

# 《資料通訊》

## 試題評析

今年考題大致來說難易適中，第一題OSI七層的問題是基本題。第二題與第四題考實體層問題，與往年一樣，針對QAM的主題結合ARQ的問題，只要觀念清楚就可得分。第三題考繞路問題，Distance Vector與Link State問題是傳統考題，小心作答即可。第五題考P2P串流問題，是最近幾年常見的問題。第六題考CSMA/CD與CSMA/CA的問題，是網路的入門題。綜合來說，一般考生可得70分，程度好的考生可獲得80分以上。

一、在過去，國際標準組織定義一套七層的開放系統通訊標準，簡稱OSI 7-Layer架構，以提供通訊系統發展的參考架構。然而，目前被廣泛使用的網際網路（Internet），其架構雖也是階層式的架構，但與OSI 7-Layer的架構的各階層功能稍有出入。請你：

(一)畫出OSI 7-Layer的架構、各層的名稱與簡略的敘述各階層的功能。（10分）

(二)請畫出Internet的階層式架構，並簡略敘述TCP、UDP、IP、ARP等各通訊協定的功能與所在階層。（10分）

**答：**

(一)OSI 7-Layer架構

Application Layer (應用層)
Presentation Layer (展示層)
Session Layer (會談層)
Transport Layer (傳輸層)
Network Layer (網路層)
Data Link Layer (資料連結層)
Physical Layer (實體層)

OSI名稱與功能

	層次(Layer)	主要功能
第七層	Application Layer (應用層)	1.提供 user 相關的應用功能
第六層	Presentation Layer (展示層)	1.執行必要的資料格式或內碼轉換 2. encryption/decryption 3. Compression/Decompression
第五層	Session Layer (會談層)	1.管理用戶間資料交換與同步控制 2.管制存取的安全
第四層	Transport Layer (傳輸層)	1.提供終點與終點(end-to-end)間資料傳送 2.流量控制(flow control):使用 Sliding Window 3.錯誤檢查(Error Check):使用 CRC Check
第三層	Network Layer (網路層)	1.網路管理及網路間資料通信 2.設定資料交換傳遞路徑
第二層	Data Link Layer (資料連結層)	1.負責點對點(point-to-point)之間的傳送 2.壅塞控制(congestion control) 3.錯誤檢查(Error Check):使用 CRC Check
第一層	Physical Layer (實體層)	1.電氣與機械特性的規定 2.將資料位元送至通道上

## (二)Internet階層式架構

Application Layer	
TCP	UDP
IP	
Network Interface	
Physical	

## 名詞解釋

TCP(Transmission Control Protocol)：連線導向，可靠性質的傳輸層協定

UDP(User Datagram Protocol)：非連線導向，不可靠性質的傳輸層協定

IP(Internet Protocol)：無連線式網路層通訊協定

ARP(Address Resolution Protocol)：網路層(如IP)位址查詢MAC(如Ethernet)位址的資料連結層通訊協定

二、我們在家用xDSL上網最常用的Data Link Protocol之一是PPP (Point to Point Protocol)。  
請回答下列問題：

- (一)xDSL使用各種QAM來提昇資料傳輸速度，若我們使用256-QAM，而網路的頻寬是10MHz，請問以Nyquist Law來計算，其最高的Data rate是多少？(5分)
- (二)通常用比較高效率的編碼方式，如(一)的256-QAM，容易受雜訊干擾而產生錯誤，因此，我們會在編碼上配搭其他方式如4B/5B。請問，利用方塊編碼4B/5B提供什麼優點？若在(一)中，使用4B/5B之後再用256-QAM，我們可以傳送的最高資料速度為何？(5分)
- (三)接著(二)，若Data Link protocol使用Go-back-N ARQ來控制流量與錯誤，而xDSL從局端到A府的距離為16km，電磁波傳送速度為 $2 \times 10^8$  m/sec，每個Frame的長度為1Kbytes。請問Go-back-N ARQ的傳送視窗(Sending Window)大小為何時，此Data Link即可獲得最高使用率？若Frame Header與Trailer為100bytes，則其淨資料吞吐率(Throughput)為何？(5分)

**答：**

(一)Nyquist Law  $2 \cdot H \cdot \log_2 V$

H = 10MHz

V = 256

最大頻寬:  $2 \cdot 10\text{MHz} \cdot \log_2 256 = 2 \cdot 10\text{MHz} \cdot 8 = 160\text{Mbps}$

(二)4B/5B的優點: 克服同步與效率的問題

4B/5B將4 bits資料用5 bits的方式傳送，因此使用率為80%

最高資料速度:  $160\text{Mbps} \cdot 0.8 = 128\text{Mbps}$

(三)單程從局端到A府所需時間:  $16\text{km} / (2 \cdot 10^8 \text{ m/sec}) = 80\mu\text{s}$

由電腦傳送一個Frame到網路所需時間:  $1\text{KBytes} / 128\text{Mbps} = 8\text{kbits} / 128\text{Mbps} = 62.5\mu\text{s}$

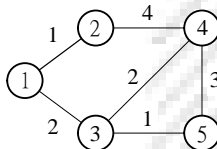
因此Sending Window設定為  $80 \cdot 2 / 62.5 = 2.56$  無條件進位得3

所以 Sending Window至少設為 3 有最大的使用率

Throughput = data length / frame length =  $(1000 - 100) / 1000 = 0.9 = 90\%$

三、在實現封包繞送 (routing path) 演算法機制時，基於Dijkstra與Bellman-Ford的分散式演算法，Link-state與Distance vector有截然不同的系統需求與通訊協定。請回答下列問題：

- (一)請敘述此兩種分散式演算法在各Router中所需儲存的資訊為何？(10分)
- (二)試以下圖為一範例說明，link (1, 2) 斷線時，請分述此兩種封包繞送法的反應為何？並敘述Router2所存內容之改變。(10分)



**答：**

(一)Distance Vector Routing：每個路由器必須維護一個表格，表格紀錄本身與其他路由器之間已知最佳距離，與到達目的地需要用哪些線路。

Link State Routing：每個Router必須

- 1.知道他的鄰居，與鄰居的網路位址
- 2.計算他置鄰居的延遲時間或成本
- 3.建立一個封包，將路由器獲知的所有資訊置於其中
- 4.將封包發給其他的路由器
- 5.計算至其他所有router的最短路徑

(二)

(1,2)斷線前

Link State:

1	
seq	age
2	1
3	2

2	
seq	age
1	1
4	4

3	
seq	age
1	2
4	2
5	1

4	
seq	age
2	4
3	2
5	3

5	
seq	age
3	1
4	3

Distance Vector

Router 1		
	next	cost
1	1	0
2	2	1
3	3	2
4	3	4
5	3	3

Router 2		
	next	cost
1	1	1
2	0	0
3	1	3
4	4	4
5	1	4

Router 3		
	next	cost
1	2	2
2	1	3
3	0	0
4	2	2
5	1	1

Router 4		
	next	cost
3	4	4
2	4	4
3	2	2
4	0	0
5	3	3

Router 5		
	next	cost
3	3	3
3	4	4
3	1	1
4	3	3
5	0	0

(1,2)斷線後

Link State:

1	
seq	age
3	2

2	
seq	age
4	4

3	
seq	age
1	2
4	2
5	1

4	
seq	age
2	4
3	2
5	3

5	
seq	age
3	1
4	3

Distance Vector

Router 1		
	next	cost
1	1	0
2	2	∞
3	3	2
4	3	4
5	3	3

Router 2		
	next	cost
1	∞	∞
2	0	0
4	6	6
4	4	4
4	7	7

Router 3		
	next	cost
1	2	2
4	6	6
3	0	0
4	2	2
5	1	1

Router 4		
	next	cost
3	4	4
2	4	4
3	2	2
4	0	0
5	3	3

Router 5		
	next	cost
3	3	3
4	7	7
3	1	1
4	3	3
5	0	0

四、數位傳輸 (digital transmission) 與類比傳輸 (analog transmission) 為兩種傳送資料的方法。請問：

(一)兩者所需使用的媒體頻寬各為何？試各舉一例來說明這兩種傳輸的做法。(5分)

(二)請問那一種方法適用於TDM，又那一種傳輸適用於FDM的多工方式？(5分)

**答：**

- (一)基頻傳輸是直接控制訊號狀態的傳訊方式，是數位傳輸主要使用的方式。如以銅質纜線上的電流訊號為例，便是直接改變電位狀態來傳輸資料。  
寬頻傳輸則是控制載波(Carrier)訊號狀態的傳輸技術，早期的載波傳輸都應用在類比傳輸上，例如：AM與FM無線電廣播、類比電話系統等。
- (二)TDM：數位傳輸，如GSM  
FDM：類比傳輸，如AMPS

五、Live多媒體服務已是現在網路上最為風行的服務之一，在可見的未來，它一直會是網際網路的殺手級服務。請回答下列相關問題：

- (一)現在許多的多媒體串流服務皆使用Peer to Peer (P2P)技術，什麼是P2P技術？(6分)  
(二)為什麼需要使用P2P技術來作串流服務？(7分)  
(三)使用P2P技術來作串流服務與利用一般網路多播服務優缺點各為何？(7分)

**答：**

- (一)P2P顧名思義就是「用戶與用戶之間」的意思，目前有兩大主要應用：P2P檔案共用、及分散式運算。前者可讓使用者直接存取網路上其他電腦中的檔案(如國內的Ezpeer或國外的Kazaa等)；後者則可結合多台電腦共同解決單一問題。
- (二)P2P的主要觀念就是打破主從架構(伺服器與播放器)的固定模式，讓Peer主機本身既是伺服器，也是播放器，彼此可以對等的溝通分享，因此可以改善以server集中式服務的缺點，使用P2P的分散式服務的優點。
- (三)

1.P2P的優點：

分散式處理，減低系統負擔

P2P的缺點：

- (1)尋找多媒體檔案所在的位置  
(2)決定最佳的串流路徑

2.多播服務的優點：

集中式處理，連線Server即可取得服務

多播服務的缺點：

Server系統負擔重

六、用於Ethernet的MAC Protocol CSMA/CD與用於Wifi的CSMA/CA各適用於不同的傳輸媒體，請敘述他們避免碰撞的工作原理，並比較他們偵測碰撞的方法。當碰撞發生時，何種方法較為有效率？(15分)

**答：**

	Ethernet CSMA/CD	Wifi CSMA/CA
避免碰撞的工作原理	使用Carrier Sense進行感應，但無法避免碰撞	使用RTS/CTS預約網路使用時間來避免碰撞
偵測碰撞的原理	使用CD方式在一個RTT時間內若無其他訊號干擾即為傳送成功	傳送資料不會發生碰撞
碰撞發生時的效率	資料常發生碰撞，效率差	使用RTS/CTS預約方法，因此避免資料發生碰撞，效率佳

**【參考書目】**

1. 邵喻美、潘育群，《電腦網路》(東華書局)。
2. William Stallings，《Data and Computer Communications》。