

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：考察)

考察企業客戶無線寬頻通訊服務 及網路整合規劃

出國人

服務機關

中華電信北區分公司

職 稱

總工程師

姓 名

李添永

行政院研考會/省(市)研考會 編號欄

出國地點：日內瓦

出國期間：自 92 年 10 月 10 日至 92 年 10 月 19 日

報告日期：92 年 12 月 31 日

系統識別號:C09204179

公務出國報告提要

頁數: 17 含附件: 否

報告名稱:

考察企業客戶無線寬頻通訊服務及網路整合規劃

主辦機關:

中華電信台灣北區電信分公司

聯絡人/電話:

盧婉屏/2344-3261

出國人員:

李添永 中華電信台灣北區電信分公司 總工程師

出國類別: 考察

出國地區: 瑞士

出國期間: 民國 92 年 10 月 10 日 - 民國 92 年 10 月 19 日

報告日期: 民國 92 年 12 月 31 日

分類號/目: H6/電信 H6/電信

關鍵詞: WLAN,802.11,802.16

內容摘要: 2003年06月IEEE通過IEEE 802.11g技術標準。該技術工作在2.4GHz頻段上，可以提升家庭、公司和公共場所的無線互聯網接入速度。該技術使無線網路最大傳輸速度可達54Mbps，比現在通用的802.11b要快出五倍，並且和802.11b相容。繼802.11系列發展並商用化及LMDS(Local multipoint Distribution Service)技術發展之後，IEEE所推出的802.16系列可提供遠距、高速率的無線傳輸，被稱為新一代無線寬頻接取技術，其不但擁有良好的系統容量擴充性，且頻譜效率較佳，在數據傳輸性能方面的表現優於目前的3G及WLAN，最高數據傳輸速率可達134Mbps。802.16除通訊距離最遠可達50公里外，該標準引用網狀架構、先進天線技術如beam-forming、MIMO(Multiple - input Multiple-output)等新技術來改善非視線通訊效能並增加涵蓋範圍，尤其可應用於大樓林立的都會區。GPRS/3G系統採用的SIM卡，因使用IMSI含有KI的加密功能，在空中使用時不容易被複製，所以WLAN使用GPRS/3G所提供的認證機制是有保障的。在計費機制方面GSM所提供的SIM卡付費機制也容易辨別用戶身份做認證，達到準確計費之功能。所以WLAN之認證與計費機制如能與Mobile整合，將是很好的選擇。WLAN之發展方面，目前商用化主要為IEEE802.11系列及近年將商業化的802.16系列。未來持續發展也將會有802.20等系列，其提供頻寬更大並會具有快速移動性使用之功能。網路架構將來也有可能都在都會區作為用戶迴路之替代性應用，技術性之發展應予密切留意。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

目 錄

行程及考察紀要	2
第一節 概說	3
第二節 WLAN 的技術發展	4
一、IEEE 802.11 技術	4
二、802.11a 及 802.11g 技術標準	5
第三節 IEEE 802.16 Wireless MAN 技術與架構	7
一、技術特點	7
二、Wireless MAN 網路架構	10
第四節 802.11WLAN 與 802.16 WMAN 之比較	11
第五節 WLAN QoS 相關技術	13
第六節 WLAN 與 3G 之整合	15
第七節 結論與建議	17

行程及考察紀要

日期	地點	行程
第一、二天 10/10~10/11	日內瓦	去程
第三天 10/12 (日)		1. ITU Telecom World 2003 Forum opening (Helping the world communicate) ;Registration。 2. Showcase Presentation (瑞士電信公司)
第四天 10/13 (一)		1. Plenary session (PL3/P14 電信網路技術) 2. Showcase Presentation(討論 wireless LAN /GSM/3G 整合)
第五天 10/14 (二)		1. Forum session ; The future of wireless 2. Nortel WLAN Solution 3. Joint to Nortel Hospitality Events (陪同賀陳董事長)
第六天 10/15 (三)		電信博覽會： 1. The technology of wireless broadband 2. Broadband Access Service 3. Nortel WLAN solution and optical transmission solution
第七天 10/16 (四)		電信博覽會 1. NGN SDH Network 2. Optical transmission technology
第八天 10/17 (五)		1. 與 Alcatel 公司之專家討論無線網路整合技術 2. Special session (the world summit on information society)
第九天 10/18 (六)		Special Session (CPE services)
第十天 10/19 (日)		回程

第一節 概說

由於通信網路技術的進步、寬頻上網逐漸普及，在資訊應用上帶給人們極大的方便，譬如網路連線遊戲、網路教學、氣象資訊、各種交通工具時刻表資訊、電子商務等業務蓬勃發展。今日政府機構、民營企業及各家銀行更不能忍受任何資訊通信的片刻中斷，網路的應用越多，人們生活對網路的依賴度就愈高。另一方面無線系統不受線路束縛的方便性與任何時間、任何地點都可連線上網的靈活性及行動性 (Mobility)，使得無線區域網路 (WLAN) 市場發展迅速。無論從市場的趨勢、產品的成熟度、技術標準的進展及產品價格的競爭觀察，WLAN 已成為新興市場的主流。

根據 IDC 及 In-Stat 統計無線網卡 (WNIC) 的成長，2002 年成長 48%，預計到 2005 年將再成長 200%，相對的無線存取器 (Access Point-AP) 至 2005 年也會有相對的成長，WLAN 高度成長的原因可分為下列數點：

- 一、網際網路的蓬勃發展及電子商務的逐漸普及。
- 二、筆記型電腦及 PDA 的普及帶動任何時間、任何地點連線的需求，因此家庭、學校、企業及公共場所等開始裝設 WLAN。
- 三、IEEE 等統一規格標準及產品互通性認證 WI-FI，規格標準化促使產品的研發及生產成本降低。
- 四、無線傳輸速率的提昇，目前可達 54Mb/s 或更高的技術繼續發展中。
- 五、安裝技術快速簡單。
- 六、使用免執照費的頻段 (unlicense frequency)，對於使用 WLAN 有極大的好處。
- 七、第三代行動電話 (3G) 服務未如預期的時程推出，雖然 3G 與 WLAN 各有高速行動及熱點 (Hot Spot) 寬頻的個別優點，說實在 3G 的延後推出也提供 WLAN 更大的發展機會。

WLAN 有很大的頻寬，但涵蓋的局限性、安全、計費、漫遊機制等技術性尚待加強建立。每一個 WLAN 無線涵蓋範圍約為 100 公尺，除企業或家庭使用外，應選擇公眾場所，即 Hot Spot 為據點建設。辨識認證方面在網路上只能藉由使用者帳號密碼以及相關裝置，才能辨別並認證使用者的身分。企業在建置安全的無線網路環境時，必須要選擇具有適當加密協定的設備，並且將使用的加密協定單純化，以提高安全度。認證與計費機制如能與行動通信整合，即能達到互補功能，即行動與 WLAN 技術之整合，可以

提供給使用者更多元化的服務選擇。

WLAN 之發展目前商用化主要為 IEEE 的 802.11 系列及近來將商用化的 802.16 系列。未來持續發展也將會有 802.20 等系列，其提供頻寬更大並具有快速移動時使用之功能。

第二節 WLAN 的技術發展

一、IEEE 802.11 技術

2003 年 06 月 12 日，IEEE 通過 IEEE 802.11g 技術標準。該技術可以提升家庭、公司和公共場所的無線互聯網接入速度。該技術使無線網路最大傳輸速度可達 54Mbps，比現在通用的 802.11b 要快出五倍，並且和 802.11b 相容。IEEE 802.11g 標準方案，工作在 2.4GHz 頻段上。該技術一經公佈，美國 Intersil 公司與美國德州儀器公司(Texas Instruments, TI)就分別宣佈將在 2002 年推出用於 IEEE 802.11g 的晶片組。IEEE 802.11g 中規定的調變方式包括 5GHz 頻帶 IEEE 802.11a 中採用的 OFDM 與 IEEE 802.11b 中採用的 CCK。既達到了用 2.4GHz 頻段實現 IEEE 802.11a 等級的資料傳送速度，也確保了與裝機數量超過 1100 萬台的 IEEE 802.11b 產品的相容。另外，TI 公司提案的可實現 22Mbps 資料傳送速度的分封二進制迴旋編碼(Packet Binary Convolutional Coding, PBCC)調變方式與 CCK-OFDM 也可以作為選項使用。

無線區域網路 WLAN 較相似同時競爭性較大的二項技術是 IEEE 802.11 系列及 HiperLAN。歐洲電信標準化協會(European Telecommunications Standards Institute, ETSI)的寬頻無線電接入網路(Broadband Radio Access Networks, BRAN)小組著手制定 Hiper(High Performance Radio)接入標準，研究任務之一是 HiperLAN 標準，已推出 HiperLAN1 和 HiperLAN2。HiperLAN1 對應 IEEE 802.11b，HiperLAN2 與 IEEE 802.11a 具有相同的實體層。但市場仍較看好 802.11 系列的市場，因此目前 HiperLAN 未能獲得多家廠商的加入開發，IEEE 802.11 系列仍將持續主導市場。

近來一些消費電子製造商也看好這股潮流，準備將 WLAN 的功能內建到音響、電視等設備，如此一來，消費者將可在家裡的任何一處享受網路視訊及音樂，大大提高其生活品質。相較於數據傳輸，多媒體影音資料流顯然需要較高的優先性(Priority)，因此對於 802.11e(Quality of Service, QoS)

的需求也就更為迫切。802.11 系列無線網路各項技術與標準如表一。

表一：802.11 系列無線網路各項技術與標準

	調變技術	最高速率	使用頻段	使用頻寬
IEEE 802.11	FHSS /DSSS	2Mbps	2.4GHz	83.5MHz
IEEE 802.11b	DSSS	11Mbps	2.4GHz	83.5MHz
IEEE 802.11g	DSSS /OFDM /PBCC	54Mbps	2.4GHz	83.5MHz
IEEE 802.11a	OFDM	54Mbps	5GHz	300MHz
HiperLAN1	GMSK	24Mbps	5GHz	455MHz
HiperLAN2	OFDM	54Mbps	5GHz	455MHz
Bluetooth	FHSS	721Kbps	2.4GHz	83.5MHz

二、802.11a 及 802.11g 技術標準

802.11a 無線區域網路產品在北美使用美國聯邦通訊委員會(Federal Communication Commission ,FCC)所規範定義之免許可證之國家信息基礎設施頻帶(Unlicensed National Information Infrastructure, U-NII)範圍，分為低、中、高三個頻段：5.15~5.25、5.25~5.35 及 5.75~5.825GHz，總頻寬為 300 MHz，一般分為 12 個不重疊頻道，每一個頻道寬為 16.25MHz 左右，因此細胞規劃可用這 12 個不互相干擾頻道來增加系統容量；但在歐洲，只有低、中頻段是免費的，且由於該處此頻段是保留給 HyperLAN/2 使用，而 802.11a 規格在該處尚未受到 ETSI 採納。而在日本，僅低頻段是可免費使用的，造成頻道的擁擠，使用規劃上十分地不方便。

802.11a 使用多載波正交分頻多工(OFDM)技術，調變的方式有 BPSK、QPSK、16-QAM、64-QAM，配合不同之訊號剔除迴旋通道編碼(Punctured Convolutional Channel coding)，來達到 6、9、12、18、24、36、48 及 54 Mbps 的資料傳輸速率。

IEEE 802.11a 採用 5GHz 做為傳輸訊號的頻段，主要原因是 2.4GHz 這

個頻段已經有太多的標準(如 HomeRF、Bluetooth)及產品(如微波爐、嬰兒監視器等),產品間常會有訊號干擾的問題發生,因此選擇頻段較乾淨的 5GHz。

下一代高速無線區域網路的頻段問題仍是目前所爭議的問題。由於各國在頻段的定義不同,使得美規的 IEEE 802.11a 與歐規的 HiperLAN2 的使用者無法越區使用,也就是說在美國擁有 IEEE 802.11a 產品的使用者到達歐洲時,由於對各國頻段定義的差異,無法使用 IEEE 802.11a 的產品;相對的在歐洲擁有 HiperLAN2 產品的使用者也有越區不能使用的問題。這除了讓消費者造成困擾,對於廠商也是一項挑戰,因為廠商無法以一套系統產品通行全球。目前美方的 IEEE、歐洲 ETSI 及日本的 MMAC 組織組成一個小組在討論相關的議題,以解決頻段方面的問題。

IEEE 802.11g 是在 2000 年 4 月 IEEE 802.11 成立的一個工作小組(Task Group G, TGg),希望能將現有 IEEE 802.11b 標準的資料傳輸速率提升達到 20Mbps 以上,其任務是在 2.4GHz 頻帶上開發和定義下一代高速率的無線區域網路標準。在經過激烈的討論與表決,IEEE TGg 在 2001 年 11 月的會議上接受了 Intersil 公司所提出的 CCK-OFDM 提案與 Texas Instruments 公司所提出的 PBCC 提案,且將兩者折衷成為 802.11g 標準的草案,其內容結合了 IEEE 802.11b 和 IEEE 802.11a 兩種標準。802.11g 標準草案,將使用在 2.4GHz 頻段的無線區域網路設備之傳輸速率向上提升達 54Mbps,並提供相容於現存之 IEEE 802.11b 設備。

根據 Synergy 研究機構調查,2003 年第二季全球 WLAN 銷售值較上季成長 18%,其中 802.11g 較上季成長近 5 成,已佔有整體市場的 24%。另外一個研究機構 Dell'Oro 則指出,2003 年第二季 802.11g 產品獲得大量採用,銷售值較上季增長 48%,佔有整體市場的 24%,802.11b 銷售值則出現衰退。在此市場趨勢之下,Intel 勢必將 802.11g 納入下一代筆記型電腦之中。因此,其第三季預計推出 802.11a/b,並於 2003 年第四季與 2004 年初,先後推出 802.11g 及 802.11a/b/g 晶片組。原本 Intel 並未將 802.11g 納入下一代之規劃,不過隨著 802.11g 標準已經通過相容性測試與標準認證,以及 802.11g 市場的逐漸強勢,Intel 已加快 802.11g 上市的時間。

在產品中採用 802.11g 規格的製造商已收到回報。根據 Dell'Oro Group 的調查報告,此規格已促進全球無線網路裝置市場的成長。研究員表示,以 802.11g 為基礎的產品占無線網路市場銷售額的 16%,且占第一季總

出貨量的 17%。隨著 802.11g 標準化，其他業者已經開始放心地開發並銷售 802.11g 產品。Intel 便是一例。Intel 表示，會比預定計畫提前在 Centrino 晶片中納入 802.11g 技術。Centrino 包含新款的 Pentium-M 處理器、晶片組和 Intel 測試過的 Wi-Fi 元件。Intel 原本打算在 2004 年下半年以後才採納 802.11g，但現已決定在 2003 年底前，開始生產包含 802.11b/802.11g 元件的全套 Centrino 組合，未來更計劃在無線平台中把 802.11a、802.11b 和 802.11g 統統整合起來。

第三節 IEEE 802.16 Wireless MAN 技術與架構

一、技術特點

繼 802.11 系列發展並商用化及 LMDS(Local multipoint Distribution Service) 技術發展之後，IEEE 所推出的 802.16 系列可提供遠距、高速率的無線傳輸，被稱為新一代無線寬頻接取技術，擁有下列幾項特點：

- 系統容量擴充性：考慮世界各國無線法規的規定及所授權的頻寬不一，因此設計多種頻道頻寬(channel bandwidth)可供採用，甚至可讓業者自己再切割頻道頻寬而增加頻道數，這對規劃 cell 時更具有彈性。
- 高頻寬：由於具備頻譜效率較佳，在數據傳輸性能方面的表現優於目前的 3G 及 WLAN，最高數據傳輸速率可達 134Mbps。
- 涵蓋範圍：802.16 除通訊距離最遠可達 50 公里外，該標準引用網狀架構、先進天線技術如 beam-forming、MIMO(Multiple - input Multiple-output)等新技術來改善非視線通訊效能並增加涵蓋範圍，尤其可應用於大樓林立的都會區。
- 服務品質：採用接續導向及彈性的 QoS 機制，能適用於語音、影音及數據服務的提供，例如對企業用戶提供 E1/T1 等級無線傳輸，家庭用戶則提供 best effort 傳送。
- 安全：該標準提供認證及資料加密機制。

由於 802.16 標準大幅改善無線傳輸品質，也讓它成為解決 last mile 之替代技術。因此業界為讓 802.16 普及佈建，已成立 WiMAX(World Interoperability for Microwave Access Forum)類似 WLAN 的 Wi-Fi 角色，

致力於互通性，以降低建置成本及風險，因此 802.16 能否繼 802.11 WLAN 成為下一波熱潮而受矚目。

IEEE 於 2001 年 12 月完成 802.16 標準，使用 10~66GHz 頻段，通道頻寬為 20、25 及 28MHz 三種，採用 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)、16QAM(Quadrature Amplitude Modulation)、64QAM 等單載波調變方式，可提供資料傳輸速率為 32~134.4Mbps。使用該頻段的無線通訊適合於視線(LOS)環境，因此屋頂成為裝設基地台(Base station)及用戶台(subscriber stations)的最佳地點。整個無線網路結構可為基地台與基地台之間的點對點通訊架構，最遠距離可達 50 公里；以及基地台與多個用戶台之間的點對多點通訊架構，每個細胞涵蓋半徑為 2~5 公里範圍。為了能讓 802.16 提供多樣服務，在實體層及 MAC 層做了最佳設計，首先在實體層運作上，基地台往用戶台方向傳送為下行鏈路(down link)，使用 TDM(一對多)方式，而上行鏈路(up link)則使用 TDMA 方式(多對一)。至於下行鏈路和上行鏈路運作時，可採用相同頻率即以 TDD(Time Division Duplex)方式操作僅能半雙工；若上行、下行使用不同頻率即以 FDD(Frequency Division Duplex)方式操作可為半雙工或全雙工。其次在 MAC 層運作上設計了幾種頻寬配置方法，首先是非請求式允許方式(unsolicited grant)提供固定配置原則，可使延遲及抖動最小，用來支援 CBR 服務，如 T1/E1 模擬。第二種即 real-time polling 方式，用來支援 rt-VBR 服務，如傳送 video。第三種即 non-real-time polling 方式，用來支援 nrt-VBR 服務，如大量數據傳輸。第四種即 best effort 方式，用來支援上網服務。因此 802.16 除了支援各種 QoS 外，亦考慮到通訊安全，這方面係採用 X.509 數位簽證架構，透過公、私鑰做認證及加密，而免除 WLAN 為人所詬病的安全問題。

由於 WLAN 的掀起熱潮，為使 802.16 更能應用於大樓林立而不適合視線通訊的都會區，IEEE 於 2003 年 1 月完成 802.16a 標準，使用 2~11GHz 頻段，更能適用非視線(NSOL)通訊環境，然而使用低於原 10~60GHz 的頻段，基本上對技術及特性上會產生差異，分別如下所述：首先 802.16 技術僅適用於視線通訊環境，因此針對非視線通訊環境需求，除沿用 802.16 原有單載波調變外，新增 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)調變方式以減少 Multi-path 及干擾影響，其中 256 sub-carriers OFDM 應用於一般情形、2048 sub-carriers OFDMA 應用於 Multicast。第二點由於

低頻段，因此通道頻寬(channel bandwidth)的大小也可較小，如 1.25MHz。第三點資料速率最高 70Mbps 較原 134Mbps 低。第四點細胞半徑約 6-9 公里較原先半徑大。第五點為增進非視線通訊效能及範圍，可選擇網狀(Mesh)架構、發射技術 space-time coding、先進的天線技術 beam-forming、MIMO 等各種方法來提昇 802.16a 無線通訊品質，這些都是原 802.16 尚未具備的功能，也讓 802.16a 適應於都會區。未來 802.16a 下一階段的發展則朝結合目前 WLAN hot-spot 的應用而增加低速 mobility 功能，即目前 802.16e 草案，預計 2004 年 Q4 完成標準。

Wireless MAN 標準如表二：

表二 IEEE 802.16 WMAN Standard 系列

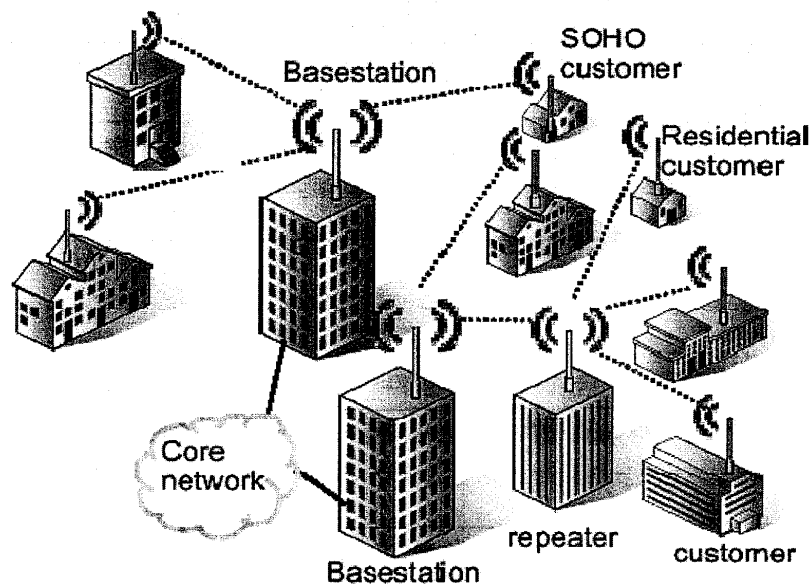
	802.16	802.16a	802.16e
Completed	December 2001	January 2003 (802.16a)	Estimate mid 2004
Spectrum	10 - 66 GHz	< 11 GHz	< 6 GHz
Channel Conditions	Line of Sight Only	Non Line of Sight	Non Line of Sight
Bit Rate	32 - 134 Mbps in 28MHz channel bandwidth	Up to 75 Mbps in 20MHz channel bandwidth	Up to 15 Mbps in 5MHz channel bandwidth
Modulation	QPSK, 16QAM, 64QAM	OFDM 256 sub-carriers QPSK, 16QAM, 64QAM	Same as 802.16a
Mobility	Fixed	Fixed, Portable	Nomadic Mobility
Channel Bandwidths	20, 25 and 28 MHz	Scalable 1.5 to 20 MHz	Same as 802.16a with UL sub-channels
Typical Cell Radius	2-5 km Max range 50 km	6 to 9 km Max range 50 km	2-5 km

註：802.16c 及 802.16d 分別為描述系統部分之規範。

二、Wireless MAN 網路架構

802.16 服務網路為點對多點架構如圖一，係以基地台為服務中心同時可連接幾百個用戶台，甚至可經由 repeater 延長無線通訊距離或者利用 repeater 繞過中間阻隔物提供其他用戶台無線連接至基地台。基地台透過 802.16 的 QoS 功能，可隨用戶需求而提供不同服務，例如同時支援 60 個企業使用 T1 速率連接並具有低延遲的保證服務及幾百個家庭使用 DSL 速率連接，但僅為 best effort 服務。這樣能讓業者或服務提供者的營運模式具有相當彈性，能將數量少、高營收的企業用戶與數量多、低營收的家庭用戶混合一起共用頻寬資源便可創造出盈餘。另外由於 802.11 WLAN 掀起熱潮後，各地佈建的 hot-spot 點也可透過 802.16 無線通訊連結至基地台再接取至 Internet 網路，突破昂貴及受限速率的 last mile。

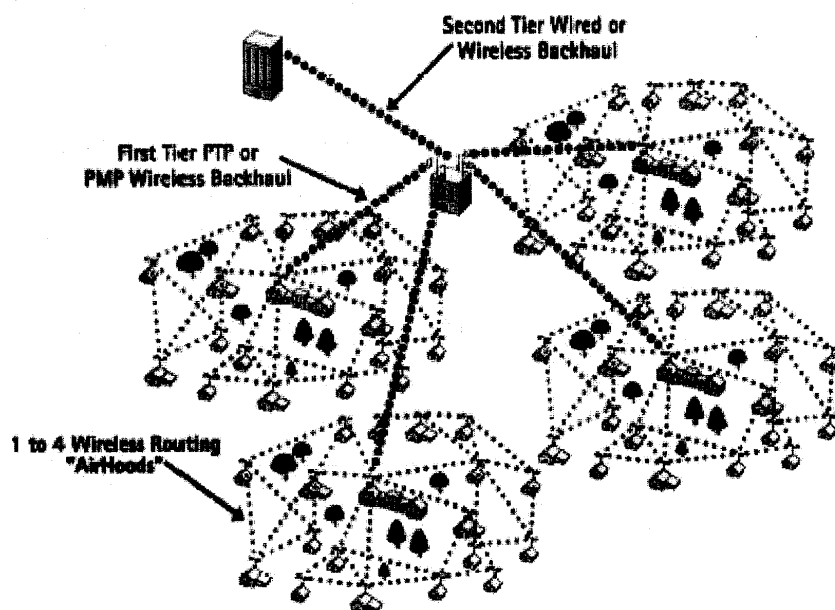
圖一：WirelessMAN: Wireless Metropolitan Area Network



網狀(Mesh)架構係讓用戶台間通訊無須透過基地台轉接無線通訊，可直接經由仲介用戶台轉接。這種架構可改善點對多點的非視線通訊品質，提供更好涵蓋範圍、較佳流通量(throughput)及增加擴充性。尤其密集的住宅區佈建需求涵蓋範圍密集及低價，因此於 WMAN 邊緣採用網狀架構提供

用戶無線寬頻通訊，接者再透過點對點/點對多點方式與基地台連接(左圖標示第一層)，經由基地台彙接後再以點對點無線通訊(左圖標示第二層)連接至後端骨幹網路。整體運用 Mesh、PMP 及 PTP 組態可架構大型無線網路完全無需有線電路而形成完整無線服務網路

圖二：Wireless MAN 網狀架構



第四節 802.11WLAN 與 802.16 WMAN 之比較

802.11 與 802.16 兩者比較可從多面來探討，兩者在技術上差異部份，首先就 Physical 層無線通訊方面而言 802.11 使用 unlicensed 2.4G 或 5.2G 頻段，而 802.16 為戶外環境使用 licensed、unlicensed 頻段，涵蓋 11G 以下非視線通訊及 11G~60GHz 以上視線通訊，在應用距離、涵蓋範圍與資料速率都優於 802.11，且具備可調整通道頻寬(channel bandwidth)、先進天線技術如 Space-time coding、MIMO 及 Mesh 架構等都針對戶外環境所做最佳化設計也是 WLAN 所欠缺。其次就 MAC 層而言，兩者使用不同的接取方法及不同的頻寬配置方式，802.11 採用競爭頻寬方式，最多僅提供優先等級服務，而 802.16 則為 TDMA/OFDMA 並可提供 QoS 服務，適合於語音、影音及數據多樣服務。至於安全性方面，802.11 的 WEP 加密機制漏洞為人們所詬病，而安全機制標準 802.11i 目前尚未完成，802.16 則已明訂採用數

位簽證使用公鑰、私鑰及 Triple-DES 標準做加密及認證已是標準化沒有這方面困擾。移動性方面 802.11f 及 802.16e 兩者都尚待完成標準制定。

其次就定位角度而言，802.11 適用於 LAN 環境下使用 license-free 頻段通訊所設計而 802.16 係戶外環境下視線及非視線通訊，因此兩者具互補性。而就其目標市場而言，802.16 主要市場為公眾網路，主要建置業者為 ISP、電信公司等，可提供高速品質連線滿足企業需求。802.11 係為區域性網路(區域公眾或私有網路)，主要建置者為企業/WISP，可提供移動性及連網服務。總之兩者各自有其差異及定位，然而目前因 802.11 的普及及低價，甚至有朝戶外環境應用之發展，而 802.16 才剛要起步，因此處於 802.11x 高度發展環境下，仍具有競爭優勢而發展起來亦是值得關切。

802.11 Wireless LAN 與 802.16 Wireless MAN 各項技術比較如表三：

表三：IEEE 802.11 WLAN VS 802.16 WMAN

	802.11/b/a/g	802.16/a/e
Completed	1997.12、1999.11(802.11b/a) 2003.06(802.11g)	2001.12 2003.01 (802.16a)
Spectrum	2.4GHz & 5.2GHz unlicensed	2GHz~11GHz、10GHz~60GHz
Modulation	BPSK、QPSK、CCK、16QAM、 64QAM、OFDM	QPSK、16QAM、64QAM、OFDM
Bit Rate	1~54Mbps	4~134Mbps
Range	100m	50km
Coverage	Indoor 20m~30m	Outdoor 2~10km
Topology	Point-to-Point Point-to-Multipoint	Point-to-Point Point-to-Multipoint、MESH
Duplex	half-duplex	full-duplex、half-duplex
MAC	CSMA/CA	TDMA/OFDMA
Mobility	Roaming(proprietary) 802.11f draft	802.16e draft (Handoff)
QoS	802.11e draft(priority only)	Centrally-enforced QoS (DOCSIS)
Security	WPA+WEP 802.11i draft	Privacy Key Management Triple-DES、RSA

第五節 WLAN QoS 相關技術

由於多媒體資訊的興起，網路傳輸量激增，無線區域網路的服務品質(QoS)漸漸受到大家重視，QoS 就是要達到資料傳送無誤且通信品質優良的目的。尤其當網際網路上的多媒體影音成為主流時，這個機能就更顯的迫切。因此，802.11e 的標準就是這種情況下產生，以確保無線區域網路之品質。

目前無線區域網路 802.11 MAC 層所使用的存取方式為 CSMA/CA 技術，其目的為數據傳輸，並未考量到聲音、影像傳輸之及時性及對傳輸延遲變化較無法忍受的屬性，若聲音及影像傳輸的優先性(Priority)無法比數據高，可能就會造成聲音斷斷續續或影像出現畫面不連續的現象，這樣對聲音、影像傳輸的品質毫無保障，因此制定 802.11e 的標準，希望能改善無線區域網路傳送及時性信號之品質。

無線區域網路的技術近年來發展蓬勃快速，各類型產品在市場上競爭也是相當激烈，但無線區域網路隱藏著安全機制不完全的危機，無論是 802.11a、802.11b 還是 802.11g 的標準，都存在著安全的問題。因此，IEEE 採納 IEEE 802.1x 並擴展 802.11 的 MAC 層制定 802.11i 標準，主要就是要解決網路安全的問題。

802.11 標準中提供了認證和加密兩方面的安全機制。認證方面，定義了兩種認證服務，分別為開放系統認證 (Open System Authentication) 和共享密匙認證 (Shared Key Authentication)。其中開放系統認證是 802.11 標準中最簡單的認證方法，包括提出認證請求和返回認證結果兩個步驟。而共享密匙認證方法，透過 AP 及各 Client 端彼此共同擁有的共享密匙來進行認證，欲加入此區域網路，須有密匙方能通過認證。加密方面，利用 WEP (Wired Equivalent Privacy) 的方式進行安全防範，其用意在於為無線網路提供與有線網路相等的安全保護。當 AP 設定使用 WEP 加密後，便可將不知道密碼的用戶排除在無線區域網路之外。

雖然 802.11 標準中已定義了安全的機制，但仍有許多問題存在。認證方面，開放系統認證對安全考量幾乎毫無幫助，共享密匙認證若遇到周遭有人竊聽，密匙將輕易地曝光，因此共享密匙認證仍須靠 WEP 加密輔助其安全性。802.11 提出 WEP 的安全機制，試圖提供無線區域網路和原本傳統有線網路擁有同樣的安全等級，但 WEP 使用 RC4 加密演算法，這種演算

法使用同一組密匙 (Key) 來打亂及重新組合信號封包。

面對無線區域網路安全的質疑，802.11i 草案中整合認證和加密方面的規格。在認證功能方面，工作組織採用 802.1x 之標準，此標準之認證管理系統已被整合到 Windows XP 及其他各種通訊網路設備中。當 Client 端與 AP 連線之後，必須先經過 802.1x 的認證核可後，才能使用 AP 的服務。由於 802.1x 規格有提供密匙管理的機制，所以能夠讓使用者每次登入網路都使用不同的加密密匙，避免遭駭客破解密碼而入侵。而且 802.1x 也支援如 Kerberos 及 RADIUS (撥接使用者遠端認證服務，Remote Authentication Dial-In User Service) 這一類集中式的認證、辨識及帳號管理架構，微軟、思科、3Com 及 Enterasys 等主要廠商皆支持 802.1x 這項標準。

加密功能方面，主要工作在制定 WEP 的擴展方案中，提出兩個方案，其中一個為使用 WEP 加強後的 WEP2，由於建立在目前既有的 WEP 基礎架構上，因此在實作方面較容易執行，但 RC4 易破解的弱點仍舊存在，針對這個問題，思科提出一個方案，藉著頻繁改變加密密匙來降低駭客之攻擊。另一個方案為 OCB-AES 128，這個方案使用進階加密標準 AES (Advanced Encryption Standard) 在分支編碼本 OCB (Offset Codebook) 的模式下進行加密，同時提供 128 位元 AES 信息加密及信息認證之密匙，不僅達到傳輸資料保密的功能也完成認證保密的工作。OCB 模式運算速度快、硬體的要求不高、專利使用費低，因此 IEEE 在 2001 年時確定採用此模式加密。目前，OCB-AES 128 是 IEEE 802.11i 中唯一選定的方法，但無線區域網路製造商大都傾向採用 WEP2，對於 AES 這個方案支持度不高。

2002 年 11 月 Wi-Fi 宣佈推出無線保護接取 (Wi-Fi Protected Access, WPA) 的新標準，希望取代現有的 WEP 機制，而 WPA 為 IEEE 802.11i 正式底定前的主流協定，目前 Intersil、Agere 等許多無線區域網路晶片供應商都已宣佈其相關產品可支援 WPA 的標準，2003 年第二季 Cisco 也推出符合 WPA 標準之 AP。WPA 使用 TKIP (Temporal Key Integrity Protocol) 的加密技術，希望藉由資料密匙的變換，避免長時間地使用同一個密匙造成密匙被竊取，並配合 802.1x 的使用者授權與加密架構，提供企業用戶更強的安全保障。為保障無線區域網路使用者傳輸資料之安全性，從 WEP 到 802.1x 認證，至目前的 WPA，就是希望能給使用者更安全的機制，802.11i 標準包括以上已完成機制之規範，未來整合高安全性之 AES 加密機制便大

功告成，未來廠商推出之 WLAN 產品，不管是 802.11a、802.11b 還是 802.11g 都需滿足 802.11i 之規範，如此無線區域網路之安全性才算是完整。IEEE 802.11i 之規範預計 2004 年第二季定案。

第六節 WLAN 與 3G 之整合

從技術面來分析，WLAN 與 3G(UMTS)扮演著各自的角色，3G 的天線涵蓋面遠大於 WLAN，3G 為採用 CDMA 的技術，在都會區仍可達數公里以上，在建築物內的無線涵蓋條件則以 WLAN 可提供較佳之方式；也就是 WLAN 適用於熱點，室內與低移動特性；3G 適用於廣域，室外與高移動特性。又如 WLAN 建設在都會區熱鬧地點，吸收該處的訊務，可減低 3G 通信的負荷。

WLAN 當初制定通信協定時，部分觀念衍生自乙太網路，講究的是資源共享，後來雖有 WEP 加密方式，安全性仍受到質疑。況且不論是 802.11b 或以高速為訴求的 802.11a 或 802.11g，受到標準制定時以家庭或企業內部應用為主，故與電信產業相關的漫遊、認證、授權、計費等機制，均付之闕如。

眾所周知，安全性不足是 WLAN 最為人所詬病的問題。而安全性又可分成認證(Authentication)、授權(Authorization)、及計費(Accounting)三個部分，即所謂的 3A。WLAN 在認證方面的問題，指的是企業網路運用 WLAN 時，無論是否同時採用 VPN 的機制，公司的資料都很容易遭駭客入侵及竊取。在授權議題方面，當使用 WLAN 進行線上交易時，系統較難辨識上網者的身份，因 WLAN 採用的是帳號及密碼的授權方式，若進行交易的帳號被盜用，系統管理者是無法辨識的。以上都是 WLAN 無法有效辨識使用者身份所造成安全性不足的問題。

而 GPRS/3G 系統採用的 SIM(USIM)卡，因使用 IMSI 含有 Ki 的加密功能，在空中使用時並不容易被複製，所以 SIM 卡提供的安全機制是可被接受的。此外，SIM 卡的資訊還需進一步與業者的系統管理端作進一步的認證，可提供雙重保障。所以 GPRS/3G 所提供的認證機制是較有保障的。

要讓 3G 與 WLAN 網路能夠順利無縫切換，必須應用到無縫隙切換的關鍵技術，這部分的標準在 3GPP Release 6 制定。就 UMTS 與 WLAN 的結合來看，有三種方式，Loose coupling，WLAN 的涵蓋區扮演 UMTS visited network 的角色；Tight coupling，WLAN 的涵蓋區扮演 UMTS SGSN 的角色；Peer

network, UMTS 與 WLAN 兩者扮演獨立 IP 網路的角色。若再進一步結合 Mobile IP 的架構，便可以做到移動及高速連線。

WLAN 與行動通信系統整合應用，2001 年 3GPP SA TSG 曾經進行可行性研究，並確認 interworking scenarios，於 2002 年 6 月完成 TR 22.934 標準，內含 architecture study、WLAN network reference model、Reference points、Authentication architecture 等。

SIM Based 方案係利用 GSM 系統的認證機制，來達到用戶識別之目的。其在 WLAN 用戶終端設備部分須具備 SIM 讀卡器，用以裝置 GSM SIM。在 WLAN 的涵蓋範圍內，SIM 藉由 WLAN 與 GSM/GPRS 系統之 HLR 對用戶做身分認證，認證完成後，用戶方得傳送資料。若 WLAN 用戶終端設備為 WLAN+GPRS 之雙模卡，則在無 WLAN 涵蓋之範圍內，該用戶仍可用 GPRS 進行身分認證及傳送資料。該二系統雖可以互相漫遊，但是不同系統間的交遞，目前仍在研究中，意即用戶在移動中跨系統時，該資料傳送會中斷。

Non-SIM based USSD(Unstructured Supplementary Service Data) 一次密碼認證方式是使用訊號通道來做為短訊息或指令之快速傳送服務，可提供用戶使用簡易撥碼方式，讓手機與網路應用元件以簡訊互動式交談。因此用戶在 AP 所涵蓋的範圍內，服務開道器會先送一網頁至用戶上網終端設備，用戶由手機撥 USSD 碼(如*123*456#)至一次密碼(One Time Password, OTP)產生伺服器，該伺服器會以簡訊方式立即傳送一組密碼至手機，用戶在將該密碼及手機門號鍵入網頁，如此接續控制器便可完成認證程序，並且監控該用戶使用情形及產生相關之帳務資料。

固定密碼認證方式是利用預先建置之用戶資料，用戶可直間鍵入用戶名稱及密碼，倘用戶所鍵入之用戶名稱及密碼為正確，則系統可允許用戶連接上網並產生相關之帳務資料。

第七節 結論與建議

- 一、目前一般用戶應用之頻寬為數百 kb/s 或數 Mb/s 以上，未來各用戶端之頻寬需求將會普遍性達 10Mb/s 以上。光通信/SDH 傳輸網路已可達 10Gb/s 或 40Gb/s，ADSL 系列之技術也將由數 Mb/s 之頻寬而發展至 10Mb/s 或提高至 22Mb/s。WLAN 之頻寬可達 11Mb/s 或 22Mb/s 以上，所以在用戶端發展應用 WLAN 為必然之趨勢。
- 二、依據國外如 IDC、IN-Stat、德國 Marketagent、南韓 (MIC)、Ovum、Pyramid、Synergy 等研究統計報告，WLAN 未來將會急速的成長。本公司目前在應用 WLAN 802.11 系列裝置已達 2 萬路，尚在起飛階段，配合政府 2008 年 600 萬戶寬頻上網之政策，在住家或企業客戶 WLAN 將會快速成長。
- 三、發展應用 WLAN 可提昇本公司更多元化產品組合，也可提昇加值服務、創造企業客戶價值。網路寬頻化後將會帶來新的市場機會，帶動電子商務 e-commerce 的普遍應用。
- 四、筆記型電腦及 PDA 的普及，帶動任何時間、任何地點連線的需求。從應用之方便性，各住家或工商企業或都會區熱鬧地點 (Hot spots) 將會大量應用。
- 五、GPRS/3G 系統採用的 SIM 卡，因使用 IMSI 含有 KI 的加密功能，在空中使用時不容易被複製，所以 WLAN 使用 GPRS/3G 所提供的認證機制是有保障的。在計費機制方面 GSM 所提供的 SIM 卡付費機制也容易辨別用戶身份做認證，達到準確計費之功能。所以 WLAN 之認證與計費機制如能與 Mobile 整合，將是很好的選擇。
- 六、WLAN 之發展方面，目前商用化主要為 IEEE802.11 系列及近年將商業化的 802.16 系列。未來持續發展也將會有 802.20 等系列，其提供頻寬更大並會具有快速移動性使用之功能。網路架構將來也有可能都會區作為用戶迴路之替代性應用。技術性之發展應予密切留意。