

資料連結交換 協議技術之研究

文／高振祥先生・孫郁興 助理教授



提要

資料連結交換協議 (Data Link Switch, DLSw) 技術是用來實現透過TCP/IP，來傳輸IBM公司大型電腦主機間系統網路結構 (SNA) ①協議的一種重要技術。文中概述了此一資料連結交換協議的原理說明，並詳述其典型的應用方式和配置方法。

前言

本文所探討的資料連結交換協議 (DLSw) ②技術是用來實現透過TCP/IP，傳輸IBM公司大型電腦主機間系統網路結構 (SNA) 協議的一種重要技術。此篇文章對傳統使用的各個SNA網路之間工作步驟及經由DLSw連結後，也可以透過TCP/IP網路傳送資訊，做一深入淺出的說明；這對國軍聯合作戰中主幹網路間的大型電腦主機與終端機間的通連規劃，具有一定程度的參考價值。

本文

一、資料連結交換協議概述

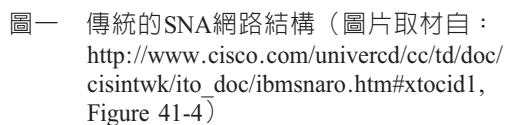
資料連結交換協議 (Data Link Switch, DLSw) 它是先進層對層網路實踐者協會

Advanced Peer-to-Peer Networking (APPN) Implementers Workshop (AIW) 運用其實現透過TCP/IP以傳輸系統網路結構 (System Network Architecture, SNA) 協定的一種重要技術。我們知道，系統網路結構是IBM公司70年代開發的IBM專有的網路結構。在TCP/IP協定流行以前，它曾是網路世界的主宰，許多企業都採用SNA來建立自己的網路。如圖一所示，傳統的SNA網路採用樹狀的、分層的網路結構，通常以IBM大型機作為網路的核心。

這種網路的優點是易於管理，具有確定性並提供有保證的回應時間，它的可靠性和效率在當時都是非常出色的。但是這種網路結構比較固定，缺乏必要的靈活性，無法適

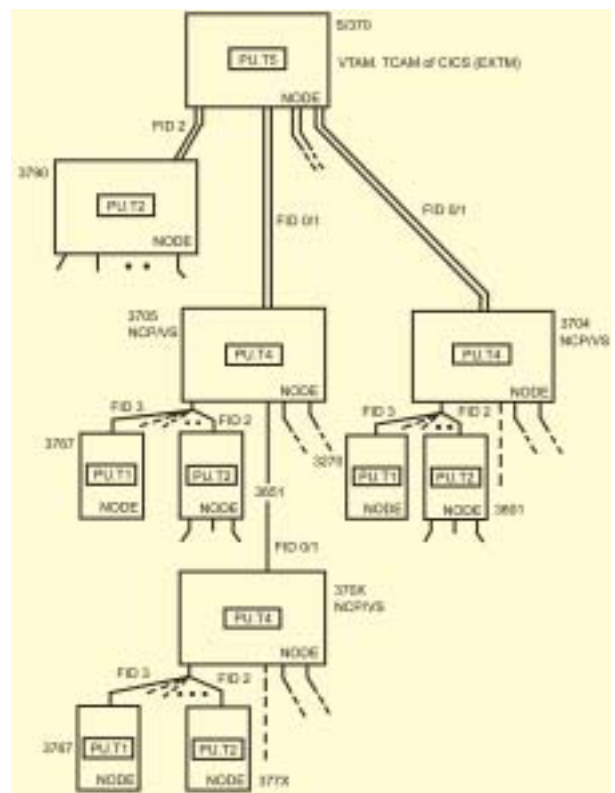
① 系統網路結構 (System Network Architecture, SNA) —— 是IBM公司70年代開發的IBM專有的網路結構。在TCP/IP協定流行以前，它曾是網路世界的主宰，許多企業都採用SNA來建立自己的網路。

② 資料連結交換協議DLSw —— 已經發展到第3代的標準。最早的是RFC1443，然後是RFC1795的DLSw版本1，最新的是RFC2166的DLSw版本2。在實際應用中採用最多的是基於RFC1795的版本。



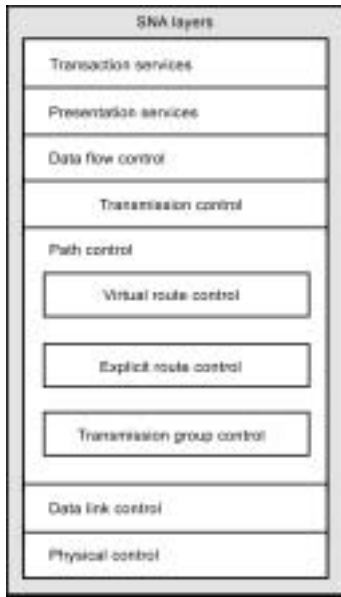
此外它還提供了路由功能，以及高性能路由(High Performance Routing, HPR)等特性，增加了網路的性能和可靠性。不過，這些優點是以其配置管理的複雜性為代價的，合理有效構建一個有APPN特性的SNA網路，並保證其正常運行對網路管理員來說往往是一項艱巨的任務。

圖二 APPN網路結構（圖片取材自：http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/ibmsnaro.htm#xtocid1, Figure 41-5）

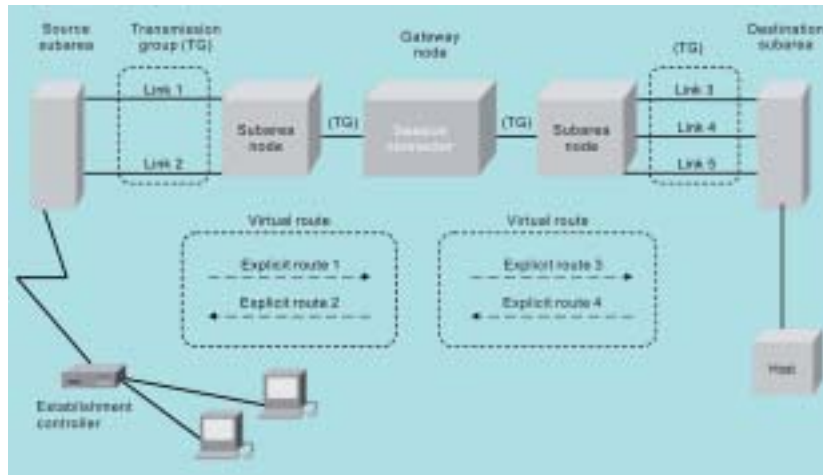


圖三 SNA網路區域（圖片取材自："Network Services in Systems Network Architecture, "IEEE Transactions on Communications, vol. com-25, No.1, January 1977, Fig. 5）

提供一個並行的資料通道，連接其他的主機或通訊控制機。每條電纜的長度可以是數百英尺，傳輸速率3到4.5Mbps。IBM的企業主機連接系統(ESCON)提供更高的傳輸速率和



圖四 SNA Layers (圖片取材自: "SNA's Design for networking," IEEE Network, November 1992, Fig 1)



圖五 幾種主要傳輸介質在SNA中的應用 (圖片取材自: http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/ibmsnaro.htm#xtocid1, Figure 41-1)

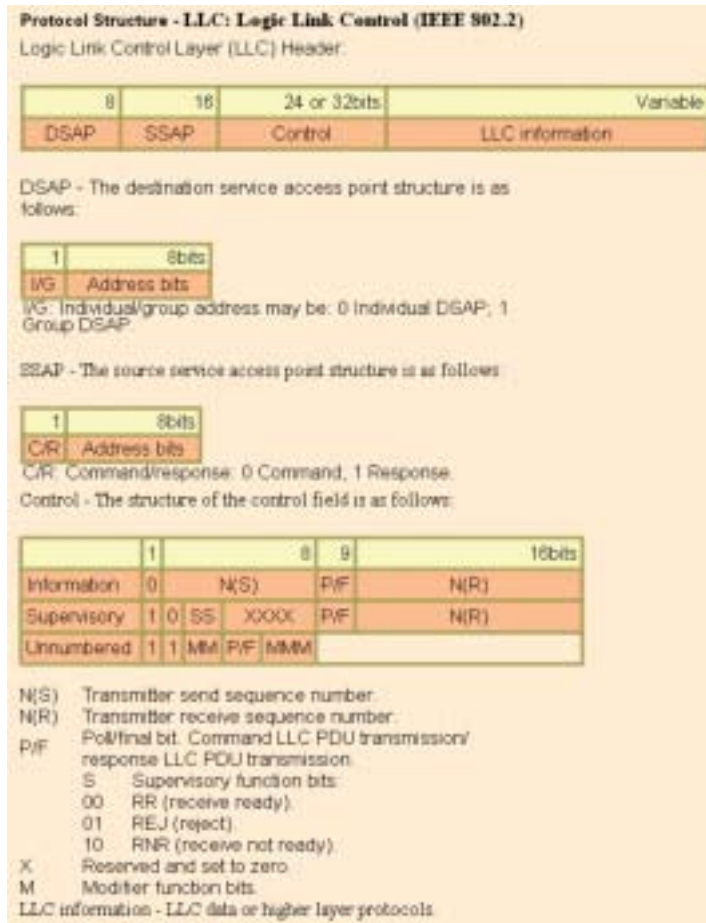
更遠的傳輸距離。ESCON以光纖為媒介支援點對點連接，距離可達數公里，數率18Mbps。

同步資料連結控制 (Synchronous Data Link Control, SDLC) 被廣泛的應用在SNA網路互連、廣域網連接等領域中。X.25網路在廣域網中已經有很長的歷史了。通常當X.25被用來連接兩個SNA節點時是被當作一條單鏈路來使用。SNA以X.25作為通連的協議，X.25也把SNA節點作為兩個相鄰的節點。通過X.25連接SNA節點，SNA需要X.25所沒有的鏈路控制協定，所以需要擴充一些特殊的鏈路控制協議，例如：Qualified Logical Link Control (QLLC)、Enhanced Logical Link Control (ELLC) 等。Token Ring是SNA在局域網中則是最主要的傳輸介質，採用邏輯鏈路控制

協定類型2 (Logic Link Control Type 2, LLC2) ③作為鏈路層協議。除了上面提到的這些介質以外，SNA還可以利用目前廣泛流行的一些傳輸介質，例如：Ethernet、FDDI、框中繼 (Frame Relay) 等。其中Ethernet也採用LLC2。圖五顯示了幾種主要傳輸介質在SNA中的應用。LLC資料格式如圖六。

隨著TCP/IP協定的流行，現在網路的骨幹都運用TCP/IP協定。一個企業新的網路架構基本也都是以TCP/IP網路為基礎，TCP/IP成了互聯網的標準。可是，現在還有許多以S390等IBM大型機為中心的舊網路，採用的是SNA網路協定。由於SNA本身無法和TCP/IP相容，它們變成了網路海洋中的一個個SNA孤島，它們之間無法通訊。顯然為SNA再建立一套專有的骨幹網路是不實際的，而放棄已有的SNA設備和應用也是不經濟的。這樣，為了保護用戶已有的投資，迫

③ Logic Link Control (IEEE 802.2) Type 2 (LLC2)：連結操作在LLC層可以獲得下列4種服務：1. 建立連結、2. 証實和承認資料確實收到了、3. 經由收到了損壞資料時要求重新傳送，使錯誤的資料得以重新獲得、4. 移動窗（係數：128）的使用，這是一種增加資料傳輸率的方法。



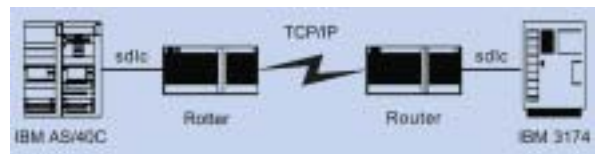
圖六 LLC資料格式 (圖片取材自: <http://www.javvin.com/protocolLLC.html>)

切需要一種能夠在 TCP/IP 網路上傳輸SNA的技術，在SNA孤島之間建立一座座橋樑。為此專家們提出了許多實現SNA Over IP的方案，包括串列隧道 (Serial Tunneling, STUN)、遠端來源路由橋 (Remote Source Routing Bridge, RSRB)和DLSw。

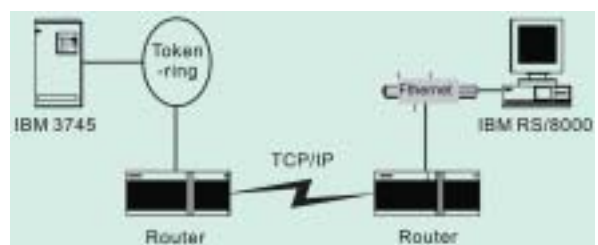
從圖七可以看出，串列隧道是專為SDLC量身訂做的，它通過建立一條TCP隧道，實現了SDLC協議跨IP的透通傳遞，從而實現了SNA Over IP的功能。其優點是功能簡單可靠，缺點是只能支援SDLC到SDLC的工作方式，即兩端的SNA設備必須都採用SDLC接入，且工作模式相同。遠端來源路

由橋RSRB是從SRB發展起來的，它可以把本地LLC2鏈路層上的連接按照MAC位址的匹配原則橋接到TCP通道上，從而實現LLC2協議跨IP的傳輸。從圖八可以看出，它可以支援Token-Ring和乙太網兩種接入方式。由於它是通過簡單擴展SRB的功能實現的，所以同SRB一樣具有可跳過多少個子網路數的限制。同時，由於採用透通傳遞的方式工作，它對時間延遲比較敏感，當網路時間延遲較大時，往往難以建立SNA會話。資料連結交換協議（如圖九）DLSw是在RSRB的基礎上發展起來的。它克服了RSRB的侷限性，是一種相當靈活的SNA Over IP的解決方案。從功能上來說，DLSw函蓋了STUN和RSRB的應用範圍，並且提供了不同鏈路層媒體之間的轉換特性。事實上，它已經成為解決SNA Over IP的最主要的技術。

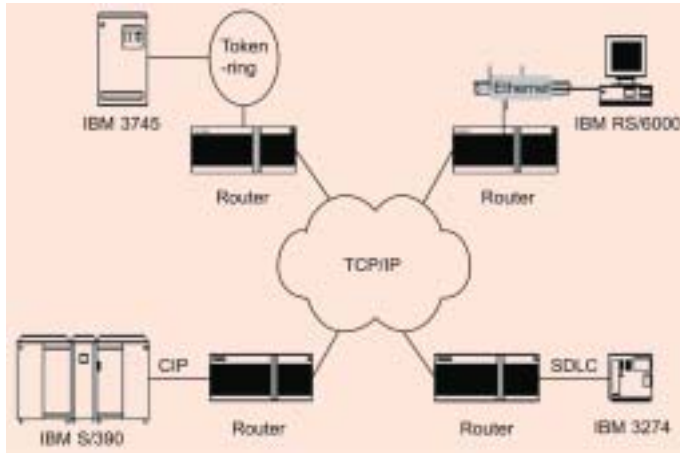
二、資料連結交換協議的原理說明



圖七 串列隧道示意圖 (作者繪製)



圖八 遠端來源路由橋示意圖 (作者繪製)



圖九 資料連結交換協議示意圖（作者繪製）

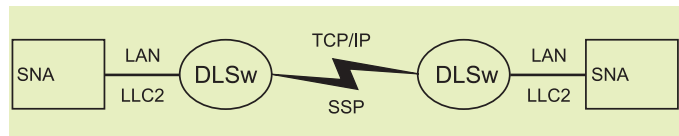
資料連結交換協議DLSw是一種SNA Over IP的技術，其基本原理如圖十所示：

DLSw路由器將本地LAN上SNA設備的LLC2格式的框轉換成可封裝在TCP信文中的SSP框，通過TCP通道跨越廣域網送達遠端；遠端的DLSw路由器將SSP框再轉換成相應的LLC2框，發送給對端SNA設備。所有這些變化對SNA設備來說是透通的，在SNA設備看來，和自己相連的就是它在遠端的SNA夥伴，它並不知道中間間隔了兩台DLSw路由器和一個IP網。從SNA協議看，DLSw相當於工作在第二層鏈路層，而在路由器中，DLSw工作在傳輸層(TCP)之上。它一方面把從鏈路層收到的信文轉換為SSP信文，再由TCP通道發出去；另一方面，它把從TCP通道得到的SSP信文轉化為本地鏈路層協議信文，再從鏈路層發出去。其工作層次見圖十一。

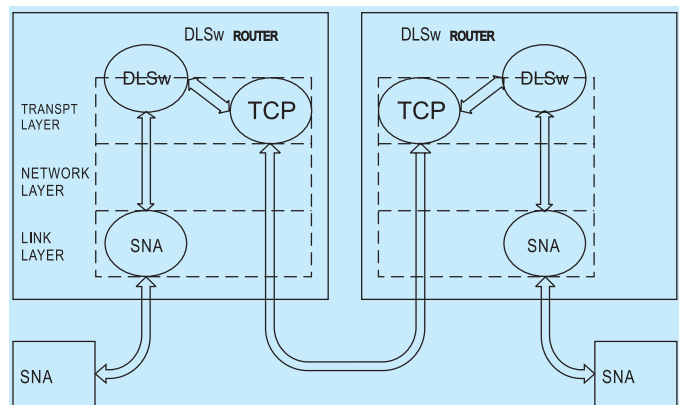
但DLSw同透通橋(Transparent Bridge)不同，它不是將原來的LLC2協議框直接透通傳送到對等端，而是轉換成SSP(Switch-to-Switch Protocol)

協議框來完成將原有資料在TCP信文中的封裝。SSP協議並不提供路由功能，它在這裏是作為一種SNA鏈路層協議之間交換的仲介。DLSw可以把不同的鏈路層協定(如LLC2、SDLC、CIP)信文都轉換成SSP信文，這樣不同鏈路層協議通過這個仲介即可完成轉換。所以DLSw可以實現不同類型LAN之間的連接，這也正是其名字的由來。目前DLSw有支援PU2、PU2.1、PU4等類型的SNA節

點，並以IEEE802.2的LLC2協定接入，同時也支援PU2和PU2.1類型的SNA節點以SDLC協議接入。此處採用以SSP作為中間協議的另一個好處就是無跳過子網路數的限制。在一個LAN上要確定一個SNA的會話(session)則需要4個元素：計有本地的MAC地址、本地的SAP地址、對等端的MAC地址和對等端的SAP地址。SSP也正是採用這個4元素來定義一條虛擬連接的DLSw。對於採用SDLC協



圖十 資料連結交換協議工作原理示意圖（作者繪製）



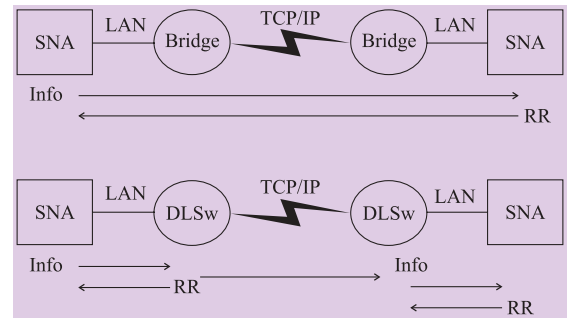
圖十一 資料連結交換協議的網路層次圖（作者繪製）

定接入的設備，DLSw通過為每一個SDLC PU提供MAC和SAP位址以完成上述的對映。

DLSw的另一個優點是具有本地應答的機制。從圖十二中我們可以看出，遠端來源路由橋(RSRB)是在兩個SNA設備之間建立一個端到端的連接，一個資訊訊息(Info)被傳到對方端路由器後，應答信文(RR)由對方端SNA設備產生，通過IP網再傳回來。這樣，當IP網的時間延遲較大時，應答信文就會超時，導致連接失敗。而DLSw採用三段連接來構成一個SNA間的會話。應答信文並不穿越IP網，只在本地的LAN上傳播，因而解決了鏈路控制的超時問題，同時，也減少了贅餘資料的傳輸。DLSw還有一個優點就是具有資料流的控制機制。當兩端的SNA設備的資料流傳輸率不相同時，較高速的設備向較低速設備發送資料，此時較低速的設備會來不及接收而導致資料壅塞丟失。通過緩衝和資料流的控制機制，DLSw可以動態調整兩端資料流傳輸的速度，保證不會出現傳遞資料因壅塞而丟失。DLSw在工作的時候，首先要建立TCP通道。

建立TCP通道的過程如圖十三所示。

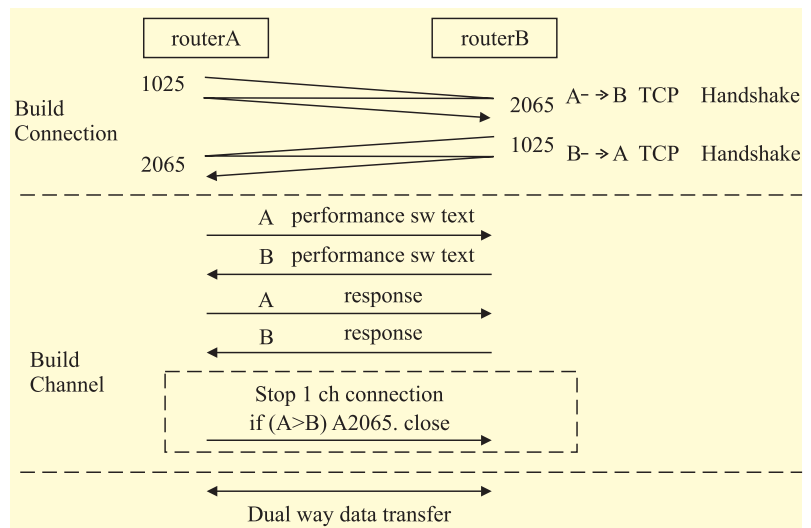
建立步驟概述如下：(1)當路由器A需要傳送訊息至路由器B時，首先送出一個TCP信號到路由器B，待路由器B回答路由器A後，建立連線。(2)若是路由器B忙碌中，則無法建立連線。(3)連線建立後，建立傳送通道，選擇傳送資料所經過通



圖十二 本地應答示意圖（作者繪製）

道，待對方確定後，方能傳送資料。(4)當資料傳送完成後，停止通道連結。

也就是配置了DLSw的路由器可監聽自己TCP的2065埠，同時不停的嘗試去連接對方的2065埠。當兩條TCP連接建立起來後，雙方要進行性能交換，從自己的Client端向對方發送性能交換信文，通知對方自己支持的一些特性參數。等到在收到對方的性能交換信文後，DLSw即可分析其合法性，並記錄對方的資訊，然後向對方發送性能交換的回應信文。如果雙方支持的特性是相容的，回應信文中會有確認的資訊，這樣就完成了性能交換過程，建立TCP通道；否則，性能交換失敗，雙方拆掉TCP連接，回到初試狀



圖十三 建立TCP通道過程示意圖（作者繪製）

態。RFC1975規定可以使用1條或2條的TCP以遂行連接。如果雙方都支援1條TCP連接，性能交換通過後，就由IP位址大的一方主動關閉1條連接，使用剩下的1條TCP連接進行雙向的資料收發。否則，就保持2條獨立的TCP連接，雙方都從自己的Client端向對方發送資訊。一個DLSw路由器可以同時和多個其他路由器建立TCP通道，以滿足不同SNA連接的需要。在建立了TCP連接之後，就可以接著建立SNA的連繫。我們知道，一條SNA連繫會被DLSw分成三段，中間是TCP連接，兩端是SNA的鏈路層連接。每條SNA的連繫會在DLSw路由器中對應一條虛擬電路，正如在圖九中的DLSw交換表示的那樣。當路由器收到了一個來自鏈路層的信文時，根據4位元組而定位到虛擬電路，然後根據虛擬電路的狀態進行相對應的處理，對於資訊框，則通過TCP通道送到對等端的DLSw路由器；當路由器收到了一個來自TCP通道上的信文時，同樣通過4位元組定位，或者根據信文中的索引定位（通常資訊框是可以通過索引定位的，這個索引稱為Circuit ID，在1台路由器中是唯一的），找到虛擬電路後，再根據其狀態進行處理。建立虛擬電路的過程則如圖十四所示。

三 資料連結交換協議的典型應用和配置方法

目前，資料連結交

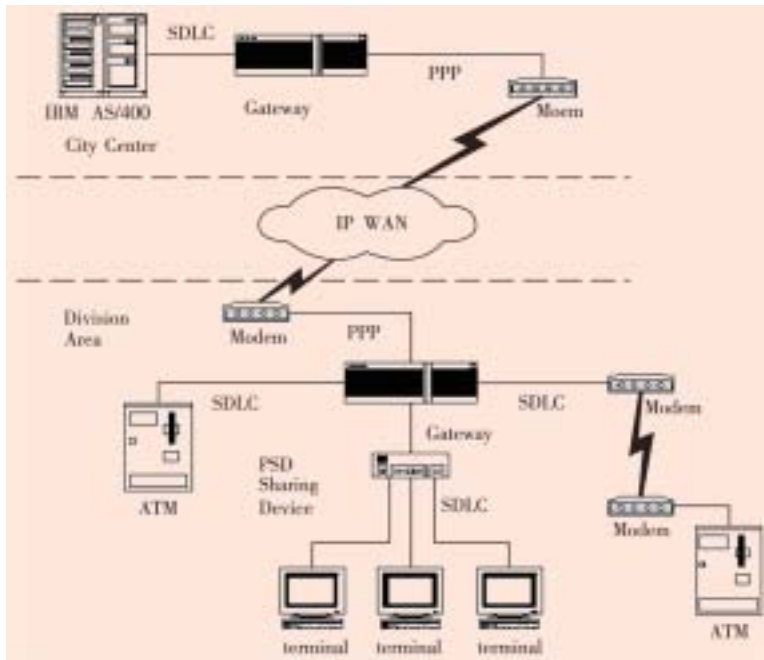
換協議DLSw已經發展到第3代的標準。最早的是RFC1443，然後是RFC1795的DLSw版本1，最新的是RFC2166的DLSw版本2。在實際應用中採用最多的是基於RFC1795的版本。在RFC1795中規定了DLSw建立虛擬電路的過程以及SSP協定的相關標準，並沒有對SNA鏈路層的特性作出規定。SNA鏈路層有著自己的標準，如Token-Ring和Ethernet上是遵循IEEE802.2的LLC2標準；同步鏈路上有IBM制定的SDLC協定標準。實現標準是依據RFC1795。目前皆支持Ethernet和SDLC兩種SNA鏈路層接入方式。

(-)典型的DLSw應用一：SNA的SDLC方式接入方案。

如圖十五所示，所要解決的是中心的IBM AS/400和分處的SNA設備的連接。通過Modem，市中心的Gateway和分處的Gateway建立了IP的連接，中心的IBM AS/400採用SDLC方式和Gateway連接，分處的SNA設備



圖十四 建立SNA虛電路過程示意圖（作者繪製）



圖十五 SNA的SDLC方式接入（作者繪製）

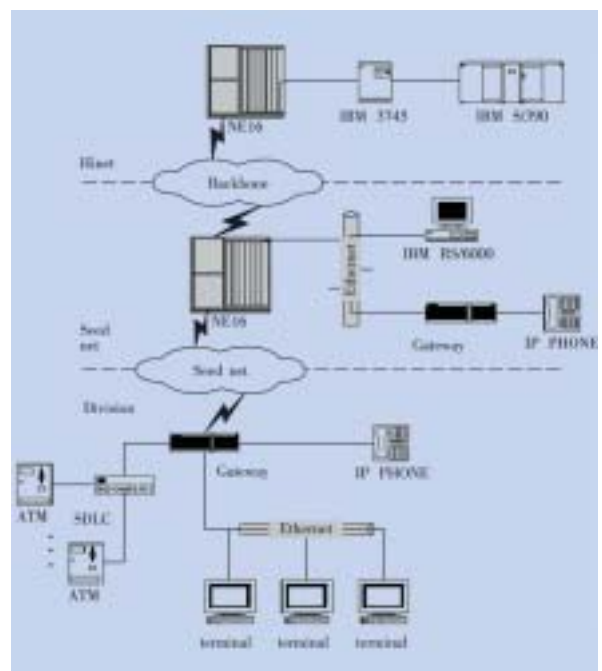
也都採用SDLC方式接入Gateway。當所接的SDLC設備很多時，可以採用PSD共用器以使多台SDLC設備共用一個同步串出入口。這種接入方式比較簡單，可充分的利用現有設備。同時，所採用的路由器是支援多協議的路由器，具備了很好的擴展性，以後新增的IP可以很方便的加到現有的網路框架當中。

（二）典型的DLSw應用二：金融系統的三級SNA網路解決方案。

SNA網在金融行業中應用較為普遍（如圖十六）。在中心區，IBM大型機是以APPN的方式連接在一起，通過NE16進行SNA的接入，一般可採用Ethernet的接入方式（圖中省略）；NE16可以通過廣域網和各行分行的NE16連接在一起，這裡是以IP方式連接。分行的NE16連接本地的LAN，可以接入IBM RS/6000等系統。這裏IBM RS/6000起了一個SNA中繼的作用；一方

面，一部分從大型機傳來的，基於SNA的業務在這裏被轉換成了純IP的應用，從此處向下已經不再是SNA的網路應用；另一方面，對於一些還不能被轉換的應用，RS/6000可以為它們進行LU集中，從而節省了中心大型機上的LU資源。分行的NE16還可通過區段的廣域網和各個支行及分處連接在一起。對於SNA設備可以方便的接入，通過DLSw向上連接到各地。這樣一個混合的接入模式，一方面可透過運用DLSw的技術而滿足了SNA網

的需要。另一方面，由於路由器之間都是IP連接，各種IP的業務諸如IP語音服務等皆可以方便的載入，可以最大限度的利用各種網路設備，而節省費用。



圖十六 SNA的SDLC方式接入（作者繪製）

結論

經由本文對資料連結交換協議技術的探討，因而使相關作業人員得以了解，在此大型電腦主機間SNA協議重要的資料連結交換的原理及其典型的應用方式和配置方法。這對於國軍聯合作戰及演訓等方面的網路架構設計及資訊傳送安全等方面具一定的參考價值，有興趣於此一領域探討者可以經由此一參考方向再做深入的精進。

參考資料

- 一 JAMES P. Gray, "Network service in system network architecture", IEEE Transaction on communications, vol. com-25, No. 1, January 1977.
- 二 Pozefsky, D.P.; Pitt, D.A.; Gray, J.P.; "SNA's design for networking" Network, IEEE, Volume: 6, Issue: 6, November 1992, pp.18-31.
- 三 Baratz, A.; Gray, J.; Green, P., Jr.; Jaffe, J.; Pozefsky, D.; "SNA Networks of Small Systems," Selected Areas in Communications, IEEE Journal on, Volume: 3, Issue: 3, May 1985, pp.416-426.
- 四 http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/ibmsnaro.htm.
- 五 <http://www.comptechdoc.org/independent/networking/guide/netsna.html>.
- 六 <http://www.comptechdoc.org/independent/networking/protocol/protosna.html>.
- 七 http://www.fact-index.com/s/sy/system_network_architecture.html.
- 八 <http://www.myhard.com/Knowledge/362274787701030912/20030404/1661366.shtml>.
- 九 <http://knowledgestorm.fastcompany.com/search/keyword/fastco/System%20Network%20Architecture%20Software/System%20Network%20Architecture%20Software>.
- 十 <http://www.protocols.com/pbook/sna.htm>.
- 十一 http://www.radcom.com/radcom/test/t_pro.htm.
- 十二 <http://www.protocols.com/pbook/pdf/index.html>.
- 十三 [http://www.leonine.com/sunlib/networking/internetworking_technology_overview/IBM%20Systems_Network_Architecture_\(SNA\)Protocols.pdf](http://www.leonine.com/sunlib/networking/internetworking_technology_overview/IBM%20Systems_Network_Architecture_(SNA)Protocols.pdf).
- 十四 <http://www.javvin.com/protocolDLSw.html>.
- 十五 <http://www.javvin.com/protocolLLC.html>.
- 十六 http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/dlsw.pdf.
- 十七 <http://www.faqs.org/rfcs/rfc1795.html>.
- 十八 <http://www.faqs.org/rfcs/rfc1434.html>.
- 十九 <http://www.cisco.com/warp/public/488/18.pdf>.
- 二十 http://www.yars.free.net/CiscoCD/cc/td/doc/product/software/ssr91/rpc_r/58442.htm.

作者簡介

高振祥先生，中正理工學院68年班、陸軍通信電子學校正規班123期。曾任教官、參謀、所長、工品室主任、遠東集團裕勤科技公司。現就讀於清雲科技大學電子所。

孫郁興助理教授，中正理工學院正39期、中正理工學院電子所碩士20期、中正理工學院國科所博士14期。曾任組長、台揚公司技術顧問、臺灣路通寬頻公司總經理、裕勤科技公司技術總監。現任清雲科技大學電子工程系助理教授。