

## CHAPTER 07



# 無線網路技術

- ▶ 7-1 無線網路簡介
- ▶ 7-2 紅外線
- ▶ 7-3 雷射
- ▶ 7-4 無線電波
- ▶ 7-5 展頻技術
- ▶ 7-6 802.11的網路架構
- ▶ 7-7 802.11 b/g/a
- ▶ 7-8 802.11n/802.11ac/802.11ad
- ▶ 7-9 藍牙(Bluetooth)技術
- ▶ 7-10 ZigBee技術
- ▶ 7-11行動通訊系統
- ▶ 7-12 WiMAX與4G和5G
- ▶ 7-13 RFID
- ▶ 7-14 近場通訊(NFC)

## 7-1 無線網路簡介

- ▶ 無線網路與有線網路最大不同點，在於傳輸資料的媒介不同——前者使用的是無線電波；後者則使用實體線路。
- ▶ 利用無線電波來傳送資料，省掉很多所必須的硬體架設及佈線的施工，機動性也比有線網路要方便許多。
  - ▶ 換言之，無線網路係用戶端設備(Customer Premise Equipment ; CPE)以無線傳輸方式來達成兩方的通訊。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-1 無線網路簡介

- ▶ 無線網路通訊技術包括無線個人網路(WPAN)、無線區域網路(WLAN)、無線都會網路(WMAN)以及隨時隨地都可以連結使用的行動網路。
- ▶ 應用在無線網路上的無線資料傳輸技術，可以分為下列兩大類：
  - ▶ 光傳輸：紅外線(Infra-Red)與雷射(Laser)。
  - ▶ 無線電波傳輸：窄頻微波技術(narrowband microwave)、展頻技術(spread spectrum)、無線區域網路、藍牙技術、HomeRF及HiperLAN等技術。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-2 紅外線-直接式連接

### ► 紅外線共有3種傳輸模式：

1. 直接式連接：紅外線由於指向特性關係，應用上只能做點對點間的傳輸，因此，應用在兩個通訊埠(中間不能有障礙物)直接建立連線，如圖7-1所示，可惜傳輸距離很短(1.5公尺之內)。



●圖7-1 直接式紅外線傳輸

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-2 紅外線-散射式連接

2. 散射式連接：此連接的紅外線裝置佈放在同一個封閉的空間內，不需要通訊埠面對面就可建立連線，但很容易受到空間內干擾源的影響。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-2 紅外線-散射式連接

3. 全向性連接：具有直接式和散射式連接之特性，以圖7-2來說，各電腦的紅外線通訊埠均指向一個散射式的紅外線基地台，彼此之間都建立連線。



●圖 7-2 全向性連接

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

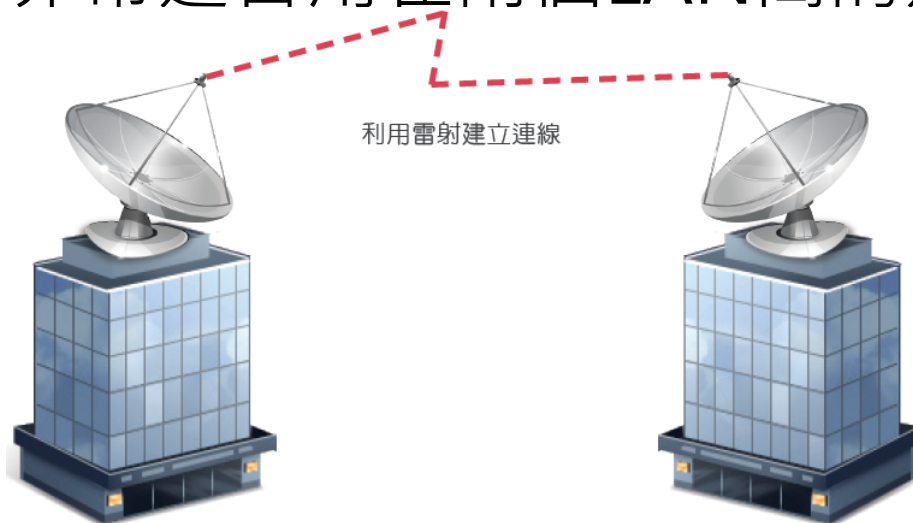
7-13

7-14

習題

## 7-3 雷射

- ▶ 雷射無線網路的连接模式不像紅外線有3種傳輸模式，它只有直接式連接一種。雷射是將光集合起來(不會產生散射現象)成為一道光束並射向遠端，非常適合用在兩個LAN間的連結。



●圖7-3 雷射直接式連接

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-4 無線電波

- ▶ 無線電波是波長為15公分至2公里的電磁波，穿透力很強，而且是全方向性傳輸，很適合用於長距離的點對點通訊。
- ▶ 微波(頻帶範圍約介於3~30 GHz之間)也屬無線電波的一種，它很容易遭受大雷雨或相鄰頻道的串音(crosstalk)干擾，為避免串音干擾，微波裝置通常以很窄的頻寬來傳輸訊號。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題



## 7-4 無線電波

- ▶ 一般無線通訊用的訊號特性，大都具較窄的頻率範圍及較高功率的電波，前者容易洩密，後者容易受干擾，於是展頻技術被發展出來。。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-5 展頻技術

▶ IEEE 802.11於1997年正式發表實體層，規範了3種傳輸技術：

- ▶ 直接序列展頻 (Direct Sequence Spread Spectrum ; DSSS)
- ▶ 跳頻式展頻 (Frequency Hopping Spread Spectrum ; FHSS)
- ▶ 紅外線

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-5 展頻技術-DSSS

- ▶ DSSS將數位化的訊息訊號，透過假隨機序列(簡稱為PN碼)的調變，將訊息訊號的頻率展開，再經中頻及射頻調變後把訊號發射出去。
- ▶ DSSS主要提供較寬頻率範圍及功率較小的無線電波，如圖7-4所示，電波的頻率範圍變寬，功率波形也由窄高變成寬扁。
  - ▶ 由於DSSS展頻後的功率訊號比雜訊訊號還低，會被一般的接收器視為雜訊，因此增加了抗干擾能力和增強隱密性。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

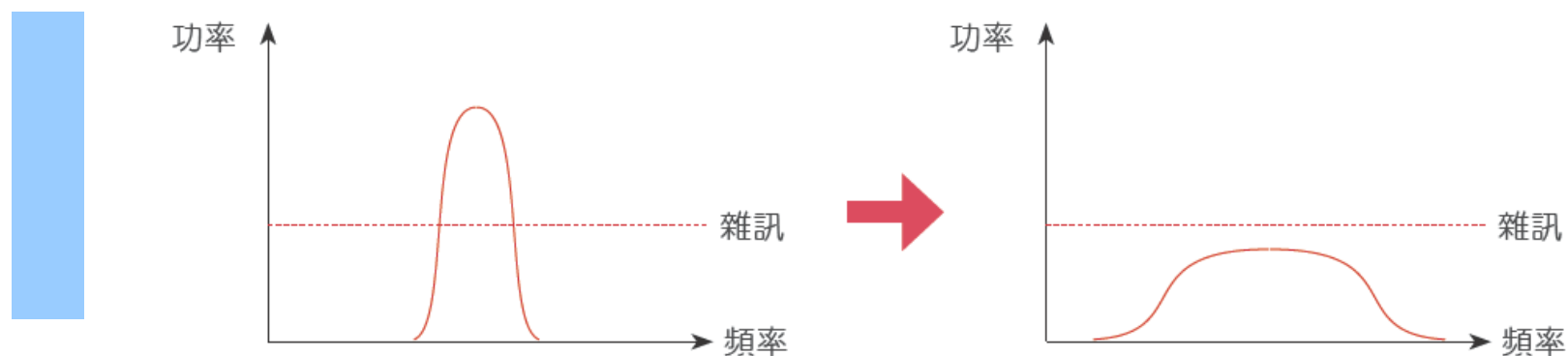
7-12

7-13

7-14

習題

## 7-5 展頻技術-DSSS



●圖7-4 DSSS展頻的訊號特性



●圖7-5 DSSS概念圖

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

# 7-5 展頻技術-DSSS

表7-1 DSSS各國直接序列展頻實際使用的頻道

Frequency	美國	加拿大	歐洲	西班牙	法國	台灣	日本
1 (2412MHz)	○	○	○	×	×	○	×
2 (2417MHz)	○	○	○	×	×	○	×
3 (2422MHz)	○	○	○	×	×	○	×
4 (2427MHz)	○	○	○	×	×	○	×
5 (2432MHz)	○	○	○	×	×	○	×
6 (2437MHz)	○	○	○	×	×	○	×
7 (2442MHz)	○	○	○	×	×	○	×
8 (2447MHz)	○	○	○	×	×	○	×
9 (2452MHz)	○	○	○	×	×	○	×
10 (2457MHz)	○	○	○	○	○	○	×
11 (2462MHz)	○	○	○	○	○	○	×
12 (2467MHz)	×	×	○	×	○	×	×
13 (2472MHz)	×	×	○	×	○	×	×
14 (2484MHz)	×	×	×	×	×	×	○

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-5 展頻技術-FHSS

- ▶ FHSS的PN碼輸出會隨著時脈的變化而有所不同，即一個時脈間隔內會產生一組PN碼，每一組PN碼皆被用來觸發產生一個不同頻率的正弦或餘弦波，並與數位化的訊息調變後，再把訊號發射出去。
  - ▶ 在接收端中的PN碼與發送端的PN碼內容必須相同，並經同步程序才能將訊號解調出來。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-5 展頻技術-FHSS

- 注意：FHSS會先將所要傳送的資料分成許多區塊，連續的頻道被切割成為多個小頻道，這些資料區塊將隨機放到這些頻道，並依序地傳送出去。



●圖7-6 FHSS概念圖

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

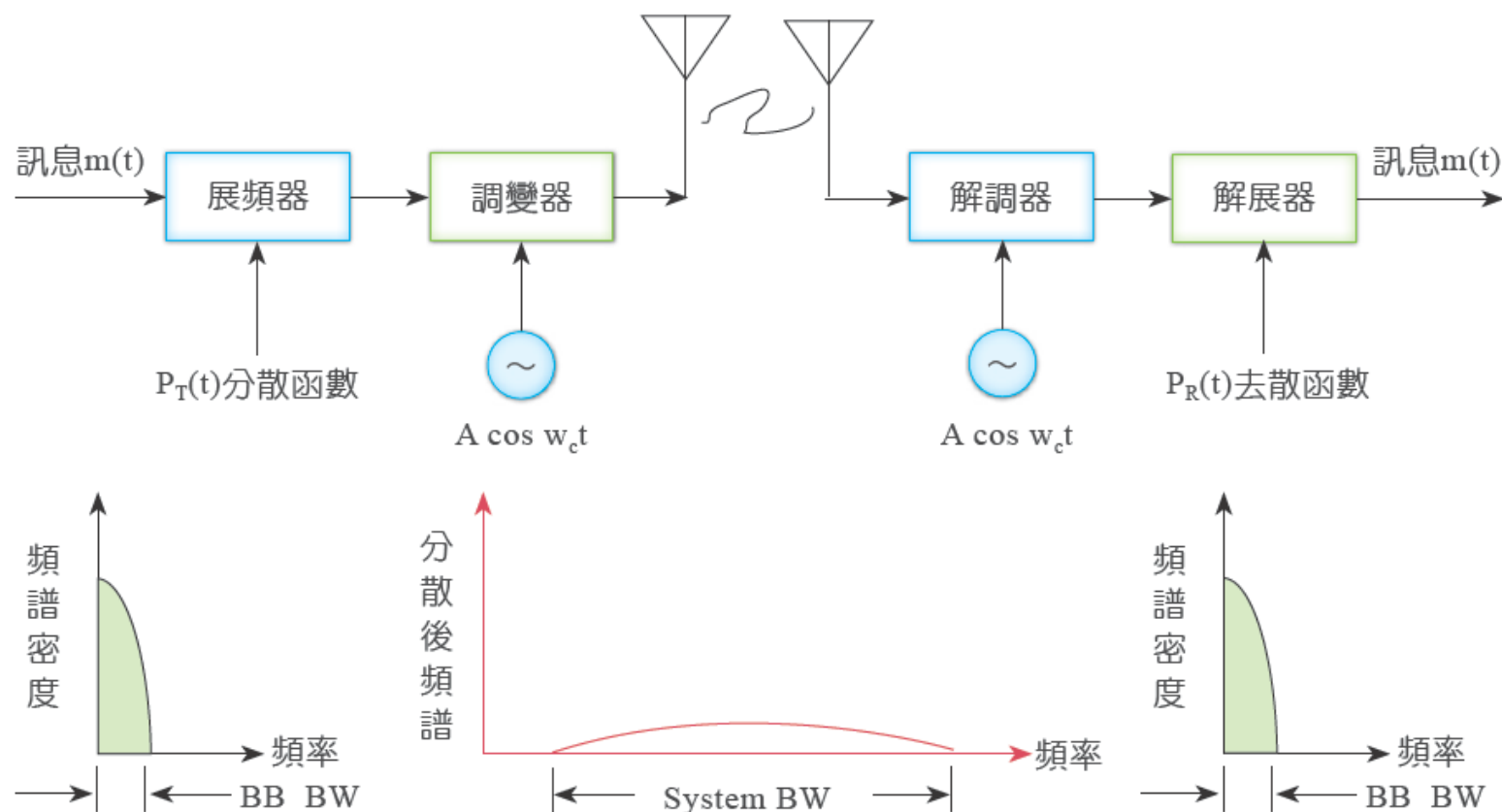
7-12

7-13

7-14

習題

## 7-5 展頻技術-FHSS



●圖7-7 展頻通訊系統技術方塊圖(資料來源：TTI)

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題



## 7-5-1 展頻傳輸技術的典型應用

- ▶ 展頻傳輸技術在速率方面吸引力仍然不足，因此，IEEE於1999年制定了較高傳輸速率的IEEE 802.11b及IEEE 802.11a。
- ▶ IEEE 802.11b傳輸速率可同時支援1Mbps、2Mbps、5.5Mbps及11Mbps，發射功率應小於100mW，有的設備可加掛高增益天線。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-5-1 展頻傳輸技術的典型應用

- ▶ IEEE 802.11a使用了正交劃頻多工技術 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing ; OFDM) ;
  - ▶ OFDM可將一個頻道切割成許多個子頻道，訊號從這些子頻道同時傳送出去，由於訊號互為正交，不會有干擾的問題產生，傳輸速率可提升至54Mbps，使用的載波頻段是5GHz。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-5-1 展頻傳輸技術的典型應用

- ▶ IEEE 802.11b可視為802.11標準的擴展版，仍沿用DSSS及2.4MHz頻段，但捨棄了FHSS展頻技術，主要原因是FCC規定使用跳頻式展頻，其每個使用波道頻寬不得超過1MHz，因而限制其傳輸速率，也因此才有較低速率的藍牙及HomeRF技術之發展。
- ▶ DSSS 典型應用如 802.11b 無線區域網路(WLAN)；而FHSS典型應用如藍牙裝置。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-6 802.11的網路架構

- ▶ 802.11網路拓樸模式有2種：
  - ▶ Ad Hoc模式
  - ▶ Infrastructure模式

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-6 802.11的網路架構-Ad Hoc模式

- ▶ Ad-Hoc模式是以若干個無線裝置形成一個獨立的無線區域網路，如圖7-8所示。
  - ▶ 其特點包括不使用存取點(Access Point ; AP，或稱基地台)，及用戶間可直接點對點(peer to peer)通訊，但無法跨越不同的Internet網域。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-6 802.11的網路架構-Ad Hoc模式



●圖7-8 Ad-Hoc網路拓樸模式

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-6 802.11的網路架構-Infrastructure模式

- ▶ 利用Infrastructure模式，AP可搭配路由器，提供不同網域互連，透過AP還可以將無線網路與乙太網路連接起來，並做頻道管理、漫遊(roaming)等工作，如圖7-9所示。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-6 802.11的網路架構-Infrastructure模式

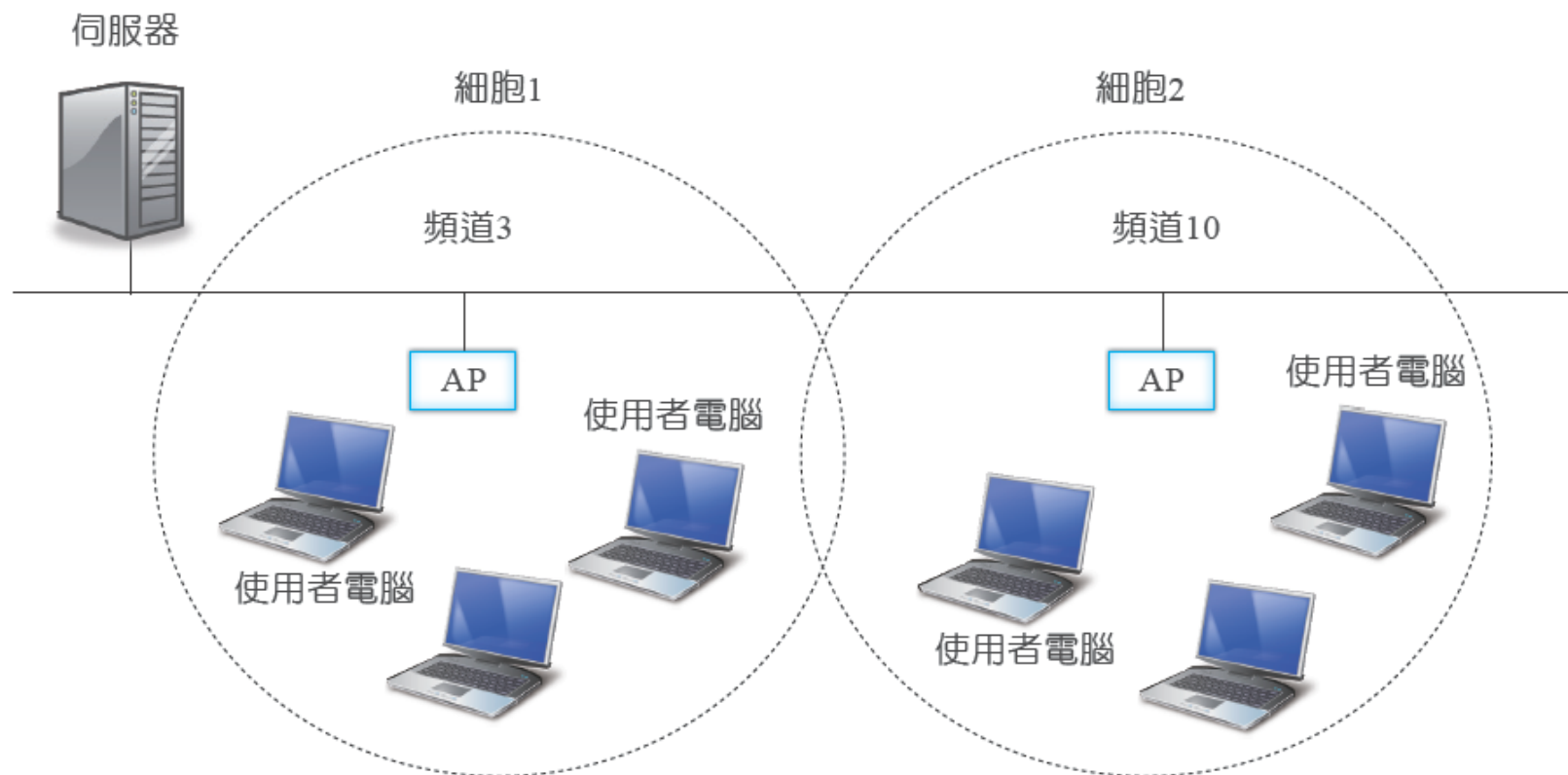


圖7-9 Infrastructure網路拓模模式

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題



## 7-7 802.11 b/g/a

- ▶ 802.11在1999年推出擴充版的802.11b規格，這也造就今天WLAN的發展。
- ▶ 相關廠商也共同組成WECA(Wireless Ethernet Compatability Alliance)聯盟採用OFDM技術，不同廠商的產品必須經SVNL(Silicon Valley Network Laboratory)實驗室做互通性測試，測試通過才確定產品的認證，此認證稱為Wi-Fi(Wireless Fidelity)，可參考[www.wi-fi.org](http://www.wi-fi.org)，典型標誌如圖7-10所示。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-7 802.11 b/g/a



●圖 7-10 Wi-Fi 典型標誌

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-7 802.11 b/g/a

- ▶ 802.11g可以想成是802.11b的加強版，因它也採用2.4GHz頻段，因此802.11g產品能相容於802.11b，但前者採用OFDM技術，傳輸速率可達54Mbps。
- ▶ 802.11a也採用OFDM技術，但採用5GHz頻段，提供6~54Mbps等8種傳輸速率。一般情況，802.11a設備都必須提供6、12、24這3種傳輸速率。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-7 802.11 b/g/a

- ▶ 由於802.11a設備與802.11b設備彼此不相容，且前者產品價格比802.11b高很多，較不受個人使用者的喜歡。顯然地，802.11g兼具802.11a的高傳輸速率及與802.11b相容之優點，所以802.11g已是WLAN的熱門之星。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-8 802.11n/802.11ac/802.11ad

- ▶ 802.11n已由IEEE批准修訂，並在2009年10月時發表。
- ▶ 它在802.11標準修訂之下增加一核心技術——多輸入多輸出天線 (MIMO; Multiple Input Multiple Output)來改善傳輸品質。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-8 802.11n/802.11ac/802.11ad

- IEEE 又在2013年時緊急推出以802.11n為基礎的802.11ac及802.11ad，如表7-2所示。

表7-2 802.11n/ac/ad比較表

	802.11n	802.11ac	802.11ad
Throughput	600Mbps	3.2Gbps	7Gbps以上
Coverage	Home, 70m	Home, 30m	Room, <5m
Freq. Band	2.4/5 GHz	5 GHz	2.4/5/60 GHz
Antennas	4 × 4 MIMO	8 × 8 MIMO	>10 × 10 MIMO
Applications	Data, Video	Video	Uncompressed Video

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-8 802.11n/802.11ac/802.11ad

- ▶ 802.11n是工作在單用戶MIMO，它是以一個單一的多天線發射機與單個多天線接收器進行通訊，以提高所有終端的通訊能力。而MU-MIMO允許多個用戶在多個發射機來發送單獨的訊號，並以多個接收器同時接收在同一頻帶分開的訊號。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-8 802.11n/802.11ac/802.11ad

- ▶ 802.11ad主要應用是在實現家庭無線高畫質影音訊號的傳輸，提供家庭多媒體應用更完備的高畫質影片解決方案。
- ▶ 802.11ad不再使用已經夠擠的2.4GHz和5GHz頻段，而是使用高頻載波的60GHz。由於60GHz在大多數國家有此段的頻率可供使用，所以802.11ad能夠在MIMO技術的支援下實現多訊源的同時傳輸。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題



## 7-8 802.11n/802.11ac/802.11ad

- ▶ 根據IEEE所公布的802.11ad，其理想傳輸速度最高可達7Gbps，無線傳輸速度直逼USB 3.0。另一方面，802.11ad還支援PCIe、通用序列匯流排、HDMI以及SATA等高速通道的無線連接介面，應用在資料高速傳輸與無壓縮高畫質的影音傳輸。
- ▶ 802.11ad能夠為現有的WiFi網路提供更高的傳輸速度，與802.11ac傳輸速度相比(傳輸速度已達1Gbps)，802.11ad可說是快很多

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-8 802.11n/802.11ac/802.11ad



中華電信帶您進入無線區域網路世界  
資訊隨身化 便利走天下



應用場所:

- 現有網路(LAN)延伸
- 佈線困難場所
- SOHO族/宿舍/家庭無線IP分享
- 教育單位/校園/教室/圖書館
- 辦公室/會議室/演講廳
- 展覽會場/慶祝會場
- 旅館/餐廳/咖啡廳/圖書中心
- 有線區域網路備援系統



圖7-11 結合ADSL與WLAN的應用(資料來源：中華電信)

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-9 藍牙(Bluetooth)技術

表7-3 藍牙的3個等級

等級	最大允許傳送功率	最大傳送距離
1	100mW	~ 100公尺
2	25mW	~ 25公尺
3	1mW	~10公尺

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-9 藍牙(Bluetooth)技術

- ▶ 藍牙技術是定義IEEE 802.15無線個人區域網路的主要架構。
- ▶ IEEE 802.15 TG1所制訂的個人區域網路標準正是由藍牙1.1版所發展而來的。
  - ▶ 當範圍達10公尺時，是透過1mW的傳送功率，並使用跳頻技術以避免干擾。
  - ▶ 如果接收設備偵測到傳送距離不超過10公尺，會自動調整適合此距離的傳送功率。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-9 藍牙(Bluetooth)技術

- ▶ 藍牙設備可以互相連結，形成微網路(piconet)，每一個微網路內最多可支援256個終端設備，其中有一個為主裝置(master)，另有7個從裝置(slave)，其他裝置則處於待機模式。微網路是藍牙網路的基本單元。
- ▶ 在一微網路內設定為主裝置者決定頻道與相位(timing offset，亦即何時傳輸)；而從裝置都會與主裝置同步跳頻。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-9 藍牙(Bluetooth)技術

- ▶ 從裝置只能與主裝置通訊，且只能在主裝置允許時通訊。藍牙裝置使用分時多工(TDMA)作傳輸
- ▶ 當主從式piconet使用TDMA方式交互傳輸。主裝置是使用偶數時槽(0、2、4、6)做傳輸，而從裝置是使用奇數時槽(1、3、5、7)做傳輸。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-9 藍牙(Bluetooth)技術

- ▶ 在微網內任何設備都可擔任主裝置或從裝置，如圖7-12所示以筆記型電腦做主裝置與從裝置之間的通訊
- ▶ 一般而言，最先提出連線要求者設定為主裝置設備。在一微網內主裝置設備最多可與七個活動的(active) 從裝置通訊，而從裝置之間不能互傳資料。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

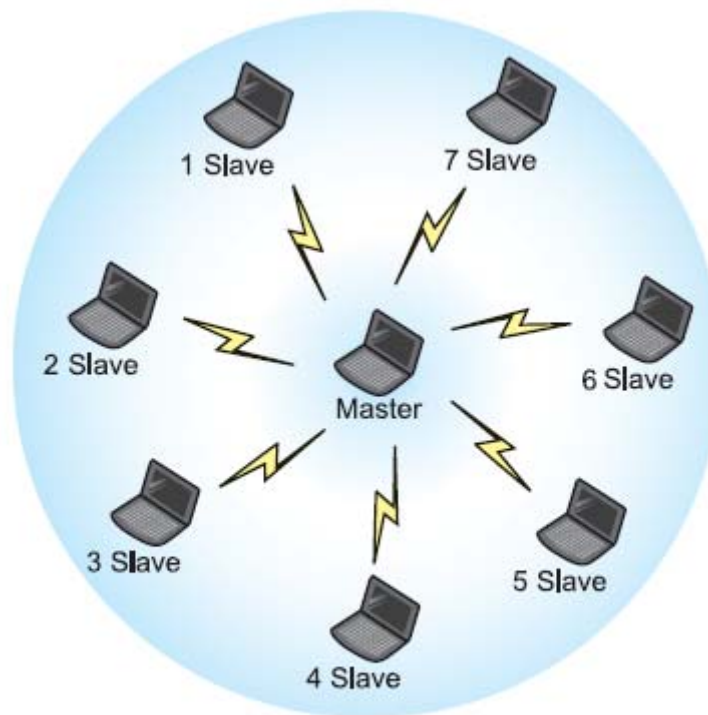
7-12

7-13

7-14

習題

## 7-9 藍牙(Bluetooth)技術



●圖7-12 一個微網路

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

**7-9**

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題



## 7-10 ZigBee 技術

- ▶ ZigBee 主要由 Honeywell 公司組成的 ZigBee Alliance 制定，從 1998 年開始發展，於 2001 年向電機電子工程師學會 (IEEE) 提案納入 IEEE 802.15.4 標準規範之中，自此 ZigBee 技術漸漸成為各業界共同通用的低速短距無線通訊技術之一。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-10 ZigBee 技術

- ▶ ZigBee(也稱紫蜂)是一種低速短距離傳輸的無線網路協定，底層是採用IEEE802.15.4標準規範的媒體存取層與實體層。
- ▶ ZigBee的最長傳輸距離100公尺，速率介於20 ~ 250 kbps之間，根據標準，一個ZigBee網路內最高可以有65535個節點

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-10 ZigBee 技術

- ▶ 其特點在於低速、低耗電、低成本、支援大量網路節點、支援多種網路拓撲、低複雜度、快速、可靠、安全。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-10-1 ZigBee協定概述

- ▶ ZigBee 協定又稱 IEEE802.15.4 協定，它是 IEEE802.15.4工作群組為低速率無線個人區域網 (WPAN:Wireless Personal Area Network)制定的標準
- ▶ 該工作群組成立於2002年12月，致力於定義一種廉價的，固定、便攜或行動裝置使用的，低複雜度、低成本、低功耗、低速率的無線連線技術，並於2003年12月通過了第一個802.15.4標準。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-10-1 ZigBee協定概述

- ▶ ZigBee 技術主要使用於無線感測網路(WSN，Wireless Sensor Network)，隨著無線感測器網路技術的發展，無線感測器網路的標準也得到了快速的發展。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-10-1 ZigBee協定概述

- ▶ 由於感測器電力來源通常來自電池，每次傳輸的資料量不會很多，所以低速、低耗電的ZigBee非常適合使用在WPAN中通過射頻方式在裝置間進行互連的方式與協定
- ▶ 該標準使用使用類似於IEEE 802.11之CSMA/CA之碰撞避免機制作為媒體存取機制，同時支援星型與對等型拓撲結構。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-10-1 ZigBee協定概述

- ▶ 無線感測網路還可以延伸出『物聯網』(IoT, Internet of Things)的相關概念，IoT就是『物體與物體相聯的網際網路』，只要規則制定完整，然後交給物體與物體之間的溝通完成、經過運算後，再將結果傳送到網際網路。有關它的應用如圖7-13所示。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

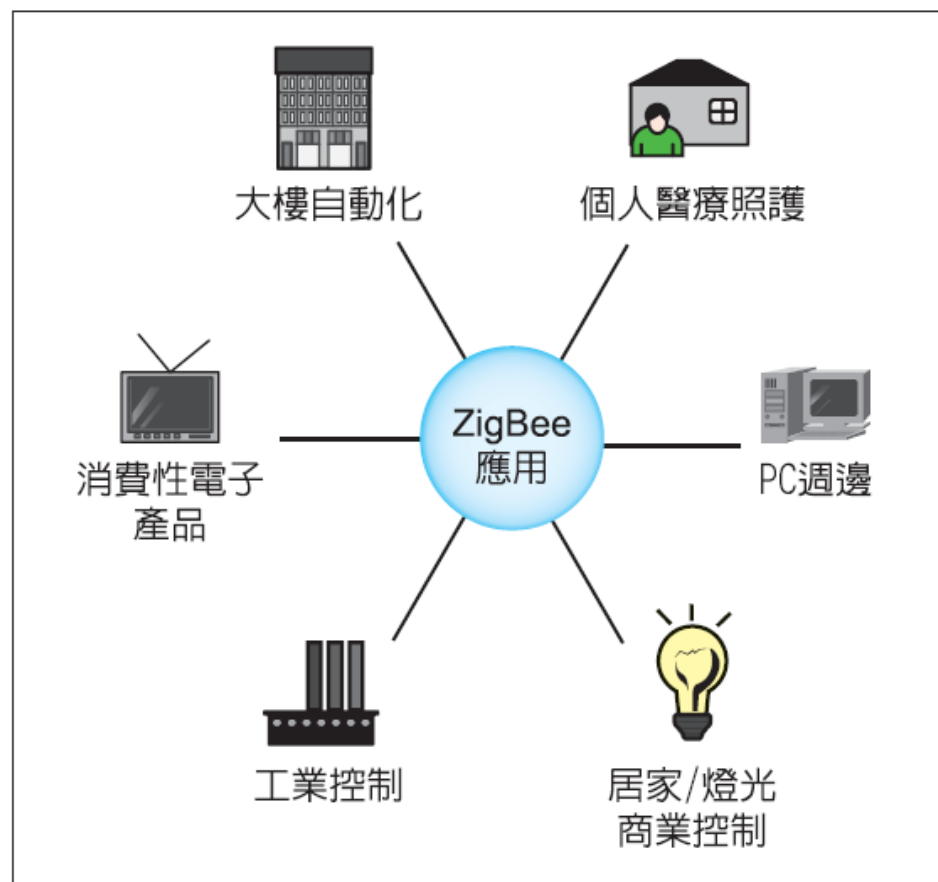
7-12

7-13

7-14

習題

# 7-10-1 ZigBee協定概述



● 圖7-13 ZigBee的應用

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題



## 7-10-1 ZigBee協定概述

- ▶ 在802.15.4標準中定義出了兩個物理頻段和直接序列展頻(DSSS)實體層頻段：868/915MHz和2.4GHz。
- ▶ 2.4GHz的實體層支援空氣中250kbps的速率，而868/915MHz的實體層支援空氣中20kbps和40kbps的傳輸速率。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-10-1 ZigBee協定概述

- ▶ 802.15.4在無線電頻率和資料率、資料傳輸模型、裝置類型、網路工作方式、安全等方面也都有做說明。
- ▶ 並且將協定模型劃分為實體層和媒體接入控制層兩個子層進行實作。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-11 行動通訊系統

- ▶ 行動電話系統技術的演變如下說明。
  - ▶ AMPS(Advanced Mobile Phone Service) - 1G
    - ▶ 世界上第一套類比蜂巢式電話系統，採用FDMA技術。
  - ▶ GSM(Global System for Mobile Communications) - 2G
    - ▶ 一種數位蜂巢式電話系統，採用TDMA技術，其數據通訊服務系統為HSCSD(High Speed Circuit Switched Data)。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-11 行動通訊系統

### ▶ IS-95 CDMA System - 2G

- ▶ 為第二代數位蜂巢式電話系統，採用CDMA技術。

### ▶ GPRS (General Packet Radio Service) - 2.5G

- ▶ 如同GSM系統，但是利用封包的方式來傳送通訊的內容。

### ▶ WCDMA - 3G

- ▶ 為歐規第三代數位蜂巢式電話系統。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

**7-11**

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-11 行動通訊系統

### ▶ CDMA2000 - 3G

- ▶ 為美規第三代數位蜂巢式電話系統。

### ▶ 3G的延伸技術

- ▶ 為3.5G WAP、Wimax與4G的通訊系統。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

**7-11**

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-11-1 進階行動電話服務系統(AMPS)

- ▶ 進階行動電話服務系統(AMPS)是第一代類比式的行動電話系統，又稱為1G。
- ▶ AMPS於1970年由美國貝爾實驗室發展完成，並於1983年正式商業運作。
- ▶ 台灣在1989年引進AMPS行動電話系統，電話號碼前三碼為090或091的行動電話使用的便是AMPS行動電話系統。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-11-1 進階行動電話服務系統(AMPS)

- ▶ AMPS採用分頻多重擷取(FDMA)技術，其利用不同的無線電頻率來載送不同的語音通道。工作頻段為 800MHz，在 824~849MHz 及 869~894MHz間，共有50MHz的無線電頻寬分配給AMPS使用。
- ▶ AMPS的優點是比較沒有回音之干擾。AMPS的缺點是通話品質差、服務種類較少、門號容量小，安全上的問題也差。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-11-2 數位式AMPS(DAMPS)

- ▶ DAMPS於1987年在美國發展出來，也稱為EIA/TIA IS-54數位行動電話系統(digital cellular system)。
- ▶ DAMPS為AMPS的改良版本，使用的頻段與AMPS相同。
- ▶ IS-54經修訂後的規格稱為IS-136，使用數位分時多工擷取(Time Division Multiple Access ; TDMA)技術，IS-136的每一個負載頻率可提供8個語音通道，容量為AMPS的3倍。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題



## 7-11-3 GSM/CDMA/GPRS

- ▶ GSM與IS-95同為行動通訊發展中第二代數位系統代表，採用蜂巢式細胞來建構系統，其概念主要以多個小功率發射機的基地台，取代一個高功率發射機的基地台。
- ▶ CDMA技術具有高頻寬利用率、頻段規劃簡單、通話品質好、可支援軟式交遞(soft handoff)、系統容量大(理論上無用戶容量極限)、保密性佳等特性。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-11-3 GSM/CDMA/GPRS

- ▶ GPRS系統所支援的數據傳輸速率可達115Kbps，可支援高品質的語音、支援寬頻及多媒體服務，以及其他數據傳輸的服務(如鈴聲、小圖片下載等)。
- ▶ GPRS系統是利用封包的方式來傳送通訊的內容，但資料傳輸速度仍然不能滿足多媒體影音的傳輸需求，需要具有更高傳輸速率的下一代行動通訊系統來支援多媒體服務的能力，故被歸類於過渡時期的技術，所以又稱為2.5G。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-11-3 GSM/CDMA/GPRS

- ▶ 緊接著新系統正是所謂的第3代行動通訊系統 (Third Generation ; 3G)。
- ▶ 注意：CDMA2000是第3代行動通訊標準的一種，其亦是IS-95通訊系統的延伸。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-11-4 HSCSD

- ▶ 高速電路交換數據 (High Speed Circuit-Switched Data, HSCSD)是由ETSI GSM規格書Phase 2+所定義的協定。
- ▶ HSCSD在GSM演進過程中是很適合使用在移動用戶的資料傳輸技術，當您想要取得資訊，只需撥一個電話便可獲得。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-11-4 HSCSD

- ▶ HSCSD速度比標準GSM網路快上5倍
- ▶ HSCSD推出電路交換式協定，為大量檔案傳送與多媒體應用量身訂做，其速率可達57.6Kbps。
- ▶ HSCSD的實體層(與GSM相同)利用8個TDMA時槽同時傳送資料，取代目前只用一個時槽的方法，這使得HSCSD比一般GSM有更高的資料傳輸速率
- ▶ HSCSD的無線介面也與GSM的系統相同。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-11-5 第三代行動電話(3G)

- ▶ ITU為因應新一代行動通訊的需求，在1992年之前就提出IMT-2000(International Mobile Tele-communication - 2000)計畫。
- ▶ 在2000年5月通過IMT-2000空中介面與核心網路標準的最終建議版本，其共有5種空中介面，分別為IMT-DS、IMT-MC、IMT-TC、IMT-SC，以及IMT-FT。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-11-5 第三代行動電話(3G)

- ▶ 在核心網路系統部分也提出3種版本，分別是：
  - ▶ Evolved GSM(MAP)
  - ▶ Evolved ANSI-41
  - ▶ IP-basedNetwork
- ▶ IP-based的核心網路架構正是3G系統所使用。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-11-6 WCDMA與3.5G

- ▶ 寬頻 CDMA(Wideband CDMA ; WCDMA) 使用 5MHz 的寬頻，跟一般 GSM 所使用 200KHz 的窄頻相比較，WCDMA 在室內可提供更高的資料傳輸速率，其每秒可達 2Mbps。
- ▶ 由於 WCDMA 是針對 GSM 系統設計出來的，因此，原採用 GSM 系統的使用者大都選擇 WCDMA 為其 3G 解決方案。
- ▶ 歐盟所制訂的 WCDMA 標準亦稱為 UMTS(Universal Mobile Telecommunication System)

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題



## 7-11-6 WCDMA與3.5G

- ▶ 以3G行動電話技術為基礎，稱為高速下行封包存取 (High-Speed Downlink Packet Access，HSDPA) 的技術被稱為3.5G，其可達到更高的資料傳輸速率。
- ▶ 目前 HSDPA 支援下載資料速率有 1.8Mbps、3.6Mbps、7.2Mbps，或更提高到14.4Mbps；但上傳資料速率僅能384Kbps，最近針對此低速率的缺點，已有廠商提供到2Mbps的上傳速率。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-11-7 WAP

- ▶ 易利信(Ericsson)、摩托羅拉(Motorola)、諾基亞 (Nokia) 與 Phone.com( 前身是 Unwired Planet)共同在1997年6月發起WAP論壇，為無線上網制定 WAP(Wireless Application Protocol)規格。
- ▶ WAP是一種開放式、標準的無線應用軟體協定，主要是為數位式行動電話(如GSM系統)提供的一種資訊服務。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-12 WiMAX與4G和5G

- ▶ 為提供更長距離的無線寬頻存取，Intel主導推廣的新一代遠距離無線通訊技術。
- ▶ 在 2001 年 6 月 由 WiMAX(Worldwide Interoperability for Microwave Access)論壇提出IEEE 802.16系列寬頻無線標準，由於其寬頻的特性，被稱為第四代無線通訊(4G)。
- ▶ 因為WiMAX也常稱為取代固網的最後一哩路(last mile)，故常稱為Wireless ADSL。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-12 WiMAX與4G和5G

- ▶ 雖然WiMAX曾經被視為4G主流技術，但全世界大部分的國家都支持長期演進(Long Term Evolution; LTE)技術，所以LTE顯然是目前新一代行動無線寬頻技術的主流
  - ▶ 換句話說，LTE已正式在第三代行動通訊組織(Third Generation Partnership Project, 3GPP)成為新的無線標準技術。
  - ▶ 臺灣在2014年5月也採用此新的技術標準，亦稱為4G LTE。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-12 WiMAX與4G和5G

- ▶ 5G網路是什麼？
- ▶ 稱為5G，其速度會快到讓人來不及吞口水，不管手機在執行任何程式，同一時間有很多人在同一個區域同時上網，5G的連線速度都將必須保持穩定，不會掉格或飄移
  - ▶ 這也將使物聯網隨時處在連線狀態，隨時可互動，不再有區域之間的差別。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-12 WiMAX與4G和5G

- ▶ 5G最主要的優勢不只在速度傳輸達到10Gbps，甚至100Gbps，其更在乎的是5G處理的延遲時間
- ▶ AndySutton 教授指出，5G的延遲時間僅5ms~10ms，這樣的速度將讓在體育館觀看現場足球賽事的觀眾，真正能同步欣賞球場上比賽的進行。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-13 RFID

- ▶ 無線射頻辨識(Radio Frequency IDentification, RFID)又稱電子標籤，它是一種無線通訊技術。
- ▶ 基本上，RFID技術是由感應器(Reader)和RFID標籤(Tag)所組成的系統，其原理是利用感應器發射無線電波，觸動感應範圍內的RFID標籤，再藉由電磁感應產生電流，供應RFID標籤上的晶片運作，並發出電磁波回應感應器。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

**7-13**

7-14

習題

## 7-13 RFID

- ▶ Tag包含電子儲存的資訊，在幾公尺之內都可以被識別出來。與條碼(bar code)不同，Tag可以不需要處在識別器視線之內，也可以嵌入至被追蹤物體之內
- ▶ 例如，汽車工廠將Tag附著在一輛正在生產中的汽車；藥廠倉庫也可以追蹤藥品；徵收汽車在停車場的費用、附於牲畜與寵物上的積極識別(積極識別是指防止數隻牲畜使用同一個身分)。；捷運悠遊卡；YouBike的借車/還車動作

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題



## 7-14 近場通訊(NFC)

- ▶ 近場通訊(Near Field Communication, NFC)又稱為近距離無線通訊，是一種短距離的無線電通訊技術，其技術是源自於RFID與互連技術的基礎，它可在不同的電子裝置之間，進行非接觸式的點對點資料傳輸。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-14 近場通訊(NFC)

- ▶ NFC可在13.56MHz的高頻頻段運作，採用近距離感應的通訊模式，由於傳輸距離在10公分以內，比較不容易受到干擾
- ▶ 再加上不需插拔連接線或進行配對設定(藍牙必須經過配對程序且干擾較大)，只需要兩個NFC裝置相互靠近感應一下，就可以進行點對點資料交換，建立連線時間小於0.1秒，在相關應用上比其他短距無線傳輸技術更具優勢。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-14 近場通訊(NFC)

- ▶ NFC和藍牙都屬短距離通訊技術，但NFC不需要複雜的設定程式，但它也無法達到低功率藍牙的傳輸速率。
- ▶ NFC 的最大資料傳輸量 424 kbit/s 遠小於 Bluetooth V2.1(2.1 Mbit/s)。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 7-14 近場通訊(NFC)

- ▶ NFC的目標並非要取代藍牙無線技術，而是在不同的場合及領域有互補作用。
- ▶ NFC可利用在將兩個具備NFC功能的裝置連結做資料點對點傳輸。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 本章習題

- ▶ ( 2 ) 1. 光傳輸包括紅外線與 (1)窄頻微波技術 (2)雷射 (3)藍牙技術 (4)展頻技術。
- ▶ ( 4 ) 2. 當紅外線傳輸距離在1公尺以內時，傳輸速率可達到 (1)1Mbps (2)2Mbps (3)4Mbps (4)16Mbps。
- ▶ ( 3 ) 3. 若路面因一些原因不適合挖掘埋設管線，但又想在兩個區域網路間做連結，就可考慮採用 (1)紅外線 (2)藍牙技術 (3)雷射技術 (4)以上皆是。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 本章習題

- ▶ ( 1 ) 4. ISM公用頻帶指工業、 (1)科學 (2)信號 (3)感測 (4)會議 與醫學用的無線頻帶。
- ▶ ( 3 ) 5. IEEE 802.11於1997年正式發表實體層，規範了3種傳輸技術：即紅外線、直接序列展頻與 (1)微波 (2)雷射技術 (3)跳頻式展頻 (4)以上皆非。
- ▶ ( 3 ) 6. DSSS主要提供較寬頻率範圍及功率 (1)較大 (2)相同 (3)較小 (4)大小均可 的無線電波。

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題

## 本章習題

- ▶ ( 4 ) 7. IEEE 802.11b傳輸速率最大可支援 (1)1Mbps  
(2)2Mbps (3)5.5Mbps (4)11Mbps。
- ▶ ( 4 ) 8. IEEE 802.11a傳輸速率最大可支援 (1)6Mbps  
(2)12Mbps (3)24Mbps (4)54Mbps。
- ▶ ( 3 ) 9. IEEE 802.11g傳輸速率最大可支援 (1)16Mbps  
(2)22Mbps (3)54Mbps (4)72Mbps。
- ▶ ( 2 ) 10. HomeRF也採用了展頻技術，工作在  
(1)1.2GHz (2)2.4GHz (3)3.6GHz (4)5GHz 頻段。
- ▶ ( 4 ) 11. 何種802.11標準具有MIMO技術 (1)802.11a  
(2)802.11b (3)802.11g (4)802.11n

7-1

7-2

7-3

7-4

7-5

7-6

7-7

7-8

7-9

7-10

7-11

7-12

7-13

7-14

習題