及早發現潛在的故障，減少停機時間與維修成本；或是蒐集生產製造過程中的數據進行分析，以制定生產決策及流程優化；或是監控工廠作業環境、管制人員與車輛進出、偵測污染物、管制危險原料等，以增進工業安全。

智慧城市

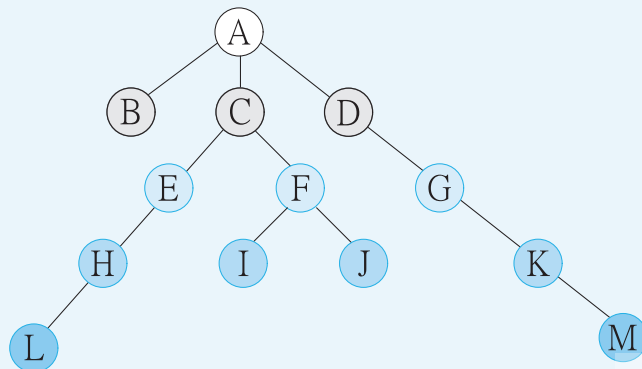
智慧城市 是利用物聯網的技術將城市中的設施（例如路燈、監視器、建築物、停車場、大眾運輸工具、交通系統、電力系統、供水系統等）連接在一起，實現智慧化管理與服務，提高城市的效率、便利性和永續性。

例如「城市安全系統」可以透過監視器和感測器監控城市中的空氣品質、氣候變化、交通流量，以及道路、橋梁、隧道、電力設施、天然氣管線、自來水管線等設施，一旦發現公安事故，就立刻提出示警與應對；「智慧能源系統」可以監控城市中不同區域對於電力、天然氣、水等能源的消耗情況，然後進行分析，以制定節能方案。

14. 將 $a / b ** c * d - e$ 描繪成運算式樹。
15. 假設有一個數字串列為 14, 15, 5, 9, 8, 19, 2, 6, 16, 4, 20, 17, 10, 13, 7，請回答下列問題：
 - (1) 將這個數字串列建構為二元搜尋樹。
 - (2) 寫出該二元搜尋樹的後序走訪結果。
 - (3) 寫出該二元搜尋樹包含幾個樹葉與深度。
16. 寫出堆疊、佇列、樹等資料結構的應用各兩種。
17. 假設有棵二元樹的中序走訪結果為 AIBHCGDFE，後序走訪結果為 ABICHGDEF，試問，其前序走訪結果為何？
18. 假設有棵二元樹的深度為 k ，試問，它最多包含幾個節點？
19. (1) 求出後序運算式 $AB*CD+-A/$ 的值，其中 $A = 2$ 、 $B = 3$ 、 $C = 4$ 、 $D = 5$ 。
 (2) 將運算式 $/+ABC/D-EF$ 由前序表示法轉換成中序表示法。
20. 假設二元樹的前序走訪結果為 ABCDE，中序走訪結果為 CBDAE，試描繪該二元樹。
21. 假設二元樹的後序走訪結果為 HAIECJDKFBG，中序走訪結果為 HACEIGJDBKF，試描繪該二元樹。
22. 假設有下列 10 筆資料，讀取頻率均不同，試建立一棵霍夫曼樹使其平均搜尋次數最少。

資料	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m
機率	0.12	0.07	0.04	0.21	0.06	0.08	0.05	0.03	0.25	0.09

23. 假設有棵樹如下，請回答下列問題：



最後我們要討論下列幾個問題：

- ✔ **受雇人於職務上完成之著作，其著作權是屬於受雇人或雇用人？**若雙方沒有在契約中約定，則以受雇人為著作人，享有著作人格權，而雇用人享有著作財產權。為了避免受雇人日後主張其著作人格權，影響雇用人對於著作的利用，多數雇用人會在契約中約定以雇用人為著作人，享有著作人格權與著作財產權。
- ✔ **受聘完成之著作，其著作權是屬於受聘人或出資人？**若雙方沒有在契約中約定，則以受聘人為著作人，享有著作人格權與著作財產權，但出資人得利用該著作，例如出版、重製、公開展示等，但不得讓與及授權。
- ✔ **軟體附上「免責聲明」就不用對所可能引發的風險負責了嗎？**雖然軟體大多會附上類似「使用軟體所引發的問題，XXX 公司一概不負責」的免責聲明，但只要使用者能夠證明是開發者的錯誤，法院就不會採信免責聲明。
- ✔ **AI 創作是否受著作權法保護？**最近有不少人使用 AI 工具生成文學、藝術、音樂、軟體等作品，例如使用 ChatGPT 生成短詩與小說、使用 Midjourney 生成圖像、使用 Github Copilot 生成程式碼等。不過，著作權法的立法目的在於保護「人」的著作權益，並沒有明文保護 AI 創作。

原則上，我們可以從兩個方面來討論，若 AI 是輔助創作，在生成過程中有投入人為的創作意圖與創作參與，而 AI 只是被動接受人為的操作，那麼該創作就會受著作權法保護；反之，若 AI 是獨立創作，在生成過程中人只是下達簡單指令，沒有投入創作意圖與創作參與，那麼該創作就不受著作權法保護。

專利法

專利法除了和著作權法一樣可以保護開發者的產品與技術，不被他人抄襲或模仿，更可以將專利授權給他人，令其所發明的產品與技術被更廣泛的使用。

專利分為下列三種：

- ✔ **發明專利：**「發明」係指利用自然法則之技術思想之創作，發明專利權期限自申請日起算二十年屆滿。可供產業上利用之發明，無下列情事之一，得依本法申請取得發明專利：
 - ◆ 申請前已見於刊物者。
 - ◆ 申請前已公開實施者。
 - ◆ 申請前已為公眾所知悉者。