

# Link Layer & 一點點的Physical Layer

Prof. Michael Tsai 2012/09/24

# Multiple Access Protocols (Link Layer)

---

- ▶ Point-to-point link – link的兩端各有一個傳輸&接收器
- ▶ Broadcast link – 多個裝置**共用**一個“連結”/媒體(Medium)
  - ▶ 共用 = 你講話大家都聽得到
  - ▶ Collision = 多個人一起講話, 每個人都聽到同時兩個人以上講話 → 沒人聽得懂 → 剛剛的時間(頻寬)就浪費了
- ▶ 大家必須有某種**decentralized, 簡單, 公平的**協議來避免 collision!
  - ▶ Channel partition protocols & taking turns protocols
  - ▶ Random access protocols:
    - ▶ 傳的時候全速傳
    - ▶ 壞掉再重傳 (retransmission)



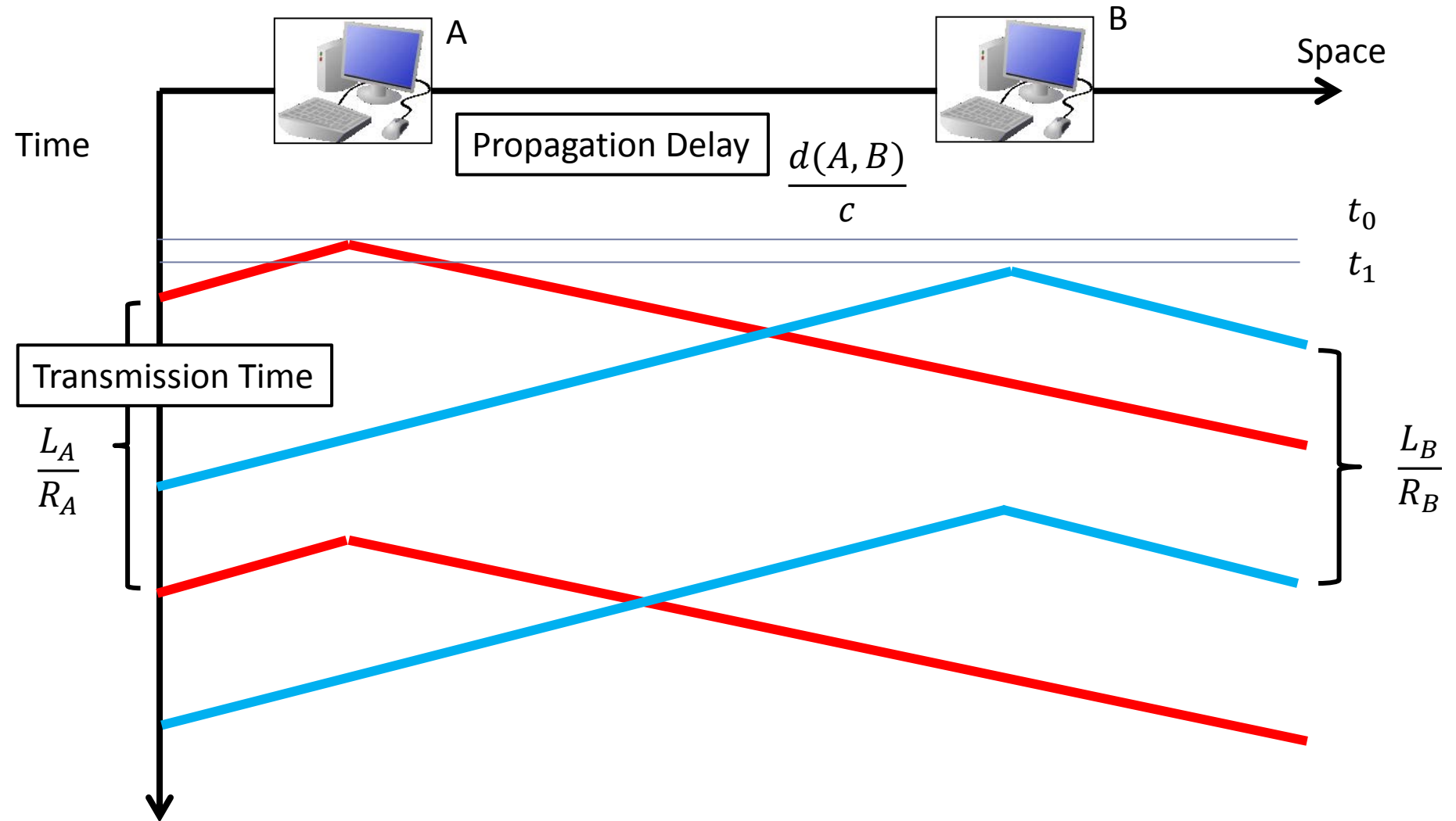
# Ethernet's Carrier Sensing / Collision Detection

---

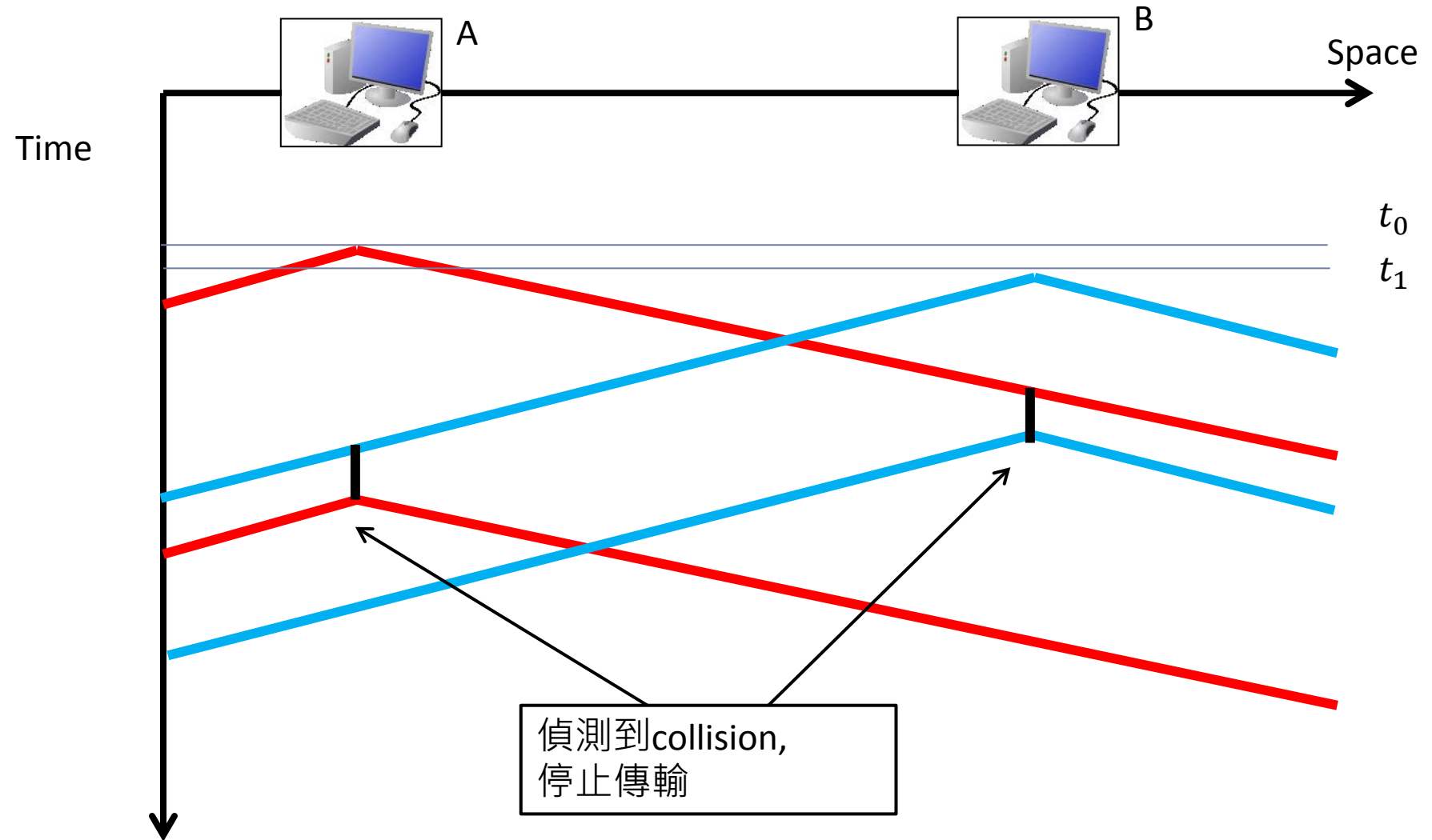
- ▶ 上層(network layer)有東西要傳的時候，會將準備好的封包放進buffer內。
    - 1. Carrier Sensing:** 說前先聽，如果有人正在說話(如果你聽到了)，先等他說完再說。
      - ▶ 如果96-bit duration沒有偵測到傳輸，則開始傳輸。
    - 2. Collision Detection:** 如果有人同時開始講話(如果你聽到了)，立刻停下來。
      - ▶ 停下來以後，傳輸48-bit duration的jam signal。
    - 3. Exponential Backoff:** 每次傳輸失敗後，這個裝置會進入exponential backoff模式。
      - ▶ 當傳輸這個封包碰到連續第 $n$ 次collision後，則須等待 $random(0,1,2, \dots, 2^m - 1) \times 512$  bit duration,  $m = \min(n, 10)$ 的時間，然後回到步驟1。
- 



# 2 CSMA Nodes with Colliding Transmissions



# 2 CSMA/CD Nodes with Colliding Transmissions



# CSMA/CD的效率

---

- ▶  $d_{prop}$  = 最大propagation delay
- ▶  $d_{trans}$  = 最大packet transmission time
- ▶  $Efficiency = \frac{1}{1 + \frac{5d_{prop}}{d_{trans}}}$



# 作業1

---

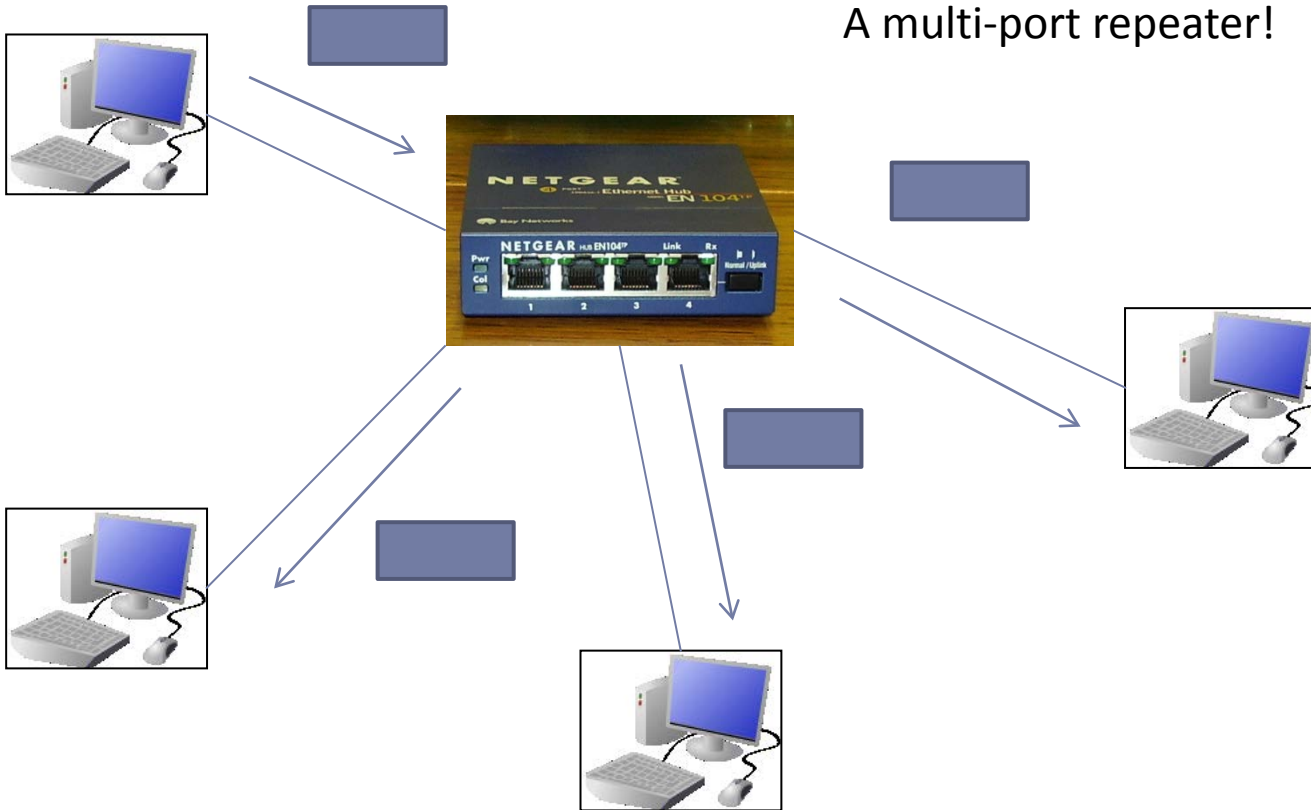
1. 請在網路上查詢, 100 BaseTX Ethernet的最大傳輸長度(裝置之間的距離)為? 因此最大的propagation delay為?
2. 100 BaseTX Ethernet的最大封包大小為? 其 transmission time為?
3. 由以上之資訊, 計算100 BaseTX Ethernet的efficiency。
4. 如果今天我們想要使用CSMA/CD作為亞太網路的MAC protocol, 並使用1000 BaseT Ethernet作為Link layer的協定, 此網路包含了台北、首爾、東京、上海、北京等城市(網路集線器設在台北)。試問efficiency在這樣的環境下會是多少?



# Ethernet: 從broadcast link到point-to-point link

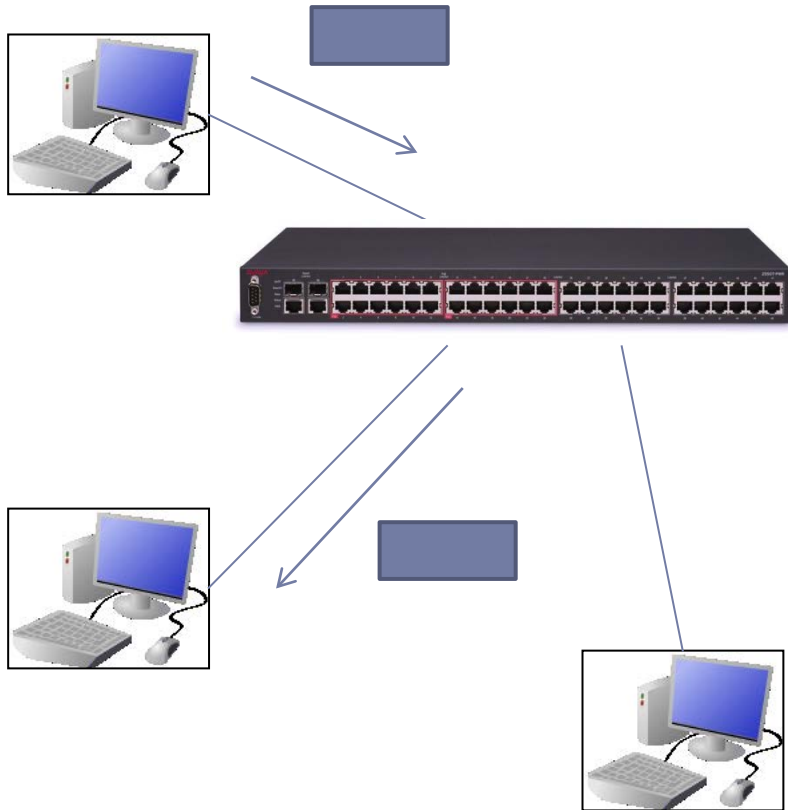
---

HUB: Re-send received packets to all ports →  
A multi-port repeater!





# Ethernet: 從broadcast link到point-to-point link



## Switch:

1. The internal address table will learn the MAC addresses on that port.
2. Packets to a specific address will be sent to only the port with that address.
3. Packets with new addresses will be sent to all ports.
4. Point-to-point links! No longer need a MAC!

上次的實習內容可以讓  
大家了解到使用switch的  
環境下，link layer是怎麼  
運作的!



# 常用使用網路線的Ethernet科技

---

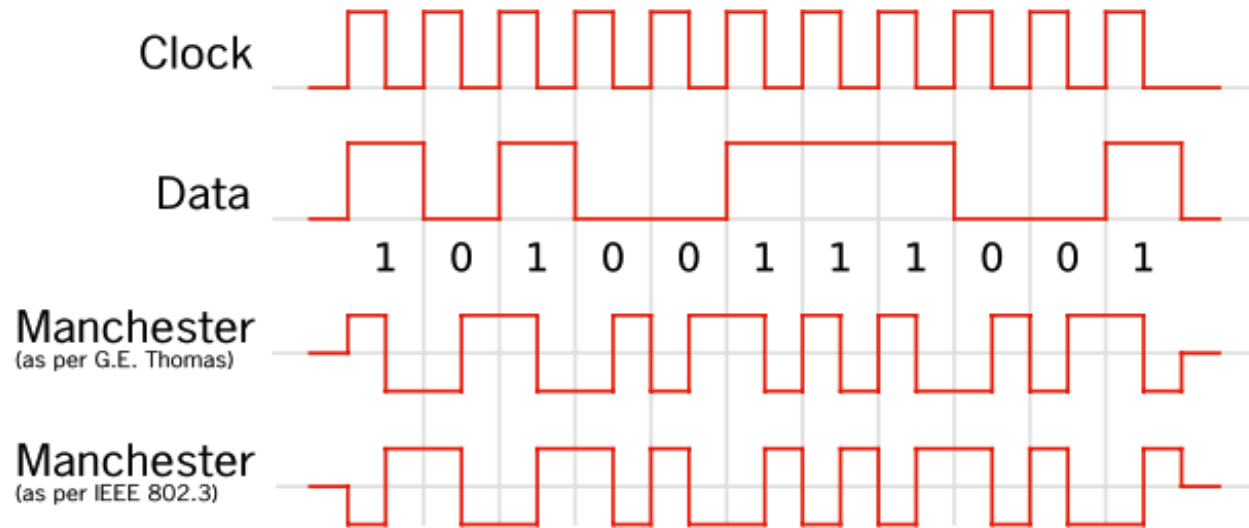
- ▶ 10 Base2: 使用類似家裡第四台用的同軸電纜傳輸。速度可達10 MBps。資訊館最早的網路使用此科技。



- ▶ 10 BaseT: 使用Cat. 3 or Cat. 5網路線中的四芯(兩對)。所有裝置都直接接到HUB或Switch(星狀拓樸)。
- ▶ 100 BaseTX: 使用Cat. 5網路線中的四芯(兩對)。
- ▶ 1000 BaseT: 使用Cat. 5等級或更好的網路線中的八芯(四對)。
- ▶ 10G BaseT: 使用Cat. 6a等級或更好的網路線。

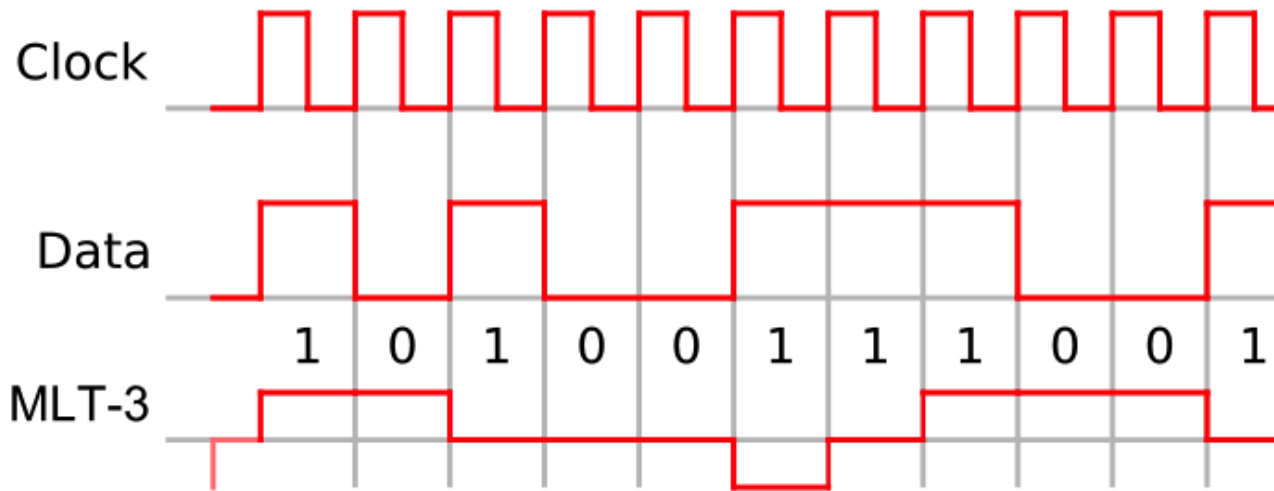


# 10 BaseT的訊號



- 可以經常切換high & low voltages (-2.5 及 2.5 Volt)
- **Clock recovery:** 需要知道每個bit開始及結束的時間。但是每個裝置內部的時間不同! 因此需要從對方傳輸的訊號變換來估計每個bit的時間有多長!
- 接收端用0 volt來當作threshold判斷到底是high or low。
- **Noise:** 電路中的雜訊會加在收到的訊號上。當訊號相對於雜訊太弱的時候，就有可能會誤判high or low。

# 100 BaseTX的訊號



Name	4b	5b
0	0000	11110
1	0001	01001
2	0010	10100
3	0011	10101
4	0100	01010
5	0101	01011
6	0110	01110
7	0111	01111
8	1000	10010
9	1001	10011
A	1010	10110
B	1011	10111
C	1100	11010
D	1101	11011
E	1110	11100
F	1111	11101

- ▶ 4B5B + MLT-3 編碼
- ▶ 4B5B: 把0和1做更平均的分配
- ▶ MLT-3: +1, 0, -1 Volt
  - ▶ Bit 1: 移動到下一個state
  - ▶ Bit 0: 同樣一個state



# Ethernet Frame Structure

Octets = Bytes

Preamble	Start of frame delimiter	MAC destination	MAC source	Length (IEEE 802.3)	802.1Q tag (optional)	Payload	Frame check sequence (32-bit CRC)
7 octets	1 octet	6 octets	6 octets	2 octets	(4 octets)	42–1500 octets	4 octets

- ▶ Preamble: 10101010, 用來做clock recovery用途。
- ▶ MAC source/destination: 紀錄來源及目的裝置網路卡號
- ▶ MTU (Maximum Transmission Unit): 如果上層封包 > 1500 Bytes, 則會被切小分段傳輸。
- ▶ FCS (CRC): 可以檢查這個封包是否有錯誤。

## 作業2

---

1. 請畫出上週作業中用wireshark擷取下來的ethernet封包，包括preamble, header, data, 及footer的部分，轉換成100 BaseT類比訊號的樣子。(請自己選一個很短的封包，以避免畫到手斷掉。或者要自己寫一個程式來用電腦畫也非常okay)
2. 假設上題中的封包有兩台電腦同時傳出，試畫出在同一個網路上收到的100 BaseT類比訊號的樣子(假設在接收的地方兩者的強度相同)。這也是發生collision的時候，收到的訊號樣子。以結果解釋為何有線網路發生collision的時候通常完全無法收到正確的訊息。

