

《資料通訊》

試題評析

今年資料通訊考題分佈範圍相當平均，由 OSI 第一層到第七層皆有考題出現，應該相當能測出程度，其中必須靠記憶的只有一題，大部份是在測驗考生對網路及通訊上的理解程度，所以算是很合理的命題。

較值得一提的題目像第四題是考封包分割封裝的觀念計算；第五題考滑動窗口的大小計算；第六題則藉頻寬測量，來考各項傳輸時間的關係；第八題的 ALOHA 則必須記憶公式才能回答；第九題則考得有點太細，不過當作常識來看待亦可。

預測今年一般考生的分數可能不會太高，約在60分上下。主要是因為有許多觀念性的計算題，並非死記公式就可以解，必須觀念相當清楚且了解題意，才能計算之故。

一、位元填塞方法(bit stuffing)用來區隔一般資料與特殊控制碼。假設特殊控制碼01111110，當輸入資料為0110111111111110110時，請問經過位元填塞方法後該資料應為何？（五分）

答：
位元填塞是在資料位元連續出現5個 "1" 之後插入一個 "0"，故經位元填塞之後，整個訊框如下：

01111110 0110111111011111010110 01111110

二、(一)請解釋乙太集結器 (Ether Hub) 與乙太交換器 (Ether Switch)內部功能上的不同點？（六分）
(二)請解釋私有虛擬區域網路 (VLAN)的目的與功能。（八分）

答：
(一)乙太集結器(Ether Hub)是屬於 layer 1 的設備，會將任一條線路的訊號複製到所有線路上，一般是以 half-duplex 方式來傳送資料，速率為 10Mbps。

乙太交換器(Ether Switch)是屬於 layer 2 的設備，具有學習 MAC 位址的能力，根據訊框的目的位址，來轉送訊框到目的線路上。因此目的位址沒有衝突的傳輸，可以並行進行，故總頻寬較高。以 full-duplex 方式來傳輸資料，速率可以達 100/1000Mbps。

(二)VLAN 是 switches 所提供的一種功能，可以將邏輯相關的使者群組，在不受地理位置限制下，劃歸到同一個廣播領域 (Broadcast Domain)。每個 VLAN 的作用就相當於一個獨立的 LAN，不同VLANs 之間則必須透過 routers 才能轉送封包。

VLAN 的目的在於(1)提高switches 實際的使用彈性 (2)讓使用者群組不受地理位置的限制 (3)增加安全性(Security)。

三、(一)請舉出三個最重要的理由為何IPv6有必要來取代IPv4？（六分）
(二)有一IP地址為140.113.240.16，subnet mask 為255.255.255.128，請問其subnet地址 (address) 為何？（五分）

答：
(一)IPv6取代 IPv4 的理由：
1.提供更多的位址：使用128bits的IP位址，以供未來的大量應用需求。
2.簡化標頭欄位成為7個，可以使網路傳送效率提昇。將其他標頭欄位改為可選擇的標頭群組，取代原來IPv4的固定標頭格式。
3.改進安全性。
(二)IP地址 140.113.240.16 為 class B 的IP 地址，故原有 16 bits 的 Network number，而 subnet mask 為 255.255.255.128 含有 25 個“1”及 7 個“0”，故 subnet地址有 25-16=9 bits，subnet地址為：(111100000)₂。

四、假設有一傳輸系統，其網路層 (network layer) 的封包最大長度 (包含頭端header，以下同) 為400bytes，頭端為40bytes；其資料鏈結層 (data link layer) 封包最大長度為300bytes，頭端為30bytes；實體層 (physical layer) 封包最大長為200 bytes，頭端為30bytes。如在網路層有資料100bytes要輸出時，請問在實體層輸出之總共資料長度為何？如在網路層有資料350bytes時，請問在實體層輸出之總共資料長度為何？（八分）

答：

- (一)網路層資料為 100 bytes，加上頭端40 bytes，封包長度為 140 bytes。到資料鏈結層時，再加上頭端 30 bytes，變成 170 bytes 的訊框。最後到實體層，再加上 30 bytes 的頭端，使得最後傳送的位元串流(bit stream)為 200 bytes。
- (二)網路層資料為 350 bytes，加上頭端40 bytes，封包長度為 390 bytes。到資料鏈結層時，將其分作兩段，分別為 270 bytes 及 120 bytes，再分別加上頭端 30 bytes，變成 300 bytes及 150 bytes 的兩個訊框。最後到實體層，會將 300 bytes的訊框再分成兩段，長度分別為 170bytes 及 130bytes，連同第二個訊框 150bytes共三段資料，每段再加上 30 bytes 的頭端，使得最後傳送的位元串流(bit stream)總長度為 200+160+180=540 bytes。

五、考慮一個無傳輸錯誤 (error free transmission) 的衛星傳輸系統。假設該系統傳輸速率為2Mbps，封包長度為 500bytes，來回傳遞延遲 (round trip propagation delay) 為200ms。為保證正確傳遞，該系統在地面端使用一個窗口 (window) 來暫存已發送之封包，直到收到接收端經由另一頻道送回來的正確回覆 (acknowledgement) 才把該封包消除。請問，窗口至少要有多大才能使該系統保持最大的傳輸量 (throughput) ? (七分)

答：

發送出一個訊框需時 $(500 \times 8) \text{bits} / 2 \text{Mbps} = 1 \text{ms}$ ，此訊框必須暫存到 ACK 回來才能清除，故需要 $1 + 200 + 200 = 401 \text{ms}$ 之後，才可以清除，這期間要持續發訊框才能使系統保持最大傳輸量，故窗口的大小為 $401 / 1 = 401$ 。

六、網路資料傳輸中，如能知道兩終點之間的網路頻寬，資料將可以更有效率、提高傳輸品質。請設計一個方法，能有效、正確的測量出兩終點間的網路頻寬。(十五分)

答：

- (一)先測量 RTT(round-trip time): 送出一個極短的訊框，對方收到後，立刻將其送回發送端，這段期間即為 RTT。
- (二)再傳送一段較長的訊框，假設長度為 L bits，對方收到整個訊框之後，立刻再將整個訊框傳回給發送端。假設發送端送出第一個 bit 到收到對方送回的最後一個 bit 為止，共費時 D sec。
- (三)計算 頻寬 = $L / (2 \times (D - \text{RTT}))$

七、請說明 TCP 擁塞窗口 (congestion window) 的漸加 (additive-increase) 與倍減 (multiplicative-decrease) 的情形。(十分)

答：

(一)使用一個 congestion window 來控制壅塞時的資料量傳輸量；另有一個接收端認可的窗口 advertised window，則是做流量控制之用，然後用下列式子，計算出 TCP 的有效窗口：

$$\text{MaxWindow} = \min(\text{CongestionWindow}, \text{AdvertiseWindow})$$

$$\text{EffectiveWindow} = \text{MaxWindow} - (\text{LastByteSent} - \text{LastByteAcked})$$

- (二)當一整組封包發送成功時(每個封包都在 RTT 時間內，其ACK被回覆)，CongestionWindow 會被加一。實際的做法是每次收到 ACK 時，就依照被確認的位元組個數來增加 congestion window 的窗口大小。
- (三)當一個封包發送失敗時(因確認訊息逾時)，就將 CongestionWindow 減半。

八、假設一群非持續性 (non-persistent) ALOHA 傳送站以卜瓦松分配 (Poisson distribution) 產生使用需求 (request)，平均每秒產生50個使用需求 (50 requests/sec)，包括首次需求或是繼續傳輸，每次傳送一個訊框 (frame) 需時40毫秒 (milliseconds)，請問：

- (一)第一次嘗試傳送就成功的機率為何？(四分)
- (二)可以成功傳輸之所需時間的期望值為何？(六分)

答：

傳送一個訊框的期間，會產生的訊框總數為 $G = 50 \text{ req./sec} \times 40 \text{ msec.} = 2$

$$(一) \text{第一次就成功的機率為 } P_0 = \frac{(G)^k e^{-G}}{k!} = e^{-G} = e^{-2}。$$

$$(二) \text{平均需要 } E = \sum_{k=1}^{\infty} k P_k = \sum_{k=1}^{\infty} k e^{-G} (1 - e^{-G})^{k-1} = e^G = e^2 \text{ 次才能傳送成功，故成功傳輸所需之時間的期望值為 } 40e^2 \text{ msec.。}$$

九、HTTP/1.1支援持續接連 (persistent connection) , 請解釋「持續接連」以及其好處, 並舉例說明。(十分)

答:

傳送一份 Hyper Text 文件, 通常需要由 server 取回多個檔案, 才能將文件完整地組織並呈現在讀者面前, 例如文件中含有圖片(檔)、多媒體(檔)、Applet 等, 皆須將這些檔逐一由 server 上取回。

而原先 HTTP 1.0 每次取回一個檔案後, 便會將 TCP 連線切斷, 要取下一個檔案時, 必須重新建立連線, 故浪費許多時間; 而 HTTP1.1 則支援持續接連, 即傳送完一個檔案後, 不用切斷連線, 即可繼續傳送下一個檔案, 如此可以節省許多時間。

十、BGP與RIP兩路由 (routing) 演算法雖皆使用距離向量 (distance vector) , 兩者基本差異為何? OSPF是否比RIP更健固 (robust) , 理由為何? (十分)

答:

(一)RIP 是 IGP(Internal Gateway Protocol)用於一個自治系統內部的 routers 之間交換網路拓樸資訊之用; 而 BGP 則是 EGP(External Gateway Protocol)是自治系統之間, 相互連接的 routers 所用來交換資訊的路由協定, 而且它是 policy-base 的協定。

(二)OSPF 比 RIP 更健固, 其原因是 OSPF 採用 Link-State 方式來讓 routers 交換資訊, 當網路拓樸改變時, router 會將資訊立即傳送給同一區域內每一個 routers, 因此其收斂(convergence)的速度比 RIP快多了, 也比較不會有 routing loop 的現象發生。