

電腦網路

王觀智

· 空軍氣象中心

摘要

一、俗語說：「秀才不出門能知天下事」，今天即使不是秀才也可以知道天下事，只要你看報紙或是電視。到了今天進入網際網路時代，我們在家裏不但可以取得世界上任何地方的資訊，更可以參與討論天下事，只要你家有一台電腦、數據機並連線上網際網路。誠如古人所說：「天涯若比鄰」。你(妳)可以和世界任一地方的人聯絡，就好像你和隔壁鄰人聯絡一樣方便。

二、電腦網路已逐漸地取代已往通訊及資料傳輸方式，尤其整體性服務數位網路系統(ISDN)問市後，我們可以使同樣一條數據線路可以傳輸大量相同規格的文字、聲音及影像等數據資料，可同時達到多功能的通信服務。由於目前電腦網路的品質，已非以往類比信號傳輸(電話、傳真機等)的品質所能比擬，因此以今日作業型態有很大的轉變。

三、使用電腦網路來傳輸各種訊息，已是未來時代潮流，身處科技時代的國軍幹部應該瞭解如何有效地運用電腦網路來完成任務。但是，凡事有利必有弊，電腦網路雖能快速的傳輸資料，但也成為他人竊取資料的一條通道，更被利用網路來犯罪(如施放電腦病毒、竊用他人的電腦資源或資料等)，今天我們不能期盼別人不犯罪，但也不能因噎廢食而不使用網路。因此，如何防止資料外洩及別人入侵國防網路，實為未來在使用電腦網路的同時所必需防範的。

壹、前言

隨著科技的進步，人類運用電腦來處理一些大量地資料，可是在得到結果後，卻發現無法將資料供應大眾。因此為了共享資源及各週邊裝置(如磁碟機、印表機等...)可共用。因此將電腦連接起來，這種連接就形成了電腦網路。可是由於不同的功能需求，眾多的電腦硬體製造商製造出規格相異的電腦，而電腦儲存資料格式不同、傳送與接收的格式及方式也不同，導致電腦之間資料的傳輸就會變的很複雜。為此必須制定一個彼此間交換資料的規則。而這規則的制定，是由國際標準組織 [ISO] 來統一規範。自一九八〇年後由於各項網路通信的標準已逐一確立後，以往混亂的場面已不復見。今天由於人們對通訊的需求品質已逐漸提高，因此結合電腦與數據通信的電腦通信工業是未來發展的趨勢。

貳、何謂電腦網路

簡單的說，兩部或兩部以上的電腦經由傳輸媒體的連接，而達到資料互傳、資源互享的功能即謂電腦網路。由上述的定義，可知電腦網路的形成在於人們對資訊的流通和資源共享的強烈需求，如附圖一。而在連接網路的傳輸媒體，因為科技的進步，已由實體〔雙絞線，同軸電纜及光纖〕連接，進化到利用無線電，微波及衛星來做網路傳輸媒體。電腦網路依其連接的電腦所涵蓋的地理位置範圍的大小可分為：

一、區域網路〔Local Area Network〕：

區域網路是指在有限的區域範圍內，連結不同資料傳輸系統，透過網路通訊裝置(如網路卡、電纜、電話、服務站...等)，及網路通訊協定(如TCP/IP)，相互傳遞資料、互通訊息及週邊設備共用，據有下列特性：

(一)地理範圍限制：在 0.1 公里到 200 公里範圍

內。

(三)去除各系統其內部運作的細節，而只考慮功能。

(四)設定一套在各系統之間交換資訊所要連結的部份。

探討網路架構就一定要提到開放式系統連結協定的七層架構，ISO組織在一九八四年提出電腦網路通訊標準協定。OSI協定是利用分層的觀念，分別由實體層到應用層等七個層次，每個層次有一個或一個以上的標準協定，用來完成網路傳輸所需功能。開放系統連結(OSI)模組七層協定均依下列原則產生：

(一)在必須分離出一個不同特性的層時，就需要產生一個層次(layer)。

(二)每個層次都應該執行一個完善定義的功能。

(三)每一層次的功能都應該以符合國際標準化之通信協定來加以定義。

(四)在我們選擇層次間的分界(boundary)時，儘量將通過介面的資訊流通量降至最低。

(五)層次的多寡必須少到不至於讓截然不同的功能被合併在同一層次，也可以多到讓整個架構大而不當。

前面已逐一敘述開放系統連結之分層式模組的優點和目的，以及其產生的原則。現在就逐層討論各層的功能，首先參考圖四：依據開放系統結構有七層協定，分別是實體層、鏈路層、網路層、運輸層、交談層、表識層、應用層。下列為各層之功能：

(一)實體層(Payer)：

本層表示在軟、硬體之間實際的連接。定義機械、電氣、程序、功能方面等硬體特性，啟動及關閉實際的傳輸媒體。目前在實體層已有很多的標準產品，有名的是 RS-232 及 X.21。

(二)鏈路層(Link Layer)：

就是在實體層上傳送資料，本層所負責的工作計有：實際鏈路間正確的資料傳送，發送及接收，加上必要的同步，錯誤及流量方面的控制，鏈路管理、控制資料及一般資料的區分，以上工作須經由軟體的邏輯及程序來施行。目前市面上已有之產品如 IBM 公司的 BSC 及 SDLC，HDLC 非同步通訊使用的 RIS/CTS，區域網路 CSMA/CD 等協定。

(三)網路層(Network Layer)：

層	提供服務	市面現有之協定
應用層	提供使用者通訊介面服務	E-mail, ftp, www
表識層	提供資料格式轉換服務	資料語法轉換、資料格式化、展示影像定義的轉換、資料加密、壓縮、...
交談層	提供連線服務	安排、同步、鑑定
運輸層	提供封包傳輸服務	TCP, XNS, APPC
網路層	提供路徑選擇服務	X.25, IP
資料鏈路層	提供實體線路傳輸服務	RTS/CTS, CSMD/CD
實體層	提供位元和電氣轉換服務	RS-232C, RS-422, RS-423, RS-449

圖四：OSI 協定之七層架構

由數據傳送及交換技術來提供較高層次的服務。其中包括網路建立、維持、中止及路徑選擇，流量控制、擁塞控制，錯誤控制等功能。本層主要用於分封交換網路，其中最著名的就是 x.25 及 IP。

(四)運輸層(Transport Layer)：

提供端末點之間(end-to-end)可靠的，透通的資料傳送服務。而這些服務包括分割及組合(Segment and Assembly)，對鄰近各層之多工、交談之流量控制，錯誤之回復，最重要的一點是這層是網路與上三層(應用層、表識層及交談層)之間的一套介面軟體模組。而它的主要功能是讓使用者不必去關心分封網路實體及功能方面的狀況，ICP 就是運輸層協定較有名的例子。

(五)交談層(Session Layer)：

做為使用者與運輸層之間的介面，它所提供的服務主要是在交談方面(如交談之建立、管理及停止)。

(六)表識層(Presentation Layer)：

提供給應用層獨特的資料表示方式。例如，資料格式、資料壓縮、加密轉換等。它可以讓使用者感覺好像在使用一台終端機那般親切，而電傳視訊就是本層較有名的產品。

(七)應用層(Application Layer)：

提供使用者進出 OSI 環境之用，並提供使用者所需的服務及資料可靠性的傳送、資料存取、流程控制、錯誤校正。本層所提供之服務有電子郵件系統、終端機模擬能力及檔案轉換程式等，目前市面上之電子郵件系統及銀行系統等，這些都是本層所提供之特

殊的應用處理程式。

由上面所討論 OSI 網路架構，除第一層「實體層」外，其他六層都是軟體。而第二層(資料鏈路層)有時是以軟體來施行的。由此可知 OSI 網路架構中都是以程式組成的。因此是比較容易修改，且擴充功能也比較快。OSI 七層模式可分為三部份(一)提供網路通訊服務之，包括實體、資料鏈路及網路層。(二)使用網路，包括會議、表識及應用層。(三)網路層與其上三層的介面也就是運輸層，運輸層可求得網路資料交換的正確性。表一為 OSI 七層模式中目前比較有名之協定。

四、TCP/IP (Transmission Control Protocol Internet Protocol) 傳輸控制協定 / 網際協定

在討論 OSI 七層架構後，接著繼續介紹 TCP/IP。首先探討 TCP/IP 協定的歷史：

一九六〇年代末期，美國國防部(DOD, Department of Defense)有鑑於機構內各種廠牌的電腦都有，而個別的電腦都有自己的作業系統及檔案格式，彼此之間的資料交換、資源共享都很無法做到，因而資源重複地浪費。為解決這個問題，美國國防部將此任務交給國防通訊局(DCA, Defense communication Agency)負責，經由國防通訊局研究後提出一組軍用標準通信協定，而此協定主要由四組成員組合而成，(一)IP 協定(Internet Protocol)。(二)TCP 協定(Transmission Protocol)。(三)FTP 協定(File Transfer Protocol)。(四)TELNET 協定(Telnet Protocol)。後來再由國防尖端研究計畫署(DARPA, Defense Advanced Research Project Agency)研究與發展下，這些協定不但連接國防部所屬之電腦，同時也讓網路與網路之間相互連接。上述由美國國防部發展出的 TCP/IP 協定，是取其內兩個主要協定，TCP 及 IP 而得名。由於 TCP/IP 協定可連接兩個不同的網路。所以 TCP/IP 協定也是一種網際網路協定(Internet Protocol)。

一九八〇年美國國防尖端研究計畫署逐漸將國防部所屬之電腦網路改為 TCP/IP 協定的網路，於一九八三年元月完成轉換。為便於轉換，DARPA 委託 BBN 公司完成柏克萊版(BSD)UNIX 的 TCP/IP，同年十月美國國防部通訊局將原有之電腦網路

(ARPANET)拆成兩個網路，一個仍沿用 ARPANET 的名稱，繼續提供學術上的研發；另外一個網路則稱為國防資料網路(DDN, Defense Data Network)，或稱為 MILNET，作為軍用用途。

TCP/IP 協定可分為四層，由上而下依序為應用層、傳送層、網際層與網路界面層(資料鏈路層)，圖五為 TCP/IP 通信協定之各層次的相關協定，以下簡述各層次的功能：

(一)應用層：

負責提供完整的人機界面，由利用網路的應用程式和程序組成。

(二)傳送層：

負責端點對端點間的通訊(資料傳送服務)。

(三)網際層：

負責將不同的網路連接在一起，將資料在兩台電腦間互相傳遞。(定義資料封包及處理資料路徑)

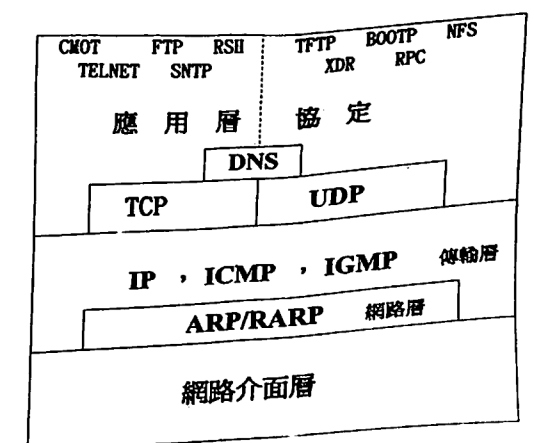
(四)網路界面層：

包括了電腦內的裝置驅動器和網路界面卡。負責所有與通訊媒體直接溝通的軟體與硬體部份。

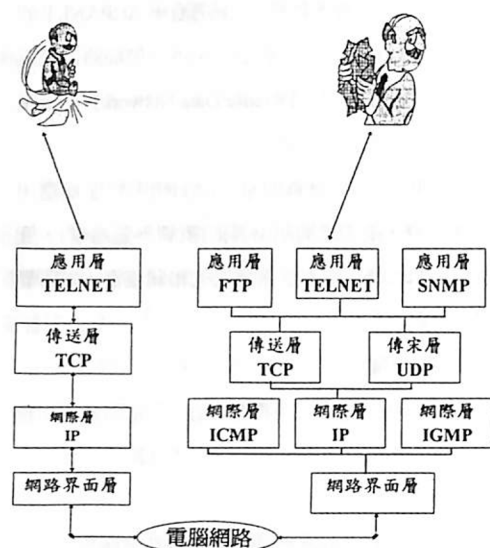
TCP/IP 資料流通的架構如圖六。另圖七為 OSI 與 TCP/IP 架構比較示意圖。

TCP/IP 是一種允許網路可以彼此連結形成 Internet 的協定。TCP/IP 結合了個別網路形成一個虛擬網路；在裏面各個主機不是用實際網路的位址，而是用 IP 位址來區分。

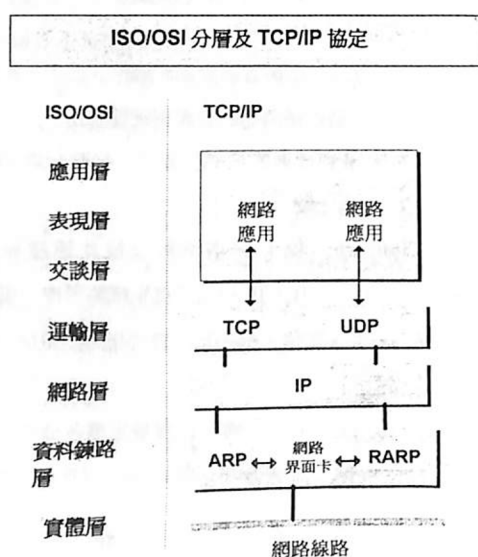
TCP/IP 使用層狀結構可以清楚定義各個協定的負責。TCP 和 UDP 都提供了網路應用程式高階的資



圖五 TCP/IP 通信協定各層次的相關協定



圖六 TCP/IP 協定資料流通之架構圖



圖七 OSI 協定與 TCP/IP 協定比較圖

料傳輸服務，並且都靠 IP 來傳送資料封包。IP 則負責為封包選擇到目的地的路徑。

在 Internet 主機上執行的兩個應用程式間的資料傳輸，基本上是透過在 TCP/IP 層狀結構中上下移動而完成。傳送端的 TCP/IP 模組所附的訊息是靠接收端的 TCP/IP 模組解讀，且用以還原原始資料之用。

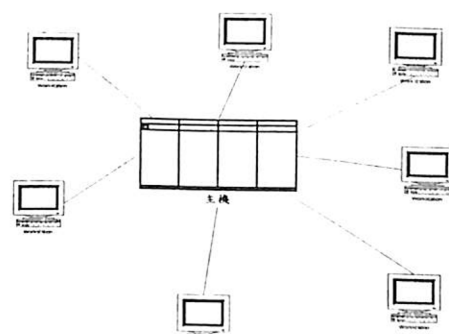
五、網路拓模(Network Topologies)

所謂網路拓模就是網路形狀(Network Configuration)的同義字，其目的為(一)設計網路之最

高可靠性以便確保網路交通的順暢。(二)在交換資料的雙方之間的網路找出最省錢的路徑。(三)盡可能給使用者快速的回應時間及較佳的工作效率。以上三個目的就是要找出「最快速」且「最省錢」的路徑來傳送資料，以下分別敘述五種網路拓模：

(一)星狀拓模 (Star Topology 見圖八)：

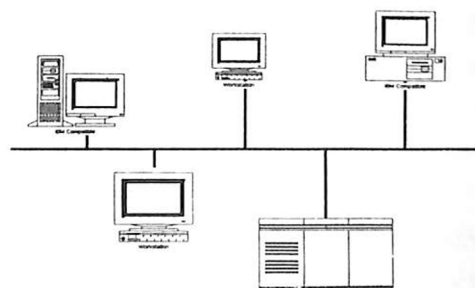
網路上所有終端工作都與中央控制台連接，所有網路活動都由中央控制台管制，網路上任兩個終端工作無法獨自相互溝通，必須透過中央控制台的協助才得以相接。目前星狀網路比較有名的是我們生活中每日所需使用之電話網路，雖然我們直接電話號碼便可接通，但實際上是透過電信局交換機(PBX)的轉接才可以和對方通話。



圖八 星狀拓模

(二)水平狀拓模(Bus Topology 見圖九)：

網路上的每一工作站直接和任一共同的通道相連，資料在此通道上流通，在此通道上的工作站均可依據自己網路界面卡的位址，截取自己想要的資料，而其它的資料則不予理會。



圖九 水平狀拓模

(三)環狀拓模 (Ring Topology 見圖十)：

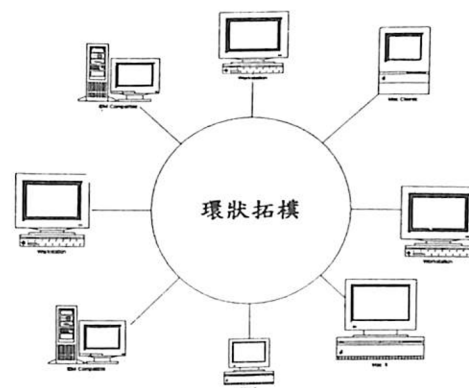
網路上的終端工作站一部接一部的連接起來形成一個環狀的構造，資料在網路上繞圈子，每一個工作站依本身網路上位址判斷資料是否是本身的，如果是則將資料接收進來，如果不是則將資料向下傳送到下一個工作站。

(四)階層狀拓模(Hierarchical Topology 見圖十一)：

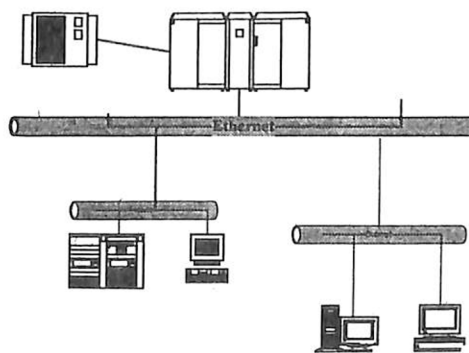
目前使用比較廣泛的一種網路，網路控制也比較簡單，中央控制台負責控制及錯誤處理。但中央控制台如果當機，網路就完了，因此中央控制台最好有兩台，以免故障時造成網路上連線作業全部停止。

(五)網狀拓模(Mesh Topology 見圖十二)：

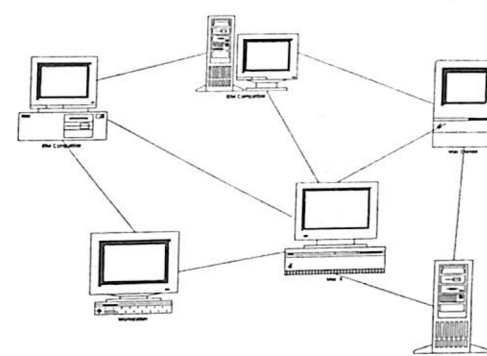
網路上每一個工作站都可與中央控制台，或是終端工作站，因此可避免中央控制台故障而造成瓶頸及當機的問題，因為資料傳輸可以有很多的通道，資料在傳送時可以避開故障的工作站而達到目的地。但是，相對地他的網路架設費用及維修費用也就比其他



圖十 環狀拓模



圖十一 階層狀拓模



圖十二 網狀拓模

的網路來的昂貴。

參、電腦網路的應用

我們運用電腦的目的就是要幫助我們去處理大量的資料，或是經由繁複地運算，讓我們獲得更精確的資料。但是，如果因不同的機種，而無法相互支援及交換資料，則電腦的功能僅能發揮一半，現在加上網路則電腦便是如虎添翼，網路在初期發展時，僅供電腦專家，大企業或政府部門使用。到了今天，網路已逐漸伸入社會裡每一個階層。現在的電腦通訊起源於電話語音線路上加上數據機的組合。由於電路交換以語音為主的特性，應用在數據通訊上相當不穩定且雜訊稍多，因此多數必須依賴數據通訊的使用者大都是租用專線來取代電話線。但是由於使用者資料量日漸增多，大家開始改用(Switch 56)的分封交換電路，因為分封交換電路傳輸速率，品質的提高及費用降低，使電腦網路通訊已經深入了每一個人的家庭，甚而日常生活也已逐漸使用到電腦網路；例如現在大家經常用電話語音系統來掛號或查詢，甚至我們可以在任何地方的銀行自動櫃台機來提領儲金，甚至，今天我們只要一台個人電腦，數據機及通訊軟體，經由電話線就可以和全世界各地的電腦網路連線。新加坡政府已經規劃在西元二千年，每個人可以在家中上班，購物甚至獲得世界各地的資訊，美國柯林頓政府也規劃至可以獲得世界各地的資訊，其目的也在將資訊電腦網路融入每個人生活。在我們國家裡，電信局已架設高速資訊網路(T1)，其目的是政府規劃，將台灣發展成亞洲金融中心，而今天在金融業，資料傳輸都靠電腦資訊網路。因此今天我們必須瞭解電腦網路的應用已有日趨普

遍並擴及全世界各地。

肆、結論

[新戰爭論]中曾提到美軍在波斯灣戰爭中，在短短地數天中，在戰區架設了三千台以上的電腦，並和美國本土連線，甚至在臨時基地大多數基層作業均以電腦來執行作業自動化。美軍運用衛星遙測，及新發展出來 J 星(J star) [監視與鎖定攻擊雷達聯合系統]，能把遠在 155 哩以外，伊拉克部隊各種資訊經由電腦網路，傳輸到聯軍總部，經過電腦的分析，快速地將最新且最精確的研判結果，送到前線指揮官手上，協助指揮官做出最佳決策。聯軍裡每一個擔任攻擊任務之部隊指揮官，可隨時掌控伊拉克部隊的動態，如此不但減少聯軍人員的傷亡，更加速伊拉克軍隊的敗亡。根據事後之檢討，才發現在波灣戰爭中，聯軍所架設的電腦網路依賴一百一十八個機動地面衛星訊站，加上十二個商業衛星站，利用大約八十一個接線總機來駁接三百二十個通話迴路及三十個訊息迴路。且為了將美國本土資料庫和戰區的網路聯結起來，軍方進行極度複雜的連接工程，每天要處理多達七十萬通的電話，十五萬二千筆訊息，並使用了三萬個無線電頻道，光是空戰的部份，就涉及三千萬通電話。由上所述，電腦網路在國防上已有非常重要的地位。在社會上，電腦網路也已打進我們的家庭，而且運用的層面也越來越廣泛，想一想，今後我們在家裡透過一台電腦及數據機，可以和遠在數千公里以外的親朋好友經由電子郵件(E_MAIL) 相互連絡。可以在家中工作，只要透過和辦公室的主電腦連線，各種資料可立即獲得編輯及更新，由於電腦網路更加深入人類生活每一個層面，如果現代人不認識電腦網路便要被淘汰了，在此總結一句話：[二十一世紀的現代人不識電腦已喪失 50% 的生存權，不會運用電腦網路則另外 50% 生存權也失去了。] 因此希望能借本文能給大家一個比較強烈的概念，也希望能夠以本文讓大家對電腦網路產生較多的興趣。

伍、參考文獻

- 一、艾文 托佛勒，海蒂 托佛勒，1994：新戰爭論。
- 二、方盈，1994：TCP/IP 通信協定(理論與實務)。

- 三、沈芝慎，1993：洞悉 UNIX 網路應用篇。
- 四、黃崇賢，1990：微電腦區域網路技術與設計。
- 五、歐宗生，1993：洞悉 UNIX 網路原理篇。
- 六、劉賢忠，1992：數據通訊與網路理。
- 七、Craig hunt，1996：TCP/IP 網路管理。
- 八、Jeff Prosser 著，張峻豪 譯：TCP/IP 初學者入門指南，微電腦傳真，Volume 16，No.1。
- 九、Robert Feldman，1993：廣域網路的變遷。開放系統與網路雜誌，54-73 頁。

媒 體	雙 絞 線	同軸電纜	光學纖維
傳 輸 速 度	1 Mbps	500 Mbps	1 Mbps
頻 寬	250 KHZ	350 MHZ	1 GHZ
中繼器距離	2-10 Km	1-10 Km	10-100 Km
拓 模	環，星，匯流排，樹狀	匯流排，樹，環狀	環，星，樹狀
最多節點	≤1024	≤1024	≤1024
最大長度	≤3km	≤10km	≤10km
應 用	資料、聲音	資料	資料、聲音、影像

表一 傳輸媒體特性比較表