

網路的組成元件

網路的組成包含軟體、硬體、通訊協定以及網路所提供的服務。

網路通訊協定 (Network Protocol)

協定在電腦網路中扮演著很重要的腳色，從硬體的傳送到軟體之間的交換訊息到處都有協定存在。那麼就電腦網路而言，什麼是協定呢? 協定可以說是一種事先定義好的規則；協定定義了何時以及該如何傳送交換訊息的相關動作，交換訊息的格式也是屬於協定的一部份。有關協定的基本定義如下：

協定定義了行程與行程之間交換訊息的格式和順序，以及傳送或接收訊息時所應採取的動作。

在網路中，協定讓網路的通訊實體 (Communication Entity) 得以互相溝通以便完成某件工作。不同的協定可用來完成不同的通訊工作，透過對於協定認識，除了可以讓我們瞭解電腦網路背後的運作原理，更進一步地，也可以讓我們清楚網路是如何構成的以及通訊協定存在的理由。

網際網路所提供的傳輸服務

目前網際網路所提供的傳輸服務，就服務的性質而言可分成兩種，一種是 (1) 連接導向的可靠性傳輸服務 (Connection oriented reliable service)，這個服務主要由 TCP (Transmission Control Protocol [1]) 來提供，另一種則是 (2) 非連接式的不可靠性傳輸服務 (Connection-less, unreliable data transfer)，這部份則是由 UDP (User Datagram Protocol [2]) 來提供。

TCP 提供的服務

1. 可靠的資料傳送 (Reliable data transfer) 服務: TCP 藉由回應 (Acknowledge) 和重送的機制提供可靠性的服務。可靠的資料傳送意味著應用程式可依賴此服務，該服務可確保資料能依照順序地被傳送接收，不會有錯誤發生。
2. 流量控制 (Flow control): 確保連線的兩端不會因為太快傳送過量的封包而淹沒了另一端。
3. 擁塞控制 (Congestion control): 當路由器發生擁塞時，封包會容易因為緩衝器溢滿而被丟棄。擁塞控制可以避免傳送端送太多資料到網路上造成網路擁塞。

UDP 提供的服務

TCP 與 UDP 都是透過 IP 封包來傳輸資料，在開始傳送資料之前，TCP 的 Client 行程會與 Server 行程執行建立連線的動作，而 UDP 則不需進行此一動作。

就如前面所說的，目前網際網路提供給應用程式的服務只有連接導向的可靠性服務與非連接式的不可靠性服務，而不管是 TCP 或 UDP，基本上都沒有提供對與頻寬與時間延遲的最低保證。

網路應用程式與網路上常見的服務

網際網路可以讓使用者在上面執行各式各樣的分散式應用程式 (Distributed applications) 以便和其它網路終端系統 (End-system) 交換資料。這些應用程式包括 (1) 遠端登入 (2) 電子郵件 (3) 檔案傳輸 (4) 網頁瀏覽 (5) 網域名稱服務或 (6) 線上即時通訊等。

網路應用程式提供的服務	使用的網路協定	使用的傳輸協定
遠端登入	Telnet	TCP
電子郵件	SMTP、POP、IMAP	TCP
檔案傳輸	FTP	TCP
網頁瀏覽	HTTP、HTML	TCP
網域名稱服務	DNS	UDP

網路協定和分層的概念

在瞭解了網路可能提供的服務後，接著我們就來看看目前網路所使用的分層方式，一般稱之為「網路通訊協定分層堆疊」(Internet protocol stack)。目前網際網路所使用的分層架構由上而下分別是：應用層、傳輸層、網路層、連結層以及實體層，每一層都有其各自使用的通訊協定。

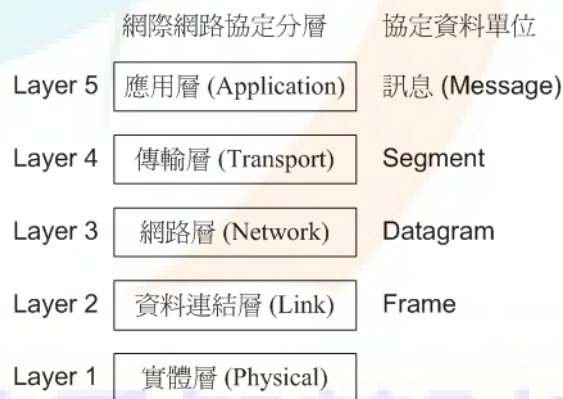


Figure 1. 通訊協定堆疊與各層封包所使用的單位名稱

在習慣上，一般我們都以 Figure. 1 的方式來表示，並且為了方便區別使用，各層的資料單位 (封包) 也給予不同的名稱表示。以下我們簡單地瀏覽一下各層所使用的通訊協定以及通訊協定所使用的封包格式。

對於應用層而言，傳輸層主要的功能就是在應用程式之間提供邏輯的連線。所謂的邏輯連線是指在應用程式的傳送端與接收端之間其實並沒有一條實際的

連線，但是透過傳輸層所提供的功能，應用程式可以假設傳送端與接收端之間有一條連線存在，應用程式可以透過傳輸層協定將資料送出。

目前傳輸層所使用的協定主要有兩種—TCP 和 UDP，應用程式的通訊過程可用下面簡單的圖例(Figure 2)來表示：



Figure 2. 端點對端點(End-to-End)的連結視意圖

目前傳輸層所使用的協定主要有兩種—TCP 和 UDP，以下簡單地介紹 TCP 和 UDP 的封包格式。

TCP 的應用範圍很廣泛，如同我們在前一個章節所提到的，許多我們在日常生活中經常使用網路應用程式，底層所使用的傳輸協定都是使用 TCP，例如網頁瀏覽(Web)、電子郵件(E-mail: POP3 ,SMTP)、遠端終端機存取(Telnet)、檔案傳輸(FTP)等。TCP 的封包欄位較多(如 Figure 3 所示)，因此可以提供較為複的功能：

0	4	10	16	31
Source port number		Destination port number		
Sequence number				
Acknowledgment number				
HLEN	Unused	Flags	Receive window	
Checksum			Urgent data pointer	
Options (may be omitted)				
Beginning of payload ...				

Figure 3. TCP segment format

底下列出各欄位的相關說明：

1. Source port number (16 bits) 來源端的埠號。Port number 可用來區分資料是由來源端的哪個應用程式送出，要送給目的端的哪個應用程式
2. Destination Port number(16 bits) 目的端的埠號
3. Sequence Number(32 bits) 來源端的資料序號，即此 TCP 資料區段內的資料序號起始值
4. Acknowledgement Number (32 bits) 目的端回應確認號碼
5. Header Length TCP Header 的長度，以 4 個 Bytes 為一

6. Receive window

個單位

目的端的緩衝區大小(Buffer size)，執行流量控制時使用

7. Checksum

檢查和，執行錯誤檢查時使用

UDP 的訊息格式較為簡單，相對地可提供的使用的功能就較少。UDP 的存在是為了滿足一些需要快速處理與反應的應用程式，因此較適合用在多媒體等對時間較為敏感或不需要擁塞控制的服務上。Figure 4 為 UDP 的欄位格式，其中 Message length (16 bits)，代表 UDP 封包的總長度，包含 UDP 表頭 (Header) 與其所承載的資料 (Payload)。

0	16	31
Source port		Destination port
Message length		Checksum
Beginning of payload ...		

Figure 4. UDP user datagram format

Figure 5 為 IP 協定的欄位格式。IP 是網路層的通訊協定，而網路層的主要功能就是定址與路由。TCP 與 IP 是目前網際網路上最廣為使用的一組通訊協定。事實上 TCP/IP 是一組獨立性很高的通訊協定，TCP/IP 將位於上層的應用程式與底層的網路通訊設備分離開來，這使得應用程式之間只需透過 TCP/IP 即可建立連線，至於資料是如何在應用程式之間進行傳送的這個部份，則交由 TCP/IP 來處理，使用者不需擔心如何建立連線並傳送資料這類的問題。由於有這樣的特性，因此即是不同的電腦系統，只要透過 TCP/IP 就能夠互通訊息。

0	4	8	16	19	31
Version	HLEN	Service	Total length (bytes)		
16-bit Identifier			Flags	13-bit Fragmentation offset	
Time-to-live		Upper-layer protocol	Header checksum		
Source					
Destination					
Options (may be omitted)					
Beginning of payload ...					

Figure 5. IPv4 datagram header