

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 23320131153259

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

异构网络融合的数字家庭服务系统

设计与实现

Design and Implementation of Digital Home Service System

Based on Heterogeneous Network Convergence

刘建源

指导教师姓名: 黄联芬 教授

专 业 名 称: 电子与通信工程

论文提交日期: 2016 年 4 月

论文答辩时间: 2016 年 5 月

学位授予日期: 2016 年 6 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2016 年 4 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

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘要

随着嵌入式技术、信息网络、数字家庭和智能家居的迅速发展，国家对数字家庭服务产业与网络融合政策上大力扶持，大众在消费电子领域关注度上升，家庭领域的服务系统具有极大市场潜力与发展空间。本文对数字家庭系统的发展现状与趋势进行调研，针对当前系统存在功能壁垒、设备冗余、信息孤岛、开放性与兼容性差等特点，提出异构网络融合的数字家庭服务系统架构，实现家庭内部多种终端设备互连互通，以轻量级服务提高了家庭生活的品质，实际应用价值高。

本文基于 Linux 内核的开放自由的 Android 系统，提出了包括控制系统、终端网络和客户端的异构网络融合的数字家庭服务系统架构，将 ZigBee、6LoWPAN 和移动通信网络进行异构网络融合。对系统的关键技术进行深入研究，并在此基础上，首先设计实现了控制子系统，基于 A20 CPU 和 Android 操作系统，进行硬件模块设计和轻量级 Server 开发，设计实现网络接入、控制、FTP、WEB、ZLL、SIP、实时流媒体传输服务，实现数字家庭的网络融合、应用融合和数据汇聚。然后研究了终端网络架构，选用了 ZigBee/6LoWPan 异构网络融合的架构。基于 Z-Stack 实现 ZigBee 组网，满足市场现行主流接入标准，设备兼容标准协议；基于 Contiki 实现 6LoWPAN 组网，通过适配层协议的压缩、分片技术，在 IEEE 802.15.4 底层标准之上运行 IP 协议栈，实现终端设备 IP 化，通过 RPL 路由协议构建 DODAG，实现 IPv6 组网与高效路由。并在家庭智能照明子系统中，通过客户端与网关/边界路由节点，实现了 LED 灯群组的亮度、色温控制。

测试表明，数字家庭服务系统各部分功能满足设计要求，控制系统与终端通信模块硬件、轻量级服务均运行稳定。通过家庭照明子系统，验证了组网方案与异构网络融合。

未来 6LoWPAN 将可能成为数字家庭系统无线通信中网络层的通用标准，下一步可进行家庭服务系统组网优化、安全性及降低系统成本等方面深入研究。

关键字：数字家庭；轻量级服务；网络融合；6LoWPAN 技术；ZigBee 技术

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Abstract

With the rapid development of embedded technology, information networks, digital home, smart home, and the support of government in digital home services industry and network convergence, public's attention in the field of consumer electronics rose. Digital home service system has great market potential and development space. In this paper, the development status and trend of digital home system are deeply research. In view of the current system's shortage, such as functional barriers, equipment redundancy, information isolated island, openness and compatibility problems. This paper puts forward the architecture of digital home service system based on heterogeneous network convergence, realizes the interconnection and information sharing among various terminal devices and lightweight services to improve the quality of family life, and the system has high practical application value.

This paper proposes architecture of heterogeneous network convergence digital home service system based on Android system, which composed of control system, terminal network and client. Based on the intensive study of key technology of system, such as ZigBee, 6LoWPAN, RPL, SIP and streaming media protocol, this paper firstly design and implement the control subsystem. Design hardware module and develop lightweight server based on A20 CPU and Android operating system; design network access, control, FTP, WEB, ZLL, SIP, real-time streaming media transmission services, to implement network convergence, application integration and data aggregation of digital home. Then, this paper studies the terminal network architecture, and selects the architecture that ZigBee and 6LowPan schemes exist side by side. Realize the ZigBee network based on Z-Stack to meet the current mainstream market access standard, and design devices compatible with standard protocol. Realize the 6LoWPAN network based on Contiki, and implement devices meet IEEE 802.15.4 standard running TCP/IP protocol stack, by using compression, subdivision

technology of 6LoWPAN adapter layer protocol. Build DODAG by RPL routing protocol, to realize the IPv6 network and efficient routing. Design an implement home intelligent lighting subsystem, and realize brightness and color temperature control of LED light group by client and gateway/border router node.

Tests show that the function of the digital home service system can meet the design requirements. Control system and the terminal communication module, lightweight services are running stable. Network scheme and heterogeneous network convergence is validated by tests of home intelligent lighting subsystem.

6LoWPAN will likely become a general network layer standard of digital home system wireless communication in the in future. Future work could be focused on digital home service system network optimization, safety and reduce the system cost, etc.

Key words: Digital Home; Lightweight Service; Network Convergence; 6LoWPAN Technology; ZigBee Technology

目 录

摘 要.....	I
Abstract.....	III
第一章 绪论	1
1.1 课题研究背景与意义	1
1.2 研究现状及发展趋势	3
1.2.1 数字家庭发展现状.....	3
1.2.2 数字家庭服务系统发展现状.....	4
1.2.3 数字家庭服务系统发展趋势.....	5
1.3 论文的研究内容及结构安排	6
1.3.1 本文的研究内容.....	6
1.3.2 本文的结构安排.....	7
第二章 数字家庭服务系统的架构与关键技术	9
2.1 数字家庭服务系统的架构	9
2.2 Android 系统	11
2.3 ZigBee 技术与 6LoWPAN 技术.....	12
2.3.1 IEEE 802.15.4 概述	12
2.3.2 ZigBee 技术.....	13
2.3.3 6LoWPAN 技术	16
2.3.4 技术对比.....	18
2.4 异构网络融合技术	19
2.5 RPL 协议	21
2.6 SIP 技术	23
2.7 流媒体协议	24
2.8 本章小结	27
第三章 数字家庭服务系统控制系统设计与实现	29
3.1 控制系统硬件设计	29
3.1.1 核心处理器模块设计.....	30
3.1.2 电源模块设计.....	32

3.1.3 网络模块设计.....	35
3.1.4 多媒体接口模块设计.....	36
3.2 控制系统软件设计	38
3.2.1 开发环境配置.....	38
3.2.1 Android 系统编译.....	39
3.3 控制系统主要服务功能	41
3.3.1 网络接入服务.....	41
3.3.2 控制服务.....	41
3.3.3 FTP 服务.....	44
3.3.4 WEB 服务.....	46
3.3.5 实时流媒体传输服务.....	48
3.3.6 ZLL 服务.....	49
3.3.7 SIP 服务.....	52
3.4 本章小结	55
第四章 数字家庭服务系统终端网络设计与实现	57
4.1 终端网络架构	57
4.1.1 ZigBee 方案网络架构.....	57
4.1.2 6LoWPAN 方案网络架构.....	58
4.2 终端通信模块设计	60
4.2.1 CC2530 通信模块设计.....	60
4.2.2 CC2538 通信模块设计.....	64
4.3 终端网络案例—ZigBee 家庭智能照明子系统	67
4.3.1 LED 灯节点.....	67
4.3.2 网关节点.....	70
4.3.3 Android 客户端.....	72
4.4 终端网络案例-6LoWPAN 家庭智能照明子系统	73
4.4.1 LED 灯节点.....	73
4.4.2 边界路由节点.....	75
4.4.3 Socket 客户端	78
4.5 本章小结	81
第五章 系统测试	83
5.1 系统测试环境搭建	83
5.1.1 系统的软硬件环境.....	83
5.1.2 系统服务搭建与配置.....	84
5.2 系统测试	86
5.2.1 控制系统服务测试.....	86
5.2.2 ZigBee 终端网络测试.....	89

5.2.3 6LoWPAN 终端网络测试	90
5.3 本章小结	92
第六章 总结与展望	93
6.1 总结	93
6.2 工作展望	95
参考文献	97
攻读硕士学位期间的研究工作及成果	103
致谢.....	105

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Content

Abstract in Chinese.....	I
Abstract in English	III
Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Research Background and Significance.....	1
1.2 Research Status and Development Trend	3
1.2.1 Current Development Status of Digital Home	3
1.2.2 Current Development Status of Digital Home Service System.....	4
1.2.3 Development Trend of Digital Home Service System.....	5
1.3 Research Content and Dissertation Organization	6
1.3.1 Research Content	6
1.3.2 Dissertation Organization	7
Chapter 2 Architecture and Key Technology of Digital Home Service System	9
2.1 Architecture of Digital Home Service System	9
2.2 Android Platform.....	11
2.3 ZigBee Technology and 6LoWPAN Technology.....	12
2.3.1 Overview of IEEE 802.15.4.....	12
2.3.2 ZigBee Technology	13
2.3.3 6LoWPAN Technology.....	16
2.3.4 Comparison of Technology	18
2.4 Heterogeneous Network Convergence Technology.....	19
2.5 RPL Protocol	21
2.6 SIP Technology	23
2.7 Protocols of Streaming Media.....	24
2.8 Brief Summary.....	27
Chapter 3 Design and Implementation of Control System of Digital Home Service System.....	29
3.1 Hardware Design of Control System.....	29
3.1.1 Design of Core Processor Module	30

3.1.2 Design of Power Module	32
3.1.3 Design of Network Module	35
3.1.4 Design of Multimedia Interface Module	36
3.2 Software Design of Control System	38
3.2.1 Configuration of Development Environment	38
3.2.1 Compilation of Android Platform	39
3.3 Main Services of Control System	41
3.3.1 Network Access Services	41
3.3.2 Control Services	41
3.3.3 FTP Services	44
3.3.4 WEB Services	46
3.3.5 Real Time Streaming Media Transport Services	48
3.3.6 ZLL Services	49
3.3.7 SIP Services	52
3.4 Brief Summary	55
Chapter 4 Design and Implementation of Terminal Network of Digital Home Service System	57
4.1 Architecture of Terminal Network	57
4.1.1 Architecture of ZigBee Network Scheme	57
4.1.1 Architecture of 6LoWPAN Network Scheme	58
4.2 Design of Terminal Communication Module	60
4.2.1 Design of CC2530 Communication Module	60
4.2.2 Design of CC2538 Communication Module	64
4.3 Terminal Network Case - ZigBee Family Intelligent Lighting Subsystem 67	
4.3.1 LED Light Node	67
4.3.2 Gateway Node	70
4.3.3 Android Client	72
4.4 Terminal Network Case – 6LoWPAN Family Intelligent Lighting Subsystem	73
4.4.1 LED Light Node	73
4.4.2 Border Route Node	75
4.4.3 Socket Client	78
4.5 Brief Summary	81
Chapter 5 System Test	83
5.1 Building System Testing Platform	83

5.1.1 Hardware and Software Environment of System.....	83
5.1.2 System Service Configuration.....	84
5.2 System Test.....	86
5.2.1 Test on Control System.....	86
5.2.2 Test on ZigBee Terminal Network.....	89
5.2.3 Test on 6LoWPAN Terminal Network.....	90
5.3 Brief Summary.....	92
Chapter 6 Summary and Prospect.....	93
6.1 Summary.....	93
6.2 Prospect.....	95
Reference.....	97
Research Work and Achievements.....	103
Acknowledgement.....	105

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts 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.