

学校编码: 10384

学号: 23120071150134

分类号__密级__

UDC__

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

TD-SCDMA 系统功率控制若干关键技术的研究

**The Study on Key Technologies of Power Control in
TD-SCDMA System**

纪志良

指导教师姓名: 施芝元 教授

专 业 名 称: 电路与系统

论文提交日期: 2010 年 4 月

论文答辩时间: 2010 年 5 月

学位授予日期: 2010 年 月

答辩委员会主席: _____

评阅人: _____

2010 年 5 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为（）课题（组）的研究成果，获得（）课题（组）经费或实验室的资助，在（）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

随着移动用户数量急剧增加,移动业务逐步走向多元化,用户对服务质量的要求不断提高等问题的出现,如何更有效地管理和使用无线资源已成为运营商最为关心的问题之一,而功率控制技术是无线资源管理中的关键技术,一直是宽带无线通信研究热点。对衡量通信网络无线资源管理性能的系统级仿真已经成为移动通信网络设计、规划、优化和网络评估的一项基本手段。

本文设计一个针对 TD-SCDMA 系统的无线资源管理仿真平台。实现了功率控制、接入控制、负载控制、切换控制等无线资源管理功能。并加入时隙分配、加入了 N 频点组网技术。友好的人机界面可以为用户提供参数设置、仿真控制和结果分析功能。仿真平台中实现了完整的功率控制流程。

本文的另一个创新点是提出改进的模拟退火算法,并将该算法运用于功率控制。改进的模拟退火算法以实际 CI 和目标 CI 差值 ΔCI 作为指导,并以发射功率和 ΔCI 作为联合目标函数,在求得最优解的同时,大大加快了收敛的速度。对比基于 SIR 的功率控制,基于改进模拟退火算法的功率控制在保证服务等级的基础上,不仅能够有效降低发射功率,而且也提高了系统容量。文中还对改进模拟退火算法中 ΔCI 的指导因子 ratio、温度初始值 T_0 分别进行详细分析,研究各参数与收敛速度和系统性能的关系。

最后,研究基于平滑滤波的功率控制,用于解决在快衰落场景中由于 TD-SCDMA 功率控制命令非连续性造成的过调和失调。采用 nakagami 模型、rice 模型、rayleigh 模型对不同遗忘因子分固定快衰落模型和变快衰落模型进行研究。大量的仿真结果表明,平滑滤波能够有效地改善系统性能。

关键词: 无线资源管理; 系统级仿真; 功率控制; 模拟退火

Abstract

With the surgent increasement of mobile subscriber and gradual diversification of mobile service, Users have higher requirement on service quality. How to efficiently manage and use radio resource has become the top concern of operator. And power control technology is the key technology of wireless resource management, has been broadband wireless hotspot. Radio resource simulation of communication network has become the basic approach to design, plan, optimize, evaluate communication network.

In this thesis a Radio Resource Management (RRM) platform is designed for TD-SCDMA, realizing power control, access control, load control, handover control and other radio resource management functions, and time-slop allocation and N Frequency joint networks in addition. Friendly human-computer interface can be used for parameters setting, controlling simulation and analyzing result. In this platform there is a complete flow of power control.

Another contribution of this thesis is to introduce Improved Simulated Annealing Algorithm, and apply it to power control. Improved simulated annealing algorithm is on the basis of differentials between target C/I and measured C/I, while setting transmitted power and ΔCI as its united objective function. It can not only get the optimal solution, but also increase the speed of convergence. Compared with SIR-based Power Control, Improved Simulated-Annealing-based Power Control can reduce transmitting power and increase system capacity while guaranteeing mobile subscribers' grade of service. In this thesis, there is further research on Ratio which is the directional factor of ΔCI , initial temperature T_0 , to learn the relationship between parameters convergence and system performance.

Finally, we study the smooth filtering-based power control, to solve harmonic disorders as a result of TD-SCDMA power control discontinuous command in the in fast fading scene. Nakagami model, Rice model and Rayleigh model are used to study

in fixed fast fading model and variable fast fading model under different forgetting factor. The simulation results show that a smoothing filter can effectively improve the performance of the system.

Key words: RRM; System-level Simulation; Power Control; Simulated Annealing

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目 录

第 1 章.绪论	1
1.1.论文研究背景	1
1.1.1.无线资源管理	1
1.1.2.功率控制	1
1.2.无线资源管理的现状和发展趋势	2
1.3.功率控制的研究现状和发展趋势	4
1.4.论文的研究内容和章节安排	5
第 2 章. TD-SCDMA 无线资源管理的研究	7
2.1.无线资源管理原理	7
2.2.无线资源管理仿真技术	8
2.2.1.无线资源管理仿真方法.....	8
2.2.2.仿真工具调研	9
2.2.3.仿真开发环境	10
2.3.功率控制分类	12
2.3.1.前向功率控制（下行功率控制）	12
2.3.2.反向功率控制（上行功率控制）	13
2.3.3.开环功率控制	13
2.3.4.闭环功率控制	14
2.3.5.外环功率控制	14
2.3.6.内环功率控制	14
2.4.功率控制的平衡准则	15
2.4.1.SIR 平衡准则.....	15
2.4.2.功率平衡准则	16
2.4.3.平衡准则比较	17
2.5.本章小结	17

第 3 章.TD-SCDMA 无线资源管理系统级仿真平台	18
3.1.仿真平台的框架和模型	18
3.1.1.BS 模型	19
3.1.2.MS 模型	21
3.1.3.传播模型	21
3.1.4.链路损耗模型	22
3.1.5.干扰模型	22
3.1.6.性能评估模型	23
3.1.7.TD-SCDMA 中联合检测和智能天线的考量	25
3.2.仿真流程	26
3.2.1.初始化阶段	26
3.2.2.上行迭代	30
3.2.3.下行迭代	31
3.2.4.后处理	34
3.2.5.参数说明	35
3.3.仿真结果与分析	36
3.4.本章小结	39
第 4 章.功率控制算法的研究	40
4.1.仿真平台中使用的功率控制算法	40
4.1.1.开环功率控制	40
4.1.2.基于 SIR 准则和功率平衡准则的功率控制	41
4.2.改进模拟退火算法在功率控制中的应用	44
4.2.1.改进的模拟退火算法	44
4.2.2.基于改进模拟退火算法功率控制的仿真	48
4.2.3.小结	52
4.3.基于平滑滤波功率控制的研究	52
4.3.1.平滑滤波	52
4.3.2.快衰落模型	53
4.3.3.固定快衰模型遗忘因子的研究	54

4.3.4.变化衰落模型下遗忘因子的研究	57
4.3.5.小结	63
4.4.本章小结	63
第 5 章.结论及进一步研究方向	65
5.1.研究工作总结	65
5.2.未来研究方向	66
第 6 章.攻读硕士学位期间的学术论文和参与项目	67
第 7 章.致谢语	68
第 8 章.参考文献	69

Contents

Chapter 1.Introduction	1
1.1.Research Background	1
1.1.1.Radio Resource Management	1
1.1.2.Power Control	1
1.2.The Current Stage And Development Trend Of RRM.....	2
1.3.The Current Stage And Development Trend Of Power Control	4
1.4.Main Contents Of Research And The Structure Of Thies.....	5
Chapter 2. Research Of TD-SCDMA RRM	7
2.1.Theory Of RRM.....	7
2.2.Simuation Of RRM.....	8
2.2.1.Simulation Methods Of RRM.....	8
2.2.2.Research Into Simulation Tools	9
2.2.3.Research Into Simulation Platform.....	10
2.3.Types Of Power Control	12
2.3.1.Forward Power Control	12
2.3.2.Backword Power Control	13
2.3.3.Open-Loop Power Control	13
2.3.4.Close-Loop Power Control.....	14
2.3.5.Outer-Loop Power Control.....	14
2.3.6.Inner-Loop Power Control.....	14
2.4.Balance Rules Of Power Control	15
2.4.1.SIR-Based Power Control	15
2.4.2.Strength-Based Power Control	16
2.4.3.Compare	17
2.5.Summary.....	17

Chapter 3. Simulation Platform Of TD-SCDMA RRM..... 18

3.1.Frame And Models Of Simulation Platform	18
3.1.1.Basestation Model	19
3.1.2.Mobile Subscriber Model	21
3.1.3.Propagation Model	21
3.1.4.Link Loss Model	22
3.1.5.Interference Model	22
3.1.6.Performance Evaluation Model	23
3.1.7.Consideration Of Joint Detection And Smart Antenna In TD-SCDMA	25
3.2.Procedure Of Simulation.....	26
3.2.1.Initialization Stage	26
3.2.2.Up Link Interaction	30
3.2.3.Down Link Interaction	31
3.2.4.Post Process.....	34
3.2.5.Parameter Declaration	35
3.3.Analysis On Simulation Result	36
3.4.Summary.....	49

Chapter 4. Research Of Power Control Algorithms..... 40

4.1.Power Control Algorithm In Simulation Platform.....	40
4.1.1.Open Loop Power Control.....	40
4.1.2.Sir-Based And Strength-Based Power Control	41
4.2.Implement Of Improved Simulated Annealing Alogritm In Power Control	44
4.2.1.Improved Simulated Annealing Alogrithm	44
4.2.2.Simulation Of Improved Simulated Annealig Alogrithm.....	48
4.2.3.Summary	52
4.3.Research Into Smooth-Filter-Based Power Control	52
4.3.1.Smooth Filter.....	52
4.3.2.Fast-Fading Mode.....	53

4.3.3. Research Into Forgetting Factor With Fixed Fast-Fading Model	54
4.3.4. Research Into Forgetting Factor With Variable Fast-Fading Model	57
4.3.5. Summary	63
4.4. Summary	63
Chapter 5. Conclusions And Futhure Work	65
5.1. Conclusion	65
5.2. Future Work	66
Research Works And Achievements During Pursing Master Degree	67
Acknowledgements	68
References	79

厦门大学博硕士学位论文摘要库

第1章. 绪论

1.1. 论文研究背景

1.1.1. 无线资源管理

移动通信技术面临用户数量急剧增加,移动业务逐步走向多元化,用户对服务质量的要求不断提高等问题,如何更有效地管理和使用无线资源已成为运营商最为关心的问题之一。无线资源管理也是有效降低运营商运营成本,提高系统容量的重要途径^[1]。

TD-SCDMA 无线资源管理 (RRM, Radio Resource Management) 包括功率控制、切换控制、接入控制、负载控制、时隙分配、频点分配等。通过管理空中接口资源的使用,保证移动用户的 QoS,确保系统规划的覆盖区域,为系统提供大容量。在 3G 中无线资源管理成为衡量一个标准是否可行,系统服务质量优劣,是否被运营商接受的重要指标。

近年来,随着计算机技术的飞速发展,对通信网络无线资源管理的仿真已经成为移动通信网络设计、规划、优化和网络评估的一项基本手段。利用数学方法对通信网络建模,并通过统计分析方法,为网络规划工作提供科学依据^[2]。

1.1.2. 功率控制

移动通信早已深入人们的生活,通信的快速发展给社会带来无限生机和活力,但是快速发展的移动通信也给人们给世界造成一定的影响。大多数人在幸福快乐地体验高速便捷的通信生活时,忽视或者无视与之具来的污染及危害。频率问题、辐射问题、电子垃圾问题、干扰问题日趋显现,而其中最严重的是能源资源问题。随着国际社会与我国政府对节能减排、绿色创新的更高要求,从现在开始起的未来三十至五十年,节能减排的绿色要求会面临越来越大的压力。随着移动通信的广泛普及和深入应用,节约能源、节约资源、保护环境将会是继新一代无线通信之后又一重要发展方向,是新兴发展的重大紧迫课题。有从理论、方法、技术和应用等多方面进行系统研究的必要^[3]。

在无线通信系统中,功率控制作为降低发射功率、节省能源损耗的最直接手

段必然会越来越受到关注。功率控制是 CDMA 系统的一项关键技术。CDMA 系统是干扰受限的系统，移动台的发射功率对小区内通话的其他用户而言就是干扰。有效的功率控制算法能够有效降低用户间的相互干扰，可以在满足每一个用户通信质量的前提下，最小化发射功率，从而减少干扰，增加系统容量，延长手机的待机时间。

如图 1-1 所示，功率控制与其资源管理策略有密切的联系，它将直接影响接入控制和物理层的测量。而 DCA（动态信道分配,Dynamic Channel Allocation）以及接入控制模块可以提供资源分配情况的信息给功率控制模块以便更好地确定不同链路的发射功率大小。

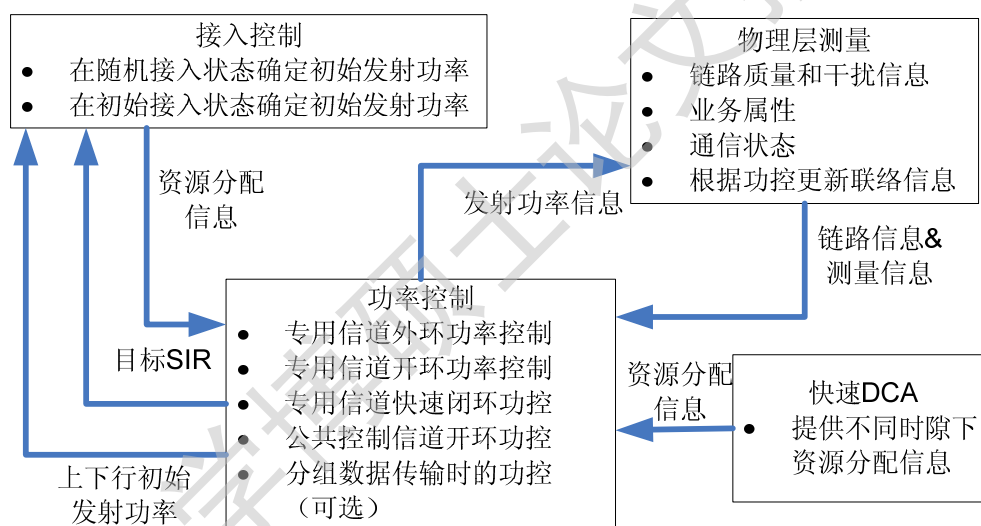


图 1-1 功率控制算法与其它资源管理算法的关系^[4]

1.2. 无线资源管理的现状和发展趋势

在以模拟通信为主的第一代移动通信中，由于只提供单一类型的电路交换业务，所以除了频谱规划外，几乎不存在专门的无线资源管理功能。GSM 等第二代移动通信也几乎不需要专门的无线资源管理功能^[1]。

在 GPRS 和 CDMA2000 为代表的 2.5G 移动通信系统中，对无线资源管理的要求开始提高，同时增加了对系统码字和功率资源的控制，以保证有限的频谱资源接纳更多的用户。2.5G 通信系统是无线资源管理发展历史的里程碑。但由于分组数据业务在 2.5G 只是电路业务的补充，其无线资源管理功能相对简单。

随着 TD-SCDMA 等 3G 网络的建成，除了传统的话音业务之外，高速率及可变速率多媒体业务也备受关注，业务多样化对无线资源管理提出了更多要求。智能天线和联合检测也必然会对无线资源管理产生影响。

在 LTE 等下一代无线通信系统中，由于需要支持更高的带宽，全面支持分组数据业务，更高的用户传输速度，更短的传输延迟，对无线资源管理提出更高的要求。目前有学者研究联合无线资源管理^[5]、跨层无线资源管理^[6-8]、面向新型空中接口的无线资源管理^[9]。基于在未来移动通信系统必然是一个多种网络叠加和融合的系统，也有学者研究协同无线资源管理^[6, 10]。

目前 3G 蜂窝移动通信系统都采用集中管理方式，RRM 是 RNC 的重要组成部分，其作用主要包括三个方面：

- ❑ 负责空中接口资源的分配与使用，确保用户所申请业务的服务质量包括误块率（BLER）、误码率（BER）、时间延迟、业务等级等；
- ❑ 确保系统规划的覆盖区域；
- ❑ 充分提高系统容量。

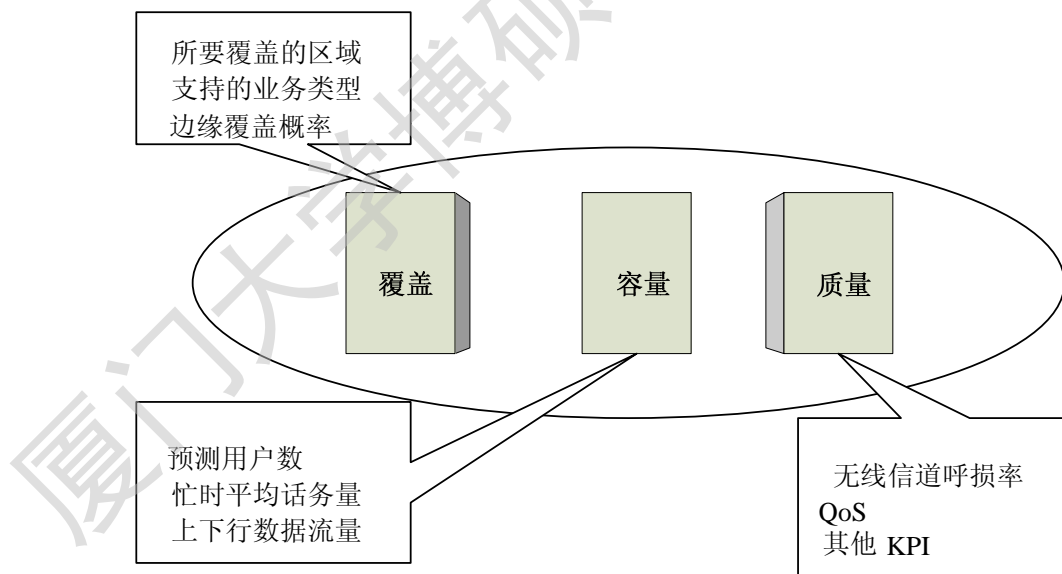


图 1-2 RRM 的作用

目前的无线资源管理算法的功能还算比较清晰，策略之间相对独立，不同算法之间交互较少。为适应未来 B3G、4G 速率高速化、业务多元化的对 QoS 要求，同时提高频谱利用率，最大化共享无线资源，保证不同用户间的公平性，需要将

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库