

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

赴法國 Nortel 實習「UMTS 空中界面」  
並參加「無線世界研究論壇第四次會議」  
出國報告

服務機關：中華電信研究所

出國人 職 稱：助理研究員

姓 名：張維儒

出國地點：法國

出國日期：90 年 12 月 06 至 14

日

報告日期：91 年 3 月 10 日

# 赴法國 Nortel 實習「UMTS 空中界面」 並參加「無線世界研究論壇第四次會議」 出國報告

## 摘要

本次出國案係依據中華電信股份有限公司九十年度派員出國訓練編號第 77 項「高速無線數據新技術」，暨法國 Nortel 公司訓練課程邀請函、電信國家型計畫辦公室(90)福信字第 0084 號函及無線世界研究論壇(Wireless World Research Forum, WWRF)第四次會議邀請函辦理。行程主要包含兩部份，其一為參加「無線世界研究論壇第四次會議」，並發表研究論文一篇，其二為參加 Nortel 公司訓練中心之「Advanced UMTS Radio Interface」訓練課程。

WWRF 是由世界通信大廠 Alcatel、Ericsson、Motorola、Nokia 及 Siemens 等公司在 2001 年 3 月所共同發起之無線世界研究論壇，旨在探討未來 B3G (Beyond 3G)無線通信系統之研究方向，釐清重要研究領域，並與 UMTS Forum、ETSI、3GPP、IETF 及 ITU 等標準組織積極合作，建構 B3G 系統標準。藉由參加本次會議與各國無線通信專家交換經驗與研究心得，除可瞭解 B3G 寬頻行動通信系統與服務應用技術最新進展外，經由參加會議所取得之技術資料，亦可及時掌握最新的行動通信產業發展趨勢，提供本所前瞻無線通信技術研發與本公司下一代寬頻行動通信系統規劃之參考。

高速無線數據服務為第三代行動通信系統主要技術突破，更是未來無線通信市場主流，其中 WCDMA 技術被視為第三代行動通信系統主要標準。值本公司已取得第三代無線通信系統執照，並積極進行系統建置相關作業時，藉由本次參加 Nortel 之 Advanced UMTS Radio Interface 訓練，可以深入瞭解 WCDMA 系統關鍵技術及未來發展趨勢，提供本公司建設

第三代行動通信系統之參考，並強化後續系統維護與優化技術。

# 赴法國 Nortel 實習「UMTS 空中界面」並參加 「無線世界研究論壇第四次會議」出國報告

<u>目錄 (Contents)</u>	<u>頁次 (Page)</u>
<u>1. 目的</u> .....	1
<u>2. 行程概要</u> .....	2
<u>3. WWRF(4)會議摘要</u> .....	2
<u>3.1 WWRF PLENARY SESSION</u> .....	2
<u>3.2 WWRF WORKING GROUP MEETINGS</u> .....	3
<u>3.3 WG3 &amp; WG4 CONTRIBUTIONS 重點摘要</u> .....	3
<u>4. 實習心得</u> .....	17
<u>4.1 WCDMA INTRODUCTION</u> .....	17
<u>4.2 BASIC WCDMA ELEMENTS</u> .....	18
<u>4.2.1 Channelization and Scrambling Codes</u> .....	18
<u>4.2.2 Key Technologies of WCDMA</u> .....	19
<u>4.3 PROTOCOL LAYERS-GENERAL DESCRIPTION</u> .....	22
<u>4.4 LOGICAL CHANNELS</u> .....	25
<u>4.5 TRANSPORT CHANNELS</u> .....	26
<u>4.6 PHYSICAL CHANNELS</u> .....	28
<u>4.7 MODULATION AND DEMODULATION</u> .....	29
<u>4.8 AMR SPEECH CODEC</u> .....	32
<u>5. 檢討與建議</u> .....	33

## 1. 目的

本次出國案係依據中華電信股份有限公司九十年度派員出國訓練編號第 77 項「高速無線數據新技術」，暨法國 Nortel 公司訓練課程邀請函、電信國家型計畫辦公室(90)福信字第 0084 號函及無線世界研究論壇(Wireless World Research Forum, WWRF)第四次會議邀請函辦理。行程主要包含兩部份，其一為參加「無線世界研究論壇第四次會議」，並發表研究論文一篇，其二為參加 Nortel 公司訓練中心之「Advanced UMTS Radio Interface」訓練課程。

WWRF 是由世界通信大廠 Alcatel Ericsson Motorola Nokia 及 Siemens 等公司在 2001 年 3 月所共同發起之無線世界研究論壇，旨在探討未來 B3G (Beyond 3G)無線通信系統之研究方向，釐清重要研究領域，並與 UMTS Forum、ETSI、3GPP、IETF 及 ITU 等標準組織積極合作，建構 B3G 系統標準。藉由參加本次會議與各國無線通信專家交換經驗與研究心得，除可瞭解 B3G 寬頻行動通信系統與服務應用技術最新進展外，經由參加會議所取得之技術資料，亦可及時掌握最新的行動通信產業發展趨勢，提供本所前瞻無線通信技術研發與本公司下一代寬頻行動通信系統規劃之參考。

高速無線數據服務為第三代行動通信系統主要技術突破，更是未來無線通信市場主流，其中 WCDMA 技術被視為第三代行動通信系統主要標準。值本公司已取得第三代無線通信系統執照，並積極進行系統建置相關作業時，藉由本次參加 Nortel 之 Advanced UMTS Radio Interface 訓練，可以深入瞭解 WCDMA 系統關鍵技術及未來發展趨勢，提供本公司建設第三代行動通信系統之參考，並強化後續系統維護與優化技術。

本文內容章節安排如下，第一章說明本次出國目的，第二章為行程概要，第三章為 WWRF(4)會議摘要，第四章為 Nortel 實習心得，文末則為對本公司的相關建議。

## 2. 行程概要

- 12月5日:原訂晚上 11:50 搭乘長榮航空 BR0087 班機至法國巴黎，因巴黎戴高樂國際機場罷工，致班機延誤一天啟程。
- 12月6日:晚上 11:50 搭乘長榮航空 BR0087 班機啟程赴法國巴黎。
- 12月7日:早上 07:30 抵達法國巴黎戴高樂國際機場，08:40 抵達 WWRF 會場 Le Grand Hotel。上午參加 Working Group 3 Meeting，並發表 Contribution 一篇，下午參加 Cross Working Group Discussions。
- 12月10~12日:參加法國巴黎 Nortel Network 公司 UMTS 訓練中心之“Advanced UMTS Radio Interface”訓練課程。
- 12月13日:上午 11:20 搭乘長榮航空 BR0088 班機返國，於 12 月 14 日上午 08:30 分抵達桃園中正國際機場。

## 3. WWRF(4)會議摘要

本次會議由 Alcatel 主辦，於 12/06~12/07 日於法國巴黎 Le Grand Hotel 舉行，其議程安排為：

- 12/06：WWRF Plenary Session，計安排有 11 場演講
- 12/07：WWRF Working Group Meetings，安排各分組 Contributions 發表及討論

### 3.1 WWRF Plenary Session

WWRF Plenary Session，議程如下：

- “Approach to the Future of Wireless World”，(Alcatel)
- “Regulating the Wireless Spectrum”，by Mr. Feneyrol (ART- France)
- “Point of View from CEC”，by Dr J. Da Silva (European Comm)
- “Managing the Wireless World Evolution”，by Mr. A. Fouquet (FT- R&D)
- “Organizing Wireless Research in France”，by Mr. M. Weill (Ministry of

Industry)

- “Keynote Address”, by Dr B. Meyerson (IBM-USA)
- “WWRF Achievements in 2001-Overview of Book of Visions”, by Mr. N. Niebert (Ericsson)
- “WWRF Achievements in 2001-WG1 User in the Driving Seat”, by Dr. Ken Crisler (Motorola)
- “WWRF Achievements in 2001-WG2 Service Infrastructures”, by Prof R. Zeletin (GMD-Fokus)
- “WWRF Achievements in 2001-WG3 New Environment & Heterogeneous N/W”, by Prof R. Tafazolli (Univ of Surrey)
- “WWRF Achievements in 2001-WG4 New Air Interface”, by Prof B. Walke (Univ of Aachen)

### 3.2 WWRF Working Group Meetings

- [WG 1: The User in the Driving Seat](#) (Chairperson: Ken Crisler)
- [WG 2: Service Architectures](#) (Chairperson: Chair Prof R. Zeletin)
- [WG 3: New Environment and Heterogeneous Networks](#) (Chairperson: Chair Prof R. Tafazolli)
- [WG 4: New Air Interface](#) (Chairperson: Chair Prof B. Walke)

### 3.3 WG3 & WG4 Contributions 重點摘要

[Contribution No: 3\\_02](#)

Title: Optical backbone networks for wireless communication systems

Authors: BKTel communications GmbH

Pages: 2

文件研讀者：林鎮球

重點摘要：

這篇文件主要在描述光纖核心網路的重要性，因為在可預見的未來無線行動接取網路和元件的普及化，使得後端核心網路的容量

(Capacity)、成本(Cost)、彈性(Flexibility)議題更加重要，綜合以上的問題，我們可以想見藉由 CWDM、DWDM 等先進技術所建設的光纖網路，為我們提供了一個高速的、大容量的、具有彈性的網路系統。但是該如何選擇怎麼樣的一個光纖纜線，也是一個必須要討論的議題，因為不同類別的光纖纜線對整個系統架構的影響不容忽視。最後還提到除了纜線的類別之外網路的架構對整個網路效能的影響也相當大，例如採用環狀結構(ring structures)以及網狀結構(meshed topologies)的網路架構對整個網路有著路徑保護(Path Protection)的效果。

### Contribution No: 3\_03

Title: IP-Based Vertical Handovers

Authors: King's College London (University of London)

Pages: 3

文件研讀者：林鎮球

重點摘要：

這篇文件在說明就是未來 4G 的網路一定是結合 IP-Based 和異質網路相互交遞的一個行動多重接取網路，為了實現這個願景，一個重要的議題就是行動管理(mobility management)的機制，而要完成行動管理我們可以藉由結合 Mobile IP 以及 Session Initiation Protocol(SIP)來達成。而本文作者的研究重心在於如何利用 SIP 來達成提供行動管理的機制。

State of the art in the area:

根據行動網路的概念，作者以及其所屬的研究計劃已經建立了 Ethernet 和 GSM 網路的垂直交遞(Vertical Handover)協定機制測試平台，其中 Mobile IP 用來作為行動平台，SIP 用來作為 existing sessions 的控制訊號交互運作和協調、談判機制。

在 unplanned handovers 的過程中會有鏈路擁塞(link congestion)的現象發生，解決的方法有如下：

1. end-to-end approach



## 2. Mobile IP Home Agent

第一種方法 end-to-end approach 比較沒效率，並且在 high data rate 時也會導致鏈路擁塞(link congestion)，第二種方法因為藉由 Mobile IP Home Agent 保證控制訊號準時到達而避免了第一種方法的困擾。

### Contribution No: 3\_05

Title: Re-configurable Terminals Beyond 3G, Re-configurable Baseband

Authors: University of Bristol; Motorola Labs; Siemens AG; Toshiba Research Europe Ltd; Panasonic European Laboratories

Pages: 6

文件研讀者：劉家宏

重點摘要：

根據 WWRF Book of Vision 一書的看法，SDR re-configurable 設備的研發可以分為三個部分：

1. High-level system research
2. Hardware architecture research
3. System and software architectures research

而在第三部分 system and software architectures 進行的研究當中。又可分為下列四個主題：

1. Analysis of the re-configurability requirements
2. Research on system and network architectures supporting re-configurable equipments
3. Research on network-centric re-configuration support
4. Research on terminal-centric re-configuration support

本篇論文針對 system and software architectures 中的 terminal-centric re-configuration support 這個主題，提出一個靈活有彈性的架構。這個架構特別是針對用戶終端設備的基頻模組而設計，可適用於不同的無線進接技術(Radio Access Technologies, RATs)。這種架構可自我設定其相關參數，

以執行各種不同的服務與應用。為了達到這個目的，在本論文中提出了物件導向的概念(Object-Oriented)，使得基頻模組可以藉由放入適當的 classes 而改變其功能。這種概念類似動態連結資料庫(Dynamic Link Library, DLL)以及工研院所提的硬體抽象層(Hardware Abstraction Layer, HAL)。

### Contribution No: 3\_06

Title: Software Radio Integration and Reconfiguration Management

Authors: Centre for Communication Systems Research, University of Surrey

Pages: 9

文件研讀者：劉家宏

重點摘要：

為了使得不同通訊網路之間能夠達到互通性，在這篇論文中，作者提出了下面的三個架構：

1. Reconfiguration architecture(RA)：在這個架構下，系統便可以透過一些 APIs(Application Program Interfaces)而達到設定或重新設定所有 protocol stack layers 的目的。
2. Reconfiguration Management Architecture (RMA)：在這個架構下，可以使用戶終端與網路端對於所有 protocol stack layers 參數之設定行為，進行管理與監控。如此，可提高整體資源分配的效率。
3. Universal Reconfiguration Signaling Architecture(URSA)：在這個架構下，提供了幾組控制訊號，可讓用戶終端與網路端進行溝通。也就是系統參數更新之請求、通知、控制、管理等等。除此之外，這個架構還提供了不同網路之間的連結能力，包括垂直連結與水平連結的溝通能力。

在第一個架構中，作者採用類似 Suns 所提出來的 kVM(kilo-Virtual Machine)架構，也就是透過類似 Java 之類的開放式介面來達成 user/service level 與 system level 的程式設計。這種架構和 kVM 不同的地方是，它還提供了 reconfiguration management 的介面，可以與 RMA 進行溝通。在第二

個架構中，依據下列三個時機，進行系統參數的管理：

1. 本來沒有組態的網路
2. 本來有組態，但要更新
3. 本來有組態，但需要小幅修正或是除錯

RMA 主要由 reconfiguration control、reconfiguration management、radio module 三部分所組成。在第三個架構中，主要是由 reconfigurable terminals connectivity、cross system connection management(CM)、cross system mobility management(MM)、software download、reconfiguration management 等五部分所組成。

[Contribution No: 3\\_07](#)

Title: SDR Applications in Self Organizing Environment- Evolution of Radio Resource Management

Authors: Motorola Labs

Pages: 6

文件研讀者：文星超

重點摘要：

本篇主要的目的是要研究無線電系統如何在可變組態之終端設備加入後，能以服務及應用為導向，在有限的無線電資源下，快速地滿足使用者的需求。潛在的方法是要結合 SDR 與 self organizing networks 以提供新的服務，再者，好好探究現行的蜂巢網路使用者間有什麼共通性，以便更有效率地使用頻譜與提供良好的服務品質。一般我們將使用者族群的發展概分為尚未成型(Unorganized)與已形成(Concerted)二類，分別探究有什麼新服務與可形成什麼族群。以尚未成型的族群而言，可以公共事物如運動競賽或展覽會等可能感興趣的活動開始，由網路經營者向使用者廣播，使用者可依需求加入而形成族群，網路經營者進而將資源重新導向另一種新而佳的無線電接取技術，並形成一個特權通訊區。這一族群的建立有賴於一種主從的原則，由一主事者先建立好族群，有興趣

的使用者選擇加入，一但加入後便交由該主事者管理，使用最適合的資源以滿足需求，同時釋出原本佔用的資源，這時，原本所在的網路將不再直接管理該使用者，而僅透過該族群之主事者傳遞訊息。同樣的，以已形成的族群而言，亦有相同的運作方法，不過由於族群成型在網路架構之先，所以主事者由族群成員推舉產生，進而向網路經營者提出申請，由網路經營者審視架構與資源後通知主事者建立該族群。以上看來，不論何種族群，都需要一種可依需求改變組態之無線電設備，以便視需求使用較佳的無線電接取技術與資源，不過，在資源管理方面，也要做到資源分配的獨占性，不同族群或族群外的使用者絕不能使用該族群所分配到的資源。總的來說，這樣的做法有二大好處，第一，因使用者已適當區隔，可以最適合的無線電接取技術提供服務，提高服務品質。其二，形成族群後，族群由主事者管理，原先在網路中的使用者釋放在網路中使用的資源，使得原先網路中僅剩該主事者一名使用者，釋出之資源可提供更多基本使用者。

#### [Contribution No: 3\\_08](#)

Title: Mobile hybrid networks - Convergence between digital wireless broadcasting (DVB-T, DAB) and mobile communications

Authors: Vodafone

Pages: 13

文件研讀者：蔡文豐

重點摘要：

本篇文章主要是探討如何結合 mobile 和 DAB 及 DVB 以提供更多元化的服務，包括網路端與終端的整合，目前參與研究的 projects 有 MCP、DRIVE、CISMUNDUS、MONASIDER，參與研究的 forums 有 DVB project、Group DVB-UMTS、IP Datacasting Forum 及 UMTS Forum: Group ICT。研究重點包括：如何應用行動通信與數位廣播提供車上多媒體及兼具教育與娛樂的服務、如何使高品質無線 IP 存在異質無線電環境中並使其能在交通運輸工具中提供多媒體服務、UMTS 的無線電環境中之網路及服務的

管理、因應商業上的需求結合廣播與行動通信平台、用 IP 標準來傳送多媒體的內容以提昇 DVB 的使用及其他數位廣播的標準等。

[Contribution No: 4\\_02](#)

Title: Towards 4G IP-based Wireless Systems

Authors: Chalmers Univ. of Techn., Uppsala Univ., Karlstad Univ.

Pages: 5

文件研讀者：林鎮球

重點摘要：

作者們提出一些改進系統效能的觀念跟方法，藉由這些方法和觀念能夠使一個封包交換的無線蜂巢式系統(A packet switched wireless cellular system)具有大範圍涵蓋(wide area coverage)以及高傳輸量(high throughput)的能力。

根據論文內容，這樣的系統在無線接取階段(Radio Access Level)具有下述特性：

1. Long Term Power Prediction
2. Smart Antennas
3. Scheduling Among Users
4. Adaptive Modulation and Power Control

而在網路端具有下述能夠增進系統效能的特徵：

5. TCP Westwood
6. Soft Information

我們將一一描述上述各項的大意：

在項 1 中作者從參考文獻中發現當目標物移動的距離不超過半個載波波長時，其感受到的通道特性在一定的精確度下可視為可預測的，基於這個概念我們假設在一個細胞內的每一個用戶的通道特性都在我們的預測之下，如此一來我們便可將系統的話務負載(traffic load)分配在通道情況較好的時候，如此便可達到優化(optimize)系統效能的目的。

在項 2 中在 Terminal 端經由 Maximum Ratio Combining (MRC), 在基地台端使用智慧型天線(Smart Antenna)能有效提昇系統效能。

在項 3 中在根據項 1 的假設我們可以得到每一個用戶的頻率-時間反應(frequency-time response pattern), 然後我們可將這個 pattern 切割成小區域的區塊(bins), 在這個小區塊內其通道的頻率反應可視為常數, 因為每個用戶在不同的時間區間內其通道響應有好有壞, 利用這個特性 User Scheduler 便可以利用用戶在其通道響應好時傳送封包, 通道響應不好時讓其他此時通道響應良好的用戶傳送封包, 達到優化(optimize)系統效能的目的。

在項 4 中因為每個小區塊內其通道的頻率反應可視為常數, 所以有利於積極策略的 Power Control 法則的作用, 並且根據通道響應的好壞程度的不同使用不同的調變方式(Adaptive Modulation), 達到通道的最佳利用率(waterfilling)。

在項 5 中因為傳統的 TCP 是使用在有線的環境中的網路協定, 所以不適用在無線的應用中, 因為 TCP 無法辨識由通道衰落(fading)所造成的錯誤(error)和通道擁塞的不同, 所以作者提出在無線的 TCP 應該改用修正過後的 TCP 協定, 也就是 TCP Westwood 來改善系統的效能。

在項 6 中作者主張可以經由 positioning information 等等的 soft information 提供給網路作為參考, 提昇系統的效能。

#### [Contribution No: 4\\_03](#)

Title: Antennas for Wideband and Ultra-WB-Communication, MIMO-Systems and Mobile Adhoc Networks

Authors: University of Karlsruhe

Pages: 4

文件研讀者：張維儒

重點摘要：

本文作者針對其在未來無線通信領域的三項研究主題作簡易之說



明，包括 Ultra-Wideband Antenna, MIMO Systems 與 Mobile Adhoc Networks。

在超寬頻天線部份，因應異質網路整合及超寬頻通信技術之應用，傳統 self-dual 及 logarithmic-periodic 結構之寬頻天線已不符需求，因此超寬頻天線設計與模擬之研究是必需地。

在 MIMO 技術方面，作者著重於天線相互耦合、最佳天線陣列結構、最佳天線場型等之研究，另外亦建立不同環境之通道模型以協助上述議題之模擬分析。

另外，作者認為車輛上之無線通信也將是未來通信網路重要的一環，為達到於高速度移動之車輛上提供高速率數據傳輸服務，必需發展 inter-vehicle communication 及 mobile adhoc network 技術，而 inter-vehicle 傳輸通道特性之研究是進行此 mobile-to-mobile 通信系統之重要課題。

#### Contribution No: 4\_04

Title: Virtual Antenna Arrays

Authors: King's College London

Pages: 6

文件研讀者：張維儒

重點摘要：

本文提出一以多部手機相互通信組成一虛擬天線陣列(VAA, Virtual Antenna Array)概念(如圖 3-1 所示)，解決手機端無足夠空間裝置天線陣列的問題，實現 MIMO 技術，提升通道容量與通信品質。

此概念與傳統 MIMO 架構最大不同在於其手機端天線陣列間採無線界面，所以 VAA Group 之組成及不同手機天線間信號傳遞之空中界面為關鍵問題。

在 VAA Group 組成問題上，根據 MIMO 通道容量理論估算，收發兩端天線數目相等時其效率最佳，所以視基地台端天線數目決定 VAA Group 大小，另外為使手機間能有效傳遞信號，網路端需能取得各手機之位置資訊，以選擇鄰近之手機組成 VAA Group，減低傳播損失、同步、

功率控制等問題。

在空中界面問題方面，作者就使用與行動通信系統相同之空中界面及使用其他標準之空中界面兩種方式探討。其中，若使用與行動通信系統相同之空中界面，則將佔用原系統資訊並增加干擾量，若使用其他標準之空中界面(如 HIPERLAN/2 或 Bluetooth)，則將實際達到有效提升系統容量之目的，缺點則為手機須具兩種標準之接收機。

目前作者已完成應用 VAA 概念之 WCDMA Link Level 模擬，預計於 2002 年中完成 System Level 模擬，若能由模擬結果能初步驗證 VAA 概念可行，則將建置一 VAA Testbed，並預計於 2003 年底完成。

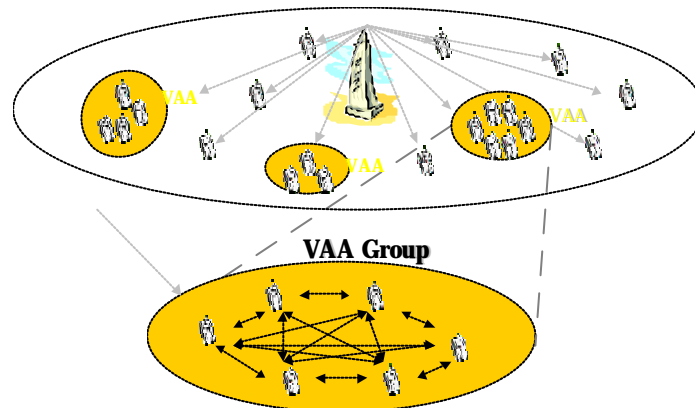


圖 3-1 手機端虛擬天線陣列概念圖

Contribution No: 4\_06

Title: Hybrid OFDM/CDMA/SFH: A Novel Concept for Wireless Multimedia Communications

Authors: Aalborg University

Pages: 6

文件研讀者：蔡文豐

重點摘要：

本篇文章主要是提出一種稱為 Hybrid OFDM/CDMA/SFH 的新系統架構，這種架構結合了 OFDM、DS-CDMA 以及 SFH(Slow Frequency Hopping)



技術(如圖 3-2 所示), 並將此種架構與一般 OFDM、DS-CDMA 以及 DS-SFH 等三種系統架構相比較, 提出說明這種 Hybrid OFDM/CDMA/SFH 系統架構可以克服一般 OFDM、DS-CDMA 以及 DS-SFH 等三種系統架構可能遭遇的問題(如下文所示)。

Problem	Solution
1. OFDM system only supports one user.	1. We use OFDM/CDMA which supports multiple users.
2. DS-CDMA does not permit very high data rates, owing to frequency selective fading at high data rates.	2. OFDM counters this by S/P conversion, allowing flat fading at sub-carrier level.
3. DS-CDMA system suffers from “near-far” effect in the uplink.	3. This is solved in hybrid system using SFH.
4. CDMA systems use DS-SFH to control “near-far” effect. But DS-SFH can only support non-coherent modulation owing to hopping at bit level.	4. OFDM-FH system hops on frame basis allowing coherent modulation.
5. DS-CDMA systems cannot indefinitely support multiple users due to MAI and SI problems caused due to too many users.	5. Hybrid system allows any number of users by increasing the number of hops. Hence, number of users = Number per CDMA system * Number of Hops. Bandwidth should, however, be available.
6. DS-CDMA poses synchronisation problems at very high chip rates.	6. OFDM systems have an easier synchronisation problem due to using cyclic prefixes.

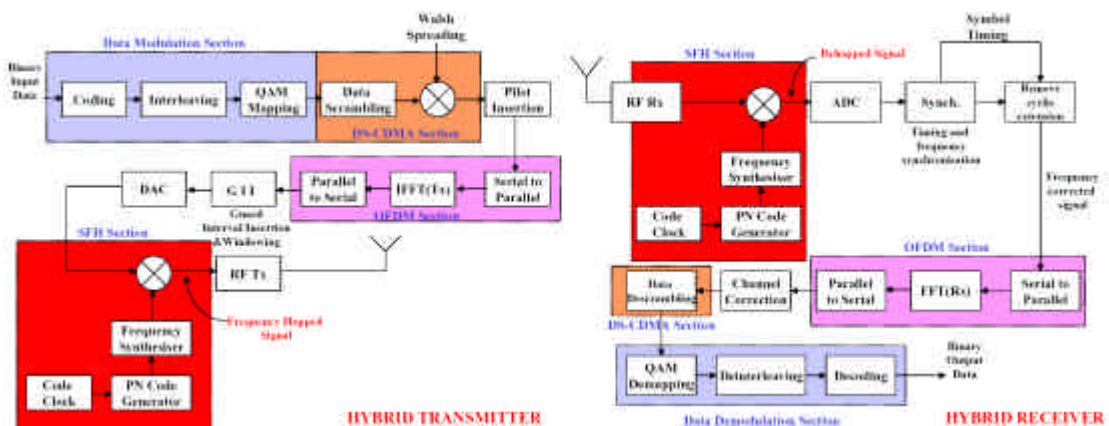


圖 3-2 Hybrid OFDM/CDMA/SFH 系統架構

Contribution No: 4\_07

Title: How to Make Smart Antennas in Handsets Feasible

Authors: Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme - IMS Duisburg

Pages: 4

文件研讀者：張維儒

重點摘要：

鑑於 Smart Antenna 利用空間維度增加無線資源概念，本文主在探討於手機端使用天線陣列之優點與困難，並提出此議題之研究方向，預計於 5~7 年後應用於 4G 系統。

於手機端應用陣列天線之主要優點為：

1. 利用空間維度增加無線資源
2. 利用天線陣列指向性，降低電磁波輻射對人體之影響
3. 利用天線陣列增益，延伸電磁波有效傳播距離或降低手機發射功率

無足夠空間是手機端裝置陣列天線之根本問題與瓶頸，較小之天線間距與較少之天線數目，將會有天線相互耦合(coupling) 指向性(directionality) 差、掃描盲點(scan blindness)等問題，降低陣列天線之效能。另外，因手機不似基地站為固定之設備，隨著用戶之使用，將隨時面臨天線校正問題。作者於本文提出下列研究方向以解決上述問題：

1. 研發可控制方向性之主動式天線(active antenna)
2. 發展可容忍環境改變之信號處理方法
3. 發展三維(3D)之陣列天線
4. 研究陣列天線結構以有效降低較小天線間距所致之問題

作者於文末特別指出，其研究目標在於開發一可實現之硬體設計方

式及發展與硬體搭配之信號處理方法，以有效提升接收信號之 SNR，但可預期的是手機端使用陣列天線絕不可能獲致如陣列天線應用於基地台之效能。

#### Contribution No: 4\_08

Title: Scheduling and Adaptive Transmission for the Downlink in 4G Systems

Authors: Ericsson, Uppsala Univ., Chalmers Univ. of Technology

Pages: 5

文件研讀者：林鎮球

重點摘要：

這篇論文的作者研究的主題和 Contribution No: 03\_04\_02 應該是同一系列的，作者提出一個適用於 packet data transmission using the Internet Protocol(IP) in 4G 的無線系統，這個系統是結合 hybrid type-II Automatic Repeat request (ARQ) scheme 和 Channel Prediction Adaptive Modulation scheme 的一個系統。

從通道預測結合適應性調變技巧這個觀點來看，理論上我們可以根據每個用戶遭遇通道的好壞來決定調變的方式，使得通道容量(Channel Capacity)達到最佳化(waterfilling theorem)。然而，通道預測本身就具有一定的誤差，不可能達到完美的預測，所以還要配合錯誤更正(error correction)和重傳(re-transmission)的機制，也就是所謂的 hybrid type-II Automatic Repeat request (ARQ) scheme 才能符合實際的應用。

#### Contribution No: 4\_09

Title: Transmit Diversity Assisted Multicarrier DS-CDMA: A Flexible Multiple Access Scheme for Ubiquitous Communications

Authors: University of Southampton, UK

Pages: 3

文件研讀者：蔡文豐

重點摘要：

本篇文章主要是探討比較 SC DS-CDMA、MC-CDMA 及 MC DS-CDMA 的特性及優缺點，並說明在未來提供多媒體服務的不同通信環境下，使用 MC DS-CDMA 加上 transmit diversity 的架構是較好且較有彈性的選擇方式。一般 SC DS-CDMA 系統架構較易受 multi-path delay spread 的影響，而 MC-CDMA 系統架構則因為使用多個 sub-carrier 而有較高的 peak-to-average power ratio 的問題，然而，MC DS-CDMA 系統架構雖然比 DS-CDMA 系統架構有較低的 chip rate(即較低的 processing gain)，此種系統架構也因為有經過展頻處理而比 MC-CDMA 系統架構所使用的 sub-carrier 數目少，但卻可以依環境而做彈性的選擇 chip rate 和 sub-carrier 的數目，可以有一個 trade-off，而不像其他兩種系統架構比較沒彈性，這是 MC DS-CDMA 系統架構的好處，但面對各種不同的通信環境，此種系統架構可能會因處在較差的通信環境下而使得 BER 變大，如果再加上 transmit diversity 的設計的話，便可以提高系統的性能。

#### [Contribution No: 4\\_10](#)

Title: Sensor Networks: Applications and Issues

Authors: Ericsson Systems Expertise, Ireland

Pages: 12

文件研讀者：蔡文豐

重點摘要：

本篇文章主要是提到一個有關 Sensor Network 的概念與應用，sensor network 是一種可以自己組裝且可以自動工作的設備，未來可以將之安裝在現有系統如 WLAN 或 Bluetooth 上面並與 GSM 及 UMTS 系統共同運作，這種機制可用來進行人體健康、環境污染、工業安全及軍事上的應用，其主要面臨的問題是只能小範圍的收發、低的 CPU 速度以及電池的問題。

## 4. 實習心得

本次訓練地點為法國巴黎 Nortel Network 公司 UMTS 訓練中心，課程名稱為“Advanced UMTS Radio Interface”，內容包含 WCDMA Introduction, Basic WCDMA Elements, Protocol Layers-General Description, Logical Channels, Transport Channels, Physical Channels, Modulation and Demodulation, AMR Speech Codec 等，訓練課程共為期三天。本章將分別就上述議題作簡要說明。

### 4.1 WCDMA Introduction

WCDMA、cdma2000 與 TD-SCDMA 為目前第三代行動通信系統三大主要標準，就目前市場發展情況而言，WCDMA 將會是 3G 系統之主流。其中歐洲地區與日本之 3G 系統將主要以 WCDMA 為主，cdma2000 則以美洲為主要市場，至於中國大陸目前仍處於三大標準競爭狀態，預期在中國大陸政府扶植民族工業政策下，TD-SCDMA 將保有一定之優勢，但其產品與系統性能是否能符合市場需求，尚待進一步觀察。

WCDMA 在標準上依雙工模式可分為分頻雙工(FDD)與分時雙工(TDD)兩種，就目前產品與市場發展情況來看，TDD 模式之 WCDMA 系統已不具發展潛力，故本文之 WCDMA 所指為 WCDMA-FDD。WCDMA 為歐洲方面所提出之第三代行動通信系統標準，其發展演進過程如圖 4-1 所示，由第二代使用劃時多工進接(TDMA)技術，提供語音與電路交換數據(circuit switch data)之 GSM 系統，演進至可提供分封交換數據(packet switch data)之 GPRS 技術，再經由空中界面之全面更新發展而得 WCDMA 使用直接序列展頻(DSSS, Direct Sequence Spread Spectrum)技術，其碼速率(chip rate)為 3.84 Mchip/s，可提供於室內環境達 2M bps 之數據傳輸速率。其頻段範圍為上鏈 1920~1980 MHz，下鏈為 2110~2170 MHz，上下鏈頻率差為 190 MHz，每一載波頻寬為 5 MHz。

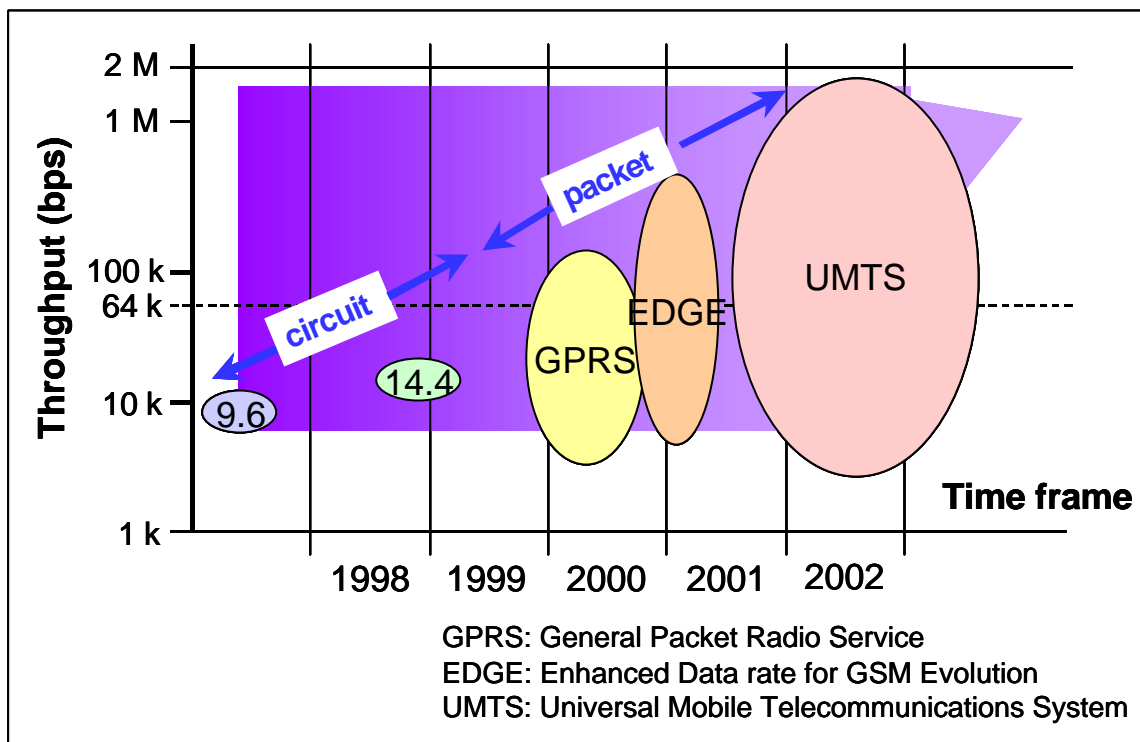


圖 4-1 Roadmap to UMTS

## 4.2 Basic WCDMA Elements

### 4.2.1 Channelization and Scrambling Codes

WCDMA 使用直接序列展頻技術，基本上每一用戶(基地台)使用相同之頻率且可同時傳送，用戶(基地台)間乃是以不同之展頻碼作為區分。在 WCDMA 系統中，用戶(基地台)間之識別碼包含 Channelization Codes 與 Scrambling Codes 兩種。其中 Channelization Codes 使用 OVSF code，其功用在於展頻與識別用戶(基地台)所使用之 Physical channel，即在下鏈路以不同之 OVSF Code 區分給不同用戶之 Channel，在上鏈路則以  $C_{SF,SF/4}$  OVSF Code 辨別該用戶目前使用之 Channel。而 Scrambling Codes 則使用長度為 38400 chips 之 PN Sequence，用以區別不同之用戶(基地台)，即下鏈路利用不同之 Scrambling Codes 代表不同之基地台，上鏈路則代表不同之用戶。如圖 4-2 所示。



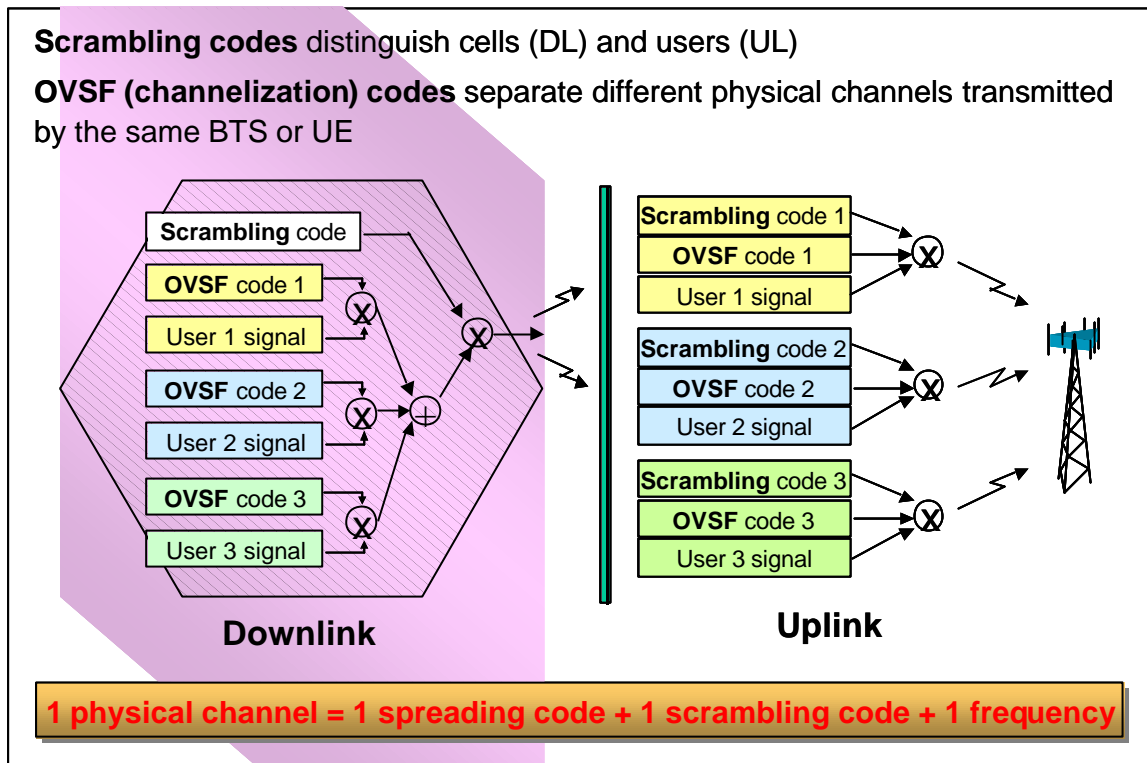


圖 4-2 Channelization and Scrambling Codes of WCDMA

#### 4.2.2 Key Technologies of WCDMA

基於展頻技術之特性，WCDMA 系統設計有多項關鍵技術用以提昇系統效能，簡述如下：

##### (1) Power Control

對 WCDMA 系統而言，功率控制為影響其系統效能最重要之關鍵，也由於功率控制技術克服了“near-far”問題，使展頻通信技術能應用於行動通信環境。基本上 WCDMA 系統設計有多種功率控制機制，如圖 4-3 所示，一為 Open Loop Power Control，即手機在 Access 過程中，其發射功率採漸增方式逐步提升，直到收到基地台之回應。在 Access 成功後即進入 Closed Loop Power Control 程序，基地台根據 RNC 設定之 BLER target 為標準，以每秒 1500 次之頻率通知手機調整發射功率，至於 RNC 設定之 BLER target 值，則每 10 ms (或更久，與 service 有關)更新一次。

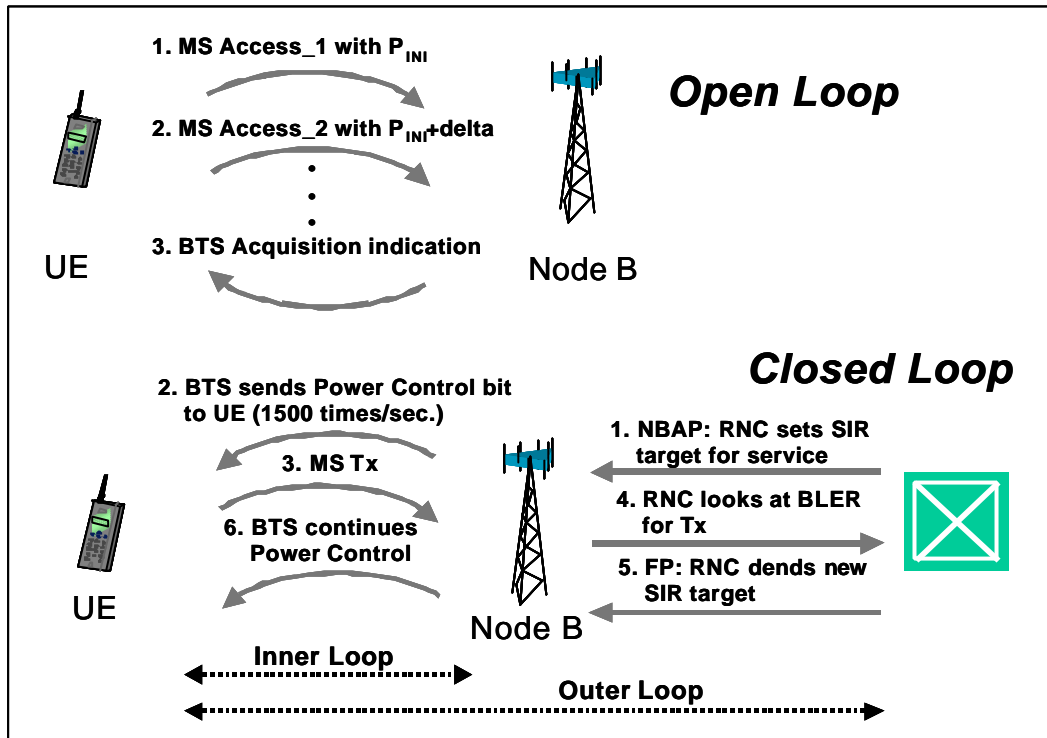


圖 4-3 Power Control of WCDMA

## (2) RAKE Receiver

電磁波信號於空間中傳遞，以反射、繞射、散射等傳播行為經由不同路徑到達接收機，造成 Multi-path Fading。WCDMA 之 RAKE Receiver 設計可將相對延遲時間超過 1 個 chip time 之 multipath 分別接收，並利用 equal gain 或 maximum ratio combining 技術將各路徑信號結合，如圖 4-4 所示，除可避免 multipath fading 提升接收信號之 SIR 外，亦為實現 WCDMA 系統另一關鍵技術 Soft/Softer Handover 之基礎。

## (3) Macro-Diversity (Soft/Softer Handover)

在 WCDMA 系統中，基本上各基地台(各扇形區)可使用同一頻率，加上 RAKE Receiver 設備，使得手機能同時與多個基地台通信，如圖 4-5 所示，如此不僅可提升信號品質，亦可降低通信中斷率，但由於手機於 Soft/Softer Handover 狀態下使用多基地台之資源，將會降低系統容量，因此 Soft/Softer Handover 機制與基地台佈放規劃將會影響系統容量與品



質。

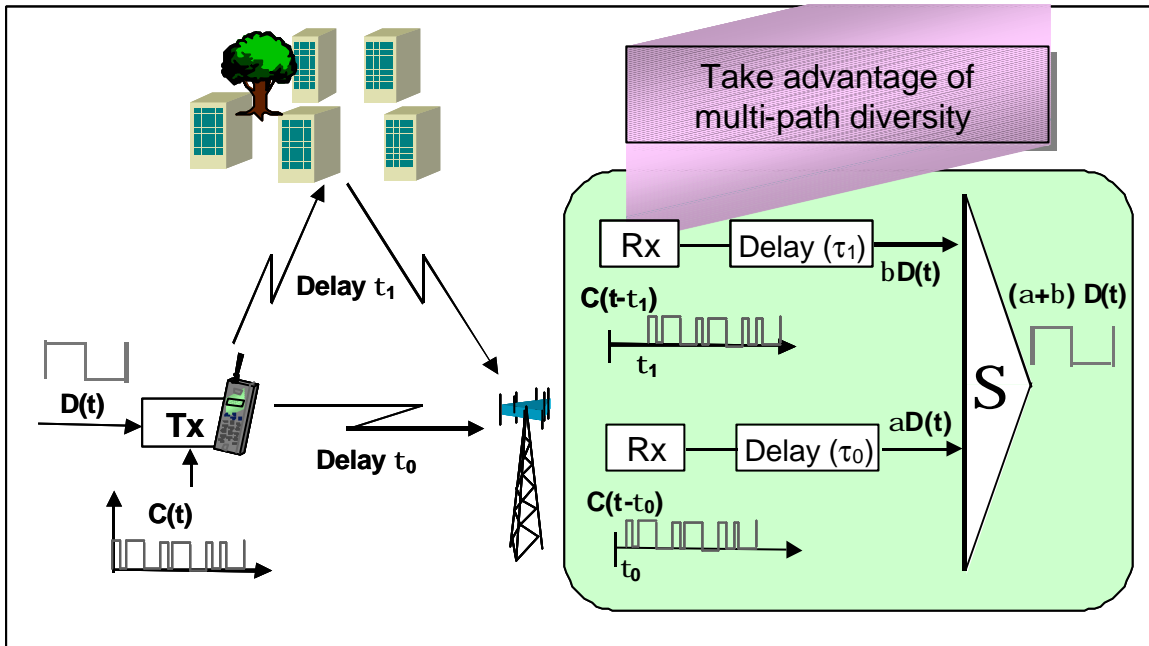


圖 4-4 RAKE Receiver of WCDMA

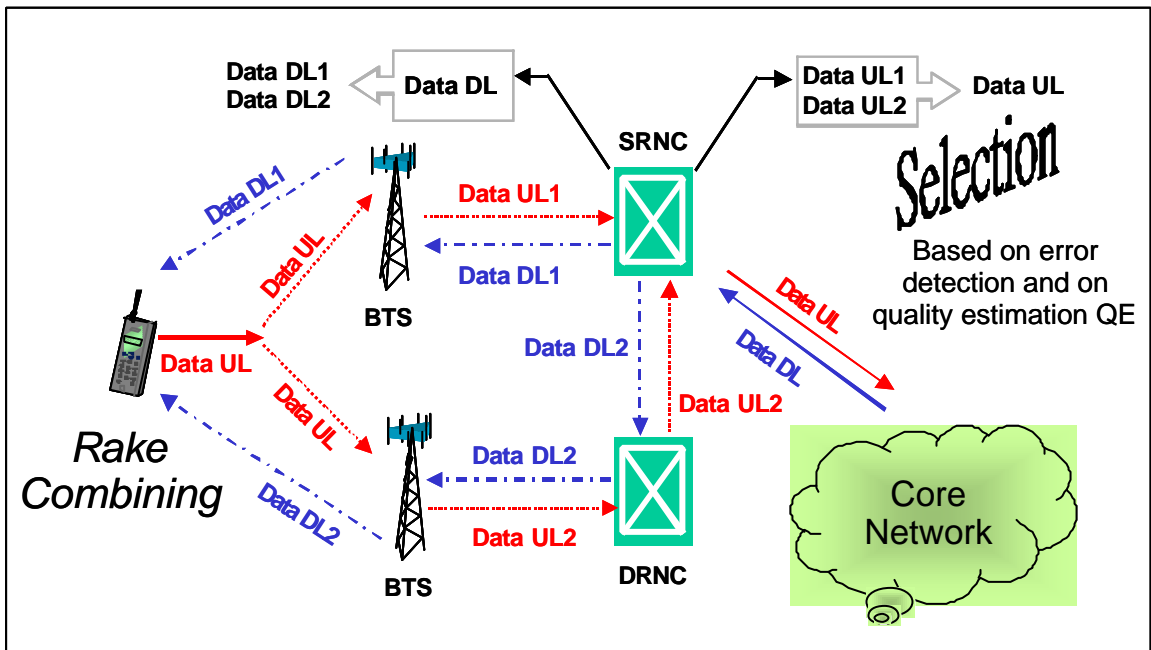
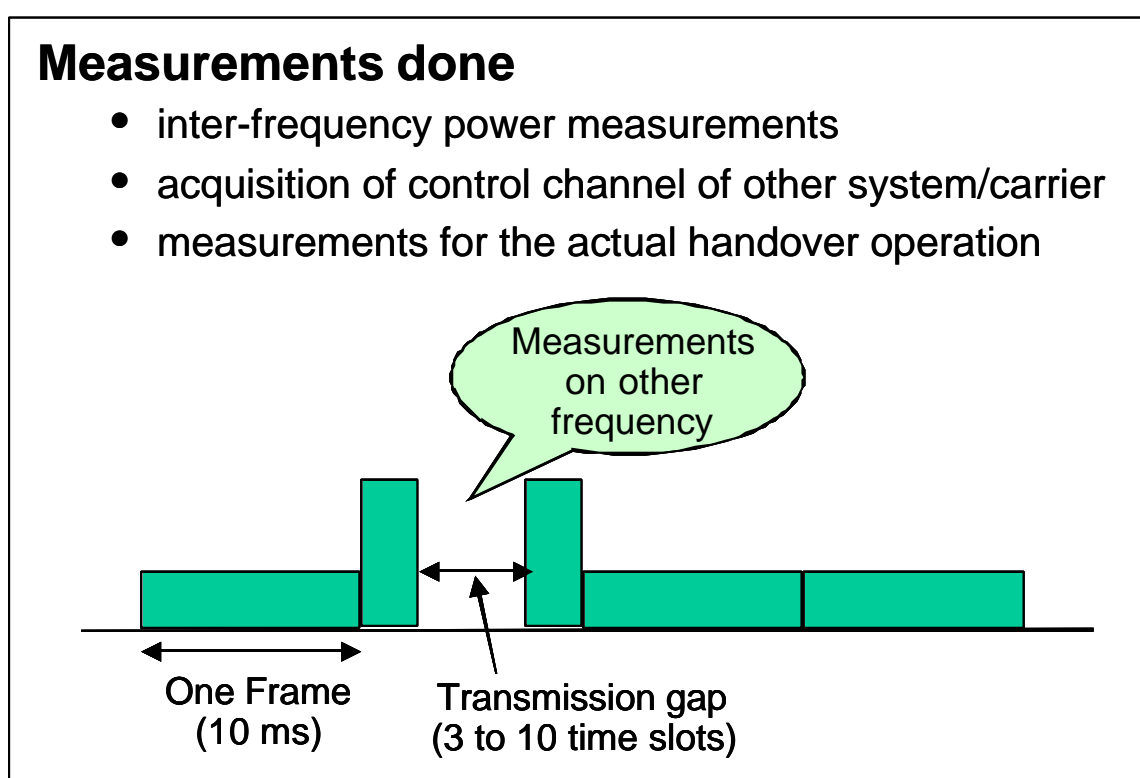


圖 4-5 Macro-Diversity of WCDMA

#### (4) Compressed Mode

為支援 WCDMA 系統之 inter-frequency, inter-mode(FDD/TDD), inter-system(WCDMA/GSM) handover, WCDMA 系統設計有 Compressed mode, 即在每一 frame 短暫中斷(3~10 slots)信號之傳收, 進行其他頻率之信號品質測量(如圖 4-6 所示), 用以判斷是否 handover 至其他



frequency/mode/system.

圖 4-6 Composed Mode of WCDMA

### 4.3 Protocol Layers-General Description

WCDMA 系統空中界面可分為三個 Protocol Layers : (1) Layer 1: Physical Layer; (2) Layer2: Data Link Layer; (3) Layer3: Network Layer, 如圖 4-7 所示。其中 Layer 1 支援所有於實體介質上傳送信號流(bit stream)所需之

功能，另外亦負責上層所需之參數量測(如 SIR, FER...)。Layer 2則負責上下層通道對應與資料之分割(segmentation)、加密(ciphering)、重傳(retransmission)等。Layer 3 主要負責 Radio Resource Control, Mobility Management, Call Control 等。

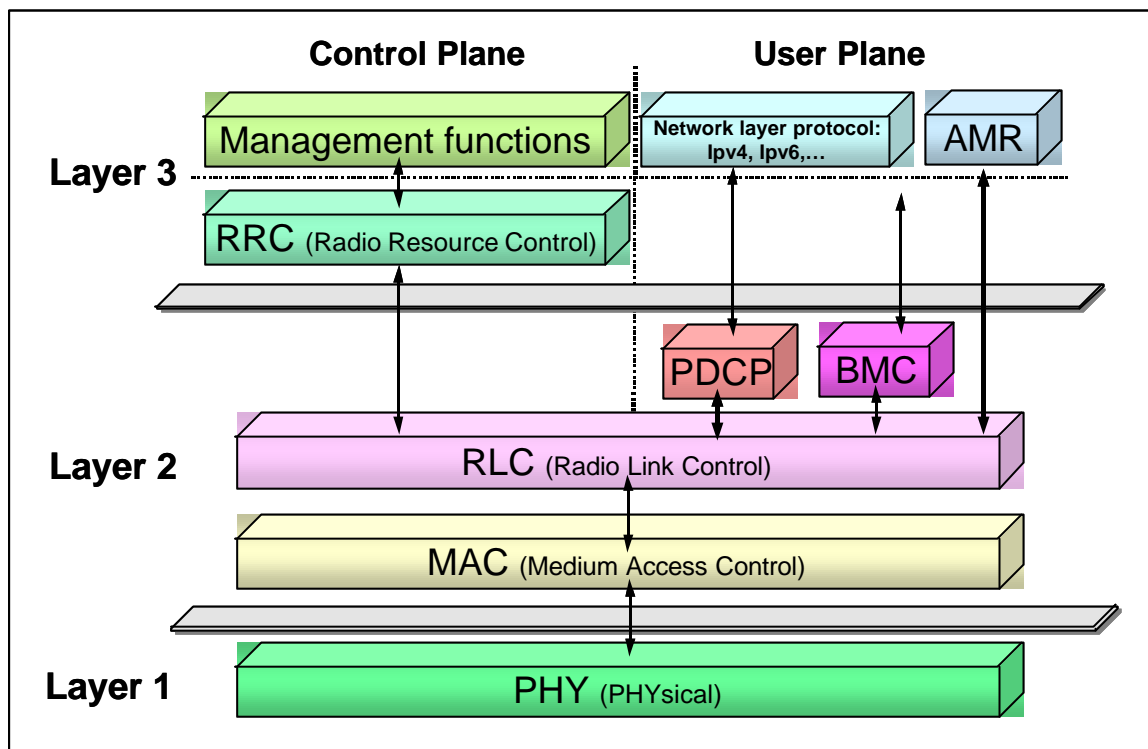


圖 4-7 WCDMA UE Protocol Layers

#### (1) PHY Layer 主要功能

- Macro-diversity distribution/combining
- Error detection on transport channels and indication to higher layers
- Coding/decoding and interleaving/deinterleaving of transport channels
- Multiplexing of transport channels and demultiplexing of CCTrCHs (Coded Composite Transport Channels)
- Power weighting and combining of physical layers
- Modulation/demodulation and spreading/dispersing of physical channels
- Frequency and time synchronization

- Measurements and indication to higher layers (FER, SIR, etc.)
- Closed-loop power control
- RF processing

## (2) MAC Layer 主要功能

- Mapping between logical channels and transport channels
- Selection of appropriate transport format
- Priority handling between data flows of one UE
- Priority handling between UEs
- Identification of UEs on common channels
- Multiplexing/demultiplexing of higher layer PDUs
- Traffic volume monitoring
- Ciphering
- Access service class selection for random access transmission

## (3) RLC Layer 主要功能

- Mapping between higher layer PDUs and logical channels
- Ciphering
- Segmentation/reassembly
- Error correction
- Flow control

## (4) RRC Layer 主要功能

- RRC connection management
- Radio Bearers management
- Radio resource management
- Paging/Notification
- Broadcast of information

- Measurement reporting management
- Outer loop power control management
- Ciphering management
- Routing of higher layer PDUs

#### 4.4 Logical Channels

在 WCDMA 系統中共將通道分為三大部份：Logical Channel、Transport Channel 及 Physical Channel，此三部份通道間之對應關係如圖 4-8 所示。有別於 GSM 系統，WCDMA 增加了 Transport Channel 設計以提供多媒體服務應用。

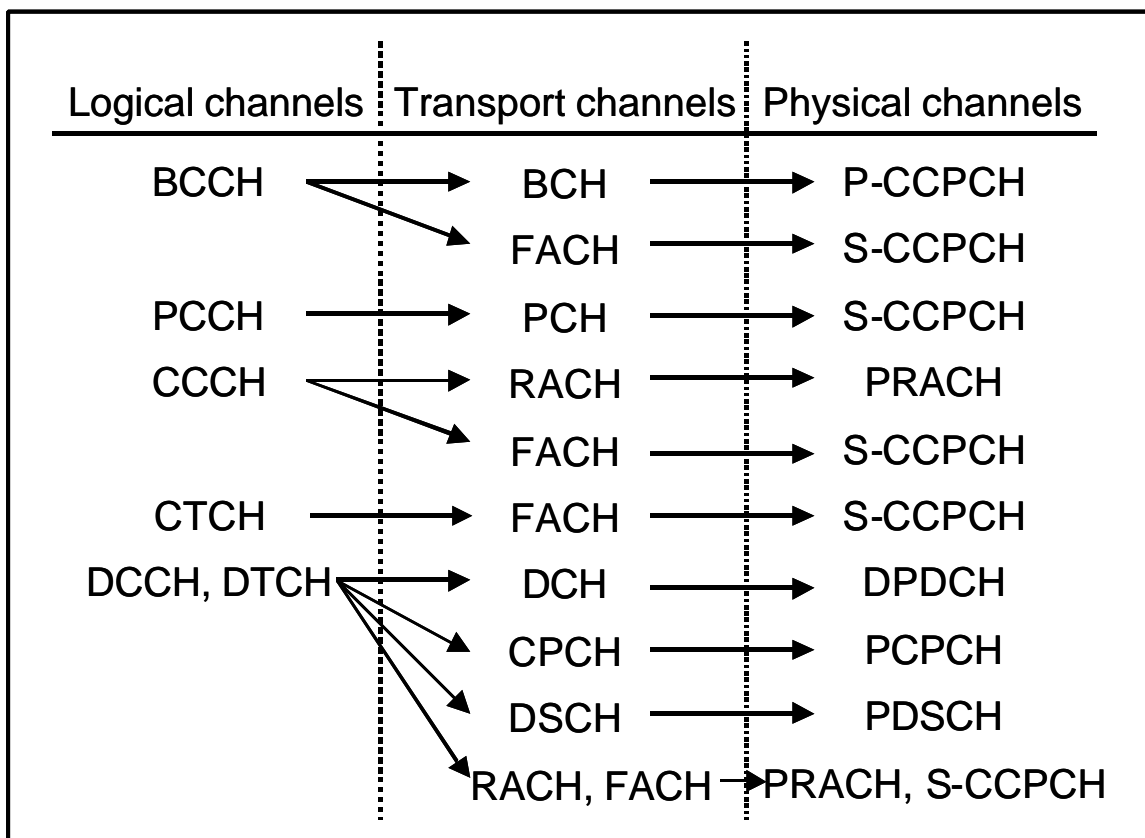


圖 4-8 WCDMA Channels Mapping

在 Logical Channel 方面，WCDMA 系統設計有訊務通道(Traffic channel)

與控制通道(Control channel)兩類共 6 個 Logical Channel，作為 RLC Layer 與 MAC Layer 間之訊息傳遞橋樑。其中 Traffic Channel 包含 DTCH(Dedicated Traffic CHannel)與 CTCH(Common Traffic CHannel)，而 Control Channel 則包含有 BCCH(Broadcast Control CHannel)、PCCH(Paging Control CHannel)、DCCH(Dedicated Control CHannel)與 CCCH(Common Control CHannel)。各 Logical Channel 功用概述如下：

- (1) DTCH：為一點對點雙向通道，用於傳送基地台與特定手機間之資料，此資料包含 Speech, Circuit switched data, Packet switched data。
- (2) CTCH：為一點對多點下行通道，可用於廣播資料給基地台涵蓋範圍內特定群組或所有手機，提供廣播型式之服務。
- (3) BCCH：為一下行通道，用於廣播所有系統訊息，如 cell identity。
- (4) PCCH：為一下行通道，用於傳送 Paging information 給手機。
- (5) DCCH：為一點對點雙向通道，用於傳送基地台與特定手機間之控制訊息，如 measurement report。
- (6) CCCH：為一雙向通道，對於尚未與系統或新基地台間連結之用戶，其與系統間之控制訊息可利用此通道傳送。

#### 4.5 Transport Channels

Transport Channel 為 MAC Layer 與 PHY Layer 間之訊息傳遞橋樑，在 WCDMA Release 99 標準中共設計有 7 個 Transport Channel，分別為 BCH (Broadcast CHannel), PCH(Paging CHannel), RACH(Random Access CHannel), FACH(Forward Access CHannel), CPCH(Common Packet CHannel), DSCH (Downlink Shared CHannel), DCH(Dedicated CHannel)，各 Transport Channel 功用概述如下：

- (1) BCH：為一下行通道，用於廣播系統訊息，對應到 Logical Channel 之 BCCH。

- (2) PCH：為一下行通道，用於廣播 Paging 等控制訊息，對應到 Logical Channel 之 PCCH。
- (3) RACH：為一上行通道，當手機進入網路系統時，由此通道傳送訊息至基地台，要求建立連結。亦可用於傳送少量數據。
- (4) FACH：為一下行通道，主要是當系統知道手機所在地時，基地台下傳特定訊息(如回應 RACH)至手機之用。
- (5) CPCH：為一上行通道，當上行數據量大而無法由 RACH 傳送時，可由此通道傳送數據。
- (6) DSCH：為一多用戶共用之下行通道，基地台藉此通道，傳送控制訊息或數據至不同的手機。
- (7) DCH：為一點對點雙向通道，用於基地台與特定用戶間之訊務傳送。

由於每一 Transport Channel 所傳送之訊息特性(QoS, data rate, data size...)不同，所以每一 Transport Channel 有其特有之 Transport Format，此 Format 由多個特徵參數組合而成，包含：

- (a) Error protection: turbo code, convolution code, no channel coding
- (b) Coding rate (for convolution code): 1/2, 1/3
- (c) CRC size: 0, 8, 12, 16, 24 bits
- (d) Transmission Time Interval (TTI): 10, 20, 40, 80 ms
- (e) Transport block size: 1 to 5000 (1 bit granularity)
- (f) Transport block set size: 1 to 200000 (1 bit granularity)

其中(a)~(f)項參數在同一 Connection 期間內是保持固定的。

對單一用戶而言，多個功能相似之 Transport Channel 可多工組合成一 Coded Composite Transport Channel(CCTrCH)，並對應到單一或多個 Physical Channel 傳送，如 PCH 與 FACH 同具傳送下行少量數據之功能，可組合為一 CCTrCH。如圖 4-9 所示。

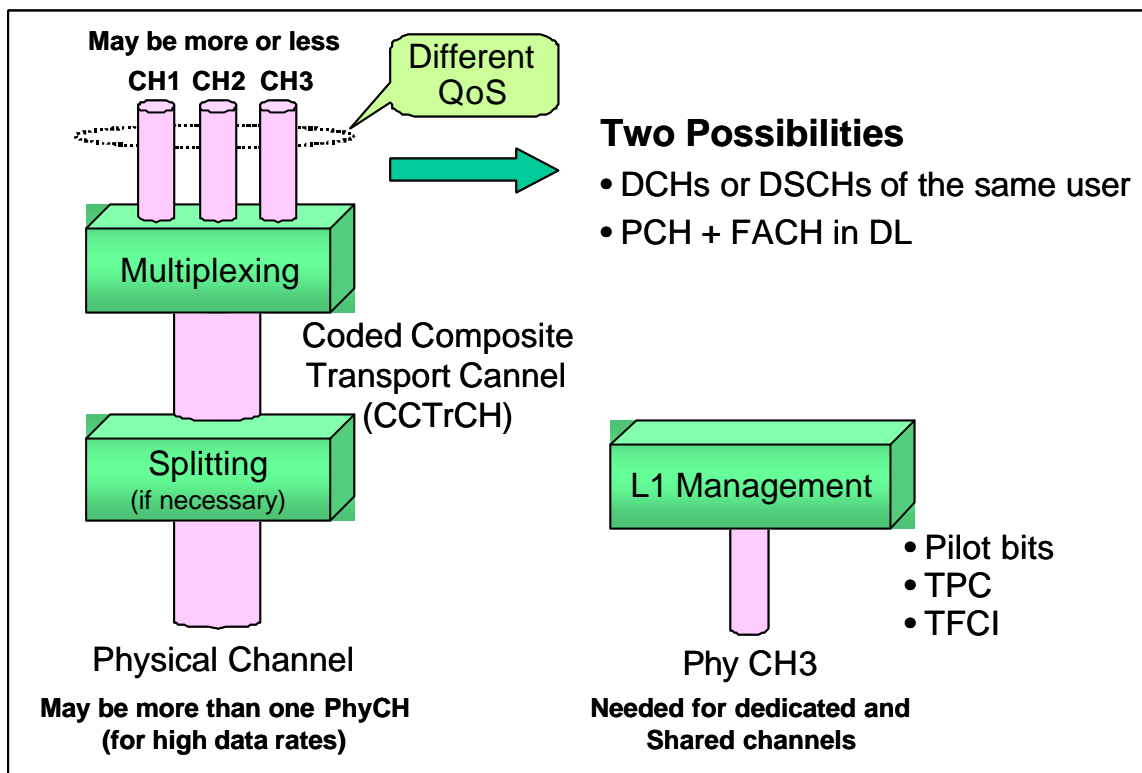


圖 4-9 WCDMA Transport Channel Multiplexing

#### 4.6 Physical Channels

Transport Channel 在 PHY Layer 對應到不同之 Physical Channel，經展頻(Spreading) 與調變(Modulation)後，經由空中界面傳送。在 WCDMA 系統中設計有多個 Physical Channel，包含 SCH(Synchronization CHannel), CCPCH (Common Control Physical CHannel), CPICH(Common Pilot CHannel), DPDCH (Dedicated Physical Data CHannel), DPCCH(Dedicated Physical Control CHannel), PDSCH(Physical Downlink Shared CHannel), PICH (Paging Indicator CHannel), PRACH(Physical Random Access CHannel), PCPCH(Physical Common Packet CHannel), AICH(Acquisition Indicator CHannel)等，其功能概述如下：

- (1) SCH：為一下行通道，包含 Primary 與 Secondary SCH，手機利用此通道尋找基地台，由 Primary SCH 取得時槽同步，由 Secondary SCH 取



得訊框同步。

- (2) CCPCH：為一下行通道，包含 Primary 與 Secondary CCPCH，用於傳送系統控制訊息(如 Scrambling code)。
- (3) CPICH：為一下行通道，為一固定且已知之信號序列，其設計目的在提供其他通道解調時之相位參考，並藉其  $E_c/N_0$  之量測，作為信號品質之參考。
- (4) DPDCH：為一雙向通道，用於傳送語音與數據資料，視數據速率不同，其展頻倍數可為  $2^n$  ( $n=2\sim 8$ )。
- (5) DPCCH：與 DPDCH 類似，同為基地台與特定用戶間之通道，但用於傳送控制訊息，內含 Pilot, TFCI, FBI, TPC 等訊息。
- (6) PDSCH：為一下行多用戶共用通道，用於傳送 burst traffic，可節省下鏈路之 OVFSF 碼。
- (7) PICH：為一下行通道，基地台用以通知手機，可於 S-CCPCH 通道取得 Paging 訊息，此設計可節省手機耗電量。
- (8) PRACH：為一上行通道，手機以此通道傳送進接訊息至基地台，要求建立連結，亦可用於傳送少量數據。
- (9) PCPCH：為一上行通道，當上行數據量大而無法由 PRACH 傳送時，可由此通道傳送數據。
- (10) AICH：為一下行通道，用以回應 PRACH，通知手機基地台已收到其進接要求。

#### 4.7 Modulation and Demodulation

在 WCDMA 系統中，其下鏈路調變採 QPSK 方式，如圖 4-10 所示。基地台給不同手機之訊務資料以不同之 OVFSF Code 區別並作展頻，再以 Scrambling Code 作為基地台辨識用，每一 Channel 視其傳送之資料特性給予不同之功率增益，但其中 Synchronization Channel 並不經 OVFSF Code 之

調變。

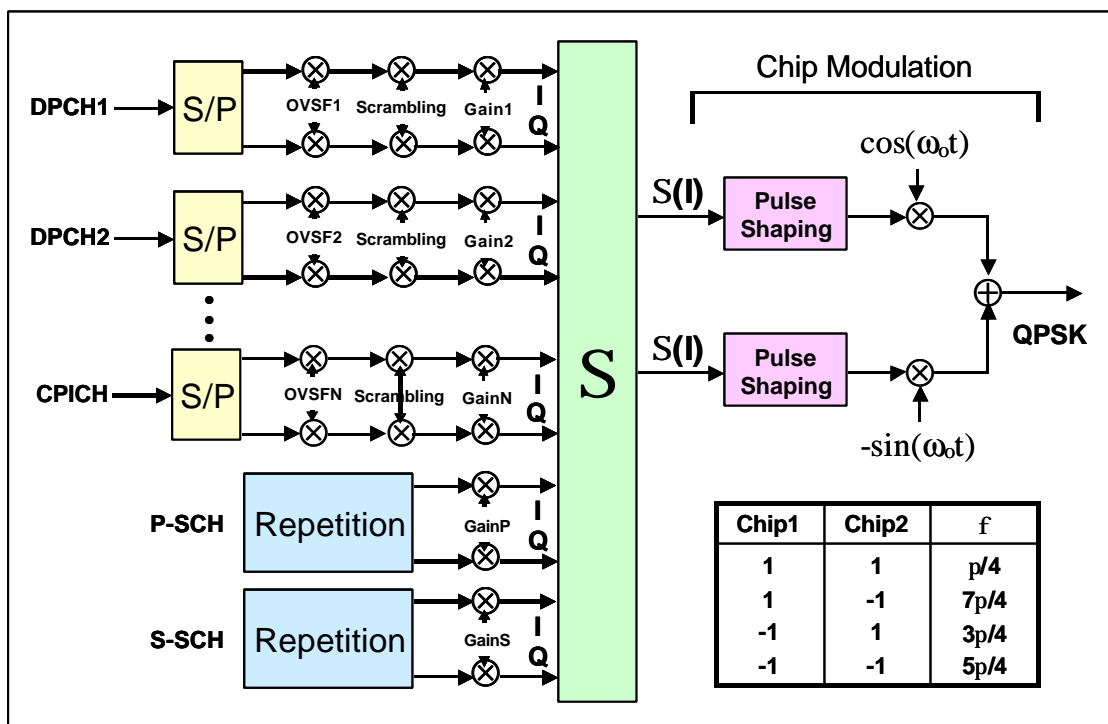


圖 4-10 WCDMA Downlink Modulation Scheme

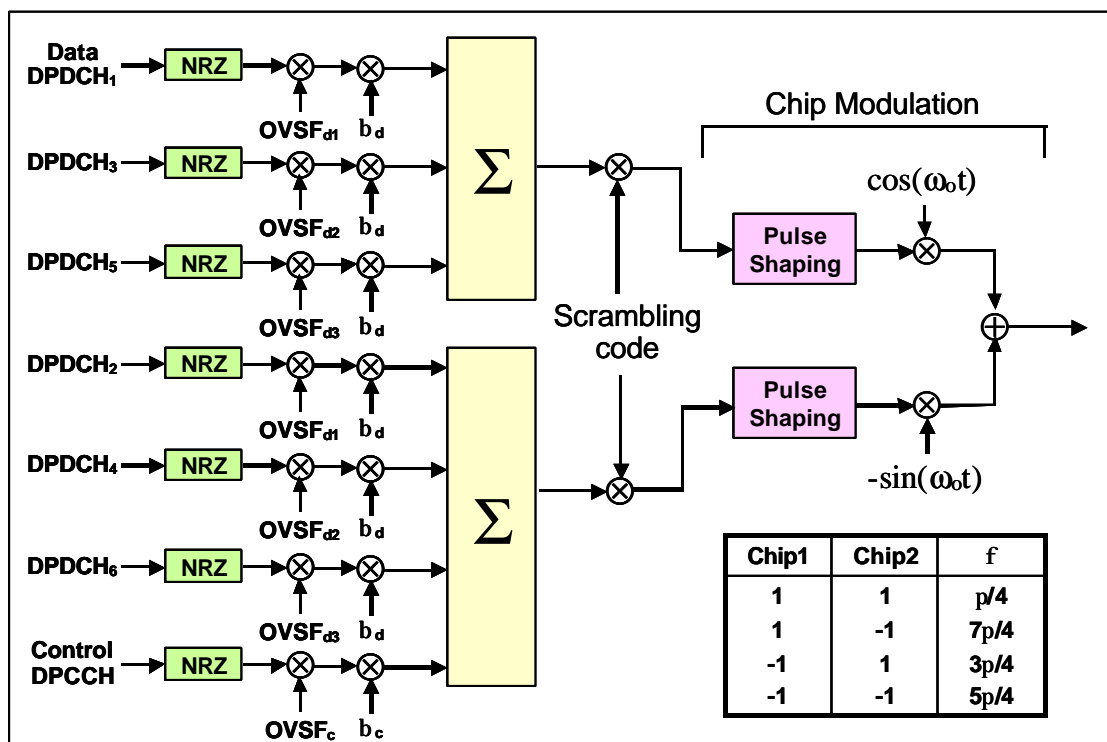


圖 4-11 WCDMA Uplink Modulation Scheme

上鏈路部分則使用 I-Q/code multiplexed (dual channel QPSK)調變方式，如圖 4-11 所示，I/Q channel 分別載送不同 Physical Channel 訊號，再經 Complex Scrambling 調變後送出，每一手機有其特定之 Scrambling Code 以示區別。Complex Scrambling 設計目的在平衡 I/Q Channel 之功率強度，一方面降低傳送信號之 Peak-to-Average Ratio(PAR)，提升功率放大器效率，另一方面亦可增加解調時之 decision distance，降低 BER。

#### 4.8 AMR Speech Codec

AMR 語音編碼技術可依通話狀態及無線通道條件隨時調配語音與通道編碼速率，如圖 4-12 所示。具有通話品質佳 節省無線資源等優點，亦提供系統容量與語音品質調配之彈性。在 WCDMA 標準中設計有 8 個速率介於 4.75 kbps 與 12.2 kbps 間之語音編碼模式。

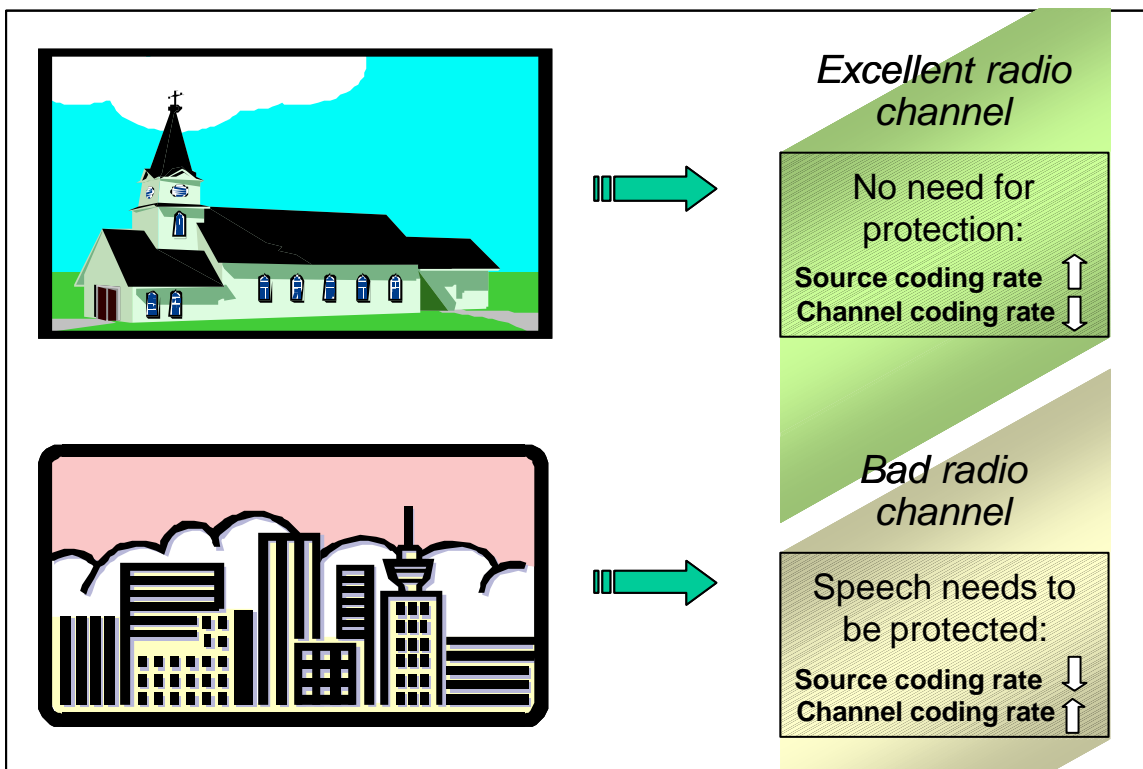


圖 4-12 AMR General Descriptions

## 5. 檢討與建議

本次行程包含赴巴黎 Nortel Network 公司接受“Advanced UMTS Radio Interface”訓練外，亦參加無線世界研究論壇第四次會議並發表論文一篇，所獲感想與建議如下：

- (1) WCDMA 應用直接序列展頻技術，基本上每一基地台可使用相同頻率，在基地站佈放上不需作頻率規劃，但因其為一干擾限制 (Interference limited) 系統，基地台涵蓋區、容量與品質三者間相互影響，所以事實上其系統之基地站規劃是相當重要且困難度高之工作。在本公司已取得 3G 執照正欲進行系統採購建設之際，除應謹慎評估各廠設備性能外，透過試用系統與模擬軟體進行基地站規劃之評估分析，將可提升整體系統之品質並減少日後之系統調整與優化工作。
- (2) WCDMA 系統具備室內 2 Mbps，戶外 384 Kbps 之高速率數據傳輸能力，在經由一連串之場測、試用與規格修正後，如何在此技術能力基礎上開發“Killer Application”，才是第三代行動通信系統能否起飛之關鍵，如日本 i-mode 即為一相當好之範例。我國 2G(GSM) 行動通信市場已達飽合狀態，如何利用 WCDMA 之高速率數據特性，開發符合國人需求之新服務，為 3G 系統爭取用戶之關鍵。
- (3) WLAN 近年來技術與產品發展成熟，在市場上應用日漸普遍，可於室內提供 10 Mbps 以上之固定式高速率數據傳輸，因此如何有效整合 WLAN 與 3G 系統值得進一步深入研究評估。另外，因 WCDMA-TDD 標準發展與產品開發近乎停滯，如何善用本公司取得之 5 MHz TDD 頻段，尚需進一步研究規劃，其中，大陸發展之 TD-SCDMA 為一採用 TDD 技術之標準，其設備發展狀況及與 WCDMA 系統之搭配度值得研究觀察。
- (4) 在全球各地陸續展開第三代行動通信系統執照標售，日本與韓國業

者開展商用服務之際，對於後三代(B3G, Beyond 3<sup>rd</sup> Generation)無線通信系統之技術與遠景討論已成為無線通訊領域最受注目之焦點。目前國際間相關組織有：

- ITU Special Study Group “IMT-2000 and Beyond”  
<http://www.itu.int/ITU-T/ssg/index.html>
- The Wireless World Research Forum (WWRF) <http://www.wireless-world-research.org>
- Cluster on Systems Beyond 3G (IST initiative)  
<http://www.cordis.lu/ist/ka4/mobile/beyond3g.htm>
- 4Gmobile Forum  
<http://4gmobile.com>

相關特定技術則有：

- Software Defined Radio (SDR) Forum  
<http://sdrforum.org>
- Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) Forum  
<http://www.ofdm-forum.com>
- Ipv6 Forum  
<http://www.ipv6forum.com>

至於鄰近之國家，韓國、日本亦已投入大量資源進行 B3G 之研究與設備開發，如韓國政府已宣佈將於 2002~2005 間投入美金\$104 Million 於 B3G 之研究，各通信大廠也陸續於國內外成立 B3G 研究中心，至於日本更是加緊腳步，希望能在 B3G 領域取得領先主導地位，NTT DoCoMo 更宣示將於 2007 年推出“4G”行動通信服務。

電信國家型科技計畫辦公室為推動國內學術研究單位即早投入 B3G 領域之研究，於 2001 年成立“B3G 行動通訊前瞻規劃”小組([http://www.ntpo.nsc.gov.tw/B3G/B3G\\_index.html](http://www.ntpo.nsc.gov.tw/B3G/B3G_index.html))。本所不僅具研發能力更肩負支援公司營

運重任，藉由參與國內外相關組織，除可掌握 B3G 寬頻行動通信系統與服務應用技術最新進展，提供本所前瞻無線通信技術研發與本公司下一代寬頻行動通信系統規劃之參考外，藉由本所於相關會議中之研發成果發表，亦可提升本所之國際能見度。

(5) 本次參與 WWRF(4)會議，由會中之討論與所發表之文章可知，B3G 系統架構與空中界面技術發展趨勢為：

- Co-operative Networks : 2/3G, WLAN, DAB/DVB, Satellite, HAPs, ...
- Software Defined Radio Terminal and Base Station
- Network Architecture: All-IP, Ad-hoc, ...
- Spatial Domain Solution: Tx/Rx Diversity, Smart Antenna, MIMO, ...
- New Air Interface: Multi-carrier, OFDM, Ultra-Wideband, ...
- Spectrum Issues: Spectrum Exploration, Co-Farming and Co-Existence

就目前 B3G 發展趨勢而言，近期應以整合現有無線通信系統，如行動通信系統、寬頻區域網路、數位廣播、衛星通信等，有效使用資源滿足使用者之需求，長期來看則著重於新無線界面技術之開發，如多載波、OFDM 與超寬頻短距通信技術，期望能於行動通信環境提供達 100 Mbps 之高速率數據傳輸。