

Control Design of Intelligent Home Door and Window Based on Internet of Things

Shuang Li, Fugui He, Wei Zhang

West Anhui University, Lu'an Anhui
Email: 1138349572@qq.com

Received: Jul. 15th, 2018; accepted: Aug. 1st, 2018; published: Aug. 9th, 2018

Abstract

With the rapid development of China's economy and the continuous improvement of national material civilization, people begin to pay more and more attention to their spiritual and civilized life, and the technology of the Internet of things is a new hi-tech breakthrough. To this end, a complete set of intelligent home door and window control design is put forward, mainly using CC2650LaunchPad as a microcontroller, using each sensor as a sensing layer, collecting a variety of physical quantities, using ZigBee as a wireless network communication mode, and using CC2650 and GPRS as the gateway for remote data transmission. The client is used to display various parameters of the indoor environment and wireless control of doors and windows. The purpose of this project is to design an intelligent home door and window control based on the Internet of things, which can be used to understand the environment parameters at home, such as temperature, humidity and so on. At the same time, it can carry out wireless intelligent control of doors and windows at home.

Keywords

Internet of Things Technology, Smart Home, CC2650 ZigBee, Sensors, GPRS

基于物联网智能家居门窗控制设计

李爽, 何富贵, 张伟

皖西学院, 安徽 六安
Email: 1138349572@qq.com

收稿日期: 2018年7月15日; 录用日期: 2018年8月1日; 发布日期: 2018年8月9日

摘要

随着我国经济的快速发展, 国民物质文明不断提高, 人们开始越来越关注其精神文明生活, 物联网技术做为一项新兴的高科技异军突起。为此本系统提出了一套完整的智能家居门窗控制设计, 主要采用

CC2650LaunchPad为微控制器，以各传感器做为感知层，采集各种物理量，以ZigBee做为无线网络通信方式，并以CC2650和GPRS做为网关用于远程数据传输，客户端用以显示家中室内环境的各种参数以及对门窗的无线控制。本项的目的是设计一种基于物联网智能家居门窗控制，用于了解家中各项环境参数，如温度，湿度等，同时能对家中的门窗进行无线智能控制。

关键词

物联网技术，智能家居，CC2650 ZigBee，传感器，GPRS

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

在互联网的浪潮下，我们可以深刻的感受到物联网技术的应用时时刻刻出现在我们的身边，其中物联网技术在智能家居中[1]的应用最为广泛，它更贴近我们的生活，改变了中国人民乃至全世界人民的生活方式[2]，但是智能家居常常被定义为价格高、安装复杂、操作麻烦，普通大众更是遥不可及，但是物联网时代给予了智能家居新的生命力。

2. 绪论

传统的家居主要以家居实体和有线进行与网相连接，各种线路可能会有兼容性问题，也可能出现布线困难等情况，这样的家居系统具有操作不方便、安装成本高、安装复杂、占用室内空间和控制麻烦等缺点。随着物联网技术这项新型技术的越来越兴起，让家居智能化从之前的概想成为了现实的可能[3]；运用微控制器、传感器和短距离无线通信技术为各种家居设备互联连接达到智能控制创造了条件。

在 21 世纪互联网的时代，智能家居领域的研究同时也具有及其重要的意义。随着物质文明的提高，人民开始越来越注重其精神文明，因此，人们也开始从吃得饱，穿的暖的传统观念向吃的健康住的舒适便捷、智能跨越。智能家居的研究会使得人们的生活更有安全保障、生活更环保、生活更便捷、生活更智能、生活更智慧，因此智能家居研究是个大课题，它提高了国民生活的幸福程度，更是响应了国家所号召的“智慧生活”。

3. 系统总体设计

3.1. 系统总体设计

本系统是在传统智能家居门窗控制系统的基础上加以改进，采用物联网技术来实现一种低成本、低功耗、传输速率快的基于物联网的智能家居门窗控制的设计，其主要功能就是通过人为刷卡、客户端控制或者是系统智能的方式对室内的门窗进行控制，以达到室内智能家居的便捷化、健康化、智能化、甚至智慧化。

基础节点：各基础节点主要是在 ZigBee 通信模块(CC2650)上挂载各种基础传感器，包括 RFID 基础节点、光照基础节点和温湿度基础节点。RFID 基础节点包括 RFID 阅读器和 ZigBee 通信模块(CC2650)，光照基础节点包括光照传感器、A/D 转换器和 ZigBee 通信模块(CC2650)，温湿度基础节点包括 IIC、温湿度传感器和与传统 ZigBee [4]不同的 ZigBee 通信模块(CC2650)。

RFID 电子标签(门禁卡): RFID 电子标签是一种低频电子标签,其采用 RFID 技术设计出一种门禁卡。

汇聚节点: 主要是 CC2650LaunchPad, 用于接受各基础发送来的数据, 并进行分析、融合、处理来进行驱动步进电机的正反转, 同时将数据通过 ZigBee 无线通信方式发送至网关, 以便后续的操作。

RFID 基础节点: 当 RFID 电子标签(门禁卡)靠近并贴近 RFID 基础节点中的 RFID 阅读器时, 这样 RFID 阅读器会采集到 RFID 电子标签(门禁卡)中的所含信息, 并把采集到的数据通过 ZigBee 无线通信方式发送给汇聚节点 CC2650LaunchPad, 传输来的数据会与后台数据库的数据进行匹配, 如果匹配成功, CC2650LaunchPad 会驱动步进电机正转将门打开。否则, CC2650LaunchPad 不进行任何操作。

光照基础节点: 用于采集光照强度大小, 将采集到的数据通过 ZigBee 无线通信方式发送至 CC2650LaunchPad, CC2650LaunchPad 会对数据进行分析、处理, 以便进行后续操作。本系统中光照基础节点有两个, 分别位于室内和室外。

温湿度基础节点: 用于采集温湿度参数数据, 将采集到的数据通过 ZigBee 无线通信方式发送至 CC2650LaunchPad, CC2650LaunchPad 会对数据进行分析、处理, 以便进行后续操作。

光照基础节点、温湿度基础节点分别采集的光照强度和温湿度数据, 会同步通过 ZigBee 无线通信方式发送至 CC2650LaunchPad, CC2650LaunchPad 会对采集到的数据进行数据融合来判断室外天气的变化, 如果采集的室外光照强度大小和温湿度的大小与后台数据库的下雨天数据几乎相同时, CC2650LaunchPad 会驱动窗上的步进电机, 以达到关窗的效果。同时也可以判断室内的光线大小和温湿度的大小, 如果室内的光线比系统预设值低, 则 CC2650LaunchPad 会驱动窗帘上的步进电机正转, 以达到把窗帘打开, 此时光线将会增加。否则 CC2650LaunchPad 会驱动窗帘上的步进电机反转, 将窗帘关上。如果室内的温度比系统预设值高, 则 CC2650LaunchPad 会驱动窗上的步进电机正转, 以达到把窗打开, 进行通风。

网关: 与[5] [6]不同的是本系统网关的硬件部分主要由 ZigBee 通信模块(CC2650)和 GPRS 组成。ZigBee 通信模块(CC2650)主要用来接受汇聚节点 CC2650LaunchPad 通过 ZigBee 无线通信方式发送来的数据。GPRS 模块主要是用来将汇聚节点所采集的数据上传至客户端以实现客户端的智能实时显示以及智能控制。

客户端: 客户端主要是手机、电脑或平板, 用来实时智能显示门、窗、窗帘的开关情况以及室内外的温湿度的大小。同时客户端也可以通过 GPRS 模块与网关进行通信以实现门窗进行智能控制。如图 1 所示是总体设计系统原理图。

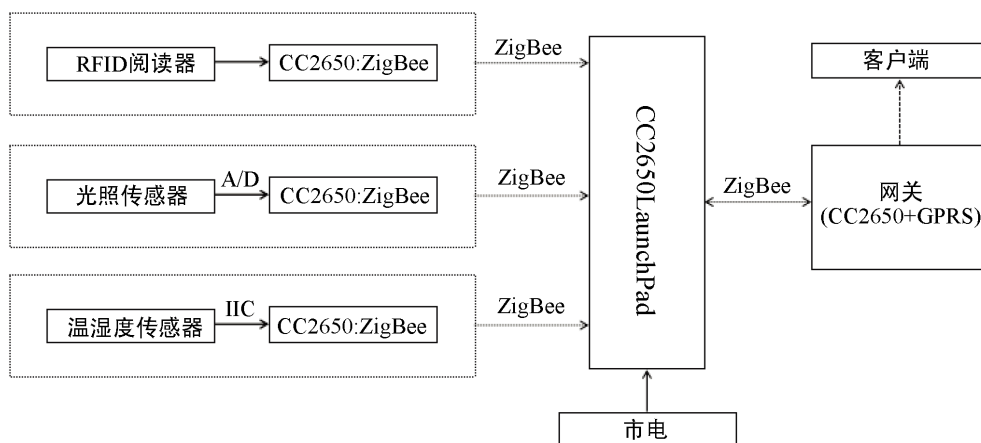


Figure 1. Schematic diagram of the overall design system

图 1. 总体设计系统原理图

3.2. 感知层设计

该系统的感知层中的传感模块包括 RFID 阅读器、光照传感器、温湿度传感器等。RFID 阅读器与对应的 ZigBee 通信模块(CC2650)电连接做为 RFID 基础节点;光照传感器经过 A/D 转换器与对应的 ZigBee 通信模块(CC2650)电连接做为光照基础节点;温湿度传感器通过 IIC 与对应的 ZigBee 通信模块(CC2650)电连接做为温湿度基础节点。CC2650 与 GPRS 电连接做为网关也是该系统的汇聚节点,整个系统采用的是星型拓扑网络结构。

RFID 基础节点: 与[7]不同的是如图 2,当 RFID 电子标签(门禁卡)靠近并贴近 RFID 基础节点中的 RFID 阅读器时,这样 RFID 阅读器会采集到 RFID 电子标签(门禁卡)中的所含信息,并把采集到的数据通过 ZigBee 无线通信方式发送给汇聚节点 CC2650LaunchPad,传输来的数据会与后台数据库的数据进行匹配,如果匹配成功,CC2650LaunchPad 会驱动步进电机正转将门打开。否则,CC2650LaunchPad 不进行任何操作。

光照基础节点: 如图 2 所示,用于采集光照强度大小,将采集到的数据通过 ZigBee 无线通信方式发送至 CC2650LaunchPad,CC2650LaunchPad 会对数据进行分析、处理,以便进行后续操作。光照基础节点有两个分别位于室内和室外。

温湿度基础节点: 如图 2 所示,用于采集温湿度参数数据,将采集到的数据通过 ZigBee 无线通信方式发送至 CC2650LaunchPad,CC2650LaunchPad 会对数据进行分析、处理,以便进行后续操作。

3.3. 网络层设计

各基础节点上的传感模块采集数据后经过 A/D 转换器分别与对应的 ZigBee 通信模块(CC2650)通过有线的方式进行传输数据,最后经过 CC2650LaunchPad 进行降噪和信号放大处理等,以便后续的传输。各基础节点作为感知层采集到的物理数据会通过 ZigBee 无线通信的方式发送至汇聚节点 CC2650LaunchPad,然后汇聚节点 CC2650LaunchPad 再对收集的数据进行分析、处理等操作。最后经汇聚节点处理过的数据再通过 ZigBee 无线通信的方式发送给网关,网关处理数据以便进行该系统的后续传输,系统总体的网络层设计如图 3 所示。

3.4. 应用层设计

本系统的应用层主要是由客户端和服务器组成,其中客户端和服务器构成 C/S 模式。客户端和服务器和网关通过 GPRS 模块进行通信,从而可以实时智能显示门窗的开关状态和室内外的温湿度大小,同时还可以通过客户端对门、窗、窗帘进行智能控制,如图 4 所示。

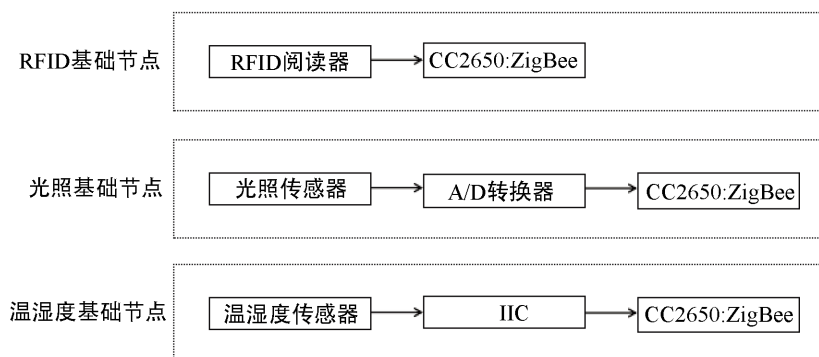


Figure 2. Base nodes

图 2. 各基础节点

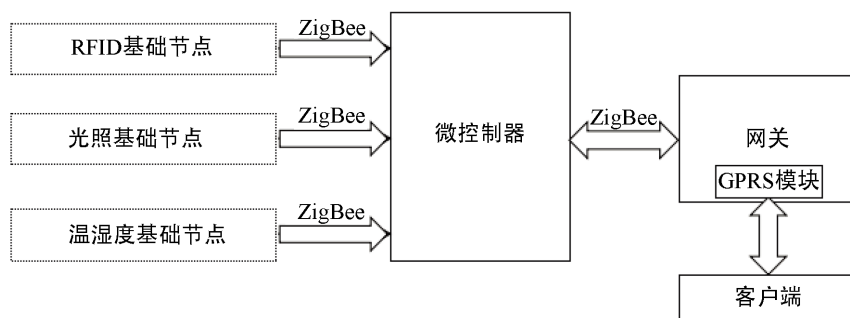


Figure 3. Schematic diagram of system communication

图 3. 系统通信原理图

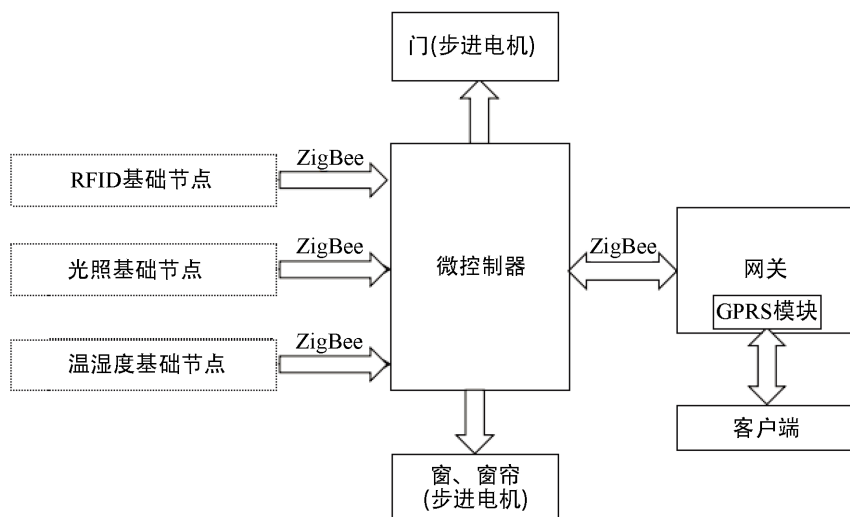


Figure 4. System control design

图 4. 系统控制设计

4. 系统硬件设计

4.1. 微控制器

4.1.1. 微控制器介绍

本系统采用 CC2650LaunchPad (图 5) 作为该项目的微控制器, CC2650 LaunchPad 套件是 TI 公司自主研发的一款开发板套件。CC2650LaunchPad 包括有外部 8Mbit 串行闪存, 支持空中(OAD)固件更新、2X 按钮、CC2650EM-7ID 评估模块、2X 发光二极管、2X 升压组件连接器、标准发射台形状因子、XDS110 调试器 W/外部目标接口。其特点是:

- 1) 通过智能手机上的蓝牙智能将 LaunchPad 连接到云通过 BoosterPack 连接器访问所有 I/O 信号。
- 2) 板载仿真器使您可以立即开始在 CCS Cloud 中进行代码开发。
- 3) 通过 Simplelink Starter 应用实现 LaunchPad 固件无线升级。

4.1.2. CC2650LaunchPad 开发环境

在学习 CC2650LaunchPad 的过程中, 接触到了两种开发环境, 一种为 CCS (Code Composer Studio), 另一种为 IAR。CCS (Code Composer Studio) 软件是 TI 公司官方推荐的软件, 其核心为 Eclipse, IAR 是以 C/C++ 为主要语言的编译环境和调试器, 应用于嵌入式系统的开发。无论是哪种开发环境用的都特多,

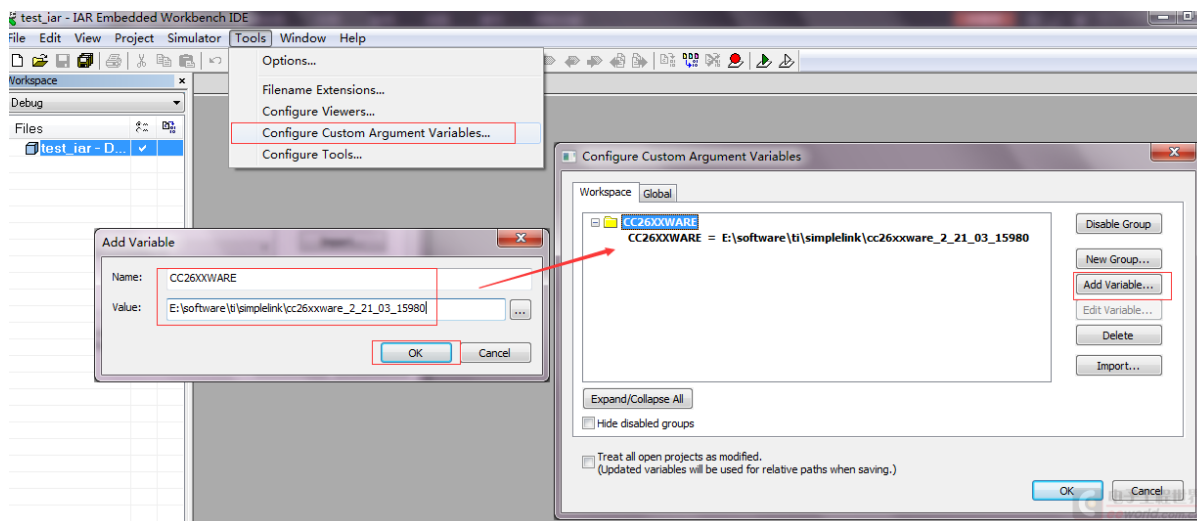


Figure 6. IAR development environment
图 6. IAR 开发环境

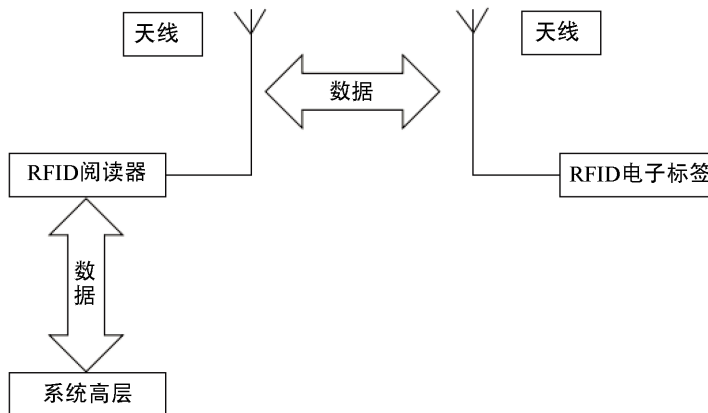


Figure 7. The basic composition of the RFRD system
图 7. RFRD 系统的基本组成

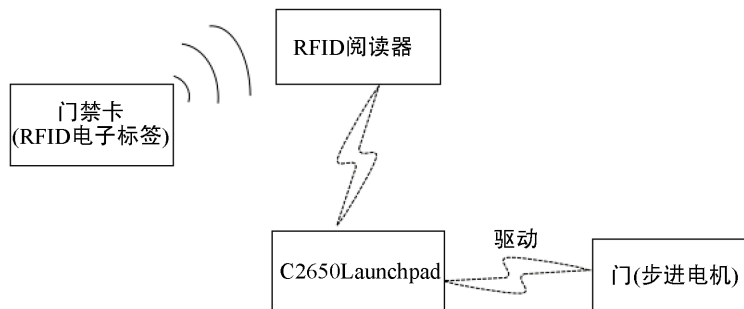


Figure 8. RFID system application
图 8. RFID 系统应用

本系统中基础节点中的温湿度传感才采用目前比较新的 DHT11 型号, 用于采集室内或者室外的温湿度参数以及参数的变化量, 将采集到的温湿度数据通过 ZigBee 无线通信方式发送至汇聚节点 CC2650LaunchPad, CC2650LaunchPad 会对数据进行分析、处理, 以便进行后续操作。

5. 系统软件设计

5.1. 门智能控制设计

5.1.1. 门禁卡控制方式

当 RFID 电子标签(门禁卡)靠近并贴近 RFID 基础节点中的 RFID 阅读器时, 这样 RFID 阅读器会采集到 RFID 电子标签(门禁卡)中的所含信息, 并把采集到的数据通过 ZigBee 无线通信方式发送给汇聚节点 CC2650LaunchPad, 传输来的数据会与后台数据库的数据进行匹配, 如果匹配成功, CC2650LaunchPad 会驱动步进电机正转将门打开。否则, CC2650LaunchPad 不进行任何操作。一种基于物联网智能家居门窗控制系统软件对门的控制流程如图 9。

5.1.2. 客户端控制方式

当客户端在客户端的界面上, 点击“开门”指令后, 传输的数据会通过客户端与网关上 GPRS 模块构成的无线通路, 发送到网关, 网关再通过 ZigBee 无线通信的方式发送给汇聚节点, 汇聚节点接受到指令后会与后台数据库指令进行匹配, 如果匹配成功则驱动步进电机正转开门。否则不进行任何操作。一种基于物联网智能家居门窗控制系统软件对门的控制流程如图 10。

5.2. 窗智能控制设计

光照基础节点和温湿度基础节点采集到的光照强度和温湿度数据, 会通过 ZigBee 无线通信方式发送至 CC2650LaunchPad, CC2650LaunchPad 会对采集到的数据进行数据融合来判断室外天气的变化, 如果采集的室外光照强度大小和温湿度的大小与后台数据库的下雨天数据几乎相同时, CC2650LaunchPad 会驱动窗上的步进电机, 以达到关窗的效果。同时也可以判断室内的光线大小和温湿度的大小, 如果室内的光线比系统预设值低, 则 CC2650LaunchPad 会驱动窗帘上的步进电机正转, 以达到把窗帘打开, 此时光线将会增加。否则, CC2650LaunchPad 会驱动窗帘上的步进电机进行反转, 达到将窗帘关上的目的。如果室内的温度比系统预设值高, 则 CC2650LaunchPad 会驱动窗上的步进电机正转, 以达到把窗打开, 进行通风。

6. 实验测试

基于以上对物联网智能家居门窗系统的理论设计, 可以在上述所用的硬件基础之上搭载一个实物物理模型来达到所述功能, 各实验环境开发如下:

硬件开发环境: IAR

软件开发环境: ideaIU-12.1.3

Web 服务器: Tomcat

1) 硬件主要采用 CC2650LaunchPad, 实验先做出来硬件实物图模型进行模拟, 硬件实物图如图 11。

其中各节点:

节点一: 温湿度与光照基础节点

节点二: RFID 基础节点

节点四: 步进电机基础节点

根据以上硬件实物模型, 可以把各个硬件模块在室内的环境中布点, 并结合室内的智能门、窗进行智能化控制。

2) 在软件开发环境 ideaIU-12.1.3 中对上述硬件及软件功能界面进行开发, 开发部分代码如图 12, 图 13。

3) Web 端(图 14)。

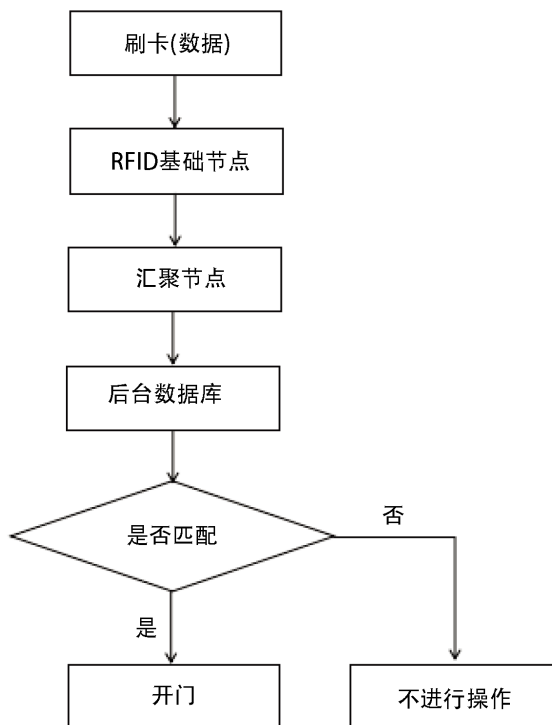


Figure 9. Control flow chart of the system software to the door

图 9. 系统软件对门的控制流程图

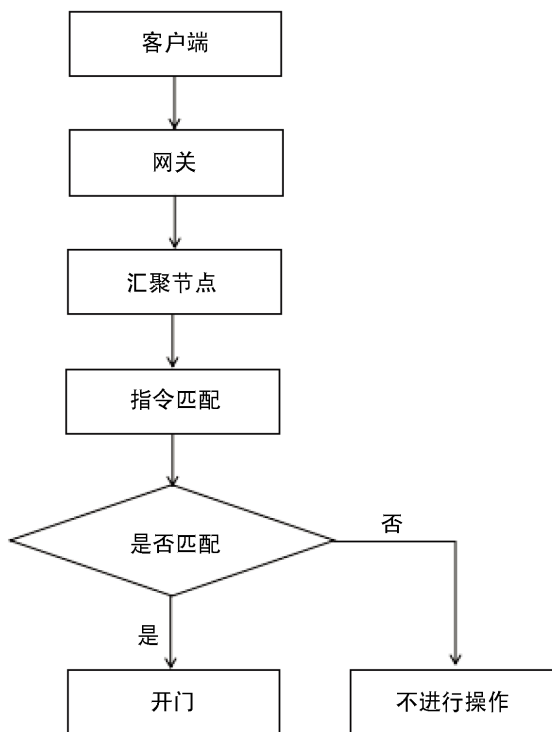


Figure 10. Control flow chart of system client software to door

图 10. 系统客户端软件对门的控制流程图

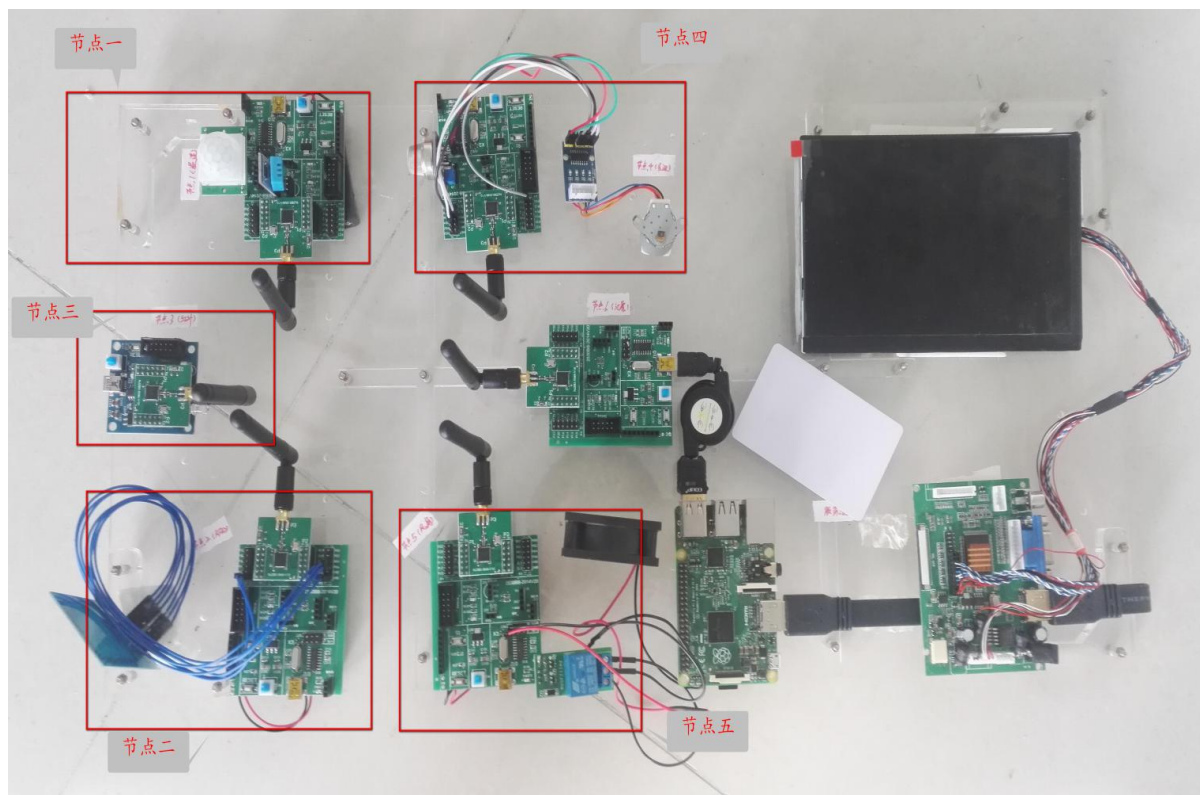


Figure 11. System hardware physical diagram

图 11. 系统硬件实物图

```
String AgentPut1="AgentPut /EventTrigger/SendPacket IOT/3.0\n" +
    "SH:3\n" +
    "Host:Agent\n" +
    "Hold-MilliSeconds:0\n" +//1s
    "Source-Mac:" +sourceMac+"\n" +
    "Source-SensorName:" +sourceType+"\n" +
    "Dest-Mac:" +mac+"\n" +
    "Dest-SensorName:" +type+"\n" +
    /*"Comparison-Operator:==\n" +
    "Compared-Number:0\n" +*/
    "\n" +
    "Mac "+mac+" 0 CmdHrm Switch_Off\n";
System.out.println("*****操作语句*****");
System.out.println(AgentPut1);
System.out.println("*****语句结束*****");

SendOnly send1=new SendOnly(AgentPut1);
send1.run();
```

Figure 12. RFID opening part of the code

图 12. RFID 开门部分代码

```
@WebServlet(name = "Curtain")
public class Curtain extends HttpServlet {
    protected void doPost(HttpServletRequest request, HttpServletResponse response) throws ServletException, IOException {
        request.setCharacterEncoding("UTF-8");
        String mac = request.getParameter("mac");
        int state = Integer.parseInt(request.getParameter("num"));
        String conState="Mac "+mac;
        if(state==0){
            conState+=" 0 CmdNm Switch_On";
            state=1;
        }else if(state==1){
            conState+=" 1 CmdNm Switch_Off";
            state=0;
        }else if(state==2){
            conState+=" 2 CmdNm Switch_Suspend";
            state=2;
        }
        System.out.println("*****操作语句*****");
        System.out.println(conState);
        System.out.println("*****语句结束*****");

        SendOnly send=new SendOnly(conState);
        send.run();

        response.getWriter().println("{ mac : \" " + mac + "\", state: " + state + " }");
    }
}
```

Figure 13. Window section code
图 13. 开窗部分代码



Figure 14. Web end part
图 14. Web 端部分

6.1. 智能家居门

1) 实验内容

硬件及基础设施包括 RFID 阅读器、RFID 标签(门禁卡)和智能家居门，初始化智能家居门是关闭状态，将自主开发的 RFID 标签(门禁卡)贴近智能家居门右侧的 RFID 阅读器，观察智能家居门的状态变化。

2) 测试结果

将 RFID 标签(门禁卡)靠近并贴近 RFID 阅读器时智能家居门会在步进电机的驱动之下自动打开。智能家居门的测试结果状态变化如图 15。

6.2. 智能家居窗

1) 实验内容

实验基础设施及软硬件包括智能家居窗帘、窗帘控制器、Web 端，在 Web 端中的窗帘控制界面分别点击“开”、“关”，观察窗帘的变化。

2) 测试结果

① 智能家居窗帘初始状态为关状态，在 Web 端点击“开”智能家居窗帘状态如图 16。

② 智能家居窗帘初始状态为开状态，在 Web 端点击“关”智能家居窗帘状态如图 17。

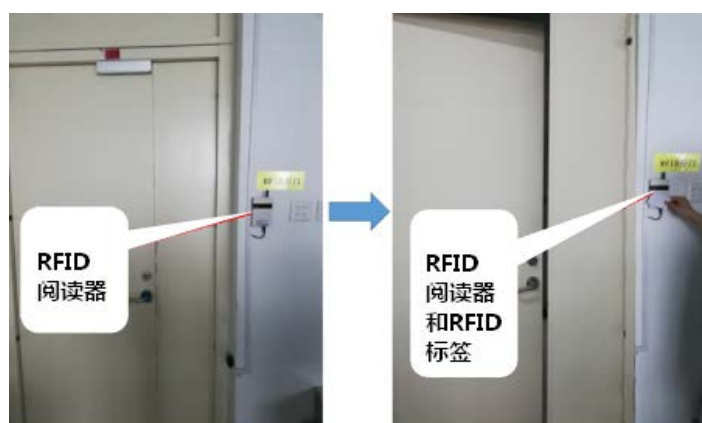


Figure 15. Control process of smart home door

图 15. 智能家居门控制过程



Figure 16. Curtains control process for smart home

图 16. 智能家居窗帘控制过程



Figure 17. Curtains control process for smart home
图 17. 智能家居窗帘控制过程

7. 结论与展望

7.1. 结论

本系统采用物联网技术来实现一种结构简单、低成本、低功耗、传输速率快、高分辨率、高可靠性的基于物联网技术的智能家居门窗控制的设计，其主要功能就是通过人为刷卡、客户端控制或者是系统智能的方式对室内的门窗进行控制，以达到室内智能家居的便捷化、绿色化、健康化、智能化、甚至智慧化。在设计智能家居门窗的过程中所涉及到的主要的工作如下：

1) 在众多开发板中选用TI公司的CC2650LaunchPad做为本系统的微控制器，原因是CC2650LaunchPad具有传输速率快、提供多协议支持、功能齐全并且支持Bluetooth, ZigBee, WPAN等协议，方便构成智能家居门窗系统的无线网络，同时CC2650LaunchPad具有超低功耗的特点，大大的降低了整个系统的功率。

2) 对智能家居有线技术与无线技术进行对比，最终选择RFID技术和ZigBee无线通信技术做为本系统中基础节点和汇聚节点、汇聚节点和网关通信的无线通信方式。

3) 本系统以CC2650芯片为核心对系统进行硬件的设计，通过CC2650英文学习手册学习CC2650硬件的开发，包括CC2650中ZigBee无线通信的开发、CC2650与RFID通信的开发、CC2650与传感器通信的开发以及CC2650驱动步进电机的开发。

4) 本系统的网关选取自主设计的网关(CC2650 + GPRS)，在开发的过程中我们需要网关实现以下功能：一方面与通过ZigBee无线通信的方式与CC2650LaunchPad进行通信，另一方面通过GPRS模块与客户端进行连接，实现相互通信的目的。

5) 本系统基础节点与汇聚节点构成星型拓扑网络，以使得整个系统达到控制简单、故障诊断和隔离容易、方便服务等特点。

7.2. 展望

通过对本系统进行反复试验，虽然已经完成实现基本功能，达到了预期设定的目标，但是由于进行毕业设计的时间短暂加上自己本身能力有限，本系统或者是基于物联网技术的智能家居还需针对以下方面进一步的加强和改进：

1) 基于物联网智能家居门窗控制系统在运行过程当中受环境影响很大，比如在恶劣的环境或者因为

电波或信号的干扰,会使系统出现收发信息不灵敏、不稳定等状况,使得系统达不到预期效果。因此,如何提高系统的稳定性和抗干扰能力需要以后的不断努力。

2) 智能家居的功耗问题一直是智能家居领域需要去解决的大方向。本系统的开发板功耗虽说很低,但是系统整体来说功耗还不尽人意,还有待更进一步的降低功耗。

3) 智能家居带给人们方便的同时,也会出现信息安全的问题。如何去加强系统的网络安全防护也是一个值得深思的问题。

4) 本系统为智能家居门窗控制系统,只是对室内的门窗进行智能控制,后期可以对家中冰箱、洗衣机空调等家居进行智能控制;也可以多加几类传感器使得系统的采集室内外的环境参数数据更完全,真正的达到智慧化。

参考文献

- [1] 钟依平. 物联网对智能家居的影响[J]. 中国公共安全, 2013(22): 282-283.
- [2] 叶智全. 物联网在生活中的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2018(7): 9-10.
- [3] 宁焕生, 徐群玉. 全球物联网发展及中国物联网建设若干思考[J]. 电子学报, 2010, 38(11): 2590-2599.
- [4] 高崇鹏, 胡广朋. ZigBee 网络中 Cluster-Tree 拓扑的改进与优化[J]. 信息技术, 2017(11): 157-160.
- [5] 马妮娜. Zigbee 物联网网关系统的实现研究[J]. 计算机光盘软件与应用, 2014(13): 63-64.
- [6] 姜立明, 庄卫东. ZigBee/GPRS 技术在精准农业中的应用研究[J]. 农机化研究, 2014(4): 179-182.
- [7] Danev, B., Capkun, S., Masti, R.J. and Benjamin, T.S. (2012) Towards Practical Identification of HF RFID Devices. *ACM Transactions on Information and System Security (TISSEC)*, **15**, Article No. 7.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2163-3983, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjwc@hanspub.org