

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書  
(出國類別：實習)

## 大樓社區網路規劃設計師資培訓

服務機關：中華電信股份有限公司  
電信訓練所

出國人 職 稱：講師  
姓 名：林聖賢

出國地區：美國

出國期間：自 91 年 12 月 9 日至 91 年 12 月  
15 日止

報告日期：92 年 8 月 29 日

H6  
209203208

系統識別號:C09203208

公 務 出 國 報 告 提 要

頁數: 50 含附件: 否

報告名稱:

大樓社區網路規劃設計師資培訓

主辦機關:

中華電信訓練所

聯絡人/電話:

胡玲/02-29639282

出國人員:

林聖賢 中華電信訓練所 加值服務科 講師

出國類別: 實習

出國地區: 美國

出國期間: 民國 91 年 12 月 09 日 -民國 91 年 12 月 15 日

報告日期: 民國 92 年 08 月 29 日

分類號/目: H6/電信 H6/電信

關鍵詞: LAN, Wireless LAN, WLAN, Gigabit Ethernet, 10 Gigabit Ethernet

內容摘要: 無線區域網路(WLAN: Wireless Local Area Network)是一種很靈活而有彈性的資料通訊系統,可應用在建築物中或學校園區內作為有線的區域網路延展通訊距離或是作為另一種使用方式的選擇用。無線區域網路是使用電磁波(Electromagnetic waves)在空中發送和接收資料,可減低對網路實體連線的需求,所以可透過簡單的網路架構就變成可移動的區域網路(Movable LANs)。在有線網路的環境中,資料偷竊者(Data thief)必須實際連接到網路中才可竊得資料,而在無線區域網路的環境中則更為容易,所以無線區域網路必須採用比有線網路更恰當的安全機制。為了要更有效率地溝通,人們逐漸地使用更多的多媒體(Multimedia)資訊於電腦應用系統中,為了要回應這個趨勢,網路必須在它的各種技術層面上支援多媒體,而最直接的改善方法就是提昇網路的頻寬,也就是其運作速率,所以,從10 Mbps的乙太區域網路Ethernet,到100 Mbps的高速乙太區域網路Fast Ethernet,及現在越來越多人使用的Gigabit Ethernet,乃至於最新的10 Gigabit Ethernet,都是為了在速率上滿足人們的應用需求。本報告書內容重點彙整成四個部分:一、Wireless LAN Design, Analysis and AP Deployment 二、Wireless LAN Performance and Monitoring 三、Gigabit Ethernet Technology and Planning 四、10 Gigabit Ethernet Technology Development 希望對從事相關工作之同仁有所助益。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

內容摘要：

無線區域網路(WLAN: Wireless Local Area Network)是一種很靈活而有彈性的資料通訊系統，可應用在建築物中或學校園區內作為有線的區域網路延展通訊距離或是作為另一種使用方式的選擇用。無線區域網路是使用電磁波(Electromagnetic waves)在空中發送和接收資料，可減低對網路實體連線的需求，所以可透過簡單的網路架構就變成可移動的區域網路(Movable LANs)。

在有線網路的環境中，資料偷竊者(Data thief)必須實際連接到網路中才可竊得資料，而在無線區域網路的環境中則更為容易，所以無線區域網路必須採用比有線網路更恰當的安全機制。

爲了要更有效率地溝通,人們逐漸地使用更多的多媒體(Multimedia)資訊於電腦應用系統中，爲了要回應這個趨勢, 網路必須在它的各種技術層面上支援多媒體，而最直接的改善方法就是提昇網路的頻寬，也就是其運作速率，所以，從 10 Mbps 的乙太區域網路 Ethernet，到 100 Mbps 的高速乙太區域網路 Fast Ethernet，及現在越來越多人使用的 Gigabit Ethernet，乃至於最新的 10 Gigabit Ethernet，都是爲了在速率上滿足人們的應用需求。

本報告書內容重點彙整成四個部分：

- 一、 Wireless LAN Design, Analysis and AP Deployment
- 二、 Wireless LAN Performance and Monitoring
- 三、 Gigabit Ethernet Technology and Planning
- 四、 10 Gigabit Ethernet Technology Development

希望對從事相關工作之同仁有所助益。

# 目錄

壹、前言

貳、行程概要

參、學習課程內容

一、Wireless LAN Design, Analysis and AP Deployment

二、Wireless LAN Performance and Monitoring

三、Gigabit Ethernet Technology and Planning

四、10 Gigabit Ethernet Technology Development

肆、學習心得

## 壹、前言

無線區域網路(WLAN: Wireless Local Area Network)是一種很靈活而有彈性的資料通訊系統，可應用在建築物中或學校園區內作為有線的區域網路延展通訊距離或是作為另一種使用方式的選擇用。無線區域網路是使用電磁波(Electromagnetic waves)在空中發送和接收資料，可減低對網路實體連線的需求，所以可透過簡單的網路架構就變成可移動的區域網路(Movable LANs)。

無線區域網路的使用者可在他們出席會議或是移動到園區內其他位置時，仍然可以存取所需的資訊和網路上的各種資源，但是WLAN的好處是超過使用者的可移動性(Mobility)和生產力(Productivity)的考量，無線區域網路本身是可活動的，WLAN在垂直市場(Vertical markets)中證明了他們的有效性，而現在更是經歷各式各樣的、更廣闊的商業安裝與應用。

在過去約九年來無線區域網路在市場上的實際應用中獲得了很好的聲望，包括了零售業、製造業、倉儲業、醫療看護業和學術場地等，這些業者因為使用手執式的(Hand-held)終端設備和筆記

型電腦把及時的(Real-time)資訊傳給中央電腦主機來處理以致提昇了生產力而獲利，現在無線區域網路的應用範圍更是寬廣，相關設備廠商的年營業額也快速提昇中。

另外，爲了要更有效率地溝通,人們逐漸地使用更多的多媒體(Multimedia)資訊於電腦應用系統中，多媒體是多重形式的通信媒體的同時使用,包括本文(Text)、圖形(Graphics)、聲音(Audio)、靜止的影像/Images)、以及移動的視訊(Video)等，這些電腦應用系統產生更多的資訊，所以比傳統的以本文爲基礎的電腦應用系統需要更多的頻寬來傳送資訊，而且這些電腦應用系統又逐漸地朝向在通信網路上作雙向的(Two-way)、即時的(Real-time)交換資訊之發展，爲了要回應這個趨勢, 網路必須在它的各種技術層面上支援多媒體，而最直接的改善方法就是提昇網路的頻寬，也就是其運作速率，所以，從 10 Mbps 的乙太區域網路 Ethernet，到 100 Mbps 的高速乙太區域網路 Fast Ethernet，及現在越來越多人使用的 Gigabit Ethernet，乃至於最新的 10 Gigabit Ethernet，都是爲了在速率上滿足人們的應用需求。

## 貳、行程概要

日期	地點	主要行程概述
91/12/9	台北 —> 美國	去程: 到美國加州 Santa Clara
91/12/10	美國加州 Santa Clara	赴美國 Extreme Networks 公司學習： 1. Gigabit Ethernet Technology and Planning 2. 10 Gigabit Ethernet Technology Development
91/12/11	美國加州	赴美國 Finisar 公司學習：
91/12/12	Sunnyvale	1. Wireless LAN Design, Analysis and AP Deployment
91/12/13		2. Wireless LAN Performance and Monitoring
91/12/14		回程: 從美國加州回台北
91/12/15	美國 —> 台北	



## 參、學習課程內容

### 一、Wireless LAN Design, Analysis and AP Deployment

無線區域網路的使用比傳統的有線網路多提供了下列的優

點：

1. 機動性提昇了生產力和服務----- 使用者可在公司內的任何地方想存取所需的最新資訊時，不必尋找接上有線網路的连接埠，並且網路管理人員能夠快速地設置或擴建網路範圍而不必安裝處理網路線，這種生產力和服務的提昇是有線網路所無法做到的。
2. 系統的安裝快速和簡單性----- 安裝一個無線區域網路系統是快速和容易的，並且能夠不需要透過牆壁和天花板拉電纜線。
3. 系統安裝地點的靈活彈性----- 無線的技術允許網路可擴建到電纜線所無法去的場所。
4. 降低了擁有成本----- 無線區域網路所需要的初始投資可能比有線區域網路要高一些，但是在需要時常移動、增加和改變的動態環境中，長期的費用卻可能明顯的較低。
5. 網路的擴充性高----- 無線區域網路可被架構成許多種拓

撲結構以滿足特定應用系統的需要，範圍可從適用於小數目使用者的獨立網路(Independent network)到允許在廣闊園區上漫遊(Roaming)的成千上萬個使用者的基礎網路(Infrastructure network)。

在典型的無線區域網路架構中(參見圖 1)，有一個裝置作為傳輸器/接收器(Transmitter/Receiver簡稱為Transceiver收發器)的重要設備，被正式稱作WLAN的「進出點」(Access Point簡稱為AP)，在某一固定位置上使用標準的以太網路電纜線連接有線區域網路，所以，此進出點AP就是在WLAN與有線的基礎網路(Wired Network Infrastructure)之間執行接收、緩衝(Buffer)、和發送資料的工作。

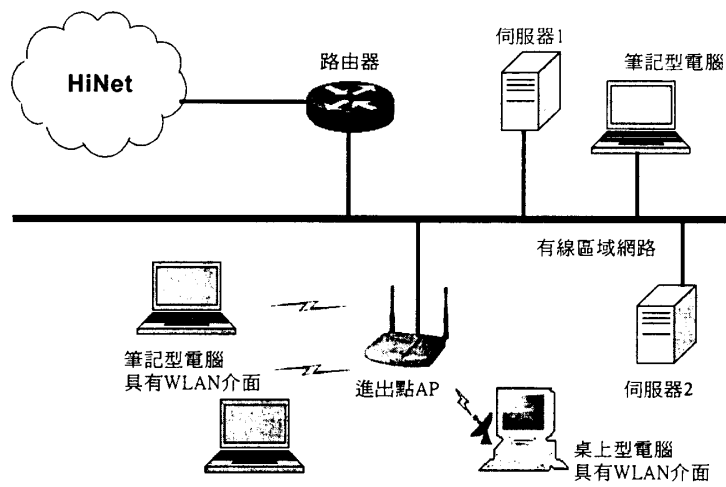


圖1 典型的無線區域網路架構

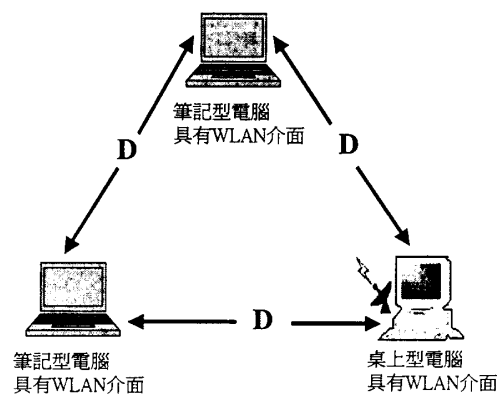


圖2 獨立的無線區域網路(Independent WLAN)

另外，一個單一的進出點AP也能夠只支援一小群的用戶，其範圍可從一百到數百英尺，裝有天線的進出點AP通常是安裝在較

高的地方, 但是,若有考慮無線區域網路的安全問題時, 也可以實際地安裝在任何地方只要可以獲得所希望的無線電覆蓋範圍即可。

終端的使用者可透過無線區域網路的配接器(WLAN adapter)來進出WLAN, 其作法就是在桌上型電腦中安裝一片WLAN介面卡(ISA或PCI或USB外接裝置) 或是在筆記型電腦中加裝一片WLAN介面卡(PCMCIA card或USB外接裝置), 也可以使用已完全整合在一起的手執式電腦(Handheld computer)來進出WLAN。WLAN配接器就是提供使用者的網路作業系統NOS (Network Operating System)與無線電波(透過一個天線Antenna)間的介面(Interface), 無線連接的本質對網路作業系統而言是透通的(Transparent)。

無線區域網路的二個基本拓樸架構(Basic topologies)：

1. 獨立的無線區域網路(Independent WLAN)架構-----最簡單的WLAN 架構就是只有一個獨立自主的、或是同等的(Peer-to-peer)無線區域網路(如圖 2 所示)連接了一群都具有

WLAN 介面卡的個人電腦，任何時候此二個以上的 WLAN 介面卡在彼此的可通訊範圍 D 之內，即能夠建立一個獨立的網路，這種架構的無線區域網路不需要特別的管理或預先配置架構(Preconfiguration)，所有的控制及同步(Synchronization)等功能都由具有 WLAN 介面卡的個人電腦自己作，所以不能使用有些較高等的功能(例如轉送訊框功能)，而在不必與其他網路作連線的工作小組中是很好用的通訊方式。另外，WLAN 的進出點 AP 能夠當作訊號再生器(Repeater)來擴展獨立的無線區域網路的使用範圍，可讓無線的個人電腦之間的距離有效地增加一倍(參見圖 3)。此種 WLAN 架構也被稱為特別的(Ad-hoc)無線區域網路架構，或不用管理的(Unmanaged)無線區域網路架構。

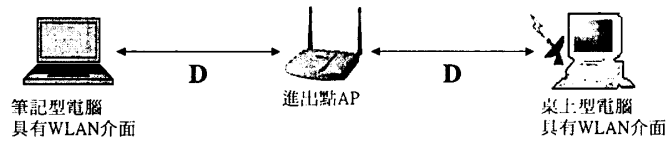


圖3 無線區域網路使用進出點AP來擴展使用範圍

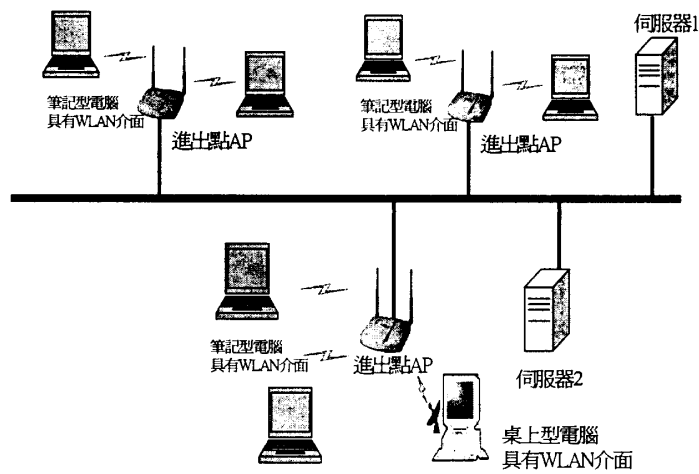


圖4 基礎的無線區域網路(Infrastructure WLAN)

2. 基礎的無線區域網路(Infrastructure WLAN)架構----- 是利用多個 WLAN 的進出點 AP 把無線區域網路連接到有線區域網路上，允許使用者可有效地分享網路資源(如圖 4 所示)；首先，具有 WLAN 介面卡的個人電腦必須能夠認識進出點 AP 的網路，這可透過監測進出點 AP 爲了宣佈自己的存在所發送的信號訊框(Beacon frames)來達成，或是由具有 WLAN 介面卡的個人電腦自己主動發送探查訊框(Probe frames)來尋找 WLAN 的進出點 AP，此個人電腦選擇了一個可用的進出點 AP 並通過了身分認證程序(Authentication process)後，就開始進行結交程序(Association process)，此程序會讓進出點 AP 及個人電腦互相交換資訊(Information)和可使用的功能(Capabilities)，進出點 AP 將利用此資訊並爲了散播此個人電腦現在網路中的位置，也會把此資訊與其他的進出點 AP 分享，只有在結交程序完成後，此個人電腦才能夠在網路上發送或接收資料訊框。  
WLAN 採用 CSMA/CA(Carrier Sense, Multiple Access/Collision Avoidance)通訊協定以作爲進出 WLAN 的管理辦法，個人電腦在試圖發送資料前必須先傾聽一段規

定的時間，在網路空閒後再等一段規定的時間後才可發送資料(因為考量接收站發送一個代表接收成功的訊號 Acknowledgement 之時間)，另外也考慮到有些工作站 (Station)雖然在進出點 AP 的覆蓋範圍內但是互相聽不到時，也可用 RTS(Request to send)及 CTS(Clear to send)的訊框交換方式來運作，至少工作站可以聽到進出點 AP 的 CTS 訊號而避免碰撞發生。這些進出點 AP 不僅提供與有線區域網路之間的通訊，也把無線區域網路的空中交通(Traffic)傳達到鄰近的地區，利用多個 WLAN 的進出點 AP 能夠讓整棟建築物或是學校園區提供全面的無線電波覆蓋範圍。無線通訊的距離限制是受其信號能量大小所限的，與細胞行動電話系統(Cellular telephone system)類似，WLAN 使用微細胞(Microcell)的方式來擴展無線通訊的範圍，一台具有 WLAN 介面卡可移動的個人電腦，在任何時間及地點上只與單一的進出點 AP 作聯繫(在其微細胞範圍內)，相鄰而互有部分重疊的微細胞才能在有線區域網路中維持不間斷的通訊，進出點 AP 處理低功率的訊號並在特定的範圍區中轉交(Hand off)在漫遊中(Roam through)的



使用者給下一個相鄰的進出點 AP(如圖 5 所示)，此漫遊的功能是利用信號訊框、探查訊框、結交程序甚至廠商特別設計的通訊協定互相合作才能達成。WLAN中工作站之間的同步(Synchronization)是由進出點AP週期性發送的信號訊框來處理的，信號訊框中含有進出點AP發送時的時間值(Clock value)，所以可用來檢查接收的工作站是否有時間漂移(Drift)。此種WLAN架構也被稱為主機式(Hosted)無線區域網路架構，或有管理的(Managed)無線區域網路架構。

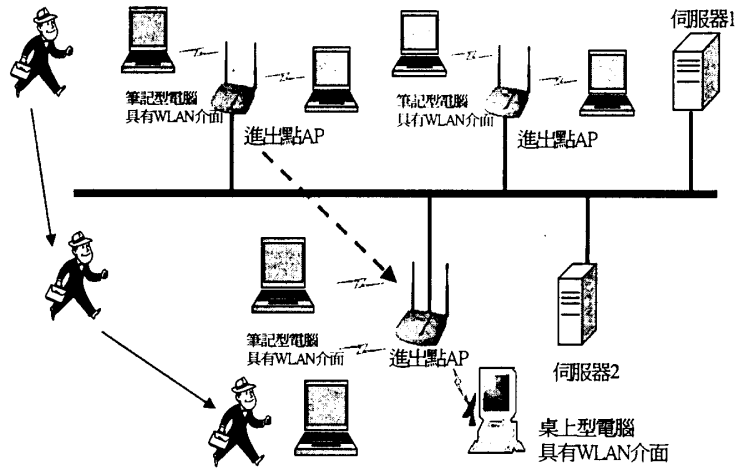


圖5 轉交在漫遊中的使用者給下一個相鄰的進出點AP

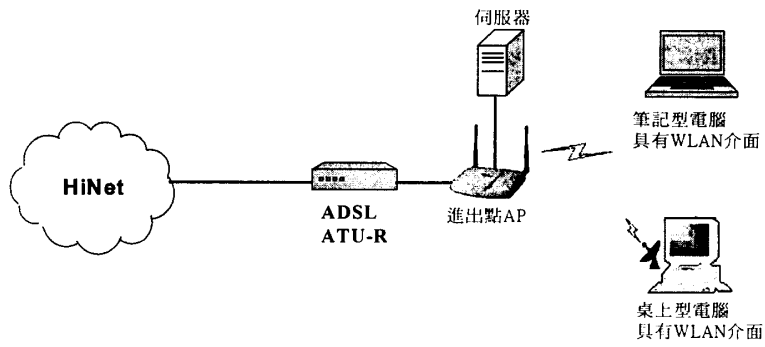


圖6 無線區域網路透過 ADSL連上網際網路之架構(一)

另外，若也考慮要連上網際網路之需求時，則無線區域網路透過 ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)連上網際網路之架構可如圖 6 所示，多台電腦可經由進出點 AP 及 ADSL 的 ATU-R (ADSL Terminal Unit - Remote)同時連上網際網路(不用購買頻寬分享器)，通常進出點 AP 本身內建有數個 Ethernet 的網路埠(RJ-45)也可讓數台電腦(或伺服器)以有線的方式連接上網，此種網路架構可適用在一般住家的環境；而較多個進出點 AP 的無線區域網路透過 ADSL 連上網際網路之架構可如圖 7 所示，可應用在中小型企業公司的環境；若是中大型企業公司的情況則 ADSL 的連線可以只用作備援線路，另有較高速的專線或虛擬私有網路 VPN(Virtual private network)的方式並搭配防火牆(Firewall)及路由器(Router)等設備連上網際網路。

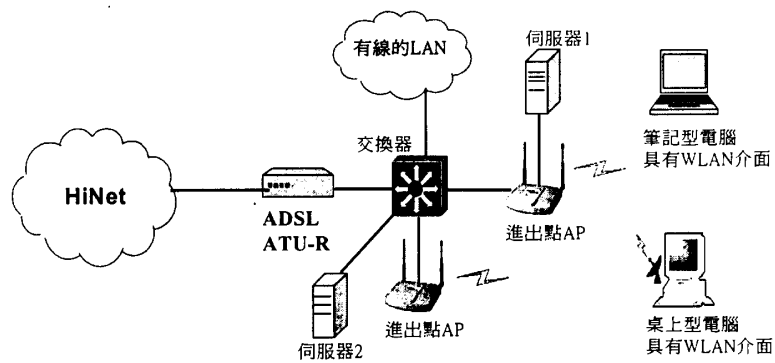


圖7 無線區域網路透過ADSL連上網際網路之架構(二)

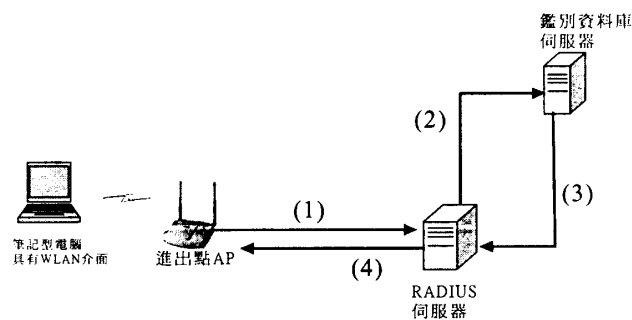


圖8 無線區域網路使用RADIUS伺服器作安全控管

在有線網路的環境中，資料偷竊者(Data thief)必須實際連接到網路中才可竊得資料，而在無線區域網路的環境中則更為容易，可以在大樓的門廳、走廊及會客室，甚至在無法控管的建築物外

面，都可能被資料偷竊者所利用，而在一個住家環境中，你家的無線區域網路很有可能擴展到你的鄰居家中，所以無線區域網路必須採用比有線網路更恰當的安全機制如下：

1. 服務組標識符SSID (Service set identifier) ----- WLAN中的工作站必須知道進出點AP的SSID，才能與該進出點AP進行結交程序，完成後才可作資料的送收，但是不能只靠SSID，這是很薄弱的安全，因為所有的進出點AP及工作站都知道SSID，甚至進出點AP在發送信號訊框時，是以無加密(No encryption)的方式送出SSID。
2. 有線般的隱密規則WEP (Wired Equivalent Privacy algorithm)----- IEEE 802.11規範的WEP可提供鑑別(Authentication)和加密的服務，WEP定義了一個40- Bit的祕密鑰匙(Secret key)，許多廠商甚至設計可允許用104-bit的祕密鑰匙；這個方法可防堵竊聽，而提供了如有線般的隱密。
3. 遠端鑑別撥接用戶伺服器RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service)----- 在無線區域網路中採用RADIUS伺服器來鑑別用戶的身分，其過程可說明如下：

- 若沒有一個有效的鑑別鑰匙(Authentication key)，進出點AP將禁止所有的通訊，當一個工作站進入進出點AP的電波覆蓋範圍時，進出點AP就會對這個工作站發出一個挑戰(Challenge)。
- 當一個工作站收到挑戰時，它以其身分ID(Identity)作出回應，這個進出點AP把此ID送給RADIUS伺服器作鑑別服務。
- 此RADIUS伺服器再要求工作站提出證明(Credentials)以便確認其身分，工作站透過進出點AP提出其證明。
- 若RADIUS伺服器確認此工作站的證明是有效的，則會送出一個經過加密的鑑別鑰匙(Authentication key)到進出點AP，只有此進出點AP可以解密。
- 此進出點AP再利用此鑑別鑰匙來確保安全地送出單一會談鑰匙USK(Unicast session key)給此工作站，以及送出總體會談鑰匙GSK(Global session key)來作多重播送(Multicast)之用。
- 也可週期性地要求此工作站重新鑑別(Re-authenticate)，以確保更安全的水準。

- 另外，若是供大眾使用的無線區域網路之場所，無線網際網路服務供應商WISP (Wireless Internet service providers) 的RADIUS伺服器爲了查證用戶的身分，也可再向另一台伺服器(例如：另一公司的鑑別資料庫 Authentication database)詢問此用戶的身分是否確實爲該公司的員工以及其使用權限，都正確後，進出點AP才會允許此用戶開始通訊，如圖8所示。

無線區域網路的各種及時的(Real- time)服務應用之場景如下：

1. 小型的商行(Small business)----- 無線區域網路可節省小商行的時間和金錢，因爲 WLAN 安裝容易及擴充迅速，並可減少使用有線區域網路的規劃費用和成本，這也使設備的動態移動、增加和改變執行起來更爲容易，位於老舊的建築物中的小商行將會發現無線區域網路是一個可節省費用的解決辦法，他們能夠建設獨立的 WLAN，或是把 WLAN 整合到現存的有線區域網路中來擴展服務範圍。無線區域網路在下面這些情況將有所助益：
  - 你(們)知道不久後將改變辦公場所，而你(們)想要帶走你(們)的網路。

- 你(們)想要在網路中較容易地添加一些新雇員。
  - 你(們)想要在會議室、非自己的辦公室、病人的房間、或其他作生意的地方中使用筆記型電腦快速地上網路。
  - 你(們)在一棟老舊建築物中而你(們)的房東不肯讓你(們)佈線。
  - 你(們)在外旅行工作時，而需要多台電腦相互對談。
2. 企業公司(Enterprise)----- 無線的企業網路(Wireless enterprise network)使其職員可持續地連接上網路以獲得最新的資訊(不論他們是否遠離了他們的辦公桌)，機動性的職員會變得更有生產力，因為他們隨時隨地都能夠存取所需要的資訊，不論他們是在上網際網路、送收電子郵件或是存取資料庫的資料。企業公司可藉由整合無線區域網路到已存在的有線區域網路而獲得下面的好處：
- 在會議室開會的工作團隊因為可存取及時的最新資訊而作出快速而更好的決定。
  - 業務人員使用無線連接多個商業地點而增進了工作效率。



- 網管人員可更省時省錢地建立或更改網路，並解決一些無法佈線的情形，快速地滿足終端使用者的需求。
3. 住家(Home)----- 無線區域網路在家中可以成爲一個理想的上網際網路設備，因爲它沒有連線的麻煩、容易安裝、擴充迅速並可減少建立網路的費用，小小投資就可使家裏也享受到如同在辦公室的無線區域網路的所有好處。
  4. 公眾接取(Public access)----- 無線網際網路服務供應商 WISP (Wireless Internet service providers)可在公眾進出的建築物中建置供大眾使用的無線區域網路來方便人們(例如：機動的業務員、旅客 和一般消費者)隨時要上網際網路之需求，典型的場所是飛機場的航空站、航線俱樂部 (Airline club)、會議中心、旅館、餐館和咖啡廳等人們較多的地方，藉由使用筆記型電腦或個人數位助理器 PDA(Personal Digital Assitant)就能夠無線上網際網路，也可以透過虛擬私有網路 VPN(Virtual private network)的方式來登入(Log-in)該公司的企業網路(Intranet)內部。使用者不必到處找上網埠(Port)與連接線，也不必擔心是否在忙線中而無線路可用，而其接取速率(Access speed)比撥接式(Dial-up)

上網可快速 50--- 200 倍，而使大量資料檔的傳送變得可行，也提昇了使用者的生產力；此服務的使用費是人們負擔得起的，也不必考慮長途費用的問題。

無線區域網路的公眾存取點不一定有很明顯的無線網際網路服務供應商的標示牌可找到，所以事先做一些查詢的工作將會有幫助，例如先查詢無線網際網路服務供應商的網站(Website)，或許有提供他們的無線區域網路位置的一個表格(目錄)或是一個地圖；另外，無線區域網路聯盟 WLANA(Wireless LAN Alliance)也正致力於建立全面世界性的無線區域網路公眾存取點探測器(WLAN public access finder)及其網站中的搜尋引擎(Search engine)。此外，如果你(妳)知道在所處的範圍裏有無線區域網路的電波覆蓋，就能夠使用在幾乎所有無線區域網路的裝置上都有安裝的軟體工具(Software utility)來搜尋所有接近你(妳)的 WLAN 公眾存取點。

無線區域網路的公眾存取點運作如下：服務供應商在他們的 WLAN 熱點(Hotspot)安置有進出點 AP 設備，而把無線信號傳給在使用者的電腦中之無線介面卡，再透過使

用者的電腦中之網路瀏覽器(Web browser) 的登入網頁來連線，進出點 AP 的電波覆蓋半徑可達 50 到 150 公尺，而其連線速度可從 1.6 Mbps 到 11 Mbps，此技術就是 IEEE 802.11b 無線以太網路(Wireless Ethernet)標準，也就是 Wi-Fi。

使用無線區域網路的付款方式有多種選擇，可以每次的使用時間(分、時或日)、每個月付款一次、可再補充金額的進出卡片(Access card)或預付卡，這些選擇可讓使用者根據他們的實際用法來控制預算。此外，如果使用者採用了一個以上的服務供應商之 WLAN 服務，則將會有許多帳單等付款問題，為了解決此問題，WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance)包括了 Cisco，IBM，Intel，3Com 及 Microsoft 等公司正努力設計提出在無線網際網路服務供應商 WISP 與通訊廠商間的網路標準及合作機制，其目標是要讓所有的服務供應者都可分享用戶的使用和帳單的資料,所以用戶就能夠像細胞式行動電話用戶一般地"漫遊(Roam)"，使用多家的服務供應商之 WLAN 服務，而只要向其登記的服務供應商(Home provider)付清全部的

費用即可。另外，也有一些無線網際網路服務供應商提供免費的公眾接取上網服務，其目的則在於使用者必須要收看一些廠商的商品廣告。

5. 區域網路對區域網路之橋接(LAN-to-LAN Bridging)-----

無線區域網路的技術也可用來橋接分處兩地不同的網路，而且能夠更容易連線並節省成本，已有很多公司或校園採用 WLAN 的技術來橋接大樓對大樓間的區域網路並提供多種應用服務。

## 二、Wireless LAN Performance and Monitoring

與有線區域網路相比較，無線區域網路提供了安裝與架構上的靈活性和在網路機動性(Network mobility)中天生的自由。想要應用無線區域網路的人應該要考慮一些或所有下面的問題：

1. 無線通訊的覆蓋範圍(Range/Coverage)----- 無線電頻率(RF)電波能夠通訊的距離是與產品設計的功能(包括發送的功率大小和接收器的設計)和傳播路徑(尤其在室內環境中)有密切的關係，無線電波在建築物中與典型的物體(包括牆壁、金屬、甚至於人體)之相互作用，都會影響能量如何地傳播，因此決定了一個特定系統可以達到的覆蓋範圍大小。大多數的無線區域網路系統使用無線電頻率RF，因為無線電波能夠突破許多室內牆壁和表面，典型的WLAN系統的可用範圍(或覆蓋的半徑)從100英尺到500英尺不等，透過進出點AP提供的微細包(Microcells)漫遊機制能夠擴展覆蓋範圍，而達到真實的自由。
2. 網路的處理能力(Throughput)----- 無線區域網路中的實際處理能力是倚賴於實際的產品和設置的情形，影響處理能力的因素包括：電波太擁擠(與用戶的數目有關)、傳播因素(例如無線電波的覆蓋範圍和多路徑效果)、所使用的WLAN系統的

架構類型以及WLAN的有線部分的等待時間和瓶頸(Latency and bottleneck)。其中，多路徑效果(Multipath effects) 如圖9所示，是指無線電波訊號從一個傳送器到一個接收器能夠有若干不同的路徑，這些信號的反射(Reflections)能夠使他們變得更強壯或者更虛弱，這就會影響資料的處理能力，多路徑效果的影響程度取決於在環境中反射表面的數量、從傳送器到接收器的距離、所使用的產品設計和無線電之技術。無線區域網路的典型資料傳送速率從1到11Mbps，可提供足夠的處理能力來應用在普通的辦公室環境中，包括電子郵件的交流、周邊設備的分享和多用戶的資料庫存取等應用。

3. 資料的完整性和可靠度(Integrity and Reliability)----- 在商業和軍事系統方面的無線電應用已經有五十多年，可證明無線電資料傳送技術的可行性，儘管有無線電干擾(Radio interference)會使無線區域網路的處理能力下降，但是這樣的干擾在辦公室裡是不多見的，在有限制的距離內並加上有完善規劃的無線區域網路，其連線的資料完整性比細胞式行動電話要來得更好，甚至接近有線網路的水準。
4. 與有線基礎網路(Infrastructure)的互通運作能力

(Interoperability)----- 大多數的無線區域網路系統提供工業標準的連線方式與有線網路互連，這包括Ethernet (IEEE 802.3)及Token Ring (IEEE 802.5)區域網路，工業標準連線方式的互通運作能力可使網路的無線部分對其餘的網路而言是完全透通的(Transparent)；網路作業系統(Network operating system)是透過驅動程式(Driver)以支援其他網路節點(Node)相同的方式來支援無線區域網路的節點，一旦安裝後，網路作業系統對待無線的節點就如同網路的任何其他元件一樣。

5. 與無線基礎網路的互通運作能力----- 無線區域網路之間的互通運作能力是決定於廠商所選擇的技術及其執行(Implementation)的方式，採用相同的技術和執行方式的不同廠商的產品，可以互相交換無線介面卡及進出點AP，工業標準(例如 IEEE 802.11規格)的目標就是要允許符合標準的產品在不同廠商沒有明確的合作下也能互通運作。
6. 網路的干擾(Interference)與共存(Coexistence)-----無線區域網路所使用的無線電波是不須申請執照的，所以意味著其他產品若也使用相同的頻率傳送能量就會對WLAN潛在地造成干擾，微波爐就是一個潛在的干擾源，但是，大多數的WLAN

製造商在設計他們的產品時都會考量微波爐的干擾因素。另外，若有許多個不同廠商的WLAN系統在同一地區(Co-location)時，有的會互相干擾，有的不會互相干擾，這最好是直接與有關的廠商探討。

7. 網路的簡單性(Simplicity)及容易使用----- 無線區域網路的使用者只需要知道很少的新資訊就可善加利用WLAN，因為WLAN的無線本質對其網路作業系統而言是完全透通的(Transparent)，所以各種應用系統的運作與在有線區域網路上是一樣的，雖然無線區域網路的產品合併了許多診斷工具(Diagnostic tools)，然而大多數的使用者是不需要去使用這些工具的。WLAN簡化了許多令網路管理人員討厭的安裝和架構設定的問題，因為WLAN只有進出點AP需要電纜線，網路管理人員不必再為WLAN終端的使用者佈放電纜線了；另外，WLAN的可攜式本質讓網路管理人員在安裝他們到遠處前，可先進行架構設定及整個WLAN的故障排除，一旦架構設定完成，就能夠使WLAN用極少甚至不必修正地從一處到另一處移動。
8. 網路的安全性(Security)----- 因為無線技術是根源於軍事的應用，所以安全性長期以來即是當作無線裝置(Device)的一個設



計標準，在無線區域網路中即有加上安全設計，使得WLAN比大多數的有線網路要來得安全，複雜的加密技術(Encryption techniques)使非法者難以入侵WLAN，一般而言，個別的網路節點在經由安全允許(Security-enabled)後才能進入WLAN。

9. 使用網路的成本(cost)----- 使用無線區域網路包括了基礎網路的成本(進出點AP)，及使用者的成本(WLAN介面卡)，而基礎網路的總成本主要取決於佈署進出點AP的總數量，這又取決於所需要覆蓋地區的大小以及WLAN使用者的類型；一般而言，安裝和維護無線區域網路的費用比安裝和維護傳統有線區域網路的費用要來得低，是由於兩個原因，首先,WLAN 去除了電纜的直接費用與安裝和修理的勞動成本，第二，因為WLAN簡化了移動、增添和改變的作業，所以減少了用戶當機時間和行政管理的間接費用。
10. 網路的擴展性(Scalability)----- 能夠把無線區域網路設計成極為簡單或非常複雜，WLAN能夠透過增加進出點AP來擴展覆蓋範圍，所以可支援大量的節點數和廣大的地區。
11. 機動設備的電池使用時間----- 終端使用者的筆記型或手執式(Hand-held)電腦的無線產品能夠完全地自由行動，WLAN的廠

商使用特別的設計技術使機動設備中的WLAN介面卡的耗電量降低，而讓電池使用時間可充分發揮。

12. 人体健康的安全性(Safety)----- 無線區域網路設備的輸出能量很低，比一個手握著的細胞式行動電話手機還少得多，因為無線電波的輸出能量會在距離上迅速地衰落，在無線區域網路所覆蓋的地區中暴露的無線電頻率之能量(RF energy)是很少的；另外，WLAN在安全上必須符合政府和工業的嚴格規定，所以不會有為害人体健康的影響產生。

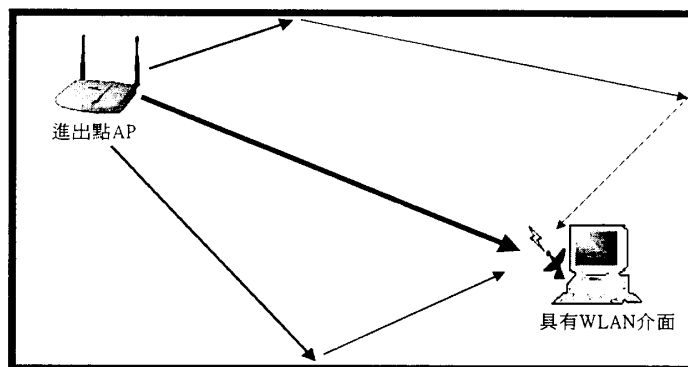


圖9 無線電波訊號的多路徑效果

美國Finisar公司的無線區域網路測試工具Surveyor Wireless是

一個Windows-based 7-layer protocol的軟體，可針對IEEE 802.11b無線區域網路來作監視(Monitor)、測量(Measure)、分析(Analyze)及故障排除(Troubleshoot)等工作，參見圖10所示，其主要特點如下：

1. Identify Rogue Access Points & End Stations and Then “Fox Hunt” Them to Discover Their Physical Location
2. Monitor & Analyze Wireless Networks with Real-time Experts & Alarms with SNMP Trap Actions
3. Analyze the Full 7-layers of Packets & Network Traffic from RF Signal Phy Layer to Application Layer
4. Monitor Multi-channel Bandwidth Utilization, Error Rates & Signal Strength
5. Optimize Access Point Placement During Pre-Deployment Phase
6. Detect & Decode 128 Bit & 40/64 Bit WEP Encryption in Real Time and Post Capture
7. Extensive Expert Helps Identify and Solve Problems Before They Affect Network Availability

其中，第一項功能可辨認其**MAC Address**及訊號強度的電腦顯示如圖11所示。

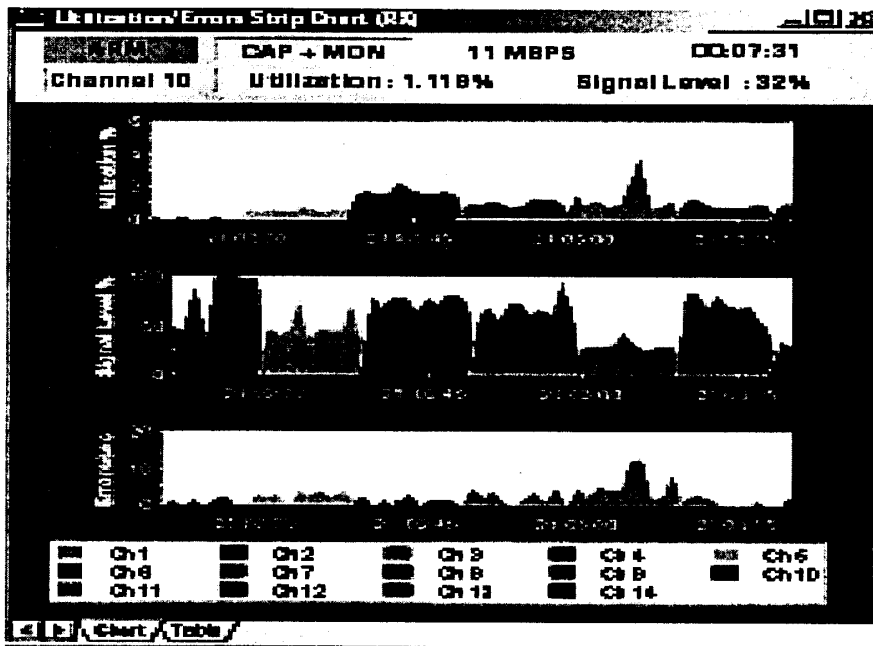


圖 10

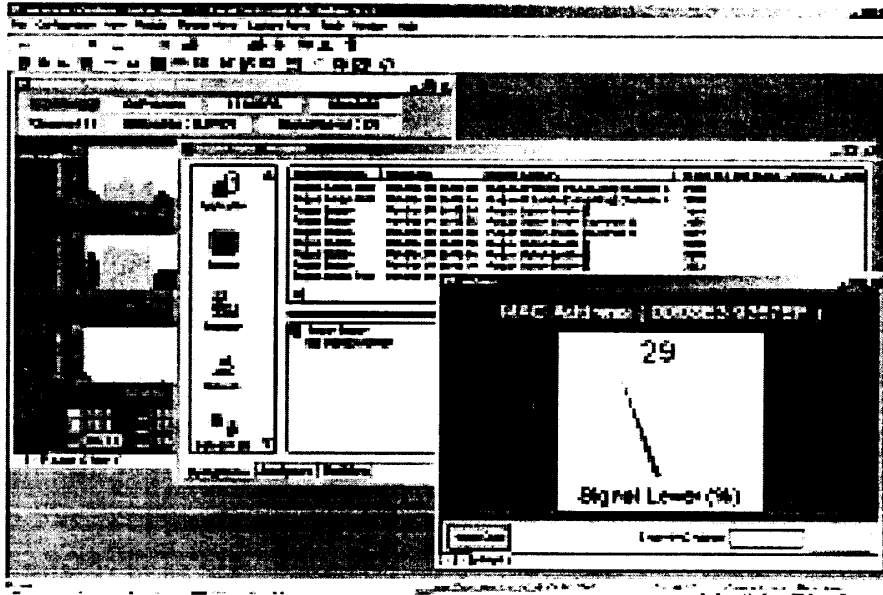


圖 11

### 三、Gigabit Ethernet Technology and Planning

從 10 Mbps 的乙太區域網路 Ethernet，到 100 Mbps 的高速乙太區域網路 Fast Ethernet，及現在越來越多人使用的 Gigabit Ethernet，乃至於最新的 10 Gigabit Ethernet，都是爲了在速率上滿足人們的應用需求。

Gigabit Ethernet 及 Fast Ethernet 的標準制定之時程，請參見圖 12，而其比較表如圖 13 所示。Gigabit Ethernet 之主要優點如下：

1. Easy, straightforward migration to higher performance levels  
without disruption
2. Low cost of ownership including both purchase cost and support cost
3. Capability to support new applications and data types
4. Network design flexibility

### Standards Timeline

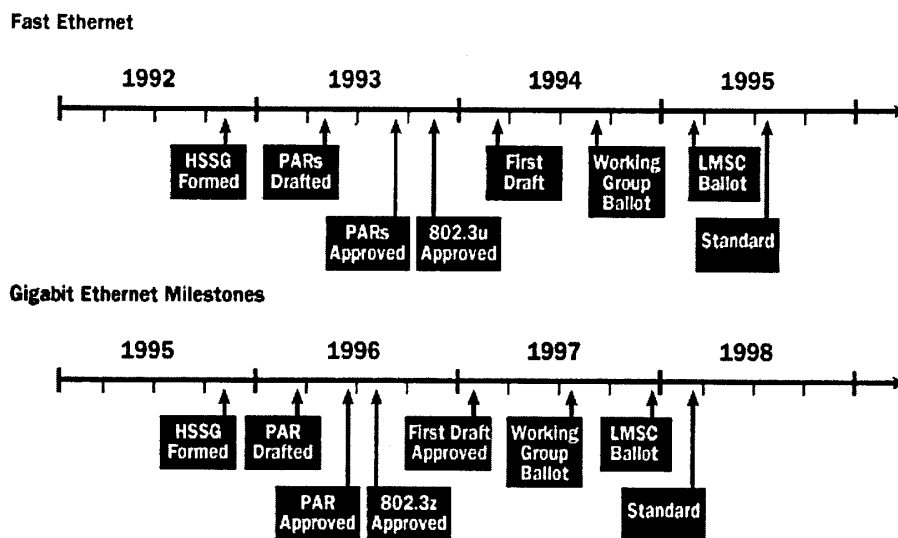


圖 12

	Fast Ethernet	Gigabit Ethernet
<b>Speed</b>	100 Mbps	1000 Mbps
<b>Frame Format</b>	802.3 Ethernet	802.3 Ethernet
<b>MAC Layer</b>	802.3 Ethernet	802.3 Ethernet
<b>Flow Control</b>	802.3x Ethernet	802.3x Ethernet
<b>Primary Mode</b>	Full duplex	Full duplex
<b>Signalling</b>	FDDI	Fibre Channel

圖 13

Gigabit Ethernet 可作為理想的 LAN 骨幹網路，其通訊協定堆疊，如圖 14 所示，係結合了 IEEE 802.3 Ethernet 及 ANSI X3T11 Fiber Channel 之通訊協定堆疊而成；Gigabit Ethernet 之 Physical 層的特性有四種，如圖 15 所示：

1. **1000BaseLX** : long-wave (LW) laser over single-mode and multimode fiber
2. **1000BaseSX** : short-wave (SW) laser over multimode fiber
3. **1000BaseCX**: allows for transmission over balanced shielded 150-ohm copper cable
4. **1000BaseT** : use of UTP cable for Gigabit Ethernet transmission enable Gigabit Ethernet to extend to distances up to 100 meters over four-pair Category 5 UTP copper wiring

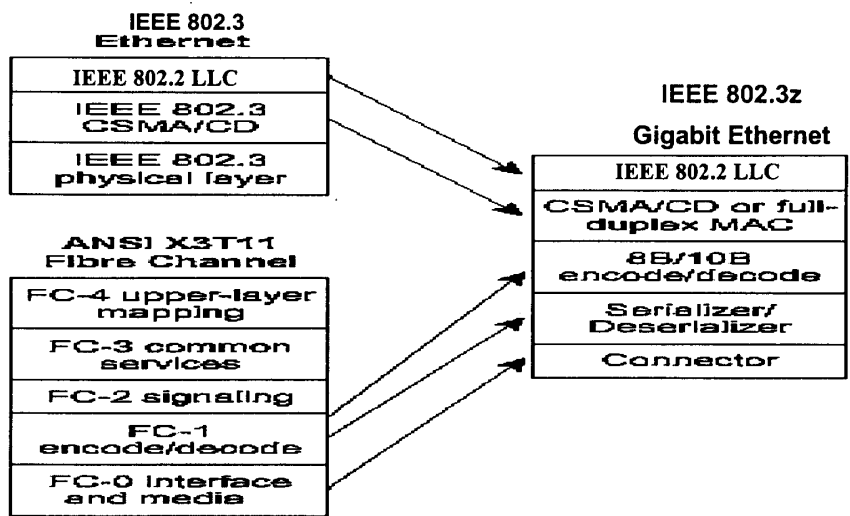


圖 14

### Gigabit Ethernet Layers

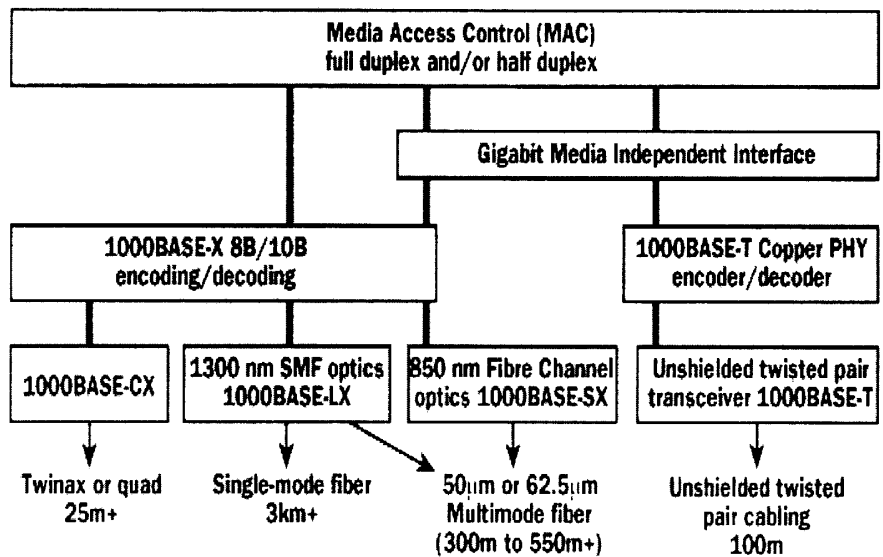


圖 15



Gigabit Ethernet 網路之升級方法，可由舊有的骨幹網路部分的 Fast Ethernet 設備開始升級更換，如圖 16 及 17 所示，再擴大至後端的伺服器部分的網路，如圖 18 及 19 所示。

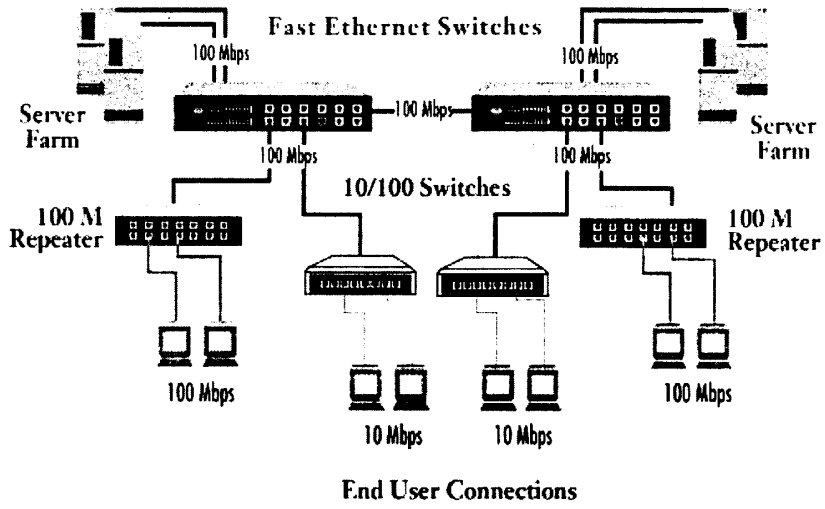


圖 16

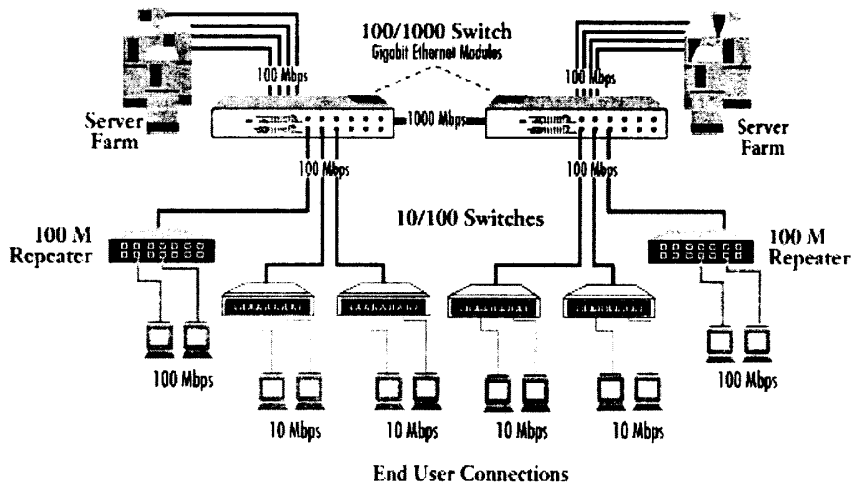


圖 17

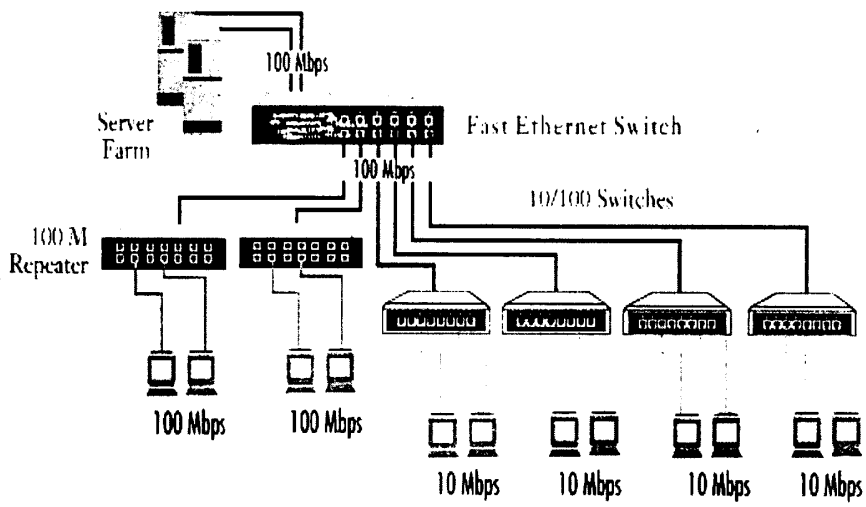


圖 18

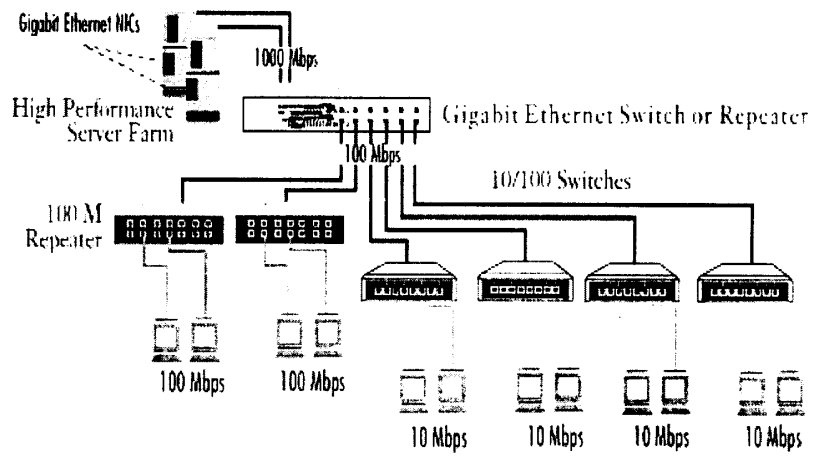


圖 19

#### 四、10 Gigabit Ethernet Technology Development

1999年5月IEEE 802.3工作群組開始準備制定10Gbps乙太網路標準，2000年8月發表了IEEE P802.3ae標準草案，最後於2002年6月完成了IEEE P802.3ae 10Gb/s Ethernet標準(參見圖20)。

IEEE 802.3ae在制定初期即訂立了下列幾個目標:

1. 保留現有媒體存取控制(MAC)介面之802.3/Ethernet訊框(Frame)格式。
2. 保留現有802.3標準所定義的最小及最大訊框大小。
3. 只支援全雙工(Full-Duplex)操作模式。
4. 支援區域網路(LAN)採用星狀點對點佈線模式。
5. 制定一個可自由選擇的媒體介面(MII, Media Independent Interface)。
6. 支援IEEE P802.3ad標準。
7. 支援10Gbps的實體層訊號。
8. 定義兩組實體層，一組為區域網路實體層(LAN PHY)，資料速率為10Gbps；另一組為廣域網路實體層(WAN PHY)，採用資料速率相容於OC-192c/SDH VC-4-64c速率(9.58464Gbps)。

9. 提供各種實體層距離規格包括：至少 65 公尺或 300 公尺之多模光纖 (MMF) ，以及 2 公里、10 公里及 40 公里之單模光纖 (SMF) 。

IEEE 802.3ae 定義了七種介面，如圖 21 所示，IEEE 802.3ae 七種介面之命名格式：

1. 字首為 10G，代表 10Gigabit Ethernet
2. 字身為全部大寫之 BASE
3. 字尾包含了三個部份：
  - 第一個部份表示雷射光波長 --- S 是 850nm, L 是 1310nm, E 是 1500nm
  - 第二個部份表示其採用的是區域網路實體層或廣域網路實體層及編碼格式 --- W 是採用廣域網路實體層, R 是採用區域網路實體層且編碼格式為 64B/66B 編碼, X 是採用區域網路實體層且編碼格式為 8B/10B
  - 第三個部份則是一個數字，其表示採用串列(Serial)實體媒體或廣通帶波長分工(WWDM) --- 「1」代表採用串列實體媒體，但通常省略不寫，「4」則代表採用廣通帶波長分工

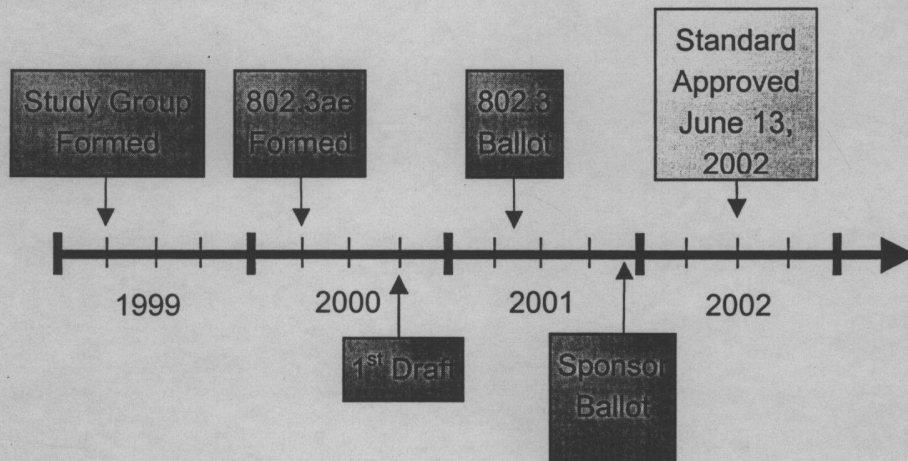


圖 20

Device	8B/10B	64B/66B	WIS	850nm	1310nm	1310	1550nm
				Serial	WWDM	Serial	Serial
10GBASE-SR		v		v			
10GBASE-SW		v	v	v			
10GBASE-LX4	v				v		
10GBASE-LR		v				v	
10GBASE-LW		v	v			v	
10GBASE-ER		v					v
10GBASE-EW		v	v				v

圖 21

IEEE 802.3ae 的實體介面：

1. 10Gbps 媒體介面(XGMII)，設計來連接 10Gbps 媒體存取控制層(MAC)至 10Gbps 實體介面。
2. 10Gbps 附著單元介面(XAUI)，同樣是設計來連接 10Gbps 媒體存取控制層 (MAC) 至 10Gbps 實體介面，與 XGMII 不同之處是將原本 XGMII 只有 3 英吋的距離延伸至 20 英吋。
3. 10G 16bit 介面(XSBI)，是利用 16 個 622-645Mbps 通道來傳送 9.95Gbps (10GBASE-W) 及 10.32Gbps (10GBASE-R) 資料。

10 Gigabit Ethernet 的市場預估，如圖 22 所示；而其架構圖如圖 23 所示。

Projected Port Shipments (000's)

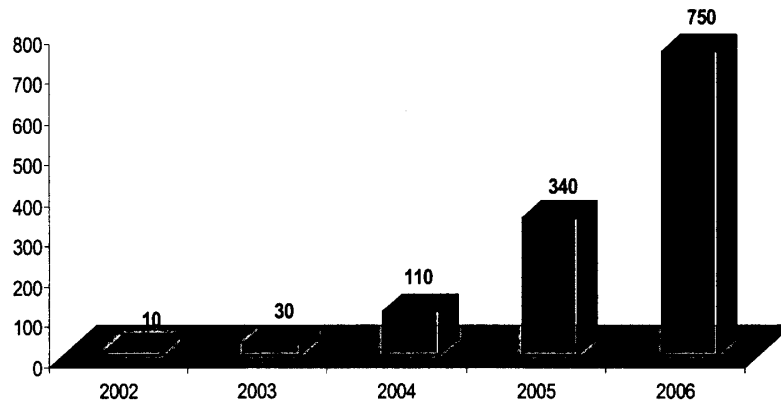


圖 22

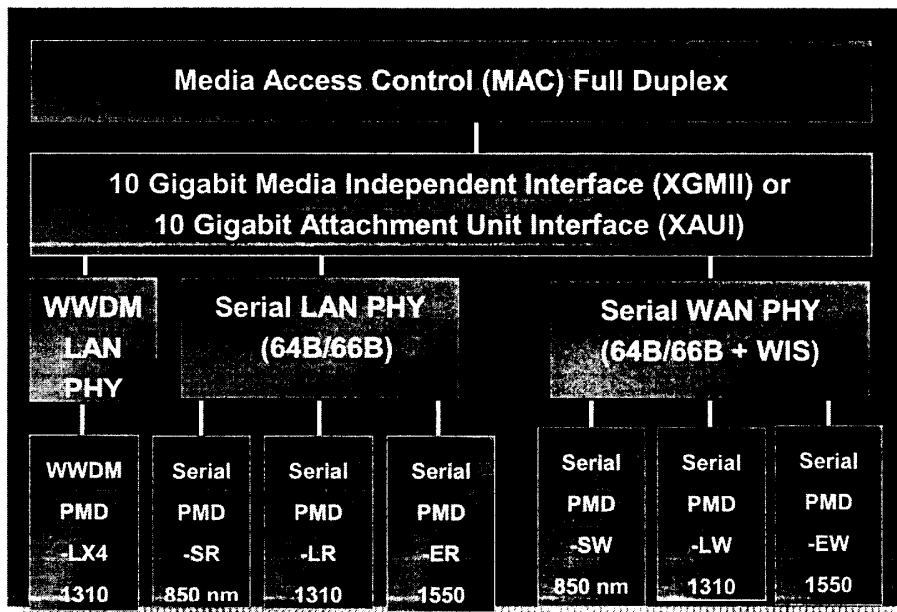


圖 23



## 肆、學習心得

靈活性和機動性使無線區域網路有效地發展成爲有線網路外最具有吸引力的選擇，無線區域網路可提供有線區域網路的所有功能，但是沒有電線本身的牽制；WLAN 的架構包括有獨立的無線區域網路(Independent WLAN)，適合少數使用者或是臨時性同等的(Peer-to-peer)的架構，而基礎的無線區域網路(Infrastructure WLAN)架構，則是透過微細胞(Microcell)的方式提供徹底的分散式資料連線和漫遊；除了提供在一個 WLAN 的環境內終端使用者的機動性以外，WLAN 也允許成爲可攜式網路(Portable network)，與需要他們的知識工作者(Knowledge workers)一起移動。

現在已有各式各樣的無線區域網路產品可選用，而不久的將來更高速的 WLAN 產品(例如 IEEE 802.11a 可達 54 Mbps)也會漸漸普遍，使得各種多媒體資訊的無線應用方式變成可行，再透過評估其提供的差異性及優點，精明的網路管理人員和終端使用者就能夠選擇一個最適合的 WLAN 系統或設備來達成他們的商業應用之目標。

另外，從 10 Mbps 的乙太區域網路 Ethernet，到 100 Mbps 的高

速乙太區域網路 Fast Ethernet，及現在越來越多人使用的 Gigabit Ethernet，乃至於最新的 10 Gigabit Ethernet，都是爲了在速率上滿足人們的應用需求，而 10Gbps 乙太網路的技術因具備下列的優點使其後勢更加看好：

- Brings Ethernet cost model to 10 Gbps networks
- Scales LAN backbones
- Aggregates 1 GbE
- Leverages 250 million Ethernet ports
- Supports all services
- Supports local, metro and wide area in one seamless network
- Compatibility with the installed base of SONET OC-192c / SDH VC-4-64c

當乙太網路由區域網路愈往廣域網路(WAN)發展之時，乙太網路交換器也從 Layer2 的 MAC 位址識別與傳遞轉爲 Layer3 的 IP 位址識別與傳遞，隨著 Ethernet MAN 市場的興起，10 Gigabit Ethernet Layer3 交換器的重要性將與日俱增，而爲了可以提供電信營業等級的服務，一些領導廠商如 Extreme、Cisco、Nortel、Foundry

等其產品的發展都朝向可靠性(Reliability)、安全性(Security)、頻寬共享之彈性(Flexibility)、障礙排除之復原能力及差別的服務(Differentiated Service：也稱為軟式的 Soft QoS )等功能而努力。