

学校编码: 10384

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学号: X2013232141

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

工 程 硕 士 学 位 论 文

家电智能控制系统分析与设计

Analysis and Design in an Intelligent Home Appliances

Control System

邱红

指导教师: 刘昆宏副教授

专业名称: 软件工程

论文提交日期: 2016年3月

论文答辩日期: 2016年4月

学位授予日期: 2016年6月

指导教师: \_\_\_\_\_

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

2016年3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

随着计算机技术、通信技术和电子技术的发展，人们生活水平的提高和生活节奏的加快，对家居环境的舒适性、高效性和节能环保的要求不断提高，传统的家用电器控制方法已无法满足生活的需求。本文主要在传统家电的基础上，分析基于 Android 平台的家电智能控制系统的体系结构、家庭网关服务器和客户端软件的设计。

本文的主要研究内容是：首先，详细分析家电智能控制系统国内外研究情况、系统的可行性、功能性需求和非功能性需求。其次，设计了家电智能控制系统的总体结构。硬件方面选用了三星的 S3C6410 作为核心处理器，ZigBee 无线网络技术为家庭内部网络，CC2530 处理器为 ZigBee 的协调器和家电设备终端节点的核心模块，智能手机为客户终端设备。软件架构采用 C/S 模式，选用 Linux 为家庭网关的嵌入式操作系统，Android 为客户端系统，SQLite 为数据库。再次，分别对家庭网关服务器和客户端软件进行详细分析设计，主要从软件总体结构设计、网络通信、人机交互界面和数据库等几方面进行，最终的目标是使客户不必重新购置智能家电设备，在投入成本低的情况下，能够通过 Android 系统的智能手机，随时随地对家居内非智能家电设备（如：灯光、热水器、空调、洗衣机、电视机、电冰箱等）进行集中和远程控制。最后，对本文进行了总结和展望，并提出需要进一步改进和优化部分，使本系统的下一步研究在原有的基础上更加完善。

**关键词：** Android；家庭网关服务器；客户端

## Abstract

With the development of computer, communications, and electronic technologies, the living standard becomes higher, and the pace of life becomes faster. In the view of an ever-increasing demand for a comfortable, efficient, energy-saving, and green home environment, traditional household appliances control can no longer make people satisfied. This dissertation mainly analyzes the design of the architecture, the home gateway server, and the client software of an intelligent home appliances control system based on an Android platform and traditional household appliances.

The main research contents include the follows. First of all, a detailed analysis of the state-of-the-art of intelligent home appliances control systems in and out of China, along with the description of their feasibility, functional, and non-functional requirements. Next, the overall structure of an intelligent home appliances control system is designed. In terms of hardware, Samsung S3C6410 is selected as the core processor, Zigbee wireless technology is used to build a home internal network, CC2530 processor serves as the core module for Zigbee coordinator and home appliance terminal nodes, and smart phones function as client equipment. A C/S type software architecture is used. An embedded Linux operation system is chosen for home gateway. An Android-based client system and SQLite databases are also used. Home gateway server and client software are then analyzed and designed in detail, covering mainly overall software structural design, network communications, human-machine interaction interface, and database. The ultimate goal is to allow the user to control in a centralized and remote manner all the non-intelligent home appliances (e.g., lighting, water heating, air-conditioning, washing machine, TV, refrigerator, etc.) by using an Android smart phone anywhere and anytime at a low cost and without purchasing new intelligent home appliances. Finally, further improvements and optimizations are suggested in the summary and prospect section for future system research and development.

Keywords: Android; Home gateway server; Client.

## 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 课题研究背景 .....	1
1.2 国内外研究现状 .....	2
1.2.1 国外研究现状 .....	2
1.2.2 国内研究现状 .....	3
1.3 论文主要研究的内容 .....	4
1.4 论文组织结构 .....	4
<b>第二章 系统相关的技术介绍</b> .....	<b>6</b>
2.1 Android 系统 .....	6
2.1.1 系统架构 .....	6
2.1.2 Android 应用程序组件 .....	8
2.2 SQLite 数据库 .....	9
2.3 嵌入式技术 .....	10
2.3.1 嵌入式系统概念 .....	10
2.3.2 嵌入式 Linux 操作系统 .....	11
2.4 本章小结 .....	12
<b>第三章 需求分析</b> .....	<b>13</b>
3.1 可行性分析 .....	13
3.2 功能需求分析 .....	14
3.3 非功能性需求分析 .....	18
3.4 本章小结 .....	20
<b>第四章 系统设计</b> .....	<b>21</b>
4.1 系统架构设计 .....	21
4.2 家庭网关服务器总设计 .....	25
4.3 客户终端总设计 .....	29
4.4 本章小结 .....	32
<b>第五章 家庭网关服务器设计</b> .....	<b>34</b>

5.1 软件架构设计 .....	34
5.2 Linux 系统开发环境的搭建 .....	35
5.3 网络通信的设计 .....	37
5.3.1 ZigBee 网络通信设计 .....	37
5.3.2 远程通信设计 .....	39
5.4 数据库设计 .....	41
5.4.1 SQLite 数据库移植 .....	42
5.4.2 SQLite 数据库设计 .....	43
5.5 图形用户界面设计 .....	47
5.5.1 Qt/E 简介 .....	48
5.5.2 Qt 开发环境的搭建和移植 .....	48
5.6 本章小结 .....	48
<b>第六章 客户端系统设计 .....</b>	<b>50</b>
6.1 Android 应用程序开发环境的搭建 .....	50
6.2 用户界面设计 .....	51
6.2.1 用户界面设计原则 .....	51
6.2.2 用户界面分析和建模 .....	51
6.2.3 用户登录 .....	54
6.2.4 家电控制 .....	55
6.2.5 家电设备添加 .....	57
6.2.6 情景模式 .....	57
6.2.7 日志记录 .....	59
6.3 数据库设计 .....	59
6.4 通信设计 .....	60
6.5 本章小结 .....	61
<b>第七章 总结与展望 .....</b>	<b>62</b>
7.1 总结 .....	62
7.2 展望 .....	62
<b>参考文献 .....</b>	<b>64</b>



致谢.....67

厦门大学博硕士论文摘要库

## Contents

<b>Chapter 1 Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Research Background .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Research Status at Home and Abroad .....</b>	<b>2</b>
1.2.1 Research Status Abroad .....	2
1.2.2 Research Status at Home.....	3
<b>1.3 Main Research Contents .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Dissertation Organization .....</b>	<b>4</b>
<b>Chapter 2 Introcution to Corresponding Technologies.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Android System .....</b>	<b>6</b>
2.1.1 System Architecture .....	6
2.1.2 Android Application Components.....	8
<b>2.2 SQLite Database .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3 Embedded Technology .....</b>	<b>10</b>
2.3.1 Embedded System Concept .....	10
2.3.2 Embedded Linux Operation System .....	11
<b>2.4 Summary .....</b>	<b>12</b>
<b>Chapter 3 Requirement Analysis .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Feasibility Analysis .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Functional Requirement Analysis .....</b>	<b>14</b>
<b>3.3 Non-functional Requirement Analysis .....</b>	<b>18</b>
<b>3.4 Summary .....</b>	<b>20</b>
<b>Chapter 4 System Design.....</b>	<b>21</b>
<b>4.1 System Architecture Design .....</b>	<b>21</b>
<b>4.2 Overall Home Gateway Server Design .....</b>	<b>25</b>
<b>4.3 Overall Client Design .....</b>	<b>29</b>
<b>4.4 Summary .....</b>	<b>32</b>
<b>Chapter 5 Home Gateway Server Design .....</b>	<b>34</b>

<b>5.1 Software Architecture Design</b>	<b>34</b>
<b>5.2 Linux System Development Environment Construction</b>	<b>35</b>
<b>5.3 Network Communications Design</b>	<b>37</b>
5.3.1 ZigBee Network Communications Design	37
5.3.2 Remote Communications Design	39
<b>5.4 Database Design</b>	<b>41</b>
5.4.1 SQLite Database Transplant	42
5.4.2 SQLite Database Design	43
<b>5.5 Graphic User Interface Design</b>	<b>47</b>
5.5.1 Qt/E Overview	48
5.5.2 Qt Development Environment Construction and Transplant	48
<b>5.6 Summary</b>	<b>48</b>
<b>Chapter 6 Client System Design</b>	<b>50</b>
<b>6.1 Development Environment Construction</b>	<b>50</b>
<b>6.2 User Interface Design</b>	<b>51</b>
6.2.1 User Interface Design Principle	51
6.2.2 User Interface Analysis and Modeling	51
6.2.3 User Login	54
6.2.4 Home Appliances Control	55
6.2.5 Home Appliances Addition	57
6.2.6 Situational Model	57
6.2.7 Log Records	59
<b>6.3 SQLite Database Analysis Design</b>	<b>59</b>
<b>6.4 Communications Design</b>	<b>60</b>
<b>6.5 Summary</b>	<b>61</b>
<b>Chapter 7 Conclusions and Prospect</b>	<b>62</b>
<b>7.1 Conclusions</b>	<b>62</b>
<b>7.2 Prospect</b>	<b>62</b>
<b>References</b>	<b>64</b>

**Acknowledgement** .....67

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 第一章 绪论

### 1.1 课题研究背景

随着国民经济的发展，人们对家居的要求，早已从简单的物质空间环境，上升到了对整个家居安全、健康、舒适、便利等更高层次面的要求，科学技术的发展特别是计算机、网络、通信和电子技术的发展，促进了智能家居的诞生和发展。

智能家居，也称为智能住宅（英文 Smart Home），是以住宅为基础平台，集计算机网络技术、通信技术、自动化技术等，构建方便、快捷、节能和安全的家居环境。智能家居系统是科学技术发展和社会需求的产物，融合了计算机、网络通信和电子技术，将与人们家庭生活有关的各种家电控制、安防报警、环境监控等几种系统有机地结合在一起，建立统一的家居管理平台，实现人们对家庭生活便利化、舒适化、安全化和节能化的需求，提供了更高效、安全、便利、环保的家庭生活居住环境，改变了现代人的生活方式，提高了工作效率。

智能家居系统通常包括以下几个部分：

- （1）智能照明系统：提供灯光的远程、区域和定时控制，定制场景模式；
- （2）家电智能控制系统：家用电器的集中、远程和定时控制；
- （3）环境监控系统：对家庭的空气质量检测和联动控制，统一管理空调、供暖和空气循环等设备；

（4）家居安防系统：实现智能防盗、防灾、防煤气泄漏和家庭监控等功能；

智能家居控制系统子系统中最重要是家电智能控制系统，智能家居实际上是传统家电智能化、数据化和互联网化，具有广阔发展前景。家电智能控制能通过手机、PC机、平板电脑等控制终端和遥控器，通过网络通信将家庭内的所有家电设备进行集中、远程控制和管理，使人们从紧张忙碌地工作和生活走出，进入安全、舒适、高效、环保的生活环境，享受高品位的生活乐趣。

本文通过分析国内外家电控制系统研究现状，提出低成本、够用、适合普通用户的家电智能控制系统的设计方案，重点分析设计系统的家庭网关服务器和客户端部分。

## 1.2 国内外研究现状

### 1.2.1 国外研究现状

20 世纪 80 年代初, 随着家用电器的大发展, 出现了住宅电子化, 而后一部分家用电器通过简单的网络实现单一特定的功能, 进入了住宅自动化。20 世纪 80 年代末, 通信与信息技术的发展, 在 1984 年美国联合科技公司改造康乃迪克州哈特佛市一座旧式大楼, 将大楼内的照明、空调和电梯等用电设备通过计算机系统信息化管理, 使各自独立的功能整合为一体, 进行监测和控制, 出现了首栋的智能型建筑, 实现家居智能化<sup>[1]</sup>, 称为 Smart Home, 诞生智能家居的原型。1998 年 5 月新加坡推出了该国模式的家庭智能化系统——“未来之家”, 该系统主要功能包括: 家电控制、可视对讲、安防报警、三表抄送等等功能。智能家居在国外一些科技发达和生活水平较高的国家(如: 美国、德国、日本、新加坡等国)都有广泛的应用。许多计算机、家电、通信行业的巨头公司, 如: 微软、思科(Cisco)、英特尔(Intel)、摩托罗拉, 朗讯科技(Lucent), 谷歌、三星、松下(Panasonic)、ABB 等公司, 都已开始进入智能家电和智能家居领域。

微软公司早在 1999 年推出闻名的“维纳斯计划”, 通过一种能集成软硬件的机顶盒装置, 使电视成为电脑的显示器, 出现了信息家电产品。比尔·盖茨在 90 年代耗资 5.3 亿美元创建了令世界为之震惊的湖畔智能豪宅, 该豪宅的灯光、温度、湿度、音响、电视等系统都可以随意调校进行智能化控制。2012 年, 微软研究部门公布了用户可以通过手机对室内灯光明暗、温度高低和电视频道进行控制的家居智能系统。

三星电子在 2013 年 8 月召开的全球最大的消费电子展中, 展示了整套智能家电方案, 可以通过移动终端(如: 手机、平板电脑等等)对冰箱的温度和模式进行控制, 通过 APP 实现对于冰箱的管理<sup>[2]</sup>。2014 年, 三星电子又推出名为“三星智能家居 Smart Home”的平台, 该平台整合了三星的智能家电设备, 用户只要通过一个应用程序就可以管理已联网的家电智能设备, 为用户提供更便捷的智能化家电管理服务。

松下公司在 2012 年, 将 NFC 近场通讯技术应用在多款智能家电产品, 使用户通过手机就可实现家用电器的远程控制。

2015年3月位于瑞士苏黎世的ABB公司和德国罗伯特博世股份有限公司,以及美国思科公司,确定建立一家国际合资企业的运营公司 mozaig,来开发和运营智能家居的开放式软件平台,用于统一目前各公司独立的家居自动化的方案,提供设备间的互操作性。

根据 Juniper Research 2014 最新研究报告指出,2013 年智能家居的市场规模已达到 330 亿美元,预计 2018 年将上升至 710 亿美元,实现近 100% 的增长<sup>[3]</sup>。

### 1.2.2 国内研究现状

我国的家电行业从20世纪90年代初至今,经过了三十多年的发展,随着通讯技术、互联网信息技术和电子技术的发展,传统家电向网络化、数字化和智能化发展。在20世纪末,我国从上海、广州和深圳等沿海发达城市,逐步兴起智能小区,而后渐渐向内地扩展。起初智能小区的概念是模糊的,相关产品不成熟,在1997年初开始我国对智能住宅设计提出要求,讨论小康住宅电气设计标准,上海市在2002年提出智能小区必须要有的功能,要求通过家居智能控制设备,对家居内的照明、空调、供电等设备的开关进行统一控制和调节,出现我国智能家居的雏形<sup>[4]</sup>。

智能家居进入我国二十年了,相对于国外发达国家起步较晚,但是国内外各大主力家电、通讯、IT、安防等行业(如:海尔、长虹、美的、小米等)开始全面涉足中国智能家居行业。调查数据显示我国的智能家居市场在2010-2013年这三年,每年都超过20%的增长。2013年的市场规模达到27.6亿元,增长率22.16%<sup>[5]</sup>,2014年被业内人士称为智能家居的发展元年。

2014年度国内智能家居十大品牌奖位居首位的是海尔公司的“U-home”,它通过传感设备、有线和无线网络,将家电设备与网络相连。在海尔的家庭网络除了能实现海尔的智能家电控制外,还能实现安防报警、灯光控制、窗帘控制等多种智能家居控制功能。目前海尔U-home系统在国内十几个城市建立了样板工程,用户可通过电话、上网和发短信等完成家电控制。海尔网络家电产品的主要功能有以下几点<sup>[7]</sup>:

(1) 远程查询和控制:通过手机、PC机、电话远程查询和控制家电设备。如:查询空调、热水器的开关状态,进行远程开关、温度和模式等的控制。

(2) 集中统一管理控制家电设备:可以根据需求分时供电,科学合理调配

大功率家用电器的运行，节约电能。

(3) 情景模式控制：根据用户需求，自动改变家电设备启停和运行状态，方便人们的日常生活，提高生活质量，有自学习功能。

(4) 家电设备故障自动诊断和反馈故障信息：方便厂家及时服务。

我国智能家居市场存在的主要问题是：缺乏规范、统一的行业标准。由于智能家居行业刚刚兴起，还没有制定出适合我国国情的行业标准<sup>[8]</sup>。目前有众多企业研发和生产不同类型和性质的智能家居系统产品，产生了数以千计的互不兼容的标准。不同厂家间的设备互不兼容，智能家居系统仅仅兼容各厂家自己生产的智能家电产品，对于目前大多数家庭不具备智能家电产品的用户而言，要重新购买新家电，价格昂贵，难以承受，无法得到广泛推广使用。开发适用于我国家居实际情况的家电智能控制系统，有着非常重要的现实意义。

### 1.3 论文主要研究的内容

本文研究的是基于 Android 系统的智能家居控制系统中的服务器和客户终端软件方面的分析与设计，主要包括以下几个部分内容：

(1) 分析国内外家电智能控制系统的现状和市场需求，分析设计满足普通用户需求，价格便宜功能够用的家电控制系统的总体架构，并对家庭网关服务器和客户端的软件架构进行详细分析设计。

(2) 家电智能控制系统网关服务器详细分析设计。家电智能控制系统网关服务器采用嵌入设计，移植嵌入式 Linux 操作系统，家庭内部无线局域网采用 ZigBee 技术，以太网方式接入家庭网关服务器，采用基于 TCP 的 socket 实现可靠的通信。管理软件设计基于 C/S 结构，实现本地和远程访问、查询和控制服务，网关服务器移植嵌入式 SQLite 数据库，用于存储前端设备信息。

(3) 家电智能控制系统客户端详细分析设计。以 Android 系统智能手机作为家电智能控制终端的客户端。应用 Android 系统常用组件，遵循 UI(用户界面)的设计原则，设计满足用户需求、操作方便、信息量小的人机交互界面。

### 1.4 论文组织结构

本论文的组织结构安排如下：

第一章 绪论。简要介绍智能家居概念、阐述家电智能控制在国内外研究现



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](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.