

学校编码: 10384

分类号____密级____

学号: 23320081153311

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

宽带无线自组网多信道接入方案设计与实现

Design and Implementation of Multi-Channel Medium

Access Control in Broadband Wireless Ad Hoc Network

周璟军

指导教师姓名: 陈辉煌 教授

杨琦 博士

专 业 名 称: 通信与信息系统

论文提交日期: 2011 年 月

论文答辩时间: 2011 年 月

学位授予日期: 2011 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2011 年 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

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

厦门大学博硕士学位论文摘要库

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

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘 要

Ad Hoc 网络, 是由一组带有收发装置的无线移动节点组成的动态多跳、临时性无中心自治系统, 其应用前景广阔。介质访问控制协议 (MAC) 是 Ad Hoc 网络协议的重要组成部分, 控制着节点如何接入无线信道, 对网络性能起着决定性作用。Ad Hoc 的特殊组网形式以及节点可移动性, 使其 MAC 协议设计面临了很多新问题, 需要为其设计专门的 MAC 协议。

本文以宽带无线自组织应急通信系统 MAC 协议为研究目标, 通过研究接入方案、时隙分配、时隙使用、时隙冲突处理等, 进行多信道接入的设计与实现。

首先, 本文在分析国内外 Ad Hoc 网络 MAC 协议的基础上, 重点分析研究了解决隐藏终端、暴露终端问题的 RTS-CTS 握手法, 提出适合小规模 Ad Hoc 网络 MAC 协议的设计目标。根据信道的划分策略, 对固定分配、动态分配、混合型分配三类时隙结构进行讨论分析, 确定本项目采用混合型策略。

其次, 本文深入研究分析了 Ad Hoc 网络的信道空间复用性问题, 提出解决隐藏终端、暴露终端以提高复用度的改进方案——多信道动态时分多址协议 MCD-TDMA (Multi-Channel Dynamic-Time Division Multiple Access)。MCD-TDMA 协议是一种支持单播、广播的多信道预约型接入协议, 采用控制信道动态分配不复用、业务信道动态分配复用的策略, 引入了 RTS/CTS/ACK/DONE 四步握手机制、令牌机制、超帧机制、洗牌机制, 利用控制信道中交互的控制信息实现对业务信道的动态分配及空间复用。论文在协议算法的理论基础上, 用 NS-3 网络仿真工具对 MCD-TDMA 协议进行建模仿真, 实验结果表明相对于 802.11DCF 而言, MCD-TDMA 协议在系统负载较大时提高了网络吞吐率且丢包率性能较好。

最后, 本文根据项目实际需求, 实现对 MCD-TDMA 协议精简版——有逻辑中心的动态分配不复用接入方案的设计。分析设计该方案的帧结构、MAC 帧结构及各信道机制, 并采用了 Xilinx 公司提供基于 FPGA 的可编程嵌入式开发系统解决方案, 对其编程设计。

关键词: Ad Hoc; MAC; 空间复用; 动态分配

Abstract

The broadband wireless emergency communication system is one of Ad Hoc Networks. It's a dynamic, multi-hop, no control center, self-organization system which is composed of wireless mobile nodes with transceiver and has broad application prospects. Medium access control protocol is an important part of the Ad Hoc network protocols. It controls node to access the wireless channel and plays a decisive role on the network performance.

The dissertation focuses on MAC protocol of the broadband wireless emergency communication system. It studies on access programs, slot allocation, slots using, slots conflict management, and then designs and implements the multi-channel access scheme.

Firstly, based on research into MAC protocol of Ad Hoc network at home and abroad, the dissertation focuses on analysis of the RTS-CTS handshake methods that are used to solving hidden terminal, exposed terminal problem and proposes design goals of MAC protocol suiting for small-scale Ad Hoc Networks. According to the division of channel strategy, the dissertation analyzes the frame structures of fixed allocation, dynamic allocation, mixed allocation, and then determines that this project uses the mixed strategy.

Secondly, the dissertation studies deep in spatial reusing of Ad Hoc network, and proposes MCD-TDMA (Multi-Channel Dynamic-Time Division Multiple Access) protocol which improves spatial reuse by solving the problem of hidden terminal, exposed terminal. The MCD-TDMA protocol is a multi-channel reservation access protocol supporting unicast and broadcast. The control channels are dynamic but not reused and the traffic channels are dynamic, reused. The protocol imports four-step handshake mechanism of RTS/CTS/ACK/DONE, token mechanism, super frame mechanism, shuffling mechanism. It achieves the dynamic allocation and spatial reuse of the TCH by interacting signaling in the CCH. The dissertation models and simulates the MCD-TDMA protocol using the network simulation tool NS-3 based on

the theory of protocol algorithms. Experimental results show that the MCD-TDMA protocol improves the network throughput and gets better packet loss rate comparing with 802.11DCF when the system load is larger.

Finally, the dissertation designs a simplified version of MCD-TDMA protocol, a dynamic allocation, no-reuse scheme with a logical center. The frame structure, MAC frame structure and other mechanisms are designed. The scheme is programmed using the programmable system solutions for embedded development which are offered by Xilinx.

Key Words: Ad Hoc; MAC; Spatial Reuse; Dynamic Allocation

目 录

第 1 章	绪论	1
1.1	课题研究背景及其意义	1
1.2	国内外研究现状综述	2
1.3	本文的主要内容和结构安排	5
第 2 章	Ad Hoc 网络 MAC 协议的主要问题	7
2.1	影响 MAC 协议设计的主要因素	7
2.1.1	隐藏终端、暴露终端问题.....	7
2.1.2	接入公平性问题.....	9
2.1.3	节点可移动问题.....	9
2.1.4	QoS 保障	10
2.2	协议应具备的基本特性	10
2.3	信道空间复用研究	11
2.3.1	空间复用的基本原理.....	11
2.3.2	隐藏/暴露终端解决方案概述	12
2.4	基于预约机制的时隙分配算法分类	16
2.5	本章小结	17
第 3 章	基于 TDMA 的 MCD-TDMA 协议设计	18
3.1	MCD-TDMA 协议的设计目标	18
3.2	MCD-TDMA 协议的信道划分方法	18
3.2.1	物理信道.....	18
3.2.2	逻辑信道.....	19
3.2.3	时帧结构分类.....	19
3.2.3.1	固定分配.....	20
3.2.3.2	动态分配.....	21
3.2.3.3	混合型分配.....	21
3.2.4	MCD-TDMA 协议的时帧结构	22

3.3	MCD-TDMA 协议 MAC 帧报文结构	23
3.4	MCD-TDMA 协议信道接入方案	24
3.4.1	接入信道 RCH	24
3.4.1.1	ALOHA 技术	24
3.4.1.2	MCD-TDMA 协议接入流程	26
3.4.2	控制信道 CCH	27
3.4.3	广播信道 BCH	29
3.4.4	业务信道 TCH	29
3.5	MCD-TDMA 协议业务时隙预约设计	29
3.5.1	MCD-TDMA 协议预约基本原理	30
3.5.2	时隙的获取	31
3.5.2.1	RTS/CTS/ACK/DONE 握手机制	31
3.5.2.2	预约过程	32
3.5.2.3	MCD-TDMA 协议的空间复用分析	34
3.5.2.4	令牌机制	37
3.5.2.5	广播时隙的分配	38
3.5.3	时隙的使用、释放	38
3.5.4	时隙冲突的解决	38
3.5.5	其他情况处理	39
3.5.6	状态转移图	39
3.6	本章小结	42
第 4 章	MCD-TDMA 协议仿真	43
4.1	网络仿真技术	43
4.1.1	网络仿真技术介绍	43
4.1.2	主流网络仿真软件平台介绍	44
4.1.3	NS-3 网络仿真软件	45
4.2	MCD-TDMA 协议仿真	46
4.2.1	仿真内容	46
4.2.2	MCD-TDMA 协议仿真建模	47

4.2.2.1	信道模型.....	47
4.2.2.2	物理层模块设计.....	48
4.2.2.3	MAC 层模块设计	49
4.2.3	网络性能评价指标.....	51
4.2.4	仿真实验及数据分析.....	52
4.3	本章小结	55
第 5 章	基于 Xilinx virtex-4 宽带无线自组织网络 MAC 协议的实	
现	56
5.1	宽带无线自组织网络系统总体架构	56
5.2	协议开发平台介绍	57
5.3	动态分配不复用接入协议方案设计	58
5.3.1	时帧结构设计.....	59
5.3.2	RCH	59
5.3.3	CCH	60
5.3.4	TCH.....	60
5.3.4.1	时隙申请.....	60
5.3.4.2	时隙释放.....	61
5.3.4.3	异常处理.....	62
5.3.4.4	部分机制具体实现设计.....	62
5.3.5	MAC 帧格式设计	64
5.3.6	部分重要数据结构、函数及状态机的设计.....	65
5.3.6.1	部分重要数据结构.....	65
5.3.6.2	主要的函数设计.....	67
5.3.6.3	时隙预约状态机的设计.....	67
5.4	方案试验方法	68
5.5	本章小结	70
第 6 章	总结与展望.....	71
6.1	论文所完成的工作与创新点	71

6.2 后期工作展望	72
参考文献.....	73
致 谢.....	76
攻读硕士学位期间发表的论文及所做工作	78

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

Chapter1	Preface	1
1.1	Research Backgroud and Meaning	1
1.2	Review of Research Status.....	2
1.3	Work and Organization of the Dissertation	5
Chapter2	The Research of MAC Protocols in Ad Hoc Network	7
2.1	The Main Factors of MAC Protocol Design	7
2.1.1	Hidden Terminal, Exposed Terminal	7
2.1.2	Access Fairness	9
2.1.3	Node Mobility	9
2.1.4	QoS	10
2.2	The Basic Characteristics of MAC Protocol.....	10
2.3	The Research of Channel Spatial Reuse	11
2.2.1	Basic Principle of Spatial Reuse	11
2.2.2	Solutions Overview of Hidden/Exposed Terminal	12
2.4	The Classification of Slot Allocation Algorithm Based On Reservation Mechanism	16
2.5	Summary	17
Chapter3	The Design of MCD-TDMA Protocol Based On TDMA	18
3.1	The Design Goal of MCD-TDMA Protocol.....	18
3.2	The Channel Division Method of MCD-TDMA Protocol.....	18
3.2.1	Physical Channel.....	18
3.2.2	Logical Channel	19
3.2.3	The Classification of Frame Structure	19
3.2.3.1	Fixed Allocation	20
3.2.3.2	Dynamic Allocation	21
3.2.3.3	Mixed Allocation	21

3.2.4	The Frame Structure of MCD-TDMA Protocol.....	22
3.3	MAC Packet Structure of MCD-TDMA Protocol.....	23
3.4	The Channel Access Scheme of MCD-TDMA Protocol.....	24
3.4.1	Random Access Channel (RCH)	24
3.4.1.1	ALOHA Technology	24
3.4.1.2	Access Process of MCD-TDMA Protocol	26
3.4.2	Control Channel (CCH)	27
3.4.3	Broadcast Channel (BCH)	29
3.4.4	Traffic Channel (TCH)	29
3.5	The Design of Traffic Slot Reservation of MCD-TDMA Protocol.	29
3.5.1	The Basic Principle of Reservation of MCD-TDMA Protocol.....	30
3.5.2	Access to Slot.....	31
3.5.2.1	The Handshake of RTS/CTS/ACK/DONE.....	31
3.5.2.2	Reservation Process	32
3.5.2.3	The Analysis of Spatial Reuse of MCD-TDMA Protocol...34	
3.5.2.4	Token Mechanism.....	37
3.5.2.5	The Allocation of BCH	38
3.5.3	The Use and Release of TCH.....	38
3.5.4	The Resolution of Slot conflict	38
3.5.5	The Processing of Other Cases	39
3.5.6	Status Transfer Diagram.....	39
3.6	Summary.....	42
Chapter4	The Simulation of MCD-TDMA Protocol.....	43
4.1	The Technology of Network Simulation.....	43
4.1.1	The Introduction of Network Simulation Technology	43
4.1.2	The Mainstream of Network Simulation Software Platform	44
4.1.3	NS-3	45
4.2	The Simulation of MCD-TDMA Protocol.....	46
4.2.1	Simulation Content	46

4.2.2	The Modeling and Simulation of the MCD-TDMA Protocol.....	47
4.2.2.1	Channel mode.....	47
4.2.2.2	PHY layer mode.....	48
4.2.2.3	MAC layer model.....	49
4.2.3	The Performance Index of Network Simulation.....	51
4.2.4	The Performance Analysis of Experimental Data.....	52
4.3	Summary.....	55
Chapter5 The Implementation of MAC Procotol in Broadband		
Wireless Ad Hoc Network based on Xilinx virtex-4.....		
56		
5.1	The General Framework of Broadband Wireless Ad Hoc Networks	56
5.2	The Introduction of Protocol Development Platform.....	57
5.3	The Scheme of Dynamic Allocation Without Spatial Reuse	58
5.3.1	The Design of Frame Structure.....	59
5.3.2	RCH.....	59
5.3.3	CCH.....	60
5.3.4	TCH.....	60
5.3.4.1	Slot Application.....	60
5.3.4.2	Slot Release.....	61
5.3.4.3	Processing to Abnormal Condition.....	62
5.3.4.4	The Implementation of Fractional Mechanism.....	62
5.3.5	The Design of MAC Packet Structure	64
5.3.6	The Design of Some Important Data Structures, Functions, and	
	State Machine.....	65
5.3.6.1	Some Important Data Structures.....	65
5.3.6.2	The Main Functions	67
5.3.6.3	The State Machine of Slot Reservation.....	67
5.4	Experimental Methods of the Scheme.....	68
5.5	Summary.....	70

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.

厦门大学博硕士学位论文摘要库