

第 4 章 資料通訊與 網路原理

2 006 年 12 月台北市「WIFLY 無線網路寬頻服務」正式啟用，目前全市已有高達 90% 的區域，可讓民眾以無線傳輸的方式連上網際網路。不論你在室內或戶外，只要你的筆記型電腦、PDA、智慧型手機等行動裝置，安裝有符合認證的無線網卡或主機板上內建有無線上網模組，即可擺脫線路的糾纏，輕鬆上網去。

無線上網是網路科技的重大突破，這種突破，改變了人類過去只能在室內上網的限制，為網際網路服務的多元化，開闢了更寬廣的道路。有線與無線網路的通訊原理相似，「他」們都需透過許多相關元件與設備，講「同一國」語言，才能達成資料傳遞與訊息交換的目的。

網路縮短了人與人之間的距離，造就了「地球村」的實現。你想一窺電腦網路的神奇嗎？你想瞭解電腦網路是如何運作的嗎？努力學好本章內容，將可讓你在享受網路帶來便利的同時，「知其然，也能知其所以然」。

4-1	資料通訊簡介	150
4-2	電腦網路的組成	158
* 4-3	網路拓樸	168
4-4	通訊協定	174



4-1 資料通訊簡介

在通訊不發達的古代，印地安人會利用狼煙來傳遞各種訊息；傳送者與接收者必須建立一套傳遞與辨識狼煙訊號的規則，才能達到訊息傳遞的目的。如今我們使用網路來傳遞訊息，傳輸雙方也必須依照特定的通訊規則，才能順利地進行訊息的傳遞與交換。

4-1.1 資料傳輸的方式

資料傳輸的方式是指任兩個點對點的電腦（或週邊）設備之間，依據共同協議好的傳輸規則，所採用的通訊傳輸方式；分別介紹如下。

依傳輸方向分類

通訊傳輸依資料傳送的方向，可分為單工傳輸（simplex）、半雙工傳輸（half-duplex）及全雙工傳輸（full-duplex）3種：

- **單工傳輸**：是指資料只能單向傳送，亦即資料只能由傳送端傳送，接收端僅能接收資料而無法傳送資料。
- **半雙工傳輸**：是指在不同的時間下，能進行雙向的資料傳輸，但在同一時間內，只能單向傳送資料。
- **全雙工傳輸**：是指在任何時間，都能同時進行雙向的資料傳輸。

表 4-1 彙總了上述 3 種依資料傳輸方向分類的通訊傳輸方式。

表 4-1 單工、半雙工、與全雙工的比較

傳輸方式	說明	電腦應用	生活實例
單工	只能單向傳送資料	透過喇叭播放音樂	1. 無線電視節目的傳遞 2. AM/FM 廣播
半雙工	可雙向傳輸資料，但同一時間只能做單向傳輸	撥接上網建立連線的過程	無線電（火腿族）的通訊
全雙工	同一時間可做雙向傳輸	使用通訊軟體聊天	電話溝通



圖 4-1 單工、半雙工、全雙工傳輸的生活事例 單工：電視節目的傳遞；半雙工：無線電通訊；全雙工：電話通訊

依傳輸資料線數多寡分類

通訊傳輸依同一時間傳輸的資料線數多寡，可分為**並列傳輸**（parallel）及**序列傳輸**（serial，又稱**串列傳輸**）兩種：

- **並列傳輸**：是指多個位元（如 8 bits）的資料同時透過多條資料線路傳輸，常應用在短距離的資料傳輸上，例如電腦與印表機之間的資料傳輸（圖 4-2）。

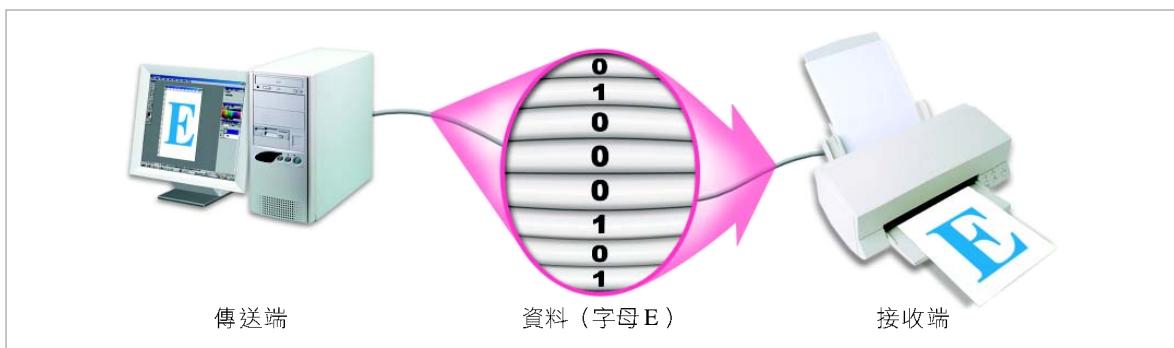


圖 4-2 並列傳輸 電腦與印表機之間的資料傳輸可用並列傳輸

- **序列傳輸**：是指資料只透過一條資料線傳輸，即資料是以一個接著一個位元的方式依序傳送，例如電腦網路上的資料傳輸（圖 4-3）。

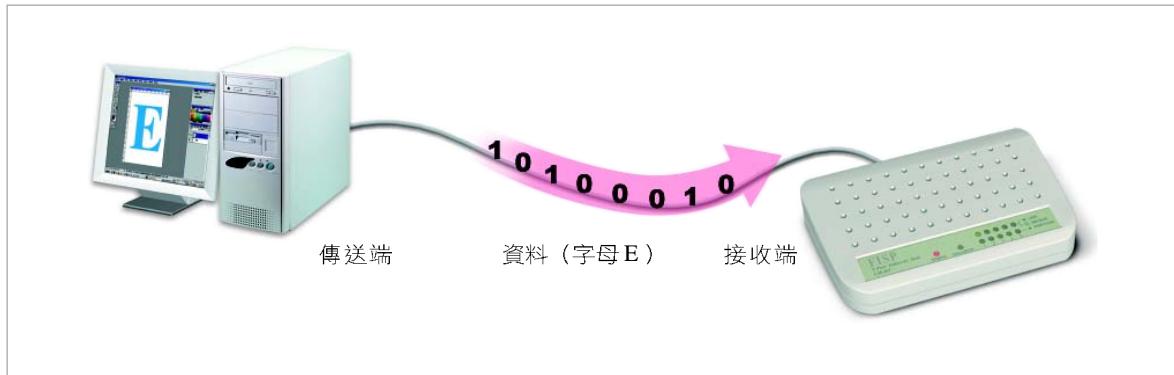


圖 4-3 序列傳輸 電腦與交換式集線器之間的資料傳輸屬於序列傳輸

表 4-2 是並列傳輸與序列傳輸的比較表。

表 4-2 並列傳輸與序列傳輸的比較

項目	並列傳輸	序列傳輸
同一時間可傳輸的位元數	數個位元	1 個位元
適合傳輸的距離	短距離	長、短距離皆可
個人電腦中的連接埠	LPT、IDE、SCSI	S-ATA、RS-232C/COM、USB

依傳輸訊息多寡分類

資料傳輸方式依同一時間傳輸訊息的多寡區分，可分為**基頻**（baseband）及**寬頻**（broadband）兩種：

基頻

基頻是一種將整個頻寬以單一頻率來傳送數位訊號的通訊技術；採用此種技術的傳輸媒介可以雙向傳輸訊號；常應用於區域網路、電腦與週邊設備之間的資料傳輸上，例如下頁圖 4-4 中電腦與數據機之間的資料傳輸。

寬頻

寬頻技術是將頻寬分割為數個通道，使每一個通道在同一時間下，可分別以不同頻率來傳送數位或類比訊號；常應用於廣域網路的資料傳輸上，例如圖 4-4 中使用 ADSL 上網傳輸資料。

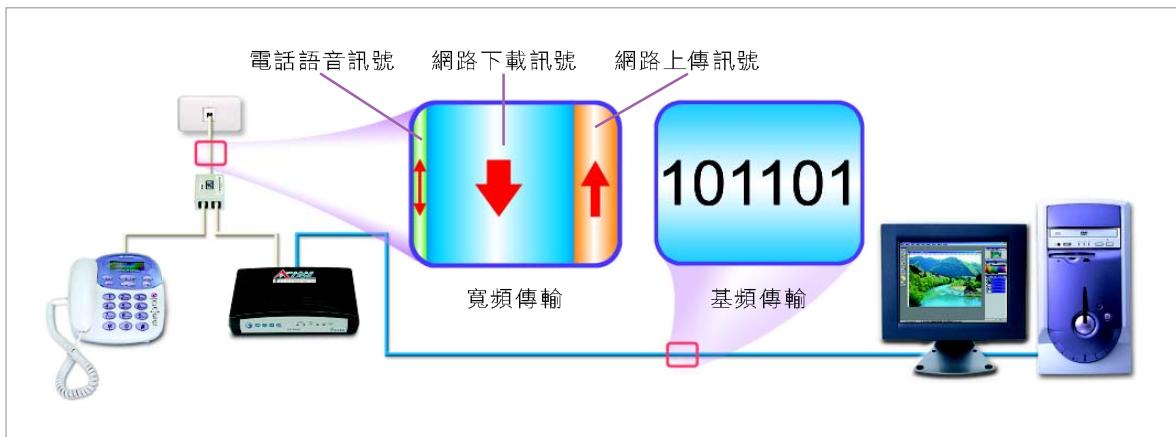


圖 4-4 基頻與寬頻傳輸的技術 電腦與數據機之間採用基頻技術傳輸資料；ADSL 網路採用寬頻技術傳輸資料

隨堂練習

- () 1. 在資料通訊中，傳輸線路兩端之節點可以在同一時間互相傳輸資料的方式稱為 (A)全雙工 (B)半雙工 (C)單工 (D)寬頻。
- () 2. 小明藉由電話與同學討論有關旅遊的細節，請問電話可同時進行雙向傳輸的通訊方式，是屬於下列哪一種資料通訊傳輸？ (A)單工傳輸 (B)全單工傳輸 (C)半雙工傳輸 (D)全雙工傳輸。
- () 3. 序列傳輸是透過幾條資料線路來進行資料傳輸？ (A)1 (B)2 (C)3 (D)4。
- () 4. 採用 ADSL 上網時，我們仍然可以使用電話設備，是因為 ADSL 採用下列哪一種技術？ (A)基頻 (B)寬頻 (C)窄頻 (D)變頻。
- () 5. 電信業者所推廣的 MOD 互動電視服務，可讓 ADSL 用戶在上網的同時，也能收看 MOD 影片，請問其傳輸方式應為下列何者？ (A)單工 (B)半雙工 (C)全雙工 (D)多工

4-1.2 傳輸媒介

網路必須藉由傳輸媒介來傳輸資料（或稱訊號）。網路的傳輸媒介可分為「有線傳輸媒介」及「無線傳輸媒介」兩大類，如圖 4-5 所示。

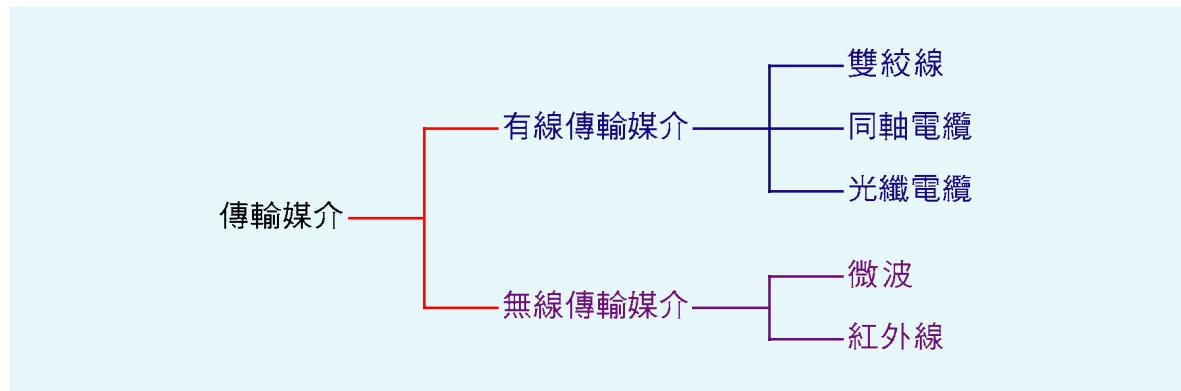


圖 4-5 傳輸媒介的分類 依照是否使用實體線材，區分為有線傳輸媒介及無線傳輸媒介兩大類

雙絞線

雙絞線 (twisted pair) 是一種使用銅線作為傳輸線路，並成對相互纏繞、外覆絕緣材料的傳輸媒介（如圖 4-6 所示）。雙絞線相互纏繞的結構，除了可以減低其它電子設備的雜訊干擾之外，還能減緩傳輸訊號的衰減，因此常被選為架設網路的主要線材。雙絞線的傳輸距離最遠可達 100 公尺。

雙絞線依據外皮與絞線之間有無加上銅網或金屬層的遮蔽物，可再細分為**遮蔽式雙絞線** (Shielded Twisted Pair, STP) 及**無遮蔽式雙絞線** (Unshielded Twisted Pair, UTP) 兩種。STP 的抗擾性較佳，但價格也較高，因此在一般區域網路^註中，UTP 雙絞線的使用率較高。

註：區域網路是由限定範圍內（如同一棟大樓）的電腦設備所連結而成的一種網路。

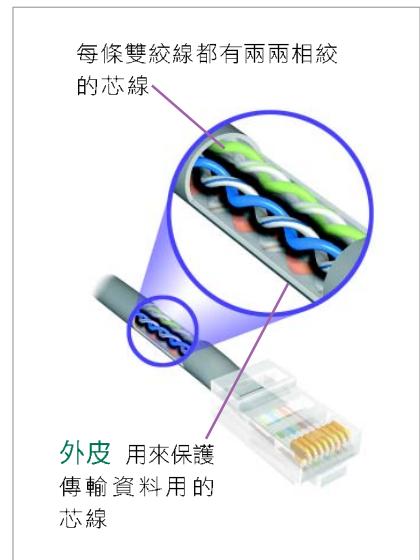


圖 4-6 雙絞線 常被選為架設網路的主要線材

同軸電纜

同軸電纜（coaxial cable）是一種內層使用銅線作為傳輸線路，外層以塑膠包裝，兩者之間以絕緣材料隔開的傳輸媒介（如圖 4-7 所示）。

同軸電纜採用同心圓的設計方式，能夠抵抗較強的雜訊干擾，其傳輸距離與抗擾性皆優於雙絞線。一般多應用於傳輸距離為 200~500 公尺、傳輸速度為 10Mbps 的區域網路中。



圖 4-7 同軸電纜 傳輸距離與抗擾性皆優於雙絞線

光纖電纜

光纖（optical fiber）是一種使用極細的玻璃纖維材質來傳輸光源訊號的傳輸媒介（如圖 4-8），通常一條光纖電纜會包裹數十條以上的光纖。

由於光源訊號衰減的速度較慢，因此光纖的最長傳輸距離較一般使用銅線作為線材的傳輸媒介長，相對的價格也較昂貴。通常只有在架設高速網路，或連接跨國網路時，才會使用光纖作為傳輸媒介。在所有「有線傳輸媒介」中，光纖的安裝及維護成本最為昂貴。

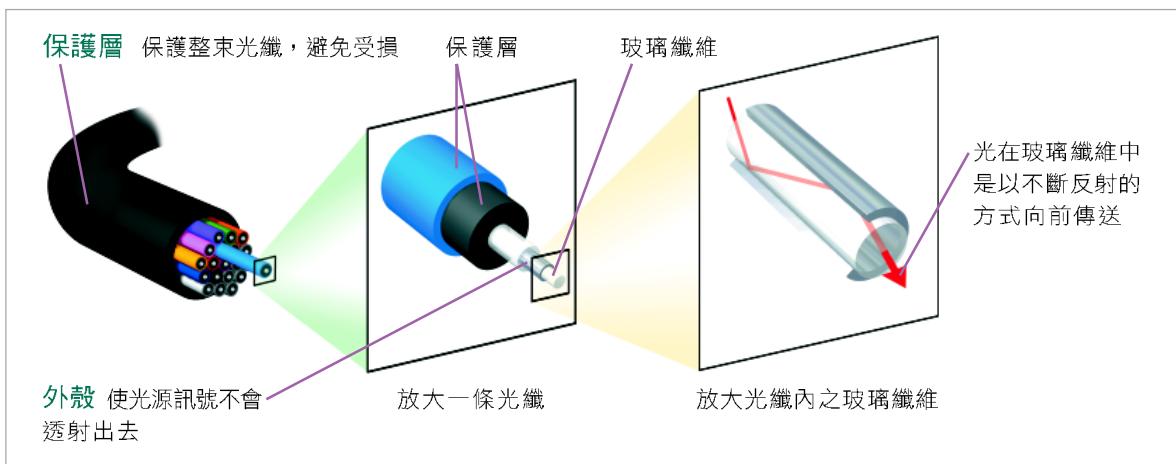


圖 4-8 光纖 光纖的傳輸速度約為 100Mbps~10Gbps，是傳輸速度最快的傳輸媒介

微波

微波（microwave）是一種傳輸頻率介於 2GHz~40GHz 之間的電磁波訊號。這種訊號能夠透過地面上的 **微波基地台** 收發之外，還可以利用 **通訊衛星**（communication satellite）作為中繼站來轉送。

圖 4-9 是透過微波基地台來收發微波訊號的示意圖。由於微波基地台之間不能有障礙物阻擋，因此站台通常都設置在高山上，或是較高建築物的頂端。

圖 4-10 是透過通訊衛星來收發微波訊號的示意圖。由於通訊衛星是在距離地表約 3 萬 6000 公里高的軌道上運行，因此其傳輸距離與涵蓋範圍比較不受自然環境的限制。不過，利用衛星通訊的費用相較於其它傳輸媒介要來得昂貴。

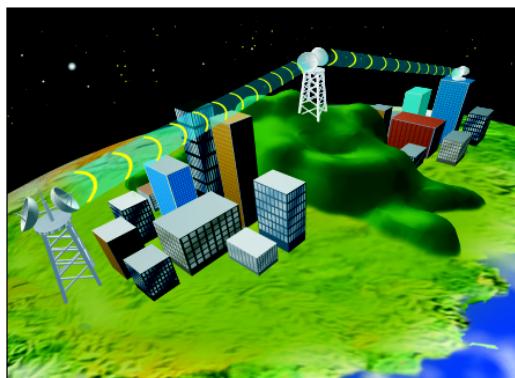


圖 4-9 **微波通訊示意圖** 是以直線傳輸（line of sight）的方式進行訊號的傳送，兩微波基地台之間的距離通常都在 50 公里之內

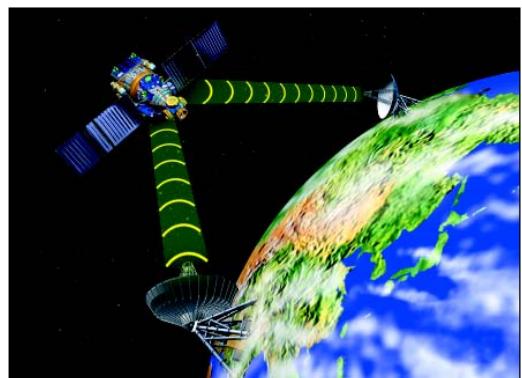


圖 4-10 **衛星通訊示意圖** 接收到地面上衛星站台所傳送出來的微波訊號之後，會將微波訊號加以強化，然後再傳送至地面上的其它站台

紅外線

紅外線（infrared）是一種利用發光二極體（或雷射）發射傳輸頻率在 100GHz~1000THz 之間的紅外線光束，它在傳輸時有下列限制：無法穿越大型障礙物（如牆壁）、傳輸路徑必須為直線、傳輸距離只能約在 50 公尺以內、且傳輸角度須在 $\pm 15^\circ$ 之內。無線滑鼠、手機或 PDA 與電腦之間通常是使用紅外線來進行資料傳輸（圖 4-11）。



圖 4-11 **紅外線傳輸** 在傳輸訊號時，必須以點對點的方式傳輸

隨堂練習

- () 1. 使用透明玻璃纖維材質來傳輸資料，具有體積小、傳輸速度快、訊號不易受干擾等特性的傳輸媒介是 (A)光纖 (B)雙絞線 (C)同軸電纜 (D)微波。
- () 2. 下列何者不是數據通訊使用的傳輸媒介？ (A)光纖 (B)同軸電纜 (C)微波 (D)路由器。
- () 3. 無線滑鼠是使用下列哪一種傳輸媒介來傳輸資料？ (A)紅外線 (B)微波 (C)光纖 (D)雙絞線。
- () 4. 家中電視所接收的有線電視訊號，通常是透過下列哪一種傳輸媒介來傳送？ (A)雙絞線 (B)光纖 (C)同軸電纜 (D)紅外線。

4-1.3 資料傳輸的速度

頻寬 (bandwidth) 是指在固定時間內（通常以秒來計算）傳輸媒介所能傳輸的資料量，常以 bps 、 Kbps 、 Mbps 及 Gbps 為單位，分別說明如下：

- bps (bits per second) : 每秒傳輸位元數。
- Kbps (Kilobits per second) : 每秒傳輸仟位元數。
 $1\text{Kbps} = 2^{10}\text{bps} \doteq 10^3 \text{位元/秒}$ 。
- Mbps (Megabits per second) : 每秒傳輸百萬位元數。
 $1\text{Mbps} = 2^{10}\text{Kbps} = 2^{10} \times 2^{10}\text{bps} = 2^{20}\text{bps} \doteq 10^6 \text{位元/秒}$ 。
- Gbps (Gigabits per second) : 每秒傳輸十億位元數。
 $1\text{Gbps} = 2^{10}\text{Mbps} = 2^{10} \times 2^{20}\text{bps} = 2^{30}\text{bps} \doteq 10^9 \text{位元/秒}$ 。

頻寬就像水龍頭的口徑一樣，口徑愈大，單位時間內可流通的水（資料量）也就愈多；即頻寬愈大，可傳輸的資料量也就愈大（圖 4-12）。表 4-3 為常見的通訊線路之頻寬。



圖 4-12 水管的口徑類似頻寬。口徑愈大，可流通的水（資料）也就愈多。

表 4-3 常見的線路頻寬

線路	頻寬	線路	頻寬
56K	56Kbps	T1	1.544Mbps
64K	64Kbps	T2	6.312Mbps
128K	128Kbps	T3	44.736Mbps
256K	256Kbps	T4	274.176Mbps

4-2 電腦網路的組成

在日常生活中，我們經常可聽到「網路」這個名詞，例如交通網路、行動通訊網路等。這些網路都是由許多個相關的元件所組成。以行動通訊網路為例，手機、電磁波、基地台、機房等，便是組成此一網路的相關元件。

電腦網路的組成通常必須包含傳輸媒介、電腦設備、連結裝置等硬體設備，以及網路作業系統等軟體程式。本節將先介紹電腦網路的基本概念，再介紹這些組成電腦網路的相關元件。

4-2-1 認識電腦網路

電腦除了可以獨立作業之外，還可以透過通信軟體及網路設備連結成**電腦網路**（computer network），以達到檔案共享、設備共享及訊息交換等目的。網際網路的問世，更打破了時空的限制，大幅地縮短了人與人之間的距離。

電腦網路的功能

電腦網路的主要功能有檔案共享、設備共享、訊息傳遞與交換等 3 種，分別說明如下：

- **檔案共享**：檔案或資料在網絡中只要儲存一份，就可以讓網路上的使用者共同使用，使得資料的處理及使用更加方便。

- **設備共享**：設置在網路上的各種設備可供網路上的使用者共享，以節省購買設備的費用。例如電腦教室中安裝了一台印表機，則教室中的每一台電腦就可以透過網路共用這台印表機，以進行列印的工作。
- **訊息傳遞與交換**：透過網路傳遞各種資料及訊息，或進行會議交談，除了可加快訊息傳遞的速度之外，也可降低訊息傳遞的成本。

電腦網路的種類

電腦網路依傳輸距離的遠近、涵蓋範圍的大小，可概分為**區域網路**及**廣域網路**兩種，分別說明如下：

- **區域網路（Local Area Network, LAN）**：是指在限定的範圍之內，將電腦及其他週邊設備連接起來，使彼此能互相傳遞訊息、共用資訊設備的網路。

區域網路常運用在公司行號、學校的電腦教室、或同一棟大樓的辦公室中（圖 4-13）。

- **廣域網路（Wide Area Network, WAN）**：是指在廣闊的地理區域範圍內，將電腦及相關週邊設備連接起來，使彼此能互相傳遞訊息、共用資訊設備的網路。

例如在各地戶政機關之間的網路、跨國企業連結各地分公司的網路等均屬於**廣域網路**（圖 4-14）的一種。

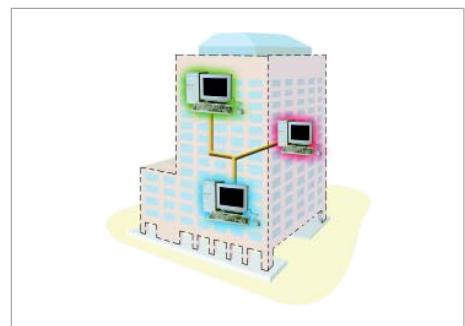


圖 4-13 區域網路示意圖 例如公司行號的網路

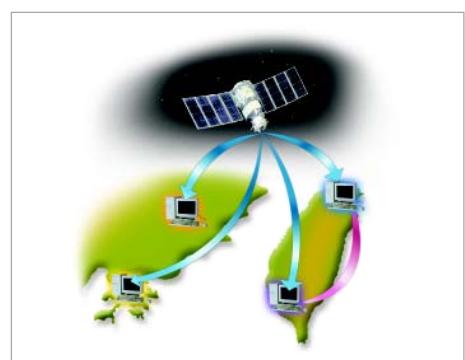


圖 4-14 廣域網路示意圖 例如大型企業連結各地區分公司的網路

而網際網路（Internet）則是泛指連接範圍橫跨全世界的超大型廣域網路，如圖 4-15 所示。網際網路連接世界的企業機構、政府機構、各種研究單位及獨立電腦等，任何一台連上網際網路的電腦，都可以相互溝通、共享資訊。

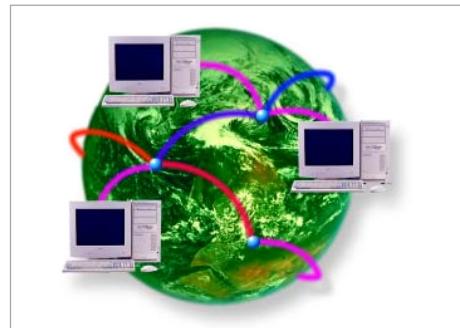


圖 4-15 網際網路示意圖 連接全球的企業、政府等機構及個人使用的電腦等

延伸學習

企業網路 vs. 商際網路

企業網路（Intranet）是一種依照網際網路的架構建構而成的網路系統，通常只使用於企業內部，這種網路提供了類似網際網路上的各種服務，其主要功能在於公文的傳送、軟硬體資源的分享、資料庫的共用、員工之間的訊息傳遞等。

商際網路（Extranet）則是企業網路的擴充，使用範圍可擴充到該企業的供應商及顧客，讓他們能夠與該企業交換商業資料，以提高商業活動的效率。

下表為網際網路、企業網路及商際網路的差異比較：

表 4-4 網際網路、企業網路及商際網路的差異比較

網路類型	適用範圍	網路性質	規模大小
網際網路	全球性網路，使用對象不限制	開放型	最大
企業網路	限企業內部員工使用	封閉型	最小
商際網路	限與企業有業務往來的廠商使用	半封閉	中等

4-2.2 電腦設備

網路上的電腦，依其功能可分為伺服器（server）及工作站（workstation）兩種，分別介紹如下。

伺服器

伺服器是網路上負責監控網路、驗證使用者身份及提供各項服務的電腦，如表 4-5 中的各式伺服器。由於它是網路上的核心設備，因此常被稱為網路主機（host），一般大型電腦、迷你電腦及功能較強的個人電腦皆可作為伺服器使用。伺服器的種類相當多，表 4-5 列舉了 4 種常見的伺服器及其功能說明。

表 4-5 常見伺服器功能說明

伺服器名稱	功能說明
網站伺服器	提供 web 服務，存放可供瀏覽器讀取的網頁資料
檔案伺服器	提供檔案存取服務
列印伺服器	提供列印服務
郵件伺服器	提供郵件收發服務

工作站

工作站是網路上提供一般使用者使用的電腦。使用者在登入網路後，即可使用伺服器所提供的服務及其它工作站所分享出來的資源，如圖 4-16 所示。個人電腦、筆記型電腦或個人數位助理皆可作為工作站使用。



圖 4-16 網路上的電腦設備 提供各式服務的伺服器及供一般使用者使用的工作站



提供網路作業功能的作業系統

電腦網路系統除了要有傳輸媒介、電腦設備等硬體設備之外，還需要有軟體程式的控制與管理才能順利運作。其中網路作業系統（Network Operating System, NOS）是相當重要的軟體程式，它負責網路上的資源分配、安全控制及網路管理等。常見的網路作業系統有 Windows NT/2000/2003 Server，及 UNIX、Linux 等，圖 4-17 為 Linux Red Hat 作業系統所提供的網路作業功能的畫面。



圖 4-17 提供網路作業功能的作業系統畫面
Linux Red Hat 版本

4-2-3 連結裝置

當數台電腦間的資料要透過傳輸媒介傳輸，或是兩個以上的網路要相互連接時，就必須使用特定的連結裝置才能進行資料傳輸的工作。下面將介紹這些連結網路的裝置。

數據機

數據機又稱為調變解調器（modulator and de-modulator, modem），是一種用來轉換數位訊號及類比訊號的裝置（如圖 4-18 所示）；它是一般家用電腦上網必備的硬體設備之一。下頁圖 4-19 為其運作示意圖。



圖 4-18 數據機 家用電腦上網時所需的硬體設備之一

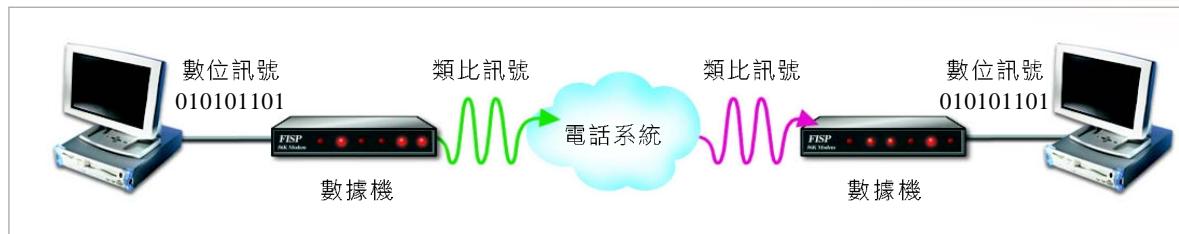


圖 4-19 數據機的運作示意圖 數據機負責將所要傳輸及接收的資料，做數位與類比訊號的轉換

網路卡

網路卡（Network Interface Card, NIC）是架設區域網路或利用寬頻系統連上網路必備的硬體設備之一（如圖 4-20 所示）。它定義了電腦在區域網路中的位址，並將電腦所要對外傳送的資料轉換成序列形式，以便透過傳輸媒介傳輸，如圖 4-21 所示。



圖 4-20 網路卡 PCI 介面，但有些主機板已內建有網路卡的功能

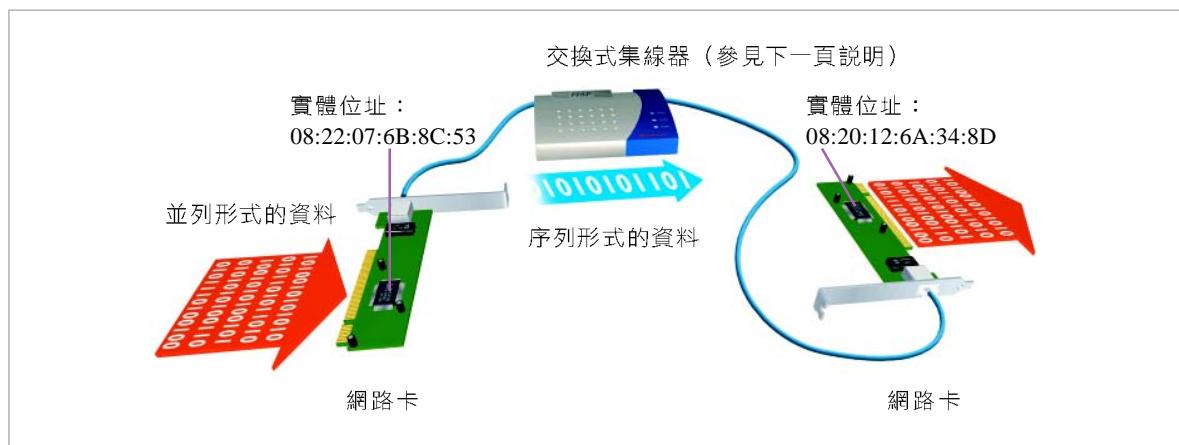


圖 4-21 網路卡的運作示意圖 網路卡定義電腦在區域網路中的位址，並將電腦要對外傳送的資料轉換成序列形式

小百科

IEEE制定了區域網路設定位址的方式，讓每一家網路卡製造商在製造網路卡時，可將所分配到的位址燒錄在網路卡的晶片上。一般所說的實體位址（Media Access Control address, MAC 位址）指的即是網路卡的位址，其長度為 6bytes；就像身份證字號，每一張網路卡都有唯一的一組位址號碼。

中繼器

中繼器（repeater）是用來增強傳輸訊號，以延伸訊號傳輸距離的裝置。由於每一種傳輸媒介都有其最長傳輸距離的限制，一旦超過該距離，訊號即會衰減而無法辨識，因此必須透過中繼器來加強訊號，以利資料傳輸的進行，如圖 4-22 所示。

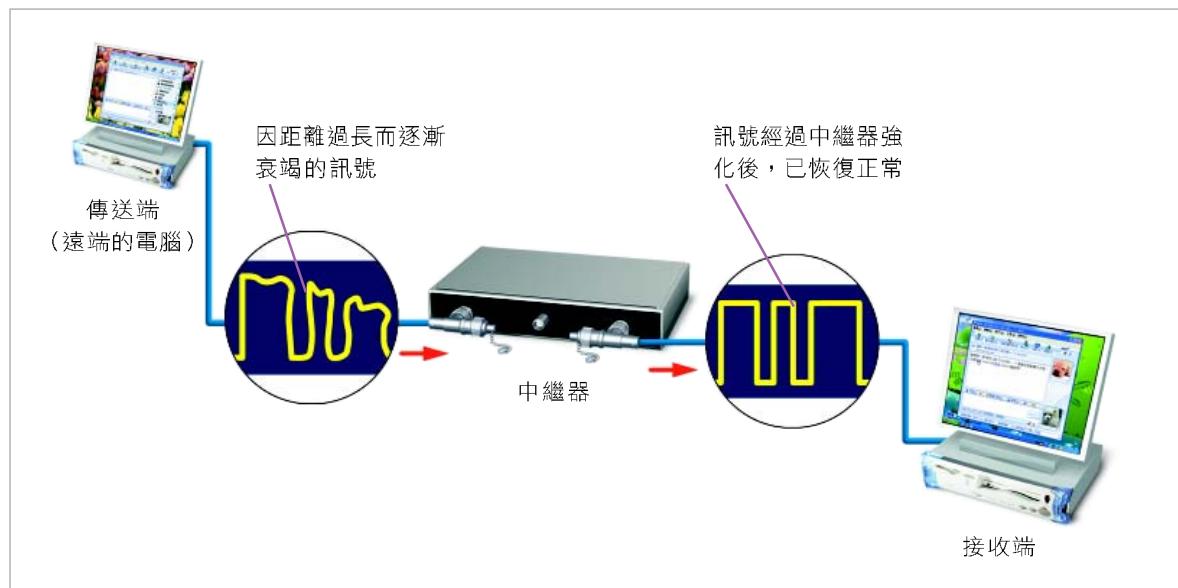


圖 4-22 中繼器的運作示意圖 中繼器可增強衰減的訊號，延長傳輸距離

交換式集線器

交換式集線器（switching hub）是用來連接區域網路上之電腦設備（如圖 4-23 所示）的裝置；連接在此裝置上的電腦設備可彼此交換訊息，如下頁圖 4-24 所示。交換式集線器也具有中繼器增強訊號的功能。



(courtesy of Planex)

圖 4-23 交換式集線器 用來連接多台電腦設備，且有增強訊號的功能

網路資源

- <http://www.cs.nthu.edu.tw/~nfhuang/chap14.htm> 閱讀介紹各種連結裝置的文章
- <http://kitty.tlps.cyc.edu.tw/document/page2-2.htm> 閱讀有關交換式集線器的文章

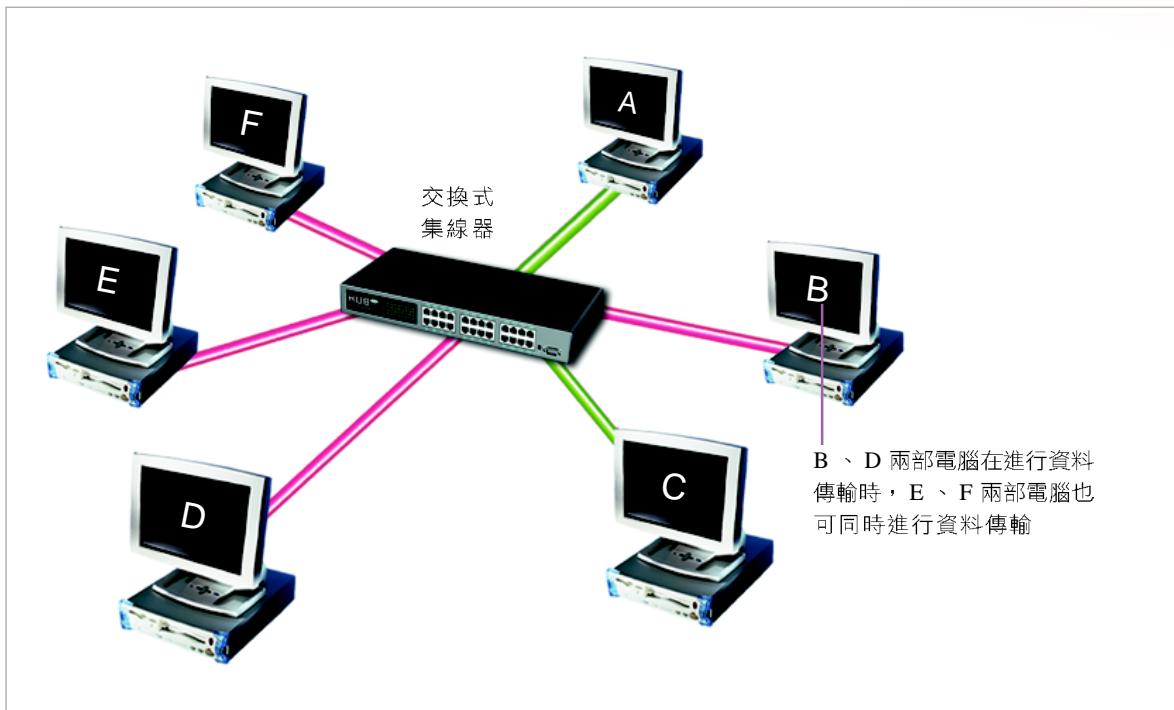


圖 4-24 交換式集線器的運作示意圖 交換式集線器內的線路設計為同一時間點，可有 2 對以上的連接埠形成通路

路由器

路由器（router）是一種提供資料傳輸路徑選擇的裝置（圖 4-25）；它可以連接多個不同架構的網路（例如下節將介紹的匯流排、星狀、環狀……等網路），或同一網路中的多個子網路，並根據其內的路由表（routing table）所含有目的位址與可能傳輸路徑等資訊，為資料封包選擇最佳的傳輸路徑，使資料能夠快速地送達目的地，如下頁圖 4-26 所示。



(courtesy of Planex)

圖 4-25 路由器 用來提供資料封包最佳的傳輸路徑選擇

註：為了便於網路的管理及維護，網路管理人員通常會將單位內的整個網路適當地切割成數個子網路（subnet），以彈性配置網路位址，提升網路運作的效能。

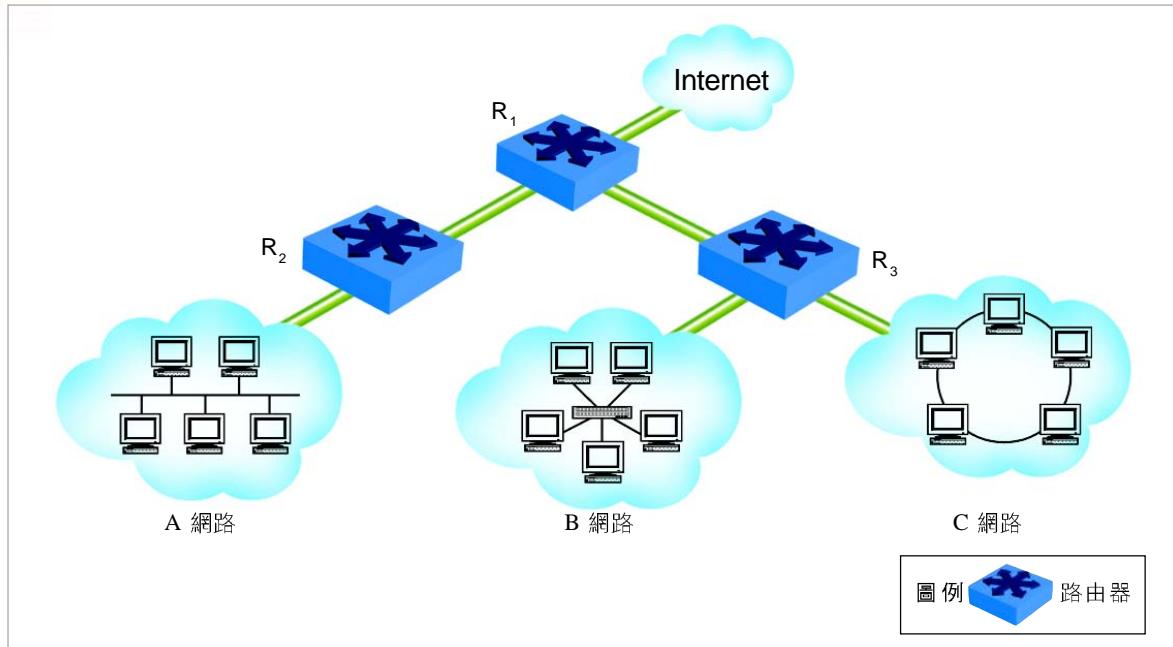


圖 4-26 路由器的運作示意圖 路由器可連接多個不同架構的網路，並為資料封包選擇最佳傳輸路徑

閘道器

閘道器（gateway）是用來連接使用不同通訊協定之網路的裝置（如圖 4-27 所示）。當 A 類型網路的資料要傳送至 B 類型網路時，閘道器便會將該資料轉換成 B 類型網路所能辨識的資料格式，如圖 4-28 所示。



(courtesy of 豐喬科技)

圖 4-27 無線閘道器 用來連接不同類型的網路



圖 4-28 閘道器的運作示意圖 閘道器可連接不同通訊協定的網路，使資料封包能相互傳遞

延伸學習

網路內連結裝置 V.S 網路間連結裝置

在上述所介紹的網路連結裝置中，我們可依這些裝置功能的不同，區分為網路內（同一網路）的連結裝置與網路間（不同網路間）的連結裝置兩大類，如圖 4-29 所示。

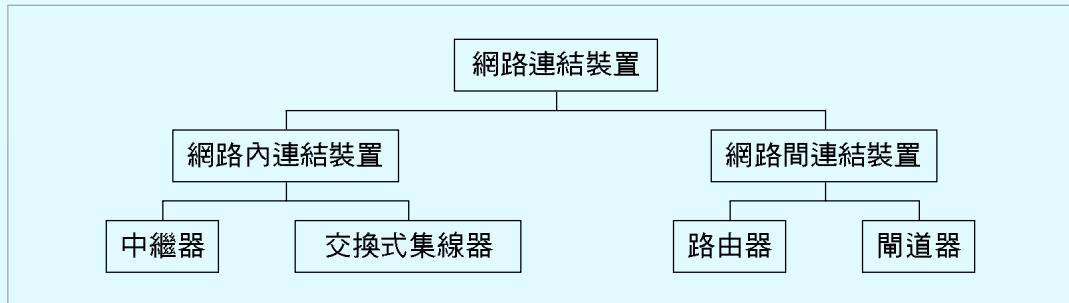


圖 4-29 網路連結裝置的類別 網路連結裝置可依其功能，區分為網路內與網路間的連結裝置

目前市面上銷售的網路連結裝置多半具有多重的功能，例如寬頻服務使用的數據機，除具有數據機的功能之外，通常也包含有交換式集線器的功能。

隨堂練習

- () 1. 下列哪一種裝置，具有將電腦的數位訊號與類比訊號相互轉換的功能？(A)印表機 (B)掃描器 (C)讀卡機 (D)數據機。
- () 2. 下列哪一種網路連結設備具有選擇資料傳輸路徑的功能？(A)路由器 (B)中繼器 (C)數據機 (D)閘道器。
- () 3. 使用下列哪一種網路連結設備可讓不同通訊協定的網路相互交換訊息？(A)路由器 (B)閘道器 (C)交換式集線器 (D)中繼器。
4. 請同學實際查看電腦教室內安裝了下列哪些設備？(請以勾選作答)

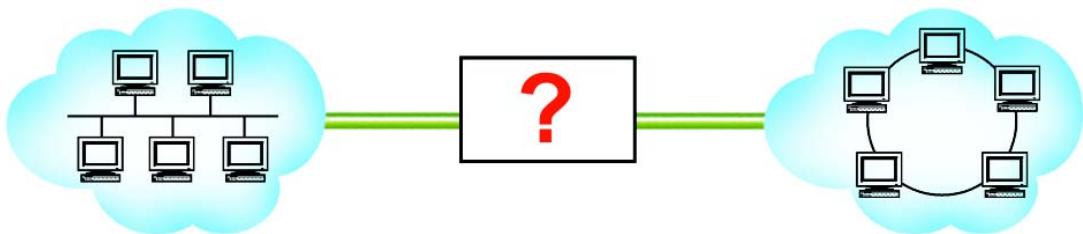
- | | | |
|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 伺服器 | <input type="checkbox"/> 工工作站 | <input type="checkbox"/> 網路卡 |
| <input type="checkbox"/> 印表機 | <input type="checkbox"/> 掃描器 | <input type="checkbox"/> 交換式集線器 |
| <input type="checkbox"/> 路由器 | <input type="checkbox"/> 數據機 | |

接下頁...

5. 若你是一家公司的網路工程師，請依照下列情境，在空格處填入正確的網路連結裝置：

- a. 網路卡
- b. 交換式集線器
- c. 閘道器
- d. 路由器
- e. 中繼器

- (1) 若要將公司資訊室的 20 部電腦設備連接成一個區域網路，需使用哪些連結裝置？（複選）
- (2) 若要使區域網路中的電腦能夠連上網際網路，需使用何種連結裝置？（單選）
- (3) 若要連接使用不同通訊協定的國內總公司與國外分公司的網路（如下圖），需使用哪一種連結裝置（如下圖？之處）才能相互傳遞訊息？（單選）



*4-3 網路拓樸

在許多團體的球類比賽中，為了因應比賽狀況的變化，教練可能會採取不同的戰術，而要求球員排出不同的攻守「隊形」，以期贏得勝利。

在電腦網路的世界中，**網路拓樸**（network topology）是指網路實體連結的型式。在架設區域網路時，我們可因不同的考量（例如：穩定性），而採用不同的連結型式，就像球隊教練可視比賽狀況，而採取不同攻守隊形。本節將介紹區域網路中常見的 3 種網路拓樸。

4-3.1 汇流排網路

汇流排網路（bus network）是以一條纜線連接所有電腦設備的網路連接架構。在佈建匯流排網路（圖 4-30）時，除了須將網路上所有的電腦設備連接到一條纜線上之外，還須在纜線的頭、尾兩節點加裝**終端子**（terminator），使訊號在傳送到兩端時可立刻終止，以避免干擾後續的資料傳輸工作。

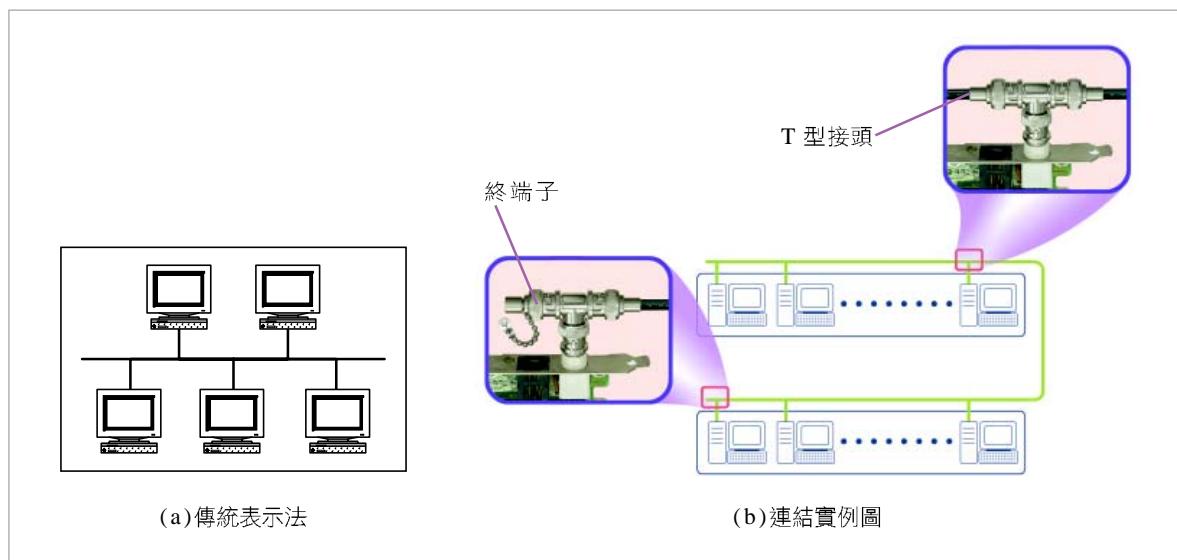


圖 4-30 汇流排網路的连接架構對照圖 汇流排網路使用同軸電纜作為傳輸線路，並以 T 型接頭來擴展網路範圍，最後以終端子來終結網路頭、尾兩節點

匯流排網路採用**廣播**（broadcast）的方式來傳遞資料（或訊號），此種方式是當某一節點要傳送資料至另一節點時，會先檢查網路上有沒有資料（或訊號）正在傳遞，在確定無資料傳遞時，才會同時向纜線兩端傳遞資料。匯流排網路的優、缺點如下：

- 優點：安裝及擴充容易；除了終端子或 T 型接頭故障（如接觸不良）外，任一節點的電腦設備損壞時，不會影響其他節點的正常運作。
- 缺點：當有許多節點要同時傳送資料時，傳輸效率會大幅降低。

4-3.2 星狀網路

星狀網路 (star network) 是以一台交換式集線器為中心，將電腦設備連接到此連結裝置的網路連接架構，如圖 4-31 所示。由於每台交換式集線器的連接埠有限，因此當要佈建的網路設備超過交換式集線器可以連接的數量時，就需連接兩個以上的交換式集線器。

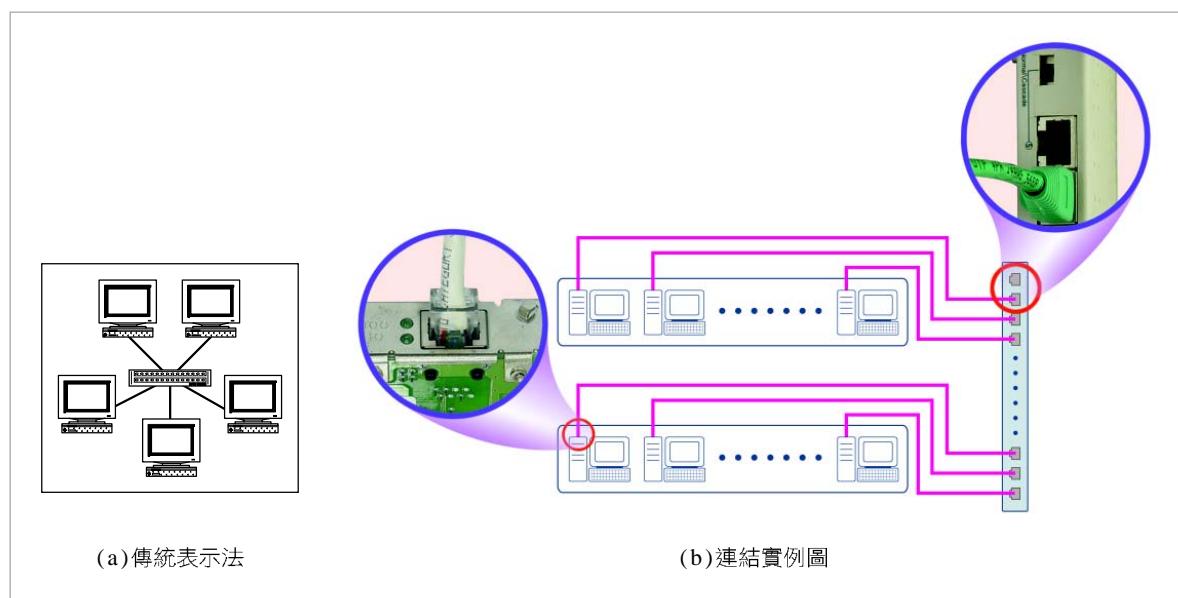


圖 4-31 星狀網路的連接架構對照圖 星狀網路大多使用雙絞線作為傳輸線路，並將所有電腦設備集中連接至交換式集線器

星狀網路上的任一個節點在傳送資料時，都必須先將資料送至交換式集線器，然後再由交換式集線器轉送至目的節點。星狀網路的優、缺點如下：

- 優點：任何一個節點或其傳輸線路故障，都不會影響其它節點的傳輸；要擴充及移除任何一個節點相當容易，只要將網路線接頭插入交換式集線器或自交換式集線器拔除網路線接頭即可。
- 缺點：若交換式集線器故障，網路中所有電腦都將無法交換訊息。

4-3-3 環狀網路

環狀網路（ring network）是使用一台類似交換式集線器的**多站存取單元**（Multi-Station Access Unit, MAU 或 MSAU）連結裝置，來連接電腦設備的網路連接架構，如圖 4-32 所示。

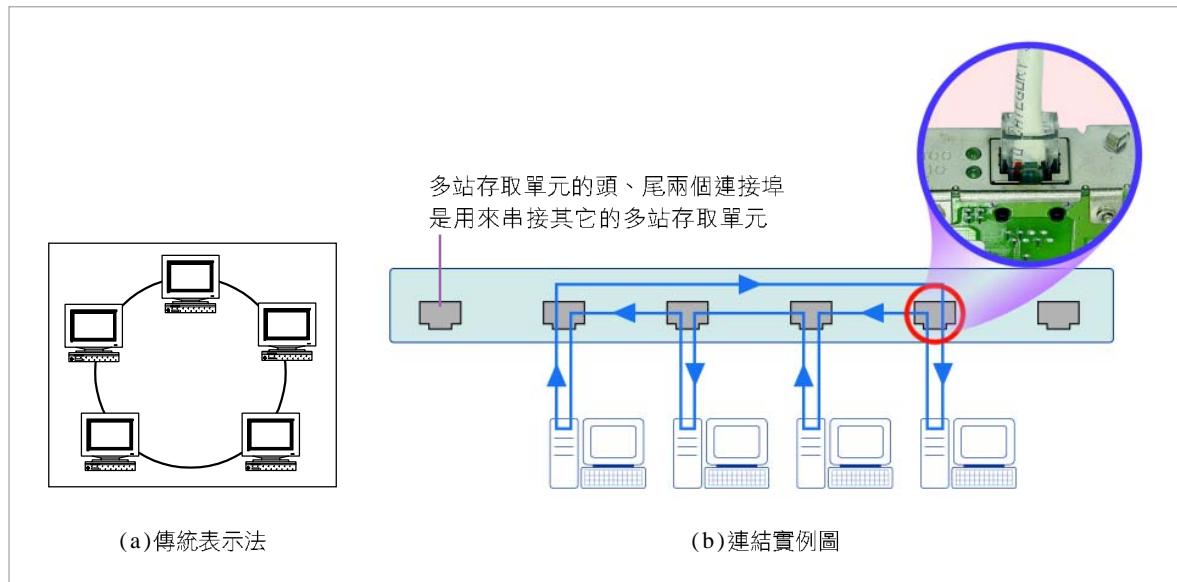


圖 4-32 環狀網路的連接架構對照圖 使用類似交換式集線器的多站存取單元來連接所有電腦設備

環狀網路是利用一個在各節點間環繞的小型資料封包（token packet，又稱記號封包）來決定資料傳遞的權限或順序。環狀網路的優、缺點如下：

- 優點：每一個節點取得記號封包的機會皆相等，在取得記號封包之後，才有權利進行資料傳輸的工作，可降低資料發生碰撞的情形。
- 缺點：當任一節點故障時，整個網路便會癱瘓而無法運作。



小百科

碰撞（collision）是指網路上的兩個節點同時在同一傳輸線路上進行資料傳輸的情形；當碰撞發生時，通常會造成傳輸資料的遺失或錯誤。

網路資源

http://content.edu.tw/junior/computer/tp_ct/content12-a.htm 閱讀簡介電腦網路的文章

http://www.vbird.org/linux_server/0120intranet/0120intranet.php 閱讀介紹區域網路架構的文章



延伸學習

電腦網路系統的架構

前述匯流排、星狀、環狀等網路是以電腦實體連結型式來區分，但若以網路上之資源分享方式來看，電腦網路系統的架構可區分為主從式網路與對等式網路兩種，分述如下：

- **主從式網路（Client-Server Network）**：在此種網路上，每台電腦都可獨立運作，但其中會有一台或多台的伺服器（server）專門提供各項網路服務給其它電腦（client）使用（如圖 4-33 所示）。例如以 Microsoft Windows NT 作業系統為伺服器所架設的區域網路即屬於此種類型。

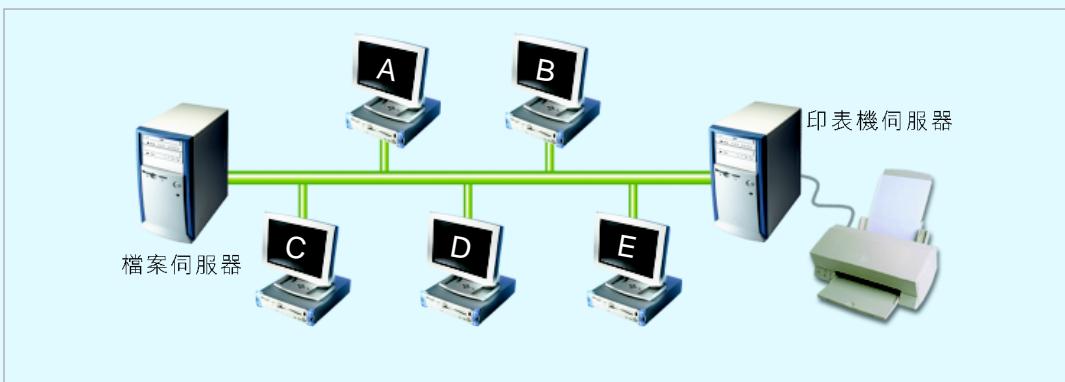


圖 4-33 主從式網路 檔案伺服器及印表機伺服器為網路上的電腦（A ~ E）所共享

- **對等式網路（Peer-To-Peer Network）**：在此種網路上，每台電腦的地位都是平等的；每一台電腦都可以提供網路服務給其它電腦使用（如圖 4-34 所示）。例如由多台使用 Microsoft Windows 9x/2000/XP 作業系統的電腦，所架設而成的區域網路就屬於此種類型。

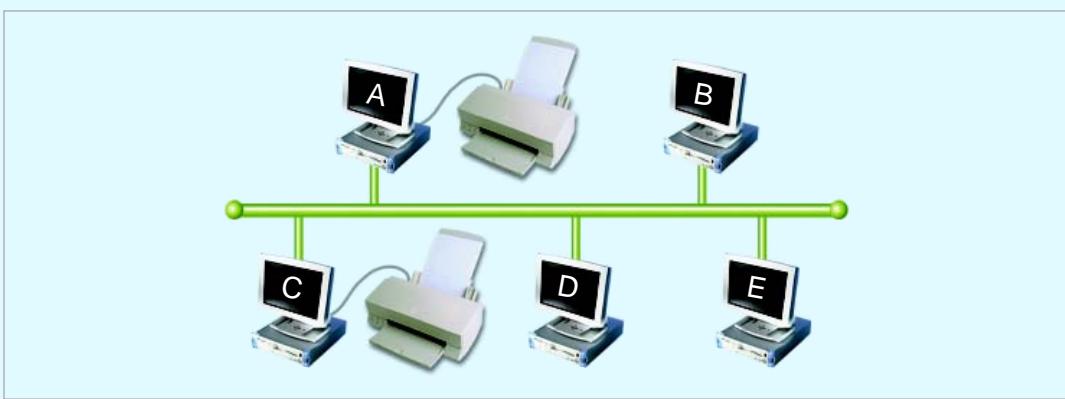
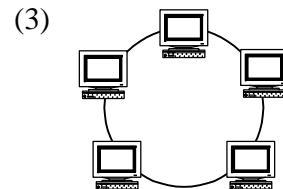
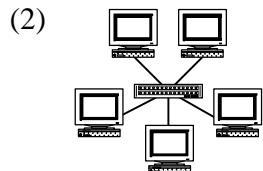
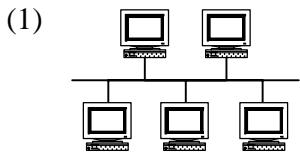


圖 4-34 對等式網路 在對等式的網路中並沒有專門用來管理整個網路服務的伺服器，網路中的每一台電腦地位都是平等的

主從式網路的資源是集中放在伺服器上，在存取及管理上都比對等式網路來得容易；但就架設成本而言，對等式網路則較主從式網路的成本低廉。

隨堂練習

- () 1. 若區域網路是以一條中央電纜，連結各電腦及週邊裝置，則此區域網路屬於下列何種網路連結架構？(A)星狀網路 (B)匯流排網路 (C)環狀網路 (D)網狀網路。
- () 2. 下列哪一種網路拓樸具有廣播的特性，且任何一部電腦設備損壞時，皆不會影響其他節點的正常運作？(A)星狀網路 (B)環狀網路 (C)匯流排網路 (D)樹狀網路。
- () 3. 電腦教室內的 5 部電腦，若以雙絞線直接連接至交換式集線器上，則此種區域網路屬於下列何種網路連結架構？(A)星狀網路 (B)環狀網路 (C)匯流排網路 (D)樹狀網路。
4. 下列哪些網路拓樸需要使用特定的網路連結裝置（例如交換式集線器）來連接電腦設備？請在空格處打勾。
- _____ (1) 匯流排網路
 _____ (2) 星狀網路
 _____ (3) 環狀網路
5. 下列 3 種網路連結示意圖，分別代表何種網路拓樸？



4-4 通訊協定

在真實生活中，若要寫信、郵寄與友人往來，我們必須依照信封的書寫規則，填妥收件人姓名、郵遞區號、通訊地址等相關資料，並在黏貼郵票後投遞郵筒，才能將信件順利寄達友人的住所。

要使用電腦網路來進行訊息的交換，同樣的也需有一套用來規範資料傳遞方式的通訊標準或法則，才能達成資料通訊的目的。這種用來規範資料傳遞方式的通訊標準，稱為**通訊協定**（communication protocol）。本節將介紹各種電腦網路常用的通訊協定。

4-4.1 OSI 通訊標準

由於各個電腦系統的硬體配備與操作介面並不一致，因此國際標準組織（International Organization for Standardization, ISO）特別為電腦網路制定了一套網路通訊標準 - **開放系統連結**（Open System Interconnection, OSI），將整個網路系統分成 7 層，並明確規範各層需負責的工作，以利資料的傳輸與控制。

以下簡介 OSI 各層所需負責的工作內容：

- **應用層（第 7 層）**：定義連線雙方傳送與接收資料的方法，例如：使用何種傳輸媒介來傳送資料、傳輸的頻寬、傳送與接收的介面等。
- **表達層（第 6 層）**：將資料轉換成電腦系統所能辨識、處理的格式。
- **會議層（第 5 層）**：協調及建立傳輸雙方的連線。
- **傳輸層（第 4 層）**：確保資料能正確無誤地送達目的位址。
- **網路層（第 3 層）**：規劃或選擇資料的最佳傳輸路徑。
- **資料鏈結層（第 2 層）**：監督整個資料傳輸的過程。
- **實體層（第 1 層）**：負責將資料轉換成傳輸媒介所能負載傳輸的訊號。

在 ISO 制定了網路通訊標準 OSI 之後，電腦廠商在發展網路相關產品便有了依循的標準，在 4-2 節我們曾介紹的交換式集線器、中繼器、網路卡、路由器等連結設備，依連結設備所提供的功能可分別對應至 OSI 7 層中的不同層級，例如路由器可對應至 OSI 7 層中的實體層、資料鏈結層與網路層。

圖 4-35 為 OSI 七層架構及常見硬體設備對照示意圖；下頁圖 4-36 為 OSI 運作示意圖。

小百科

國際標準組織(ISO)是由130多個會員國所組成的非官方組織，其成立的主要目的在於制定與推動全球性的標準，以促進各國商品、服務及技術的合作與交流。

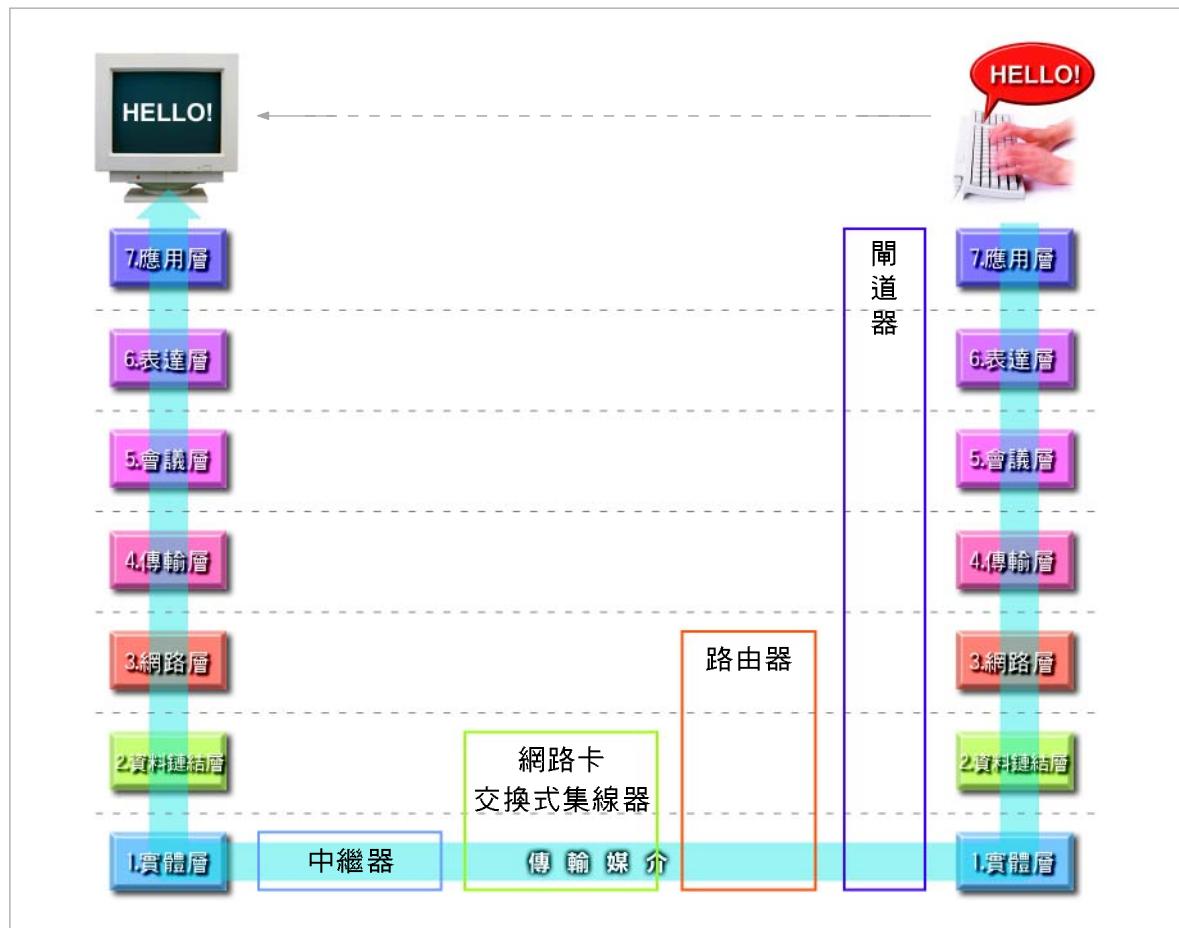


圖 4-35 OSI 七層架構及常見硬體設備對照示意圖 OSI 通訊標準中，每一層皆有其負責的工作，依照軟體的功能可分別對應至不同的層級

網路資源

<http://www.scu.edu.tw/reso/tcs/distedu/www/chap2/section2-18.htm> 閱讀介紹通訊協定的文章

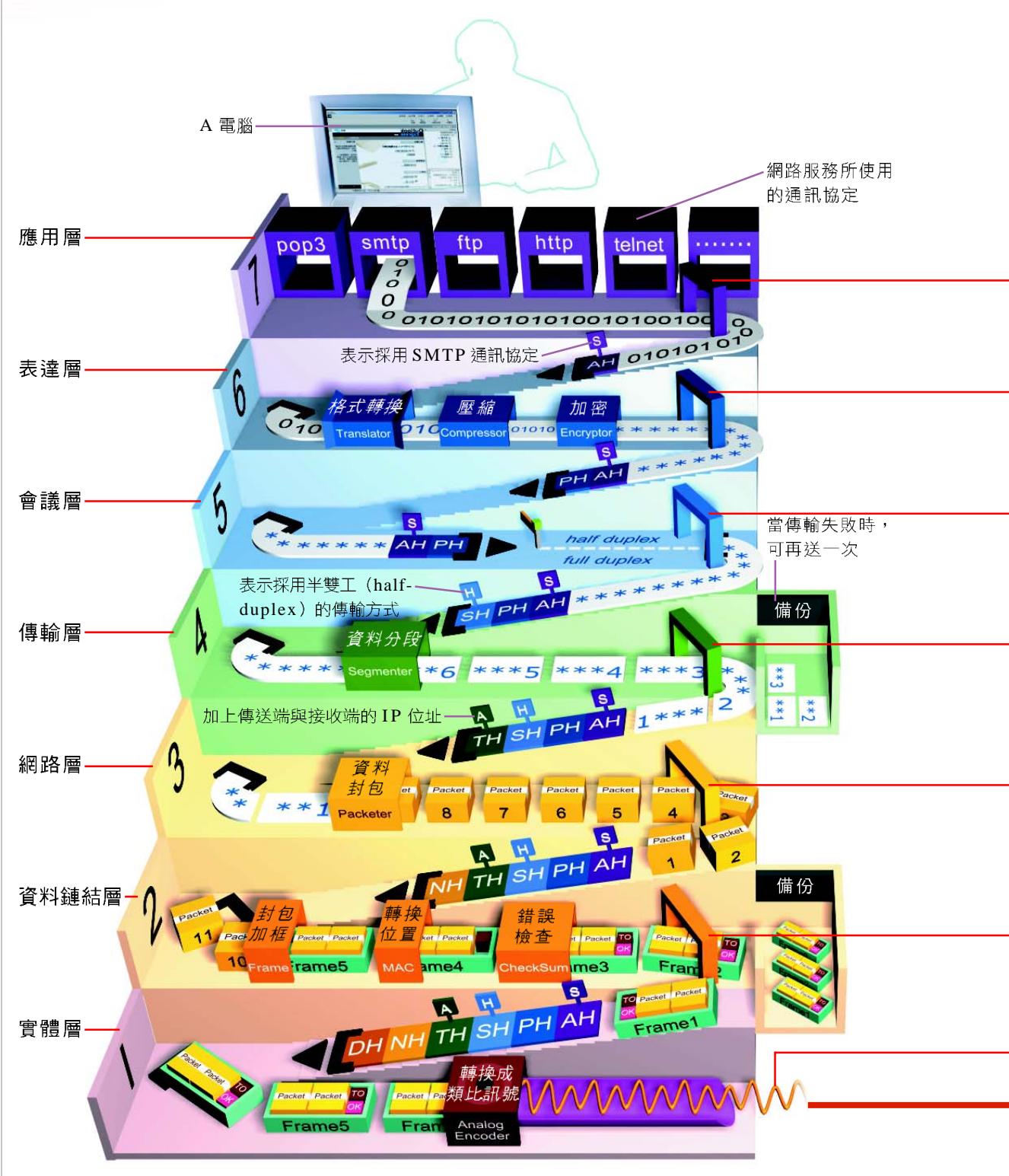


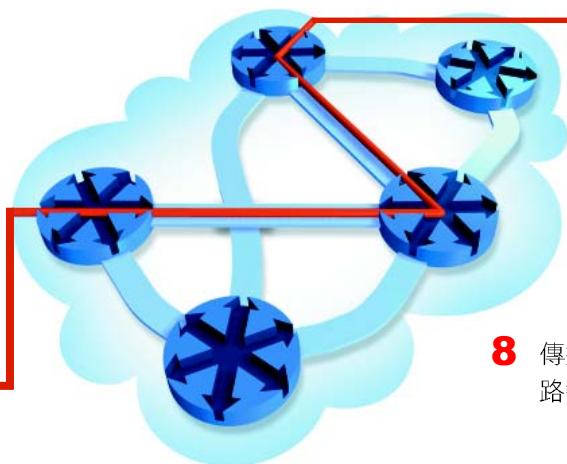
圖 4-36 OSI 運作示意圖 以從電腦 A 傳送 E-mail 給電腦 B 為例，必須經過由上到下的 7 層轉換，資料才能透過傳輸媒介及聯結裝置傳送出去；目的端則需由下到上的進行 7 層轉換，才能將資料解讀成使用者看得懂的型態

- 1 **應用層**（第7層）電子郵件軟體將所傳送的訊息轉換成由0和1組成的字元資料，並加上標頭欄位（Application Header, AH），含可辨別傳送端與接收端的資訊
- 2 **表達層**（第6層）將資料做格式轉換、壓縮、加密等處理，最後在標頭欄位（PH）加上其轉換方法
- 3 **會議層**（第5層）界定所要傳送的資料範圍，並與接收端協議如何進行資料傳輸。將協議好的傳輸方式記錄在SH欄位，再與接收端建立連線
- 4 **傳輸層**（第4層）切割資料成許多區段，並依序進行錯誤檢查及資料備份的工作，之後加上TH欄位，並標示資料區段的編號
- 5 **網路層**（第3層）將資料區段組合成資料封包，並在NH欄位記錄資料封包的編號及目的位址等資訊，最後再為資料封包選擇最佳的傳輸路徑
- 6 **資料鏈結層**（第2層）監督資料的傳輸過程，並進行加框、轉換實體位址、錯誤檢查運算及備份資料等工作
- 7 **實體層**（第1層）將資料轉換成傳輸媒介所能負載、傳遞的電子訊號，並經由網路設備傳送出去

- 10 B 電腦的軟體接收到資料



- 9 依OSI的標準，反向將各階層的標頭欄位資料逐一解讀並加以移除，以還原成最原始的資料
- 8 傳送過程可能會經過不同的網路區段、設備、路徑……等



隨堂練習

- () 1. ISO 所提出的 OSI 架構共分成幾層？ (A)9 (B)7 (C)5 (D)3。
- () 2. 下列何者不屬於 ISO 所定義的 OSI 架構？ (A)實體層 (B)應用層 (C)作業層 (D)表達層。
- () 3. 從功能面來看，即時通訊軟體 Windows Live Messenger 是屬於 OSI 架構中的哪一層？ (A)傳輸層 (B)會議層 (C)表達層 (D)應用層。
- () 4. 在 OSI 7 層架構中，哪一層負責規劃或選擇資料封包的最佳傳輸路徑？ (A)表達層 (B)會議層 (C)傳輸層 (D)網路層。
- () 5. 下列哪一種網路設備，其主要運作層次為「網路層」？ (A)交換式集線器 (switching hub) (B)檔案伺服器 (file server) (C)中繼器 (repeater) (D)路由器 (router)。

4-4.2 TCP/IP 通訊協定

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol，傳輸控制協定/網際網路協定)是由美國國防部實驗性網路 ARPANET 發展而來的通訊協定，其發展時間較 OSI 架構早。其中 TCP 負責將資料正確地送達接收端，IP 則負責設定資料封包的 IP 位址及選擇最佳的傳輸路徑。網際網路所使用的通訊協定即為 TCP/IP。

TCP/IP 協定集除了有 TCP 及 IP 這 2 種通訊協定之外，還包含了數種網際網路服務需使用的通訊協定，列表說明如下：

表 4-6 TCP/IP 協定集

通訊協定	說明
HTTP	是用來提供全球資訊網 (WWW) 服務的通訊協定
FTP	是用來提供檔案傳輸服務的通訊協定
SMTP	是用來提供電子郵件傳送服務的通訊協定
POP3	是用來提供電子郵件接收服務的通訊協定
Telnet	是用來提供用戶端以模擬終端機的方式，登入至遠端主機的通訊協定
DHCP	是用來提供動態分配 IP 位址服務的通訊協定

4-4.3 無線通訊協定

為了讓人們能擺脫有線傳輸媒介的羈絆，在許多研究單位及廠商的研發之下，已陸續推出數種無線通訊技術。下面我們將介紹幾種常見的無線通訊協定 / 技術。

IEEE 802.11x

IEEE 802.11b是由美國電機電子工程師協會（Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE）所制定的無線區域網路通訊標準 802.11 改良而來；可在 100 公尺的範圍內，以無線傳輸的方式來傳遞資料，傳輸速度最高可達 11Mbps。

一點靈

IEEE 802.11b不僅是第一個問世的無線通訊協定，也是最多無線傳輸產品（例如無線網路卡、無線閘道器）所使用的通訊協定。



圖 4-37 無線網路卡的通訊協定 在無線網路卡的包裝盒上，就可以找到其使用的通訊協定

藍牙 (Bluetooth)

藍牙^註是由 Ericsson、IBM、Intel、Nokia、Toshiba 等廠商共同制定的無線通訊協定，此種通訊協定具有傳輸不受方向的限制、穿透力強（可穿透牆壁），且可進行一對多傳輸的特性；主要應用在短距離（10~100 公尺）的數據及語音通訊上，其傳輸速度約為 1Mbps。

每一個要使用藍牙無線通訊協定的設備（如手機、PDA 及筆記型電腦等）都需裝置一種可發出特定電波的晶片（俗稱「藍牙晶片」），才能收發電波以達資料通訊的目的（下頁圖 4-38）。

註：在過去 Bluetooth 譯名為「藍芽」而非「藍牙」，主要是為了在字面上看起來較為典雅。為了統一全球用語，藍牙技術聯盟已在 2006 年 11 月，正式將 Bluetooth 技術之繁體中文譯名更正為「藍牙」。



圖 4-38 藍牙傳輸 目前藍牙的應用常見有 1 對 1（例如：手機、PDA）或 1 對多（例如：藍牙傳輸器）

延伸學習

其他通訊協定

除了本節所介紹的 OSI 、 TCP/IP 、 IEEE 802.11X 、藍牙等通訊協定之外，還有以下兩種常見的通訊協定，這兩種通訊協定適用於區域網路中。

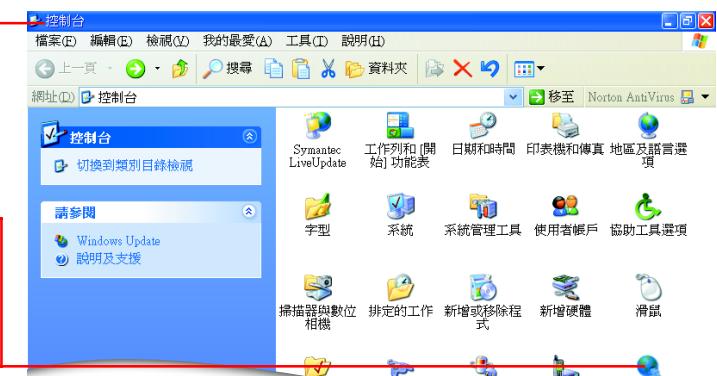
- **載波偵聽多重存取 / 碰撞偵測（Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection, CSMA/CD）**：是一種利用偵聽傳輸線路上有無資料正在傳輸，以避免發生資料碰撞的通訊協定，其原理類似會議舉行時，想發言的人必須按鈴取得發言權後，才能發表自己的意見。
- **記號傳遞（Token Passing）**：是一種利用在各節點環繞的「記號封包」，來決定資料傳遞權限或順序的通訊協定，其原理類似接力賽跑，參賽選手必須取得前一位隊友所傳遞的接力棒後，才能開始跑向下一個交棒停駐點。

操作實例 1

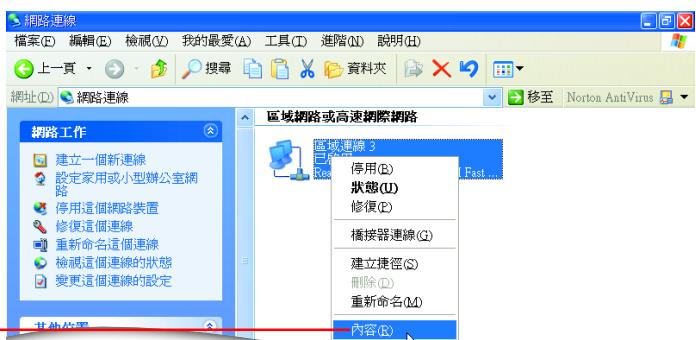
檢視電腦中所安裝的通訊協定

以 Microsoft Windows 為例，檢視電腦中所安裝的通訊協定。

- 選按『開始/控制台』選項，開啟控制台視窗



- 雙按網路連線選項，以開啟網路連線視窗

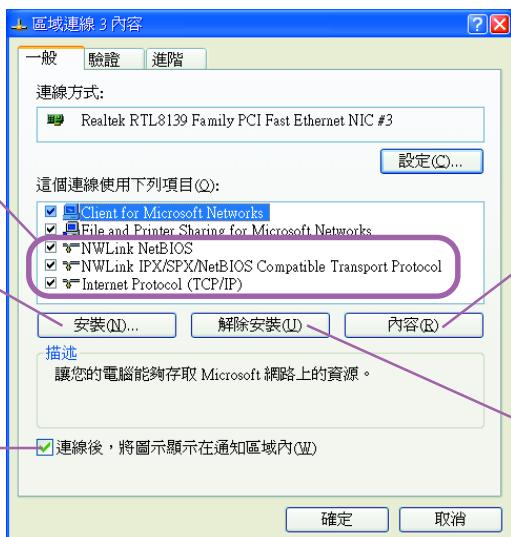


- 在區域連線圖示上按右鍵選按『內容』選項，以開啟區域連線內容交談窗

電腦中所安裝的通訊協定

按此鈕，可安裝其它的通訊協定及網路元件

勾選此項，區域連線圖示即會顯示在通知區域內



按此鈕，可檢視所選取通訊協定的詳細內容

按此鈕，可移除已安裝的通訊協定及網路元件



課後評量

一、選擇題

- () 1. 下列哪一種通訊方式是屬於全雙工 (Full-duplex) 的傳輸？ (A)使用電話交談
(B)電視機播放節目 (C)廣播電台播放節目 (D)使用無線電對講機交談。
- () 2. 每當發生重大新聞事件時，電視台業者通常都會透過 SNG 連線，提供民眾即時的現場報導，請問 SNG 連線是採用下列哪一種傳輸媒介來傳遞即時的新聞畫面？ (A)微波 (B)紅外線 (C)光纖 (D)雙絞線。
- () 3. 一般電視遙控器是利用何種傳輸媒介來傳送訊號給電視？ (A)紅外線 (B)微波
(C)雙絞線 (D)同軸電纜。
- () 4. 若要將學校電腦教室內的數十台電腦架設為「主從式網路」，我們可以選擇安裝下列哪一套作業系統來作為網路作業系統？ (A)Windows Vista (B)Linux (C)
Windows XP (D)Windows 98。
- () 5. 在區域網路中，可安裝下列哪一種設備，讓數部電腦共同分享一部高速雷射印表機的資源？ (A)交換式集線器 (B)閘道器 (C)路由器 (D)列印伺服器。
- () 6. 若要連接兩個不同的網路區段，且具有選擇資料傳輸路徑的功能，則使用下列哪一種連結裝置最合適？ (A)路由器 (router) (B)交換式集線器 (switching hub)
(C)中繼器 (repeater) (D)數據機 (modem)。
- () 7. 下列哪一種網路拓樸會因區域網路上的某一部電腦出了問題，而導致區域網路中所有的電腦都無法傳送及接收資料？ (A)星狀網路 (B)環狀網路 (C)匯流排網路 (D)網狀網路。
- () 8. 下列哪一種設備是架設星狀網路必備的元件？ (A)終端子 (B)T 型接頭 (C)印表機 (D)交換式集線器。
- () 9. 若要將 45 台電腦，以具有 12 個連接埠的交換式集線器連接成一個星狀網路，則至少需要幾台交換式集線器設備？ (A)4 (B)5 (C)6 (D)7。
- () 10. 網路上的電腦要能夠相互交換訊息，雙方必須採用相同的 (A)通訊協定 (B)
通訊線路 (C)區域網路 (D)數據機。
- () 11. 用來強化傳輸訊號的中繼器，其功能是屬於 OSI 7 層架構中的哪一層？ (A)實體層 (B)資料鏈結層 (C)網路層 (D)傳輸層。

- ()12. 在 OSI 7 層架構中，IP 協定所屬層級為 (A) 資料鏈結層 (B) 網路層 (C) 傳輸層 (D) 應用層。
- ()13. 下列何者是網際網路 (Internet) 使用的通訊協定 (Protocol) ? (A) FTP (B) HTTP (C) WWW (D) TCP/IP。
- ()14. 為了行車安全，政府經常宣導汽車駕駛員在汽車行進中，要以配戴無線耳機的方式來接聽手機電話。請問目前用於手機的無線耳機大多是採用下列哪一種通訊協定來進行資料傳輸的工作？(A) IEEE 802.11b (B) Bluetooth (C) DHCP (D) FTP。
- ()15. 下列有關藍牙技術的敘述，何者正確？(A) 使用紅外線傳輸 (B) 有傳輸夾角的限制 (C) 可充當短距離無線傳輸媒介 (D) 為虛擬實境的主要裝置。

二、多元練習題

- 網路上傳輸的資料、傳輸媒介、連結裝置及通訊協定都是資料通訊中相當重要的要件，若我們使用下面 4 個與高速公路相關的事物來比喻，則其分別代表資料通訊中的哪一個要件？
 - a. 網路上傳輸的資料
 - b. 傳輸媒介
 - c. 連結裝置
 - d. 通訊協定

例如：高速公路 → _____ b _____。

- (1) 高速公路上的車輛 → _____。
 - (2) 行駛高速公路所應遵守的交通規則（例如：車速限制、保持安全距離、路肩不能行駛……等）→ _____。
 - (3) 高速公路上的交流道 → _____。

- 開啟學校電腦教室裡的電腦，查看電腦中安裝了哪些通訊協定？

- 提示：(1) 選按『開始 / 控制台』選項，開啟控制台視窗
- (2) 雙按網路連線圖示，開啟網路連線視窗
 - (3) 在區域連線圖示上按右鍵，選按『內容』選項，開啟區域連線交談窗

3. 下列幾種常見的通訊協定，哪些是屬於無線傳輸的通訊協定？（請以勾選作答）

TCP/IP

IEEE 802.11b

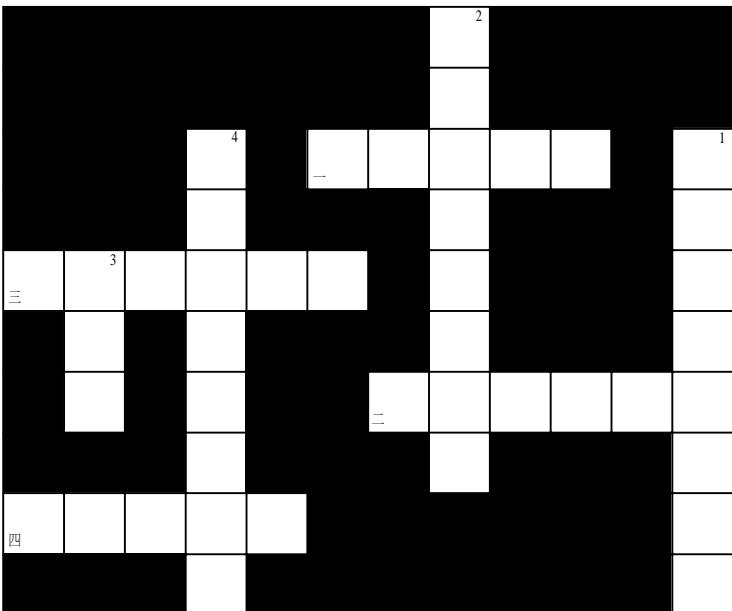
OSI

藍牙

CSMA/CD

token passing

4. 在本章我們學到許多網路知識，對於網路方面的英文專有名詞，你記住了幾個呢？大家來比一比，看誰寫的又快又正確！



直的提示：

- 1、可連接範圍橫跨全球的超大型廣域網路
- 2、用來增強傳輸訊號，以延伸訊號傳輸距離的裝置
- 3、由國際標準組織制定的網路通訊標準
- 4、是依照網際網路的架構建構而成的企業內部用網路

橫的提示：

- 一、現行網際網路使用的通訊協定
- 二、網路上負責監控網路、驗證使用者身份及提供各項服務的電腦
- 三、提供資料傳輸路徑選擇的裝置
- 四、轉換數位訊號及類比訊號的裝置