

Wireless LANs(WLAN)



Chapter 5

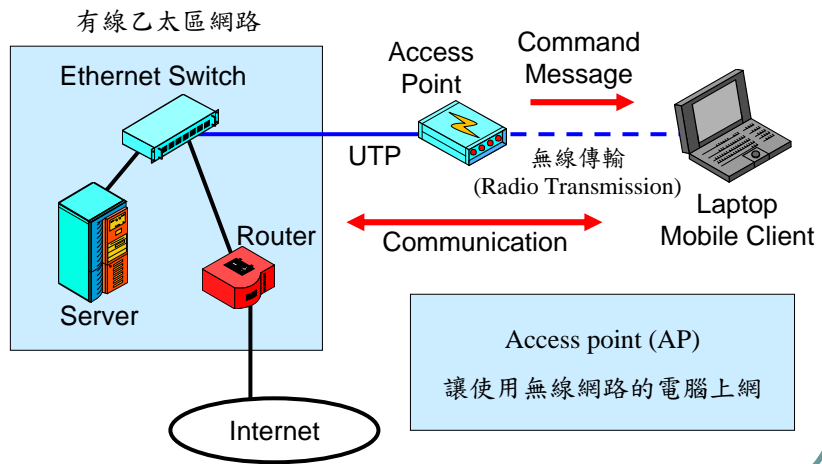
Panko's *Business Data Networks and Telecommunications*, 5th edition
Copyright 2005 Prentice-Hall



無線區域網路(Wireless LANs)

- 提供使用者特定範圍(如公司內)活動能力
- 技術層次較高
- 速度較有線Ethernet LAN慢
- 與有線Ethernet LAN共存,專門針對mobile users

無線區域網路Access Point (AP)



3

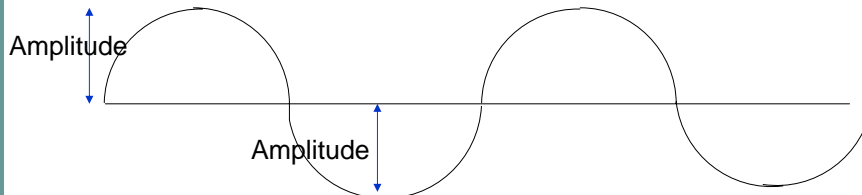
Figure 5-2: Access Point (Photo)



兩條天線可降低多路徑干擾

4

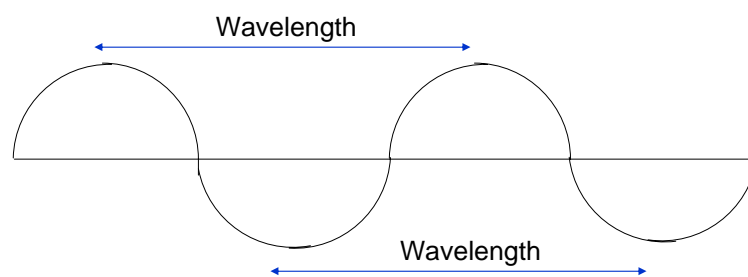
無線電波(Radio Wave)的特性



無線傳輸使用無線電波傳送資料
無線電波的振幅(Amplitude)代表波的強度

5

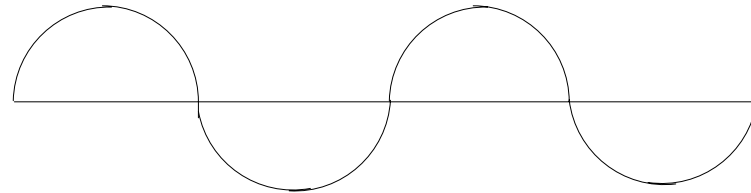
無線電波(Radio Wave)的特性



波長(Wavelength)代表無線電波一個周期(cycle)的長度

6

無線電波(Radio Wave)的特性



1 Second

Two cycles in 1 second, so frequency is two Hertz (Hz).

頻率(Frequency)代表無線電波每秒周期數

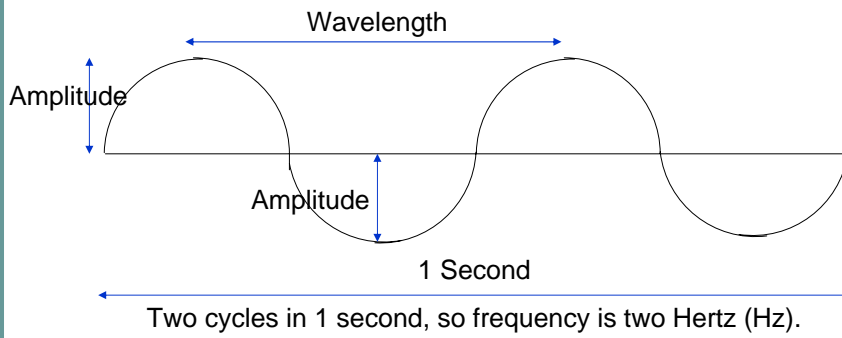
7

無線電波(Radio Wave)的特性

- 無線電波可用頻率描述
 - Hertz = 一秒一個周期(cycle)
 - 通常以1000為遞增單位
 - Kilohertz (kHz)
 - Megahertz (MHz)
 - Gigahertz (GHz)

8

無線電波(Radio Wave)的特性



$$C = f\lambda$$

f 表頻率, λ 表波長, $C \approx 3 \times 10^8$ meters

9

全向天線與碟型天線



碟型天線
Dish Antenna

集中在小部份範圍的信號輸入/輸出

必須指到接收端/發送端
適合針對固定對象(例:衛星天線)
傳送距離較遠



全向天線
Omnidirectional Antenna

訊號像球型一樣散佈
訊號較容易衰減(attenuation)

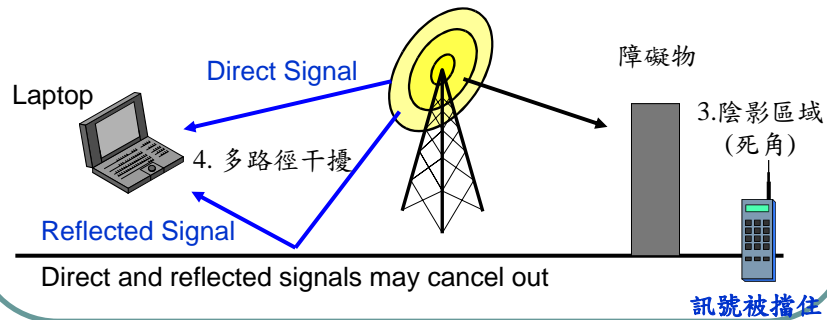
不需要指到接收端/發送端
適合會到處移動的設備(例:手機)

10

無線傳送問題



1. Attenuation: 訊號隨距離衰減
2. 電磁干擾(EMI),如其它電腦,微波爐



11

無線傳送問題

- 訊號衰減與距離平方成正比
 - 計算兩個距離的相對強度
 - 較長的距離除以較短的距離
 - 結果取平方就是兩個距離的相對強度
 - 範例
 - 100 mW (milliwatts) at 10 meters
 - At 20 meters, $100 / (20/10)^2 = 100 \text{ mW} / 4 = 25 \text{ mW}$
 - At 30 meters, $100 / (30/10)^2 = 100 \text{ mW} / 9 = 11 \text{ mW}$

12

無線傳送問題

- dBm將功率用log方式表示
 - $\text{dBm} = 10\log(P)$
 - $0\text{dBm} = 1\text{mW}$
 - $3\text{dBm} = 2\text{mW}$
 - $10\text{dBm} = 10\text{mW}$
 - $20\text{dBm} = 100\text{mW}$
 - $30\text{dBm} = 1000\text{mW}$
 - $-10\text{dBm} = 0.1\text{mW}$
 - $-20\text{dBm} = 0.01\text{mW}$

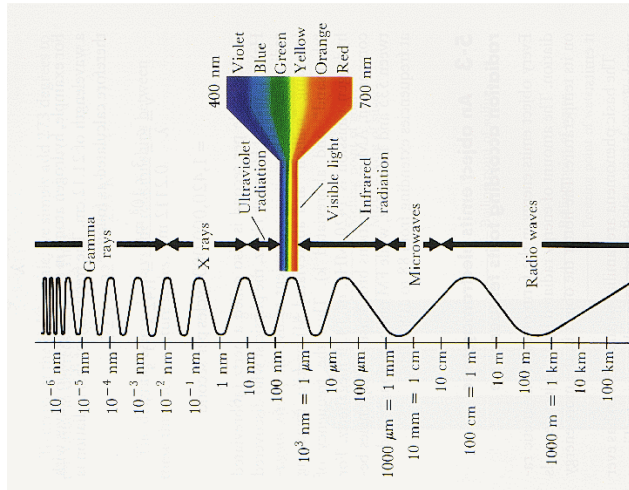
13

無線傳送問題

- 跟頻率有關的一些問題
 - 頻率愈高衰減速度愈快
 - 較容易被空氣中的水吸收
 - 高頻訊號較容易被障礙物擋住
 - 頻率較低時，訊號會繞過障礙物
 - 頻率較高時，訊號不會繞過障礙物，會留下陰影

14

頻譜(Frequency Spectrum)



Source:<http://praxis.pha.jhu.edu/pictures/emspec.gif>

15

頻譜(Frequency Spectrum)

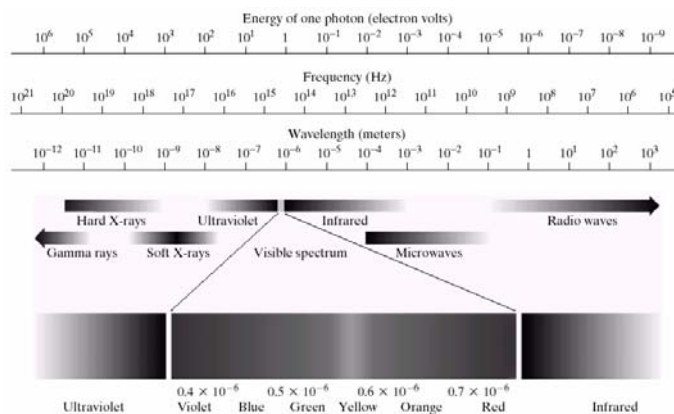
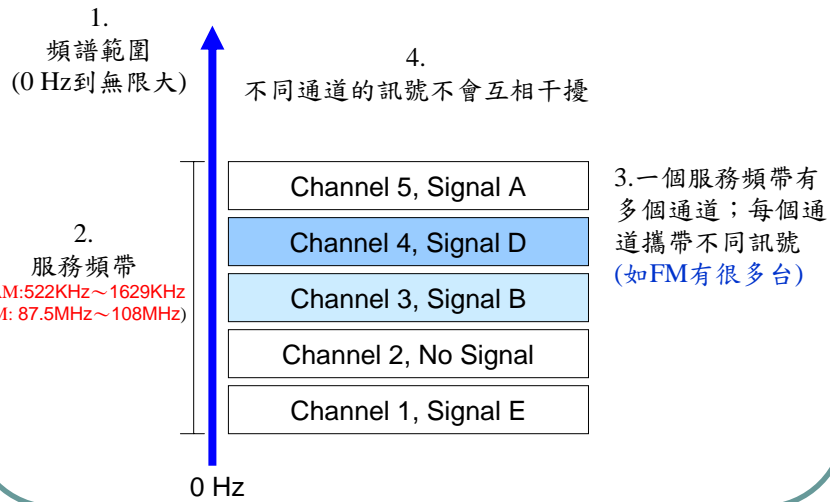


FIGURE 2.10 The electromagnetic spectrum. The visible spectrum is shown zoomed to facilitate explanation, but note that the visible spectrum is a rather narrow portion of the EM spectrum.

16

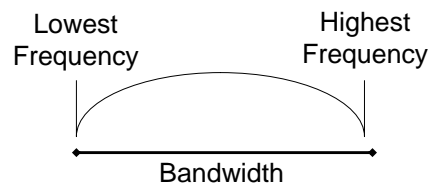
服務頻帶(Service Band)與通道(Channel)



17

通道頻寬與傳輸速度

- 訊號頻寬(Signal Bandwidth)
 - 大部份訊號涵蓋一個範圍的頻率
 - 通道中最高與最低頻率的範圍稱為訊號的頻寬 (bandwidth)

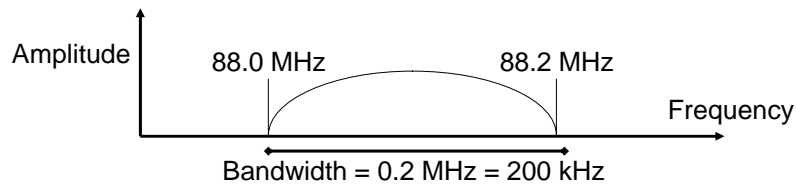


18

通道頻寬與傳輸速度

● 通道頻寬(Channel Bandwidth)

- 88.0 MHz到88.2 MHz的通道(FM radio)的頻寬為0.2 MHz (200 kHz)



- 較高速的訊號需要較寬的頻寬
- 需要多少頻寬?

19

通道頻寬與傳輸速度

● 夏農公式(Shannon Equation)

- $C = B \log_2(1 + S/N)$
 - C = 通道最大可能傳輸速度 (bps)
 - B = 頻寬 (Hz)
 - S/N = 訊號雜訊比(Signal-to-Noise Ratio)
 - 代表傳輸品質
- 頻寬與傳輸速度成正比
- 增加頻寬可增加傳輸速度
- 較快的速度需要較大的頻寬
- 增加S/N可提高傳輸速度，但不明顯



20

通道頻寬與傳輸速度

- 寬頻(Broadband)與窄頻(Narrowband)通道
 - 寬頻表示具有較寬的通道頻寬及較高的速度
 - 窄頻表示具有較窄的通道頻寬及較低的速度
 - 小於100 kbps稱為窄頻
 - 大於100 kbps稱為寬頻

21

通道頻寬與傳輸速度

- 通道頻寬與可用頻譜
 - 為什麼不要讓所有通道都是寬頻通道呢?
 - 可用頻譜有限
 - 如果每個通道加大則通道數變少或服務頻帶變寬
 - 服務頻帶的設計必須考量傳輸速度、通道頻寬、與服務頻帶大小

22

通道頻寬與傳輸速度

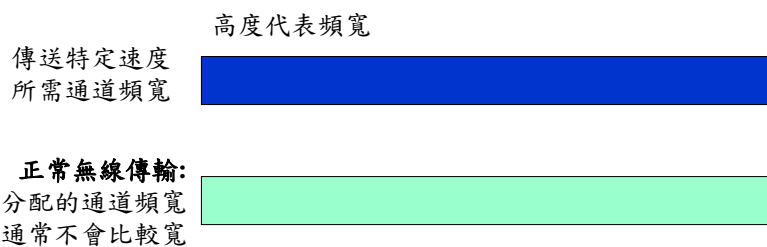
● 黃金區域(The Golden Zone)

- 大部份無線技術使用“golden zone”頻帶
- 範圍：High megahertz to low gigahertz
 - AM 522KHz~1629KHz
 - FM 87.5MHz~108MHz
 - VHF 174MHz~210MHz
 - UHF 583MHz~710MHz
 - 手機 900/1800/1900 MHz
- 頻率愈高愈多頻寬可用
- 低頻訊號傳送較好

23

正常無線傳輸(Normal Radio Transmission)與 展頻傳輸(Spread Spectrum Transmission)

為節省可用頻譜, 頻寬通常會依傳輸速度而設定



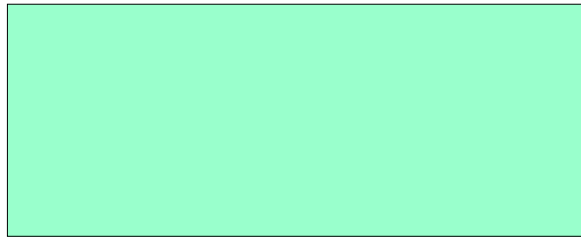
24

正常無線傳輸(Normal Radio Transmission)與 展頻傳輸(Spread Spectrum Transmission)

傳送特定速度
所需通道頻寬



展頻傳輸:
所分配的通道頻寬
比所需要的還寬



看起來展頻傳輸似乎浪費頻寬

25

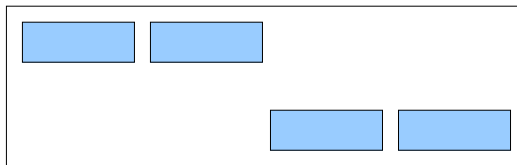
正常無線傳輸(Normal Radio Transmission)與 展頻傳輸(Spread Spectrum Transmission)

- 為什麼要使用展頻傳輸?
 - 抗干擾
 - 多路徑干擾與窄頻EMI
 - 安全性
 - 軍事用途

26

展頻傳輸方法

跳頻展頻 Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)



- 信號佔用正常頻寬,但可在一個較寬的通道中跳頻
- 某特定頻率有問題,可跳至其它頻率
- 針對低速(2Mbps以下)
 - 藍芽Bluetooth(722kbps)

27

展頻傳輸方法

直接序列展頻 Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)

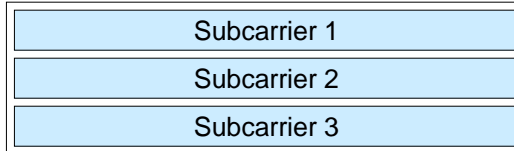
寬頻低強度訊號

- 訊號涵蓋整個通道
- 每個頻率所傳輸訊號的強度較弱
- 部份訊號可能被干擾,但大部份訊號可通過,訊號可被還原
- 針對速度15Mbps以下
 - 802.11b (11 Mbps)標準

28

展頻傳輸方法

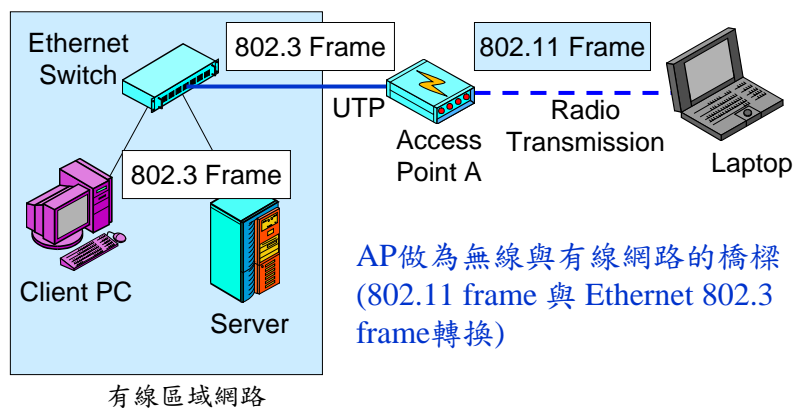
正交分頻多工
Orthogonal
Frequency Division
Multiplexing
(OFDM)



- OFDM 將一個通道分成多個 subcarriers
- 每個 subcarrier 傳送部份訊號
- 每個 subcarrier 傳送的訊號會有些重覆, 部份資料遺失, 資料仍能還原
- 針對高速 - 802.11a/g(54 Mbps)

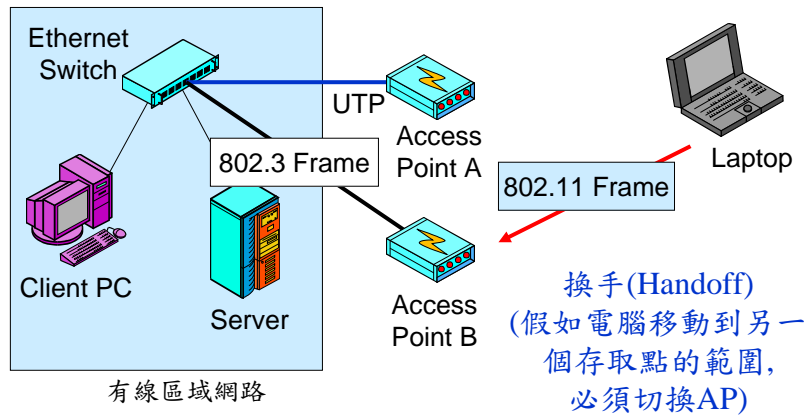
29

典型802.11無線網路運作原理與存取點(AP)



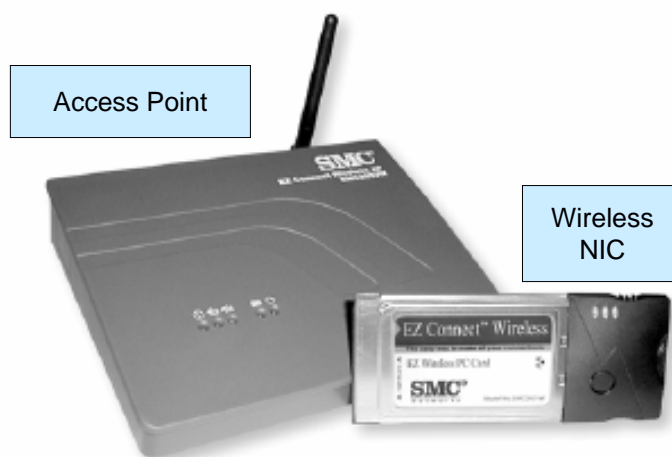
30

典型802.11無線網路運作原理與存取點(AP)



31

Figure 5-11: 802.11 Wireless Access Point and Wireless PC Card NIC.



Courtesy SMC Communications

32

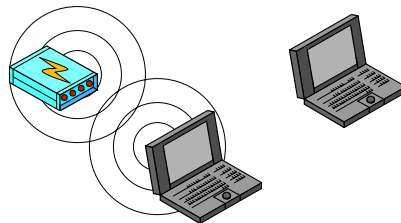
無線網路卡(Wireless NICs)

- PC Card NICs
 - 適合筆記型電腦與PDA.
- USB NICs
 - 外接式, 透過USB port接.

33

802.11傳輸控制

- 所有stations與AP共享同一個通道
- 假如有兩個裝置同時要傳資料 (stations or APs), 訊號會發生衝突



34

802.11傳輸控制

- 同一時間只能有一個station或AP傳送資料
- 有兩種方法可用來控制網路存取權
 - CSMA/CA+ACK (mandatory)
 - RTS/CTS - optional
 - RTS: Request To Send
 - CTS: Clear To Send
 - 當 802.11b與802.11g stations使用同一個 802.11g AP時使用

35

CSMA/CA+ACK

- CSMA/CD不能用
 - Station不一定偵測的到collision
 - Station可以跟AP通,不一定能跟其它Station通
- CSMA/CA
 - CA:Collision Avoidance
 - 碰撞避免
 - Figure 5-12

36

CSMA/CA+ACK

- CSMA/CA
 - 聽看看有沒有資料在送
 - 偵測工作頻帶中的電磁波能量
 - 如果有資料在送, 等待
 - 假如沒有資料在送
 - 如果沒有資料的時間超過設定時間
 - 立刻傳送
 - 如果沒有資料的時間沒有超過設定時間
 - 等待一段隨機時間後如果沒有資料才送

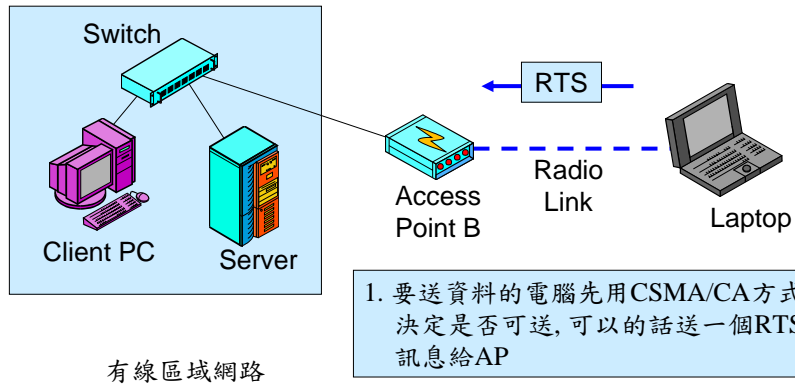
37

CSMA/CA+ACK

- ACK (Acknowledgement)
 - 接收端收到資料後立刻送回ACK
 - 送ACK不用等
 - ACK會發生在station偵測通道是否空閒期間, 所以不會影響到其它人
 - 傳送端如果沒有收到ACK則使用CSMA/CA重傳資料

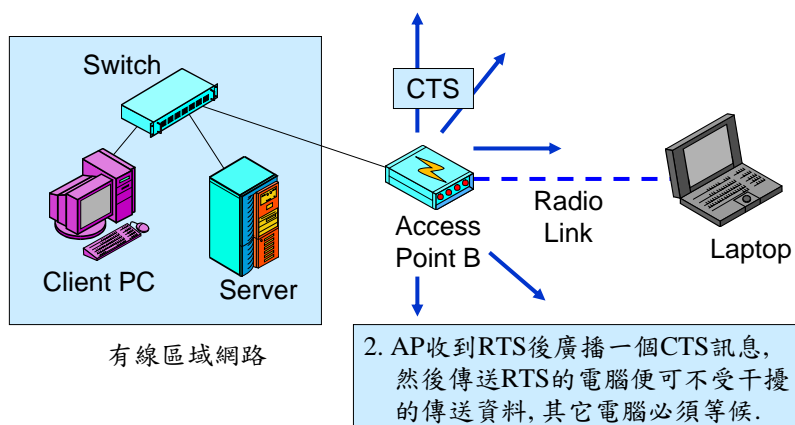
38

Request to Send/Clear to Send (RTS/CTS)



39

Figure 5-13: Request to Send/Clear to Send (RTS/CTS), Continued



40

802.11 Wireless LAN Standards (Table)

	802.11b	802.11a	802.11g	802.11g if 802.11g access point serves an 802.11b station
Unlicensed Band	2.4 GHz	5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz
Number of Non-Overlapping Channels	3	8 to 14 In future, 19 to 24	3	3

2.4 GHz non-overlapping channels are 1, 6, and 11

41

802.11 Wireless LAN Standards (Table)

	802.11b	802.11a	802.11g	802.11g if 802.11g access point serves an 802.11b station
Rated Speed	11 Mbps	54 Mbps	54 Mbps	Not Specified
Actual Throughput, 3 m	6 Mbps	25 Mbps	25 Mbps	12 Mbps
Actual Throughput, 30 m	6 Mbps	12 Mbps	20 Mbps	11 Mbps

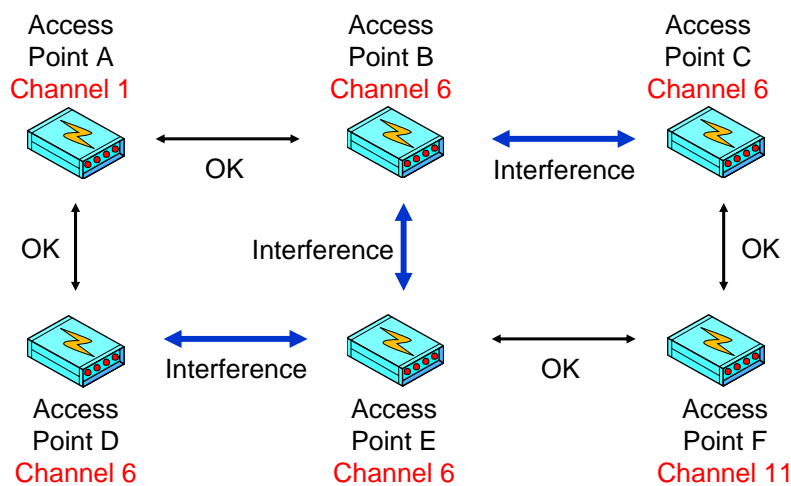
42

市場現況

- 802.11b:舊產品
- 802.11a:市場接受度低
- 802.11g:主導目前市場
 - Super G : 108 Mbps, 廠商自訂, 不是標準
- 802.11n:108Mbps(開發中)
 - 100 Mbps or more in the 5 GHz band
 - Fast enough for video
- 802.11e:Quality Of Services for 802.11 WLANs

43

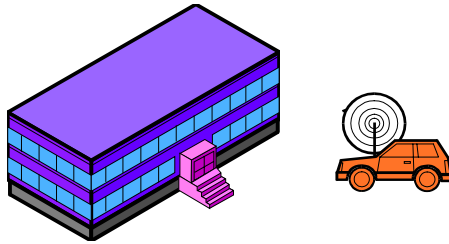
相鄰AP必須使用不同通道



44

802.11 安全性(Security)

- Automated Drive-By Hacking
 - Can read traffic from outside the corporate walls
 - Can also send malicious traffic into the network



45

802.11 安全性(Security)

- 通常預設值沒有開啟安全設定

No
Security



No
Security

46

802.11 安全性(Security)

● Wired Equivalent Privacy (WEP)

- 最早的安全傳輸方法 - 802.11 Working Group 開發
 - 對稱式的金鑰(Key)加密法
 - 使用RC4加密演算法
 - 分為64 bit與128 bit兩種
 - 所有電腦共用相同編碼 Key
 - Key很少改變-每台改麻煩



47

802.11 安全性(Security)

● Wired Equivalent Privacy (WEP)

- 共用靜態Key意味大量資料量使用相同Key編碼
- 大量資料量使用相同Key編碼,Key可在幾天內被破解
- Key被破解後, Hacker可不經Filter存取內部資料



48

802.11 安全性(Security)



- Wired Equivalent Privacy (WEP)
 - 有許多自動化破解過程的軟體可用
 - 開車到處尋找易被破解的AP
 - 收集資料破解Key

49

802.11 安全性(Security)

- Virtual Private Network (VPN)
 - VPNs可保護透過不受信任Internet傳輸的資料
 - VPNs也可用來保護WLAN的傳輸
 - 有效但不好用


50

802.11 安全性(Security)

- Wireless Protected Access (WPA)
 - Wi-Fi聯盟提出，用以改善WEP的缺點
 - WPA=EAP+TKIP
 - EAP(Extensible Authentication Protocol)：認證
 - 動態改變key:TKIP(Temporal Key Integrity Protocol)
 - MIC(Message Integrity Protocol)確保封包內容不被更改
 - 舊的WEP產品通常可升級到WPA

51

802.11 安全性(Security)

- 802.11i Security 
 - 標準2004年6月通過
 - 解決WEP通訊協定的漏洞
 - 安全性較WPA強
 - Temporal Key Integrity Protocol (TKIP)
 - 每個station取得不同的key
 - 這個key會常常改變

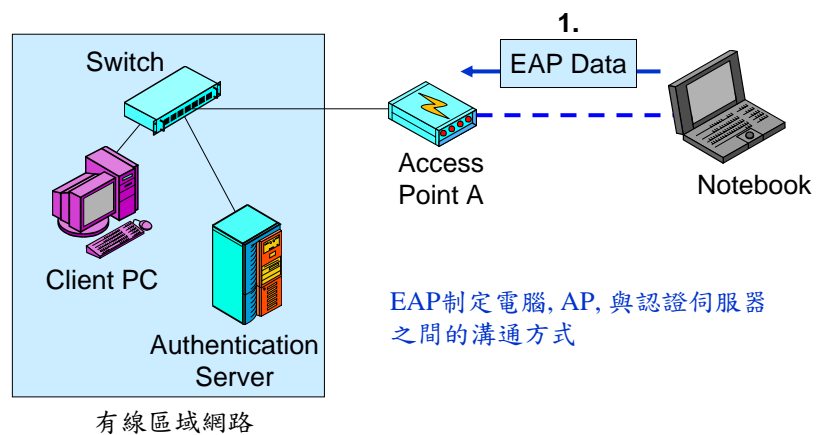
52

802.11 安全性(Security)

- 802.11i Security
 - Extensible Authentication Protocol (EAP)
 - 可擴充式認證協定
 - 使用者必須進行認證以及交互認證
 - 認證就是確認裝置身份
 - 跟認證伺服器(authentication server)認證
 - Figure 5-17

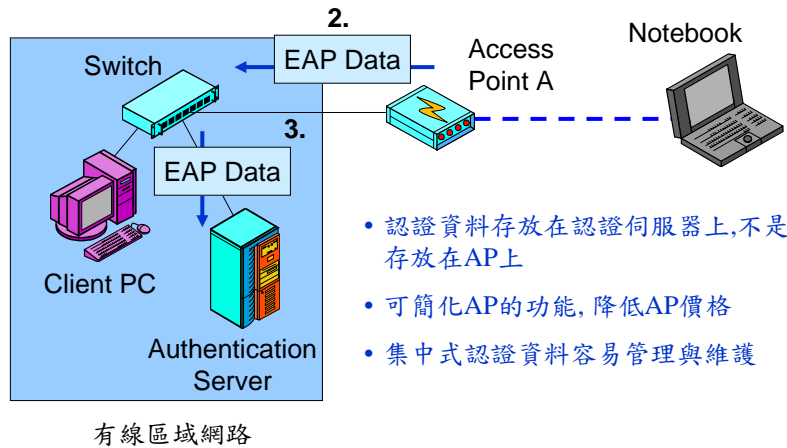
53

Extensible Authentication Protocol (EAP)



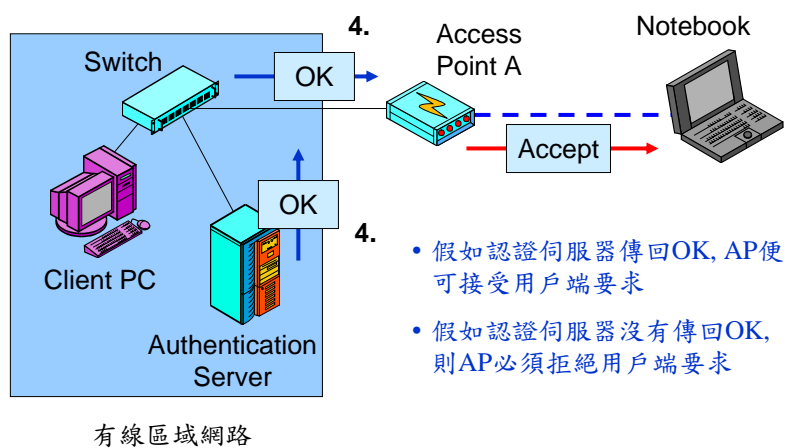
54

Extensible Authentication Protocol (EAP)



55

Extensible Authentication Protocol (EAP)



56

Extensible Authentication Protocol (EAP)

- 互相認證(Mutual Authentication)
 - 用戶端認證
 - 用戶跟AP認證
 - 可過濾假造的用戶
 - AP端認證
 - AP跟用戶認證
 - 可避免假AP騙取用戶資料

57

802.11 安全性(Security)

- EAP 認證方法
 - 制訂用戶端, AP, 與認證伺服器之間的認證溝通方式
 - 公司必須記擇一種認證方法
 - 有幾種方法可用, 分別提供不同認證強度
 - 主要方法: MD5, TTLS, PEAP
 - 企業用戶, SOHO, 個人家庭可選用不同認證方式

58

802.11 安全性(Security)

- 轉移至較強的安全性
 - 不久將有多種安全性可用：無安全性，WEP, 802.11i, WPA, 與其它安全通訊協定
 - 舊設備不支援802.11i將被淘汰
 - 802.11i也被稱為WPA2

59

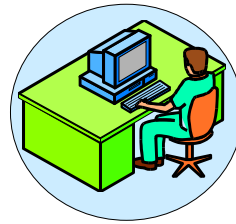
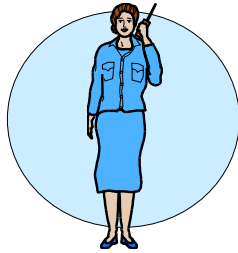
802.11 安全性(Security)

- Rogue Access Points(地下AP)
 - 個人或部門設立的沒有認證的AP
 - 通常安全性很差，留下後門供hacker入侵
 - 通常功率很強，吸收許多用戶使用這個安全性較低的AP

60

藍芽 (Bluetooth)

- 個人區域網路(personal area networks; PANs)無線標準
 - 取代有線連線
 - 針對個人攜帶的裝置
 - 針對桌上裝置



61

藍芽 (Bluetooth)

- 1994年Erisson公司提出
 - 使用無線電波連結各種裝置
 - 以丹麥維京國王Harald II之名命名

62

802.11 Versus Bluetooth

	802.11	Bluetooth
Focus	Local Area Network (LAN)	Personal Area Network (PAN)
Rated Speed (Actual Throughput Will Be Lower)	11 Mbps to 54 Mbps in both directions	722 kbps with back channel of 56 kbps. May increase.
Distance	30 to 100 meters	10 meters
Number of Devices	Limited in practice only by bandwidth and traffic	10 piconets (PANs), each with up to 8 devices

63

802.11 Versus Bluetooth

	802.11	Bluetooth
Scalability	Good because allows multiple access points	Poor
Cost	Higher	Lower
Battery Drain	Higher	Lower
Application Profiles	No	Yes

64

802.11 Versus Bluetooth, Continued

- **Bluetooth Application Profiles(應用模式)**
 - 提供設備之間標準的運作方式 (如printer與 PC)
 - 特別有用，802.11中沒有
 - 有些應用模式已被設計好
 - 大部份的藍芽裝置只實作一些相關應用模式

65

新的 WLAN Technologies

- **無線區網管理**
 - 大公司必須管理許多AP
 - 集中式管理可降低管理人力成本

66

新的 WLAN Technologies

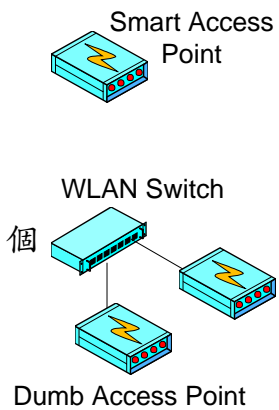
● 無線區網管理

● 智慧型AP或WLAN交換器

● Figure 5-20

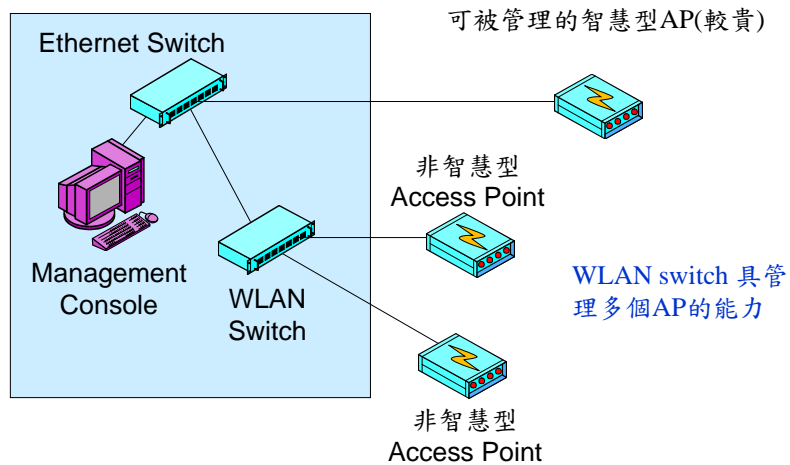
● 智慧型AP可被直接管理

● WLAN交換器可用來管理多個非智慧型AP



67

兩種AP管理方式



68

新的 WLAN Technologies

● 無線區網管理

- 功能
 - 錯誤通知
 - 持續的QoS監測
 - 訊號強度等
 - 支援遠端AP調整功能
 - 功率，使用的通道(channel)等.
 - 傳送更新軟體給所有AP
 - 以上功能僅可能自動化

69

新的 WLAN Technologies

● 無線識別碼 Radio Frequency IDs (RFIDs)

- 晶片可用無線訊號送出資料
- 像產品的條碼，但可在一段距離內讀取
- 降低盤點成本
- 搭配智慧型貨物架“smart shelves”可做固定盤點
- 傳回即時資料

70

新的 WLAN Technologies

- **超寬頻Ultrawideband (UWB)**

- 原為軍事用途
- 2002年2月開放商業用途
- IEEE 成立 802.15.3a 工作小組制定 UWB 標準

71

新的 WLAN Technologies

- **超寬頻Ultrawideband (UWB)**

- 一般展頻頻寬大約幾個MHz
- 超寬頻 (UWB)使用通道大約幾個GHz寬
- 短距離無線傳輸
 - 10公尺距離以內速度可達480 Mbps
- 家庭內無線電視傳輸
- 機房內無線傳輸

72

新的 WLAN Technologies

● 第四代 (4G) Stations

- Stations可支援多種無線傳輸方法
 - 802.11a, b, and g
 - Bluetooth
 - 3G cellular
 - Etc.
- 看情況選擇最適合的方法
 - 例如：有WLAN可用時，使用802.11g
 - 沒有其它網路可用時，使用3G cellular

73

Topics Covered

- 有線LAN與WLAN各有所長
- 無線電波的特性
- 頻譜，服務頻帶，通道，頻寬
- 傳輸速度與頻寬的關係
- 使用展頻技術可降低傳輸問題
- Access points是WLAN與有線LAN的橋樑

74

Topics Covered

- CSMA/CA+ACK
- CTS/RTS
- 802.11 WLAN 標準
- 多個範圍重疊的Access Point必須使用不同通道(Channel)
- 安全性(Security)
 - WEP容易被破解

75

Topics Covered

- 改善的安全性
 - WPA
 - 802.11i
 - EAP：用戶與AP之間互相認證
 - TKIP：每個station有不同的key，且key時常改變
- Bluetooth for personal area networks

76

Topics Covered

- 新的無線技術
 - WLAN管理技術
 - RFIDs
 - 無線識別
 - UWB
 - 超寬頻
 - 4G clients
 - 看情況切換可用的無線傳輸方法