

# 《計算機網路》

試題評析	<p>今年檢事官計算機網路試題十分平易，大多為基本觀念題為主，考生可以拿到不錯的分數。</p> <p>第一題：IPv6 與 IPv4 的特性與比較，其中第(二)、(三)兩小題，則與考生是否有記憶特性有關，可能成為分數高低差異的關鍵。</p> <p>第二題：測驗類比與數位傳輸與調變技術的觀念，取分不難。</p> <p>第三題：測驗 Dijkstra's 最短路徑演算法，是相當基本的問題。</p> <p>第四題：考錯誤檢查碼，也是基本問題。</p> <p>綜觀本次檢事官計算機網路試題，並無艱澀之題目，考生分數估計應可拿到 75 以上，準備充分要拿到 90 以上並非難事。</p>
------	--

## 一、回答下列有關 TCP/IP 網路相關的問題：(30 分)

- (一) IPv4 與 IPv6 協定的位址長度各為多少位元組 (bytes) ?
- (二) 列出三種 IPv6 所允許的延伸標頭 (extension headers) ?
- (三) IPv4 標頭欄位中有補白 (Padding) 的機制，請問其作用為何？
- (四) IPv4 標頭中有協定 (protocol) 的欄位，請問其作用為何？
- (五) IPv4 標頭欄位中之存活時間 (ttl) 相對於 IPv6 標頭中之那個欄位？作用為何？

### 【擬答】

- 一、IPv4 協定的位址長度為 4 bytes；IPv6 協定的位址長度為 16 bytes。
- 二、Routing：來源路由(source routing)的延伸標頭。
- 三、Fragmentation：管理 IP datagram 的切片(fragment)。
- 四、Authentication：驗證發送者的身分。
- 五、IPv4 的 padding 就是 No-OP 選項，使用在選項(options)之間，用來填補以使得下一個選項可以對齊(align)在 16 位元的邊界上。
- 六、協定(protocol)是用來表示此 IP datagram 是在傳送層那一種協定的資料，例如：TCP、UDP、ICMP 或 IGMP 等。
- 七、IPv4 的 TTL 相當於 IPv6 的 Hop Limit。

## 二、類比訊號與數位訊號在其性質上有何差異？目前傳輸的方式漸漸走向數位傳輸，其原因何在？一般調變的技術主要是針對那三種類比訊號中波型的性質而有所不同？(20 分)

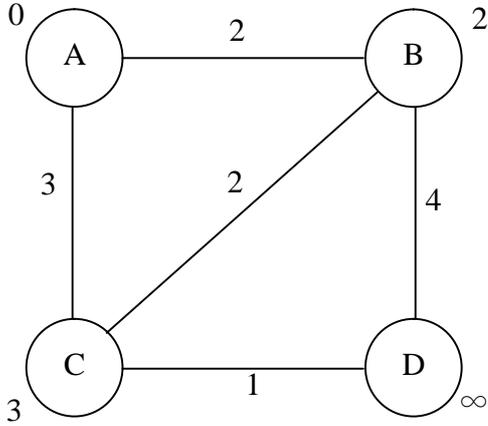
### 【擬答】

- 一、類比訊號可以傳送連續性任意電位值的波形；而數位訊號則只使用兩種固定的電壓值，來表示 1 與 0。
- 二、相對於類比傳輸，數位傳輸的優點有：
  - (一) 訊號只允許兩種電壓值，可以在適當的距離加裝中繼器，即可將訊號還原成與原先相同，所以可連接任意個中繼器；而類比訊號使用訊號放大器卻會有變形失真的現象，而且會累積而愈益嚴重。
  - (二) 可以將聲音、影像、數據等資料整合在一起，使線路有較佳的利用率。
  - (三) 數位訊號的中繼器成本較低。
  - (四) 數位訊號的維護較容易，因為數位訊號比較容易偵測到其問題的出處。
- 三、基本的調變技術有
  - (一) 振幅調變(amplitude modulation)：使用兩個不同的最大電壓分別來代表 "0" 與 "1"。稱為振幅移位編碼 (Amplitude-Shift Keying, 簡稱 ASK)。
  - (二) 頻率調變(frequency modulation)：使用兩個不同的頻率分別來代表 "0" 與 "1"。稱為頻率移位編碼(Frequency-Shift Keying, 簡稱 FSK)。
  - (三) 相位調變(phase modulation)：使用不同的相位來代表 "0" 與 "1"。稱為相位移編碼(Phase-Shift Keying, 簡稱 PSK)。

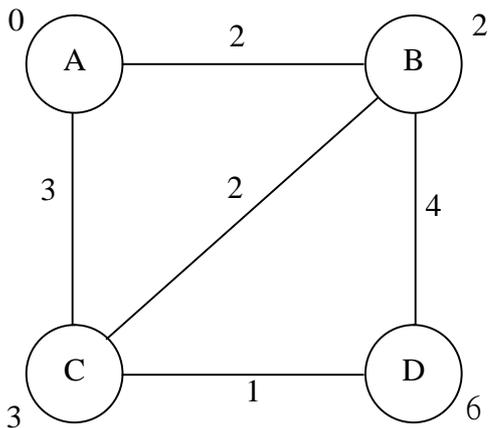
三、假設有四個路由器：A、B、C 與 D。各相連路由器間的連接成本如下： $A=B$  $A=2$ ， $A=C=3$ ， $B=C=2$ ， $B=D=4$ ， $C=D=1$ 。A 與 D 沒有直接相連。在以 Dijkstra 演算法求得最小成本路徑圖的考量下，請繪圖並詳列由 A 點起始到各路由器間最小成本路徑圖的計算過程與結果。(30 分)

【擬答】

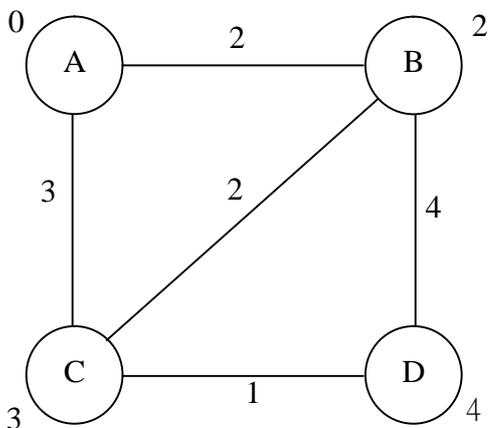
一、起始狀態：



二、B 確定找到最短路徑，調整 D 的路徑長度為  $2+4=6$ 。



三、C 確定找到最短路徑，調整 D 的路徑長度為  $3+1=4$ 。



四、在電腦通訊傳輸中，訊息有可能錯誤，請問有什麼方法可以解決此種傳輸上的問題？舉例兩個方法並說明其運算原理。(20分)

**【擬答】**

電腦通訊傳輸中，訊息的正確性通常是用錯誤檢查碼來達成，配合接收端回傳給發送端的 ACK，在錯誤發生時，由發送端重新發送。錯誤檢查碼的例子有：

一、Ethernet 使用的 CRC 碼：

◎CRC 的原理：將  $n$  位元的資料字串，視為變數  $x$  的  $(n-1)$  次多項式之係數，因為每個係數皆只有一個位元，故只能是 0 或 1。第一個位元為  $x^{n-1}$  項的係數，第二個位元為  $x^{n-2}$  項的係數，餘此類推。例如，資料字串為 10110101，則視為  $x^7+x^5+x^4+x^2+1$ 。對於多項式係數的運算以模數-2(modulo 2)來進行，例如加減運算皆以互斥或(exclusive-OR)完成。

◎CRC 的產生：若傳輸端與接收端協議之編碼多項式(generator polynomial)為  $G(x)$ ，原來的訊息字串為  $M(x)$ ，則以下列步驟可以進行 CRC 編碼：

- 1.令  $d$  為  $G(x)$  的最高次數(degree)，先將  $M(x)$  乘上  $x^d$ ，成為  $x^dM(x)$ 。
- 2.將  $x^dM(x)$  用模數-2 的除法，除以  $G(x)$  以求得餘式  $R(x)$ ， $R(x)$  即為所謂的檢查和(checksum/CRC digits)。
- 3.使用模數-2 的減法，將  $x^dM(x)$  減去  $R(x)$ ，即得加上檢查和的訊息  $T(x)$ ，此即為 CRC 碼。

◎CRC 的檢查與解碼：將接收到的 CRC 碼  $T(x)$  除以協定之編碼多項式  $G(x)$ ，若能夠整除，則為正確的訊息，可以將  $T(x)$  的最低之  $d$  位元棄置，即可得原來的訊息  $M(x)$ ；若不能整除，則為有問題的訊息。

二、TCP 使用的 checksum

將 IP 虛擬標頭、TCP 標頭以及傳送之資料(payload)，以 16 bits 為單位，使用 1's complement 加法來加總，最後取 1's complement 以產生檢查和。注意在計算之前，檢查和先預設為 0，等計算後再放入計算所得的檢查和。接收端的檢查方式，則以 16 bits 為單位，使用 1's complement 加法來加總再取 1's complement，若計算結果為 0，則表示正確；否則，表示有錯。