

# 第六章 行動通訊網路

# 前言

- ◆ 6-1 行動通訊網路的架構
- ◆ 6-2 2G 行動通訊網路－GSM
- ◆ 6-3 2.5G 行動通訊網路－GPRS
- ◆ 6-4 3G 及其延伸技術
- ◆ 6-5 LTE 與 4G 無線寬頻上網
- ◆ 實作練習：將手機的行動網路分享給其他 3C設備上網

# 6-1 行動通訊網路的架構

行動通訊網路從最早單純的語音通話，發展到現在的語音與數據傳輸，基本架構大致相同，有以下幾點特色

- ◆ 蜂巢式網路 (Cellular Network)
- ◆ 頻道的重複使用
- ◆ 基地台的交遞 (Handoff)
- ◆ 行動通訊網路的運作

# 蜂巢式網路 (Cellular Network)

- ◆ 行動通訊網路是由基地台 (Base Station) 組成,由於整個行動通訊網路外觀也與蜂巢相似, 所以一般也稱為『蜂巢式網路』

Networking  
Essentials

15th Edition



# 蜂巢式網路 (Cellular Network)

- ◆ 行動通訊網路是由基地台 (Base Station) 組成,基地台是佈建成如下圖的蜂巢狀網路：

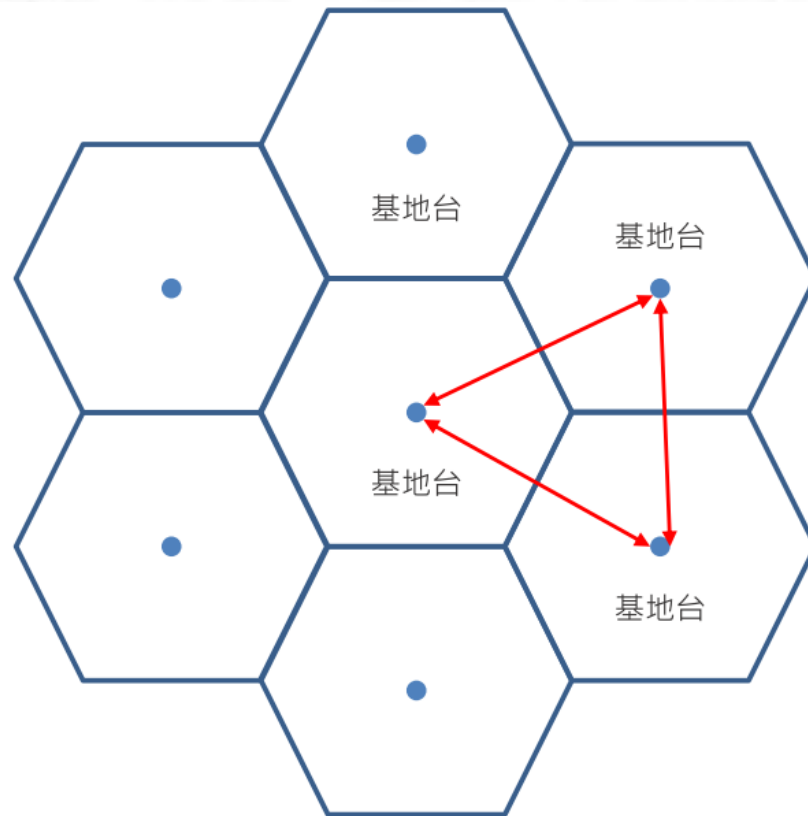


圖 6-1 以基地台佈建而成的蜂巢式網路

# 蜂巢式網路 (Cellular Network)

- ◆ 每一個正六角形區域稱為『分區』 (Cell), 其中心點就是基地台, 負責該區域內行動裝置的通訊

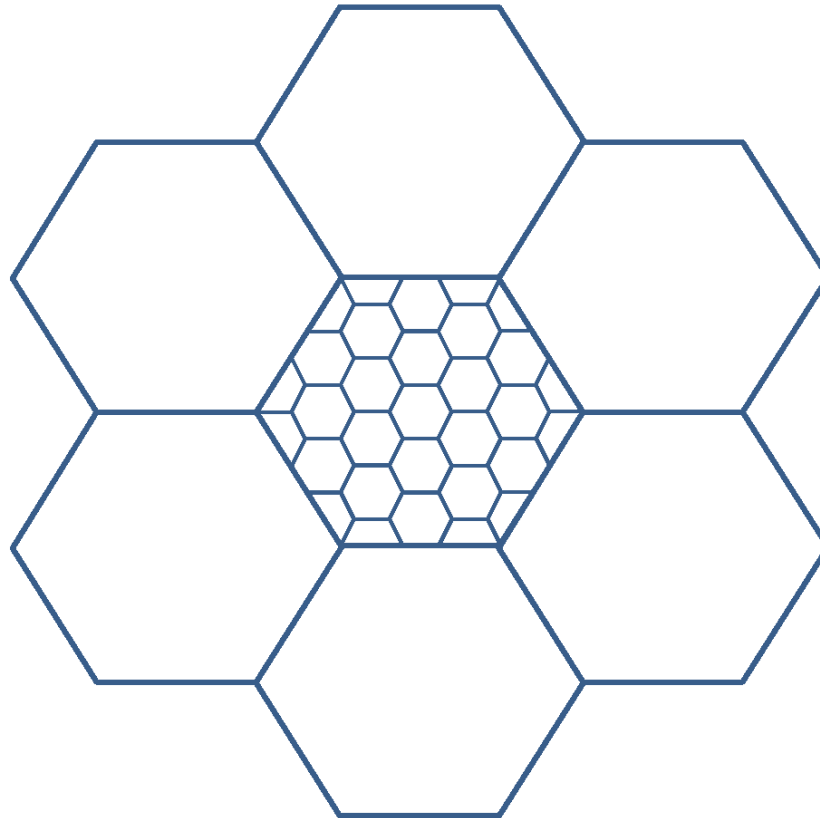


圖 6-02 將特定分區細分蜂巢式網路

# 頻道的重複使用

- ◆ 行動通訊網路可用的頻道有限, 會將可用的頻道分組, 這樣就不會互相干擾

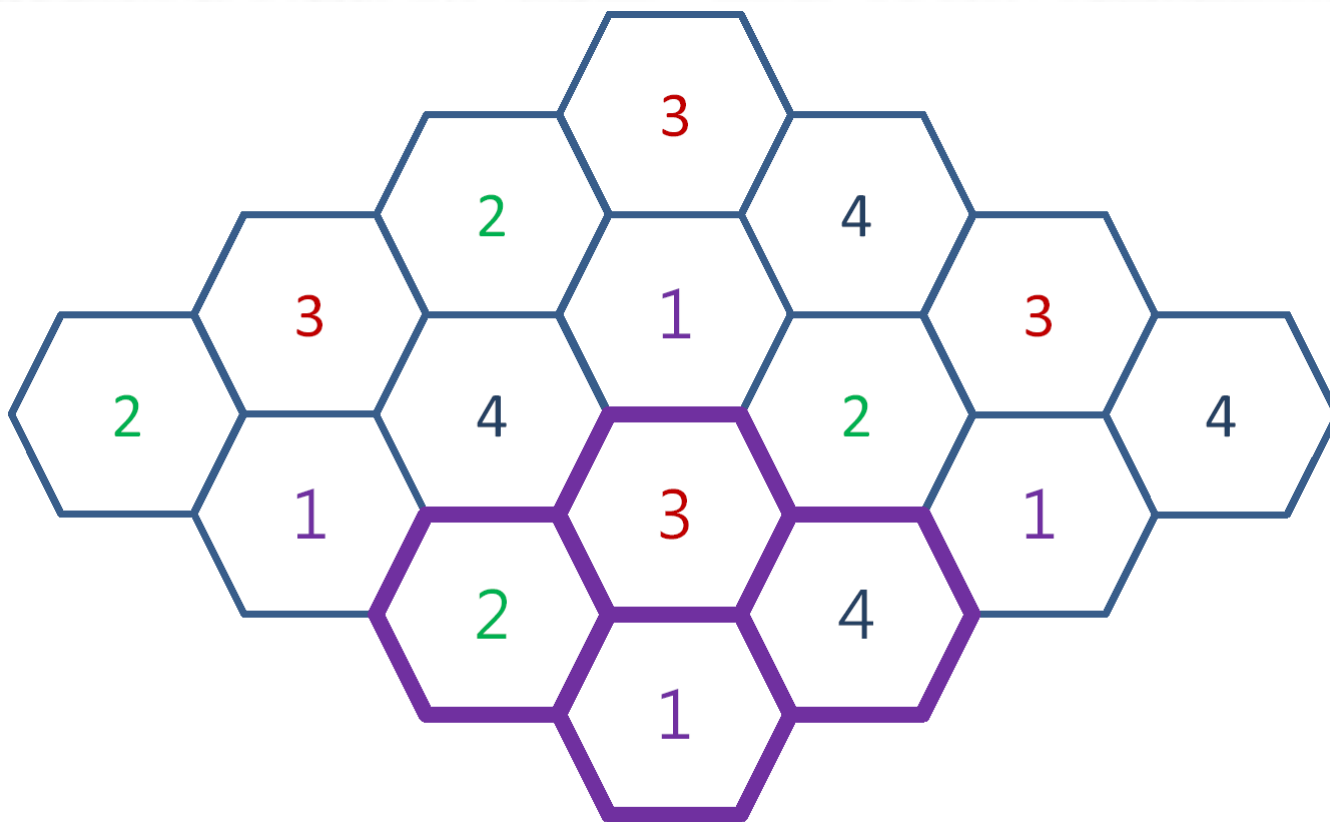


圖 6-03 可重複使用頻道且不會互相干擾的分配方式

# 基地台的交遞

- ◆ 在分區的邊界, 當訊號過低, 就會切換到鄰近訊號最強的基地台, 稱為『交遞』(Handoff, 也稱為 Handover)



圖 6-4 隨處可見的行動通訊網路基地台



# 行動通訊網路的運作

- ◆ 行動通訊網路的運作還需要基地台控制中心 (BSC) 以及行動服務交換中心 (MSC)
  - ◆ BSC 負責頻道的配置以及交遞的運作
  - ◆ MSC 則負責話務以及與一般市內電話網路的轉接

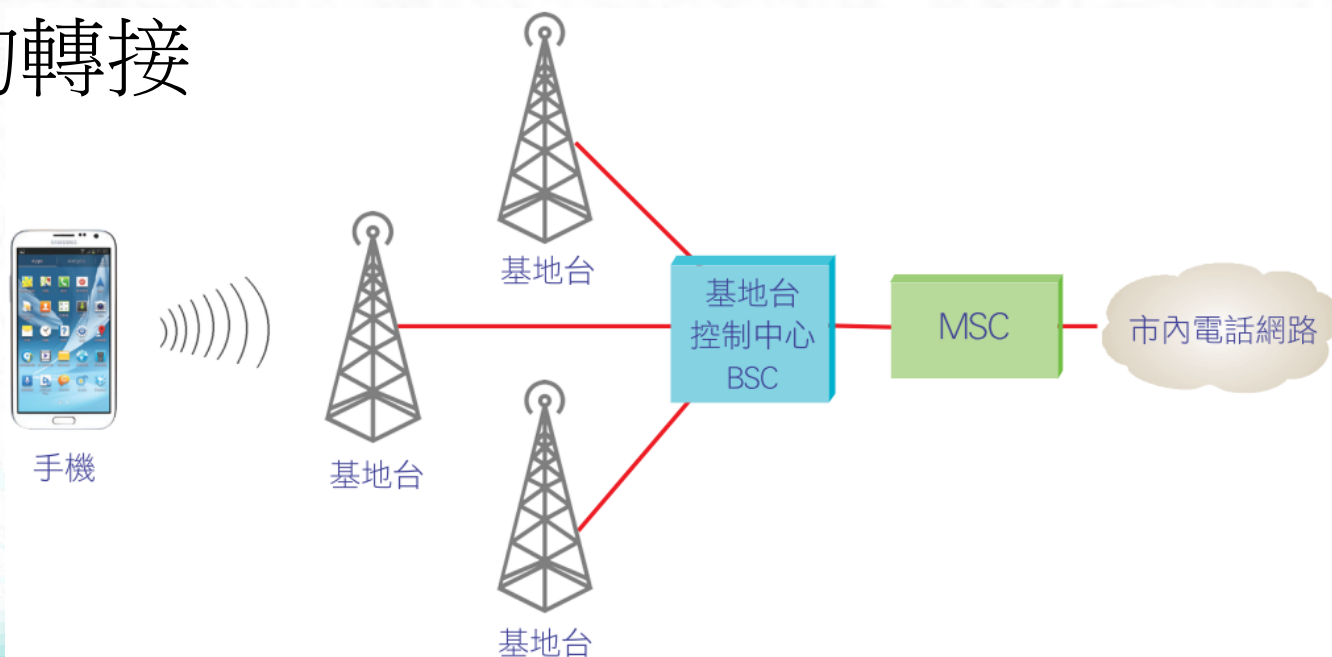


圖 6-5 行動通訊網路的運作

# 行動通訊網路的運作

- ◆ 所有的基地台都會與某個 BSC 連接, 而 BSC 再連至 MSC

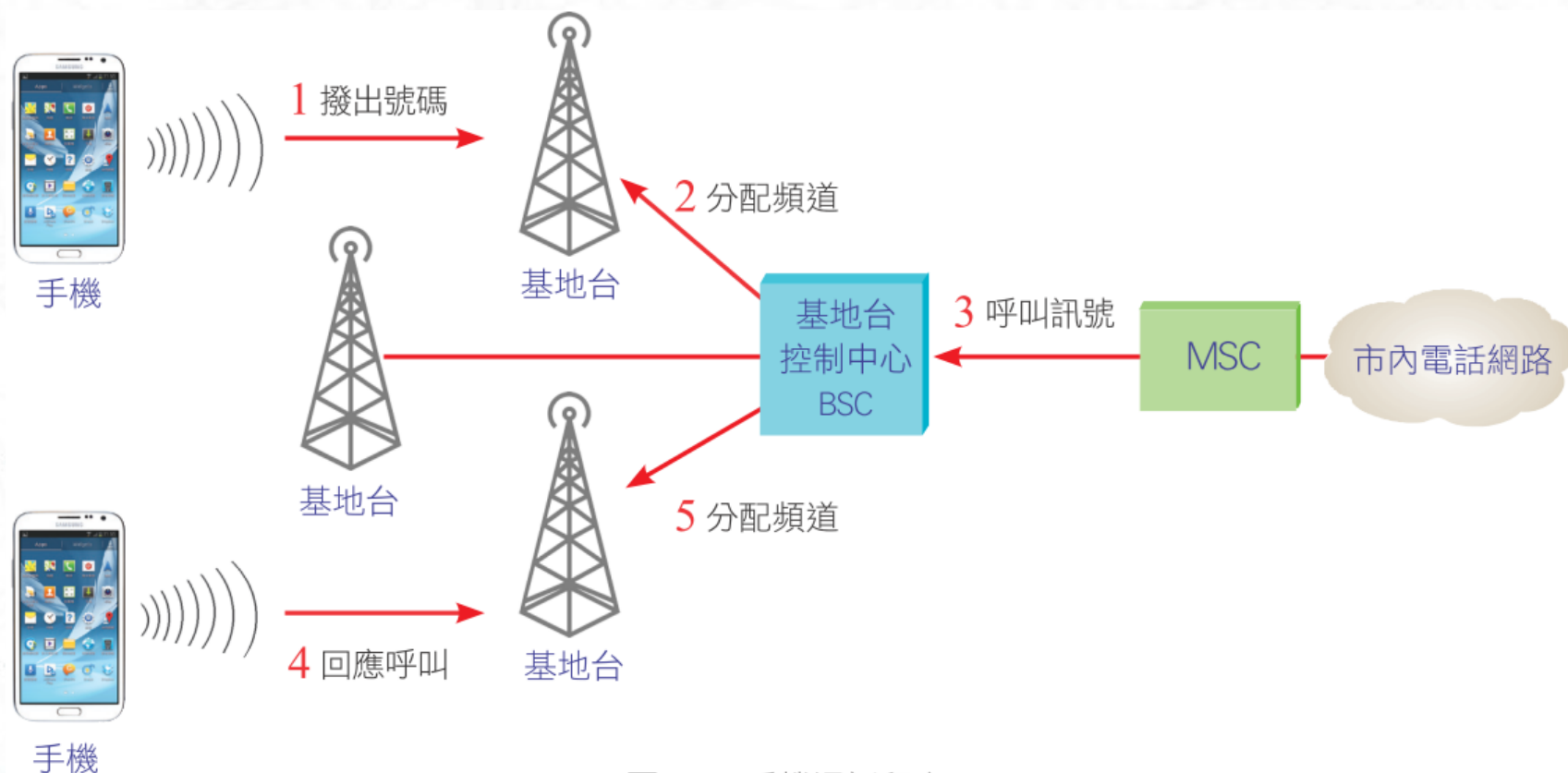


圖 6-6 手機通話程序

## 6-2 2G 行動通訊網路 - GSM

- ◆ GSM 是歐洲電信標準所制定的數位行動網路標準
- ◆ 主要是定義如何將類比式的語音轉為數位的訊號, 再藉由電磁波傳送出去
- ◆ 可以應用在 3 個頻道：900 MHz、1800 MHz 及 1900 MHz。

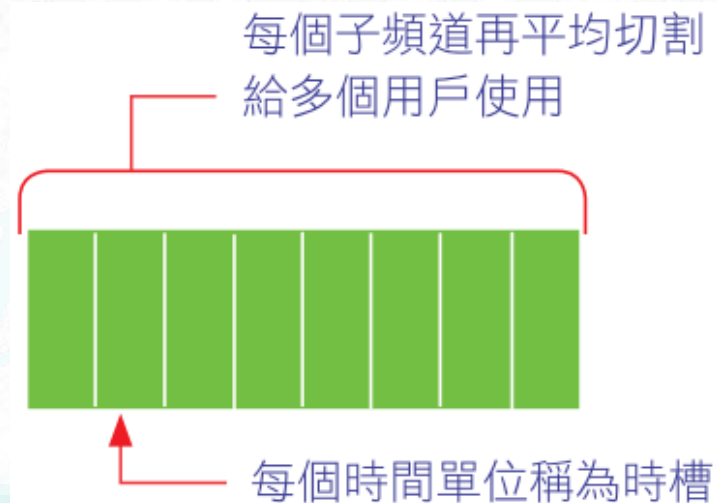
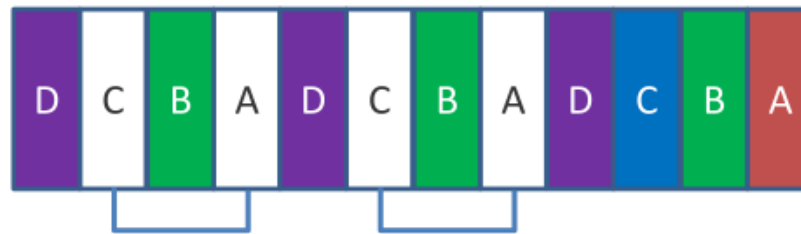


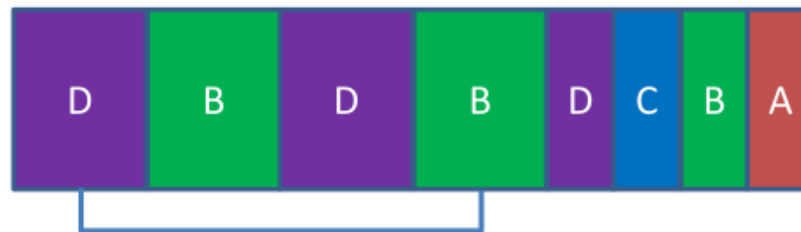
圖 6-7 分時多重存取技術

## 6-3 2.5G 行動通訊網路 - GPRS

- ◆ GPRS是架構在 GSM 系統之上的服務, 只是將通訊的內容改用封包的方式來傳送, 降低 TDMA 可能產生的浪費



TDMA 即使沒有資料也會分配時槽



使用封包傳送可在 A 與 C 閒置時  
讓 B 與 D 傳送資料

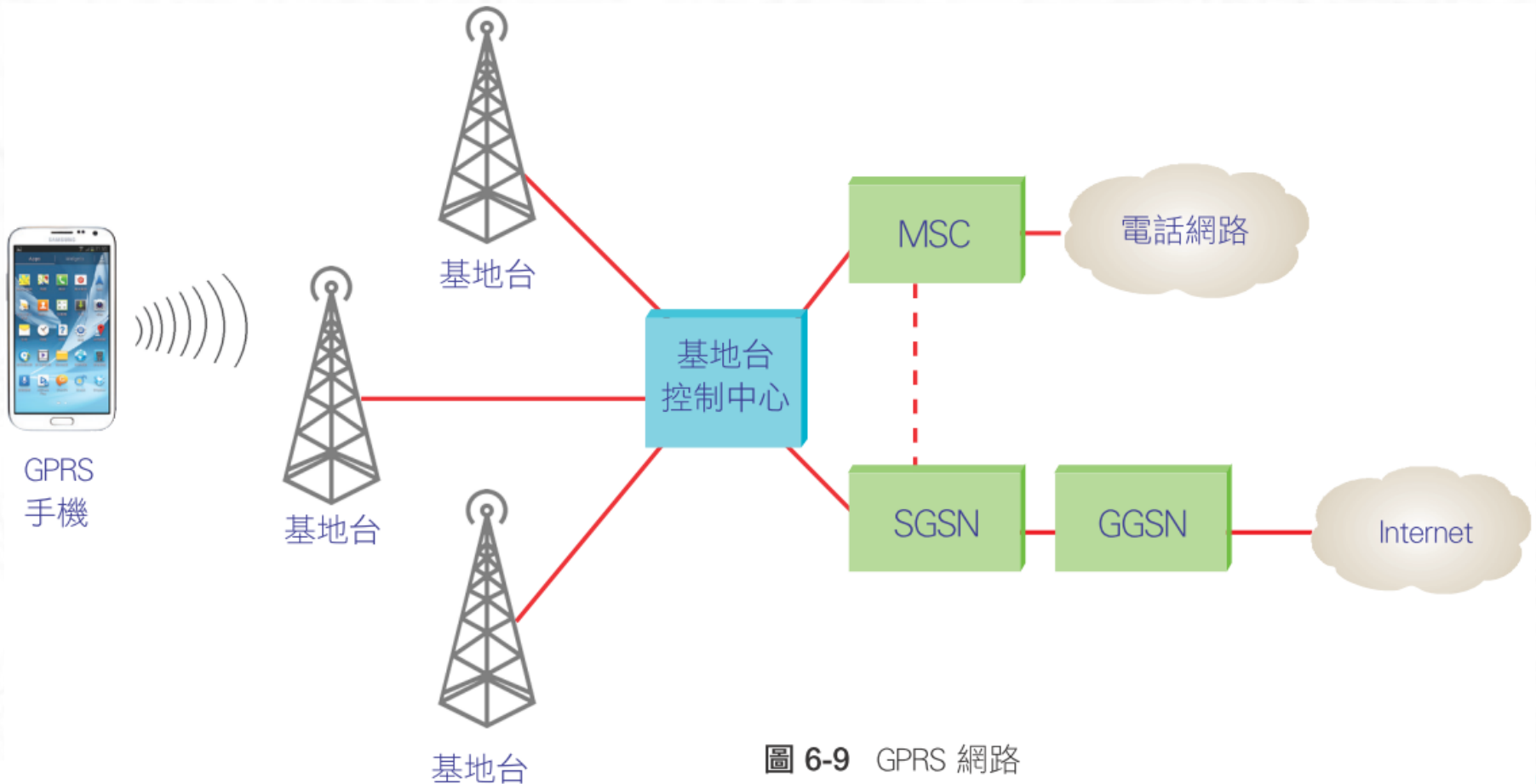
圖 6-8 使用封包傳送提高頻寬使用效率



## 2.5G 行動通訊網路 - GPRS

- ◆ GPRS 提供 4 種不同的編碼機制, 可提供 72.4Kbps 至 171.2Kbps 不等的最高理論資料傳輸速率
- ◆ GSM 網路只需進行一些軟硬體昇級即可提供 GPRS 服務
- ◆ 此外在整個網路中還需加入 2 項新的元件：用以連接數據網路 (例如：Internet) 的 GGSN, 以及負責建立數據連線的 SGSN

## 2.5G 行動通訊網路 - GPRS



## 6-4 3G 及其延伸技術

- ◆ IMT-2000
- ◆ W-CDMA
- ◆ 台灣的 3G 發展
- ◆ 3.5G—HSDPA
- ◆ 3.75G—HSUPA
- ◆ 更快的 HSPA+

# IMT-2000

- ◆ 第 3 代行動通訊標準 — 3G 的緣起
- ◆ 設定目標：
  - ◆ 一隻手機、全球漫遊。
  - ◆ 傳輸速率達到 2Mbps。
  - ◆ 使用 2GHz 頻率。
  - ◆ 在西元 2000 年提供上述服務。
- ◆ 修正目標：
  - ◆ 靜止時 2 Mbps、低速移動 384 Kbps、高速移動 128Kbps
- ◆ 僅有W-CDMA使用較廣泛



# W-CDMA

- ◆ W-CDMA 是 CDMA 延伸而來
- ◆ CDMA 配給每個用戶特殊的展頻碼, 當接收端收到多個用戶送來的展頻訊號後, 可以利用個別用戶的展頻碼進行運算, 取得個別用戶的資料

# W-CDMA

若有同時有 4 個用戶 A、B、C、D, 配給以下的展頻碼：

```
A: [1 1 1 1]
B: [1 -1 1 -1]
C: [1 1 -1 -1]
D: [1 -1 -1 1]
```

展頻碼的設計必須滿足以下兩點：

1. 不同的展頻碼內積為 0, 內積 (記號為  $\cdot$ ) 就是兩個展頻碼中對應的項目相乘後加總

$$A \cdot B = 1*1 + 1*(-1) + 1*1 + 1*(-1) = 1-1+1-1 = 0$$

$$A \cdot D = 1*1 + 1*(-1) + 1*(-1) + 1*1 = 1-1-1+1 = 0$$

2. 同一展頻碼自己內積為用戶數

$$A \cdot A = 1*1 + 1*1 + 1*1 + 1*1 = 1+1+1+1 = 4$$

$$B \cdot B = 1*1 + (-1)*(-1) + 1*1 + (-1)*(-1) = 1+1+1+1 = 4$$

# W-CDMA

- ◆ 利用上述展頻碼的特性, 就可以讓多個用戶利用同一頻道同時傳遞訊息, 例如：

表 6-1 DSSS 展頻過程

用戶	A				B				C				D			
資料位元	1				-1				1				0			
展頻碼	1	1	1	1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	1	1
展頻結果	1	1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	0	0	0	0
加總					1	3	-1	1								

# W-CDMA

- ◆ 最後接收端只要與個別用戶的展頻碼進行內積運算, 並將結果除以用戶數, 就可以取得個別用戶的資料：

表 6-2 接收端展頻運算結果

用戶	A				B				C				D			
接收到的資料	1   3   -1   1															
展頻碼	1	1	1	1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1
內積	4				-4				4				0			
資料位元	1				-1				1				0			



# W-CDMA

- ◆ W-CDMA 就是『寬頻的 CDMA』，可提供更高的資料傳輸速率，是針對 GSM 系統所設計
- ◆ 歐盟所制訂的 W-CDMA 標準稱為 UMTS

# 台灣的 3G 發展

- ◆ 台灣自 2005 年 7 月由亞太行動寬頻開始推出 3G 服務,採 CDMA 2000 標準
- ◆ 其餘電信公司的 3G 服務採用 UMTS 標準

Networking  
Essentials

15th Edition

## 3.5G - HSDPA

- ◆ 為提升行動網路傳輸速度, 3GPP 將 UMTS 加以改良, 推出了 HSDPA 技術, 一般稱為 3.5G
- ◆ HSDPA 提供 1.8、3.6、7.2 和 14.4 Mbps 等四種下載速率, 上傳速率為 384 Kbps

## 3.75G - HSUPA

- ◆ 3GPP 重新定義了一條『上傳專用』的通道, 其最高速率大幅提昇到 5.76 Mbps, 此一規格稱為 HSUPA 技術, 一般將它稱為『3.75G』

Networking  
Essentials

15th Edition



# 更快的 HSPA+

- ◆ HSPA+ 引入 MIMO 及更高階的調變技術,理論下行/上行傳輸速率可達 42/11 Mbps

*Networking  
Essentials*

15th Edition

## 6-5 LTE 與 4G 無線寬頻上網

- ◆ Wi-Fi 的距離過短, 而且移動中無法使用, 3G/3.5G 的速度仍然不夠快, 為了提供更好的無線上網環境, 業界正在發展第 4 代行動通訊技術 (4G)
  - ◆ 完全使用 IP (參見第 7 章) 封包的網路。
  - ◆ 高速移動中最高傳輸率能達到 100 Mbps、低速移動或靜止時最高傳輸率能達到 1 Gbps。
  - ◆ 任兩個通訊端點間的傳輸率能達到 100 Mbps。
  - ◆ 可支援例如高畫質視訊等次世代多媒體應用。
- ◆ 目前 4G 技術共有兩種規格：LTE 與 WiMAX, 目前世界各國均以 LTE 為主流

# 6-5-1 LTE 與 LTE-Advanced

- ◆ LTE (Long Term Evolution) 衍生自 GSM, 相容於 2G/3G 技術
  - ◆ OFDMA 下行鏈路
  - ◆ SC-FDMA 上行鏈路
  - ◆ MIMO
  - ◆ 全 IP 網路

# 6-5-1 LTE 與 LTE-Advanced



← 網路	
卡 1 網路	
電信業者名稱	中華電信
訊號強度	RSRP(dBm) : -92 RSRQ(dB) : -12
行動網路類型	LTE+
服務狀態	服務中
漫遊	非漫遊
卡 2 網路	
電信業者名稱	未知的
訊號強度	0

圖 6-10 採用 4G LTE 的手機已經是市場主流

## 6-5-1 LTE 與 LTE-Advanced

### ◆ OFDMA 下行鏈路

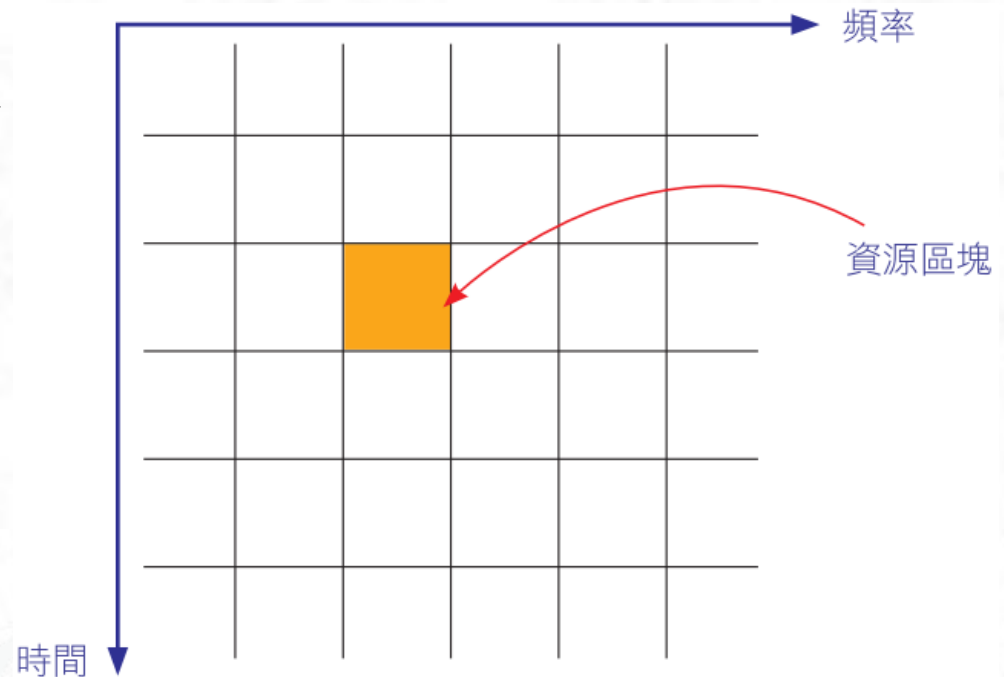


圖 6-11 資源區塊是 LTE 網路中, 配置給使用者存取網路的基本單位

- ◆ LTE 支援從 1.4 至 20 MHz 等 6 種不同頻寬供 OFDMA 運作。LTE-Advanced 則加入通道合併的功能, 提供更高速的傳輸



## 6-5-1 LTE 與 LTE-Advanced

- ◆ SC-FDMA 會將分配到的子頻道合併成單一載波上傳訊號。LTE-Advanced 改良為上行時亦可使用 OFDMA。
- ◆ LTE 實體層引進 MIMO 技術, 基地台和手機最高可支援各4個天線。LTE-Advanced 更可同時傳送資料給單一手機。
- ◆ LTE 將所有的通訊 IP 化。

## 6-5-2 CA 載波聚合技術

- ◆ LTE 支援許多不同的頻道, 介於 450~3800MHz 之間共 41個頻段, 國內 NCC 則劃分幾個不同頻段給 LTE 使用。

表 6-3 國內電信業者使用頻段比較表

頻段	編號	電信業者				
		中華電信	遠傳電信	台灣大哥大	亞太	台灣之星
700 MHz	Band28		V	V	V	
900 MHz	Band8	V			V	V
1800 MHz	Band3	V	V	V		
2600 MHz	Band7	V		V		V
2600 MHz	Band38		V		V	

# CA 載波聚合技術

- ◆ CA 技術可整合不同頻段的頻道，大幅度擴展用戶傳輸的頻寬。

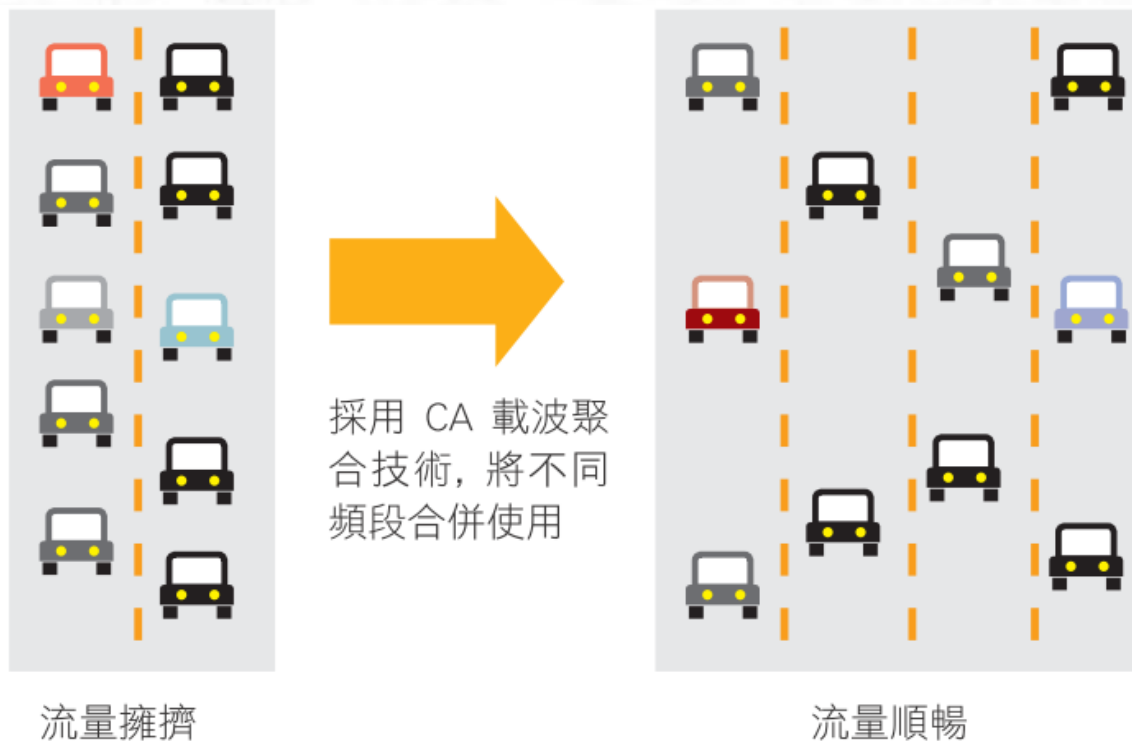


圖 6-12 CA 載波聚合技術示意圖

# CA 載波聚合技術

- ◆ CA 技術可將不同頻段合併起來使用, 合併 2 個頻段, 稱為 2CA ; 有 3 個頻段合併使用, 則稱為 3CA, 傳輸速度最高可達 450 Mbps 。



圖 6-13 廠商為了強調 3CA 更高的傳輸速度, 因此紛紛以 LTE+、4G+ 或 4.5G 稱之, 實際上仍屬於 4G 的規範。

# CA 載波聚合技術

◆ 要搭配手機才能飆速



圖 6-14 目前手機都會列出支援 LTE 的頻段, HTC U11 是少數特別標示 CA 支援狀況的機種



# 實作練習：將手機的行動網路分享給其他3C設備上網

## ◇ 開啟iPhone個人熱點功能



# 將手機的行動網路分享給其他3C設備上網

**3** 按一下**個人熱點**項目，將開關往右開啟，即可啟動此功能

若之前已經開啟 Wi-Fi，則不會出現此畫面

**4** 若尚未開啟 Wi-Fi 功能，請按下此項目

**5** 預設自行產生一組連線密碼，也可以點選 **Wi-Fi 密碼** 自行修改密碼

**6** 輸入新的密碼 (至少 8 個字元)

**7** 最後按此即可完成行動網路分享

已關閉 Wi-Fi 和藍牙  
僅能透過 USB 使用「個人熱點」。您是否要同時透過 Wi-Fi 和藍牙來啟用？

開啟 Wi-Fi 和藍牙  
僅使用 USB

Wi-Fi 密碼 12345678 >

使用 Wi-Fi 連線  
1 從電腦或裝置的「Wi-Fi」設定中選擇「tristan」。  
2 系統提示時請輸入密碼。

取消 Wi-Fi 密碼 完成

密碼 qwertyui

其他使用者將會使用此密碼加入您共享的 Wi-Fi 網路。  
密碼必須至少包含 8 個字元。更改密碼將會中斷目前連接的使用者連線。

# 將手機的行動網路分享給其他3C設備上網

## ◇ 開啟Android手機行動網路分享功能



# 將手機的行動網路分享給其他3C設備上網

點選後方的開關會採原有的設定直接啟動分享功能，建議還是確認一下設定再開啟



**3** 點選行動網路分享項目



**4** 點選此項目的前方



# 將手機的行動網路分享給其他3C設備上網

6 選擇進階功能      5 按此處      9 回上頁

可攜式 Wi-Fi 熱點    關    ⋮

可攜式 Wi-Fi 熱點

開啟 Wi-Fi 熱點，與網路連線。

設定

進階

提示

熱點名稱 (SSID) :

deanchen Portable Hotspot

使用者

管理使用者

0 連線的使用者

進階

隱藏 SSID  
廣播時隱藏熱點的 SSID ☐

安全性  
WPA2 (AES)

區域網路設定

電源模式  
閒置 10 分鐘後關閉

7 點選安全性項目      8 選擇 WPA2



# 將手機的行動網路分享給其他3C設備上網



**12** 將此圖示切換為開即可開始分享行動網路

**10** 設定分享的無線熱點名稱

**11** 設定連線密碼

# 將手機的行動網路分享給其他3C設備上網

## ◆ 讓筆電透過手機的行動網路上網

1 選擇先前在手機上設定的無線熱點名稱

2 按此鈕進行連線



# 將手機的行動網路分享給其他3C設備上網



3 輸入先前設定好的連線密碼

完成連線就可透過手機來上網囉！

