

3G 的過去、現在、未來

魏學文
國立暨南國際大學 電機系
will@ncnu.edu.tw

所謂「行動通訊系統」就是一般民眾所熟悉的行動電話。為了區分行動通訊系統的技術發展，一般將其區分為第一代、第二代、第三代等。第一代行動通訊系統指的是早期的 AMPS (Advanced Mobile Phone System) 類比系統，三、四年級的人可能還記得「黑金剛」行動電話，是真正的大哥大電話。第二代行動通訊系統指的是目前大家普遍使用中的行動電話，也是第一個數位行動通訊系統，第二代行動通訊系統其實有歐洲 GSM (Global System for Mobile Communications) 與美國 CDMA (Code Division Multiple Access) 兩種系統，不過國內使用的是 GSM 系統。

第三代行動通訊系統一般稱為 3G，它已經在美國、歐洲、日本、韓國等許多國家開始營運。我國也終於在 2005 年底正式開始了 3G 營運，今後 3G 將和我們的生活密切結合在一起。3G 的技術發展一路走來也對整個國內與全球通訊產業產生了許多影響，故稍為了解 3G 是有必要的。本文將為各位暨大電子雜誌讀者就 3G 的發展背景，現在及未來挑戰作一淺顯介紹。



圖一、3G 系統與手機 (圖片來源：<http://www.3gnewsroom.com/>)

雖然第二代、第三代行動通訊系統都是數位系統，不過第二代行動通訊系統仍以語音服務為主而 3G 則是以數據服務為主，例如影像電話、手機看新聞、手機

上網等(請見圖一)。第三代行動通訊系統之發展始於1985年,由於負責全球通訊標準制定的國際電信聯盟(ITU)有鑒於各國無線通訊標準不一,因此在1985年提出一個Future Public Land Mobile Telecommunication System(簡稱FPLMTS)系統構想希望能整合出一個全球性的行動通訊標準以利使用者。經過十年努力,此計畫名稱於1996年正式更名為IMT-2000(International Mobile Telecommunication 2000)亦即希望於2000年時完成最終標準之制訂。然而要歐洲美國同意一個標準談何容易,因此3G的技術統合發展一直不是很順利,其標準提案由一開始的16個到最後剩下歐洲WCDMA(Wideband Code division multiple Access)與美國的CDMA 2000(Code division multiple Access 2000)兩大陣營的相持不下。ITU也曾於1998年底發函希望雙方能整合出一個標準,可惜並未成功。因此最後仍為兩個系統並存之結果出現。隨著大陸經濟的崛起,第三個大哥出現了,大陸在3G的標準介入上仗著其龐大市場需求而非常強勢。在1998年大陸提出了TD-SCDMA(Time Division - Synchronous Code Division Multiple Access)的自己標準並獲ITU於2000年5月通過而成功成為3G的第三個國際標準。TD-SCDMA的技術推手是大陸的電信科學技術研究院(簡稱CATT),不過由於TD-SCDMA的商用化一直延遲,也使得大陸3G執照一直無法定案。

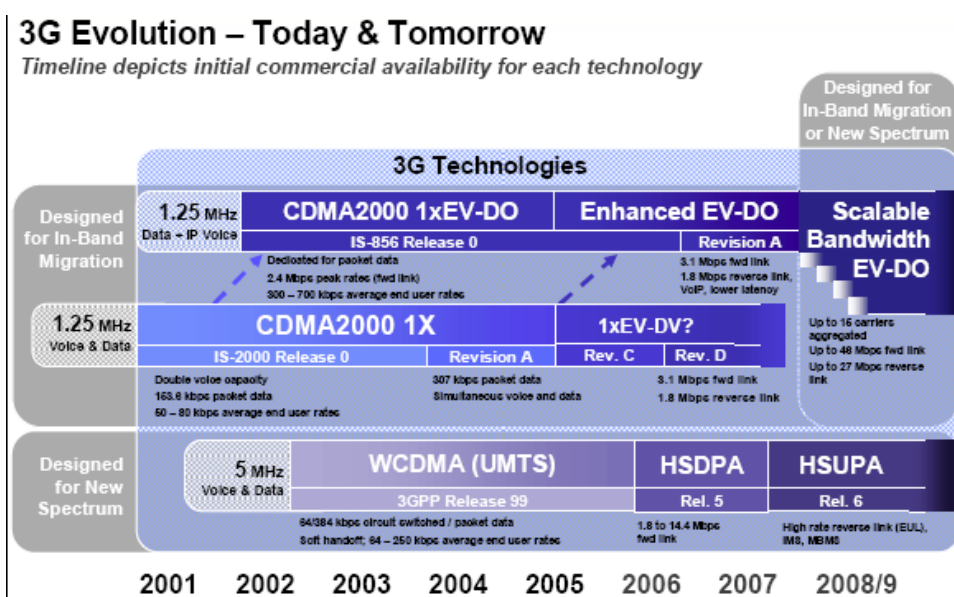
因此目前3G的國際標準計有三個:WCDMA、CDMA2000、TD-SCDMA三種,此三種標準雖然都是CDMA的技術,但在關鍵參數上仍有許多不同,因此彼此是互不相容的。WCDMA的陣營主力為歐洲及日本,它採用的頻寬為5MHz,展頻chip rate為3.84Mcps(M表示million;cps表示chip per second),採用的功率控制更新速率上下行皆為1500次每秒。使用的調變為複數QPSK展頻,Spreading Gain可以控制在4到512之內。CDMA2000主要推手為美國Qualcomm與韓國,CDMA2000採用多載波(Multi-carrier)觀念,其信號頻寬可以是1.25MHz的倍數。展頻chip rate則為3.6864Mcps。另外,WCDMA和CDMA2000在同步與Pilot亦不相同,WCDMA採用TDM(Time Division Multiplexed,稱為時間分割多工)dedicated pilot,CDMA2000則採用CDM(Code Division Multiplexed,稱為分碼多工)common pilot。另CDMA2000在基地台上必須要同步,而WCDMA則不需要。至於大陸提出的TD-SCDMA是3G標準中唯一的TDD(時間分割雙工)技術,其CDMA技術採用的是同步CDMA可以降低上行用戶間之干擾。使用的頻寬是1.23MHz,chip rate為1.28Mcps,spreading factor為1或16。

WCDMA與CDMA2000之性能比較見仁見智,不過目前市場佔有率上,仍以CDMA2000略勝一籌,約佔3G市場的85%。CDMA2000宣稱其全球用戶數已超過200 Millions。然而WCDMA系統越來越多人使用,後勢看漲,例如台灣即為WCDMA之支持者之一。

在許多國家3G頻譜(使用執照)之發放採用了競標方式,最有名的例子是英國

政府拍賣 3G 頻譜得款 353 億美元，可說是震驚全世界，這也鼓勵了許多國家跟進台灣也是其中之一。台灣在 2002 年時，透過多回合拍賣程序釋出了 170MHz 的 3G 頻譜，在破紀錄的 180 回合競價後，果然以 489 億元釋出 5 張執照。因此台灣 3G 的 operators 共有五家，分別是中華電信、台灣大哥大、威寶（前身聯邦電信）、亞太、遠致（遠傳），有趣的是除了亞太使用 CDMA2000 外，其餘四家皆採用 WCDMA 技術。如前所述，因 WCDMA 和 CDMA2000 兩系統彼此是互不相容的，因此不同系統須使用不同的手機，使用者購買手機時需小心。目前也有一些廠商研發所謂雙模或多模手機，可以同時適用不同 3G 系統或 3G/GSM 系統。

3G 從 2000 年標準制定至系統商用化一路走來並未如預期的蓬勃發展，其原因可能有二，一是 3G 執照費用成本太高使得業者相對在設備投資受到限制，由於第二代、第三代行動通訊系統彼此不相容，因此 3G 基地台必須全面重新布放，初期需要大量資金投入。因此頻譜發放採用競標方式雖可充裕國家財政但也可能發生殺雞取卵的後遺症。另一個可能的主要原因是 3G 其缺少關鍵性服務，以目前技術言，第三代行動通訊系統在使用者靜止時約可提供 2Mbps（bps 表示 bits per second）的速率，在低速行動時可以提供約 384Kbps 服務速率，至於在高速服務（如車上）只能提供 144Kbps 服務速率。這樣的速率尚難提供高品質的影音服務，並且要吸引使用者從語音通訊轉為影音數據服務也需要有迷人的應用服務才行。



圖二、未來 3G 技術發展趨勢（圖片來源：Qualcomm

[http://www.apptsec.org/meetings/2005/AWF/docs/\(36Rev.1\)APT%20AWF%20meeting.pdf](http://www.apptsec.org/meetings/2005/AWF/docs/(36Rev.1)APT%20AWF%20meeting.pdf))

為了生存，為了免於被淘汰的命運，技術的發展永無止境，3G 亦是如此。為了維持市場佔有，WCDMA 與 CDMA2000 也一直在技術更新中。在 WCDMA 陣營，從 1998 年年底開始，歐洲的 ETSI，日本 ARIB，美國 ATIS，韓國 TTA 等即發起成

立了 3GPP (3rd Generation Partnership Project) 以優化 WCDMA 標準。目前已有 R99、R4、R5、R6 版本推出，其中 R5 版本的 HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) 可以將下行傳輸速率提升到 14.4Mbps，其主要改良技術有使用 16QAM (效率為 QPSK 的兩倍)、Adaptive Modulation、HARQ(Hybrid-ARQ)等。

而在 CDMA2000 則由美國主導，在 1999 年 1 月成立了 3GPP2 (3GPP number 2) 以處理 TIA/EIA-41 核心網路及 CDMA2000 標準，其技術進展包含 CDMA 2000 1x、CDMA 2000 3x、CDMA2000 1xEV (evolution) 等。其中 CDMA20003x (即 3 個 1.25MHz 頻寬)，將可提供高達 2-4Mbps。CDMA2000 1xEV 又可分為 CDMA 2000 1xEV-DO (Data Optimized) 和 CDMA 2000 1xEV-DV (Data and Voice)，其下行速率可以達到 3.1Mbps。而預計 2008 年推出的 CDMA 2000 1xEV-DO Rev. B 將採用更高效率的 64QAM，其下行速率將可達到 4.9Mbps，如採用 20MHz (即 15 個 1.25MHz) 頻寬則下行速度將可達 73.5Mbps (上行 27Mbps)。

3G 的發展除了本身三個標準的相互競爭外，也面臨了一些外來的挑戰，其中一個強有力對手就是 WiMAX (或稱 IEEE 802.16)，WiMAX 和 3G 的關係是正面碰撞，還是相輔相成，目前有許多不同的看法。由於 WiMAX 具有高覆蓋率、高速率，甚至支持移動服務 (目前稱為 802.16e)，其對於 3G 之影響必然是存在的，個人也相信這些外來的刺激，將會促使 3G 的技術發展速度加快。以 3GPP 為例，除了 HSDPA 技術已經成熟，規劃在 2007 年也可以推出 HSUPA (High Speed Uplink Packet Access) 服務 (R6 版本)，可以提供 5Mbps 的上行速率，而在 2010 年將會提出所謂的 Super 3G 技術，屆時將可提供高達 100Mbps 的服務速率。有趣的是在 Super 3G 中將採用的調變技術將不再是 CDMA 而是 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)。

因此在可預期的未來可以預見的是我們將可享受愈來愈高的服務速率與頻寬，而在速率的大幅提昇下，相信會有更多影響我們生活的新服務可以出現，請拭目以待。

文末個人覺得值得我們反省的是韓國在 CDMA 的大力投入。早從第二代行動通訊系統時韓國即壓寶在 CDMA 技術，由於 CDMA 在第二代行動通訊系統市場遠不是 GSM 對手，因此 Qualcomm 也很需要策略伙伴的支持。我國考慮到資金投入與其他因素最後並未支持第二代 CDMA (即 IS-95)。反之，韓國則傾國之力投入 CDMA 順利建立技術基礎並因而在 3G 和 WiMAX (韓國稱 WiBro) 上開花結果成為無線通訊的領先者 (Leader)。現在看來韓國的魄力是成功的。反觀我國在無線通訊發展上一直都是跟隨者角色，雖然在製造業上有著量亮麗成績單然在關鍵技術上一直無法站上浪頭，以致於產量與產值不成比例。國內已有許多先進意識到此危機，紛紛努力希望在 WiMAX 或未來第四代行動通訊系統 (4G) 可以有迎頭趕上機會，然是否成功恐怕仍端視政府魄力了。

參考資料網站：

1. ITU IMT-2000：<http://www.itu.int/home/imt.html>
2. 3GPP 網站：<http://www.3gpp.org/>
3. 3GPP2 網站：<http://www.3gpp2.org/>
4. TD-SCDMA Forum 網站：<http://www.tdscdma-forum.org/>
5. WCDMA 技術：<http://www.umtsworld.com/technology/technology.htm>
6. Qualcomm CDMA 技術：<http://www.qualcomm.com/>；
<http://www.cdmatech.com/>
7. Wikipedia：<http://en.wikipedia.org/wiki/3G>
8. 3G Today：<http://www.3gtoday.com/wps/portal/3ghome?page=home>
9. WiMAX Forum 網站：<http://www.wimaxforum.org/home/>
10. 本校的 802.16 計畫網站（歡迎參觀）：<http://www.80216.com.ncnu.edu.tw/>