

# 基于物联网的智能家居系统设计

## 摘要

当前，经济发展迅猛，科技与社会正以前所未有的速度推进，人民群众的物质生活水平显著提升。家庭生活的安全性与舒适度对于广大民众的日常生活愈发重要。因此，“智能家居”从设想逐步变为现实，且发展迅速。消费水平的逐步提高为响应这一市场需求奠定了坚实基础。智能家居行业已在全球范围内广泛兴起。然而，行业标准的缺失及技术与解决方案的不统一再次成为制约智能家居产业发展的瓶颈。智能家居的初衷在于服务人民，并将其作为核心目标，旨在提升人民生活的舒适度与满意度。因此，当前人民群众对价格低廉、能耗低、标准统一、经济实用的智能家居产品有着迫切需求。本文在阐述国内外智能家居发展现状及前景的基础上，对比了传统智能家居存在的种种缺陷，如功能扩展困难、布线复杂等问题，并与当前市场上的网络技术进行了优缺点比较。采用物联网技术设计本系统的主要功能。首先，构建智能家居的总体框架。计划采用 ZigBee 与 ARM 网关来构建整个系统框架。其次，利用温湿度模块设计温湿度管理系统，该系统以温湿度传感器作为前端采集室内环境数据。当室内温度超过预设阈值时，风扇自动启动；当室内湿度过低时，加湿器自动开启；反之，则关闭相关家电。最终，本次设计为中低端民众提供了一个操作简便的智能家居系统，实现了家电智能自动化，旨在提升普通民众的生活质量。

关键词：智能家居系统； 物联网技术； 嵌入式技术； ARM 技术； ZigBee 技术； Qt 编程；

## Abstract

Nowadays, the economic development is very fast, and the material life of the people is also closer to one level. The degree of safety and comfort of family life is also increasingly important to the ordinary life of the masses. As a result, the "smart home" has become a reality step by step, and develops rapidly. The gradual increase in spending continues to lay a solid foundation for responding to this market demand. As a result, the smart home industry has already appeared in the vast areas of the world. However, the industry standards behind the prosperity and the inconsistencies of various technical and technical solutions have once again restricted the development of the smart home industry. The original intention of smart home is to serve the people, and make it an important goal to make people's life very comfortable and happy. Therefore, the current people have a strong demand for smart home with low price, unified standard and economical and practical application. Based on the analysis of the international and domestic developments and prospects of smart home, this article compares the disadvantages of traditional smart home. For example, it is difficult to add other new functions, and it is not easy to deal with the distribution of lines. Besides, it also has advantages and disadvantages compared with the existing network technologies on the market. Using iot technology to design the general function of the system. At the beginning, the design of a smart home about the framework. Plan to use ZigBee and ARM gateway to topology the entire concrete framework. Next, use the temperature and humidity module to design a temperature and humidity management system. This system measures the indoor environment data with temperature and humidity sensor as the front end. If the temperature in the room exceeds the alert, the fan will open automatically. The room is dry and the humidifier is turned on. Instead, the appliances are closed. In the end, this design is to bring a smart home system that is very easy to operate for the ordinary people at the middle and low end, so as to make home appliances intelligent

and automatic, so that ordinary people can live a good life.

**Keywords:** smart home system; Internet of Things; embedded technology; ARM; ZigBee; Qt;

## 目录

第一章 绪论 .....	5
1.1 课题研究的背景和意义 .....	5
1.2 国内外智能家居的研究现状 .....	5
1.3 课题的研究内容 .....	6
第二章 智能家居系统的总体设计 .....	7
2.1 智能家居系统需求分析 .....	7
2.2 智能家居系统总体设计 .....	8
2.3 智能家居系统 workflow 模型 .....	9
2.4 智能家居系统数据流模型 .....	10
2.5 本章小结 .....	10
第三章 智能家居系统硬件设计 .....	11
3.1 网关的规划与设计 .....	11
3.1.1 嵌入式系统 .....	11
3.1.2 ARM 处理器内核的分类 .....	11
3.1.3 Smart210 .....	11
3.2 无线组网的规划与设计 .....	12
3.2.1 ZigBee 组网技术 .....	12
3.2.2 ZigBee 技术特点 .....	13
3.2.3 CC2530 .....	13
3.3 温湿度管理模块设计 .....	14
3.4 本章小结 .....	15
第四章 智能家居系统软件设计 .....	16
4.1 智能家居系统架构设计 .....	16
4.1.1 系统拓扑体系结构 .....	16
4.1.2 系统软件体系结构 .....	16
4.2 UI 界面设计 .....	17
4.2.1 Qt 环境介绍 .....	17

4.2.2 核心程序设计 .....	17
4.2.3 项目移植 .....	23
4.3 本章小结 .....	24
第五章 系统测试 .....	25
5.1 软件实现效果 .....	25
5.2 硬件运行效果 .....	26
5.3 系统测试 .....	26
5.3.1 功能测试 .....	27
5.3.2 性能测试 .....	27
5.3.3 稳定性测试 .....	28
5.4 本章小结 .....	28
第六章 总结与展望 .....	29
6.1 总结 .....	29
6.2 展望 .....	29
参考文献 .....	30
致谢 .....	31

## 第一章 绪论

### 1.1 课题研究的背景和意义

2005年，国际电子信息联盟向全球发布了一份名为“国际电联报导 2005：物联网”的报告，向全球公众推广了“物联网”的概念。作为未来互联网络的关键组成部分，物联网的提出受到了科研界权威人士和工业界领袖的高度青睐。特别是其预期在推动世界经济复苏与发展方面的作用，引起了欧洲、美国、日本和韩国等发达国家的广泛关注。自2008年微软科技公司在大会上公布“智能地球”理念并上升为国家政策以来，物联网在全球范围内得到了迅猛发展。各国已规划了物联网的未来发展方向，并致力于实现这些目标。物联网专家也意识到了这项技术对人类的重要性，认为它将为人们的生活带来质的飞跃。物联网行业是继计算机信息和互联网之后的第三次世界信息化产业浪潮。其作用是连接物体与互联网，实现对物体的远程感知和控制。

在中国，直至2009年，温家宝总理在人民大会上提出了“感知中国”的新构想。在“十二五”规划纲要中，全国范围内被要求加速发展以物联网为代表的新兴信息技术产业。此后，国家在互联网技术发展方面发布了两份极为重要的文件，以指导物联网有序且迅速地发展，为我国物联网技术的进步奠定了坚实基础。

物联网在各个领域的应用均获得了广泛好评，其应用范围覆盖了社会生产与人民日常生活的各个层面。随着国务院重要文件的发布，物联网技术的日益成熟以及移动设备的广泛应用，智能家居的发展取得了显著进展。智能家居通过运用嵌入式技术、无线通信技术、互联网技术，构建了远程信息管理平台，实现了物体的联网和家电的数字化功能，使人们深切感受到了科技对生活的便利。

智能家居在居民住宅中通常运用计算机技术、嵌入式技术、传感器以及无线通信等技术，共同构成了家电自动化管理系统。该系统将家居、建筑、管理和控制融为一体，营造出更加舒适和健康的生活环境。智能家居的出现极大地改善了人们的生活环境，综合了科学与技术，推动了社会科学的高速发展。

### 1.2 国内外智能家居的研究现状

1984年，全球范围内首座智能房屋问世，这一里程碑式的建筑由美国科学巨匠设计并建造。此举不仅轰动一时，更孕育了物联网技术的萌芽。自此，众多商家纷纷涉足智能家居领域，以期在这一广阔市场中分一杯羹，从而加速了智能家居的发展，并改善了人们的生活环境。在智能家居的迭代升级过程中，美国始终扮演着引领者的角色。全球各行业巨头，如微软、摩托罗拉、IBM等，亦纷纷将目光投向物联网领域，其中微软的“梦的家园”与摩托罗拉的“家庭门”尤为引人注目。目前，德国在物联网技术研发方面取得了一定成就，但高昂的研发成本仍是制约其普及的关键因素。物联网智能家居技术尚属前沿，距其全面普及于普通民众尚需时日。

上世纪九十年代，智能家居这一高新技术被海归精英引入中国。进入21世纪，国内部分高科技企业已面向高端人群推出了智能家居产品，如方正集团的智慧网、格力的数字楼、海尔集团的智控系统以及捷达的中控系统和微控平台等。历经数十年发展，中国已向部分普通民众开放了智能家居技术，但受贫富差距影响，仍有大量民众未能享受此等高新技术。同时，随着智能家居在中国的推广范围不断扩大，一系列问题亦随之浮现，如行业标准混乱、缺乏政府资金支持、实用性不足、与社会制度不匹配、合作伙伴难寻以及隐私泄露等，这些问题严重阻碍了智能家居的发展步伐。

从科学技术角度来看，以往可用的智能家居技术主要包括集中线技术、射频技术和电载波技术。而当前开发人员最常使用的无线联网技术则包括Wi-Fi、蓝牙、红外和4G等，这些技术有效解决了有线通信的不足，且无需破坏房屋结构即可实现通信传输。因此，当前的智能家居大多采用此类技术。

总体而言，智能家居技术已逐渐成熟，但国际市场上已投入使用的系统价格高昂，普通民众难以承受。同时，国内各厂商的标准混乱，难以统一。因此，当前市场上亟需一种标准统一、价格低廉且能耗较低的家居系统。经过对市场上四类技术的比对分析，本设计选定ZigBee技术作为家居装修的核心技术，并选用CC2530作为承载ZigBee无线信号的硬件设备。本设计在网络传输方面采用星形拓扑结构，通过后端网关处理数据并操控前端家电。用户可通过手机或电脑连接网关实现对家电的操控。

### 1.3 课题的研究内容

为了给国内普通百姓带来更舒适，更便捷的居家生活，此次课题主要任务是如何设计并搭建中低端大众居住的智慧型居家环境。本次设计用到的两大技术分别是ARM和

ZigBee 技术，这也是人们此前接触最多的技术之一。比如测量家里的环境的数据值、



控制家庭电器运行的状态等。此次设计给普通百姓带来了价格低廉、能耗极小、标准规范统一、能够长期稳定运行的智能家居系统。具体的研究内容有：

1) 智能家居总体构想。构建蓝图并加以执行一个专门为只有普通消费能力的消费者使用的智能家居系统。家居内使用 ARM 技术作为中央机构，掌控者众多家电。通过 ZigBee 技术连接所有家电完成信息传输。系统可以随时随地地监督家里环境的变化情况，并且能响应用户的想法操控各种家电的开合，以给人们带来方便、舒适并且高效的家居生活。

2) 温湿度管理模块。温湿度模块主要是用来房间里的温湿环境的数据，并将这些数据参数与系统内预先设定好的数据进行比较。室内环境中的温度超过了自定义的警戒值时，风扇节点接收到后端传来的命令后并开启降温。当空气中的水分缺少时，加湿器打开加湿，使用户的居家生活越来越好。

## 第二章 智能家居系统的总体设计

### 2.1 智能家居系统需求分析

现在物联网发展迅速。随着此项技术成熟也衍生了智能家居这个行业。然而，此前的智能家居还有很多不足之处静待科学家们开发。开发的过程中还有很多不好解决的问题。比如元器件成本太高，后期缺少资金供应，市面上的标准杂乱不堪等。这些疑难杂症给智能家居的发展造成了极大地困扰。因此，一个规范统一，价格便宜，能耗极低的智能家居系统成为普通百姓的向往。模拟用户需求如下。

安防报警模块以用户的财产以及生命安全提供保障为目标。其用例图如 2-1 所示。

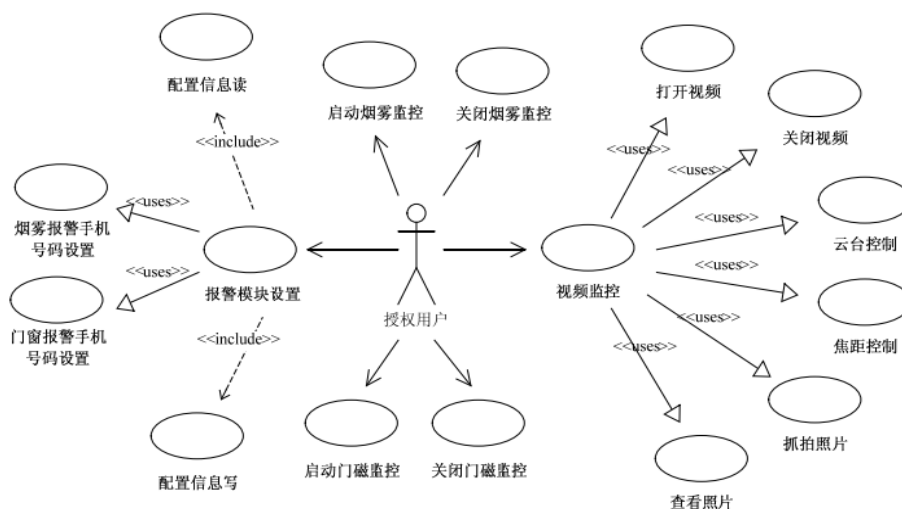


图 2-1 安防报警用例图

温湿度监控可以根据环境的变化与用户的需求，给用户带来适宜的居家环境。其用例图如 2-2 所示。

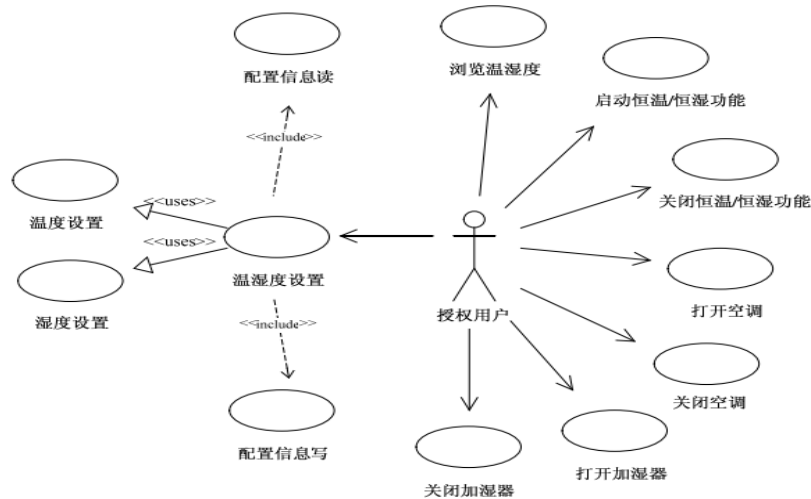


图 2-2 温湿监控用例图

照明模块根据光照环境控制室内亮度，此自动化系统方便了用户的居家生活。其用例图如 2-3 所示。

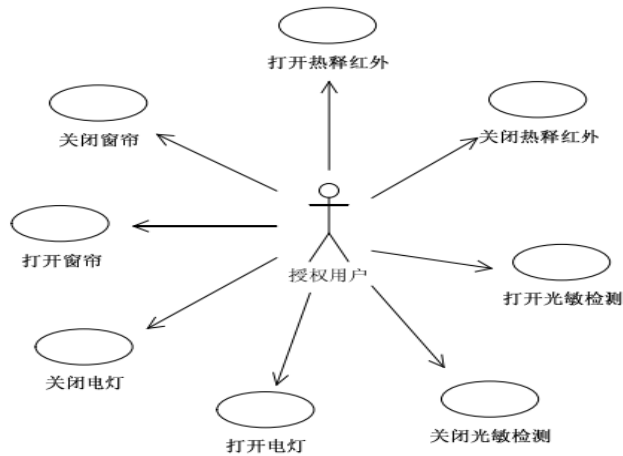


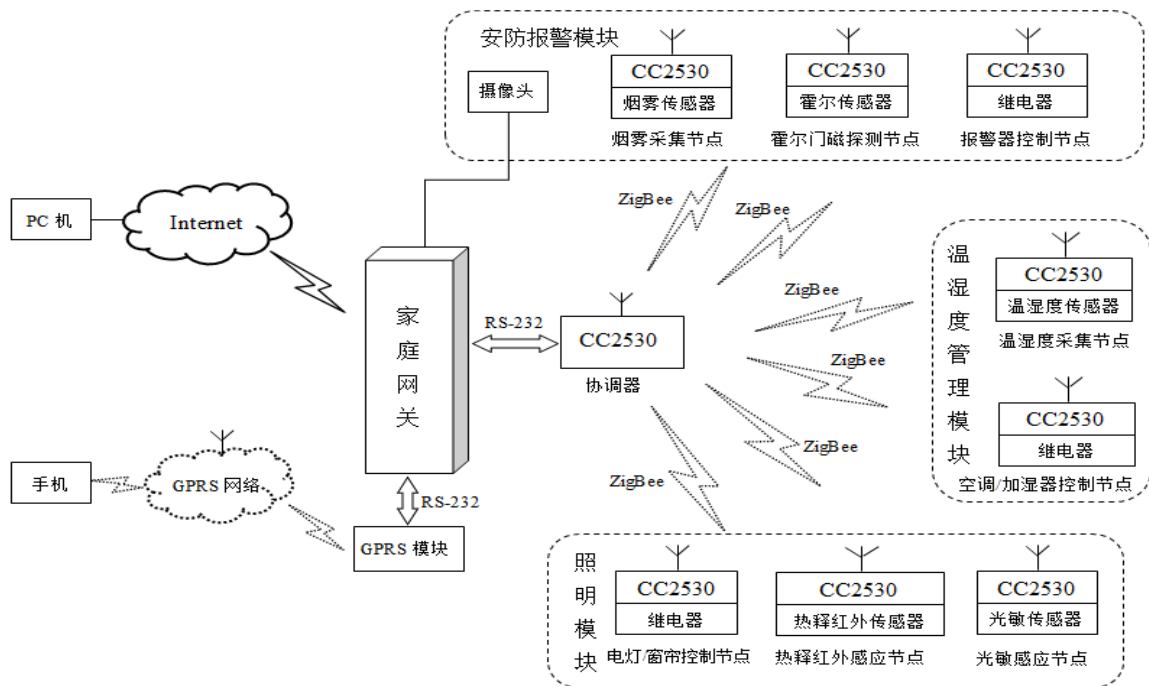
图 2-3 照明模块用例图

## 2.2 智能家居系统总体设计

智能家居使用 ZigBee 网络连接前端与后端传输数据。这种协议解析完成后可以和后端的网关同时存储，用户主要通过后端的触控网关操控家庭电器。

智能家居系统的前端设备是基于 ARM 和 ZigBee 蜂窝技术的星形拓扑网络结构。负责收集家庭环境信息和家庭家电控制。网关是在 Linux 系统中运行的，因此作为后端操作平台。后端的网关与前端 ZigBee 节点以串行传输的形式进行通信。

网关主要的任务是处理前端传来的数据，分析转换不同协议的数据，对前端的家庭电器发号施令以及执行用户的需求。智能家居系统可以根据环境中采集到的数据的不断变化自动调整房间内的各种家电状况，为用户营造舒适的居住环境。系统拓扑设计如图 2-4 所示。



**安防报警模块。**此模块有视频监控、火灾报警、入侵报警、报警器控制功能。摄像头节点收集录像信息传到后台网关以达到检查的目的。霍尔门磁探测节点可以经过霍尔传感器感知到门窗是否有人经过以达到安防的功效。烟雾采集节点其功能主要预防室内火灾。当浓度达到警戒值时再通过 ZigBee 向网关发出预警信息以此防止火灾的发生。报警器控制节点可控制报警器的开关。

**照明模块。**此模块有电灯与窗帘的控制功能。当室内亮度较低时，用户经过红外线扫描的地方时，后端会控制照明设备打开。同样的，当室外亮度较高时窗帘打开。

**温湿度管理模块。**主要是浏览当前的温度和湿度，以便于查看房间里的温湿状态。启动保温或保湿功能。启用此功能后，系统将这些数据参数与系统内预先设定好的数据进行比较。如果此前室内的温度数据大于系统内预先设定好的值时，风扇自动开启以降低温度。如果家居内环境过于干燥并超过了设定值时，后端接通加湿器开始工作。使得家庭环境的温度和湿度动态地保持在舒适的范围内。

在温度和湿度设置中,用户要在系统内先设定好适当的温湿度值作为警戒线。该系

统可以根据室内环境的不断变化自动控制风扇和加湿器工作以调节室内环境，使室内的环境温度和湿度值在人们最适宜的数值下上下波动，发挥恒温恒湿的功能。

整个系统的基本要求是简单易安装，不破坏原有的装饰，不损坏原有建筑物墙体，不用另外花费多余的钱去买新家庭电器，只要把对应功能的节点模块安装在原本的家庭电器上就可以了。把家中的家电与系统大部分都连起来比如风扇、加湿器等。家里大部分的家庭电器不仅能在家里操作也还能在外面远距离操作。系统的灵活性很强大，可以加入各种新的功能。刚开始，本系统只实现了温湿度监控，以后也会拓展出新的功能连接其他的家电设备来满足大众的家居生活。

### 2.3 智能家居系统工作流模型

智能家居系统的各个功能单元模块的工作流程图如图 2-5 所示。

该系统的主要工作过程如下。

- 1) ZigBee 终端上的模块不断测量环境中的数据，然后打包结果并将打包数据发送给 ZigBee 协调员。
- 2) 收到传感器测量的数据时，协调器把数据发给网关。
- 3) ARM 在每个规定的期限内都在扫描前台传过来的数据。网关扫描到数据后就会分析并加以处理。用户根据需求操作网关，实现家庭电器的操控。如果没有用户的指令，此时这次操作也就结束了。如果想要操控设备，就把控制设备的不同操作指令发给协调器，且并刷新住户客户端的窗口。
- 4) 在后端的网关收到前端的家电发出的信号后，ZigBee 协调器分析后端网关传来的指令并将其转发到 ZigBee 终端控制家电。
- 5) 家庭电器通过继电器节点收到来自 ZigBee 节点的数据命令后，先将数据解析完成后并执行命令。此时本次操作告一段落。

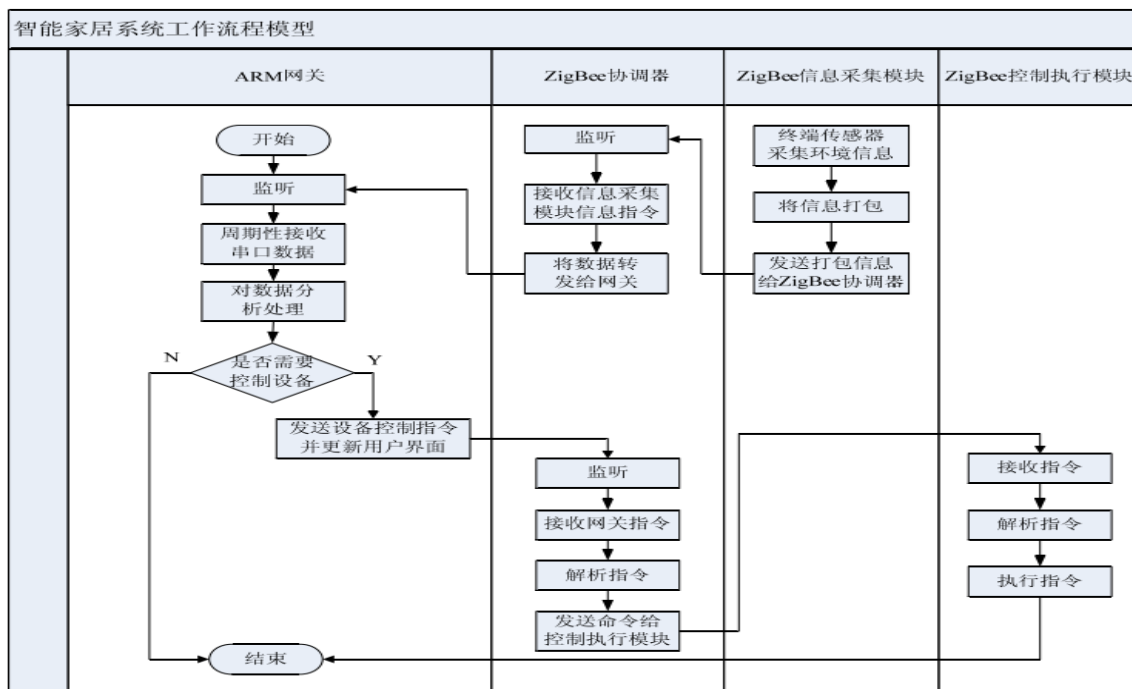


图 2-5 工作流程活动图

## 2.4 智能家居系统数据流模型

智能家居系统的数据流模型图如图 2-6 所示。

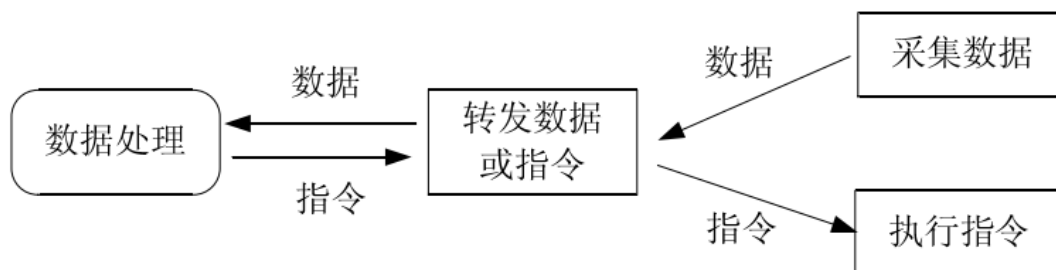


图 2-6 系统数据流图

ZigBee 信息获取节点收集家庭环境的数据并将其发送给 ZigBee 协调器, ZigBee 协调器将采集到的数据发送给 ARM 网关。网关扫描到数据后就会分析并加以处理, 之后再 把处理好的命令发给协调器。ZigBee 协调器把所有后端网关发来的命令处理后并转发 到 ZigBee 终端, 并使其执行网关的命令。

## 2.5 本章小结

本章的前部分阐述了用户对智能家居的需求, 后部分详解其设计构思。第一部分分 析了功能需求。主要说明安防报警、温湿度监控、照明系统的方案。

第二部分是系统总体设计。第三部分为系统 workflow 模型。其主要介绍本系统运行时的大致步骤。第四部分是系统数据流模型。主要规划了系统中数据传输时的逻辑转换的过程。



## 第三章 智能家居系统硬件设计

### 3.1 网关的规划与设计

#### 3.1.1 嵌入式系统

嵌入式系统主要是用电脑技术作为铺垫，以实用为主要目的地计算机系统。它可以根据用户的要求对本应用的功能或尺寸等属性专门定制的计算机系统。它一共可以分成四个部分。处理器，外设，系统和程序。此系统类似人类的大脑，实现监控家庭电器等操作。

现阶段市面上好多的家庭电器都应用了嵌入式系统。人们常用的手机、家庭必不可少的电视机顶盒等。即使是通用计算机，他们的外设也都有嵌入式处理器这种芯片。如键盘，鼠标，网卡等。这些电脑上的外设部件大部分也都使用的是嵌入式处理器。

#### 3.1.2 ARM 处理器内核的分类

市面上的 ARM 内核有两个派系。分别是开源平台的内核和嵌入式平台的内核。

开源平台的内核。拥有所有的 ARM 处理器的性能，这类中心部件起到了保护 MMU 虚拟内存的巨大作用，可适用于市面上各大操作系统或各类操作平台。

嵌入式平台的内核。一般在嵌入式系统开发运行，常见的运行系统主要为 Linux。这种内核可以满足 ARM 全系列处理器的应用。本设计用的就是嵌入式平台的内核。

#### 3.1.3 Smart210

Smart210 是一种可以运行多种工程以及项目的 Cortex-A8 核心电路板。实物图如图 3-1，它的生产厂商在广州，名为友善之臂。本产品利用 S5PV210 当做系统处理器，这款处理器的内部有着 PowerVR SGX540 性能优异的渲染引擎。还可以超高帧观看 HD 视频以及安装大型应用软件。



图 3-1 Smart210 实物图

Smart210 板子用的大小尺寸为 74x55mm 的两行排针 (P1, P2, P3, P4)，一共牵出了 208 个排针。核心原理图如图 3-2 所示。P1 以及 P2 的排针的头焊接的非常标准。P3 和 P4 的焊点没有连接任何电路，非常适合开发人员的拓展出新的功能。Smart210 板子上安装了很多功能模块，非常适合开发者的项目开发。所以本设计选用 Smart210 为系统后端的网关。

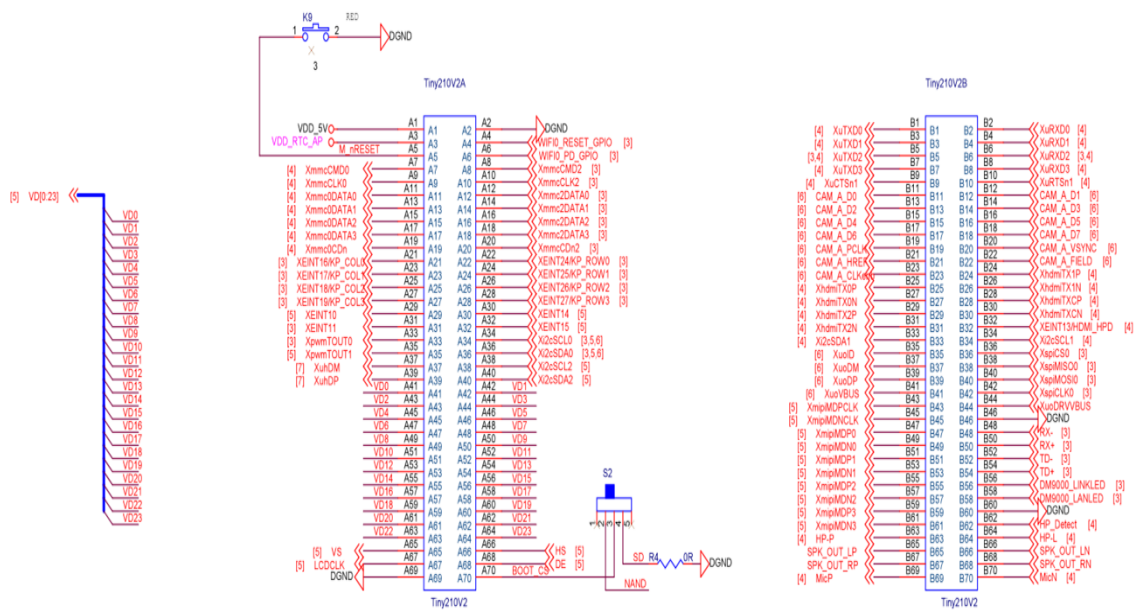


图 3-2 Smart210 核心原理图

### 3.2 无线组网的规划与设计

### 3.2.1 ZigBee 组网技术

2004 年，ZigBee 联盟向全世界发布了一种特殊的协议。它是在 IEEE 802.15.4 标准的基础上被发明创造出来的。IEEE 802.15.4 指定了 ZigBee 物理层、网络层等多层的标准。

现阶段市面上有两种 ZigBee 设备，分别是 FFD 与 RFD。也就是全功能设备和简化功能设备。ZigBee 协调器是一个 FFD 设备。它主要用来创建网络、监管网络。星型，树型和网状型拓扑是 ZigBee 中常见的网络结构。智能家居就用了星形拓扑结构搭建出来的，所有终端与唯一的中央控制器（协调器）通信（如果有终端）。终端与协调器之间的距离可以用路由器进行路由，然后再与协调器连接。也可以终端与协调器不经过路由器直接连接。终端与终端连接人们通常用协调器完成连接。

### 3.2.2 ZigBee 技术特点

IEEE 802.15.4 指定了 ZigBee 物理层、网络层等多层的标准。ZigBee 可以连接很多传感器节点并使它们数据通信。此技术解决了很多不足之处。它主要技术的特点如下。

- 1) 通信速率低且协议简单。ZigBee 一般用于数据传输非常缓慢其速度仅为 20 至 250 k 每秒的设备。
- 2) 低功耗。设备的工作周期短。ZigBee 使用很多种模式以此达到节能的目的，所以其功耗是非常小的。两节 5 号电池就可以使用很长时间。
- 3) 此网络的自组织能力很强。各个终端节点可经过无线网络数据通信以此感知其他节点是否存在，然后我们可以确定它们之间的关系，保证了系统的可靠性。
- 4) 连接上网的速度非常的快。普通的搜寻设备时的延迟时间是三十毫秒，连接设备的延迟时间为十五毫秒，睡眠与启动互相切换时延迟的时间为十五毫秒。接入网和传输数据延迟短，适合于监控区域。
- 5) ZigBee 网络使用 16 位的地址，这样就能容纳更多的网络地址。
- 6) ZigBee 使用 CSMA / CA 安全机制来控制收发数据的同步问题。使用返回 ACK 这种高大上的数据传输方法，每次发送数据前都要先等待之前的数据接收 ACK 的消息。

### 3.2.3 CC2530

CC2530 是业内非常先进的无线网络收发器，它通常由射频收发器与 8051 CPU

合并制造的。CC2530 自身也设计出了多种不同的工作模式以达到减小能耗的功效。运行时多种模式来回切换的时间很短因此也保证了系统的低能耗,故此设计选用 CC2530 为系统前端的网络节点。实物图如图 3-3 所示。



图 3-3 CC2530 实物图

CC2530 主要功能的详细介绍,原理图如 3-4 所示。

#### 1、RF/布局:

适合 2.4-GHz IEEE802.15.4 射频收发器使用,其接收数据的灵敏性非常高,防电波干扰性极强。并且大部分元器件都封装在内部,晶振的输出功率达到 4.5dBm。满足网络系统的需要绰绰有余。

#### 2、微控制器:

8051 内核性能强功耗低。具有代码预取和可编程闪存等重要功能,以及各种功耗模式。

#### 3、外设:

CC2530 带有 DMA。以及 MAC 定时器。它的休眠定时器有捕捉外设的功效。具有 8 个 12 位输入运算器。

#### 4、开发工具:

CC2530 的开发工具最长用的是 IAR。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要  
下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/848001133065006142>