

第一章

簡介

1.1 行動通訊系統的發展回顧

隨著行動通訊的不斷革新與多媒體時代的來臨，具有高速傳輸服務的無線通訊技術漸漸成為一個熱門的研究與發展方向。近二十多年來，研究成果正不斷演進並廣泛運用在軍事及商業的用途，圖 1.1 及表 1.1 為各代行動通訊系統的演進與特色，由於技術不斷的發展與改良，如電路交換轉換到封包交換、類比訊號處理到數位訊號處理及多重進接技術的維度等，使得行動通訊能運用越來越多的功能。

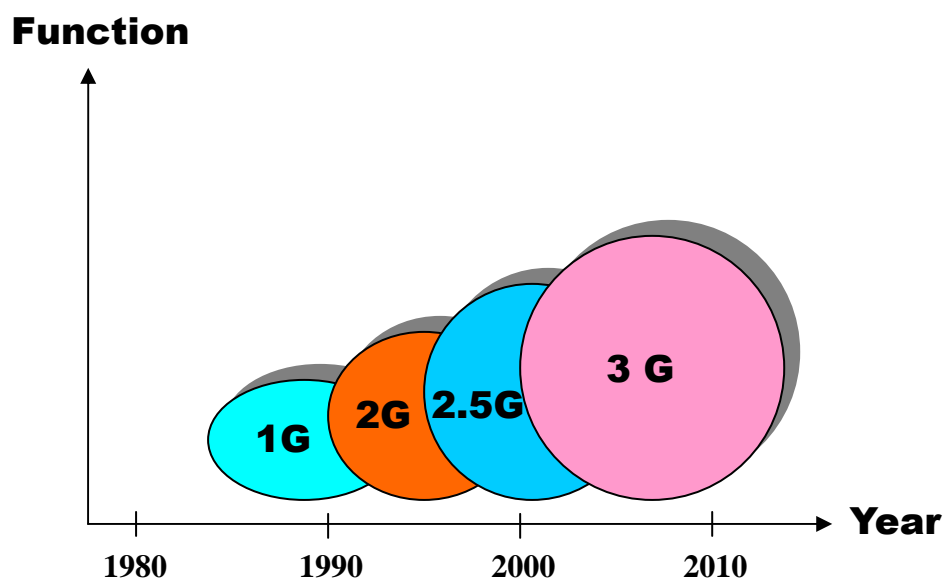


圖 1.1 近年行動通訊系統的發展示意圖

	1G	2G	2.5G	3G
發展時間	1985	1992	1995	2002
使用技術	類比訊號處理	數位訊號處理	封包交換	智慧訊號處理
代表標準	AMPS	GSM, TDMA, IS 95	GPRS, i-mode	IMT-2000(WCDMA, cdma2000)
射頻 (Hz)	400M~800M	800M~900M, 1800M~1900M		2G
位元率(bps)	2.4K~30K	9.6K~14.4K	171K~384K	2M
多重進接技術	FDMA	TDMA,CDMA		CDMA
細胞涵蓋範圍	大	中		小
核心網路	電話網路	電話網路		電話網路及 IP 網路
服務模式	聲音	聲音	數據	聲音、數據、多媒體

表 1.1 近年行動通訊系統的功能與發展

第一代行動通訊系統的代表是美國在 1980 年代所提出的類比式行動電話系統 (Advanced mobile phone system, AMPS)，其多重進接技術採用分頻多工 (Frequency division multiple access, FDMA)，如圖 1.2(a)所示，FDMA 主要是透過切割許多小的無線通訊頻帶，而每個無線通訊頻帶都屬於一個專屬的使用者用來傳輸資料，透過這樣的方式我們可以在一個大的頻帶範圍中，切割出許多小的頻帶，讓多個使用者可以同時傳輸資料。當然，衍生出的缺點就是每個使用者都會使用到特定的頻帶，一旦同一區域的使用者人數超過所能提供的頻帶數目，就會造成系統無法提供服務的問題發生，而類比調變的模式也將限制住其容量大小。

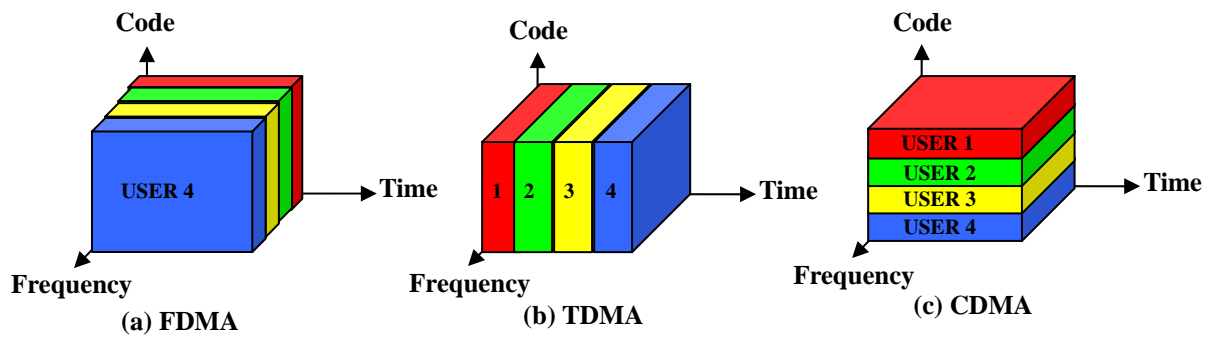


圖 1.2 三種多重進接模式示意圖

(a)分頻多工(FDMA), (b)分時多工(TDMA), (c)分碼多工(CDMA)

因此，為了突破第一代行動通訊系統的限制，第二代行動通訊系統採用了數位調變的模式，舉例來說，許多的數位訊號處理與傳輸技巧都被運用在無線環境下去消除通道的衰減、雜訊干擾、多路徑等不利因素。除此之外，通道編碼及加密更增加了傳輸中頻寬的使用率以及資料的安全性。

第二代行動通訊系統的代表是 1990 年左右所提出的全球行動通訊系統 (Global System for Mobile Communication, GSM)，GSM 利用分時多工 (Time division multiple access, TDMA)，TDMA 的技術是在同一個頻帶中，透過分時多工的方式讓多個使用者可以享用一個頻帶的資源，如圖 1.2(b)所示，我們可以在一個固定的頻帶中，讓每個使用者擁有屬於自己的時槽 [Time Slot]，當輪到屬於該使用者的時槽時，該使用者就可以傳遞資料。透過這樣的方式，我們就可以在一個頻帶的範圍內，實現多個使用者同時傳遞資料的目的。

IS-95 (cdmaOne)是另一個第二代行動通訊的代表，其技術採用直接序列分碼多工 (Direct Sequence Code Division Multiple Access, DS-CDMA) CDMA技術使用了正交的展頻碼，這種技術允許系統可以在同一個頻帶上，讓多個不同使用者的資料同時傳送，如圖1.1(c)所示。

第 2.5 代行動通訊的代表可視為整合封包無線電服務技術 (General packet Radio Service, GPRS) ，相對於 GSM 採用 TDMA 與 FDMA 技術，GPRS 為了實現多人共享一段較寬的無線資源，以便於可以在使用者真正傳送資料時才計費，如果沒有傳送資料時則不計費，達到以傳輸量計費，而非使用時間長短來計費的目的。所以說，在無線端技術上必須要經過改進，以便於可以允許多人使用該 Cell 所配置出來屬於 GPRS Packet-Switched 的時槽 [Time-Slot] ，如圖 1.3 所示，這是一個 4+1 的 GPRS 服務示意圖，所謂的 4 就是指 DownLink，1 就是指 UpLink，另外兩個時槽就是用來傳遞控制的訊號。由此我們可以了解，相對於 GSM 通話服務，每個使用者都會佔有固定的時槽，只要系統配置了該時槽給特定的使用者，在這段期間中，該項時槽資源就沒有其它人可以使用。而 GPRS 是透過多人共享幾個時槽，當使用者要傳送資料時才會透過該組時槽傳送，因而計費。如果使用者沒有透過 GPRS 的時槽傳輸時，則不計費，如此對於

使用者來說可以降低使用無線通訊網路的費用，達到只有真正傳輸資料時才收費的目的，對於系統業者來說也可以增加無線資源的使用率。

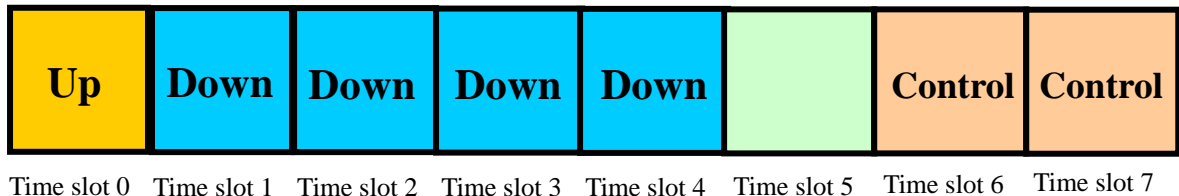


圖 1.3 GPRS 時槽 (Time-Slot) 使用示意圖

第三代行動通訊系統 IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000) 使用 CDMA 的技術以提供更大的系統容量、更高的通信質量。CDMA 技術運用正交的展頻碼允許系統可以在同個頻帶上，讓多個不同使用者的資料同時傳送。由於透過展頻碼所處理過的資料都會具有正交性，因此接收端在收到資料後，如果計算結果為 0 就表示所接收到的為其它無關的信號〔例如：是傳給其它使用者的資料，而非要傳給該使用者的資料〕，如果計算後的結果不為 0，就表示此為我們所要接收的資料。CDMA 技術對於頻帶的使用率來說，比起 FDMA 與 TDMA 來的更為有效率，因為它允許多個使用者同時在同一個頻帶上面傳送資料，再由接收端根據不同的正交展頻碼來解回資料。相對於 FDMA 與 TDMA 來說，都必須要分配一個固定的頻帶或是固定頻帶中的特定時槽，即使該使用者在連線後，並沒有透

過所配置的無線資源來傳送資料，可是無線資源配置卻還專屬於該使用者，對於有限的無線資源來說將會是一種相當大的浪費。因此，CDMA的技術可以大幅的增加原本FDMA與TDMA技術所能容納的通訊使用者數目，對於頻帶的使用效率也相對的大幅提高。

而第三代行動通訊系統有別於第一代及第二代，其主要特徵概括為：（1）全球普及和全球無縫漫遊的系統。第二代移動通信系統一般為區域或國家標準，而第三代移動通信系統將是一個在全球範圍內覆蓋和使用的系統。它將使用共同的頻段，全球統一標準。（2）具有支持多媒體業務的能力，特別是支持 Internet 業務。現有的移動通信系統主要以提供話音業務為主，隨著發展一般也僅能提供 100-200kbit/s 的數據業務，GSM 演進到最高階段的速率能力為 384kbit/s。而第三代移動通信的業務能力將比第二代有明顯的改進。它應能支持從話音分組數據到多媒體業務；應能根據需要，提供頻寬。ITU 規定的第三代移動通信無線傳輸技術的最低要求中，必須滿足在以下三個環境的三種要求。即：a.快速移動環境，最高速率達 144kbit/s。b.室內環境，最高速率達 2Mbit/s。c.室外到室內或步行環境，最高速率達 384kbit/s。（3）便於過渡、演進。由於第三代移動通信引入時，第二代網絡已具有相當規模，所以第三代的網絡一定要能在第二代網絡的基礎上逐漸靈活演進而成，並應與固定網兼

容。(4) 高頻譜效率、高服務質量、低成本、高保密性。目前主要使用的 CDMA 技術包括了 WCDMA(Wideband CDMA)所採用的 DS-CDMA (Direct sequence-CDMA) 與 CDMA 2000 採用的 MC-CDMA (MultiCarrier-CDMA) ，本論文將以 WCDMA 的系統下去做探討與模擬分析。

由於 WCDMA 在傳輸上提供高速的網際網路及影音視訊，下鏈勢必比上鏈要求更高的傳輸量，為了增加在下鏈封包傳輸的最大輸出，於是 3GPP 將高速封包傳輸技術運用在 WCDMA 的下鏈稱為高速下行鏈路封包擷取 (High speed downlink packet access, HSDPA)[1-3]，目的就是為了使下鏈在頻寬 5-MHz 傳輸時，其傳輸速度能達到 8-10Mbps，可視為第 3.5 代的行動通訊代表。HSDPA 基本上運用了一條稱為高速下鏈共用頻道的共用頻道去增加輸出峰值，以 TDMA 的方式在同一個 cell 中去讓多用戶使用，後面的章節將另行敘述。

1.2 直接序列分碼多工(DS-CDMA)技術

展頻技術會廣受歡迎的原因可歸納如下：a.抗干擾能力 (interference 和 jamming)b.多重進接能力c.多路徑的保護d.安全性高e.頻譜使用效益佳。而 CDMA 本身的技術可分為直接序列 (DS) 以及

跳頻 (FH) 兩種。直接序列展頻系統及訊號處理流程如圖 1.3、1.4 所示。在傳送端中，將原本的窄頻資料訊號與一個偽隨機序列(pseudo noise sequence, PN)相乘，然後將此相乘後的信號利用基頻來傳輸，根據傅利葉轉換的原理，兩個訊號相乘等於兩訊號作迴旋積，所以相乘後的頻寬約等於PN code頻寬，也就是利用展頻碼將一連串窄頻的訊號轉換為寬頻的訊號，相同地，在接收端只要將收到的訊號同步地乘上與傳送端相同的展頻碼，就能將信號還原。

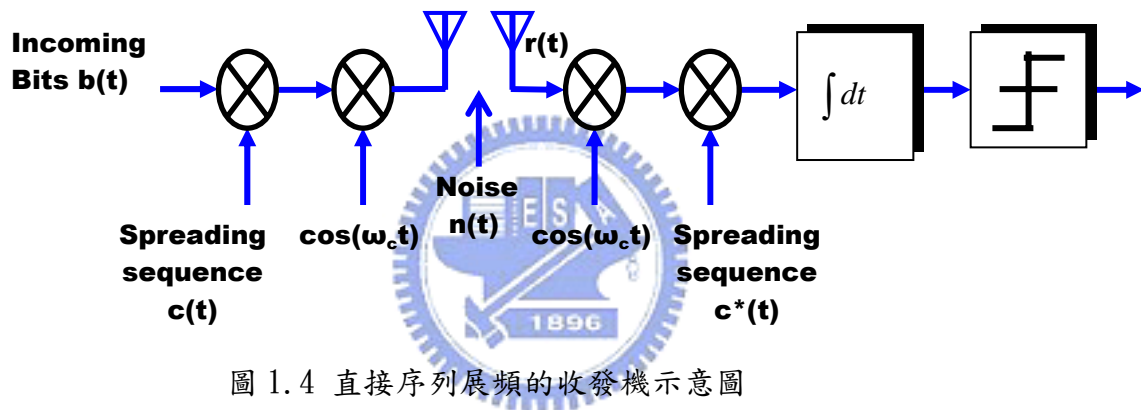


圖 1.4 直接序列展頻的收發機示意圖

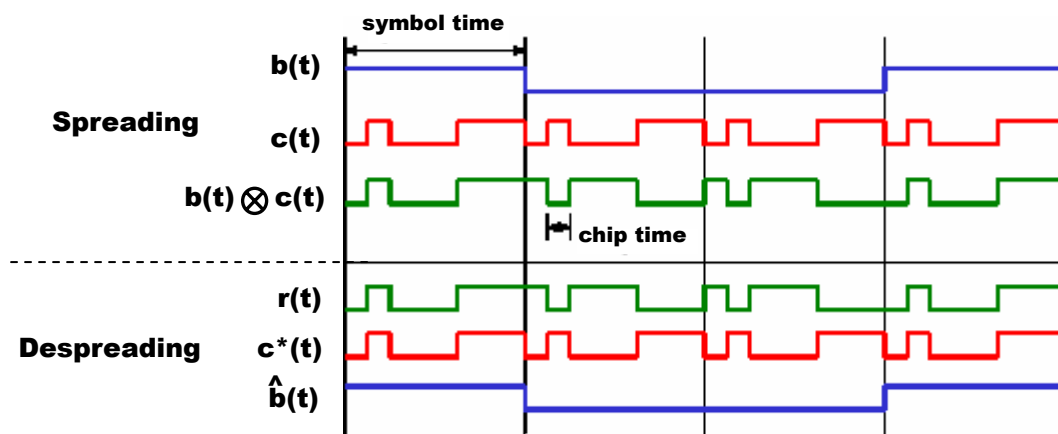


圖 1.5 直接序列展頻的各個訊號示意圖

由頻譜來看訊號的能量變化，假設訊號為一窄頻訊號，頻寬為 $1/$

T ，經過展頻變成寬頻的訊號，頻寬為 $1/T_c$ ，如圖1.6(a)所示。如果訊號在傳送的過程遇到了干擾(jamming)訊號，則在接收端做解展頻的動作後，傳送端的訊號即可被還原，而干擾(jamming)訊號反而會被展頻，如圖1.5(b)(c)所示：

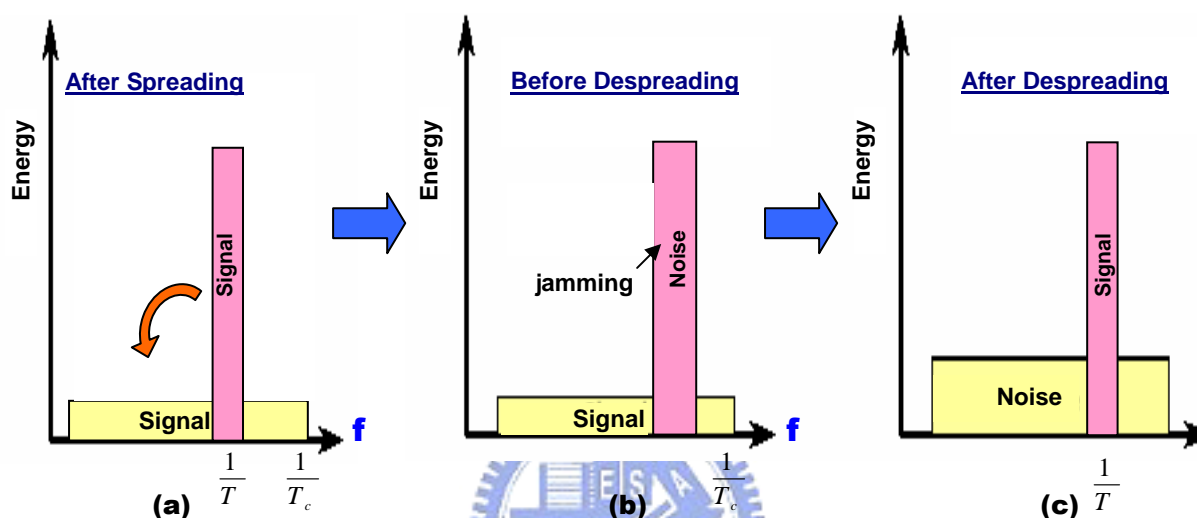


圖 1.6 訊號經過展頻與解展頻

對於解展頻後的訊號經過低通濾波器(LPF)，頻寬為 $1/T$ ，就可以把訊號濾出來，而干擾(jamming)訊號的影響也就明顯的降低(只有被LPF 濾出的部分干擾)。然而若用戶的數目增多的話，雖然各別用者的訊號在解展頻時會被展開，但對訊號而言所受到的干擾(interference)會成線性的增加，故必須慎選適當長度的展頻碼使之能在有限的頻寬內足以抵抗干擾。

無線通訊發展至今，系統效能多限於多重路徑衰減(Multipath fading)、延遲擴散(Delay spread)等因素，而多重路徑衰減及干擾將造

成接收訊號的振幅、相位大小不同，因此無線通訊系統需要較長的時間平均以對抗如此變化，但也會造成效能降低[4]。而延遲擴散的現象，乃由於傳送訊號的延遲到達，致使接收訊號的符際間干擾(ISI, Intersymbol interference)，不但降低了解調時的正確率，也限制住了傳送訊號的速度。

1.3 關於本論文

在此論文中，我們將在 WCDMA 的系統下，討論多重路徑干擾消除 (Multipath interference cancellation, MPIC) 與多重碼干擾消除 (Multicode interference cancellation, MCIC) 的差異。在第二章中，將對第三代無線通訊系統的 CDMA 2000、WCDMA 系統以及 3.5 代作描述。第三章將介紹以多重碼干擾消除為應用之干擾消除技術的接收機。以多重路徑干擾消除的干擾消除技術的接收機將在第四章提出。第五章為電腦模擬結果與比較及討論。第六章為本論文之結論及未來發展方向。