

電腦網路的架構

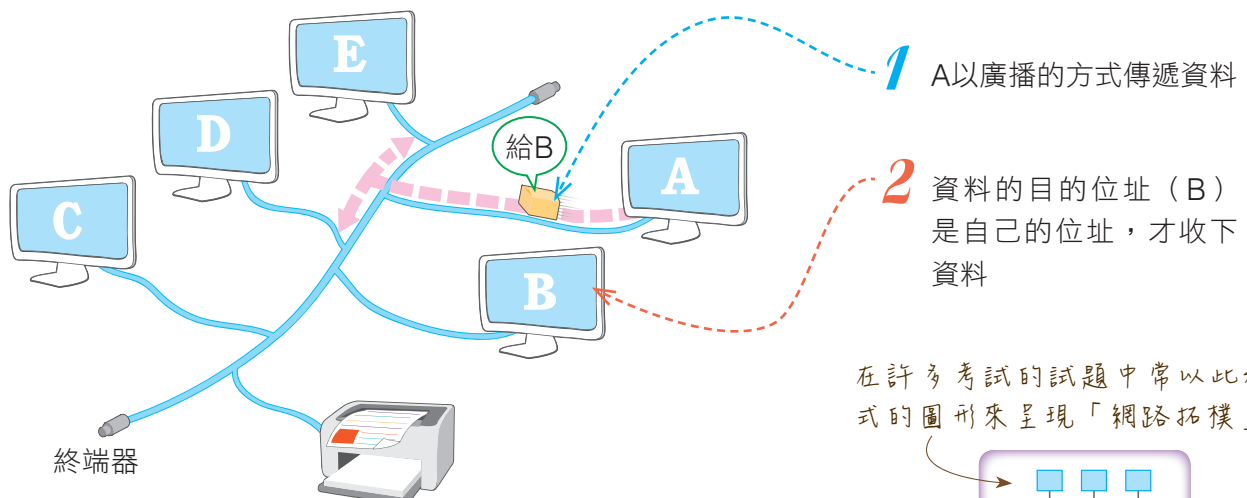
網路科技的發達使得網路的應用與現代人的生活越來越密切。你知道電腦是如何彼此溝通的嗎？網路上的資料是如何正確地傳送到目的地呢？認識網路拓樸、網路架構及網路資料交換技術，就可以瞭解電腦之間是如何溝通、如何傳送資料。

13-1 網路拓樸

在多數的球類運動，如籃球、足球、橄欖球等多人組成的球隊比賽中，各隊常會運用不同的戰術，而排出不同的「隊形」，以達到「傳球」→「得分」的最佳戰果。在電腦網路中，我們也可以配合實際的需求，採用不同的網路實體連結架構——**網路拓樸**（network topology），來建構猶如球隊比賽的隊形，以便於「傳送資料」到「目的地」。常見的網路拓樸有以下5種。

匯流排拓樸

匯流排（bus）**拓樸**是使用一條電纜線來連接多部電腦與相關設備，在纜線的頭、尾需加裝**終端器**（terminator），使訊號在傳送到兩端時可即刻停止，以避免干擾後續的資料傳輸（圖13-1）。此種網路是採用**廣播**的方式來傳送資料，收到資料的電腦，會依據資料的目的位址來作判斷，若是自己的位址即收下資料；否則捨棄資料。



▲ 圖13-1 匯流排拓樸的连接架構圖



匯流排拓樸的優、缺點如下：

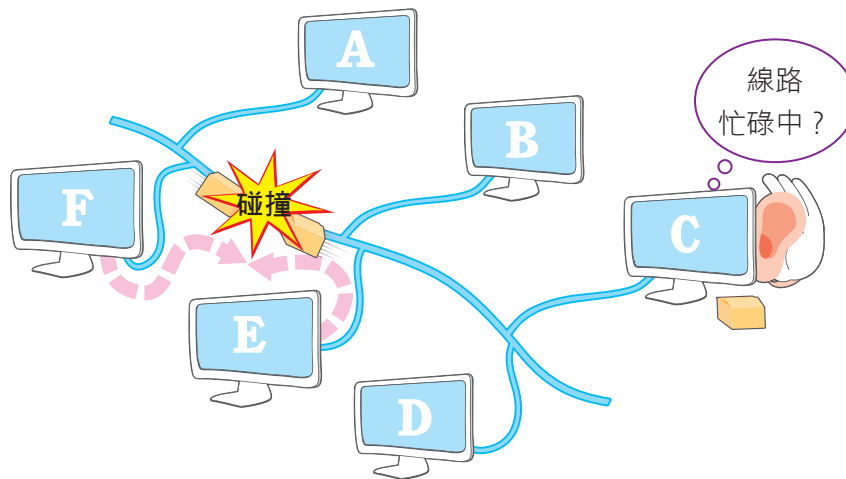
- ☺ **優點**：安裝及擴充容易，且架設成本低。
- ☹ **缺點**：當有許多節點要同時傳送資料時，傳輸效率會大幅降低。

課外閱讀

降低資料碰撞的機率－CSMA / CD機制

採用廣播的方式來傳遞資料，當同一傳輸線路上有兩部以上的電腦設備（稱**節點**）同時傳遞資料時，便會發生**碰撞**（collision）的情形，而造成資料傳輸失敗。

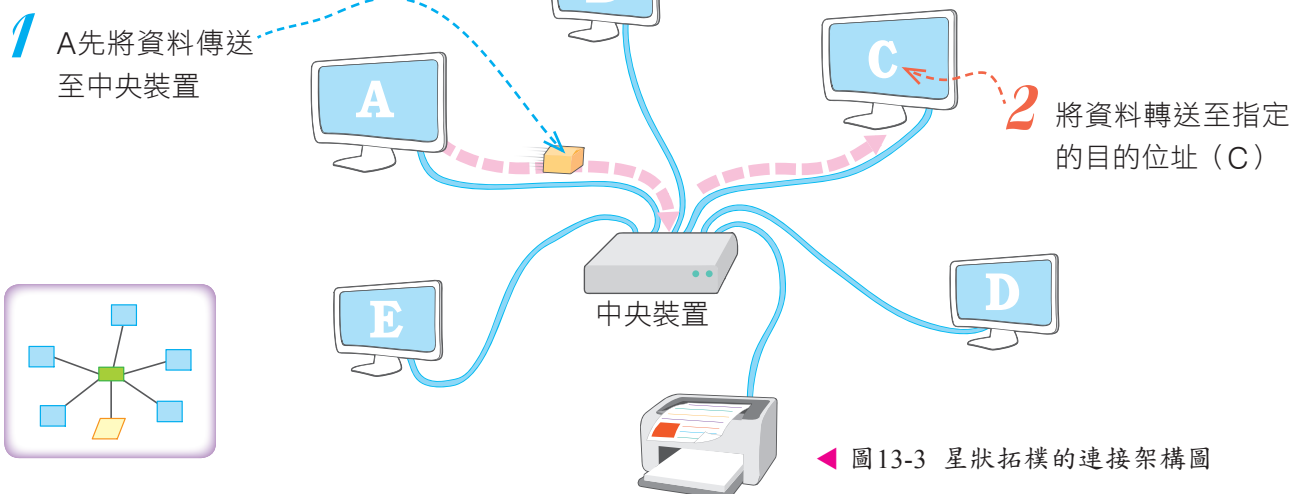
CSMA/CD（**C**arrier **S**ense **M**ultiple **A**ccess/**C**ollision **D**etection, 載波偵測多重存取 / 碰撞偵測）機制，可降低資料碰撞的機率。採用此種機制的網路，在傳送資料前會先確認傳輸線路上沒有資料正在傳輸，才送出資料。但若兩個節點都偵測到網路沒有資料正在傳送，仍可能因同時送出資料而產生資料碰撞（圖13-2），此時，這兩個要傳送資料的節點，必須各自隨機等待一段時間，再重新送出資料。



▲ 圖13-2 資料碰撞示意圖

星狀拓樸

星狀（star）**拓樸**是以一台中央裝置（如交換器）為中心，來連接多部電腦與相關設備（圖13-3）。此種網路上的任一個節點要傳送資料給其他節點時，都須先將資料送至中央裝置，再由該裝置轉送至目的節點，例如電腦教室多半是採用此種網路拓樸。

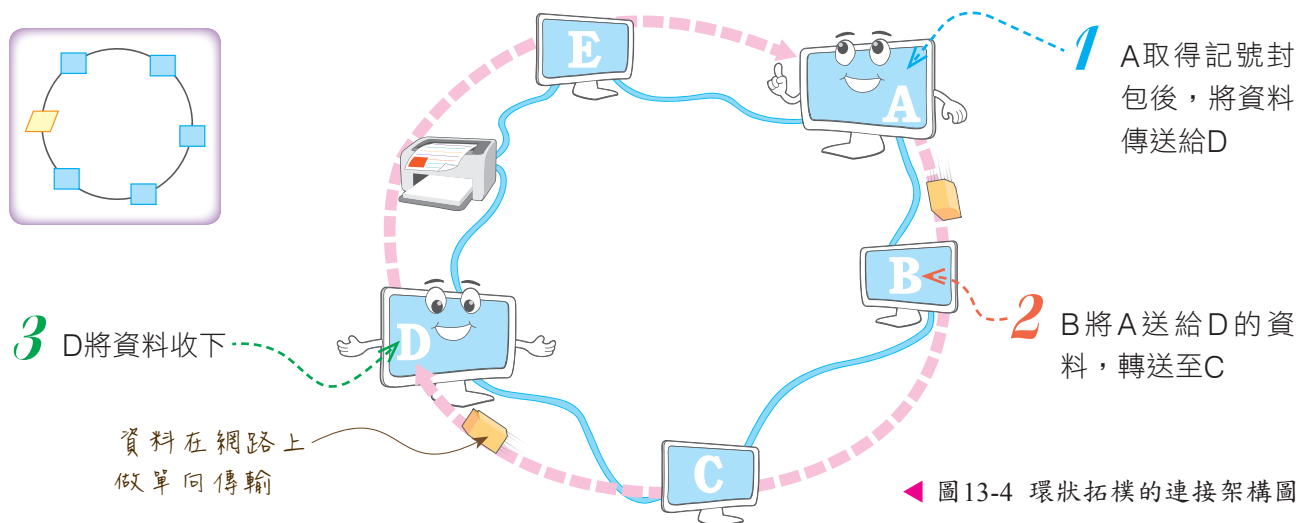


星狀拓樸的優、缺點如下：

- 🕒 **優點：**安裝及擴充容易，且架設成本較匯流排拓樸低。另外，由於星狀拓樸中每台電腦各自有獨立線路，故任一台電腦或線路故障，不會影響整個網路的運作。
- 🕒 **缺點：**若中央裝置故障，網路中所有電腦都將無法交換訊息。

環狀拓樸

環狀 (ring) 拓樸是將多部電腦與相關設備以纜線連結成封閉式迴路 (圖13-4)。此種網路是利用一個在各節點間環繞的**記號封包 (token packet)**，又稱為**權杖**，來決定節點資料的傳遞權限，取得記號封包的節點，才有權傳送資料。



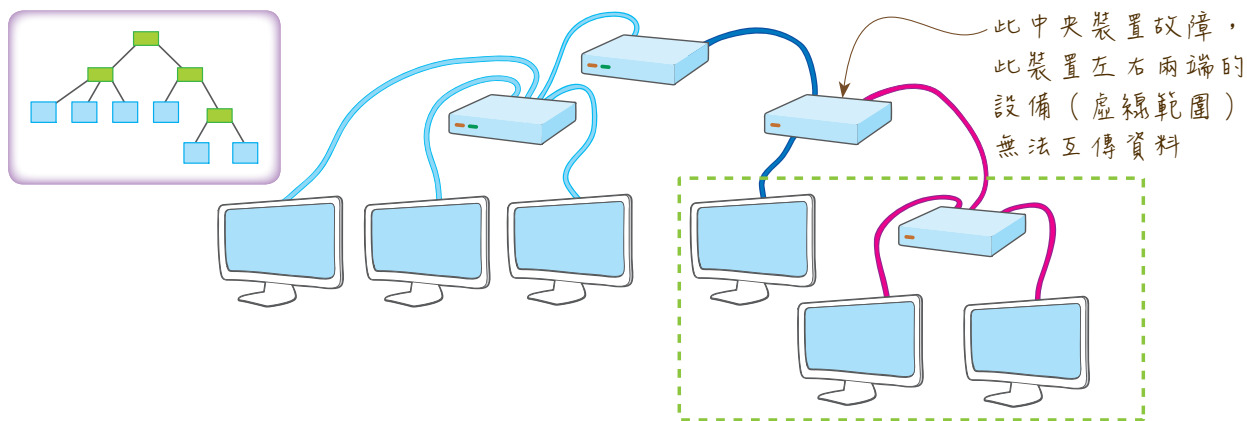
環狀拓樸的優、缺點如下：

- 🕒 **優點：**不會發生2個節點同時在傳輸線路上進行資料傳輸，而造成互相干擾的情形。
- 🕒 **缺點：**任一節點發生故障，即無法將封包資料繼續傳送到下一個節點，而造成整個網路癱瘓。



樹狀拓樸

樹狀 (tree) 拓樸是以階層式來連接多部電腦與相關設備。此種網路的任一個節點都可再分支出一個以上節點以連接電腦或設備，……依此類推，以形成階層式結構（圖13-5）。



▲ 圖13-5 樹狀拓樸的連接架構圖

樹狀拓樸的優、缺點如下：

🕒 **優點：**具有階層性，易於上層對下層進行管理與監控。

🕒 **缺點：**任一中央裝置（如交換器）故障，則與該裝置連結的電腦網路就無法運作。

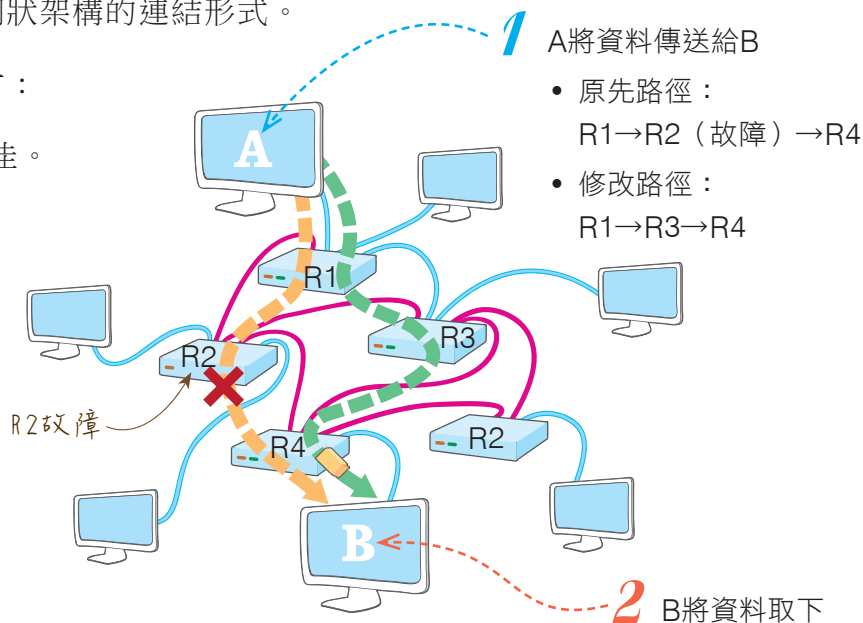
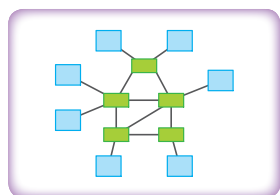
網狀拓樸

網狀 (mesh) 拓樸是指每個節點之間都有多條線路連結，所以若某個路徑不通，可改走其它路徑到達目的地，故網路穩定性高，但因為結構複雜，所以架設成本也較高（圖13-6）。**網際網路**就是一種網狀架構的連結形式。

網狀拓樸的優、缺點如下：

🕒 **優點：**網路穩定性較佳。

🕒 **缺點：**架設成本高。



▲ 圖13-6 網狀拓樸的連接架構圖



課外閱讀

乙太網路的規格及其使用的網路拓模

乙太網路（ethernet）是一種區域網路的標準，具有建置成本低、容易維護的優點。不同規格的乙太網路，會使用不同的網路拓模，例如10Base5使用的網路拓模為匯流排；10BaseT使用的網路拓模為星狀（表13-1），以下說明乙太網路規格中的英文數字代表的意義。

(<https://www.blackbox.com/>)



市售的乙太網路轉換器
（雙絞線至光纖）

100BASE-FX

資料的傳輸速率
代表每秒可傳輸
100 Mbps的資料

傳送訊號的技術
代表採基頻技術

英文代表採用的線材
代表光纖

▼ 表13-1 不同乙太網路規格及其使用的網路拓模對照

規格	網路拓模	使用線材	每段纜線最長距離	傳輸速率
10Base5	匯流排	粗同軸電纜	500公尺	10 Mbps
10Base2		細同軸電纜	200公尺	10 Mbps
10BaseT	星狀	雙絞線	100公尺	10 Mbps
100BaseT ^{註1}			100公尺	100 Mbps
100BaseFX		光纖	2公里以上 ^{註2}	100 Mbps
1000BaseSX			550公尺	1000 Mbps
1000BaseLX			5公里	1000 Mbps
10GBase SX			550公尺	10 Gbps
1000BaseT		雙絞線	100公尺	1000 Mbps
10GBaseT			100公尺	10 Gbps

100BaseT、100BaseFX屬於快速乙太網路（Fast Ethernet），1000BaseT、10GBaseT屬於十億位元乙太網路（Gigabit Ethernet）。

註1 100BaseT是使用雙絞線的快速乙太網路規格之統稱，其規格包含有100BaseTX、100BaseT2、100BaseT4等3種。

註2 不同種類的光纖，其最長的可傳輸距離不同。



節練習

1. 下列哪一種網路拓樸，是使用一條電纜線來連接所有的節點，纜線的頭、尾需加裝終端器，使訊號在傳送到兩端時可即刻停止？
(A)匯流排拓樸 (B)環狀拓樸 (C)星狀拓樸 (D)網狀拓樸。
2. 電腦教室內的5部電腦，若以雙絞線直接連至具有10個埠的集線器上，請問此種網路連線架構稱為 (A)匯流排拓樸 (B)星狀拓樸 (C)環狀拓樸 (D)半圓狀拓樸。 [商業類]
3. 請依據以下的乙太網路規格，寫出規格中英數字所代表的意義。

- ① 資料的傳輸速度：_____。
- ② 傳送訊號使用的技術：_____。
- ③ 採用的網路線材：_____。

<u>1000</u>	<u>Base</u>	<u>T</u>
①	②	③

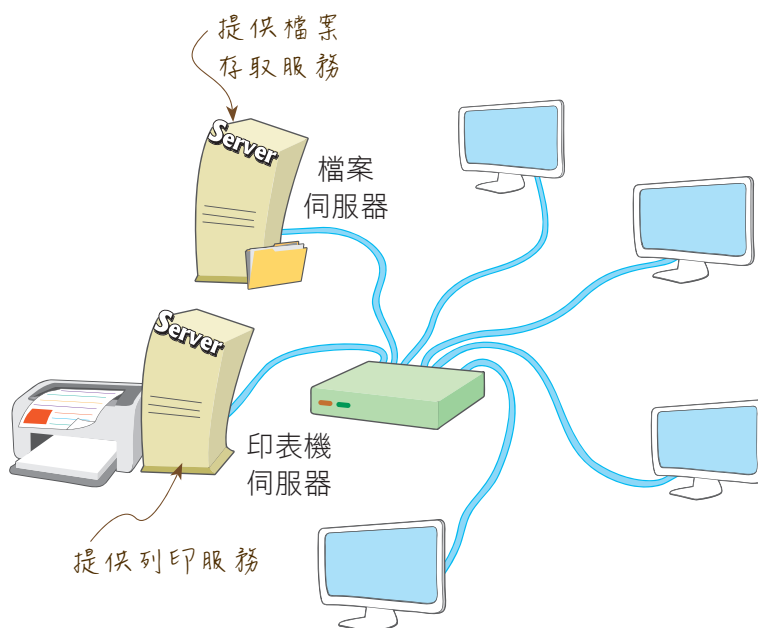
13-2 網路架構

網路依資源分享的方式可分為主從式及對等式兩種架構，說明如下。

主從式網路

主從式網路（client/server network）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）專門提供網路服務給其他電腦（client）使用（圖13-7）。

例如全球資訊網（WWW）、線上遊戲伺服器與多位玩家的電腦所構成的網路，即為主從式網路架構。

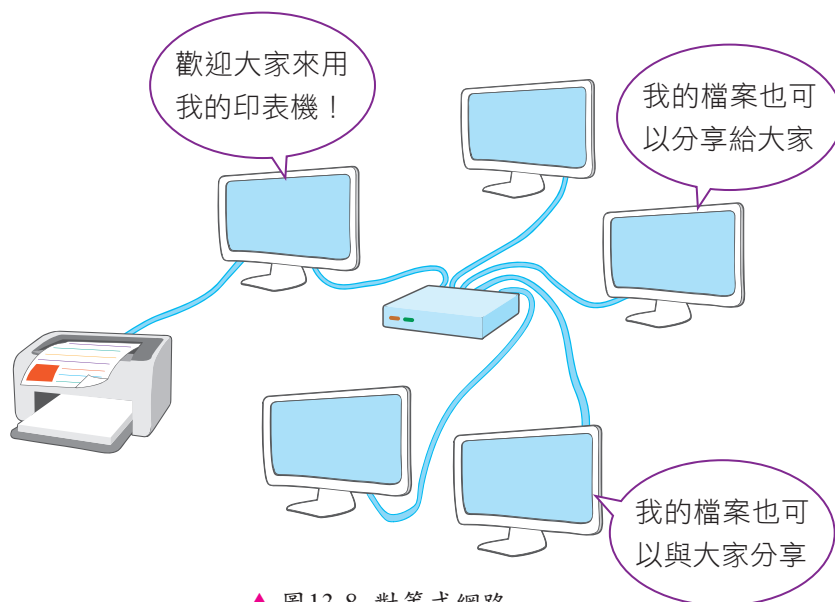


▲ 圖13-7 主從式網路



對等式網路

對等式網路（peer-to-peer network）又稱為同儕間網路，網路中每台電腦的地位都相等；每一台電腦都可以提供網路服務給其他電腦使用（圖13-8）。例如電腦教室中的電腦，透過Windows的「網路」視窗來分享彼此的資源，就屬於對等式網路架構。



▲ 圖13-8 對等式網路

TIP

主從式網路中的伺服器與電腦類似旅館櫃檯與房客，所有房客必須透過櫃檯來登記住房或退房；對等式網路中的電腦類似社區裡的住戶，彼此可以互相串門子。

主從式網路的資源是集中存放在伺服器上，在存取及管理上較對等式網路來得容易，但架設成本較高。

以上兩種類型的網路架構，我們可視資源分享的需求，選用合適的網路架構。例如在辦公室中，如果只是要讓多部電腦彼此分享資源，可使用對等式網路架構；如果需要其中一部或多部電腦設備，專門扮演提供檔案或列印等服務的角色，則可使用主從式網路架構。在國際網路上，此兩種網路架構是並存的。

節練習

1. 『聯合新聞網』網站提供各類新聞，可供網友隨時上網瀏覽，請問以網路資源分享方式的角度來看，上述情境所構成的網路，歸屬為哪一種網路架構最恰當？
(A)主從式網路 (B)對等式網路 (C)環狀拓樸 (D)匯流排拓樸。
2. 在架設網路時，如果我們需要讓多部電腦可以彼此分享資源，可採用下列哪一種網路架構？ (A)主從式網路 (B)對等式網路 (C)環狀拓樸 (D)匯流排拓樸。
3. 主從式網路上的每台電腦都可以獨立運作，但其中會有一台或多台的 _____ 專門負責提供網路服務給其他電腦使用。

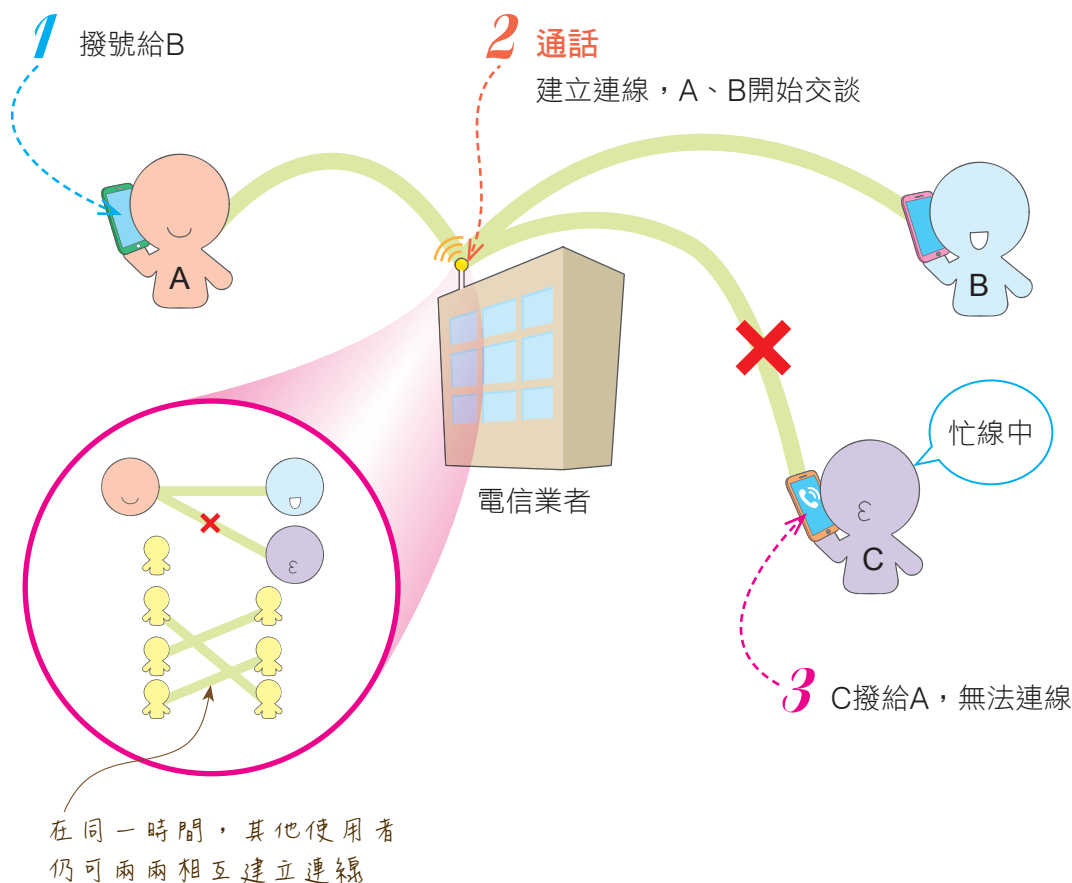


13-3 資料交換技術

電腦網路將分散在各地的電腦系統連接在一起，資料從傳送端傳輸到接收端，可能有數種甚至數千萬種的路徑可選擇；資料交換技術即是為了將資料正確且快速地傳送到接收端而制定的傳輸路徑管理方法。

電路交換

電路交換（circuit switching）必須先在傳送端及接收端之間建立實體的連接線路，然後才能傳送資料。此種技術在通訊尚未完成之前，通訊兩端間的線路不會開放給其他節點使用，例如A與B在通話時，C就無法撥打電話給A^註（圖13-9）。



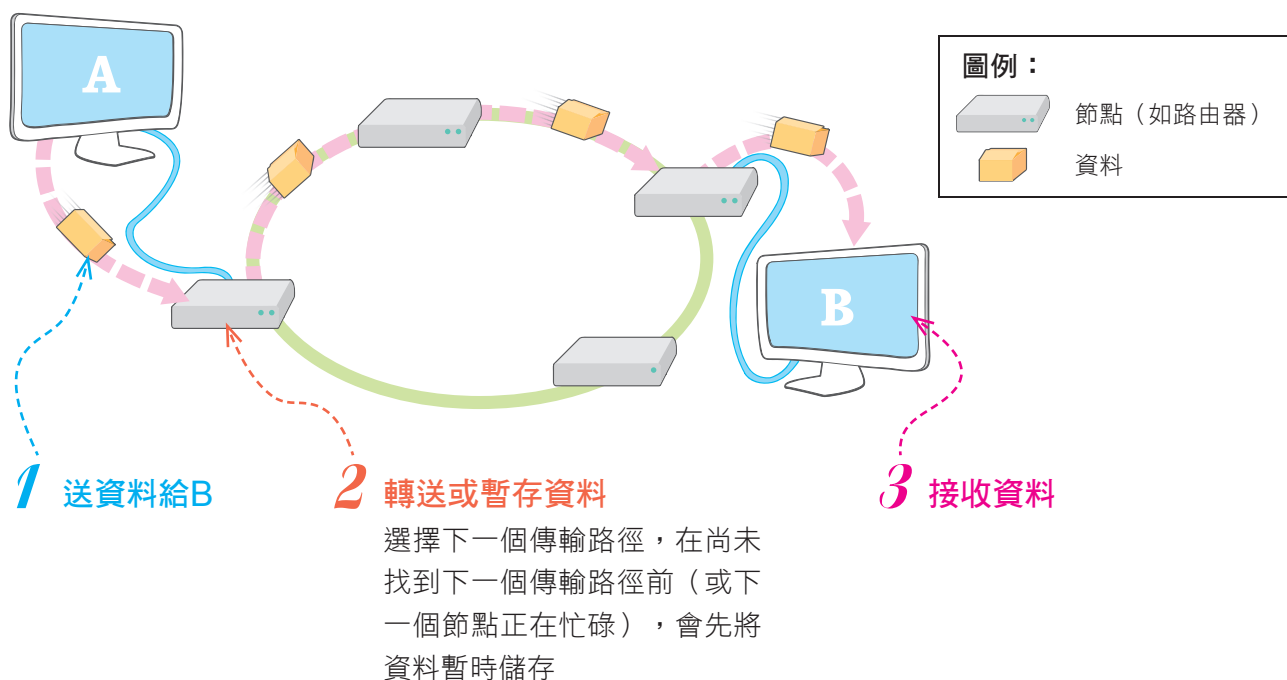
▲ 圖13-9 電路交換運作示意圖

使用電路交換技術來傳輸資料，由於在傳輸過程中，傳輸線路不能分享給其他節點使用，因此具有傳輸速度快、錯誤率低、……等優點；缺點則是收送兩端都必須等待資料送達完畢後，才開放傳輸線路給其他節點使用，因此容易有佔線的情況發生。

^註 現今的電話系統大多已改良，可提供話中插接、多方通話等功能。

訊息交換

訊息交換（message switching）是一種資料在傳輸過程中可以選擇不同傳輸路徑的資料交換技術；此種技術運用**存轉交換**（store and forward switching）的功能，也就是在資料尚未傳送到接收端之前，可將資料暫時存放在傳輸路徑中的某一節點，直到確定下一段傳輸路徑暢通後，再將資料傳送出去（圖13-10）。

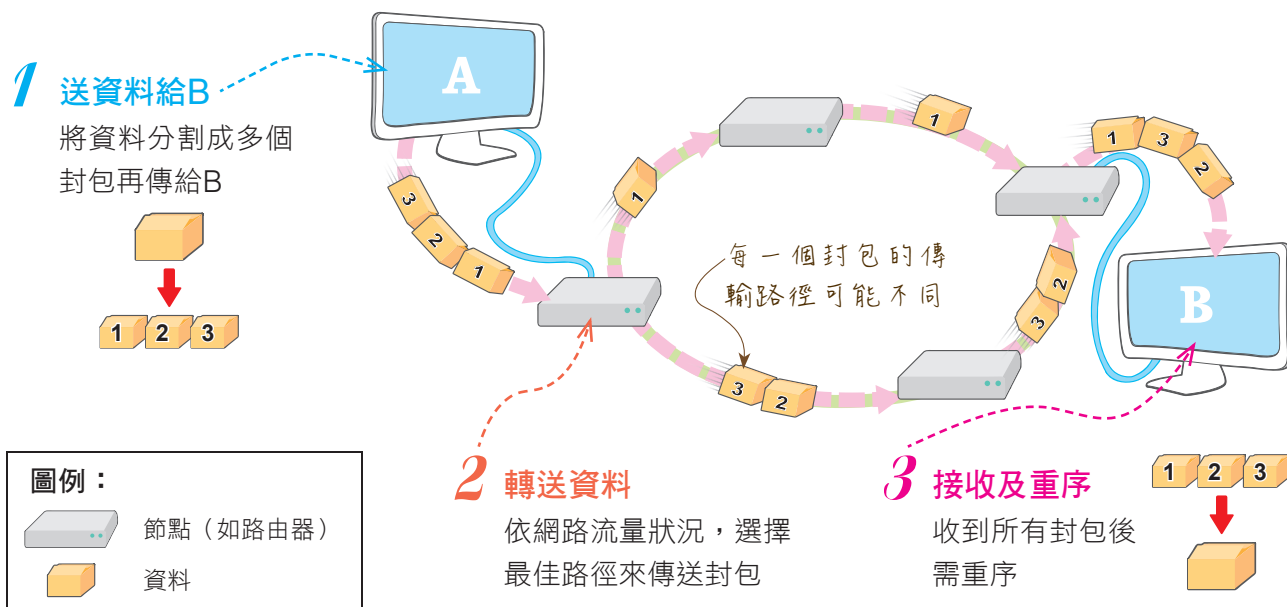


▲ 圖13-10 訊息交換運作示意圖

使用訊息交換技術來傳輸資料，可視線路的忙碌狀況選擇不同的路徑來傳送資料，不需如電路交換技術必須事先建立專用的線路，因此整體線路的使用效率較高；缺點則是因傳輸的資料未分割，當資料量龐大時，會長時間佔用所選擇的傳輸路徑，造成該段線路出現壅塞的情形。

封包交換

封包交換（packet switching）又稱分封交換，這種技術也是運用存轉交換功能，但它改良了訊息交換技術的缺點，在資料傳輸之前，會先將資料分割成許多個特定大小的封包，每個封包上存放了要傳送的資料、封包編號、傳送端及接收端的位址等訊息，網路節點可依封包所指定的目的位址來決定傳輸路徑，並將封包傳送至接收端；**網際網路就是採用封包交換技術**來傳輸資料（圖13-11）。



▲ 圖13-11 封包交換運作示意圖

以封包交換的方式傳輸資料時，由於每個封包的資料量不會太大，不會長時間佔用線路，因此可以降低線路壅塞的情形；缺點則是資料封包可能不會按照順序送達接收端，接收端必須花費時間將資料重整。

表13-2為上述3種資料交換技術的比較。

▼ 表13-2 資料交換技術的比較

項目	電路交換	訊息交換	封包交換
是否需建立連線	✓		
是否需使用暫存空間		✓	✓
傳輸速度（由傳送端到接收端間所花用的時間）	最快	最慢	中等
可靠性（資料正確送到接收端的能力）	高	低	高
線路使用率	低	高	高

節練習

- 下列哪一種資料交換技術，在資料傳輸之前，會先將資料分割成許多個特定大小的封包再傳送出去？ (A)電路交換 (B)訊息交換 (C)封包交換 (D)電報交換。
- 一般電話系統通常採用何種資料交換技術？
(A)電路交換 (B)訊息交換 (C)封包交換 (D)電報交換。
- 網際網路採用的資料交換技術為 _____ 技術。



本章習題

選擇題

- 13-1 1. 下列何種區域網路（Local Area Network）的佈線方式，係各電腦間經由中央控制設備（例如：集線器或伺服器）連繫，而易於集中管理？
(A)星狀拓樸 (B)環狀拓樸 (C)半圓狀拓樸 (D)匯流排拓樸。 [商業類]
2. 下列何者不是電腦網路的連結架構？ (A)環狀 (B)星狀 (C)匯流排 (D)對等狀。 [工管管理]
3. 下列何種網路拓樸，在每個節點間均有兩個以上的傳輸路徑可供選擇？
(A)匯流排 (B)星狀 (C)網狀 (D)環狀。 [丙級網路架設]
4. 下列哪些網路架構，較不會因為某一部電腦故障而影響其他電腦間的通訊？
①星狀 ②匯流排 ③環狀
(A)①②③ (B)①② (C)②③ (D)①③。
5. 下列有關100BaseFX網路的敘述，何者有誤？
(A)使用光纖 (B)使用雙絞線 (C)傳輸速率為100 Mbps (D)適用於星狀拓樸。
6. 環狀拓樸是利用下列何者來決定資料傳遞的權限？
(A)電腦連接的順序 (B)記號封包 (C)中央裝置 (D)資料量的大小。
7. 當有一個節點損壞時，整個網路就癱瘓不能動，是下列哪一種網路拓樸（topology）？
(A)環狀拓樸 (B)匯流排拓樸 (C)星狀拓樸 (D)網狀拓樸。 [工管管理]
8. 下列何者為1000BaseT之實體網路拓樸？
(A)網狀（mesh） (B)匯流排（bus） (C)環狀（ring） (D)星狀（star）。 [丙級網路架設]
9. 下列何者為CSMA / CD的功能？
(A)沿著星狀網路拓樸傳遞權杖（token）
(B)各節點存取網路時若偵測到碰撞則退回封包重新傳送
(C)各節點連接到雙重光纖環
(D)各節點會將大封包分解成較小的封包。
- 13-2 10. 關於網際網路服務之敘述何者錯誤？
(A)Yahoo!奇摩的拍賣網站的通訊模式是屬於主從式網路
(B)FTP下載網站是屬於主從式架構
(C)Mymusic、eMule等下載分享軟體形成的架構是點對點式架構
(D)台鐵的訂票系統是屬於點對點式的架構。 [乙級軟體應用]
11. 下列有關主從式（client / server）網路的敘述何者錯誤？
(A)至少會有1台或多台電腦提供服務給其他電腦使用
(B)每一台電腦都同時扮演伺服器（server）與用戶端（client）的角色
(C)print server負責提供列印服務
(D)由線上遊戲的伺服器與玩家的電腦所構成的網路即屬於主從式網路。



- 13-3 ____ 12. 網際網路（Internet）是依據下列哪一種資料交換技術運作？
 (A)封包交換（packet switching） (B)電路交換（circuit switching）
 (C)數位交換（digital switching） (D)訊息交換（message switching）。 [商業類]
- ____ 13. 下列哪一種資料交換技術，在資料傳輸完成之前，接收兩端之間的傳輸線路不會開放給其他節點使用？ (A)電路交換 (B)訊息交換 (C)封包交換 (D)電報交換。

情境素養題

- ____ 14. 透過「網際網路」可讓多位使用者透過P2P軟體（如eMule、BitComet）來分享檔案，請問上述情境中，網際網路與P2P軟體分別屬於何種類型的「網路拓樸」與「網路架構」？
 (A)「星狀」拓樸、「主從式」網路架構 (B)「環狀」拓樸、「分散式」網路架構
 (C)「網狀」拓樸、「對等式」網路架構 (D)「樹狀」拓樸、「分等式」網路架構。
- ____ 15. 甲電腦藉由路由器（router）傳送封包給乙電腦，路由器中的路由表（routing table）會根據封包中的目的位址，來選擇最佳的傳送路徑，請問上述使用的資料交換技術與下列何者相同？
 (A)與「收發郵件」相同，都使用訊息交換（message switching）
 (B)與「傳送檔案」相同，都使用資料交換（data switching）
 (C)與「撥打電話」相同，都使用電路交換（circuit switching）
 (D)與「網際網路」相同，都使用封包交換（packet switching）。

多元練習題

1. 請畫出如何使用switch hub，將下圖中的8台電腦連接成一個星狀網路，假設一台switch hub有5個連接埠。（提示：需使用1個以上的switch hub）

