

概述 IEEE 802.7 之後的標準

歐陽廣文，林盈達

隨著資訊時代的來臨，網路越來越普及，其使用者也逐漸增加，因此大家對於一些常見的網路標準也耳熟能詳，諸如 802.1 High level interface, 802.2 LLC 標準，802.3 CSMA/CD 通訊協定，及 802.4 Token Bus, 802.5 Token ring, 802.6 的 Metropolitan Area Network (請參閱圖一) 等都常被提及。相較之下，802.7 以後的標準就比較陌生了。所以接下來就約略介紹一下這些較新的標準，希望讓大家能對 802 系列有更深入的了解。

Logical Link Control (LLC)	IEEE 802.2 •Unacknowledged connectionless service •Connection-mode service •Acknowledged connectionless service					
Medium Access Control (MAC)	CSMA/CD IEEE 802.3	Token Bus IEEE 802.4	Round Robin Priority IEEE 802.12	Token Ring IEEE 802.5	DQDB IEEE 802.6	CSMA/CA; Polling IEEE 802.11
Physical	•Baseband coaxial •Unshielded twisted pair •Shielded twisted pair •Broadband coaxial •Optical fiber	•Broadband coaxial •Carrierband •Optical fiber	Unshielded twisted pair	•Shielded twisted pair •Unshielded twisted pair	Optical fiber	•Infrared •Spread spectrum
Topology	Bus/Tree/Star Topology			Ring Topology	Dual bus Topology	Wireless

圖一 LAN/MAN 標準

802.7 標準

802.7 標準提供了寬頻同軸電纜在硬體、電氣方面的實用建議，並且也可作為設計、測試及維護這類系統的索引。其制訂團體為 Broadband Technical Advisory Group, 簡稱 BBTAG。

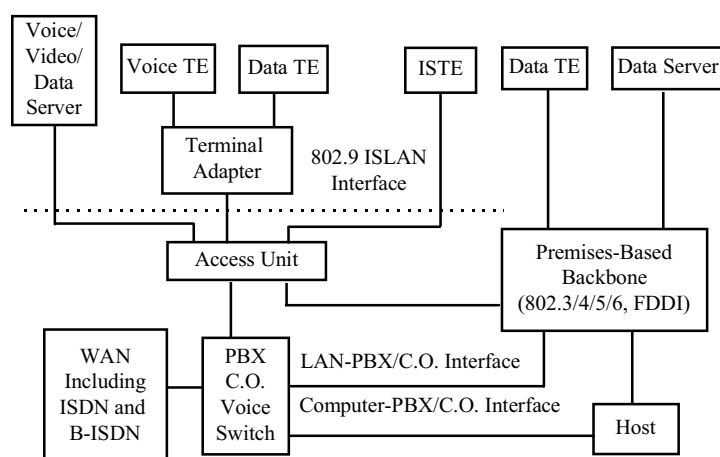
802.8 標準

802.8 標準的制定是爲了提供關於光纖技術的支援。802.8 的制訂團體是 the Fiber Optic Technical Advisory Group, 簡稱 FOTAG。這個團體致力於研究如何利用光纖科技來作爲通訊媒介, 以取代 802.3、802.4、802.5。關於光纖安裝技術和光纖標準制訂的相關問題也屬於這個團體所探討的範圍。

802.9 標準

802.9 標準是由整合網路界面 (Integrated Services LAN, ISLAN) 委員會所制定, 定義了 ISDN 和 802 系列區域網路之間的聯結介面, 並且和 ISDN 標準及其他的 802 標準相容, 以提供聲音和資料的整合服務。因爲 UTP (unshield twisted pair, 沒有外加保護層的雙絞線) 的普及率高, 而且其頻寬 4Mbps, 用來提供聲音傳輸服務是綽綽有餘, 所以 802.9 專注於利用 UTP 作爲傳輸媒介。

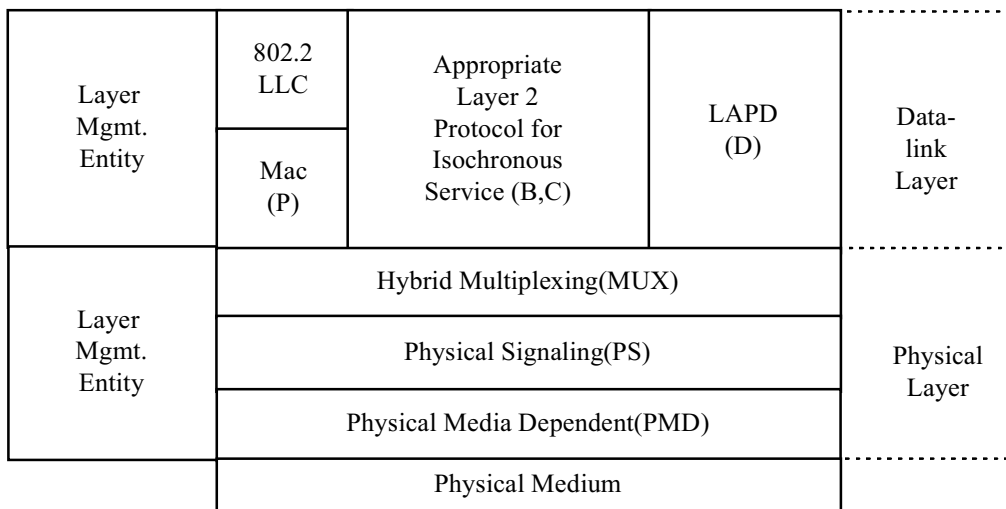
ISLAN 定義的介面是位於整合服務終端設備 (integrated services terminal equipment, ISTE) 和一個骨幹網路之間 (請參閱圖二)。



圖二 IEEE 802.9 ISLAN 介面架構

骨幹網路可能是符合IEEE 802 標準的區域網路，也可能是 FDDI 的城市網路，或者是 FDDI-II、802.6這種類型的整合服務網路 (ISLAN)。ISTE 是用來連結到實體星形網路的存取元件 (access unit) 上，它可以多種形式存在，譬如說 voice TE 可能是一台電話，而 data TE 則是一台個人電腦。依照所聯結的骨幹網路的差異，存取元件扮演著不同的角色，我們可以分成兩種形式來討論。在第一種形式中，ISTE 連結到一個標準的網路，所以聲音和資料的整合服務是由存取元件所提供的。在第二種形式中，則由 ISTE 連結到的骨幹網路提供資料和聲音的整合功能。在 ISTE 和存取元件間點對點的傳輸資料是一連串的數位位元流，可能是封包資料 (packet data) 或者是即時性聲音、影像、圖片、視訊或是傳真。

802.9 協定對應到 OSI 模型中的硬體和資料連結層 (data-link layer)(請參閱圖三)。



圖三 IEEE 802.9 協定架構

因為使用者有對聲音與資料整合的需求，所以要在單一傳輸媒介上模擬同時提供多重通訊頻道：圖三中的 P-頻道，或稱為封包資料頻道 (packet data channel)，是用來傳送 802 MAC 協定的訊框。B-頻道，或稱為 bearer services channel，和 ISDN 的 B-頻道相同，通常用來提供線路模式 (circuit-mode) 的資料傳輸，如數位語音，偶爾也可用來傳送封包式的資料。

C-頻道類似 ISDN 的 H-頻道，是用來傳送寬頻即時性的封包或線路模式服務，例如高速資料傳輸、影像和視訊服務。D-頻道則是用來傳送控制訊號。因為多重的通訊頻道，所以 802.9 支援幾種不同的資料聯結層協定：

1. P-頻道 (封包資料頻道, packet data channel) 是採用 802 系列 MAC 訊框格式，所以在它上層的邏輯聯結層和其它 802 系列一樣，也是採用 802.2 LLC 協定。
2. 802.9 的 D-頻道和 ISDN 的 D-頻道相同，所以用 ISDN 的資料聯結協定，稱為 Link Access Procedures for the D-channel (LAPD)。
3. 對於 B 和 C 頻道的控制則是採用基本 ISDN 呼叫控制程序。

由圖三可知硬體層分為三層：Hybrid Multiplexing (Mux) 的功能是將 ISDN 和存取元件間 P、B、C、D 各個頻道的位元流 (bit stream) 匯合成單一位元流。Physical Signaling (PS) 層是在傳送的訊框中加入控制訊息，例如同位元檢查訊息。Physical Media Dependent (PMD) 層則是定義傳輸媒介，即 UTP 的電氣和機械特質。

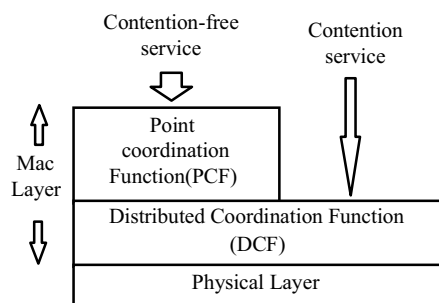
802.10 標準

802.10 的標準是由 Standard for Interoperable LAN Security Group 所制訂的，簡稱 SILS。主要專注於關於資料傳輸安全、資料加密管理和網路安全管理這些方面，以及如何將 OSI 安全架構應用在區域網路上。其中包含如何以加密方式來加強資料交換的安全性，加密金鑰的管理，及加密金鑰的傳輸方法等等。

802.11 標準

無線區域通訊標準是為制定在地方區域中固定式、可攜性、可移動性平台間的無線聯絡方式，這些平台甚至可能是配備在會移動的車輛上。802.11 的主要功能是在不同的邏輯鏈結層中傳送媒介層資料單元 (MAC service data units)，希望能達到單一的媒介層能支援多種實體傳輸媒介。

IEEE 802.11 MAC 層提供了分散協調式功能 (Distributed Coordination Function, DCF) 和集中協調式功能 (Point Coordination Function, PCF) 這兩種擷取方法 (請參閱圖四):



圖四 IEEE 802.11 協定架構

(一) 分散協調式功能

DCF 是 802.11 的基本擷取方法，利用載波感測多重擷取及衝撞避免 (carrier-sense multiple access/collision avoidance, CSMA/CA) 的技術來傳送非同步資料。CSMA/CA 的運作方式如下:

1. 工作站在傳送訊框之前要先檢查傳輸媒介是否忙碌，如果是空閒的,那麼就等待一段時間，這段時間稱為 IFS (interframe space)，隨著優先權不同而長短不同，可分為三種:

SIFS (short IFS): 時間間隔最短，用來作立即回應。

PIFS (PCF IFS): 時間間隔居中，是 PCF 傳送時限性資料時使用。

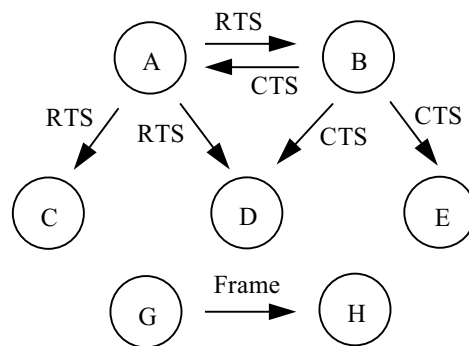
DIFS (DCF IFS): 時間間隔最長，作為競爭傳送非同步訊框時所需的 shortest 延遲。

假如在 IFS 時間內傳輸媒介維持空閒,那麼工作站則可以立刻傳送。

2. 如果傳輸媒介原本是忙碌的，或是在 IFS 等待時間中變成忙碌，則工作站繼續監聽網路直到目前其他工作站傳送訊框的動作結束。
3. 當目前正在傳輸的動作結束後，工作站依照它的優先權再等待一個 IFS

的時間。假如在這段期間內傳輸媒介仍是空閒的，則再等待一段由亂數決定的時間才將訊框送出。為什麼在還需要等這段由亂數決定的時間呢？因為想送相同權限的工作站在等候了相同的訊框間隔後，若發現這段時間內媒介是空閒的，就會同時送出訊框而造成衝撞的情形。

在工作站正式傳送資料之前，會先送出一個稱為 Ready to send (RTS) 的訊框。目的地工作站收到 RTS 後，若是正處於可以接收資料的狀態，則立刻送出一個稱為 Clear to send (CTS) 的訊框。當 CTS 正確無誤的傳回原先送出 RTS 的工作站後，資料傳送便可以開始了。同時間內其餘的工作站在監聽到 RTS 後，會暫時放棄使用網路，直到相對應的 CTS 出現或是 timeout 發生。在圖五的例子中， 假設 A 想送資料給 B，所以 A 先送出 RTS，而其鄰近站 B、C、D 皆收到 此 RTS。B 收到這個 RTS 後若不是處在忙碌的狀態則會送出 CTS 作為回應。因為 G 和 H 不在 A、B 的鄰近，所以 G、H 也可以在同樣的時間內傳送資料而不必擔心受到干擾。



圖五 CSMA/CA 範例

(二) 分散協調式功能

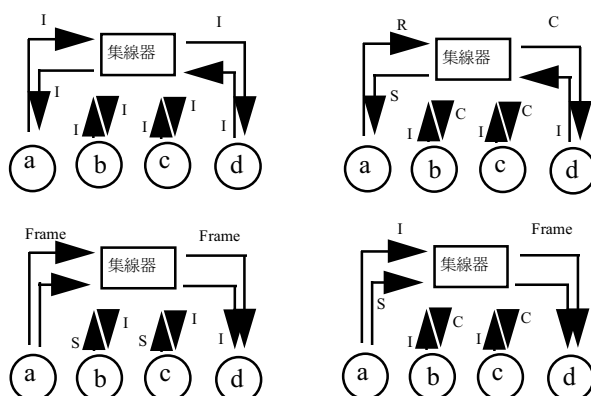
PCF 構架在 DCF 之上，可選擇性存在，以提供收發站傳送具有時限性的資料，支援不具競爭性的服務，所以不會發生訊框衝撞的問題。PCF 的運作方式是利用輪詢的方法：首先選擇某個收發站當作集中式協調者 (point coordinator, PC)。事先將想要發送訊框的發收站記錄在輪詢名單(pooling list)中，PC 再根據名單中的順序來允許收發站傳送訊框。

802.12 標準

IEEE 802.12 標準是制定了要求優先權 (Demand Priority) 的通訊協定。其網路是以集線器 (Hub) 為基礎，工作站透過特定的傳輸媒介接到集線器上的連接埠 (local port)，而集線器之間則利用串接埠 (cascaded port) 彼此相聯結。整個網路可以只包含一個集線器，也可以是由多個集線器透過樹狀的結構聯結而成。其中位於最上層的集線器稱為根點集線器 (root hub)，其它的則稱為中間集線器 (intermediate hub)。100 VG-AnyLAN 是依照 802.12 標準所制定的網路，它具有下列的特性：

1. 傳輸速率為 100 Mbps，支援 IEEE 802.3 CSMA/CD 和 IEEE 802.5 Token-ring 訊框，所使用的傳輸媒介可以是光纖或是雙絞線。
2. 公平使用頻寬。因為同時間只允許一個工作站傳送訊框，不會發生衝撞的問題，所以頻寬使用率高，適合多媒體資訊傳輸。
3. 採用要求/允許 (request/permit) 通訊模式，提供兩種優先權：高優先權和低優先權。工作站根據想要傳送的訊框向集線器提出高優先權或低優先權的要求，得到許可後才開始傳送訊框。

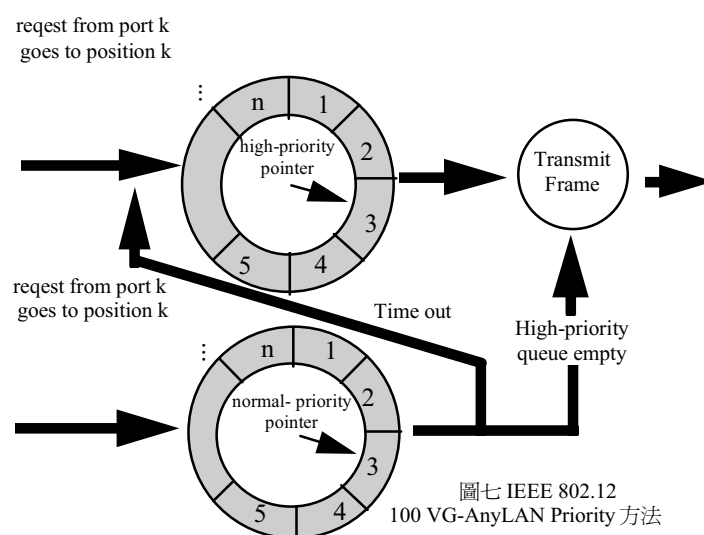
在 100 VG-AnyLAN 上要求優先權的工作方式如下(請參閱圖六)：



圖六 Demand Priority 通訊協定 要求/許可 過程

在圖六中，一開始時因為沒有工作站想要傳送訊框 (frame)，所以所有的集線器和工作站都互送閒置 (idle) 的訊號。當有工作站想要發送訊框，便送出要求 (request) 給集線器，而集線器則將送給該工作站的訊號改為靜止作為回應，同時以即將到達 (incoming) 的訊號通知其他工作站將有訊框被傳送。接著發送的工作站將訊框傳給中央集線器，而由集線器根據訊框上的目的位址將訊框傳送給目的工作站。在這段期間內，除了發送的工作站外，其他所有的工作站都以靜止訊號表示等待訊框到來。在訊框傳送完畢後，集線器和所有的工作站又互送閒置訊號，這時工作站又可提出傳送訊框的要求了。

要求優先權通訊協定是以輪流 (round-robin) 的方式來安排工作站傳送訊框。當工作站想要傳送訊框時，首先依照訊框的性質向中央集線器 (central hub) 送出一個高優先權或低優先權要求。中央集線器不斷的以輪流的方式查詢每一個埠，看看是否有要求要放入佇列中，所以一個有 n 個埠的集線器由第一個埠檢查到第 n 個埠，接著再由第一個埠開始檢查。進入埠中的要求再依照它的優先權高低和到達順序放入暫存佇列。集線器有兩個指標，分別指向高優先權和低優先權的暫存佇列 (請參閱圖七)。

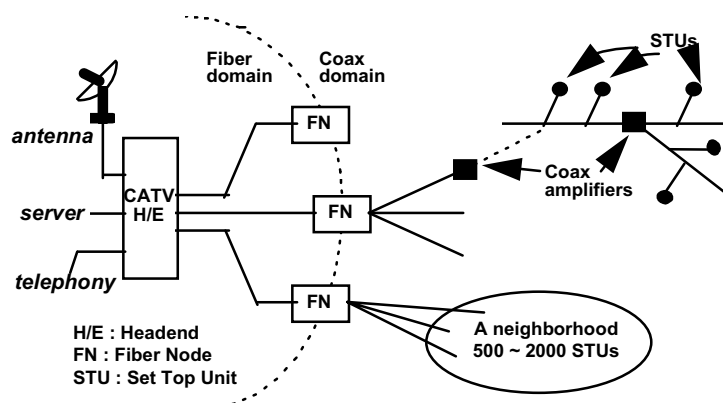


集線器首先檢查高優先權的暫存佇列，假如裡面存有要求，則依照輪流的方式給予服務。當所有高優先權的要求都服務完畢後，集線器才會處理低優先

權的要求，服務的方式也是採用輪流的方式。這回合被服務過的工作站要等下一輪才可以再次傳送訊框。爲了避免低優先權的要求一直沒有機會被服務，在低優先權佇列中等待超過 500 ms（預設值）的要求會被移至高優先權佇列中相同的位置。

802.14 標準

傳統的有線電視網路是樹狀和分支 (Tree & Branch) 的架構，將類比的電視訊號用分頻多工 (Frequency Devision Multiplexing) 的方式傳送到用戶端。因爲採用同軸電纜作爲傳輸媒介需要較多的訊號放大器(amplifier)，加上樹狀架構的影響，所以容易造成雜訊累積。在最近的十年，由於業者裝設光纖作爲網路的主幹，不僅大大地提昇了資料傳輸量，而且也避免了同軸電纜作爲主幹時較大的雜訊干擾，這種混合了光纖和同軸電纜的系統被稱爲 HFC (Hybrid Fiber-Coaxial)(請參閱圖八)。



圖八 HFC 網路圖

HFC 是採用星狀/匯流排 (Star-Bus) 的架構，多條光纖幹線由頭端 (headend) 延伸到位於用戶鄰近區域的光投落點 (fiber node)。光投落點的功能是把在光纖上所傳輸的調幅類比訊號，轉換成可在同軸電纜或是空氣中傳輸的 RF 訊號，再播送給光投落點以下的用戶；反之，來自用戶端的 RF 訊號也是經由光投落點轉換成光訊號後，再傳送給位於頭端的光收訊機。

由於 HFC 資料傳輸量大，容易維護，而且也可以用在電話通訊方面，所以逐漸受到重視。不少美洲、歐洲和亞洲地區的電話公司都開始架設這種系統。有鑑於此，由 802.6 中區分出了制定 802.14 標準的團體。802.14 標準包含了實體和媒介這兩個層次。在實體層方面定義了無線頻率的調變技術，使得數位的訊息可以在光纖和同軸電纜上以類比訊號的形式傳送。而在媒介層則專注於在如何在多位使用者中合理地分配頻寬。目前 802.14 標準尚在制定階段，不過將會具有下面幾個特性：

1. 訊息有上行 (upstream) 與下行 (downstream) 兩種流向。下行是由頭端將節目送往用戶，而上行則是傳送用戶想通知頭端的控制訊息。
2. 因為位於家中的 STU(Set Top Unit) 的接收和傳送的頻寬不同，無法得知目前網路上是否有其它用戶在傳送訊息，所以不能偵測碰撞，而由 headend 來協調上行頻道頻寬的使用方式；加上從 headend 向各個家庭送出的訊息是一對多的廣播，所以 headend 對 downstream 也有完整的控制權，由此得知 802.14 MAC 層協定會是集中管理方式。
3. 因應未來的需求，諸如視訊會議 (vedio conference)，隨選視訊 (vedio on demand) 互動多媒體等的即時性服務將佔有一席之地，所以 HFC 的 MAC 層協定要能夠動態的提供它們所需的頻寬，假如還有多餘的頻寬，則提供給 FTP, E-mail 這些非即時性的服務來競爭使用。

總結：

綜合而言，802.9 定義了 ISDN 與傳統 802 系列區域網路的界面標準，以提供使用者聲音及資料的整合服務。802.11 則爲了無線通訊訂定了位於實體層和媒介層的標準，媒介層採用 CSMA/CA 的協定。802.12 標準也是包含了實體和媒介層兩部份，不過它是針對由集線器和工作站構成的網路架構，所採用的媒介層協定爲 Demand Priority。以上的標準都已經制定完畢。802.14 還未定

案，它是爲了制定採用 HFC 系統的有線電視標準。或許有人會懷疑爲什麼要制定這麼多性質類似的協定？這是因爲 802 委員會是由許多來自具有不同背景的團體所組成的，而單一的標準不能滿足所有人的需求。總結來說 802 系列是爲了不同的網路拓樸、存取方式和硬體媒介而制定一系列的標準。

參考資料：

- [1] <http://stdsbbs.ieee.org/index.html>
- [2] William Stallings, "Local & Metropolitan Area Networks", 5th edition.
- [3] Eng, J. and Mollenaver, J. "IEEE Project 802.14: Standards for Digital Convergence." IEEE Communications Magazine, May 1995.
- [4] Kessler, G. "A Happy Union: IEEE 802.9." LAN Magazine, May 1994.
- [5] Jim Geier, "The LAN Unleashed", IEEE Communications Magazine, September, 1995.

(本文作者歐陽廣文係國立交通大學資訊科學系研究生一年級，林盈達係該系副教授。)