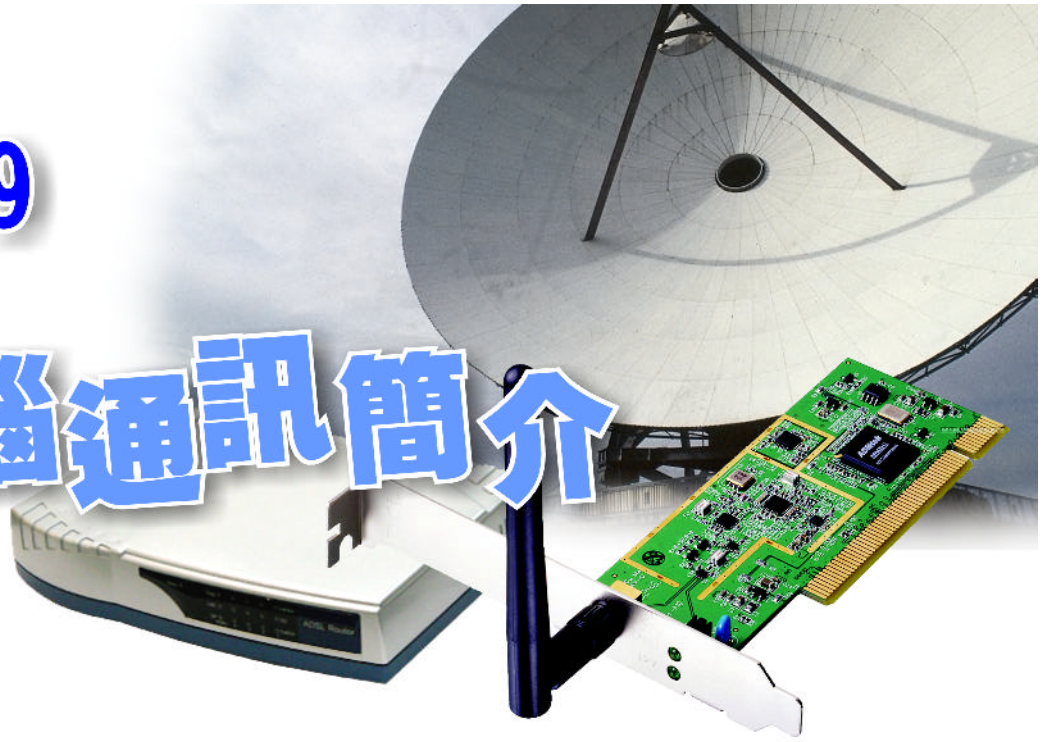


單元 9

電腦通訊簡介



單元目標

- ☑ 建立電腦網路與協定的基本觀念。
- ☑ 認識網路傳輸媒體與拓樸。
- ☑ 認識乙太網路與無線區域網路標準。

網路特性

1. 檔案共享：使用者依其權限可以存取網路上其他電腦中的程式或檔案。
2. 資源共享：網路上的電腦可以共用有限的硬體資源，如印表機。
3. 傳遞訊息：藉由網路的幫助，人們可以互通訊息並快速交換有用的資訊。
4. 方便管理：透過適當的網路架構，可以更有效率地控管多台電腦。

9-1 電腦網路的基本概念

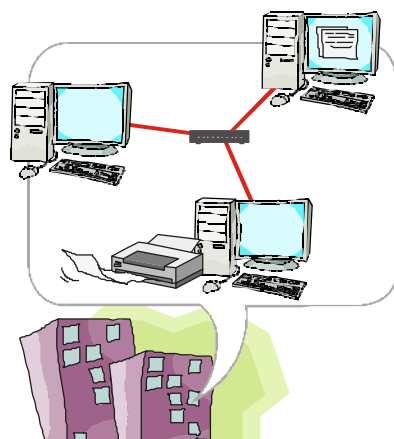
為了滿足資訊交換的需求，人們將二部以上的電腦連接形成**網路**（network），並進而將數個網路連接成一個大型的網路系統，藉此達成資源共享與傳遞訊息的目的。

9-1.1 區域網路與廣域網路

若依照網路在地理區域上的規模進行區分，一般可大略分為「區域網路」與「廣域網路」。

✓ 區域網路

區域網路 (local area network , LAN) 指的是直接以電纜線將小範圍內的電腦與共享設備連接起來所形成的網路 (如圖 9-1.1) , 它所涵蓋的範圍通常在十公里以內 , 例如學校電腦教室或是企業辦公大樓等。



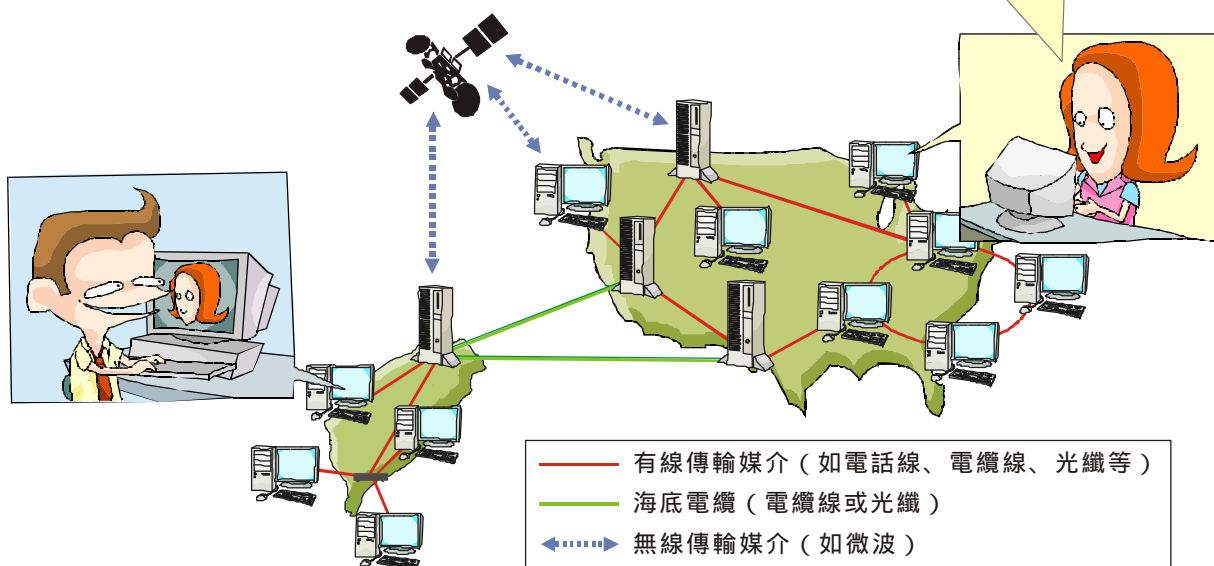
✓ 廣域網路

廣域網路 (wide area network , WAN) 指的是大範圍的網路系統 , 它通常由許多不同的區域網路連接組成 , 涵蓋的範圍可能包含一整個甚至數個國家 , 所以它的傳輸媒介除了直接連接的電纜線外、也可能利用電話線、光纖、微波或是通訊衛星...等來傳遞資料 (如圖 9-1.2) 。

例如台灣學術網路 (Taiwan Academic Network , TAnet) 是民國 79 年 7 月由各主要國立大學及教育部所共同建立的一個全國性電腦網路 , 它的主要目的是為了支援全國各級學校及研究機構間之教學研究活動 , 可謂台灣地區廣域網路最具代表性的例子。至於網際網路 (Internet) 則可視為一個「超大型」的廣域網路 , 其中包含全世界難以數計的大小網路系統 , 而且每天都在不斷增加當中。

圖 9-1.1
區域網路示意圖。

圖 9-1.2
廣域網路示意圖。



9-1.2 網路上的訊息傳遞方式

在廣域網路上，為了使各節點能夠共用有限的線路來傳遞資料，人們發展出分封交換 (packet switching) 的技術：

要傳遞的資料時會先分割為許多固定長度的封包 (packet)，每一封包中除資料外還包含用以標明封包的起始結束、傳送位址與錯誤控制等的標頭與標尾資訊，如圖 9-1.3。

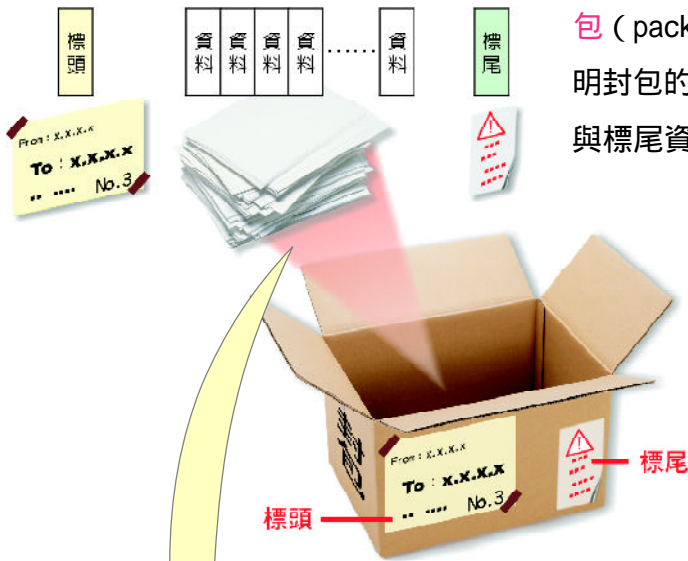


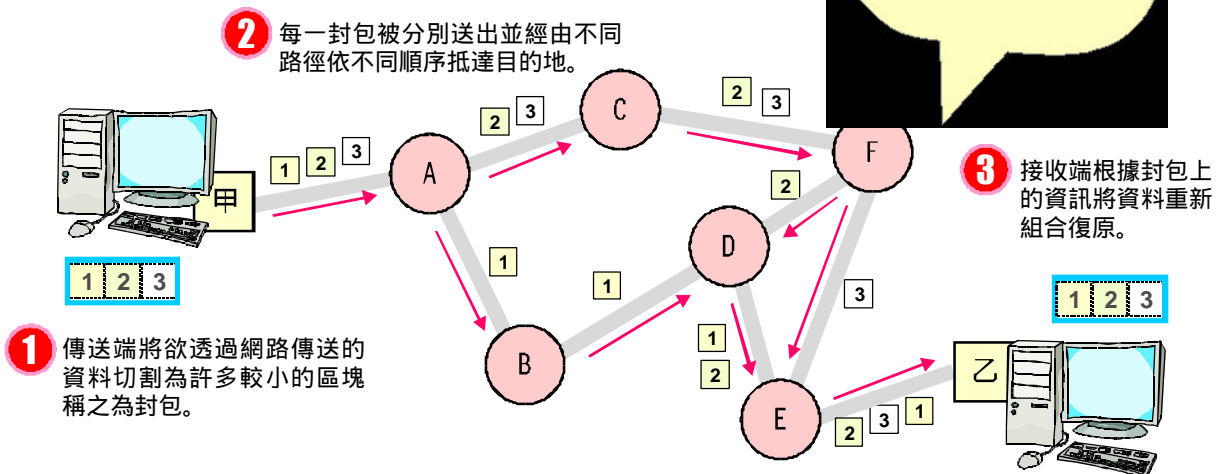
圖 9-1.3

封包結構示意圖。

這些封包被分別送出並可能經由不同路徑依不同順序抵達目的地，如圖 9-1.4，但接收端可根據封包上的資訊將資料重新組合復原，此外，由於每一線路皆可傳遞來自不同使用者的封包，如此不但可以避免佔線問題，提高線路使用率並增加整體傳輸速度，而且當某段線路故障時，封包也可自行選擇其他路徑而增加傳送的可靠性。

圖 9-1.4

封包傳送示意圖。



1 傳送端將欲透過網路傳送的資料切割為許多較小的區塊稱之為封包。

2 每一封包被分別送出並經由不同路徑依不同順序抵達目的地。

3 接收端根據封包上的資訊將資料重新組合復原。

9-1.3 協定堆疊與 OSI 模型

✓ 何謂協定？

為了讓網路上不同類型的電腦可以互相溝通，大家制訂了一套共通規則，並依此規則來建立、維持或終止設備間的資料傳輸工作，這套規則便稱為**協定**（protocol）。

✓ OSI 模型

由於網路傳輸工作的範圍很廣，不是單一的協定就能規範清楚，因此 ISO 國際標準組織規範出一個開放式系統連接模型（open system interconnection model，**OSI model**），此模型共分七層，涵蓋了由應用程式到實體設備等各個層面（如表 9-1.1）。

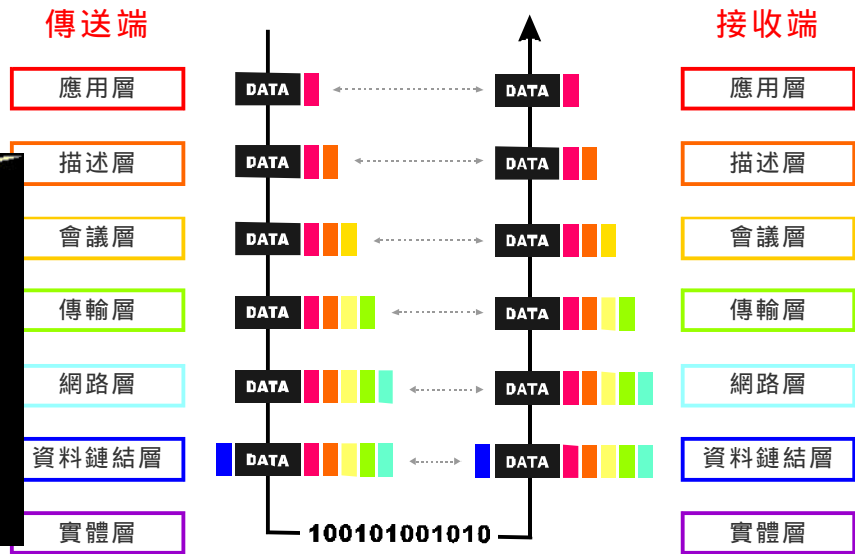
■ 表9-1.1
OSI模型各層主要功能簡介。

OSI 運作層	說 明
應用層 (application)	負責應用程式與網路間的溝通工作。
描述層 (presentation)	轉換資料格式，例如文字編碼與解碼、資料壓縮與解壓縮等。
會議層 (session)	協調發送端與接收端間的資料交換方式。
傳輸層 (transport)	負責將資料切割為許多區段，並確保資料的傳輸品質與正確性。
網路層 (network)	負責建立、維護及終止連線，並將多個資料區段組成封包後選擇最佳路徑傳輸。
資料鏈結層 (data link)	藉由錯誤偵測與錯誤更正的功能，確保實體層資料的正確性。
實體層 (physical)	將資料轉換為電子訊號並透過實體媒介傳遞。

當資料傳送時，傳送端會從最高層起逐層在原有的封包上加上相關資訊再傳送至下一層，而當封包轉為電子訊號經由實體網路送達接收端後，接收端的各通訊協定再由最底層起逐層拿掉屬於該層的資訊，並將封包送往上層直到最高層為止，如圖 9-1.5。

同級協定

OSI模型中的各層協定就有如國家間的外交層級般，不同層級的外交官主要只和對方相同層級的外交官進行交涉。



9-1.4 TCP/IP 協定簡介

網際網路盛行使 TCP/IP 協定成為目前最多人使用的協定，它其實是一系列協定的組合 (TCP/IP suite)，以下僅簡單介紹其中幾個常見的協定。

✓ 傳輸控制協定 TCP

當傳送資料時，傳輸控制協定 (transmission control protocol, TCP) 會指定特定的連接埠 (port) 並與接收端建立連線，然後將資料切割為許多區段再透過下層協定 (如 IP) 送出，如圖 9-1.6。而接收端的 TCP 收到封包後，會逐一撥開封包並嘗試將之組合為原來的資料，根據封包內的資訊，TCP 可以知道是否已經收到完整的資料，一旦接收完畢，便會發出一個訊息告訴發送端停止重複發送的動作。

✓ 網際網路協定 IP

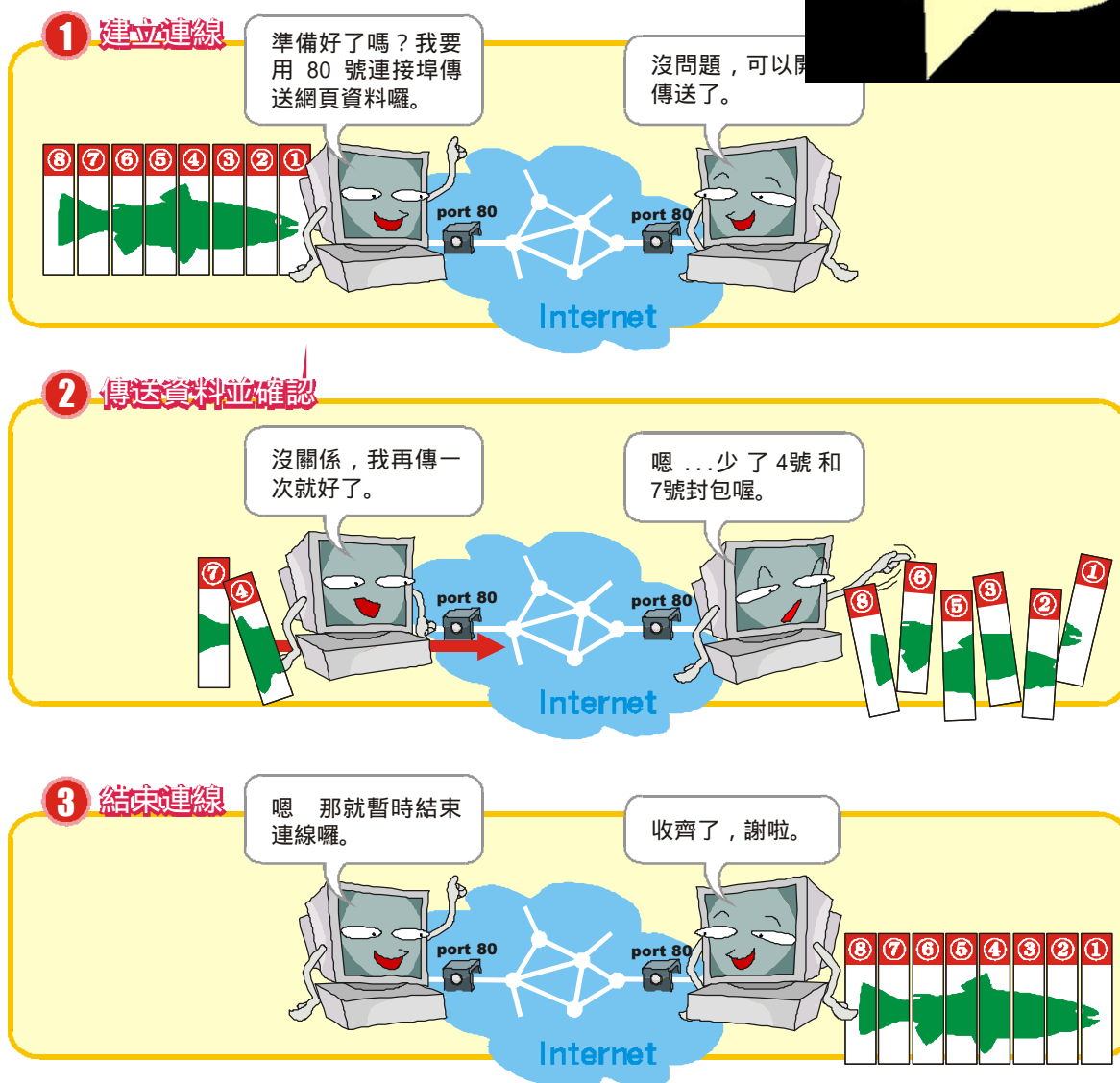
網際網路協定 (internet protocol, IP) 會將資料區段打包成封包，然後加上編號、IP 位址等標頭資訊後選擇

連接埠

連接埠 (port) 有點像專屬信箱，不同協定的應用程式會使用特定編號的連接埠傳送或接收資料，例如 FTP 的預設連接埠編號是 20 及 21、TELNET 是編號 23、SMTP 是編號 25、HTTP 是編號 80 等。

有利路徑分送出去，當然，有些封包可能會「迷路」或損壞，但 IP 會不斷重複投送的工作直到上層協定（如 TCP）告訴它對方已經收到為止。

圖 9-1.6
TCP 與 IP 協定運作示意圖。



✓ 郵件傳輸協定 SMTP、POP3 與 IMAP

簡易郵件傳輸協定 (simple mail transfer protocol, SMTP) 是負責將電子郵件由郵件伺服器傳送至另一個郵件服务器的傳輸協定，而 POP3 (post office protocol 3) 與

IMAP (internet message access protocol) 則是負責郵件伺服器與用戶端間的電子郵件傳送協定，如圖 9-1.7。

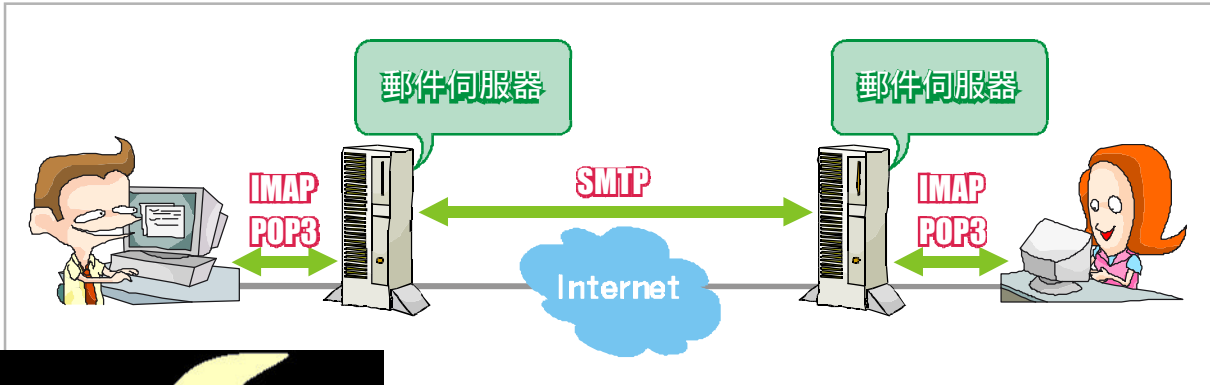


圖 9-1.7

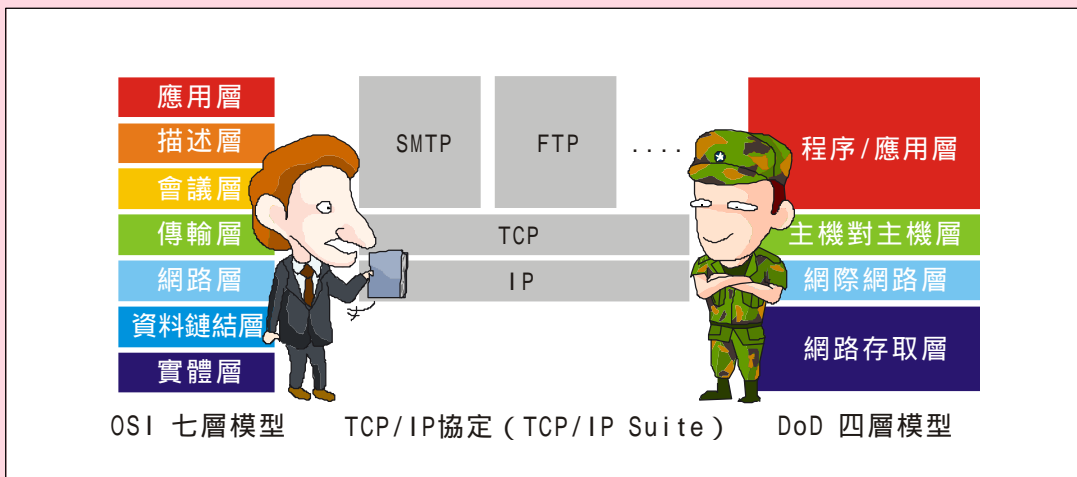
郵件傳輸協定運作示意圖。

☑ 檔案傳輸協定 FTP

檔案傳輸協定 (file transfer protocol, FTP) 規範了二台電腦間彼此瀏覽、下載 (download) 與上傳 (upload) 檔案時必須遵守的規則。

TCP/IP協定與OSI模型間的對應關係

TCP/IP協定的設計早於OSI模型，是根據美國國防部 (Department of Defence, DoD) 所訂定的四層模型，但我們仍可將之約略對應至OSI七層模型，如下圖。



OSI 七層模型 TCP/IP協定 (TCP/IP Suite) DoD 四層模型

9-2 網路傳輸媒體與拓樸

9-2.1 有線傳輸媒體

常見的有線傳輸媒體包括**雙絞線** (twisted pair)、**同軸電纜** (coaxial cable)、**光纖** (fiber optics) 等，如圖 9-2.1。表 9-2.1 則簡單列出三者的差異比較。

其中雙絞線由二根絕緣銅線纏繞在一起而得名，是目前最常見的網路傳輸線，依其傳輸速度可分為不同等級，例如傳輸速度最慢的等級 1 就是一般所使用的電話線，而等級 5 以上則可提供 100 Mbps 以上的傳輸速度。

同軸電纜由非導體物質圍繞中央的金屬導體而成，因此隔絕電磁干擾的效果較雙絞線優良。同軸電纜以 RG 值區別口徑粗細，RG 值愈低代表口徑愈粗，例如用於粗線乙太網路的 RG-11，用於細線乙太網路的 RG-58，以及一般有線電視常用的 RG-59 等。

光纖則是由玻璃細絲構成的通訊線路，以傳送光波的方式來傳遞資料，主要用於遠距離或跨國性的**骨幹網路** (backbone)，不過近來由於光纖價格降低，因此許多區域或大型建物也都改用光纖作為傳輸媒體。



← 表 9-2.1
常見的有線傳輸媒體。

有線媒體	接頭型式	價格	電磁干擾	傳輸距離
雙絞線 twisted pair	RJ-11 (電話線) RJ-45 (網路線)	低	易	短
同軸電纜 coaxial cable	BNC (細線) AUI (粗線)	中	不易	中
光纖 fiber optics	ST	高	無	長

圖 9-2.2

位處高處的微波中繼站。



圖 9-2.3

具備RJ-45接頭的網路卡
可用以連接雙絞線。



9-2.2 無線傳輸媒體

常見的無線傳輸媒體包括無線電波 (radio waves)、微波 (microwave)、紅外線 (infrared) 等。

其中無線電波沒有方向性限制又可以穿透一定程度的障礙物，因此成為無線網路中相當重要的一種傳輸媒介，例如行動電話、藍芽、無線區域網路等都是使用無線電波傳輸資料的例子。

微波則是一種高頻無線電波，但由於地球呈圓球狀而微波必須直線前進，因此需在高山上設置微波中繼站（如圖 9-2.2）以繞過阻礙並增加傳輸距離，或是利用衛星來接收與傳送微波。

至於紅外線則是一種利用光波來傳輸資料的媒介，因此傳輸路徑中不能有阻礙，例如筆記型電腦或 PDA 可透過紅外線將資料傳輸至印表機中印出。

9-2.3 網路卡

當資料經由傳輸媒體到達電腦時，便需藉由網路卡 (network interface card, 簡稱 NIC) 接收並將信號轉換為電腦可以處理的格式；同樣的，當電腦送出資料時也必須藉由網路卡將資料轉換為可在媒體上傳輸的資料信號。一般選擇網路卡除了考量其匯流排介面能否與主機板配合外，也需視使用線材挑選具備合適接頭的網路卡，如圖 9-2.3 為 RJ-45 接頭的網路卡。不過由於網路需求日益增加，現在的主機板都會直接內建網路插孔，筆記型電腦也大都直接支援無線網路功能。

值得注意的是，每張網路卡都有一個唯一的編號稱之為 **MAC 位址** (Media Access Control Address)，例如 00-AA-00-59-65-71，由於這是直接燒錄在網路卡上的編號，因此也稱為**實體位址**。藉由 MAC 位址與 IP 位址 (IP 位址的說明請參閱單元 10) 的幫助，網路上的封包才能找出正確的接收端電腦。

9-2.4 網路拓樸

網路**拓樸** (topology) 指的是網路上各裝置實際連接的方式，不同的拓樸會影響傳輸媒體與介面卡的選用，在安裝設計上也有所不同，例如：

✓ 星狀拓樸

星狀 (star) 拓樸由一中央裝置 (通常是**集線器**，**hub**) 與連接在四周的設備所組成，資料則必須透過中央裝置統一管理傳遞。好處是擴充容易且單一設備故障並不會影響整個網路，但一旦中央裝置故障則會使整個網路停擺，如圖 9-2.4。

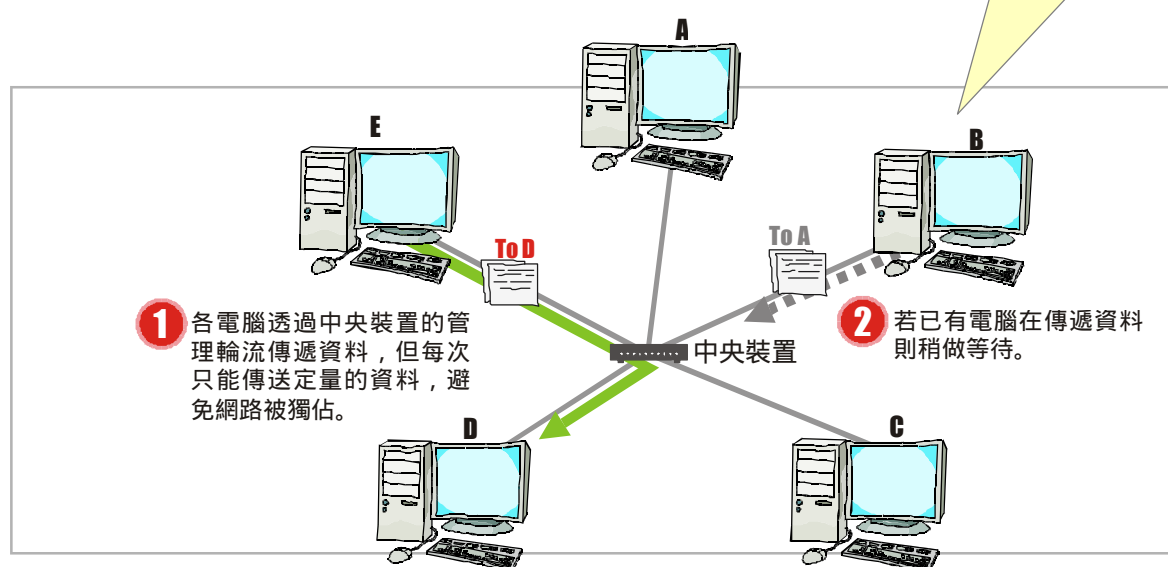
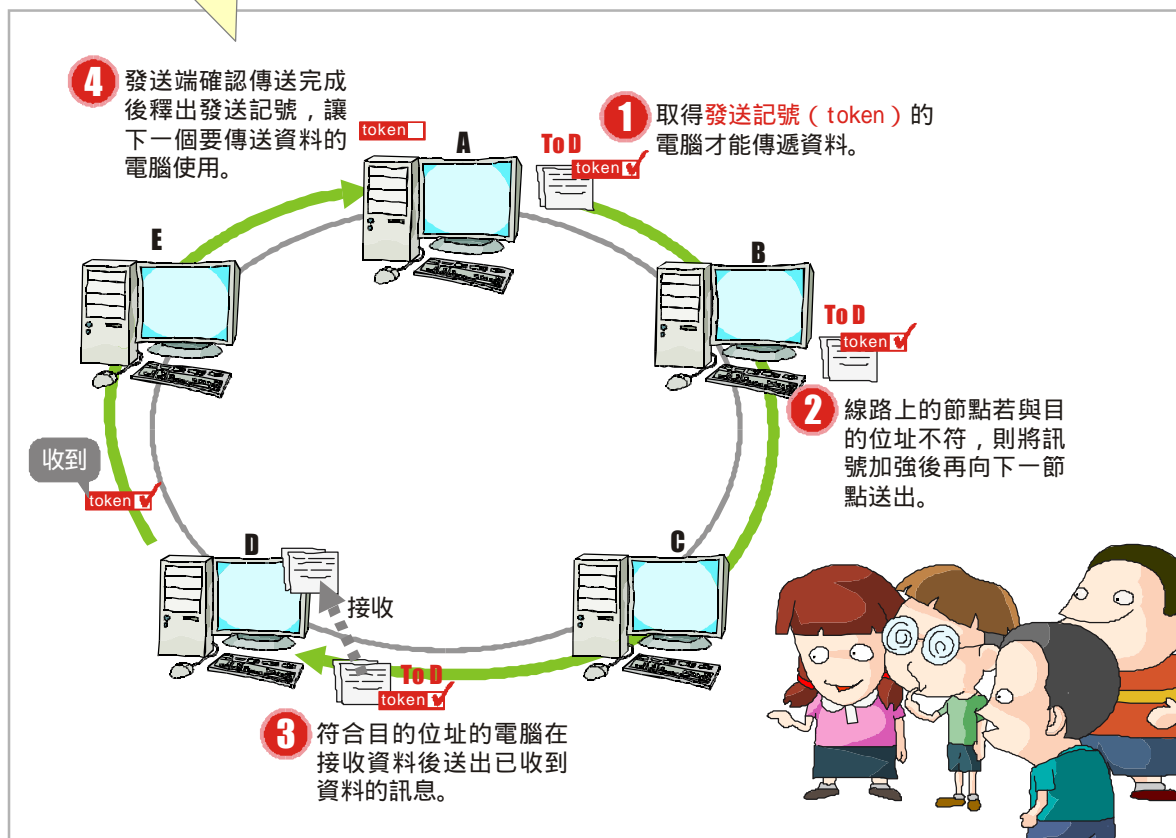


圖 9-2.4

星狀拓樸示意圖。

圖 9-2.5

環狀拓樸示意圖。



資訊碰撞

所謂資訊碰撞是指因為網路中二個以上的節點同時發出訊息而使資料傳輸產生「碰撞」的狀況。這時網路上的所有節點會收到通知並暫時停止傳輸工作，依一定規則各自等待一小段時間後才再次嘗試傳輸資料。

匯流排拓樸

匯流排 (bus) 拓樸以一條線路來連接所有的節點，線路二端結尾處則需以終端電阻 (terminator) 來結束佈線。電腦送出資料時會向線路二端傳送至所有電腦，如圖 9-2.6，優點是新增或刪除某一節點不會影響到網路上的其他電腦，但是當網路資料流量大時會比較容易產生資訊碰撞 (collision) 的問題。

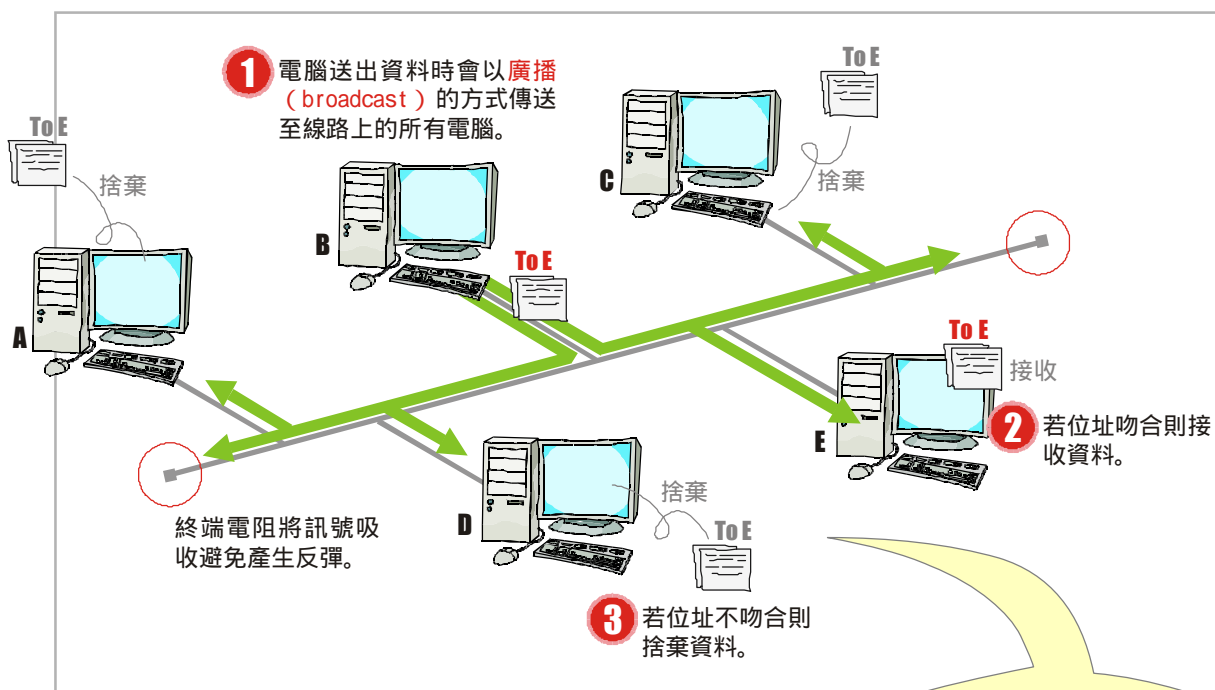


圖 9-2.6 匯流排拓樸示意圖。

9-2.5 乙太網路與無線區域網路標準

IEEE 802 系列標準是由美國電機電子工程師協會 (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) 針對信號調變、通信媒體、存取方式、網路連接型態等所規範出來的一系列共用標準，其中有許多標準都被業界普遍使用與支持，我們僅就常見者簡單介紹如下。

✓ 乙太網路(規範於 IEEE 802.3)

乙太網路 (Ethernet) 是目前很受歡迎的區域網路標準之一，它定義了網路在實體層與資料鏈結層的相關運作模式，例如線材、頻寬、距離、拓樸、資料存取方式...等，如表 9-2.2。

乙太網路的運作方式

雖然乙太網路在實體連接上有匯流排與星狀二種不同拓樸，不過在資料傳輸的邏輯觀點上來說，乙太網路都是採用匯流排拓樸的方式傳輸資料。

■ 表9-2.2 常見的乙太網路規格。

規格	速率	距離	拓樸	線材	其他說明
10Base5	10 Mbps	500 公尺	匯流排	RG-11同軸電纜	又稱「粗線乙太網路」
10Base2	10 Mbps	約 200 公尺	匯流排	RG-58同軸電纜	又稱「細線乙太網路」
10BaseT	10 Mbps	100 公尺	星狀	UTP雙絞線	又稱「雙絞線乙太網路」
100BaseTX 100BaseT4	100 Mbps	100 公尺	星狀	category 5 雙絞線	高速乙太網路 (Fast Ethernet)
100BaseFX	100 Mbps	2 公里	星狀	光纖	高速乙太網路 (Fast Ethernet)
1000BaseT	1000 Mbps (1 Gbps)	100 公尺	星狀	category 5E 雙絞線	超高速乙太網路 (Gigabit Ethernet)

註1：Base 代表使用基頻傳輸。

註2：有時為方便標記會以 100BaseX 統稱 100BaseTX、100BaseT4、100BaseFX 等100 Mbps 的乙太網路標準。

✓ 無線區域網路(規範於IEEE 802.11)

隨著 PDA、筆記型電腦和其他設備的大量普及，無線區域網路也愈來愈被廣為使用，而相關標準則以 IEEE 802.

■ 表9-2.3

11 與 802.16 系列最受到重視，如表 9-2.3。

常見的無線區域網路標準。

規 格	說 明
IEEE 802.11b	802.11b 使用 2.4 GHz 的頻段，資料傳送速度可達到 11 Mbps，傳輸距離則為 100 公尺甚至更遠，是目前市面上最多無線網路產品使用的標準。
IEEE 802.11a	802.11a 的資料傳送速度可達 54 Mbps，傳送距離則可支援到 50 公尺，但由於使用 5.2 Ghz 的頻段，因此與 802.11b 不相容且相關設備價格較高。
IEEE 802.11g	802.11g 使用 2.4 GHz 的頻段，能與 802.11b 產品相容、安全性較高且資料傳送速度可達到 54 Mbps，也是目前使用很普遍的一種標準。
IEEE 802.16a	2004 初制訂且獲 Intel 大力支持的新標準，理論傳輸距離可達 50 公里，資料傳輸速度可達 70 Mbps，由於傳輸距離長、速度快，目前被視為無線廣域網路的重要標準。

註：802.11 系列標準被統稱為 Wi-Fi ，802.16 系列標準則被稱為 WiMAX 。