

1-3 網路的運作方式

我們可以根據不同的運作方式，將網路分成下列幾種類型：

- **主從式網路** (client-server network)：在主從式網路中，會有一部或多部電腦負責管理使用者、檔案、列印、傳真、電子郵件、網頁快取等資源，並提供服務給其它電腦，我們將提供服務的電腦稱為**伺服器** (server)，其它電腦稱為**用戶端** (client) (圖 1.9)。

舉例來說，假設網路上有 A、B、C、D、E 等五部電腦，其中電腦 A 負責管理印表機，任何電腦要進行列印，都必須向電腦 A 提出要求，此時，電腦 A 所扮演的角色就是**印表機伺服器** (printer server)。

- **對等式網路** (peer-to-peer network)：在對等式網路中，每部電腦可以同時扮演伺服器與用戶端的角色，使用者可以自行管理電腦，決定要開放哪些資源給其它電腦分享，也可以向其它電腦要求服務 (圖 1.10)。
- **混合式網路**：在實際應用上，多數網路屬於混合式網路，也就是混合了主從式網路與對等式網路的運作方式。舉例來說，在小型辦公室中，除了架設一、兩部伺服器管理重要的資源或應用程式之外，往往允許用戶端之間互相分享資料夾，此時，這些電腦所扮演的角色不僅是用戶端，同時也是伺服器。

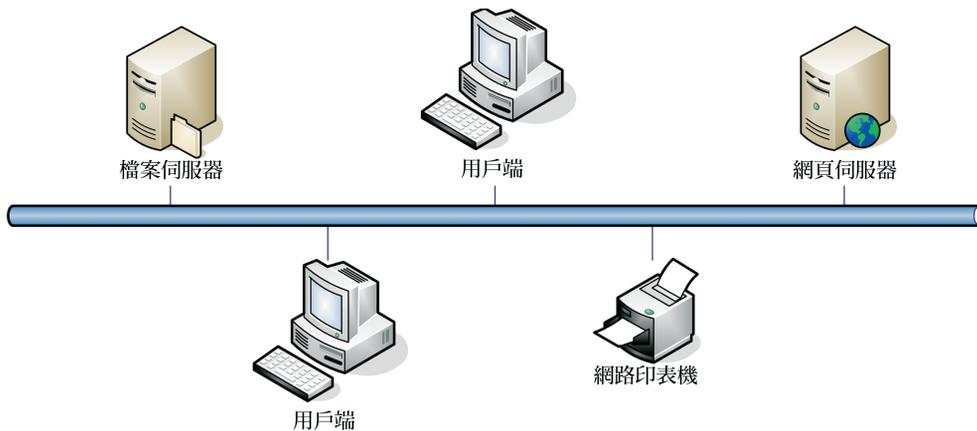


圖 1.9 主從式網路的資源集中在伺服器，適用於大型網路

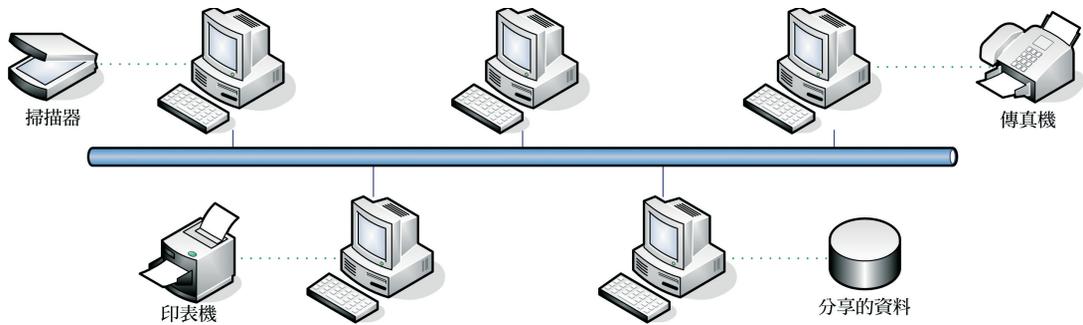


圖 1.10 對等式網路的資源分散在不同電腦，適用於小型網路

表 1.2 主從式網路 vs. 對等式網路

	優點	缺點
主從式網路	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 容易管理 (資源集中在伺服器，只要妥善管理伺服器即可) ◆ 安全控管較佳 ◆ 效能較佳 (伺服器的功能可以最佳化) ◆ 具有集中管理功能 (資料較易搜尋且網路規模得以擴充) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 成本較高 (需要添購硬體需求較高的伺服器、網路作業系統的軟體授權較貴) ◆ 不易架設 (需要專業人員負責管理伺服器) ◆ 需要倚賴伺服器的功能 (當伺服器故障時，將影響整個網路的運作)
對等式網路	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 成本較低 (無需添購伺服器) ◆ 容易架設 (無需專業人員負責管理伺服器) ◆ 無需倚賴伺服器的功能 (當有電腦故障時，不會影響整個網路的運作) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 不易管理 (資源分散在不同電腦) ◆ 安全控管較差 ◆ 效能較差 (資源分享會造成某些電腦的負荷) ◆ 缺乏集中管理功能 (資料較難搜尋且網路規模難以擴充)

資訊部落

不同類型的網路如何連接在一起

不同類型的網路可以連接在一起成為更大的網路，以全世界最大、最成功的網際網路為例，無論是企業用戶、家庭用戶或行動用戶都需要與網際網路接軌，圖 1.8 示範了不同類型的網路連接到網際網路的方式。

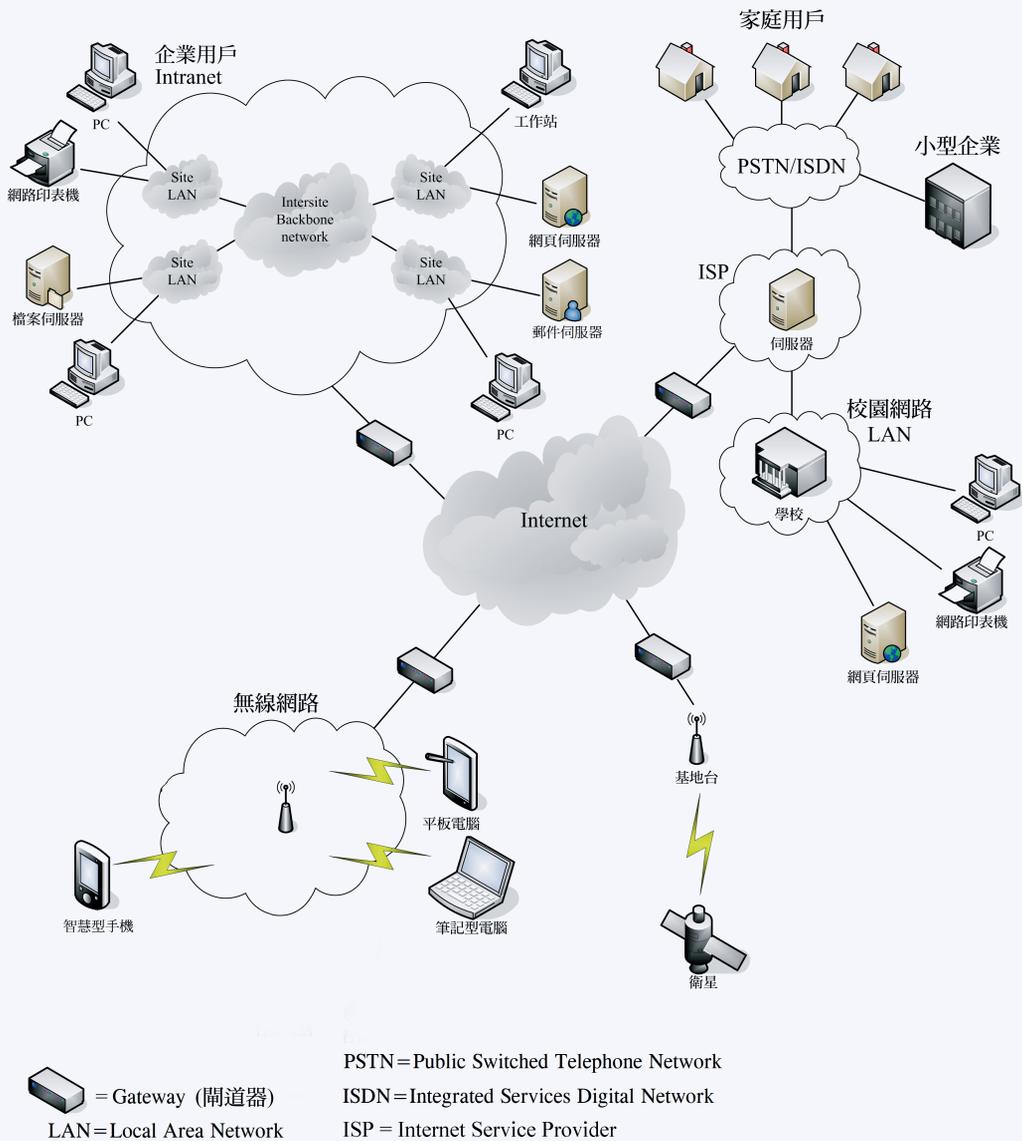


圖 1.8 不同類型的網路連接到網際網路的方式

3-3 網路相關設備

在本節中，我們會介紹一些網路相關設備，包括網路卡、數據機、中繼器、集線器、橋接器、路由器、閘道器和交換器。

3-3-1 網路卡

網路卡 (network interface card、network adapter) 可以將電腦內部的資料轉換成傳輸媒介所能傳送的訊號，或將傳輸媒介傳送過來的訊號轉換成電腦所能處理的資料。

當電腦要傳送資料時，網路卡會先在資料的前面加上自己的位址，接著才將資料轉換成可透過雙絞線或同軸電纜傳送的電流訊號、可透過光纖傳送的光波訊號、或可透過開放空間傳送的電磁波。

網路卡的規格如下：

- **網路線接頭**：早期網路卡的網路線接頭有 RJ-45、BNC、AUI 等類型，分別應用於雙絞線、RG-58 同軸電纜和 RG-11 同軸電纜，現在是以 RJ-45 為主。
- **插槽介面**：外接式網路卡通常是連接到電腦的 USB 埠，而內接式網路卡通常是安裝在主機板上面的 PCI-E 插槽。目前主機板大多內建網路晶片，這樣就不需要另外安裝網路卡。
- **傳輸速率**：網路卡的傳輸速率有 10、100、1/2.5/5/10Gbps 等類型，例如 100Mbps/1Gbps/10Gbps 自動切換網路卡應用於 100BASE-TX/1000BASE-T/10GBASE-T 乙太網路。

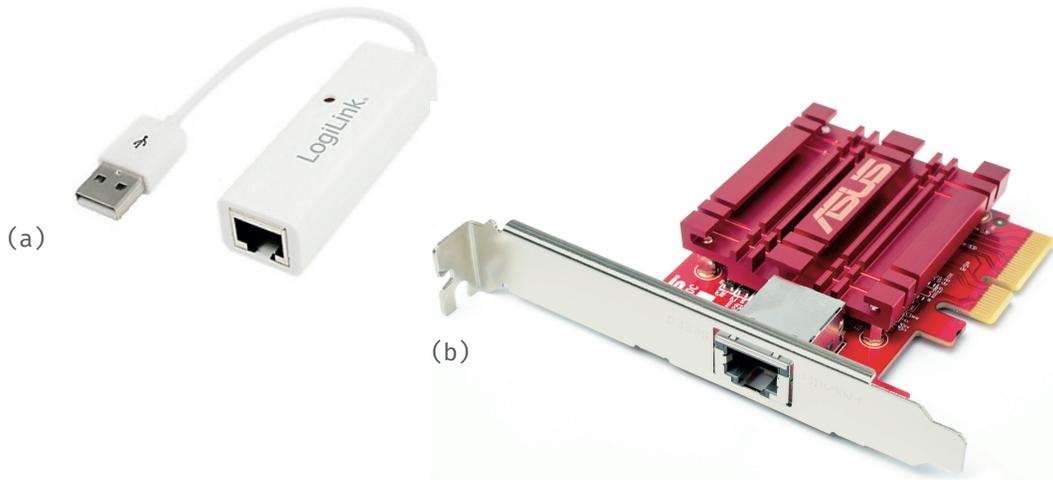


圖 3.21 (a) USB 介面的外接式網路卡 (提供 RJ-45 插槽)
(b) PCI-E 介面的內接式網路卡 (圖片來源：LogiLink、ASUS)

3-3-2 數據機

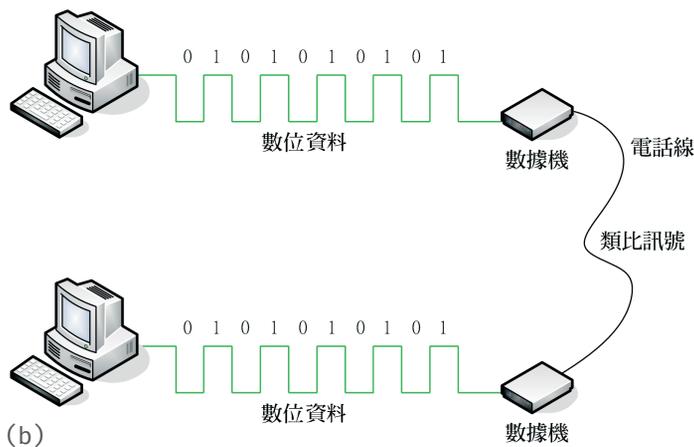
電腦內部的資料是由 0 與 1 所組成的數位資料，而電話網路是以類比電波傳送聲音，因此，若電腦 A 要透過電話網路傳送數位資料給電腦 B，電腦 A 必須先將數位資料轉換成類比訊號，這個動作叫做**調變** (modulation)，而電腦 B 在收到類比訊號後，必須將它還原成數位資料，才能加以儲存或使用，這個動作叫做**解調變** (demodulation)。

數據機 (modem) 的功能就是進行調變與解調變 (圖 3.22)，其傳輸速率是以 **bps** (bits per second) 為單位，也就是每秒鐘能夠傳送幾個位元。原先的 V.32、V.32 bis、V.34、V.34 bis 標準為 9600、14400、28800、33600bps，後來的 V.90、V.92 標準為 56Kbps/33.6Kbps (下行 / 上行)、56Kbps/48Kbps (下行 / 上行)。

早期用來撥接上網的數據機通常是連接到電腦的序列埠或 USB 埠，但現在寬頻上網取代了撥接上網，包括 ADSL 寬頻上網的 ADSL 數據機、FTTx 光纖上網的 VDSL 數據機和有線電視上網的纜線數據機 (Cable Modem) 都是透過網路線連接到電腦的網路卡。



(a)



(b)

圖 3.22 (a) FTTx 光纖上網的 VDSL 數據機 (圖片來源：中華電信) (b) 數據機的功能

3-3-3 中繼器

中繼器 (repeater) 的功能是接收訊號，然後重新產生增強的訊號，以將訊號傳送到更遠的地方，如圖 3.23(a)。

以 10BASE2 乙太網路為例，網路線長度上限為 185 公尺，超過的話會造成訊號衰減無法辨識，此時只要將網路分成幾個區段 (segment)，然後在區段之間加裝中繼器，就能延長網路的傳輸距離，如圖 3.23(b)。

中繼器可以連接同一個網路的不同區段，例如同一個乙太網路的兩個區段，但不能連接不同的網路，例如一個乙太網路和 Token Ring 網路。

中繼器是在 OSI 參考模型的實體層運作，純粹用來增強訊號，無法辨識訊框的實體位址或邏輯位址。

此外，中繼器和**放大器** (amplifier) 不同，放大器會將收到的訊號與雜訊一起放大，而中繼器會去掉雜訊，只複製原始訊號的部分。

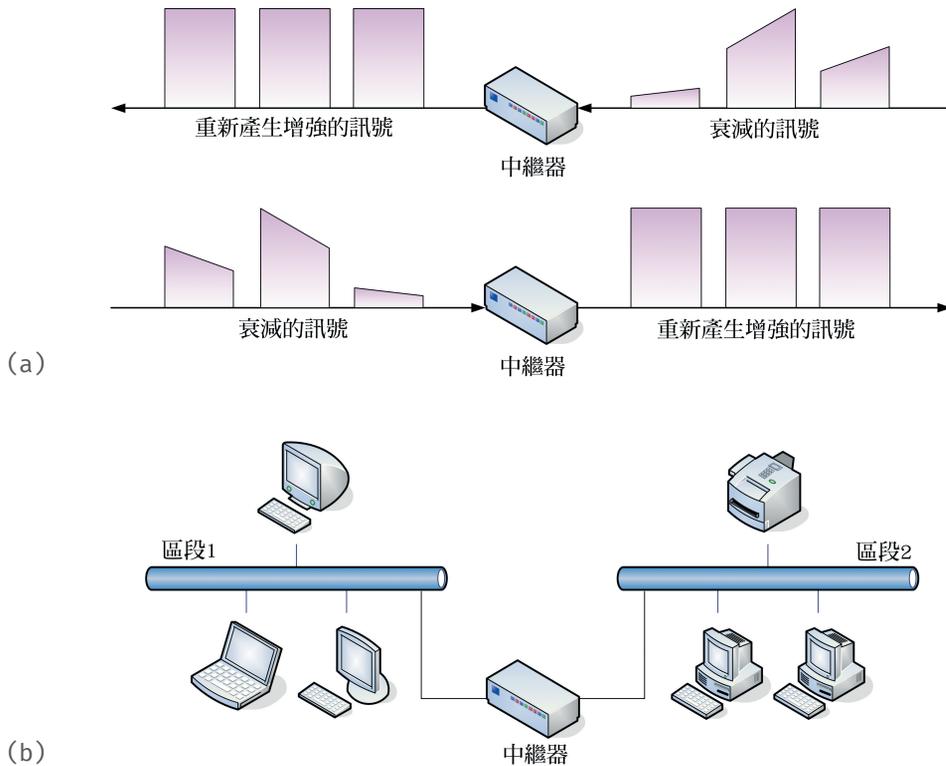


圖 3.23 (a) 中繼器的功能是接收並增強訊號
(b) 中繼器可以連接同一個網路的不同區段，以延長網路的傳輸距離

3-3-4 集線器

集線器 (hub) 的功能是接收訊號，然後傳送給連接到集線器的所有電腦，這些電腦再自行判斷資料是否要傳送給自己，不是的話就丟棄。

早期的集線器又分為**被動式集線器** (passive hub) 與**主動式集線器** (active hub)，前者會將收到的訊號直接傳送給連接到集線器的所有電腦，若距離較遠，會有訊號衰減的問題；反之，後者會根據收到的訊號重新產生增強的訊號，然後傳送給連接到集線器的所有電腦，以避免訊號衰減的問題，它就像具有多個連接埠的中繼器。

當區域網路內的電腦數目超過集線器的連接埠數目時，我們可以串接多部集線器，如圖 3.24，集線器之間的距離不得大於 5 公尺，最多可以使用 4 個集線器連接 5 個區段，若要突破 4 個集線器的限制，可以改用**堆疊式集線器** (stackable hub)，此時，無論幾部堆疊式集線器堆疊在一起，都會被視為一部單獨的集線器。

集線器也是在 OSI 參考模型的實體層運作，不過，目前市面上已經很少有集線器，取而代之的是交換器，第 3-3-8 節會介紹交換器。

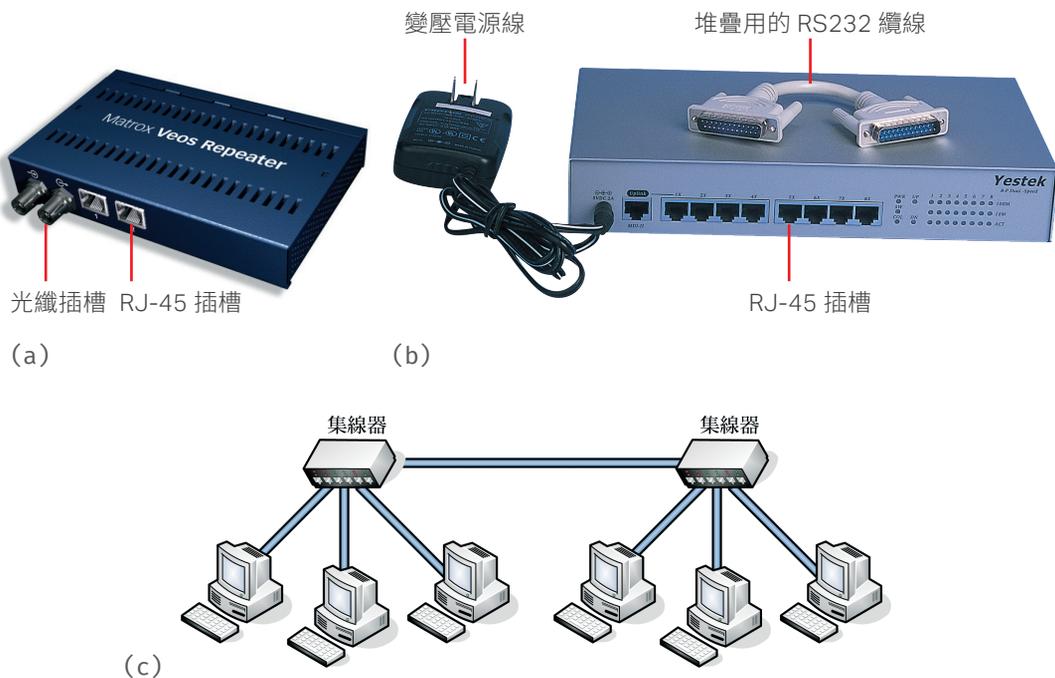


圖 3.24 (a) 中繼器 (b) 集線器 (c) 串接多個集線器以擴充區域網路內的電腦數目

4-9 虛擬私人網路 (VPN)

虛擬私人網路 (VPN, Virtual Private Network) 指的是在 Internet 的兩個節點之間建立安全的私人通道，讓遠端的辦公室、上下游廠商、客戶或出差在外的員工透過 Internet 存取企業的區域網路，而不必經由昂貴的私人專線。

目前有不少 ISP 提供 VPN 服務，企業只要向 ISP 租用 VPN 服務，就能省去租用私人專線及長途通訊的費用。

VPN 使用的是一種叫做**通道** (tunneling) 的技術，這種技術會將原始封包封裝成另一種通訊協定的封包。目前的通道標準為 **PPTP** (Point to Point Tunneling Protocol, 點對點通道協定)，其它還有 **L2TP** (Layer 2 Tunneling Protocol, 第二層通道協定) 和 **IPSec** (Internet Protocol Security, 網際網路協定安

全)，其中 PPTP 會將原始封包壓縮與加密，使他人無法讀取，然後嵌入 IP 封包，讓不是 IP 封包格式的封包也能透過 Internet 傳送，待 IP 封包抵達目的地後，從中擷取出之前壓縮與加密的封包，然後加以解壓縮與解密，就能得到原始封包 (圖 4.17)。

VPN 又分為「點對區域網路」(point-to-LAN) 與「區域網路對區域網路」(LAN-to-LAN) 兩種類型，以下有進一步的說明。

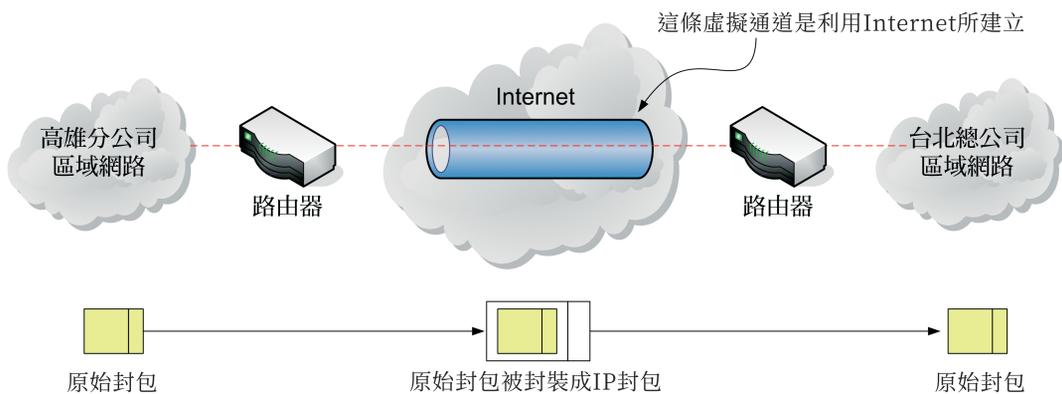


圖 4.17 高雄分公司的區域網路透過 VPN 傳送資料到台北總公司的區域網路

點對區域網路 (point-to-LAN)

這種類型的 VPN 一端為企業的區域網路，裡面包含遠端存取伺服器 (RAS，Remote Access Server) 與網路資源，另一端為遠端使用者 (例如外出工作者、行動商務營業據點)，遠端使用者必須透過 ADSL 寬頻上網、FTTx 光纖上網、有線電視寬頻上網、4G/5G 行動上網、Wi-Fi 無線上網等方式連上 Internet，才能與企業內部的遠端存取伺服器建立 VPN 連線，進而存取企業內部的網路資源 (圖 4.18)。

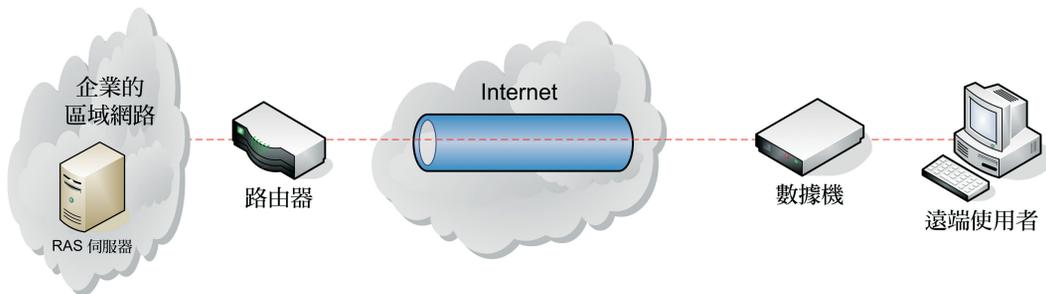


圖 4.18 點對區域網路 (point-to-LAN)

區域網路對區域網路 (LAN-to-LAN)

這種類型的 VPN 一端為企業的區域網路，裡面包含遠端存取伺服器與網路資源，另一端為群體使用者的區域網路 (例如分公司、上下游廠商)，當企業內部有重要的網路資源，並與分公司或上下游廠商有著頻繁的電子資料交換時，就可以架設這種類型的 VPN (圖 4.19)。

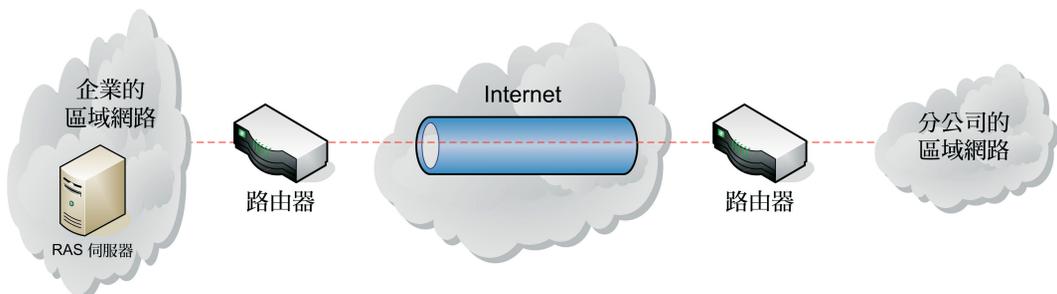


圖 4.19 區域網路對區域網路 (LAN-to-LAN)

6-5 行動通訊

通訊系統包含「有線通訊」與「無線通訊」兩種，前者指的是傳統的 PSTN (Public Switched Telephone Network)，有電話線路、交換機房等裝置，而後者指的是**行動通訊** (mobile communication)，有基地台、人手一機的行動電話、平板電腦等裝置，使用者可以隨時隨地與其它人進行通訊。

根據所使用的技術不同，行動通訊又分成下列幾代：

- **第一代** (1G, first generation)
傳送類比聲音。
- **第二代** (2G, second generation)
傳送數位聲音。
- **第三代** (3G, third generation)
傳送數位聲音與資料。
- **第四代** (4G, fourth generation)
傳送數位聲音與資料，但速率比 3G 更快。
- **第五代** (5G, fifth generation)
傳送數位聲音與資料，但速率比 4G 更快。

6-5-1 第一代行動通訊 (1G)

第一代行動通訊系統誕生於 1946 年的聖路易 (St. Louis)，當時人們是在大樓頂端架設大型收發器，使用單一頻道作為收發訊號之用。截至目前，計程車無線電還經常使用這種技術。

接著於 1960 年代出現了另一種行動通訊系統 **IMTS** (Improved Mobile Telephone System)，它的大型收發器是架設在山上，功率較高，而且提供 23 個頻道 (150 ~ 450MHz) 作為收發訊號之用。

IMTS 的頻道少，使用者得花費許多時間等待，而且相鄰系統之間會互相干擾，除非相距數百公里以上，直到 AT&T 貝爾實驗室於 1980 年代發展出 **AMPS** (Advanced Mobile Phone System)，才解決了這些問題。

AMPS 屬於類比式的行動通訊系統，用來傳送聲音，有 832 個 30KHz 的單工發訊頻道 (824 ~ 849MHz) 和 832 個 30KHz 的單工收訊頻道 (869 ~ 894MHz)，在美國相當普遍，到了英國是稱為 **TACS** (Total Access Communication System)，到了日本則是稱為 **JTAC** (Japanese Total Access Communication)。

早期中華電信推出的以 090 開頭的行動電話就是採取 AMPS，其優點是傳輸距離長、音質佳、沒有回音，缺點則是容易遭到竊聽、容易受到電波干擾而影響通話品質。

行動電話的設計是為了提供一個移動單元（例如行動電話）與一個常駐單元（例如家用電話）之間的通訊，或兩個移動單元之間的通訊，因此，電信業者必須能夠找到並追蹤通話者，配置一個頻道給他，然後隨著他的移動從一個基地台轉移到另一個基地台。

為了方便追蹤，AMPS 將所涵蓋的區域劃分成一個個細胞 (cell)，結構狀似蜂巢 (圖 6.25)，細胞的中央為基地台，負責收訊及發訊，故行動電話又稱為**蜂巢式電話** (cellular telephone)，而且每個基地台是由**行動交換中心** (MSC，Mobile Switching Center) 控制，行動交換中心會負責基地台與 PSTN 交換機房的通訊，讓行動電話得以和家用電話通訊 (圖 6.26)。

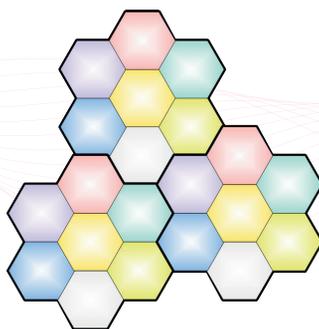


圖 6.25 AMPS 將所涵蓋的區域劃分成蜂巢式結構

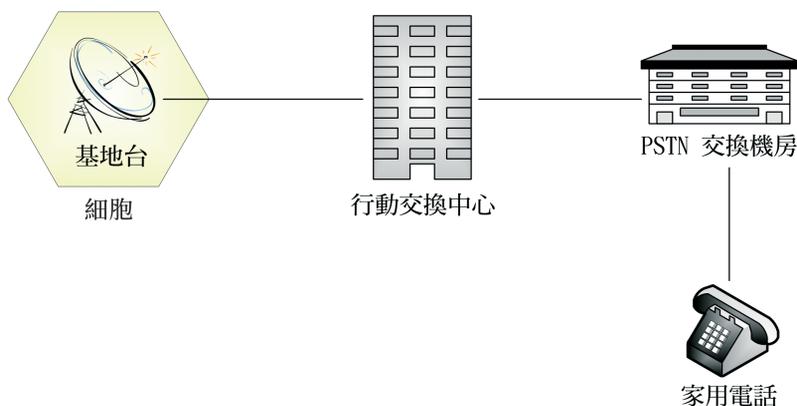


圖 6.26 蜂巢式電話系統

6-6 衛星網路

衛星網路 (satellite network) 是由衛星、地面站、末端使用者的終端機或電話等節點所組成，利用衛星作為中繼站轉送訊號，以提供地面上兩點之間的通訊 (圖 6.29)，也就是發訊端透過地面站將無線電傳送至衛星，此稱為**上行** (uplink)，而收訊端透過地面站接收來自衛星的無線電，此稱為**下行** (downlink)。優點是提供全球覆蓋、不受地形影響、傳輸速率快、傳輸距離長，缺點則是成本高、有傳輸延遲、缺乏保密性及抗干擾的能力。

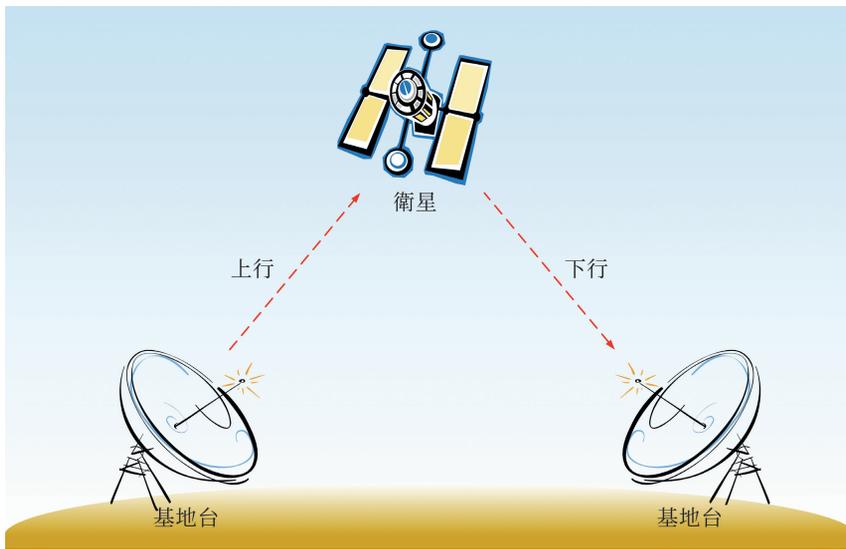


圖 6.29 衛星微波

衛星有「天然衛星」和「人造衛星」兩種，例如月球就是地球的天然衛星。不過，天然衛星的距離無法調整，而且不易安裝電子設備再生訊號，所以在實際應用上還是以人造衛星較佳。至於人造衛星環繞地球的路徑則有三種，包括**赤道軌道**、**傾斜軌道**和**兩極軌道** (圖 6.30)。

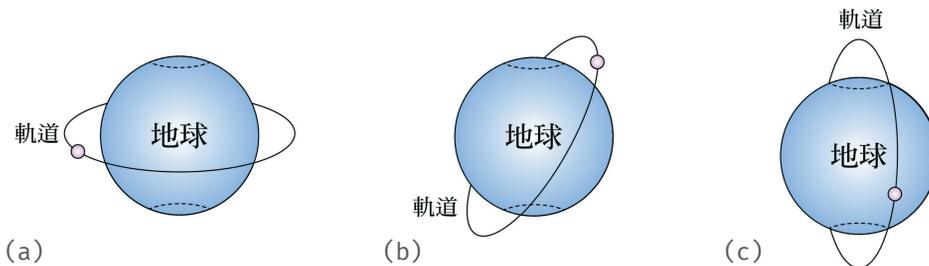


圖 6.30 (a) 赤道軌道 (b) 傾斜軌道 (c) 兩極軌道

我們可以根據軌道的位置將人造衛星分成下列三種類型：

- **同步軌道衛星** (GEO, Geostationary Earth Orbit)：GEO 衛星屬於赤道軌道衛星，位於地表上方 35,786 公里處，環繞週期與地球自轉週期一樣為 24 小時，訊號覆蓋範圍可達地表 1/3 的區域，只要三顆 GEO 衛星，訊號就能覆蓋全球。正因為 GEO 衛星的環繞速度與地球同步，所以能夠應用於衛星實況轉播，進行同步的視訊傳導。
- **中軌道衛星** (MEO, Medium Earth Orbit)：MEO 衛星屬於傾斜軌道衛星，位於地表上方 2,000 ~ 35,786 公里處，環繞週期約 2 ~ 24 小時，例如美國國防部所建置的**全球定位系統** (GPS, Global Positioning System) 就是在 6 個軌道上使用 24 顆人造衛星，然後透過接收器接收並分析這些人造衛星傳回來的訊號，進而決定接收器的地理位置，以應用於地面與海上導航。

- **低軌道衛星** (LEO, Low Earth Orbit)：LEO 衛星屬於兩極軌道衛星，位於地表上方 500 ~ 2,000 公里處，環繞週期約 1.5 ~ 2 小時，由於離地表較近，傳輸延遲較小，所以適合用來傳送聲音，例如 Motorola 所發展的 **Iridium 系統** 就是在 6 個軌道上使用 66 顆人造衛星，然後透過手持式終端機 (例如衛星電話) 提供使用者之間的直接通訊。

又例如太空服務公司 SpaceX 所推出的**星鏈** (Starlink)，提供覆蓋全球的高速網際網路存取服務，星鏈是一個由數千顆衛星所組成的星座，其軌道距離地球約 550 公里，覆蓋整個地球，由於處於低軌道，所以延遲顯著降低，能夠支援串流媒體、線上遊戲、視訊通話或其它需要高速傳輸的活動。

比起 GEO 衛星，MEO 衛星和 LEO 衛星的體積較小、質量較輕、發射升空的價格較便宜、地面站的發射輸出功率亦較低，但也正因為 MEO 衛星和 LEO 衛星的軌道高度較低，訊號覆蓋範圍較小，所以需要較多顆衛星。



圖 6.31 (a) Garmin 導航機 (b) Garmin 衛星通訊器 (圖片來源：Garmin)

7-3-7 多媒體串流技術

在過去，由於多媒體影音的檔案龐大，加上網路的傳輸速率不夠快，使用者如欲觀看影音資料，必須將檔案下載到自己的電腦，再透過特定的程式來播放，例如 Windows Media Player、QuickTime Player。

然而這種方式並不理想，一來是使用者必須花費長時間等待檔案下載完畢才能觀看，二來是諸如智慧型手機、平板電腦等行動裝置的儲存容量有限，三來是檔案可能會在未經授權的情況下被四處散播。

隨著寬頻時代的來臨，遂發展出**多媒體串流技術** (streaming)，這是一種網路多媒體播放方式，在伺服器收到用戶端欲觀看影音資料的要求後，會將影音資料分割成一個個封包，當封包陸續抵達用戶端時，就將之重組立刻呈現在用戶端，不必等待整個檔案下載完畢。事實上，傳統的電視或廣播電台就是以串流的方式傳送訊號。

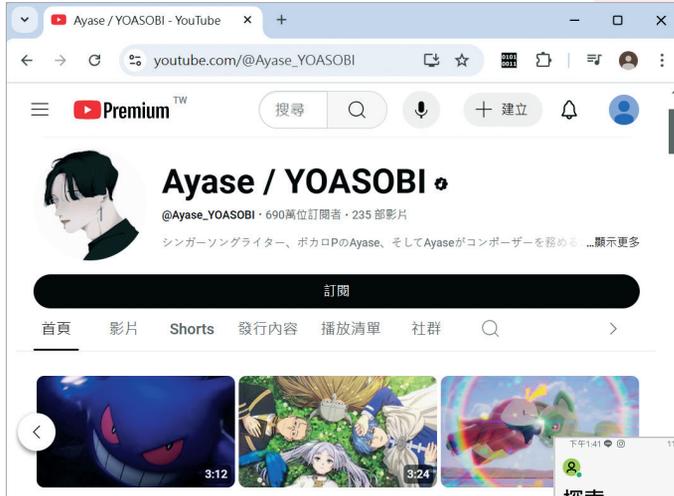
多媒體串流技術能夠讓使用者在無須長時間等待的情況下即時觀看影音資料，支援**隨選視訊** (VoD, Video on Demand)，同時亦保護了影音資料提供者的智慧財產權，因為多媒體串流技術只會傳送及播放影音資料，不會在用戶端留下拷貝。

多媒體串流技術可以將影音資料由一點傳送到單點或多點，又分成下列幾種模式：

- **廣播** (broadcast)：伺服器會將訊號傳送給所有用戶端，就像電視或廣播電台一樣，雖然便利，卻會浪費頻寬。
- **單播** (unicast)：伺服器只會將訊號傳送給有提出要求的用戶端，如此一來，自然比較節省頻寬。不過，若多數用戶端在相同的時間要求觀看相同的節目，伺服器必須對每個用戶端個別傳送相同的串流資料，不僅增加伺服器的負荷，也會浪費頻寬。
- **群播** (multicast)：伺服器會傳送訊號給特定群組的用戶端，這樣就能節省頻寬，解決單播所面臨的問題。

多媒體串流技術主要的應用有**即時** (onlive) 與**非即時** (on demand) 兩種，前者的影音資料是立刻由伺服器傳送給用戶端，例如視訊會議、即時監控或直播；後者的影音資料是先儲存在資料庫，待用戶端提出要求，伺服器再從資料庫取出影音資料傳送給用戶端，例如隨選視訊。

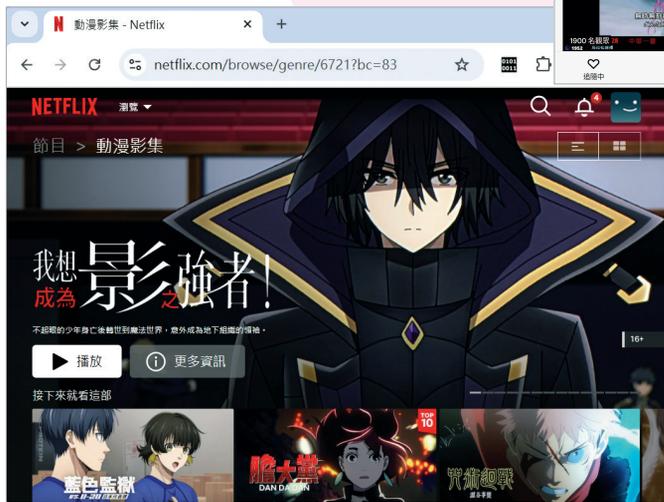
知名的多媒體串流平台有 YouTube、Twitch、Podcast、Netflix、Disney+ 等，其中 **YouTube** 可以讓人們上傳自製的影片給大家觀看；**Twitch** 是一個遊戲影音串流平台，可以讓玩家進行遊戲實況直播、螢幕分享或遊戲賽事轉播；**Podcast** (播客) 是一個類似網路廣播的數位媒體，創作者將音訊或影片上傳到 Apple Podcast、Google Podcast、Spotify 等 Podcast 平台給大家聆聽或觀看；**Netflix** 和 **Disney+** 提供隨選視訊服務，包括電影、電視節目和平台的原創節目。



(a)



(b) (c)



(d)

圖 7.6 (a) 知名歌手的 YouTube 官方頻道 (b) Twitch 遊戲影音串流平台 (c) Google Podcast 平台 (d) Netflix 提供電影和電視節目的訂閱服務

8-3 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。

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、管制人員或車輛進出、偵測污染物、管制危險原料等，以增進工業安全。



(a)

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、天氣變化、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。

智慧交通

智慧交通可以增進行車安全、改善交通便利性、減少交通汙染、提升交通系統的效率，例如 YouBike 自行車租借系統、國道 eTag 收費系統、智慧交通管理、智慧停車管理、公車動態資訊系統、車聯網、自駕車等。

例如「智慧交通管理」可以透過路口與快速道路的感測器監控交通流量，進行路網調度及交通管制，以紓解塞車現象、降低交通汙染；「公車動態資訊系統」可以提供公車的定點資訊，當公車上的車機偵測到即將到站的前一段距離時，會自動將到站資訊傳送給伺服器，讓民眾透過網頁或行動裝置 App 進行查詢。



(b)

圖 8.6 (a) Amazon Go 無人商店，拿了商品即可離開，免排隊結帳（圖片來源：維基百科 CC BY-SA 4.0 by SounderBruce） (b) 透過工業物聯網實現工業自動化與智慧化管理（圖片來源：shutterstock）

智慧家庭

在物聯網的諸多應用中，**智慧家庭**已經逐漸落實到人們的生活中。以圖 8.7 為例，使用者在家裡裝設溫度、濕度、光線、音量、空氣品質等感測器，以及自動窗簾、自動照明、電鈴、門鎖、監視器、保全系統、智慧空調、智慧冰箱、智慧插座、影音設備、掃地機器人、空氣清淨機等智慧周邊。

感測器會將蒐集到的環境資料傳送到「中央控制系統」（有些廠商將之稱為「智慧管家」），該系統會根據環境資料控制相關的智慧周邊進行處理，例如當空氣品質不佳時，就自動開啟空氣清淨機；當光線不足時，就自動開啟照明；當冰箱的食物快吃完時，就自動提示使用者上網訂購。

除了由中央控制系統自動管理家裡的智慧周邊之外，使用者也可以透過智慧型手機、平板電腦、智慧音箱等介面，經由雲端資料管理中心和中央控制系統控制這些裝置，例如在開車即將抵達家門之前，透過手機告訴中央控制系統說「我到家了」，就會自動開啟車庫門、家裡門鎖、客廳電燈與空調，讓室內達到最舒適的狀態；或是在家裡透過智慧音箱告訴中央控制系統說「晚安」，就會自動將音響音量調小、電燈調暗或拉上窗簾；或是當有人按電鈴時，只要拿起平板電腦一看，就能知道是誰站在門前，然後決定是否要打開大門讓訪客進來。

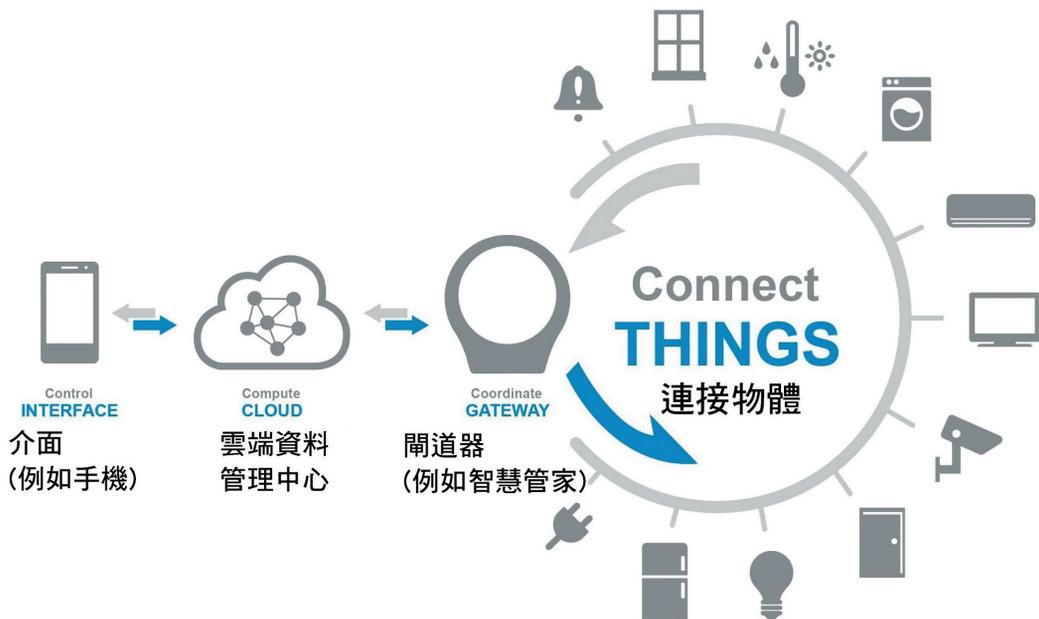


圖 8.7 華碩智慧家庭示意圖 (圖片來源：ASUS)



(a)



(b)



(c)

圖 8.8 (a) 智慧管家只要搭配智慧周邊，即可監控家裡掌握最新狀態
(b) 智慧門鎖支援密碼解鎖、NFC 解鎖、遠端解鎖及鑰匙解鎖
(c) 智慧插座可以遠端遙控開關電器並監控電量 (圖片來源：ASUS)

智慧農業

智慧農業是利用物聯網的技術將農業設施（例如溫室、水肥灌溉系統、智慧農機等）和農作物（例如植物生長情況、病蟲害監測、土壤養分狀態等）連接在一起，實現農業自動化與智慧化管理，提高農作物的生產效率和品質，減少對自然環境的影響，並改善農民的經濟收入。

例如「智慧灌溉系統」可以透過農場裡的感測器蒐集溫度、濕度、雨量等數據，然後灌溉經過精密計算的水量，以節省水資源並增加產量；「智慧物流系統」可以實現農產品的自動化採收、分類、包裝、儲存、配送等，以提高農產品的倉儲及運輸效率。

智慧養殖

物聯網在**智慧養殖**的應用亦相當廣泛，例如透過飼養場所裡的感測器監控溫度、濕度、光照、水質、氧氣、甲烷、二氧化碳、氨等環境因素，並自動調整環境參數，保持適宜的飼養環境，以降低疾病風險、減少環境污染；或是透過「智慧識別系統」對家禽牲畜進行管理，包括定期監測體溫、健康情況、疫苗注射、產品溯源等，以提高飼養的效率和食品安全；或是蒐集與分析家禽牲畜的生產數據（例如生長速度、體重增長、飼料成份、傳染疾病等），然後制定最佳的養殖方案，以降低成本、提高效益。



圖 8.9 農民戴著 AR 眼鏡透過物聯網的技術監測溫度、濕度、雨量、土壤 PH 值等數據
(圖片來源：shutterstock)

本 | 章 | 回 | 顧

- **雲端運算** (cloud computing) 是透過網路以服務的形式提供使用者所需要的軟體與資料等運算資源，並依照資源使用量或時間計費。
- 雲端運算有下列三種服務模式：**基礎設施即服務** (IaaS) 是透過網路以服務的形式提供伺服器、儲存空間、網路設備、作業系統、應用程式等基礎設施；**平台即服務** (PaaS) 是透過網路以服務的形式提供開發、部署、執行及管理應用程式的環境；**軟體即服務** (SaaS) 是透過網路以服務的形式提供軟體。
- 雲端運算有下列幾種部署模式：**公有雲** (public cloud) 是由雲端運算供應商所建置與管理的雲端服務平台，透過網路提供運算資源讓不同的企業或個人共同使用；**私有雲** (private cloud) 是由企業所建置與管理的雲端服務平台，只有該企業的員工、客戶和供應商可以存取上面的資源；**混合雲** (hybrid cloud) 是結合了公有雲與私有雲的特性。
- **物聯網** (IoT, Internet of Things) 指的是將物體連接起來所形成的網路，其架構分成下列三個層次：
 - **感知層** (Perception Layer)：感知層位於最下層，指的是將具有感測、辨識及通訊能力的感知元件嵌入真實物體，以針對不同的場景進行感測與監控，然後將蒐集到的資料傳送至網路層。
 - **網路層** (Network Layer)：網路層位於中間層，指的是利用各種有線及無線傳輸技術接收來自感知層的資料，然後加以儲存與處理，整合到雲端資料管理中心，再傳送至應用層。
 - **應用層** (Application Layer)：應用層位於最上層，指的是物聯網的應用，也就是把來自網路層的資料與各個產業做結合，以提供特定的服務。
- **智慧物聯網** (AIoT) 是人工智慧 (AI) 結合物聯網 (IoT) 的應用，例如工業物聯網、智慧城市、智慧交通、智慧家庭、智慧農業、智慧養殖、智慧物流、智慧零售等，其中**工業物聯網** (IIoT) 是應用在工業的物聯網。

學 | 習 | 評 | 量

一、選擇題

- () 1. 下列關於雲端運算的敘述何者錯誤？
- A. 雲端運算沒有資料失竊的風險
 - B. 使用者無須知道服務提供的細節
 - C. Gmail 屬於 SaaS 服務模式
 - D. 企業租用雲端運算服務能夠節省成本
- () 2. 下列關於物聯網的敘述何者正確？
- A. 不會使用到無線網路技術
 - B. 屬於 VoIP 的應用
 - C. 主要用來遠端管理伺服器
 - D. 將物體連接起來所形成的網路
- () 3. 像 Google Cloud Run 這種開發與代管網路應用程式的平台屬於雲端運算的哪種服務模式？
- A. 基礎設施即服務 (IaaS)
 - B. 平台即服務 (PaaS)
 - C. 軟體即服務 (SaaS)
 - D. 數據即服務 (DaaS)
- () 4. 像 Google Docs 這種線上文件服務屬於雲端運算的哪種服務模式？
- A. 基礎設施即服務 (IaaS)
 - B. 平台即服務 (PaaS)
 - C. 軟體即服務 (SaaS)
 - D. 數據即服務 (DaaS)
- () 5. 可以讓實體物件連上網路並透過網路進行識別與定位，使物件之間能夠溝通並促進自動化的技術稱為什麼？
- A. 人工智慧
 - B. 機器學習
 - C. 雲端服務
 - D. 物聯網

- () 6. 全球定位系統 (GPS) 與電子羅盤屬於物聯網架構中的哪個層次？
- A. 感知層
 - B. 網路層
 - C. 應用層
 - D. 會議層
- () 7. Google 地圖屬於雲端運算的哪種部署模式？
- A. 公有雲
 - B. 私有雲
 - C. 混合雲
 - D. 社群雲
- () 8. 下列何者指的是將應用程式與資料處理的運算由網路中心節點移往網路邊緣節點？
- A. 雲端運算
 - B. 邊緣運算
 - C. 集中運算
 - D. 平行運算

二、簡答題

1. 簡單說明何謂雲端運算並舉出一個實例。
2. 簡單說明在雲端運算的服務模式中，基礎設施即服務 (IaaS)、平台即服務 (PaaS)、軟體即服務 (SaaS) 的意義為何並各舉出一個實例。若有廠商透過官方網站提供軟體讓使用者在線上使用，那麼這是屬於哪種服務模式？
3. 簡單說明雲端運算有哪些部署模式。
4. 簡單說明何謂物聯網並舉出一個實例。
5. 簡單說明物聯網的架構分成哪三個層次？以及各個層次的功能為何？
6. 簡單說明何謂智慧物聯網並舉出一個實例。