

分 类 号： TP751
研究生学号： 201351E021

单位代码： 10183
密 级：公 开



吉林大学

硕士学位论文

基于 stm32 单片机的智能家居系统设计

Design of Smart Home System Based on Single Chip stm32

作者姓名：李易岐

专 业：电子与通信工程

研究方向：电子与通信工程

指导教师：李爱武副教授

培养单位：电子科学与工程学院

2017 年 9 月

基于 stm32 单片机的智能家居系统设计

Design of Smart Home System Based on Single Chip stm32

作者姓名： 李易岐

领域(方向)： 电子与通信工程

指导教师： 李爱武副教授

类 别： 工程硕士

答辩日期： 年 月 日

未经本论文作者的书面授权，依法收存和保管本论文书面版本、电子版本的任何单位和个人，均不得对本论文的全部或部分内容进行任何形式的复制、修改、发行、出租、改编等有碍作者著作权的商业性使用（但纯学术性使用不在此限）。否则，应承担侵权的法律责任。

吉林大学硕士学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交学位论文，是本人在指导教师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名：李蜀岐

日期：2017 年12月2日

摘 要

本文主旨是研究一款基于互联网+模式的智能家居系统。

可以说互联网+是继计算机、互联网和 GSM 通讯之后的又一次的技术革新，本文主要研究互联网+应用于物联网智能家居方向。这一创新的方式通过智能化技术方式改变人类现阶段生产和生活方式，在其中强调了对生活的便捷性、实用性。在客户的长时间的应用使用过程中可以将互联网的渠道、平台及数据分析融入至整体系统的解决方案中。

而智能家居在未来将成为一种家居生活的发展方向及发展趋势，更多的人在家装的过程中就对智能家居提出要求，比如：自动控灯、自动窗帘、室内门窗监控、家用电器的联网及以上设备在某种条件下同时激发某一功能，真正的实现回家自动开灯、热水器加热、自动开窗通风等操作，为人提供舒适的生活体验。在智能家居的控制中使用无线网络技术可以高效的解决网络线路的问题，可以高效的对家中的智能家居设备进行协同的操作，大大提高了传输速度，在保障功能的使用上也使得家中变得简单明了，不会出现过多的线材，做到智能家居将无线网络技术应用到方方面面，对于某些特殊要求的设备混杂蓝牙等连接方式，以保障音频传输的单线传输，避免失贞。

本次设计中应用的智能家居的个体通过各种带有网络通信的设备进行访问 STM32 进行获取交换信息，信息交换后通过判断指令来确定执行情况，从而实施对家中的各种家电以及联网设备的监控。通过有效的对设备的联网确认，进行交换指令完成智能家居系统所分配的任务，从而实现智能家居的整体使用情况，这些信息随着 STM32 的处理后反馈到执行者的手持终端中，即通过手机 APP 或电脑即可接受这些信息或者发出指令信息。

在本次设计中选择了 CC2430 芯片作为无线传感器网络的节点，设计整体电路的过程需要将整个模块集成在一块 PCB 板上，通过模块画的思想，将每一个原件都分别进行分块设计通过使用 ZigBee 方式进行通信，使得每一块模块都可以实现组合的设计。

本次实验设计共有四个子模块，与主板集成，通过红外探测、光照传感、燃气检测、温度传感四种方式，通过 ZigBee 传输到微处理器中进行集中处理，通

过 GPRS 等方式反馈到用户的手中 ,此款智能家居能精准的把控家庭各相关区域的实时情况 ,在有特殊情况时进行报警处理。

本次实验为避免在控制过程中出现大量的程序误差 ,在软件设计上通过软件的程序来保证硬件内的程序的优化 ,选择 STM32 系列的 ARM 处理器芯片进行 ,本软件系统通过使用 C 语言进行编写程序 ,实用软件为 Keil。

关键词：互联网+；智能家居；无线网络技术；STM32；集成

Abstract

This paper aims to develop a smart home system based on Internet + mode.

As we all known, the Internet + is another technological innovation after the computer, Internet and GSM innovations. This paper mainly studies the Internet + applications in terms of the Internet of things (smart home). This innovative approach has changed the current production mode and lifestyle of human through intelligent technology, emphasizing the convenience and practicality of life. In the process of customer's long-time application, the Internet channel, platform and data analysis can be integrated into the whole system.

And smart home in the future will be a new direction and development trend of household life. More and more people expressing requests on intelligent household during indoor-decoration, such as: lamp automatic control, automatic curtains, indoor door and window monitoring equipment and household appliances connected to the Internet. Furthermore, inspiring a certain function of above applications under certain conditions can provide the real, automatically light, automatic home water heater, automatic window and so on. This can provide comfortable life experience to customers. The using of wireless network technology in the control of the smart home can efficiently solve the problem of network lines and be helpful for the collaborative operation of the smart home devices. Therefore, this can greatly improve the transmission speed and simplify the safeguard function. With less wire, smart home would use the wireless network technology everywhere. In terms of some application special requirements of equipment, some mixed connections with Bluetooth can be used in order to protect the single transmission of audio transmission, avoiding distorting.

In this design, the application of smart home individuals exchange information by connecting the STM32 through a variety of ways with network communication. After the exchange of information, the execution can be determined by judging instruction. So, people can monitor all kinds of electrical appliances and networking

equipment in household. Through effective confirming of equipment on networking, it can exchange instructions to complete the assigned task from smart home system and so as to realize the overall usage of smart home. The processing of such information from STM32 is feedback to the customers through the handset. In other words, they can accept these information or issue commands through mobile phone APP or computers.

We choose CC2430 chips as the wireless sensor network node. The design process of the whole circuit needs to integrate the whole module on a PCB board. With the thought of blocking, each original is block designed respectively by using ZigBee way for communication. This makes each piece of module can realize the combination of design.

There are four sub-modules in this design, which is integrated in the motherboard, with infrared detection, light sensor, gas detection and temperature sensing. Through the ZigBee, signals transformed to the microprocessor for centralized processing. Through GPRS methods, signals are feedback to the user's hands. This smart home system can accurately controls the real-time situation of the related areas at home and alarm dangerous in special circumstances.

In order to avoid delays in the process of control of a large number of programs, we ensure the optimization of procedure in the hardware through the software and choose the STM32 series ARM processor chip. This software system use C language to write programs and the practical software is Keil.

Keywords: Internet +; Smart home; Wireless network technology; STM32; integration

目 录

第一章 绪论	1
1.1 选题背景	1
1.2 研究的目的和意义	1
1.3 本文需解决问题	2
1.4 本章小节	3
第二章 硬件模块的选用	4
2.1 无线传感器网络体系结构	4
2.2 无线网络传感器特点及无线传感器网络标准选用	4
2.3 ZIGBEE 在系统中的应用	6
2.4 ZIGBEE 系统硬件的设计	7
2.5 CC2430 芯片在系统中的功能实现	8
2.6 本章小节	9
第三章 家居系统模型的建立	10
3.1 无线传感器网络特点	10
3.2 基于 ZIGBEE 网络的分簇路由	12
3.3 基于 ZIGBEE 家居安全监测的路由算法改进	14
3.4 本章小节	16
第四章 基于 ZIGBEE 无线传感器网路的硬件设计	17
4.2 智能家居各个传感器的设计	18
4.2.1 门窗检测功能的设计	18

4.2.2 光照传感器的设计	19
4.2.3 温度传感器设计.....	20
4.2.4 燃气检测模块设计	20
4.3 数据处理模块的选择与设计	21
4.4 本章小节	23
第五章 智能家居系统的软件系统设计	24
5.1 系统整体方案的选取	24
5.2 ZIGBEE 无线组网的实现	25
5.3 硬件组网调试	27
5.4 数据采集及反馈的设计	28
5.5 本章小节	28
第六章 结论与展望	30
参考文献.....	32
作者简介.....	36
致 谢.....	37

第一章 绪论

1.1 选题背景

随着时代的发展，互联网+是在计算机、互联网和 GSM 通讯之后的又一次的技术革新，互联网+应用于物联网智能家居方向既是通过智能化的技术方式改变人类现阶段生产和生活方式，在其中强调了对于生活的便捷性、实用性。在长时间的应用过程中可以将互联网的渠道、平台及数据分析融入至整体系统的解决方案中。

智能家居是基于家庭住宅的一个综合信息化控制系统，利用了互联网技术、布线技术、安全防护技术、影视音技术等技术集合为一个整体，为用户在现有的物质生活上提升更好的生活体验，大大增强了家居的安全系数、方便程度、艺术感并且实现了模组式的功能需求，根据用户的需求提供给用户合理的解决方案。

随着互联网+的发展，在全国都在创新创业的大背景下，人们对于互联网的要求会越来越高，将原来的仅仅是将设备连接到网络的物联网层次提升到互联网+上，产生质的变化。智能家居在未来将成为一种家居生活的发展方向及发展趋势，更多的人在家装的过程中就对智能家居提出要求，比如：自动控灯、自动窗帘、室内门窗监控、家用电器的联网及以上设备在某种条件下同时激发某一功能，真正的实现，回家自动开灯、热水器加热、自动开窗通风等操作，为人提供舒适的生活体验。在智能家居的控制中使用无线网络技术可以高效的解决网络线路的问题，可以高效的对家中的智能家居设备进行协同的操作，大大提高了传输速度，在保障功能的使用上也使得家中变得简单明了，不会出现过多的线材，做到智能家居将无线网络技术应用与方方面面，对于某些特殊要求的设备混杂一些蓝牙等连接方式，为了保障音频传输的单线传输，避免失真。^{[2] [3]}

1.2 研究的目的是和意义

智能家居具有相对复杂的设计，智能家居的个体通过各种带有网络通信的设备进行访问 STM32 进行获取交换信息，进行信息交换后通过判断指令来确定执行

情况,从而实施对于家中的各种家电以及联网设备的监控。通过有效的对于设备的联网确认,进行交换指令完成智能家居系统所分配的任务,从而实现智能家居的整体使用情况,这些信息随着 STM32 的处理后反馈到执行者的手持终端中,即通过手机 APP 或电脑即可接受这些信息或者发出指令信息。

智能家居的概念随着全国创新创业的浪潮下,逐步的在物联网的基础上衍生出多种多样的工程,通过利用互联网技术、无线通信技术、弱电强电系统的协同控制,利用比较便捷的 STM32 单片机作为主控器,在其外围加入多种传感器,通过传感器等多种相关装置实现对于整个家居生活的调节与控制。

1.3 本文需解决问题

本设计初衷为基于 IEEE 802.15.4 标准下的 ZigBee 的智能家居系统的实现,方便在日常生活中对于家中基于“互联网+”的前提下的实现智能家居系统的实现,通过智能硬件的方式实现人们的家居情况,给人们提供高品质的生活环境,通过对于家居环境的湿度、温度和门窗开关等情况进行对家庭的监控,并实施手机联动报警,本设计要从以下几点问题着手进行设计:

1、IEEE 802.15.4 标准 ZigBee 算法的确定。基于目前的链路数据融合算法和分簇算法进行随时的监控整个动态组网的算法,通过对于整个计算的算法进行升级改进,减少算法中的开销,降低功耗减少选取时间,将整个硬件的响应时间进行提高。^[1]

2、基于 GSM 手机短信和 WIFI 数据交换的实现。智能家居系统通过与外界的互联互通实现了智能以及互联网+的重要性,在联网方面选择功耗较低的 UDP 协议,通过协议传输信号将交互信息传达到用户。与此同时在设计过程中需要注意主控芯片的功耗,完善协议的工作,所以在设计中要进行充分的考虑,保证整个系统和用户的交互体验。

3、硬件的选择及平台的搭建。首先确定整体芯片选择,在后续文章中对于几个公司的集成芯片进行对比,通过择优选择,选择有利的芯片应用到本系统中,通过对于电路系统的分析及改进,整理电路及 PCB 板。^{[3] [4]}

4、对于整个系统的传感器的设计。通过设计除主控系统外的传感器,将整个的外部传感器的原件进行组合,分成模组化进行整合功能,对于不同的用户可

以提供不同的系统，达到做用户的需求

1.4 本章小节

通过本章对于整个系统的介绍我们了解到接下来需要在硬件以及软件方面需要完成的工作，也了解到市场上对于整个智能家居系统的需求以及智能家居的发展前景，通过本章的对于各个标准以及拟采用的方式方法进行分析的到本设计在设计阶段的模型，通过此模型完成本设计之后的设计工作。

分布比较集中，集中在一个不大的空间内，安放了数量不少的传感器。

1. IEEE 802.15.4/ZigBee 技术简述

另外在目前的 WSN 无线通信技术主要有蓝牙、WIFI、红外和 ZigBee，下面对于以上四种技术进行比较：蓝牙是基于 2.4GHz 频段的无线传输技术在计算机以及多媒体方面应用比较广泛，但是因为其本省的通信协议比较复杂，在使用上成本比较高，每一个传感器节点的功耗比较大，现阶段对应用于电脑多媒体及计算机外设上面，对于其广泛的应用于家庭中的智能控制方面有着成本上和使用方面的限制；红外技术的实现和操作相对于简单，成本控制的也比较低，但是由于红外传感技术在部分环境下容易受外界环境因素的影响，不便于移动，目前阶段仅适用于点对点、在特定环境下、不移动的情况使用起来比较方便，可以用作传感器的其中一部分，但是全部使用红外传感技术具有一定的局限性和缺点；WIFI 通信速率为 11Mbit/s，在无墙遮挡的情况下载半径为 50-100M 的范围内，目前比较适用于多媒体和有源设备的联网，对于单独的智能家居的控制有着一定的限制，并且其成本也比较高，无法达到智能家居中的要求；ZigBee 技术凭借其较高的性价比，通信方面可靠等优点在 WSN 中有的很广泛的应用。它作为一种距离短、成本低、传感方式简单、功耗较低等等优点的双相无线通信技术，基于 IEEE 802.15.4 无线标准的无线通信技术，ZigBee 根据其自己的“ZigBee Specification V1.0”规范，定义了其主要的通信架构和联通机制。^{[6] [8] [11]}

在现有技术中通过对已有技术及相关产品的了解，目前已经有了适用于多种场合的不同控制协议，本文中主要采用国内外基于 UPnP-ZigBee 的软件桥的连接方式，本节通过基于目前阶段技术方面的设计 ZigBee 在自组网的发展情况，总结出适用于本文的 ZigBee 组网方式。

表 2.1 ZigBee 主要工作频段和基准传输速率

频率/MHz		扩频参数		数据参数		
		码片速率 Kchip/s	调制方式	比特速率 Kbit/s	符号速率 ksymbol/s	符号阶数
868/915	868~868.6	300	BPSK	20	20	二进制
	902~928	600	BPSK	40	40	二进制
2400	2400~2483.5	2000	O-QPSK	250	62.5	十六进制

2. IEEE 802.15.4 应用及器件支持情况

IEEE 802.15.4 方式比较特殊，具有速率低、功耗低和距离短的传输特点，在使用过程中简单并且事宜支持比较简单的器件，在 IEEE 802.15.4 标准中定义了 49 个基本参数和控制基本参数，远远小于蓝牙协议的参数数量，使 IEEE 802.15.4 在应用过程中使用起来更加便捷。其中，在 IEEE 802.15.4 中定义了两类器件，其分别是全功能器件和简化功能器件，分别代表使用了不同数量的基本参数从而实现器件的通信功能，可以按照三种通信方式（个人域网协调器、协调器或器件），通过使用的功能来对于器件的状态予以区分，应用起来也是比较方便和快捷。

IEEE802.15.4 可使用信标使能方式或非新标使能方式对于进行广播信标，其区别在于协调器的定期与不定期的广播信标，与此同时在新标使能的方式中使用超帧的结构进行工作，其由协调器来定义出来超帧结构。在 IEEE 802.15.4 中数据经过传输的过程中难免会有一些损耗，为了避免其产生较大的损耗，我们将 IEEE 802.15.4 过程中的损耗进行分析，通过对于低损耗的 IEEE 802.15.4 传输进行分析，从而得出使用其作为通信协议的重要性。^[9]

2.3 ZigBee 在系统中的应用

智能家居系统对实用性和性价比有着较强的需求，而且还要满足设备的增加，传输速度的要求等方面，这样一个系统对于多个传感器或目标节点来说是一个巨大的挑战，前文中选择 ZigBee 无线传感器网络即便是基于其各种优点而建立的。通过对于 ZigBee 的使用在中体系统中得到改善系统的运行品质、提高运行效率、节约传输过程中的能耗和消耗、提高对于整个系统的控制，从而满足整个家庭的智能家居管理系统的需求。^[17]

本系统是采用 ZigBee 无线传感网络技术，通过上位机和整个系统的协调器进行通讯，通过无线通信的方式形成了一个多级的网络系统，最终目标是形成一个协调的控制网络。通过 ZigBee 无线传感网络技术对于系统的整体控制，实现对于家庭中的温度、湿度以及各种传感器的控制，实现双向的网络通信结构，全方位可靠地对于家庭智能家居进行实现，实现智能化的管理方式，其网络管理结构如图 2.2

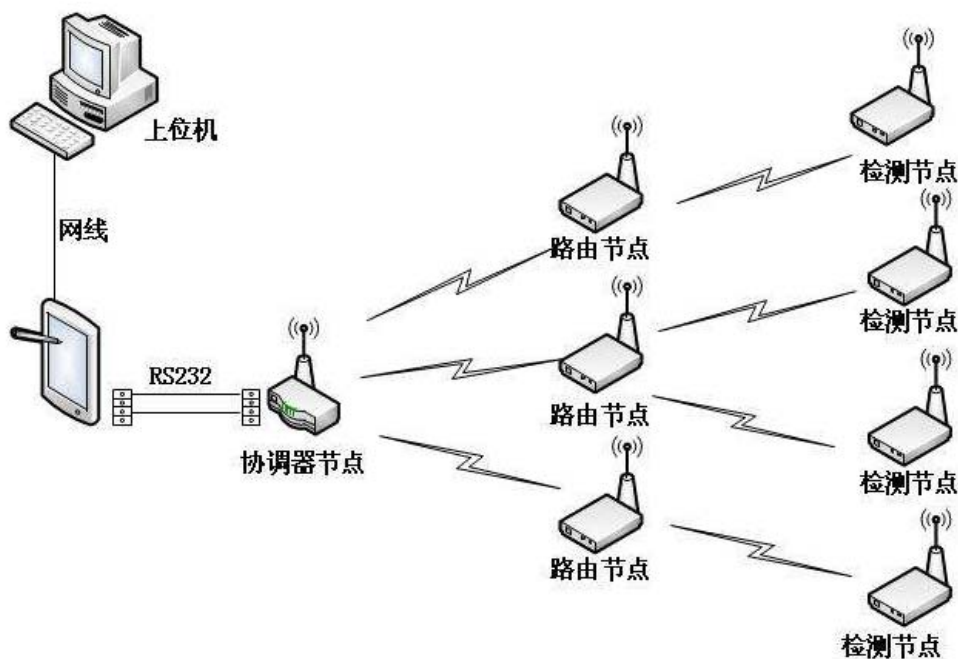


图 2.2 网络管理结构

2.4 ZigBee 系统硬件的设计

ZigBee 系统主要组成为传感器网络节点、LCD 显示模块、传感器模块、电源、接口，框图如图 2.3。根据系统的要求按照绘制出相应的 PCB 版图，根据 PCB 版图上的电路图进行电子元件的购置，以便满足整个系统的电路功能需求。^[45]

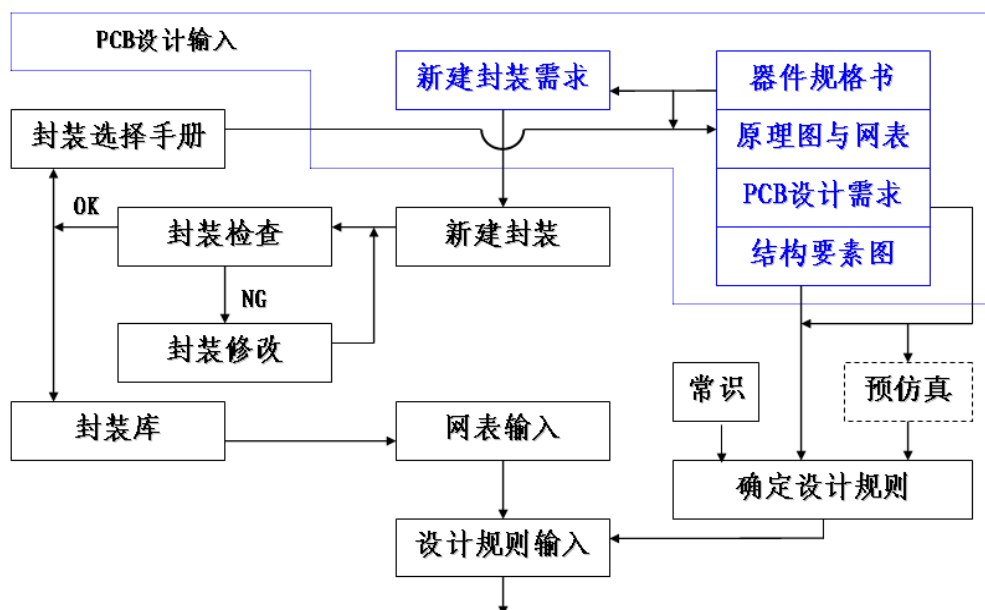


图 2.3 ZigBee 系统框图

传感器的网络节点为数据处理单元、信号收发单元、传感器终端单元，对于整体器件的选择和采取主要避免外部器件的数量，减少整体 PCB 板子的面积，通过这种方式和方法降低硬件开发的难度和控制硬件成本，通过将微控制器和射频收发器集中在一块 PCB 板子上，那么 ZigBee 无线微控制器刚好满足我们对于整个系统的实现从而需要的要求。^[15]

现阶段市场上支持 ZigBee 的射频收发的产品主要集中在 4 个公司，在选择 ZigBee 无线微控制器需要对其参数进行横向的比较，对比其工作性能：

比较其 CPU 处理能力，通过比较其处理能力和 CPU 的位数和频率，通过对比以上参数来比较 CPU 的处理能力，从而进行选择；

封装情况和引脚数量，通过对比选择一款适用本系统的，选择相对较小的封装，有利于减少电路板的面积，从而缩小整个系统的大小；

限制器件选择对于外围器件的数量，这样方便整个系统的组成时的复杂程度，综合选用；

器件接口数量，选择接口数量较多的器件，为了使得外接设备使用起来更加便捷、方便；

器件的价格；

综合考量几种器件的储存空间，考虑本设计对于储存空间的要求；

综上所述，最终考虑选择 TI 公司的 CC2430 芯片。

2.5CC2430 芯片在系统中的功能实现

本节主要描述 ZigBee 硬件设计环节，各个模块的控制过程。

1.CC2340 芯片介绍

CC2430 芯片是由 TI 公司整合领先技术的 2.4GHz IEEE 802.15.4 具有较强的工作性能，其中其包括 8KB 的 SRAM、较大容量的闪存，根据其内置的芯片的不同还有不同的版本，每个版本的区别为其内存不同，根据我们的系统需求我们选择 128KB 的闪存版本的芯片。^{[17] [19]}

CC2430 其具有高度集成系统上的解决方案，对于外部元器件的需求较少，能够充分的体现 IEEE 802.15.4 及 ZigBee 的特点，可以支撑低成本的系统的搭建，于此同时，CC2430 还有较高的射频性能，功率低、灵敏度高和较强的抗干

抗能力。CC2430 具有一个 8 位单周期数字处理器，其内存为 128KB，闪存 8KB，另外还有看门狗定时器以及 32kHz 晶振式定时器，以及 21 个可编程 I/O 引脚，对于 CC2430 的结构不再赘述，如图 2.4

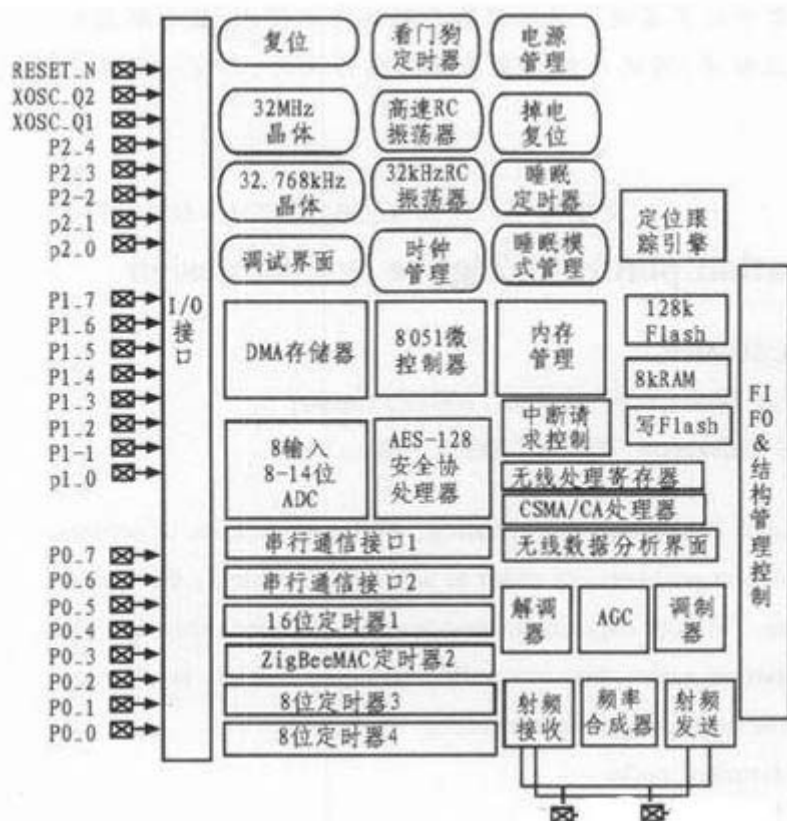


图 2.4 CC2430 芯片系统功能结构

CC2430 工作时在接受时电消耗为 27mA，发射时为 25mA，其生产工艺是采取 0.18 μ m CMOS 工艺生产，主控芯片采用了低功耗高性能的 8051 微控制器，符合在上文中叙述的 IEEE 802.15.4 标准，在接受和发射方面具有优良的性能。

2.6 本章小节

本章主要对于本设计所需的硬件进行选用，对于本设计中采用的硬件进行分析，通过对于芯片的分析，了解到每个硬件的基础功能，对后文中传感器设计起到至关重要的作用。

第三章 家居系统模型的建立

WSN 具有多种多样的拓扑结构，一跳系统为星型结构，在网络传感器中与节点进行点对点的通信，多跳系统为网状结构，相对于星型结构来说比星型结构传输距离较远，但是其相对来说消耗的功耗较大，但是即便是多跳系统的功耗相对于除 ZigBee 系统外的其他系统而言，ZigBee 系统的功耗仍然比较低，主要其特点在于构建应用家居环境的监控无线传感器网络模型，在本章中给出了基于 ZigBee 的家居监控系统的设计思路及运行原理。

3.1 无线传感器网络特点

无线传感的特点主要实在互联网的发展下，无线传感其能够更加便捷的将整个系统进行集成，将系统整体进行连接。传感器网络在部署大量的传感器节点，在大规模的传感器网络的前提下，通常使用不同的传感器控制不同设备，最终达到智能的目的，比如：自动控灯、自动窗帘、室内门窗监控、家用电器的联网及以上设备在某种条件下同时激发某一功能，真正的实现，回家自动开灯、热水器加热、自动开窗通风等操作，为人提供舒适的生活体验。在智能家居的控制中使用无线网络技术可以高效的解决网络线路的问题，可以高效的对家中的智能家居设备进行协同的操作，大大提高了传输速度。^{[35] [37]}

WSN 的主要特点体现在其运用的过程的方方面面，下面就其特点进行简单概述：

1、网络的动态组网特性。动态组网的特性区别于传统的网络，传统网络终端中如果受到外界的损坏会产生比较大的危害，导致整个系统的瘫痪，但是对于动态组网的特性，就会避免这个问题，无线路由器节点会根据不同的情况建立不同的新网络，重新进行数据的采集。

2、网络的大型性。在网络中为了得到更加准确的数据，经常在检测的无线网络中分布大量的网络传感器，这个规模性可以概括的说两方面：一是整体部署传感器的区域很大，地理位置可以部署的很广通过在广阔的环境下的布置需要大量的传感器才能保证对于整个节点的监测的准确程度，二是在一个面积不大的空

间内分布很多个不同种类的节点的很多。

3、网络与硬件紧密结合。无线传感器网络与一般理解上的网络具有非常大的差别，其并不是基于互联网，而是通过无线传感网上应用更多侧重于集合某种功能的硬件组件而形成一些特定的功能。这种形式的网络也就形成了传感器网络会由于其每个器件中间会有一定的差异，有可能是其通信协议的不相同，产生不同硬件设备的不兼容，在此过程中要将每个硬件的组成部分的兼容性考虑进去，以最大的优势发挥无线传感器网络的巨大特性。

4、网络的自由组网性。无线传感器网络具有的这个特性使得整个系统的兼容性较好，只要是符合通信协议的硬件即可进行组合进来。同时，网络系统的搭建也是比较方便和便捷的，但是也不能国语随意，组网过程中会因环境等因素对于整个系统的工作机制产生影响。

5、网络的数据采集为主特性。整个网络组成的目的和特性为得出最终的监控数据，是整体的监控结果，以至于不是单个节点的监控结果，是整个系统的统一的数据采集工作，最重要的是需要系统中各个方面都协同工作，将采集的数据经过微处理器进行处理后，通过 STM32 单片机的集合反馈到用户的手中，从而实现用户的系统功能。

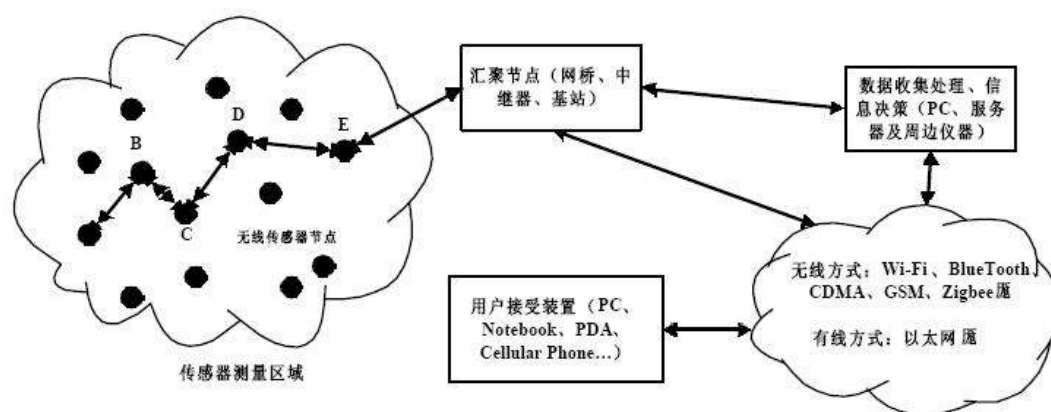


图 3.1 典型的网络节点结构图

如图 3.1 所示，在平常典型的网络节点结构图中，包含电源、传感器、信息调理电路、A/D 转换部分、存储部分、微处理器以及射频收发器等。^[11]电源是各个功能原件的必备能量，通过其为各个原件供电；传感器原件通过对环境的监控得到具体数据及参数，将环境中的信号转化为电信号传输到整个系统的节点中，通过 A/D 转换将采集的各种不能通过数字方式传输的信息进行电传导出来，通

过数模转化的过程将信息转化为微控制器能够处理的信息 ;微控制器通过对于系统的整体调控 ,对各个传感器件信息采集并将信息出巡到其处理器的储存中 ,保存起来以便在需要的时候被用户调取。

3.2 基于 ZigBee 网络的分簇路由

无线自组网是 ZigBee 的使用特点之一 ,需要平面距离矢量路由协议(AODV) 广泛的被使用在无线网状网络的协议 ,通过广泛的应用 ,在其原有的基础上对其进行了加强 ,将其变得更加适应在新的 AODV 协议 ,新增了一部分的路由报文 ,在这个新的路由节点形成的时候 ,此路由信息就会从同一个簇的节点进行共享 ,相较于原来的唯一节点为单一的进行广播报文的传播方式产生了很大的不同 ,凭借此方式节省了时间和功耗情况。^[43]

在设计的过程中 ,我们将一个整体的 ZigBee 进行分开 ,将其变成以簇为单位的网络 ,通过对其进行分类 ,分别将其分为 :簇首、普通簇成员和网关节点。

AODV 路由协议首先要将 ZigBee 划分成多个簇 ,在簇的划分过程中有 AODV 路由协议的方法 ,其是在基本方法上划分规则进行为基础实现 :

- 1、需要确定一个簇作为簇首 ;
- 2、网络上的节点需要附属于其父节点 ;
- 3、簇首节点具有实现路由功能的节点 ,网络深度为偶数 ;
- 4、每一个终端节点附属于父节点的簇 ,簇首建立的过程可以通过图 3.2 来表示。

RREQ 的源节点接收。在过程中将信号的强度作出限制 $RSSI > Min$ ，通过确定的节点地址分布在其邻居列表中，在最后的定义中源节点的邻居列表中子节点数目最多的节点定义为簇首，作为围绕簇首的其他节点，即便是他的邻居列表中的成员节点。

3.3 基于 ZigBee 家居安全监测的路由算法改进

通过进行算法上的改进，对于簇首进行选举，通过梯度值对 2 取余的结果与轮数对 2 取余的结果进行比较，其结果相等的即便作为簇首节点，已完成簇首的选举工作，对于部分节点对旁边节点的影响，会分配给邻居节点的广播信息后，该节点成为候选节点信息，经过路由算法改进后仿真算法比较情况可以看出，节点死亡的数量大幅度减少，在进行多达 1000 次的选举中其中有两个节点因为能量耗尽，呈现出节点分布在传统算法均匀不在集中在其中的一个位置上，通过本算法的改进，通过路由算法改进使得整个网络系统的均衡性加强。以上改进方法仿真节点死亡集中在中后期，在整个运算过程中完全可以等待选出新的簇首来保证整个系统的数据传输和运算工作。^{[11] [38]}

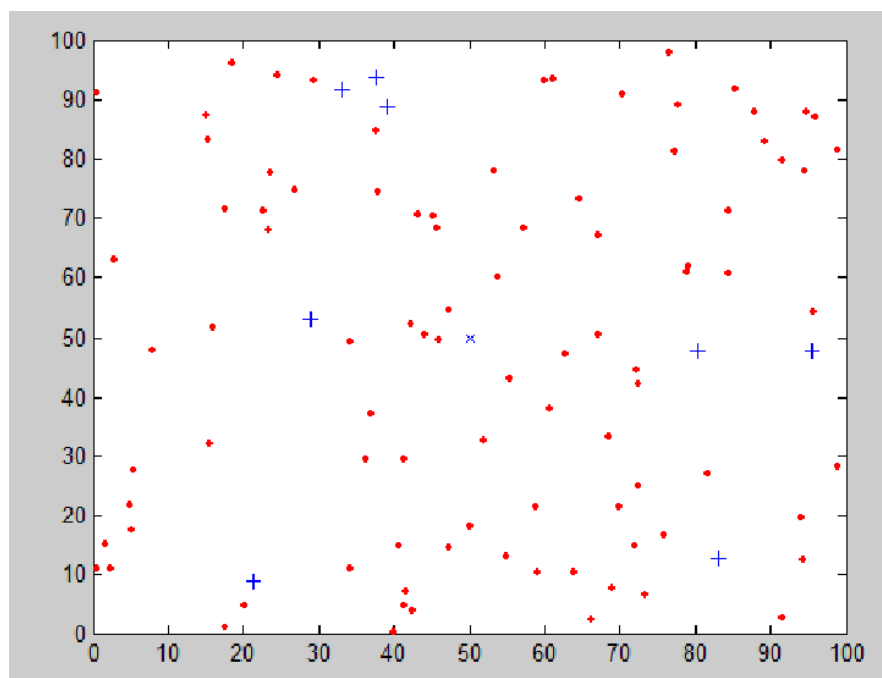


图 3.3 改进前的 LEACH 算法仿真图

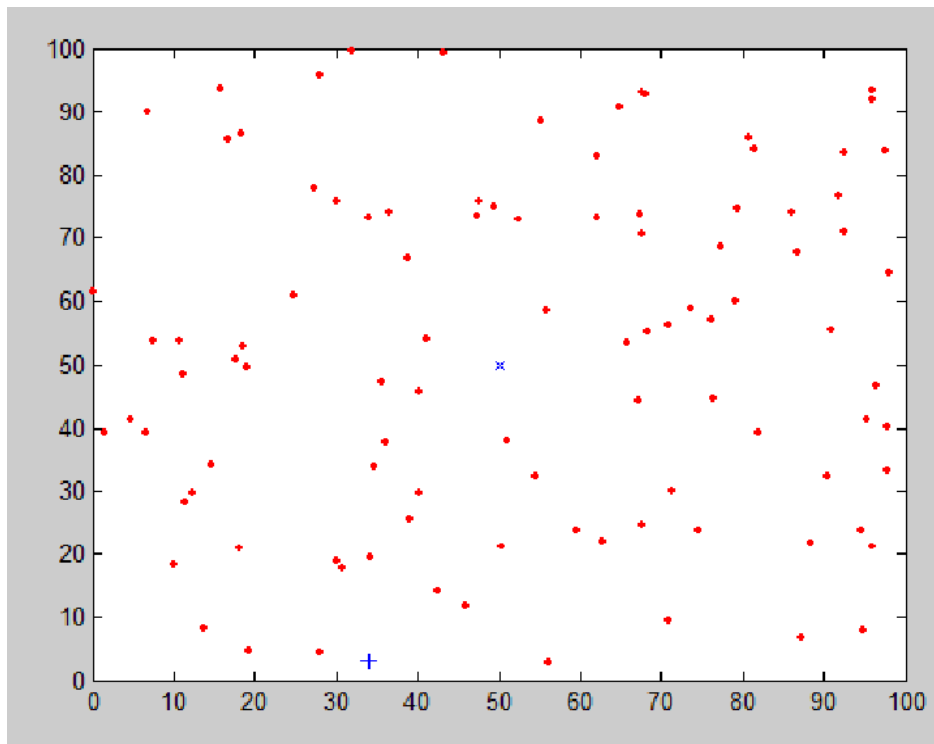


图 3.4 改进后的 LEACH 算法仿真图

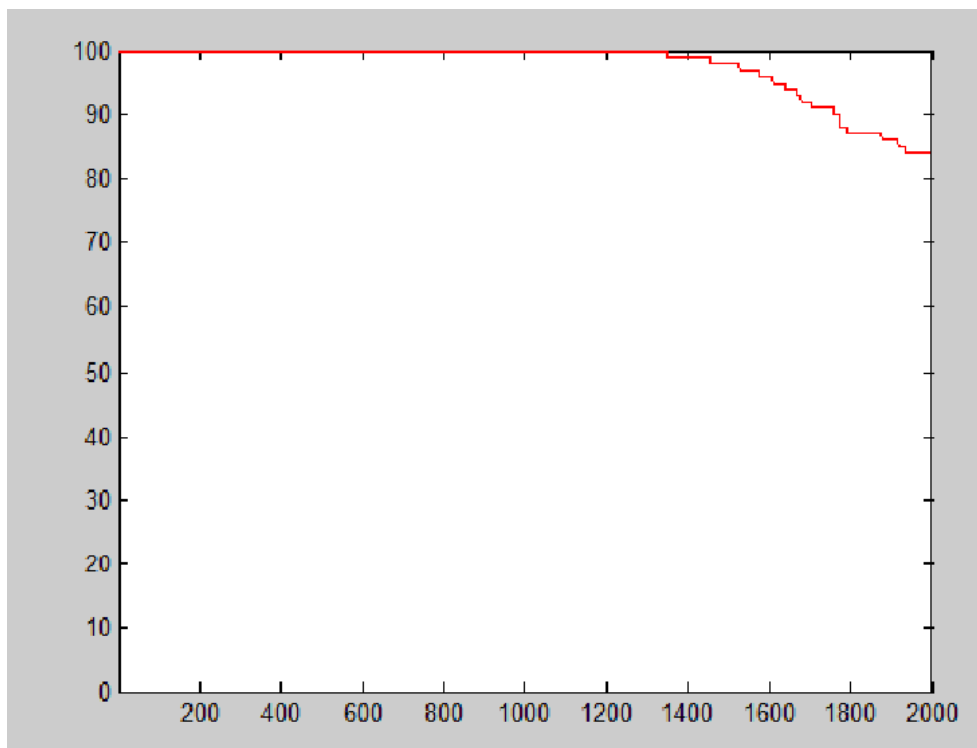


图 3.5 改进算法能量改进图

以上的改进有堆土簇路由算法基于整个节点进行梯度处理 ,通过考虑对于阶

梯的修复方法,根据以上对于算法优化的程度,我们得出以下方法对于梯度值进行修正:工作在邻居节点中的最小的梯度值加上同一个本身自己的梯度值,广括到其临近的节点,消除对于梯度值产生对于整体系统计算产生的影响。通过上述过程进行对于整个算法的改进,不同时间选择的簇首,保证了整个网路的正常运行,保证节点的能源充足保证,通过对于能源的控制保证了节点的工作时间,延长了节点的工作性能,从而保证系统不会出现崩溃的可能性,随着梯度的更新,在存活的节点中保存的信息提取出来,作为本设计对于智能家居系统的信息采集,将整个的节点功能运用到系统中区,从而达到预期目标。

3.4 本章小节

本章通过对于无线传感器网络的特点进行描述,将 WSN 组网的功能进行详细介绍,对于后文中整个智能家居系统的搭建起到至关重要的作用。ZigBee 系统的功耗仍然比较低,其主要特点在于构建应用家居环境的监控无线传感器网络模型,在本章中给出了基于 ZigBee 的家居监控系统的设计思路及运行原理。通过对于 ZigBee 网络的分簇路由的介绍,尤其是将簇首的选举过程进行详细优化,改进算法,从而对于整个安全检测的路由算法改进。

第四章 基于 ZigBee 无线传感器网络的硬件设计

智能家居在日常生活中应用于各个方面,在生活中也有着不同传感器的硬件作为整个系统的支撑,作为一个庞大的系统集成各种各样的传感器,每个传感器都与微处理器进行连接,做到降低整个系统的运营成本、智能化系统,满足智能家居的需求条件。

4.1 智能家居系统的硬件设计

通过前文我们选择了 CC2430 芯片作为无线传感器网络的节点,设计整体电路的过程需要将整个模块集成在一块 PCB 板上,通过模块画的思想,将每一个原件都分别进行分块设计通过使用 ZigBee 方式进行通信,使得每一块模块都可以实现组合的设计。通过流程的设计,设定一定的流程以及节点工作流程等方面的工作程序。整个系统测试过程中需要总结出每个端口的引脚以及不同传感器的接口和不同的终端进行组合,使其适用于智能家居系统的设计。^{[11] [13]}

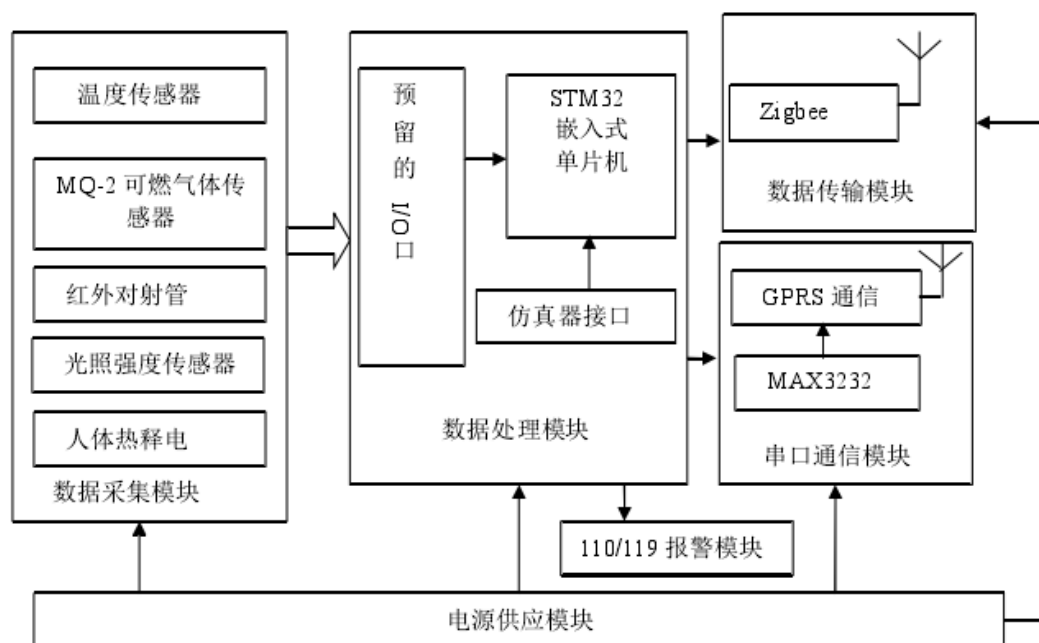


图 4.1 整体框图

4.2 智能家居各个传感器的设计

4.2.1 门窗检测功能的设计

红外探测主要检测的是人进入本防区后进行报警,通过红外检测模块的发送段、接收端、指示灯、透镜灯构成基本的红外防区的监护作用,其工作的基本原理主要集中体现在指定范围内,接收器有没有及时的得到红外设备发出的脉冲信号,通过对于脉冲信号强度的检测,通过对于信号的监测程度,脉冲信号对于电流驱动报警的传感器,通过 ZigBee 传输到微处理器中进行集中处理,通过 GPRS 等方式反馈到用户的手中。

在红外探测的过程中当物体经过红外检测的区间时得到的结果是,遮挡了红外光进而引发脉冲报警,通常使用二、四束光的型号,通常使用在室内外的红外报警,但是对于室外的红外报警,因为有太阳光的影响会有一定的偏差,对于室内外的阈值设定应有所不同。

在设置红外探测时,设定脉冲持续时间电流达到 40ms,通过设定触发报警的时间,目前已有的环境优势予以利用,针对室内地面的应用条件,避免因为人的跑步或者躲闪过快从而导致传感器系统反应不灵敏,故设 20ms 不进行报警。

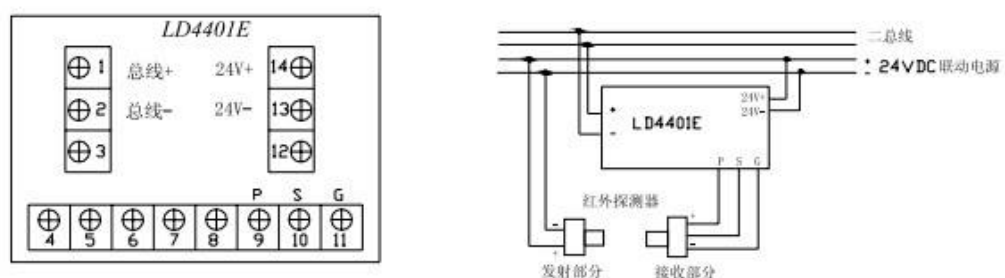


图 4.2 LD4401E 接线图

红外探测具有很大的优势：1、隐蔽性以及不易察觉；红外模块比较小，能耗较低，可以使用纽扣电池即可作为小的红外发射器；2、抗干扰性：在室内的情况下，没有复杂的环境和相关的干扰，可以充分的控制系统中的误干扰性；3、工作的持久性：在工作过程中红外探测的功率较小、能率相对较小，充分的减少了对于室外的环境的干扰。^[12]

由于本系统是基于 STM32 核心板,将输入与输出进行统一配置,由于 STM32

的方便连接的特性，可以容易的和各种的电器模块进行关联，通过 ZigBee 传输方式将各个传感器集合在一起。

对于人体的传感器的了解，通过对于传感器的原理进行剖析，是通过判断人进入前后的温度变化来感受到整个温度的 T ，通过对于 T 进行比较，在元件的工作原理上其时基于两个相反的极性高热电系数材料进行串联，对外温度变化产生影响，在探测元件的红外照射下元件的表面温度会逐步的上升，并会有少量的电荷积累，通过这样的过程使得温度信号转化为电信号，从而得到温度检测的目的。整个系统中各个元器件的功能都是特定的，比如说光学滤镜用来作为门闸效果，工作原理是过滤某些不符合要求的光线，使得整个系统削减掉自然观对其的影响。在传感器工作的过程中是由他的自身电荷的变化而产生微弱的信号，从而对于传感器产生电信号反馈到微处理器中。

4.2.2 光照传感器的设计

通过对于整个传感器的技术进行分析，通过设计原理确定采用何种方式，对于光照强度进行采集并且通过整个传感器的集成确定光照传感器的设计理念。红外传感的特点为，不便于移动，目前阶段仅适用于点对点、在特定环境下、不移动的情况使用起来比较方便，可以用作传感器的其中一部分，但是全部使用红外传感技术具有一定的局限性和缺点；WIFI 通信速率为 11Mbit/s，在无墙遮挡的情况下半径为 50-100M 的范围内，目前比较适用于多媒体和有源设备的联网，对于单独的智能家居的控制有着一定的限制，并且其成本也比较高，无法达到智能家居中的要求；ZigBee 技术凭借其较高的性价比，通信方面可靠等优点在 WSN 中有的很广泛的应用。它作为一种距离短、成本低、传感方式简单、功耗较低等等优点的双相无线通信技术。^{[35] [38]}

智能家居系统中对于 GDZ 光照强度带来的传感器作为环境中的光照强度的参数，本系统的整体供电电压为 12V，在每个终端节点采取不同的电压的传感器进行检测，通过多个终端节点的使用情况，

GDZ 的标准适用于各种工作场所多，决定了我们在本设计中选择它的重要性，通过各种参数的比较使得其标准适用本系统：1 个单位的照度大约为 1 个烛光在 1 米距离的光亮度。举例来说，在正常的夏日里，光照强度大约为 3—30 万 Lux；在阴天的情况大约为 1 晚 Lux；相较于日出日落的时间段大约

400—400Lux；房屋内白炽灯的照度为 30—50Lux；夜光 0.3—0.03Lux。GDZ 的技术参数为：12—30V；精度大约为 $\pm 7\%$ ，在本系统中使用直流电流输出方式，对应的是 0—20 万 Lux，在电路设计时我们将 250 的电阻串联进去，将信号转化为 1—5V 的电压，将光信号转化为电信号，输出光照强度的信息。

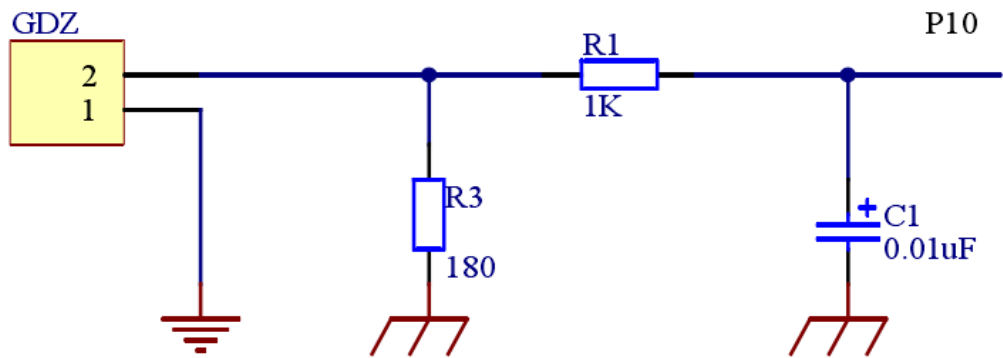


图 4.3 GDZ 光照度接口设计图

4.2.3 温度传感器设计

通过对于温度传感器的选择，本设计选择可以采取单总线的形式的 DS18B20 传感器，这样使用单片机相连的一根总线即可与传感器进行时序相关的控制，在信号传输过程中将电路设计进行了一定的简化，DS18B20 传感器对于温度的感知灵敏度极高，温度精度可以达到 0.0625，DS18B20 芯片具有体积小、容易封装等特点，在一根总线与单片机传输信号的过程中检测的信号损耗小，极大程度上避免了失真的可能性。

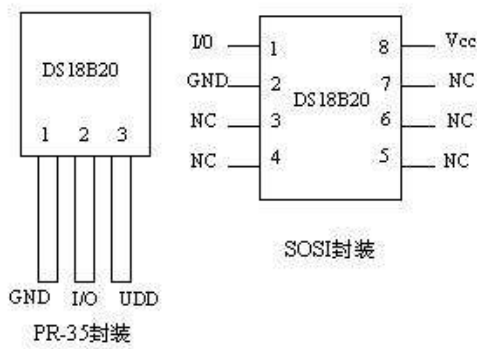


图 4.4 DS18B20 封装图片

4.2.4 燃气检测模块设计

设计过程中需要对于家庭中常用的燃气进行检测，保障家庭日常生活使用安

全，本设计加入了燃气检测的模块，主要采用 MQ-2 对于室内出现的天然气进行及时的检测并且报警，通过主机进行反馈到用户中，本设计中通过燃气模块吸附空气中的燃气。MQ-2 检测原理是通过其本身使用的二氧化锡（ $\text{Sn}\cdot\text{O}_2$ ）实现对于燃气的监测功能的实现，通过二氧化锡的本身特性：在纯净的空气中，二氧化锡导电率很低的一种气敏材料。通过传感器的导电情况来确定空气中的燃气含量，通过使用高低温循环方式进行检测，空气中出现天然气后二氧化锡会根据空气中的天然气浓度而决定其导电率的情况。二氧化锡的监测特点分别具有：灵敏度高及稳定性、电信号稳定、采样均匀，以上的特性，通过这些优点的比较从而产生比较大的优势，通过极高的灵敏度和较高的稳定性，通过稳定的电信号，输出的过程中对于温度等情况的干扰较少，仅仅通过其特性保证了采样的均匀性，才能顺利的将信号从天然气的浓度转化为本系统所需要的电信号，我们也对于电路进行了分析，通过对于接线图的了解我们知道对于低压系统还是比较适用。^{[27] [42]}

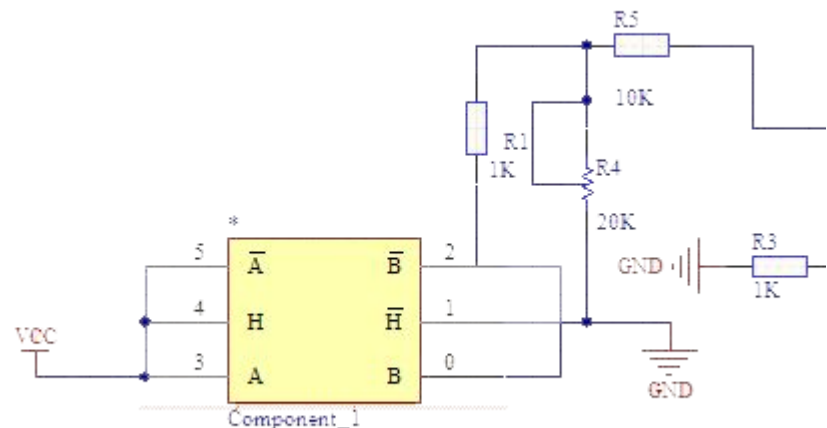


图 4.5 MQ-2 接线图

$$R_{mq12} + 1K$$

根据以上公式进行计算，将传感器所获得的气体浓度的值转化为电阻值，通过换算转化为电压信号传递给单片机进行计算，最终返回到用户操作中。

4.3 数据处理模块的选择与设计

整个系统通过智能手段设计，通过智能控制的方式将其连接起来，通过短信、

WIFI 等功能将其信息及时的反馈给用户，这个系统中采用 STM32 核心板作为整个系统的核心功能的实现板块，次 STM32 芯片也自带控制器并作为 A/D 转化器，通过这样的设计将外围电路进行了简化，通过简化的过程中将这个系统中容易出错的地方进行规避。通过整个检测各个传感器的使用，对环境的检测，主要通过传感器的反馈，使用动作执行部分作为连接继电器、步进电机、GPRS 模块等。通过以上的功能的实现，整个外部电路的电源切断，风扇以及其他电器的开关盒闭合，整合整个智能家居系统。

通过对于核心板的选择情况，根据整个系统的功能需求，不能光仅是要求处理速度和运算内存，而是通过核心模块将整个的系统进行整合，通过比较核心处理器的功能和价值，在比较中选择出性价比最高的核心处理器，需要符合整个的智能家居的系统的事项，内部资源的整合过程中需要将整个系统的各个模块进行整合，在整个系统中需要使用合理的资源，在足够的资源前提下，不能造成浪费，而且需要预留出来升级和模块加装的空闲位置。

现在的数字处理器核心处理器，主要分为以下四种：

- 1、DSP 处理器：具有优秀的数字信号处理方式，数字信号处理方面优势比较大；^[34]
- 2、ARM 处理器：此种处理器非常适用于组合各种模块的，也适用移植操作系统；^[34]
- 3、FPGA 芯片：适用于进行逻辑的控制系统；
- 4、单片机：仅适用于简单的信号采集及简单控制功能的实现。

以上四种处理的核心，各有各的特点，整个系统中需要适用对于系统进行操作系统的移植，在整个过程中需要我们在处理系统的过程中了解到，智能家居系统需要系统有可靠的移植系统，不是通过信号处理和逻辑处理来实现整个系统的功能的。需要使用系统进行移植操作系统，所以采用 ARM 系列的处理器，通过其优秀的功能，将系统建立和集成出的功能，所以综上所述我们采用 STM32 系列的 ARM 内核处理器的核心板，这具有优秀的特性，整个代码的量比较少 20%-30%，运算速度也是较快。

本设计采用 IEEE802.15.4 标准，可使用信标使能方式或非新标使能方式对于进行广播信标，其区别在于协调器的定期与不定期的广播信标，与此同时在新

标使能的方式中使用超帧的结构进行工作，其由协调器来定义出来超帧结构。在 IEEE 802.15.4 中数据经过传输的过程中难免会有一些损耗，为了避免其产生较大的损耗，我们将 IEEE 802.15.4 过程中的损耗进行分析，通过对于低损耗的 IEEE 802.15.4 传输进行分析，从而得出使用其作为通信协议的重要性。

4.4 本章小节

本章节采取将每个系统的模块进行分解，逐个分析原理，将其传感过程分解到电路上，最后通过系统的整体将系统集合起来，展示了部分电路的工作流程以及通过最后的计算的设计与选择，在最终将整体的运算芯片进行了选择。

第五章 智能家居系统的软件系统设计

硬件平台在上一章进行了详细描述,本章通过对于软件的设计对于整个的系统进行编码,选取了整个方案,避免在控制过程中出现大量的程序误差,需要通过软件的程序来保证硬件内的程序的优化,所以依据上一章的情况选择 STM32 系列的 ARM 处理器芯片进行,本软件系统通过使用 C 语言进行编写程序,实用软件为 Keil。

5.1 系统整体方案的选取

嵌入式实时操作系统 RTOS (Real-Time Embedded Operating System)是一种实时的、支持嵌入式系统应用的操作系统软件。本设计准备采用的 RTOS RT-Thread 这个国产的开源的操作系统。这个操作系统的出现打破了国内没有小型稳定的开源操作系统的僵局。目前已经被国内十多所企业采用,证明其是一款能够稳定持续运行的操作系统。而它最大的优势是能够在 STM32 上完美的移植。

表 5.1 系统对比

项目	RT-Thread	μ COS-II
任务调度	分时调度, 协作调度, 优先级调度	优先级调度
调度算法	多级队列位图调度 $O(1)$	纯位图调度 $O(1)$
优先级数	256	64
支持任务数	不限	64
任务状态数	5 (初始, 挂起, 就绪, 运行, 结束)	5 (休眠, 就绪, 运行, 挂起, 被中断)

从上面的表格即可看出, RT-Thread 比 μ C/OS-II 性能要好一些, 现阶段的 μ C/OS-II 是经过升级之后就变成需要收费的了, 对于整个系统的性价比来说并不突出, 现阶段 RT-Thread 使用与多个平台中, 并且 RT-Thread 对于主流的 STM32 系列的 ARM 核心中的支撑非常完善, 所以本系统采用 RT-Thread。^[36]

```

\ \ /
- RT - Thread Operating System
/ / \ 0.3.0 build Apr 17 2009
2006 - 2009 Copyright by rt-thread team
thread1 --> 1
finsh>>list_thread2 count:1
read()
thread  pkl  status  sp  stack size max used  left tick error
-----
tidle   0x1f  ready   0x00000050 0x00000100 0x00000050 0x0000001b 000
tshell  0x14  ready   0x00000228 0x00000800 0x00000334 0x00000064 000
thread2 0x19  suspend 0x00000a8 0x00000120 0x000000be 0x00000009 000
thread1 0x14  suspend 0x00000078 0x00000120 0x000000a4 0x0000000f 000
0, 0x0000
finsh>>thread1 --> 2
Thread2 count:2
Thread2 count:3
thread1 --> 3
Thread2 count:4

```

图 5.1 RT-Thread 硬件仿真图

5.2 ZigBee 无线组网的实现

第三章的介绍中我们通过硬件功能将 Zigbee 提供了基础，本节通过我们将 Zigbee 进行自组网，通过我们选用的无线传统芯片将整个智能家居系统作为整个系统的节点，使得整个系统可以通过自组网的方式进行，并且重新定义的节点，使得先前存在的节点为父节点，后加入的节点作为子节点。^[39]

1、子节点寻找父节点

通过路由器定义节点其加入网络，当路由器的子节点加入网络时，对于 APL 层发出请求，对于进入联网的初始化过程，首先进行的是对于系统的 MAC 层进行全面的扫描，首先把扫描过后的反馈信息反馈到应用层，此时应用层便提出请求，对于请求加入网络。随之请求到达网络层后，即便在附近搜索父设备，通过合适的搜索，寻找到其符合要求的父节点，找到相应的父节点后即便向 MAC 层发出关联的请求，通过 MAC 层关联的命令帧，通过这种方式将信息发送出去。在过程中发送无误，则 MAC 层通过将前一阶段获得的父节点进行关联相应帧。在发送的过程中如果失败，MAC 层会通过自身更新将自己的地址进行更新，通过分配的过程将自己进行初始化，最终的通信结果使得在网络中的子节点并不限制在子与自己本身的父节点的通信过程子节点加入网络的程序流程如图 5.3。

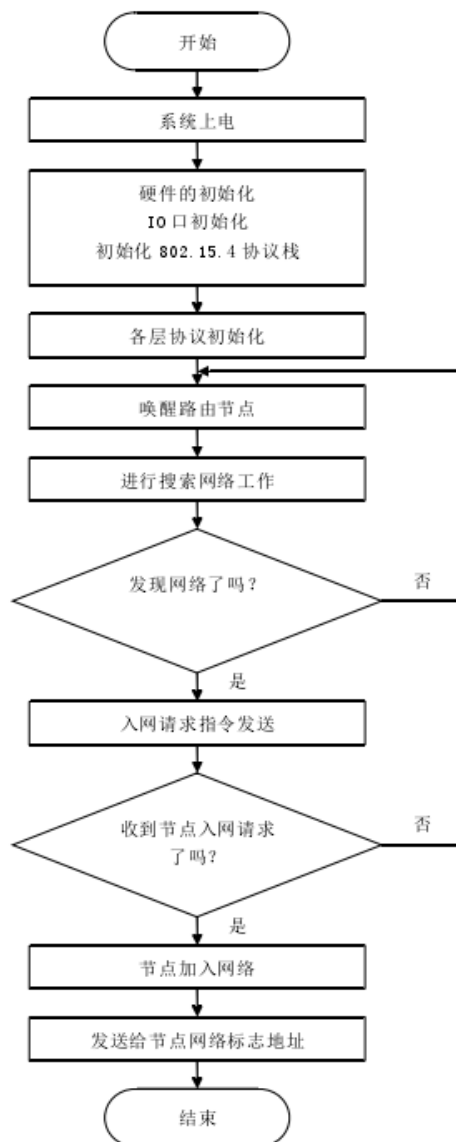


图 5.2 子节点加入网络流程图

2、父节点响应子节点

通过上一段中的对于子节点加入网络的过程，以及流程图，我们了解到在当子节点寻找到父节点当其 MAC 层关联网络层，父节点即可得到报告请求。网络管理层的父节点通过对子节点比较来确定是否能够是在网络中，即是在网络层中搜索是否有相匹配的地址，在寻找时如果没有找到其相应的地址，网络的管理即可通过扩展列表找到其相邻的地址进行匹配，在找到的情况下他们即可被分配到一个相应的网络地址。

5.3 硬件组网调试

翻阅文献,得知硬件 MC13213 模块存在七种操作模式,而 MC13213 对于不同的操作模式,系统也存在不同的状态。

基本的数据结构可以决定设计网路的建立设定,我们需要进行数据的接受、数据的发送以及 MC13213 各个状态的定义设定。在进行基础设定中,我们需要注意:MC13213 和 STM32 需要进行相关的联调来实现网路的组合,而在这个过程中,函数 `typedef struct{....} t Rx Packet` 作为信息的接收函数来实现信息的接收功能;函数 `typedef struct{....}t Tx Packet` 作为信息的发送函数来实现信息的发送功能。在最初将片内状态进行自定义设计,设为: `#define INITIAL_STATE 0`。

[37] [38]



图 5.3 MC13213 模块

本人以 8 字节温度数据作为入网例子,我们可以通过串口调试来观测在节点加入网络后网络适配器的反应状态。

红外对于人体的检测:本次实验设计是通过热释红外传感器来感知人体的,通过测试及数据比对,发现使用的热释红外传感器最佳的检测距离是 5m 到 6m 之间。在测试中发现,在此距离内,只要有人体经过,就会得到传感器输出高电平的结果,而无人经过时并无明显变化。所以对于空屋中陌生人的进入检测便是采用的这种对于高电平的读取来实现的。当传感器在开启时,对于温度的明显升高或在可检测范围内有人经过时,芯片会发出相应的警报声及指令措施,具体的指令措施包括:

1、当感知有人体经过时向用户发送“有陌生人闯入”；2、当感知到温度明显升高时向用户发送“可能有火灾情况出现”；3、当收到用户的回复指令后作出断电、警报蜂鸣声加大等措施。

以上措施的控制信号都是由单片机引脚或者串口发送来控制的。

而调试的难点在于：

GSM 短信模块的编写。单片机向 GSM 短信模块发送指令的实现有很多，在本次试验中采用的是串口通信的方式来发送。

5.4 数据采集及反馈的设计

通过上一章的硬件方面的电路设计，在本章中我们主要来了解 WSN 终端节点的程序设计（传感器方面）。四模块中的室内温度监测模块（温度传感器）及燃气监测模块（可燃性气体传感器）便是 WSN 终端节点的程序设计包含的内容。室内温度监测部分的程序设计是基于芯片 DS18B20，其工作流程大致如下：将电源通电，使得 DS18B20 处于待机状态，但是由于在本次设计中我们采用到了特别多的节点，才足以进行足够及细致的温度采集，所以我们需要在单片机 STM32 的内部 FLASH 程序里，为每一个温度传感器的节点赋予一个 ID 位。

但是对于单片机 STM32 的唯一副主板外接芯片，芯片 DS18B20 极为特殊地不用对其进行 ID 位的定义与选取，其控制方式可通过发送控制字符来成功实现。注意的是，本章所提到的，所有的本节点上赋予的 ID 位均已在程序中被写入。想要达到拉高传感器电平采集温度，我们需要通过单片机 STM32 来实现，在单片机上发送相关的指令字符，通过指令字符控制传感器。而当采集工作结束后，我们需要使传感器的电平降低，而此时亦可以用程序进行控制，达到数据采集的结束。当以上程序运行结束后，命令单片机存储刚刚采集到的所有数据，将打包的采集数据发送，在单片机内进行在此处理。

最后，单片机结束所有数据采集和处理工作，进入待机。

5.5 本章小节

本章通过对上一章硬件部分所提出的问题和电路进行了软件层面的设计与实现，通过实验的过程中将系统的各个模块的传感功能进行的综合实现整个系统

的全部功能，实现了 ZigBee 主板与传感器之间的通信功能，从而实现了模块组网的实现。

第六章 结论与展望

ZigBee 作为新兴的无线采集技术,在本次设计中被使用。本次试验的组网模块技术主要基于 MC13213,芯片 MC13213 与单片机 STM32 相结合,搭载出了此款智能家居安全监测系统,可以达到在家庭无人时全方面的检测实时环境,及时发现并协助解决安全隐患问题。本章主要是针对于系统设计中应用到的传感器的工作方式、传感器的参数设计、穿昂起的外围电路设计进行说明及图解。而在研究中,本人发现在传统算法中存在的一个弊症是能量节点的不均衡,节点电流各具有不同的存活时间,于是本人专门针对此问题进行了细致的研究,进行了相关的改进。

本设计中智能家居系统对实用性和性价比有着较强的需求,而且还要满足设备的增加,传输速度的要求等方面,这样一个系统对于多个传感器或目标节点来说是一个巨大的挑战,前文中选择 ZigBee 无线传感器网络即便是基于其各种优点而建立的。通过对于 ZigBee 的使用在中体系统中得到改善系统的运行品质、提高运行效率、节约传输过程中的能耗和消耗、提高对于整个系统的控制,从而满足整个家庭的智能家居管理系统的需求。

在此次改进中,本人完成的更新操作主要有:

1·改造算法 G-LEACH:通过 Matlab 进行仿真实验,优化 LEACH 算法,经过路由算法改进后仿真算法比较情况可以看出,节点死亡的数量大幅度减少,在进行多达 1000 次的选举中其中有两个节点因为能量耗尽,呈现出节点分布在传统算法均匀不再集中在其中的一个位置上,通过本算法的改进,通过路由算法改进使得整个网络系统的均衡性加强。

2·了 RT-Thread 操作系统的移植:以 STM32 单片机为核心的 ARM 单片机,将我们需要的操作的系统进行了移植,这个系统就是 RT-Thread,通过本操作系统的移植在设计中简化程序、简化内部线程调用,通过在此系统上的操作使得整个智能家居系统运行稳定高效。在 STM32 单片机上,因为我们加载了 RT-Thread 操作系统,故我们仅用几个函数便可实现大量的数据采集工作,并减少了程序运行的延迟。

最后，本设计选择的 STM32 单片机接口非常丰富，在应用了 ZigBee 通信技术，通过本次实验设计优化了路由子节点的设计。

在 ZigBee 通信中使用的大部分单片机相较于单片机 STM32 而言，最大的缺点便是就是不如 STM32 齐全。STM312 具有的 SPI 借口，是该系统能快速处理网组数据的原因所在。而对于网组数据的程序，本人进行的相关优化可以使得数据的处理过程快捷，空间占用小，地址链接少。

本次实验设计之所以能高效、高质量的完成 ZigBee 网络节点协调功能，顺利的完成节点和终端数据的电路设计，是因为在前期的准备工作中通过文献的阅读及导师的指导，在早期便研究 ZigBee 组网的特点，研究 ZigBee 的拓扑结构，采用 ZigBee 技术使得数据可以快速高效稳定的传输。也通过本次实验设计的数据测试，由其展现出的良好运行效果、流畅的程序运行，不断地验证了本次设计智能家居检测系统的合理性。

参考文献

- [1]张逢雪,王香婷,王通生,等. 基于 STM32 单片机的无线智能家居控制系统[J]. 自动化技术与应用, 2011, 30(8):98-101.
- [2]杨卫东,邓冠群,张国平,等. 基于 STM32 单片机的库房安全远程控制系统[J]. 电子测量技术, 2015(8):94-98.
- [3]郝雯,沈金鑫,梅成. 基于 STM32 单片机的存储式数据采集系统设计[J]. 电子设计工程, 2013, 21(17):80-82.
- [4]赵景宏,李英凡,许纯信. Zigbee 技术简介[J]. 电力系统通信, 2006, 27(7):54-56.
- [5]马永强,李静强,冯立营. 基于 ZigBee 技术的射频芯片 CC2430[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2006(3):45-47.
- [6]包长春,石瑞珍,马玉泉,等. 基于 ZigBee 技术的农业设施测控系统的设计[J]. 农业工程学报, 2007, 23(8):160-164.
- [7]杨玮,吕科,张栋,等. 基于 ZigBee 技术的温室无线智能控制终端开发[J]. 农业工程学报, 2010, 26(3):198-202.
- [8]孙茂一,陈利学. Zigbee 技术在无线传感器网络中的应用[J]. 现代电子技术, 2008, 31(2):192-194.
- [9]吴呈瑜,孙运强. 基于 ZigBee 技术的短距离无线数据传输系统[J]. 仪表技术与传感器, 2008(5):178-178.
- [10]王东,张金荣,魏延,等. 利用 ZigBee 技术构建无线传感器网络[J]. 重庆大学学报:自然科学版, 2006, 29(8):95-97.
- [11]宁炳武,刘军民. 基于 CC2430 的 Zigbee 网络节点设计[J]. 电子技术应用, 2008, 34(3):95-99.
- [12]夏恒星,马维华. 基于 CC2430 的无线传感器网络节点设计[J]. 电子技术应用, 2007, 33(5):45-47.
- [13]尹应鹏,李平舟,郭志华. 基于 CC2430 的 ZigBee 无线数传模块的设计和实现[J]. 电子元器件应用, 2008(4):18-21.
- [14]高守玮,吴灿阳. ZigBee 技术实践教程:基于 CC2430/31 的无线传感器网

络解决方案[M]. 北京航空航天大学出版社, 2009.

[15] 郦亮. IEEE802.15.4 标准及其应用[J]. 电子设计应用, 2003(1):14-16.

[16] 付芳, 张思东, 顾瑞红. 基于 IEEE802.15.4 和 Zigbee 构建低速无线个域网[J]. 移动通信, 2005, 29(7):90-92.

[17] 郑霖, 曾志民, 万济萍, 等. 基于 IEEE802.15.4 标准的无线传感器网络[J]. 传感器与微系统, 2005, 24(7):86-88.

[18] 张荣标, Gu Guodong, 冯友兵, 等. 基于 IEEE802.15.4 的温室无线监控系统的通信实现[J]. 农业机械学报, 2008, 39(8):119-122.

[19] 邱祎. 嵌入式实时操作系统 RT-Thread 的设计与实现[D]. 电子科技大学, 2007.

[20] 曹成. 嵌入式实时操作系统 RT-Thread 原理分析与应用[D]. 山东科技大学, 2011.

[21] 方琼琼, 李正平. 基于 Rt-thread 的嵌入式串口服务器的设计与实现[J]. 电脑知识与技术, 2012, 08(4):2425-2428.

[22] Ran P, Sun M, Zou Y. ZigBee Routing Selection Strategy Based on Data Services and Energy-Balanced ZigBee Routing[C]// IEEE Asia-Pacific Conference on Services Computing. IEEE Computer Society, 2006:400-404.

[23] Han D M, Lim J H. Smart home energy management system using IEEE 802.15.4 and zigbee[M]. IEEE Press, 2010.

[24] Baronti P, Pillai P, Chook V W C, et al. Wireless sensor networks: A survey on the state of the art and the 802.15.4 and ZigBee standards[J]. Computer Communications, 2007, 30(7):1655-1695.

[25] Gislason D. Zigbee Wireless Networking[M]. 2008.

[26] Baker N. ZigBee and Bluetooth strengths and weaknesses for industrial applications[J]. Computing & Control Engineering Journal, 2005, 16(2):20-25.

[27] Gill K, Yang S H, Yao F, et al. A zigbee-based home automation system[J]. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 2009, 55(2):422-430.

[28] Wheeler A. Commercial Applications of Wireless Sensor Networks Using ZigBee[J]. IEEE Communications Magazine, 2007, 45(4):70-77.

[29]Ding G, Sahinoglu Z, Orlik P, et al. Tree-Based Data Broadcast in IEEE 802.15.4 and ZigBee Networks[J]. IEEE Transactions on Mobile Computing, 2006, 5(11):1561-1574.

[30]Lin Y, Kong R, She R, et al. Design and Implementation of Remote/Short-range Smart Home Monitoring System Based on ZigBee and STM32[J]. Research Journal of Applied Sciences Engineering & Technology, 2013, 5(9):2792-2798.

[31]Xing D I, Zhang J H, Chen B. BMP image decoding system based on STM32[J]. Electronic Design Engineering, 2011.

[32]Onde V. Cortex-M3 based STM32 MCUs tackles advanced motor control techniques[J]. Electronic Engineering & Product World, 2010.

[33]Tang L J, Gui X, He H Y, et al. Design of Brushless DC Motor Control System Based on STM32[C]// International Conference on Electronics, Communications and Control. IEEE Computer Society, 2012:1964-1967.

[34]Liu H Y, Fan B S. Study of Control System of Multiple Step Motors Based on STM32[J]. Measurement & Control Technology, 2010, 29(6):54-57.

[34]翟羽佳, 吴仲城, 沈春山. 基于 STM32 的传感器接口模块的设计[J]. 电子技术, 2011, 38(8):57-60.

[35]杨啸宇, 孙杰, 熊瑛. 基于 STM32 的无线传感器网关设计[J]. 天津理工大学学报, 2011, 27(2):21-26.

[36]何安科. 基于 STM32 与光强传感器 BH1750 的无线路灯控制系统[J]. 企业科技与发展, 2011(20):15-17.

[37]孙启富, 孙运强, 姚爱琴. 基于 STM32 的通用智能仪表设计与应用[J]. 仪表技术与传感器, 2010(10):34-36.

[38]王爱林, 刘荣华, 严顶. 基于 STM32 的 CAN-USB 转换模块[J]. 仪表技术与传感器, 2012(6):69-70.

[39]张玲, 李经章, 何伟. 基于 STM32 的防盗电系统设计[J]. 传感器与微系统, 2012(4):72-74.

[40]张从鹏, 徐兵, 徐宏海. 基于 STM32 的高精度多圈绝对角度传感器[J].

仪表技术与传感器, 2014(12):13-14.

[41]周金钢, 彭东林, 郑方燕,等. 基于 STM32F4 的时栅位移传感器信号处理系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2015, 23(01):221-223.

[42]崔陆军, 郭虹虹, 尚会超,等. 基于 STM32 的嵌入式光纤束微位移传感器设计[J]. 仪表技术与传感器, 2015(7):18-20.

[43]严冬, 王瑞涛, 陈俊生. 基于 STM32 的低功耗无线传感器节点的设计与实现[J]. 科技视界, 2014(2):64-65.

[44]陆万田, 王崴, 刘晓卫,等. 基于 STM32 的无线光电传感器设计[J]. 传感器与微系统, 2014, 33(9):74-76.

[45]崔琪琳, 陈晓. STM32 内部温度传感器研究与温度测量系统的实现[J]. 数字技术与应用, 2011(10):61-62.

[46]岳文, 程明霄, 陆春宇,等. 基于 STM32 的多组分红外分析系统[J]. 仪表技术与传感器, 2013(9):107-110.

作者简介

作者姓名： 李易岐

专业名称：电子与通信工程

指导教师：李爱武副教授

学位类别：工程硕士

答辩日期：2017 年 12 月

致 谢

感谢这段在职研究生期间课题组老师对我的悉心指导的照顾,使重返校园的我感受到研究生的学习氛围,在学习的过程中,我不断有不懂的知识及时的向老师提问,老师也耐心的解答,通过这三年时间的学习与老师对我的指导,使我有很大进步。这些使我在今后的生活中都能受益匪浅,在此感谢课题组全体老师和同学!