

正交分頻分碼多工接取系統 之適應性無線資源管理

研究生：黃聖富

指導教授：沈文和 博士

國立交通大學
電信工程學系碩士班

摘要

正交分頻多工技術以良好的頻譜效益且具有抵抗多路徑衰減通道效應能力，成為未來高速無線傳輸技術主流；廣為採用的分碼多工接取技術在蜂巢系統具單一頻率重覆使用與軟式換手增益等多項優點，故兩種技術的結合現今已廣為討論研究。

為因應下一代行動通訊系統提供高速資料傳輸速率與支援寬頻多媒體服務的趨勢，本論文研究針對正交分頻分碼多工接取系統提供多重服務型態下無線資源管理之領域進行研究。首先以 OFDM 技術為基礎，引入蜂巢架構的概念，設計無多工接取干擾的實體層系統。以此為依據，同時考量多項無線資源管理演算法效應：允入控制、封包排程、功率控制，建置支援使用者移動行為與高資料傳輸率需求的行動通訊系統模擬平台。接著從有效利用系統整體資源的觀點，在滿足使用者對服務品質的要求、所欲傳輸的資料量與延遲下，透過調變機制、編碼速率、展頻碼長度、子載波個數的調整，針對系統內使用者進行資源分配程序最佳化問題的探究，並在低複雜度與動態調整的考量下，提出以功率效益為基礎的資源分配演算法，得以在系統傳輸量略為減少下，大幅地節省系統運算量。最後，將探討通道品質資訊的回傳對系統負載的影響，並提出合理的資料壓縮回傳方式，以符合系統規畫時的設定。

Adaptive Radio Resource Management for OFDM-CDMA Systems

Student: Sheng-Fu Huang

Advisor: Dr. Wern-Ho Sheen

Institute of Communication Engineering
National Chiao Tung University



Abstract

The OFDM-CDMA benefiting from both OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing) and CDMA (code-division multiple access) has merged as a powerful technology for next generation mobile multimedia networks. In this thesis, an air-interface architecture is proposed for next generation OFDM-CDMA forward link systems with flexible data rate provisioning and diversity usage and more importantly is MAI (multiple access interference) free. Based on the proposed air-interface architecture, potential radio resource management issues such as resource allocation, admission control, and packet scheduling are investigated, with emphasis on the adaptive radio resource allocation. The adaptations on modulation scheme, coding rate, spreading factor and number of sub-carriers are converged into data rate and power allocation in order to relate with quality of services (QoS). Meanwhile, a throughput-optimal radio resource allocation algorithm is proposed to maximize throughput and guarantee QoS for mobile multimedia OFDM-CDMA networks. With a proposed compression technique, we further explore the problem on reporting channel information in OFDM-CDMA systems.

誌謝

本論文的順利完成，首先要特別感謝我的指導教授 沈文和博士。在教授兩年的指導下，不管是在專業研究，亦或是日常生活，教授都給予我非常細心的指導以及深刻的建議。並且也培養學生我建立正確且嚴謹的研究態度與積極向上的學習精神，使我受益良多。

其次，感謝宜康學長帶領無線資源管理研究群在論文研究中的協助與教導。更感謝無線寬頻接取系統實驗室的學長、同學、學弟妹。由於有大家的陪伴，充實的兩年研究生活，經由不斷的討論與經驗分享，在專業知識上，有了更深入的了解以及體悟。

最後，要特別特別感謝我的家人及女友佩君。在求學的過程中，無論遭遇到任何挫折、打擊，總是給我最大的支持、最多的關心，以及最強而有力的打氣。

由衷的謝謝你們。 我的親愛的教授、學長、家人與佩君



民國九十三年七月
黃聖富 謹於交通大學

目 錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝	iii
目錄	iv
表目錄	vi
圖目錄	vii
第一章 導言	1
1-1 簡介	1
1-2 動機與研究	2
第二章 系統簡介	4
2-1 CDMA 技術簡介	4
2-2 OFDM 技術傳輸原理	5
2-3 OFDM-CDMA 系統介紹	10
2-3-1 實體層傳收機架構與參數	11
2-3-2 實體層系統參數設定	12
第三章 無線資源管理	19
3-1 系統規劃	19
3-1-1 細胞架構	19
3-1-2 鍊路預算	20
3-2 使用者行為模擬模型	25
3-2-1 使用者移動模型	26
3-2-2 使用者資料流量模型	26
3-3 通道模擬模型	30
3-3-1 路徑損失模型	31

3-3-2	遮蔽衰落模型	32
3-3-3	多路徑衰落模型	34
3-4	系統模擬程序	37
3-5	無線資源管理演算法	40
3-5-1	允入控制演算法	40
3-5-2	封包排程演算法	42
3-5-3	子載波選擇演算法	46
3-5-4	功率控制演算法	47
第四章	適應性鍊路資源分配	49
4-1	簡介	49
4-2	資源分配問題的最佳化	51
4-3	以功率效益為基礎的演算法	54
4-4	模擬結果	62
第五章	OFDM/CDMA 系統之通道估測	66
5-1	OFDM/CDMA 系統之通道估測問題介紹	66
5-2	OFDM/CDMA 系統之通道估測影響之模擬結果比較	67
第六章	結論與未來展望	72
6-1	結論	72
6-2	未來研究方向與展望	72
	參考文獻	75
	個人簡歷	78

表目錄

- 表 2.1 碼框架構相關時間參數
- 表 2.2 移動速度模型相關參數
- 表 2.3 OFDM-CDMA 系統可調整參數表
- 表 3.1 上鍊鍊路預算範例
- 表 3.2 下鍊鍊路預算範例
- 表 3.3 不同資料傳輸速率所對應之數據資料流量模型參數
- 表 4.1 服務型態特徵表
- 表 4.2 PEBS 演算法與最佳解法效能比較
- 表 5.1 通道品質回報設計相關參數表



圖目錄

- 圖 2.1 典型 CDMA 系統在時間-頻率-編碼空間的頻寬分佈
- 圖 2.2 單載波與多載波平行傳送技術
- 圖 2.3 OFDM 與單載波 FDM 頻譜效益
- 圖 2.4 類比 OFDM 調變器
- 圖 2.5 子載波干擾效應
- 圖 2.6 循環前置碼產生方式
- 圖 2.7 OFDM 信號多路徑傳輸效應
- 圖 2.8 多維度正交分頻分碼多工接取技術通用傳收機架構
- 圖 2.9 通道自相關係數值與時間延遲關係圖
- 圖 2.10 資源重分配週期示意圖
- 圖 3.1 兩個干擾層細胞架構
- 圖 3.2 使用摺疊技術後等效的系統模擬環境
- 圖 3.3 使用者狀態轉移機率表示圖
- 圖 3.4 使用者方向改變機率分佈
- 圖 3.5 語音服務流量模型
- 圖 3.6 數據資料流量模型
- 圖 3.7 無線傳播環境示意圖
- 圖 3.8 遮蔽效應示意圖
- 圖 3.9 使用者在交通工具上之多路徑衰落時域通道脈衝響應 (Channel A)
- 圖 3.10 Jakes 模型所考慮之訊號入射角度
- 圖 3.11 使用者感受之路徑損失與遮蔽衰落效應代表圖
- 圖 3.12 多路徑衰落快速起伏變化
- 圖 3.13 多路徑衰落在時域及頻域之效應
- 圖 3.14 系統模擬邏輯示意圖
- 圖 3.15 允入控制演算法流程圖
- 圖 3.16 負載控制示意圖
- 圖 3.17 封包排程演算法流程圖
- 圖 3.18 子載波選擇演算法流程圖
- 圖 4.1 以功率效益為基礎的演算法求解範例
- 圖 4.2 即時性服務採用以功率效益為基礎的演算法流程圖
- 圖 4.3 非即時性服務採用以功率效益為基礎的演算法流程圖
- 圖 4.4 比較不同資源分配演算法時的資料流量
- 圖 5.1 等距交錯的子載波選擇示意圖
- 圖 5.2 比較有無回報通道品質時的資料流量
- 圖 5.3 比較有無回報通道品質時的平均封包延遲

圖 5.4 比較有無回報通道品質時的新即時性服務使用者阻塞率

圖 6.1 二維展頻資源區塊分配示意圖

