

# TDD/CDMA 無線電系統上鏈流量分析

曾平一、李金椿

E-mail: 9501017@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本文係探討一TDD/CDMA上鏈系統的基地台及行動台的多重接取干擾與干擾時間比例，並以通訊中斷率為標準，分析其系統效能，用戶容量與數據流量。無線通道只考慮了路徑損失和遮蔽效應，而多路徑影響則假設可由其它訊號處理方法加以補償。關於基地台干擾時間比例，我們發現它會隨著細胞半徑增加而增加。至於行動台的干擾時間比例，在行動台平均分佈於細胞內條件下，其距離被干擾基地台越遠的行動用戶的干擾時間比例最小，而距離被干擾基地台愈近者干擾時間比例則逐漸變大。其次，隨著行動台與基地台的距離之增加，行動台的干擾時間比例亦逐漸增加。關於細胞半徑對系統容量之影響，當下鏈涵蓋率為50%，而細胞半徑由100公尺增加至5000公尺與10000公尺時，其容量損失了45.1%與87%。當下鏈涵蓋率為85%，而細胞半徑由100公尺增加至5000公尺與10000公尺時，其容量損失了37.5%與93.7%。當下鏈涵蓋率為95%，而細胞半徑由100公尺增加至5000公尺與10000公尺時，其容量損失了53.8%與92.3%。我們發現當半徑增加時，基地台的干擾也隨著增加使得容量減少，因此TDD/CDMA適用於微細胞。其次我們發現下鏈涵蓋率愈大時，基地台發射功率必須增加，干擾量也隨著增加，造成容量降低，因此對於TDD/CDMA系統下鏈的功率控制將有助於其容量的提升。

關鍵詞：TDD/CDMA；干擾時間比例；通訊中斷率；容量；細胞涵蓋率

## 目錄

|                                    |     |   |     |
|------------------------------------|-----|---|-----|
| 目錄封面內頁簽名頁授權書                       | iii | 中文摘要  | iii |
| iv 英文摘要                            | iv  | v 誌謝  | v   |
| vi 目錄                              | vi  | vii 圖目錄   | vii |
| ix 表目錄                             | ix  | xi 第一章 緒論   | xi  |
| 1 第二章 行動無線通訊簡介                     | 1   | 4.2.1 蜂巢網行動通訊系統                                   | 4   |
| 4.2.2 蜂巢網組織與架構                     | 4   | 7.2.3 行動無線通道                                      | 7   |
| 7.2.3.1 路徑損失                       | 7   | 8.2.3.2 遮蔽效應                                      | 8   |
| 8.2.3.2 遮蔽效應                       | 8   | 9.2.3.3 多重路徑衰變                                    | 9   |
| 10.2.3.3.1 瑞雷分佈                    | 10  | 11.2.3.3.2 萊斯分佈                                   | 11  |
| 12.2.3.3.2 萊斯分佈                    | 12  | 13.3.1 雙工系統                                       | 13  |
| 13.3.1 雙工系統                        | 13  | 13.3.2 多重存取系統                                     | 13  |
| 15.3.2.1 劃頻多重存取的技術                 | 15  | 15.3.2.2 劃時多重存取的技術                                | 15  |
| 16.3.3 展頻技術                        | 16  | 19.3.3.1 虛擬雜訊序列                                   | 19  |
| 19.3.3.1 虛擬雜訊序列                    | 19  | 20.3.3.2 處理增益                                     | 20  |
| 22.3.4 CDMA系統                      | 22  | 24.3.5 TD-CDMA系統                                  | 24  |
| 24.3.5.1 通道結構                      | 24  | 25.3.5.2 展頻                                       | 25  |
| 25.3.5.2 展頻                        | 25  | 27.4.1 同細胞的用戶干擾                                   | 27  |
| 28.4.1 同細胞的用戶干擾                    | 28  | 28.4.2 緊鄰基地台干擾                                    | 28  |
| 30.4.2.1 干擾時間比例                    | 30  | 31.4.2.2 干擾強度                                     | 31  |
| 31.4.2.2 干擾強度                      | 31  | 33.4.3 緊鄰行動台干擾                                    | 33  |
| 37.4.3.1 干擾時間比例                    | 37  | 37.4.3.2 干擾強度                                     | 37  |
| 37.4.3.2 干擾強度                      | 37  | 41.4.4 細胞外總干擾量                                    | 41  |
| 45.4.5 TDD/CDMA的通訊效能Eb/I           | 45  | 47.4.6 通訊容量分析                                     | 47  |
| 49.4.6 通訊容量分析                      | 49  | 49.5 第五章 結論                                       | 49  |
| 54.5 第五章 結論                        | 54  | 56. 圖目錄   | 56  |
| 56. 圖目錄                            | 56  | 圖 2.1 一個六角形單細胞，行動無線通訊                             | 5   |
| 5. 圖 2.1 一個六角形單細胞，行動無線通訊           | 5   | 圖 2.2 一個六角形單細胞，行動無線通訊                             | 5   |
| 5. 圖 2.2 一個六角形單細胞，行動無線通訊           | 5   | 圖 2.3 在一個六角形細胞頻率計畫中D和R的定義                         | 6   |
| 6. 圖 2.3 在一個六角形細胞頻率計畫中D和R的定義       | 6   | 圖 2.4 無線通道示意圖                                     | 8   |
| 8. 圖 2.4 無線通道示意圖                   | 8   | 圖 2.5 多重路徑徑示意圖                                    | 12  |
| 12. 圖 2.5 多重路徑徑示意圖                 | 12  | 圖 3.1 TDD和FDD系統的操作模式                              | 14  |
| 14. 圖 3.1 TDD和FDD系統的操作模式           | 14  | 圖 3.2 劃頻多重(FDM)時間-頻率分割圖                           | 16  |
| 16. 圖 3.2 劃頻多重(FDM)時間-頻率分割圖        | 16  | 圖 3.3 分時多工的時間-頻率配置圖                               | 17  |
| 17. 圖 3.3 分時多工的時間-頻率配置圖            | 17  | 圖 3.4 分時多工的時間-頻率配置圖                               | 18  |
| 18. 圖 3.4 分時多工的時間-頻率配置圖            | 18  | 圖 3.5 回授平移暫存器架構                                   | 21  |
| 21. 圖 3.5 回授平移暫存器架構                | 21  | 圖 3.6 週期為15的虛擬雜訊序列                                | 22  |
| 22. 圖 3.6 週期為15的虛擬雜訊序列             | 22  | 圖 3.7 直接序列展頻                                      | 23  |
| 23. 圖 3.7 直接序列展頻                   | 23  | 圖 3.8 時框結構  | 25  |
| 25. 圖 3.8 時框結構                     | 25  | 圖 3.9 TDD的區塊(burst)                               | 26  |
| 26. 圖 3.9 TDD的區塊(burst)            | 26  | 圖 3.10 TDD時框的例子                                   | 26  |
| 26. 圖 3.10 TDD時框的例子                | 26  | 圖 4.1 TDD/CDMA基地台發射及接收時序                          | 30  |
| 30. 圖 4.1 TDD/CDMA基地台發射及接收時序       | 30  | 圖 4.2 TDD/CDMA干擾細胞與被干擾細胞的幾何位置圖                    | 31  |
| 31. 圖 4.2 TDD/CDMA干擾細胞與被干擾細胞的幾何位置圖 | 31  | 圖 4.3 BS0接收時槽受到緊鄰基地台與行動台干擾的時序圖                    | 32  |
| 32. 圖 4.3 BS0接收時槽受到緊鄰基地台與行動台干擾的時序圖 | 32  | 圖 4.4 TDD/CDMA幾何位置圖                               | 39  |
| 39. 圖 4.4 TDD/CDMA幾何位置圖            | 39  | 圖 4.5 行動台在不同位置(不同角度與不同正規化距離)的干擾時間比例分佈(圖為細胞半徑為5000 | 39  |

|               |    |   |    |  |    |  |    |                                  |   |  |    |  |    |   |    |
|---------------|----|---|----|--|----|--|----|----------------------------------|---|--|----|--|----|---|----|
| 公尺) . . . . . | 41 | 圖4.6在50%涵蓋率，系統設定衰變餘裕?壹0dB下，在不同細胞半徑下通訊中斷機率與用戶數目的關係 . . . . . | 51 | 圖4.7 在85%涵蓋率，系統設定衰變餘裕?壹8dB下，在不同細胞半徑下通訊中斷機率與用戶數目的關係 . . . . . | 51 | 圖4.8在95%涵蓋率，系統設定衰變餘裕?壹13.2dB下，在不同細胞半徑下通訊中斷機率與用戶數目的關係 . . . . . | 52 | 表目錄 表2.1 在不同環境下的路徑損失指數 . . . . . | 9 | 表4.1 TDD/CDMA之通訊容量及數據流量(系統設定衰變餘裕?壹0dB) . . . . . | 52 | 表4.2 TDD/CDMA之通訊容量及數據流量(系統設定衰變餘裕?壹8dB) . . . . . | 52 | 表4.3 TDD/CDMA之通訊容量及數據流量(系統設定衰變餘裕?壹13.2dB) . . . . . | 53 |
|---------------|----|---|----|--|----|--|----|----------------------------------|---|--|----|--|----|---|----|

## 參考文獻

- [1] A. Samukic, "UMTS Universal mobile telecommunication system: Development of standards for third generation," IEEE Transaction on Vehicular Technology, vol. 47, no. 4, pp. 1976-1983, Nov. 1998.
- [2] T. Ojanpera and R. Prasad, "An overview of air interface multiple access for IMT -2000/UMTS," IEEE communication Magazine, vol. 36, no. 9, pp. 82-95, Sep. 1998.
- [3] E. Dahlman, B. Gudmundson, M. Nilsson, and J. Skold, "UMTS/IMT-2000 based on wideband CDMA," IEEE communication Magazine, vol. 36, no. 9, pp. 70-80, Sep. 1998.
- [4] E. Dahlman, B. Belling, J. Knutsson, F. Ovesjo, M. Persson, and C. Roobol, "WCDMA-The radio interface for future mobile multimedia communications," IEEE Transaction on Vehicular Technology, vol. 47, no. 4, pp. 1105-1118, Nov. 1998.
- [5] K. Tachikawa, "A perspective on the evolution of mobile communication," IEEE Communication Magazine, vol. 41, no. 10, pp. 66-73, Oct. 2003.
- [6] Y. Kim, B. J. Jeong, J. Chung, C.-S. Hwang, J. S. Ryu, K.-H. Kim and Y. K. Kim, "Beyond 3G: Vision, requirements, and Enabling Technologies," IEEE Communication Magazine, vol. 41, no. 3, pp. 120-124, Mar. 2003.
- [7] R. Esmailzadeh, M. Nakagawa, and A. Jones, "TDD-CDMA for the 4-th generation of wireless communications," IEEE Wireless Communications, vol. 10, no. 4, pp. 8-15, Aug. 2003.
- [8] D. Li, "The perspectives of Large Area Synchronous CDMA Technologies," IEEE Communication Magazine, vol. 41, no. 3, pp. 114-118, Mar. 2003.
- [9] Huaming Wu, Weidong Li, Youzheng Wang, and Jing Wang, "WCDMA-TDD for Multimedia Mobile Communication," State Key Lab. on Microwave & Digital Communications. Department of Electronic Engineering, Tsinghua University.
- [10] Mugen Peng, Biao Huang and Wenbo Wang, "TDD-CDMA capacity loss due to adjacent channel interference in the macro environment employing smart antenna techniques," 2004 Asia-Pacific Radio Science Conference, pp. 146-149, 24-27 Aug. 2004.
- [11] Jiang Chang, Wenbo Wang and Dacheng Yang, "Investigation of a combined power control scheme for a time-division duplex CDMA system," The 2000 IEEE Asia-Pacific Conference on Circuits and Systems, pp. 46-49, 4-6 Dec. 2000.
- [12] R. Steele, C. C. Lee and P. Gould, GSM CdmaOne and 3G Systems, John Wiley & Sons, 2001.
- [13] Xingyao Wu, Lie-Liang Yang and Hanzo, L., "Uplink capacity investigations of TDD/CDMA," IEEE 55th VTC, vol. 2, pp. 997-1001, 6-9 May 2002
- [14] C.-C. Lee, C.-H. Wang and C.-H. Yang, "Performance of the W-CDMA in multi-path fading channels," 2003 International Conference on Informatics, Cybernetics, and Systems, 14-16 Dec., Kaohsiung, Taiwan, 2003.
- [15] Miao Qingyu, Wang Wenbo, Yang Dacheng and Wang Daqing, "An analysis of the interference in the TDD-CDMA system," TENCON 2000. vol. 1, pp. 333-337, 24-27 Sep. 2000.
- [16] P. Jung, P. W. Basier and A. Steil, "Advantages of CDMA and spread spectrum techniques over FDMA and TDMA in cellular mobile radio applications," IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 4, pp. 357-364, 1993.
- [17] 陳俊男, "Performance analysis for multi-rate transmission in W-CDMA," Ch2&3,大葉大學, 2002.
- [18] R. Steele [Ed], Mobile Radio Communication, Pentech Press, 2002.
- [19] L. A. Gerhardt, "Spread Spectrum Communication," NATO AGARD Lecture Series, no. 58, Jul. 1973.
- [20] D. J. Torrieri, "Performance of direct-sequence system with long pseudo noise sequence," IEEE J. Sel. Area Commun., vol. 10, no. 4, pp. 770-781, May 1992.
- [21] J. L. Dornstetter and D. Verhulst, "Cellular efficiency with slow frequency hopping: Analysis of the digital SFH900 mobile system," IEEE J. Sel. Area Commun., vol. 5, no. 5, pp. 835-848, Jun. 1987.
- [22] W.C.Y Lee, "Overview of cellular CDMA," IEEE Transactions, vol. 40, Issue 2, pp. 291-302, May 1991.
- [23] R.R Gejji, "Forward-link-power control in CDMA cellular systems," IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 41, Issue 4, pp. 532-536, Nov. 1992