

乙太網路簡介



乙太網路的源起

乙太網路 (Ethernet) 技術於 1973 年由全錄 (Xerox) 公司所發展, 而後由於 DIX 聯盟 (DEC、Intel、Xerox 3 家公司共同組成) 推動乙太網路成為業界的標準, 並將專利權轉移給 IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 電子電機工程師協會), 使得乙太網路不再是專屬於某一家廠商的專利。

因此各家廠商願意支持、發展乙太網路的產品, 使得它迅速地普及, 終於登上龍頭老大的寶座。

乙太網路的工作 原理

訊號的廣播

乙太網路最大的特性在於訊號是以**廣播的方式**傳輸。意思就是說, 在網路上任一部電腦送出的訊號, 其他相連的電腦都會收到。

讓我們考慮一個簡單的區域網路如下圖所示。

訊號的廣播

當 A 要傳資料給 B 時, 其送出的訊號並不會只是流向 B。正確的情形應該如下圖, 當 A 要傳資料給 B 時, 其送出的訊號會傳經由媒介傳到 B、C、D 三部電腦。

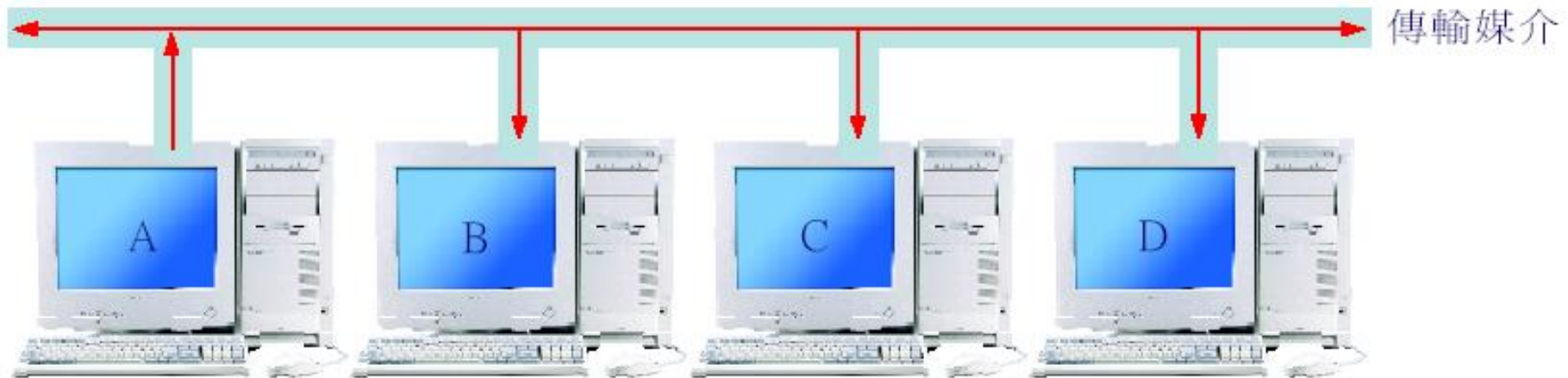


圖 4-30 訊號是以廣播的方式來傳送

“廣播” 沒秘密？？

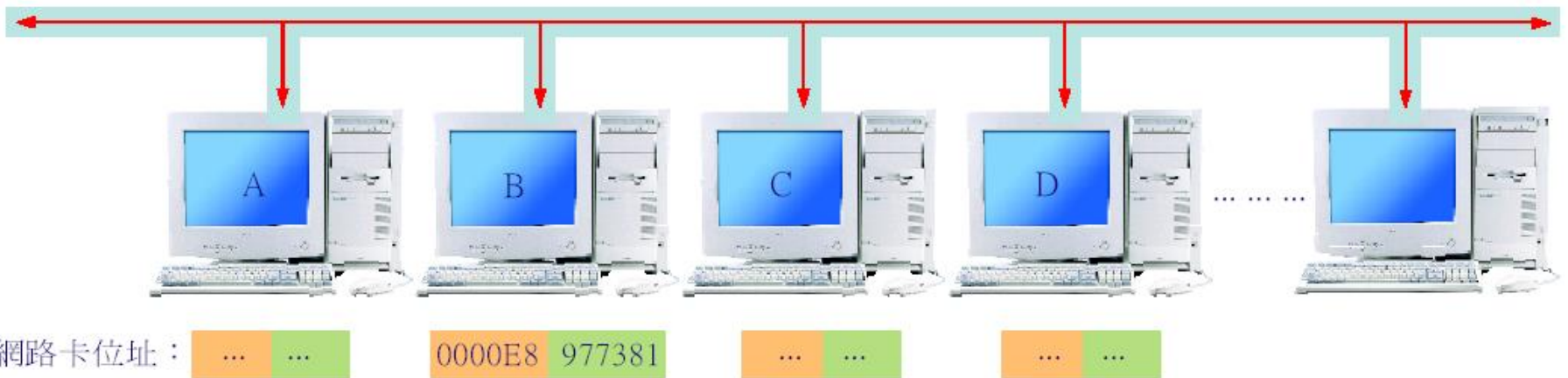
在這種情形下, A 傳資料給 B 時, 豈不是所有的電腦都得接收資料？

這時候就需要使用定址 (Addressing) 方法, 來判斷誰應該收下並處裡這份資料。接下來我們就來看看定址的作法吧!

MAC 位址與定址

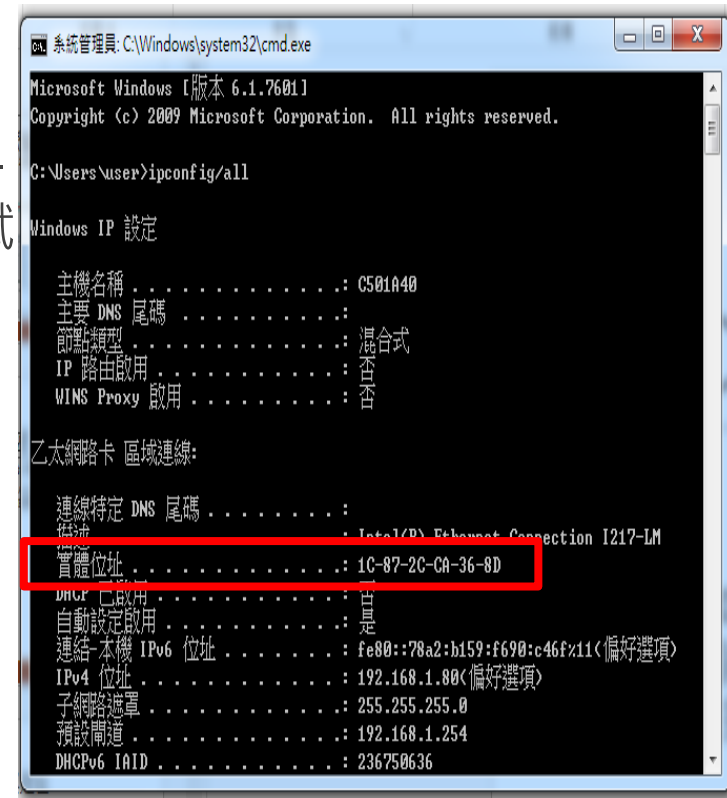
傳輸資料前, 必需決定資料由誰接收, 就好像在大庭廣眾之下, 要跟某人講話會先叫他的名字。

當然網路上的裝置也都有它用來識別的名字, 稱為位址。以乙太網路為例, 如下圖。



MAC 位址與定址

- 實體位址是乙太網路卡的 MAC 位址
- 每張乙太網路卡都會有一個 MAC 位址, 其前 3 Bytes 為廠商代號, 是由硬體製造商向 IEEE 統一註冊登記而來; 後 3 Bytes 則是由製造商自行賦予的流水號。
 - 如此可使每個 MAC 位址保持全球獨一無二。
- 當 A 要傳資料給 B, 會註明資料的目的端為 B 的 MAC 位址, 因此其他 MAC 位址不同的電腦對此資料都不予理會。



```
Microsoft Windows [版本 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\User>ipconfig/all

Windows IP 設定

主機名稱 . . . . . : C501A40
主要 DNS 尾碼 . . . . . :
節點類型 . . . . . : 混合式
IP 路由啟用 . . . . . : 否
WINS Proxy 啟用 . . . . . : 否

乙太網路卡 區域連線:

連線特定 DNS 尾碼 . . . . . :
描述 . . . . . : Intel(R) Ethernet Connection I217-LM
實體位址 . . . . . : 1C-87-2C-CA-36-8D
DHCP 已啟用 . . . . . : 是
自動設定啟用 . . . . . : 是
連結 本機 IPv6 位址 . . . . . : fe80::78a2:b159:f690:c46f%11(偏好選項)
IPv4 位址 . . . . . : 192.168.1.80(偏好選項)
子網路遮罩 . . . . . : 255.255.255.0
預設閘道 . . . . . : 192.168.1.254
DHCPv6 Iaid . . . . . : 236750636
```

查詢方式：「ipconfig /all」

MAC 位址與定址

在傳送的資料中記錄目的端與來源端的位址, 以決定資料的接收及回應對象, 這就是所謂的定址 (Addressing)

資料在傳輸到媒介之前, 還會劃分為特定大小的資料單元, 稱為訊框 (Frame) 。

在訊框中除了要傳輸的資料外, 還加入一些控制用的資料, 以提供管理的功能,

例如：目的端與來源端的位址。

MAC 位址與定址

這就像寄信一樣, 傳輸的資料相當於信件的内容, 而控制用的資料相當於信封上的姓名、住址、郵票、郵遞區號等資料。

乙太網路的命名規則

乙太網路的命名規則

負責制定乙太網路標準的 IEEE 802.3 委員會, 使用一種簡易的命名方法, 來表示各種規格的乙太網路

格式為『XBaseY』, 其中『X』表示頻寬, 『Y』若為數字則表示最大傳輸距離, 若為英文字母則表示傳輸媒介, 『Base』表示『基頻』。

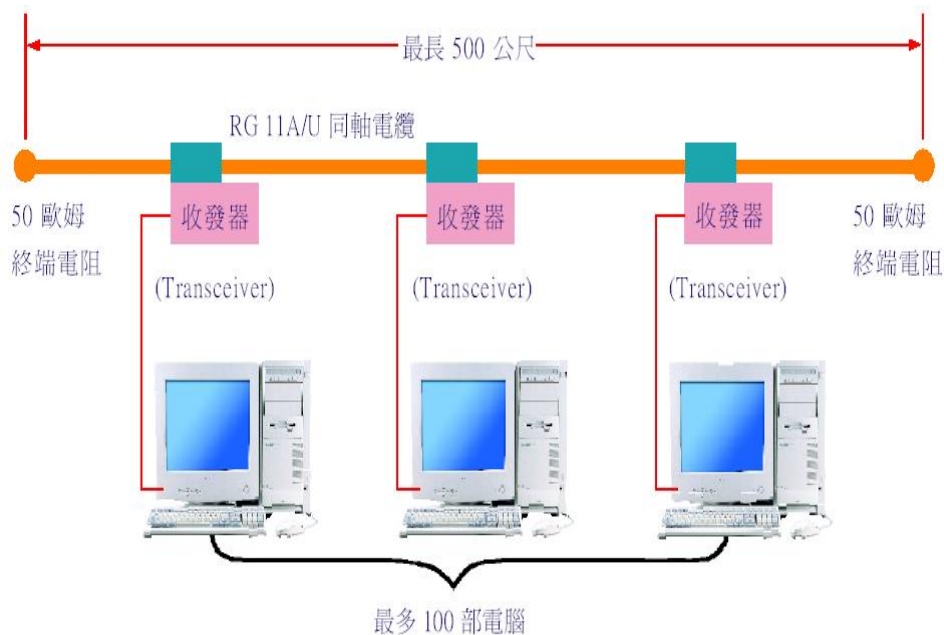
例如：

- 10Base5, 表示該乙太網路的頻寬為 10 Mbps, 以基頻傳輸, 最大傳輸距離為 500 公尺；
- 10BaseT 表示頻寬為 10 Mbps, 以基頻傳輸, 傳輸媒介為雙絞線。

10Base5 乙太網路

10Base5 乙太網路為最早出現的產品, 因此被稱為標準乙太網路

它使用直徑 1 公分的 **RG-11 同軸電纜**, 以匯流排的形式連接。在線路兩端點必須連接 **50 歐姆的終端電阻**。



由終端電阻到另一個終端電阻的範圍稱為一個『區段

(Segment)』, 每一個區段可達 **500 公尺**, 最多允許連接 **100** 個節點。

最多可用 **4** 個中繼器來串連 **5** 個區段, 因此 10Base5 的最大佈線範圍為： $500 \text{ 公尺} / \text{段} \times 5 \text{ 段} = 2500 \text{ 公尺}$ 。

10Base2 乙太網路

因 10Base5 乙太網路佈線不易且成本較高, 於是 3Com 公司推出了改良型產品— 10Base2 乙太網路。

網路區段縮小、連接的電腦數目也減少, 但是因為施工容易、材料價格低廉, 因此逐步淘汰 10Base5 乙太網路。



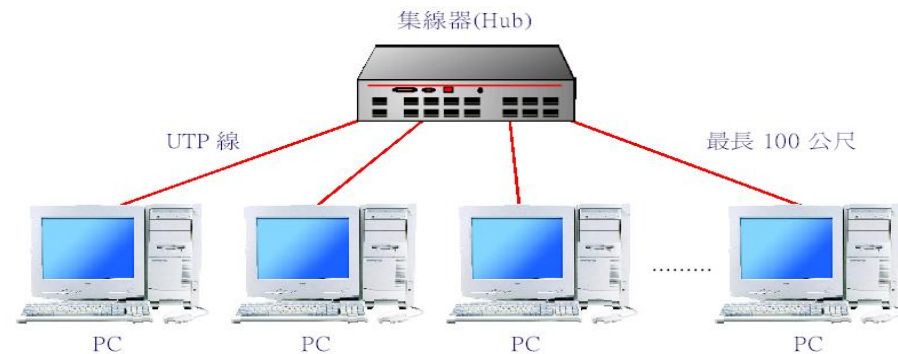
10Base2 改用較細的 RG 58 A / U 同軸電纜為傳輸介質, 電纜的兩端也要接上 50 歐姆終端電阻, 兩終端電阻之間的範圍仍然稱為區段, 但是每個區段的最大長度縮減為 185 公尺, 最多可連接 30 部電腦。

10BaseT 乙太網路

由於 10Base5 和 10Base2 都具有下列的缺點：

- 網路的任何一處斷線, 都會導致整個網路停擺, 而且追查斷線點較為困難。
- 若有電腦要移動位置, 佈線路徑可能要大幅修改。

因此在管理或維護上十分不便, 而這也促使了 10BaseT 乙太網路的誕生。



10BaseT 乙太網路採用 UTP 線為傳輸介質，所有的電腦都透過集線器 (Hub) 互相連接，電腦到集線器的最大長度為 100 公尺。

UTP (Unshielded Twisted Pair)
無遮蔽式雙絞線

10BaseT 乙太網路

10BaseT 乙太網路具有以下優點：

- 每部電腦都獨立連接到集線器, 如果電腦或線路發生問題, 只會影響本身這一段的線路, 不會影響其它電腦的運作。
- 從集線器的燈號即可判斷那段線路故障, 比較容易維護。
- 移動電腦時, 只需改變局部佈線路徑, 整體佈線路徑不必更動。

10 GbE 的特色

IEEE 協會已於 2002 年 6 月通過 802.3ae 10 GbE
(10 Gigabit Ethernet, 10 Gbps 乙太網路) 的標
準規格

以光纖為傳輸介質

為了達到每秒 10 Gigabit 的傳輸速率, 而且傳輸距離又能長達數十公里, 因此在擬議規格時, 決定採用光纖為傳輸介質。

若使用單模光纖, 最大傳輸距離可達 40 公里 ;

若使用多模光纖, 則最大傳輸距離僅有 300 公尺。

10 GbE 的現況與發展

由於當初制訂 802.3ae 規格時, 採用光纖作為傳輸介質, 但是光纖的施工與相關設備都所費不貲, 不易為大眾接收。於是有多家廠商致力於開發用 Cat 5e 或 Cat 6 雙絞線為介質的技術, 也就是 10GBaseT, 在 IEEE 的編號為 802.3an。

乙太網路四個 重大缺失

乙太網路四個重大缺失

1. 無法保證時效
2. 安全性有疑慮
3. 不確定目的端是否有接收到訊息
4. 無法排除碰撞

乙太網路四個重大缺失-1

1. 無法保證時效

採競爭式所以**無法保證時效**

需要時效多媒體的通訊並不可使用，或許讀者會說我還是可以在網路上聽廣播、打Skype等

請注意乙太網路可是在1975年就有了，目前雖然因通訊電子技術進步和頻寬增大，好像可以滿足時效性要求，但是不像電信網路系統般一定可以保證時效。

乙太網路四個重大缺失-2

2.安全性有疑慮

因為要先傾聽網路上是否有其他工作站也在發出要求傳送資料到網路的信號，所以當乙太網路進入雜亂（ promiscuous ）模式時會將所有框架接收

乙太網路四個重大缺失-3

3.不確定目的端是否有接收到

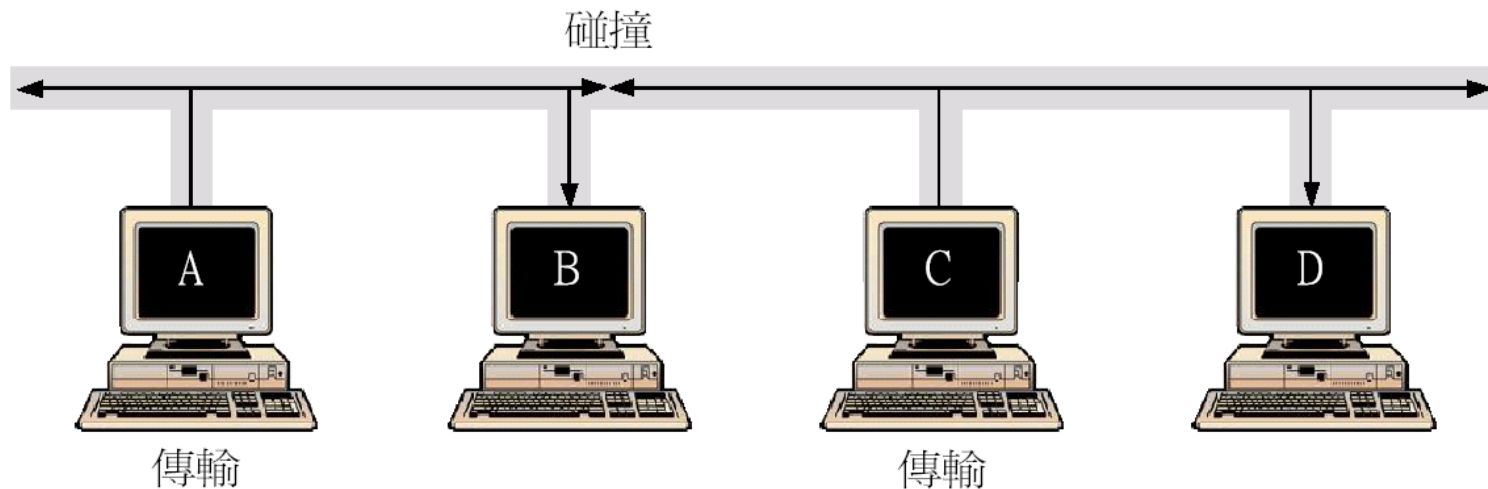
CSMA/CD傳送採非連接導向式

(connectionless) 方式通訊，所以發送端根本不知接收端是否有正確接收到框架。

訊息碰撞

碰撞

定址雖然能解決在訊號廣播之下, 由誰來接收資料的問題, 但是如果 A 傳資料給 B 的同時, C 也將資料傳給 D, 此時兩個訊號交會在一起, 破壞了彼此原有的電氣特性, 這就是所謂的**碰撞 (Collision)**



碰撞

此時兩個訊號交會在一起, 破壞了彼此原有的電氣特性, 這就是所謂的碰撞 (Collision) 。

當傳送訊框的電腦偵測到發生碰撞, 便會立即停止傳送, 改為送出一個特殊的訊號, 該訊號稱為『壅塞訊號』 (Jam Signal) 或『碰撞訊號』 (Collision Signal) , 以通知其它電腦：『目前發生碰撞了！請大家暫停一下再嘗試傳送。』這個壅塞訊號所能到達的範圍便稱為碰撞領域 (Collision Domain) 。

CSMA/CD

CSMA / CD

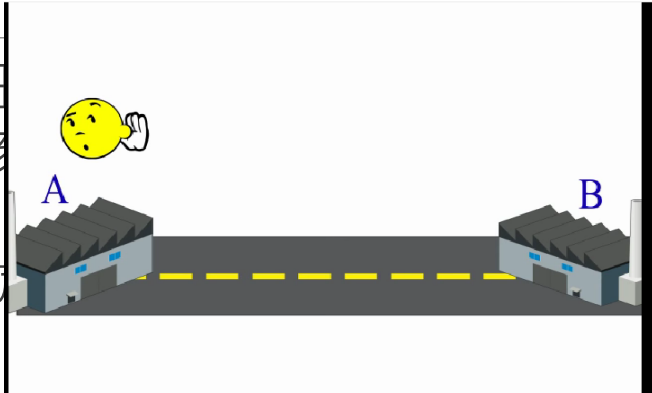
Listen before talk

乙太網路是以 CSMA / CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection, 載波偵測多重存取 / 碰撞偵測) 的方式來做媒介存取控制, 其原理就好像會議規定只能有一個人發言, 而且是以按鈴搶答的方式來取得發言權。

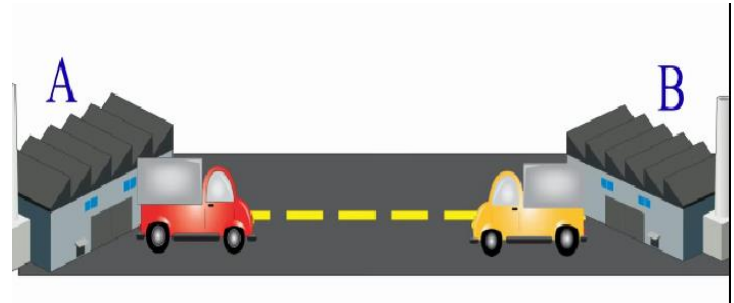
取得發言權的人在發言完畢之後, 其他人又可以再爭取發言權。這也表示在按鈴搶答之前要先聽聽看是否有人正在發言? 若然, 則不必按鈴。

CSMA/CD原理

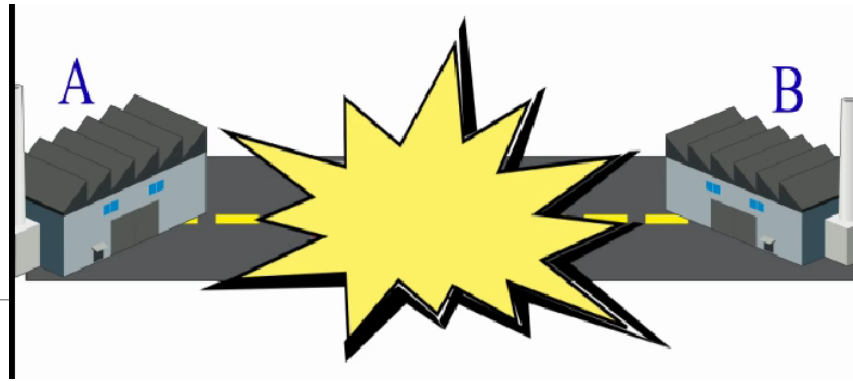
在網路上任何一台工作站主機要與網路上任何一台工作站或伺服器從事資料傳輸時，該主機要先傾聽（listen）網路上是否有其它工作站也在發出要求傳送資料到網路的信號



如果剛好兩台工作站主機一起同時發出信號，結果勢必產生信號碰撞，此時兩台工作站同時退出上網路爭奪戰，等一段任意時間（random time）後再重新發出上網路信號。如果很慶幸這個時段網路上沒有任何其他信號存在後，該工作站就可以傳輸資料至其欲送達之目的地。



CSMA/CD原理



如果很不幸又發生碰撞或是網路還在從事資料傳輸工作，碰撞事件免不了要發生，因此該工作站仍須等一段任意時間後再嘗試下次機會，這種運作方式稱之為CSMA/CD

在乙太網路上, 當 A 有資料需要送出時, 會先偵測媒介上是否已經有訊號？

若然, 則耐心等待並繼續偵測；若偵測到有空檔, 且此空檔能持續 96 Bit Time, 才確定可以傳輸資料, 於是立即送出訊框。

CSMA / CD

因為 10 / 100 Mbps 乙太網路規格定義了 96 Bit Time 為訊框與訊框之間的時間, 又稱為 IFG (InterFrame Gap), 所以 A 偵測到的空檔可能正好位於 IFG 內, 倘若立即送出訊框便可能發生碰撞, 解決之道就是繼續偵測此空檔能否維持 96 Bit Time 之久, 才能確定媒介上真的沒有訊框。

CSMA / CD



電腦在訊號傳輸的過程中同時也偵測媒介上的訊號, 如果發現碰撞則立即停止傳送並送出一個擁塞訊號, 通知每一部電腦發生碰撞, 使得所有需要送出訊框的電腦等待一段隨機時間之後重新搶送資料。

CSMA / CD

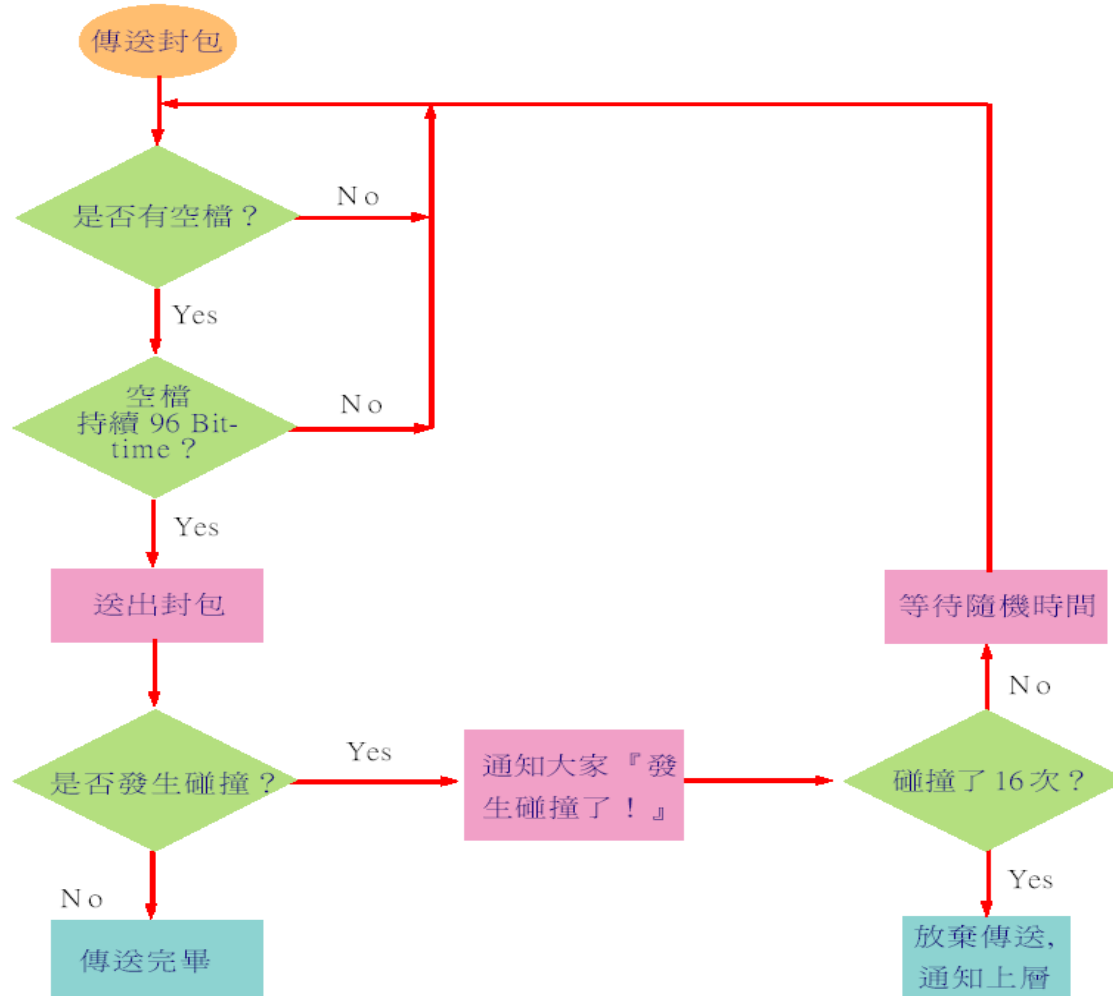
等待一段隨機時間的作法, 是遭遇碰撞時所進行的一個程序。它會依據碰撞的次數而運算出一個隨機的時間值 (稱 **exponential back off**) , 使工作站等待此時間之後再從頭開始, 以錯開再次碰撞的機會。

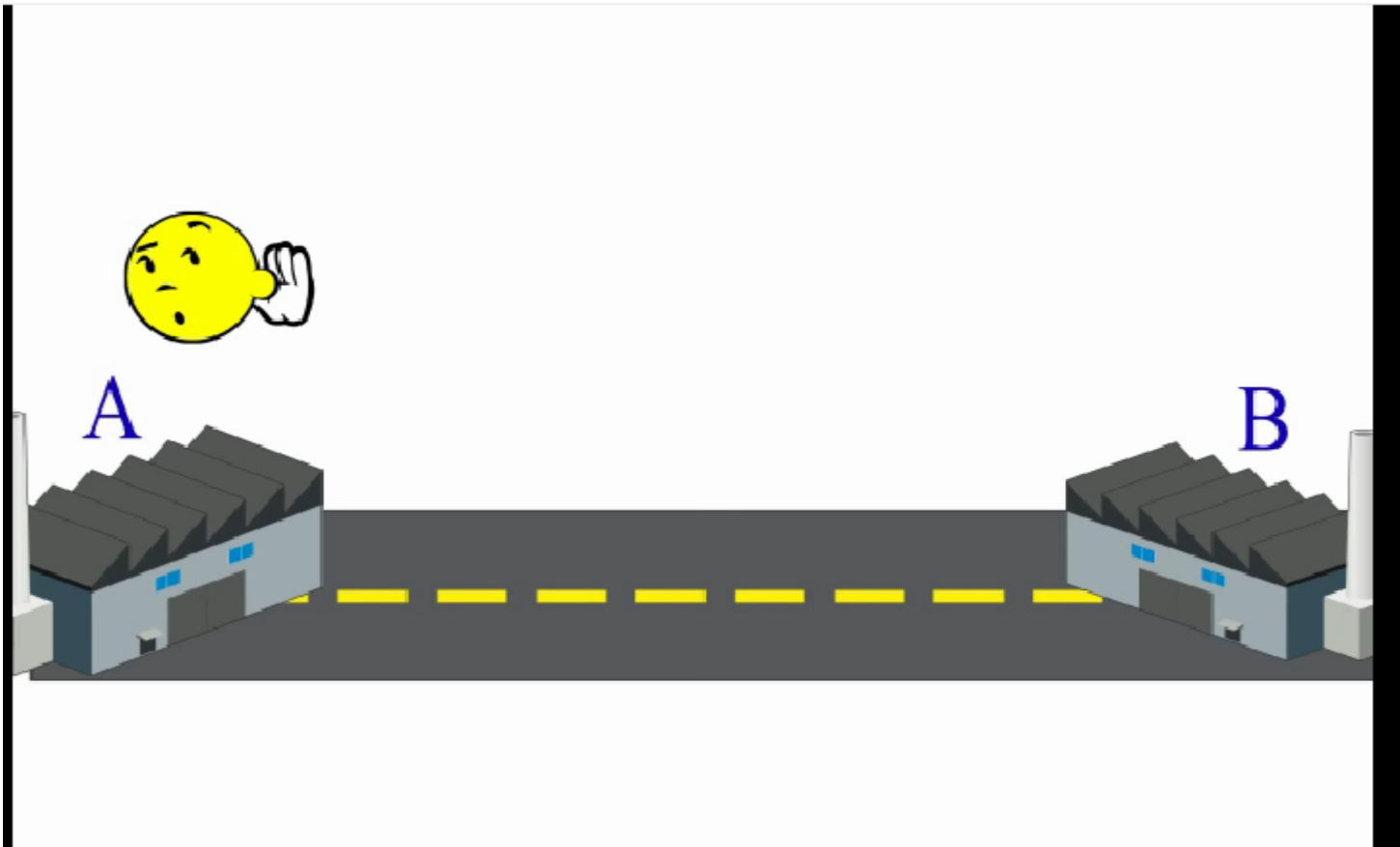
碰撞的次數愈多, 則平均等待的時間愈久。當連續碰撞 16 次之後, 便宣告失敗, 放棄這次傳送, 並向上層通知錯誤。

CSMA / CD

由上所述, 可知道 CSMA / CD 屬於**競爭式 (Contention)** 的網路存取方式。由於每一個工作站使用媒介的權利相等, 一旦有許多的工作站需要輸出時, 則看誰先送出訊號, 誰就能佔用媒介來作傳輸, 因此也稱為**搶線式傳輸**。

完整的 CSMA / CD 傳送訊框流程如下圖：





乙太網路四個重大缺失-4

4.由於採競爭式系統故效率差，況且無法排除碰撞

當產生碰撞後等一段時間依舊會進入系統中競爭，容易有滾雪球效應而讓系統進入擁塞（congestion）後崩潰。