

**本 科 毕 业 论 文（设 计）**

题目（中文）： 基于Arduino和LabVIEW的智能家居平台

（英文）： Intelligent home system based on Arduino controller and LabVIEW

学 院 信息与机电工程学院

年级专业 2016级

学生姓名 唐欣迪

学 号 160153780

指导教师 叶宏

**完 成 日 期**  2020 **年** 4 **月**

**上海师范大学本科毕业论文（设计）**

**诚信声明**

本人郑重声明：所呈交的毕业论文（设计）《基于Arduino和LabVIEW的智能家居平台》是本人在指导教师的指导下，进行研究工作所取得的成果。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注明。除此之外，本论文（设计）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。本人完全意识到本声明应承担的法律责任。

作者签名：【须本人手写签名，下同】

日期： 年

**上海师范大学毕业论文（设计）指导记录表**

**学院：** 信息与机电工程学院

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 专业 | 电子信息工程 | | 指导教师 | 叶宏 | 学生姓名 | 唐欣迪 | 学号 | 160153780 |
| 毕业论文（设计）题目 | | 基于Arduino和LabVIEW的智能家居系统设计 | | | | | | |
| 日期 | 指导内容 | | | 存在问题与进一步改进意见 | | | 教师签名 | 学生签名 |
| 2017．11．10 | 确定论文选题，指导选题登记表的填写 | | | 查找资料，对物联网以及智能家居进行了解 | | |  |  |
| 2018．1．4 | 介绍Arduino与LabVIEW通信的几种方式，并选出较为合适的一种作为研究方向 | | | 将四种可以使用的方式都尝试一遍，选出自己认为最合适的一种方式 | | |  |  |
| 2018．2．13 | 编写下位机Arduino的代码以及电路的搭建，编写上位机LabVIEW的代码以及前面板的设计 | | | 下位机Arduino实现了基本功能，并对差异性进行分析，功能不够完善，需要增加煤气报警功能。 | | |  |  |
| 2018．3．18 | 论文初稿审阅。 | | | 论文背景不够全面，对于论文架构的论述逻辑不够清晰，代码部分的讲解太少，附录和参考文献内容不够 | | |  |  |
| 2018．4．2 | 论文终稿审阅，规范格式要求。 | | | 排版、格式尚存不足，按要求调整。 | | |  |  |

注：本表由指导教师根据毕业论文（设计）指导工作方案和实际指导情况填写，在指导工作完成后交学院存档，保存期四年。

**上海师范大学本科毕业论文（设计）选题登记表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 唐欣迪 | 学号 | 160153780 | 专业 | 电子信息工程（中美） |
| 学院 | 信息与机电工程学院 | | 指导教师姓名**/**职称 | | 叶宏/副教授 |
| 题目 | 基于Arduino和LabVIEW的智能家居系统设计 | | | | |
| 本选题的意义及国内外发展简况：  选题意义：信息化时代不仅改变了我们的生活习惯，同时也对我们的居住环境提出了更高的要求。我们对于居家环境的要求，已经从单纯的物质空间的满足，跨越到了对于更加安全、更加舒适、同时也更加智能的居住环境的渴求。在这种需求下，智能家居产业应运而生。智能家居是物联网应用中的朝阳行业，如今越来越多的人的家居生活正在不断走向智能化。智能家居是现代电子技术以及自动化技术的结合产物，智能家居能摆脱人力控制的局限性，自动控制和管理家庭里的电子设备，并且有监控报警等功能，不仅可以为我们的生活提供更加安全、舒适的生活环境，还能大大提高我们的生活质量。  国外发展简况：全球智能家居市场规模在2015年达485亿美元，随后增速逐渐趋缓，预计仍然维持每年约80亿美元的增速，预计2018年市场规模将达到710亿美元。  国内发展简况：我国的智能家居发展速度，较于国外起步晚，但近几年来，我国的信息化速度飞速发展，已经有更多的人开始愿意利用网络化和智能化优化我们的生活和工作环境，对于家居环境的要求也越来越高，智能家居控制系统也越发显得重要，研发出更好、成本价更低廉、安装方便的智能家居控制系统的设计是很有必要的。根据中国报告大厅发布的《2016－2021年中国智能家居行业发展分析及投资潜力研究报告》，据测算，我国智能家居潜在市场规模约为5.8万亿元，2018年我国智能家居市场总规模有望达到225万亿元，发展空间巨大。 | | | | | |
| 研究内容：  我的毕业设计研究了如何设计Arduino 和 LabVIEW智能家居系统，功能包括四点，一，对于家居环境中的温度进行监测；二，对于家居环境中的煤气浓度进行监控，如果煤气浓度超过阈值可以进行报警；三，可对是否有非法人员入室进行监控和报警；四，可在PC机上操控空调开关的系统。 | | | | | |
| 研究方法、手段及步骤：  首先运用查找文献法，与我期望做出的的项目进行比对，找出相似的项目，思考别人的方法和思路，罗列出三到四条可以实现项目功能的方法，再着手自己的项目。继而运用实验的方法，在实验室里进行实验和比对，找出最好的方法，实现我想实现的功能。 | | | | | |
| 主要参考文献：  [1]毛敏.基于Arduino和Labview的远程智能农业监测系统[J].微型电脑应用,2019,35(06):35-37+46.  [2]毛敏.基于Arduino和LabVIEW远程可燃气体监测系统[J].电气自动化,2017,39(05):28-30.  [3]汪新舜. 基于Arduino与LabVIEW的智能厂房环境监控系统[D].大连理工大学,2016.  [4]张晓朋.虚拟仪器技术在智能家居监控系统中的应用与设计[J].自动化仪表,2016,37(10):86-88.  [5]周兵,赵景辉.基于Labview的智能家庭监视控制仪设计[J].自动化与仪器仪表,2016(02):225-226. | | | | | |
| 时间进度：  2019年11月份选定题目及论文大体范围，一月完成初稿一，二月完成初稿二，三月底完成最终稿。  学生 （签名） 年 月 日 | | | | | |
| 指导教师意见：  指导教师 （签名） 年 月 日 | | | | | |
| 专业负责人意见：  专业负责人 （签名） 年 月 日 | | | | | |

注：本表与毕业论文（设计）一起存档，保存期为四年。

摘要

基于Arduino和LabVIEW的智能家居系统，是以PC为上位机，以Arduino控制板以及必要的模块为下位机，可以完成如下功能：一，对于家居环境中的温度进行监测；二，对于家居环境中的煤气浓度进行监控，如果煤气浓度超过阈值可以进行报警；三，可对是否有非法人员入室进行监控和报警；四，可在PC机上操控空调开关的系统。

该系统的硬件组成部分为：Arduino Uno r3控制板，W5100扩展板，DS18B20数字温度传感器、MQ-2气体传感器、人体感应模块、继电器模块以及PC上位机的支持。该系统的软件组成部分为：Arduino IDE以及LabVIEW。上位机和下位机的连接方式为：下位机通过Arduino+W5100模块接入路由器，实现了远距离网络数据传输，上位机通过LabVIEW的TCP/IP协议函数库实现通讯编程、数据传输等功能。

智能家居系统代替了传统的家庭里的温度计，实现了将家庭里实时监测的数据传入互联网显示在PC机前面板，还实现了非法人员入室报警、远距离操控家电等功能。该研究设计的智能家居系统，可以取代传统家居模式，通过智能设备代替人工，使用方便、可控性强。

关键词：Arduino控制器； TCP/IP协议；LabVIEW上位机

Abstract

The intelligent home system based on Arduino and LabVIEW takes PC as the upper computer, and Arduino control board and necessary modules as the lower machine, which can accomplish the following functions: 1. Secondly, the gas concentration in the home environment is monitored. If the gas concentration exceeds the threshold, an alarm can be given. Thirdly, it can monitor and alarm whether illegal personnel enter the room; Fourthly, can control the air conditioning switch system on the PC.

The hardware components of the system are: Arduino Uno r3 control board, W5100 expansion board, DS18B20 digital temperature sensor, mq-2 gas sensor, human body sensor module, relay module and support of PC upper computer. The software components of the system are Arduino IDE and LabVIEW. The connection mode between the upper machine and the lower machine is as follows: the lower machine is connected to the router through Arduino+W5100 module to realize long-distance network data transmission; the upper machine realizes communication programming, data transmission and other functions through the TCP/IP protocol function library of LabVIEW.

The smart home system replaces the traditional thermometer in the family, realizes the real-time monitoring data in the family into the Internet to display on the front panel of the PC, and also realizes the illegal entry alarm, remote control of home appliances and other functions. The intelligent home system designed in this study can replace the traditional home mode and replace the artificial one with intelligent devices, which is convenient to use and highly controllable.

**Keywords:** Arduino Uno；TCP/IP protocol；LabVIEW

目 录

[1 导言 1](#_Toc3083)

[1.1 课题背景 1](#_Toc20792)

[1.2 研究现状和发展前景 1](#_Toc17003)

[1.3 本文研究的主要内容 2](#_Toc31376)

[1.4 论文概述与结构安排 2](#_Toc1297)

[2 智能家居系统的设计框架以及相关技术 3](#_Toc2606)

[2.1 系统整体设计要求及设计框架 3](#_Toc5292)

[2.2 上位机和下位机的设计要求 3](#_Toc20641)

[2.3 基于Ethernet技术的数据传输 4](#_Toc20387)

[2.3.1 Arduino Ethernet 扩展板 4](#_Toc10858)

[2.3.2 Arduino控制器程序 5](#_Toc354)

[2.3.3 LabVIEW上位机程序 5](#_Toc14980)

[3 Arduino平台下的下位机设计 7](#_Toc14637)

[3.1 Arduino简介 7](#_Toc21111)

[3.2 Arduino IDE 简介 7](#_Toc19577)

[3.3 硬件系统 8](#_Toc15301)

[3.3.1 Arduino Uno r3 8](#_Toc2327)

[3.3.2 气体传感器模块 9](#_Toc30189)

[3.3.3 温度采集模块 10](#_Toc32186)

[3.3.4 人体感应模块 11](#_Toc21848)

[3.3.5 继电器模块 12](#_Toc13210)

[3.4 Arduino部分设计 13](#_Toc4850)

[3.4.1 Arduino 硬件连接 13](#_Toc19010)

[3.4.2 Arduino 程序设计 13](#_Toc6456)

[4 第三部分LabVIEW平台下的上位机软件开发 18](#_Toc11986)

[4.1 LabVIEW简介 18](#_Toc769)

[4.2 LabVIEW程序设计 18](#_Toc12851)

[4.2.1 LabVIEW前面板设计 18](#_Toc8527)

[4.2.2 LabVIEW程序框图设计 19](#_Toc7700)

[5 系统测试分析 22](#_Toc18666)

[5.1 Arduino下位机系统搭建 22](#_Toc9897)

[5.2 上位机编程以及测试 22](#_Toc28054)

[6 结论 24](#_Toc18305)

[参考文献 25](#_Toc26)

[附录 Arduino程序 26](#_Toc19440)

# 

1. 导言
2. 课题背景

信息化时代不仅改变了我们的生活习惯，同时也对我们的居住环境提出了更高的要求。我们对于居家环境的要求，已经从单纯的物质空间的满足，跨越到了对于更加安全、更加舒适、同时也更加智能的居住环境的渴求。在这种需求下，智能家居产业应运而生。

智能家居是物联网应用中的朝阳行业，如今越来越多的人的家居生活正在不断走向智能化。智能家居是现代电子技术以及自动化技术的结合产物，智能家居能摆脱人力控制的局限性，自动控制和管理家庭里的电子设备，并且有监控报警等功能，不仅可以为我们的生活提供更加安全、舒适的生活环境，还能大大提高我们的生活质量。

我国的智能家居发展速度，较于国外起步晚，但近几年来，我国的信息化速度飞速发展，已经有更多的人开始愿意利用网络化和智能化优化我们的生活和工作环境，对于家居环境的要求也越来越高，智能家居控制系统也越发显得重要，研发出更好、成本价更低廉、安装方便的智能家居控制系统的设计是很有必要的。

1. 研究现状和发展前景

智能家居的发展分为如下三个阶段：第一阶段的家庭电子化时期、第二阶段的住宅自动化时期和第三阶段的家居智能化时期。

在第一阶段的家庭电子化阶段时期，因为尚处于智能家居的发展早期，家庭电器之间并未形成网络，初级的智能家居面对的仍然是单个电器，设备之间没有操作、数据以及应用上的联通，智能家居的产品种类也十分有限；同时，用户也并没有意识到智能家居的便利性，觉得概念性的智能家电的一些超前的控制功能离自己十分遥远；再者，大多数企业也不愿意投入资金进行研发，因为这种前沿科技更新换代速度很快，所以投资风险大。

第二阶段的住宅自动化阶段时期，相较于家庭电子化阶段，已经进步成为了面向功能的阶段，因为智能终端的发展，已经有家庭开始习惯使用手机与电视的投射等简单功能，也有的家庭已经安装了扫地机器人等简单智能产品。很多企业开始认识到了智能家庭产业的发展前景广阔，智能家庭的发展已经开始向第三阶段的家智能化稳步迈进。

随着人工智能技术和互联网技术的飞速发展，进步到第三阶段的家居智能化阶段时期时，国家也将智能家庭产业设定为要重点发展的战略性新兴产业，很多互联网巨头、电信运营商也参与到智能家居产业中，从而使得智能家庭产业飞速发展。同时，我们的生活已经越来越无法脱离高科技产品，智能手机、智能电视、智能手环……各种智能产品已经形成了环环相扣的网状结构。随着5G时代的到来，智能家庭市场已经被视为下一个“风口”，发展势头更加迅猛。

1. 本文研究的主要内容

本文的主要目的是设计出一种成本低廉、操控简易、安装便捷的智能家居系统，选择使用无线网络的方式进行数据传输。本文重点对以下几个方面进行研究：

1）下位机硬件的搭建

2）上位机软件的编程

3）传感器、扩展模块的选择

1. 论文概述与结构安排

第一章，介绍了国内外智能家居的发展背景、研究现状以及发展前景，提出了本文如何采用先进手段设计出智能家居系统。

第二章，介绍了智能家居系统的总体设计框架、技术以及原理。

第三章，基于Arduino平台的下位机设计，包括温度采集模块、气体监测模块、红外报警模块以及继电器模块的电路设计，以及代码设计。

第四章，基于LabVIEW平台下的上位机软件设计，实现了从下位机传来的数据的采集、显示与处理，以及对下位机发出指令。

第五章，是系统测试分析，测试了系统是否能正常完成必要的功能。

第六章，是对于整个论文研究工作的总结。

1. 智能家居系统的设计框架以及相关技术
2. 系统整体设计要求及设计框架

该智能家居系统要实现的主要功能有：一，将家庭里实时监测到的温度数据以及煤气浓度的数据，显示在PC机前面板；二，当有非法人员入室时，或者煤气指数超标时，PC机前面板的会实现亮灯报警；三，可以在PC机前面板进行远距离操控家电。

基于该智能家居系统想要实现的功能，设计系统时将主要分为上位机和下位机两部分，下位机由Arduino Uno为核心电路板控制温度采集模块、无线传输模块、气体传感器模块、人体感应模块、继电器模块。该系统的设计框架以及整体结构如图1所示。

图片包含 屏幕截图

描述已自动生成

图1 设计框架及整体结构

根据智能家居系统需要实现的功能，气体传感器模块、温度传感器、红外报警模块以及继电器模块需要连接Arduino Uno控制器，并通过Ethernet模块接入互联网，并通过无线传输将温度数据、煤气相关数据传输给上位机进行实时处理。如若煤气指数超标或者红外报警模块检测到有非法人员入室，则上位机前面板的报警指示灯会亮起，实现智能家居的实时监测和报警功能。

1. 上位机和下位机的设计要求

上位机是指可以直接发出操控命令的计算机，常见的是PC/host computer/master computer/upper computer。屏幕上会显示各种信号变化。下位机是指可以从上位机获取设备状况，并且能直接控制其它设备的计算机，常见的有 PLC/单片机之类的微型计算机。

在上位机和下位机组成的系统中，下位机会将上位机发出给下位机的命令，解释成相应时序信号，去控制如传感器、LED灯、电机等设备；另一方面，传感器等设备会将采集到的模拟信号传给下位机，下位机再将模拟信号转换为数字信号，传给上位机，上位机再将从下位机传来的数据进行处理、保存和显示。

上位机和下位机之间的通讯方式，可以采用多种协议，常见的有串口控制、无线串口控制等方式。本文中采取的是Ethernet方式。

1. 基于Ethernet技术的数据传输

在该智能家居系统中，从下位机Arduino控制器获得的数据有：从温度传感器获得的温度数据、从气体传感器获得的煤气指数数据以及从人体感应模块是否有非法人员入室的指示；从上位机LabVIEW需要传达给下位机的命令是对空调开关的操作。上位机和下位机之间需要进行通信和连接才能传递这些数据。

Arduino和LabVIEW的连接方式有很多种，本文采用了Ethernet方式，通过网络编程，实现了上下位机的连接。Arduino端需要具有Ethernet硬件，并通过网线连接至路由器上；LabVIEW端调用了TCP协议函数库，使得计算机连入互联网，这样二者就可以通过无线网络进行数据传输，极大地扩展了应用范围。

2.3.1 Arduino Ethernet 扩展板

Arduino需要使用Ethernet扩展板，或者带有Ethernet功能的Arduino控制器或兼容控制器才能接入互联网进行网络通信。本文中采用了集成WIZnet W5100网络芯片的Ethernet扩展板，如图2所示。

图片包含 电子产品, 电路

描述已自动生成

图2 Ethernet扩展板

W5100是一款网络接口芯片。使用W5100芯片，可以实现让没有操作系统的单片微型计算机连接入互联网。Ethernet扩展板与Arduino是通过SPI总线连线的，板载的Micro SD卡槽也与SPI总线连接。

2.3.2 Arduino控制器程序

Arduino通过了SPI总线连接W5100芯片，实现了连入网络。程序中需要加上Ethernet.h和SPI.h两个头文件。

1.Ethernet类库及其使用

在Ethernet类库中，包含如下的类，需要和Ethernet初始化结合使用才能实现网络功能。

（1）Ethernet类

Ethernet类是用来初始化相关网络配置的；Ethernet类的Ethernet.begin()函数可以用于Ethernet的初始化，可以配置mac地址，ip地址等信息。

（2）IPAddress类

定义存储IP地址对象；

（3）EthernetServer类

可以用EthernetServer类来创建服务器端对象，服务器端对象可以向客户端服务器接受或者发送数据；

（4）EthernetClient类

可以用EthernetClient类来创建客户端对象，客户端对象可以连接服务器，发送或者接受数据；

2.SPI库及其使用

SPI( Serial Peripheral interface)是一种高速的，全双工，同步的通信总线，常用于微控制器与外设之间的连接，比如SD卡、液晶屏等外设。

在硬件方面，Arduino Uno的引脚D10~D13对应的SS、MOSI、MISO、SCK四个接口，可以实现SPI通信。在软件方面，Arduino以SPIClass类的形式对SPI进行了封装，用户可以通过SPI对象来操作SPI。

2.3.3 LabVIEW上位机程序

TCP/IP协议（Transmission Control Protocol/Internet Protocol）即传输控制协议和网际协议，是在网络的使用中的最基本的通信协议。通过TCP/IP协议，可以实现网络之间的通信。因为多数计算机普遍具有TCP/IP，且TCP/IP可以将数据在网络间或因特网上的计算机间传递，所以信息能在各种系统上进行传输。

TCP是网络应用程序的最佳选择，它提供错误监测并保证数据按顺序且不重复到达，可以按顺序传输数据而毫无错误、遗失或重复。TCP的数据传输在客户端和服务器之间进行，同时允许多个同步连接。

LabVIEW支持的平台可以使用TCP/IP协议。要想实现Arduino和LabVIEW之间的网络通信，可以使用LabVIEW中的TCP函数库，LabVIEW的函数库的函数节点如图3所示。

图片包含 屏幕截图

描述已自动生成

图3 LabVIEW函数库的函数节点

1. Arduino平台下的下位机设计
   1. Arduino简介

Arduino是一种开源的单片机控制器，它使用Atmel AVR单片机，采用基于开放源代码的软硬件平台，构建开放源代码的simple I/O接口板，并且具有使用类似Java，C语言的Processing/Writing开发环境。

Arduino具有十分丰富的资源库和相对容易上手的开发平台，对于没有编程基础的学生或艺术家，学习Arduino相对容易；对于有编程基础的工程师和科学家，Arduino丰富的资源库和开源社区，则可以方便他们发挥想象力去进行开发和创作。这也是Arduino拥有大量的爱好者和开发者的原因。

* 1. Arduino IDE 简介

IDE是Integrated Development Environment（集成开发环境）的缩写，Arduino系列产品的代码集成开发环境是Arduino IDE，被用于Arduino硬件控制程序的编写与开发。

Arduino IDE可以从官网下载，拥有丰富的开源源代码。本篇论文使用的Arduino IED软件开发界面如图4所示。

图片包含 屏幕截图

描述已自动生成

图4 Arduino IDE软件开发界面

* 1. 硬件系统

3.3.1 Arduino Uno r3

Arduino Uno微控制器采用的是Atmel的ATmega328。 Arduino Uno控制器包含14个数字引脚、6个模拟输入、电源插孔、USB连接和ICSP插头。引脚的复用功能可以驱动LED、读取传感器等。图5为Arduino Uno r3的正面图，图6为Arduino Uno r3的背面图。

|  |  |
| --- | --- |
| 图片包含 电子产品, 电路  描述已自动生成 | 图片包含 电子产品  描述已自动生成 |
| 图5 Arduino Uno r3 正面图 | 图6 Arduino Uno r3 背面图 |

Arduino Uno的主要特征包括：

1）微处理器：ATmega328

2）工作电压：5V

3）输入电压（推荐)：7-12V

4）输入电压（限值)：6-20V

5）数字输入/输出引脚：14路（其中6路可用于PWM输出）

6）PWM数字I/ O引脚：6

7）模拟输入引脚：6

8）每路输入/输出引脚的直流电流：20mA

9）3.3V引脚的直流电流：50mA

10）时钟频率：16 MHz

图7为Arduino Uno r3的原理图。

|  |
| --- |
| 图片包含 电子产品, 电路  描述已自动生成 |
| 图7 Arduino Uno r3 原理图 |

3.3.2 气体传感器模块

厨房内的煤气泄漏会引起煤气中毒、火灾等危险的发生，所以本系统在厨房安装了气体传感器，以检测是否有煤气泄露的情况，如果煤气指数超标，则进行报警。

气体传感器选用MQ-X系列，本系统中针对一氧化碳选择使用了MQ-2气体传感器。MQ-2是由气体电阻控制的，气体电阻的阻值会随被测气体的浓度而变化。气敏器件可以将被测气体的浓度、或者是成分信号转变为相应的电信号。MQ-2气体传感器的实物图如图8所示。

|  |
| --- |
| 图片包含 电子产品  描述已自动生成 |
| 图8 MQ-2气体传感器 |

MQ-2气体传感器的规格参数如下：

加热电压：5V0.2V

回路电压：10V

负载电阻：5k

清洁空气中的电压：1.5V

灵敏度：3

响应时间：10s

回复时间：30s

元件功耗：0.7W

如图9所示是MQ-2气体传感器模块的原理图。在电路中，气体传感器模块的VCC和GND引脚分别接Arduino控制器的+5V和GND，A0为模拟电压输出端，范围是0～1023，D0为TTL高低电平输出端，如果测试浓度大于设定浓度，D0输出低电平。

|  |
| --- |
|  |
| 图9 MQ-2气体传感器结构图 |

3.3.3 温度采集模块

测量家里的实时温度并将温度显示在终端上，是很基础也很重要的的智能家居的功能。在本智能家居系统中，采用了美国Dallas半导体公司研发的DS18B20数字温度传感器进行温度测量。如图10所示。

|  |
| --- |
|  |
| 图10 DS18B20温度传感器模块 |

DS18B20有如下特点：

（1）只要求一个端口即可实现通信。

（2）测温范围 －55℃～+125℃。

（3）工作电源: 3.0~5.5V/DC （可以数据线寄生电源）

（4）在使用中不需要任何外围元件

（5）测量结果以9~12位数字量方式串行传送

图11为本文研究中所用的DS18B20温度测量模块的原理图。

|  |
| --- |
| 图片包含 文字  描述已自动生成 |
| 图11 DS18B20温度传感器模块原理图 |

DS18B20引脚定义：1）DQ为数字信号输入/输出端；2）GND为电源地；3）Vdd为外界供电电源输入端。

3.3.4 人体感应模块

实时监测家里是否有小偷，是智能家居保障住户居住环境安全性的一项重要的功能。在本智能家居系统中，采用了热释电红外传感器来监测是否有小偷入室，如果有非法人员入室，则会采取警报措施。

在模块中用于感应人体的主要是热释电传感器。当热释电传感器被照射后，热释电元件的上、下表面受到不同的照射，产生电子并形成电流，使两种黑色涂层产生不同的热释电，电流通过场效应管放大输出电压信号。将热释电红外传感器加上滤光片，把不需要的光谱滤掉，将入射光的频率峰值限制到10左右（人体红外线辐射的峰值），这样就可以检测到人体的靠近。



人体感应模块实物图如图12所示。图13为人体感应模块模块原理图。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 图12 人体感应模块 | 图13 人体感应模块模块原理图 |

人体感应模块的技术参数：

（1）工作电压：DC 2.7-12V；

（2）静态功耗：＜0.1mA；

（3）延时时间:2秒；

（4）封锁时间:2秒；

（5）触发方式:可重复；

（6）感应范围:≤100度锥角,3-5米；（需根据具体的透镜）

（7）工作温度:-20 - +60℃

（8）PCB外形尺寸:10mm\*8mm

（9）模块透镜：小透镜

由原理图可以看出，人体感应模块的热释电红外传感器引脚有Vcc、OUT、GND，分别为正电源、输出和电源地，且输出为数字量，当感应到人体靠近有活动时，输出高电平，否则输出低电平。

**3.3.5 继电器模块**

因为Arduino控制器的电压范围是直流0-5V，所以Arduino控制器不能直接驱动供电为交流220V的家用电器。在本实验中，需要使用Arduino控制器去控制空调的开关，此时可以考虑用继电器的方案解决。

继电器是一种自动开关，在电路中使用继电器可以用小电流去控制大电流运作。继电器模块提供1路输入与输出，可以接277V/10A的交流设备或25V/10A的直流设备，所以通过继电器模块，可以去用小电流来控制家用电器，如电灯、电机等设备。如图14所示为本实验室用的继电器模块。

|  |
| --- |
|  |
| 图14 继电器模块 |

继电器模块的技术参数如下：

（1）工作电压 ：3.3V/5V

（2）尺寸大小： 45mm x 25mm

（3）重量大小：15g

（4）信号类型：数字信号

如图15所示是继电器模块的接线示意图。

|  |
| --- |
| 图片包含 电子产品, 电路  描述已自动生成 |
| 图15 继电器模块的接线示意图 |

继电器模块的接口定义：

S：信号引脚

+：电源正极

-：电源地

* 1. Arduino部分设计

3.4.1 Arduino 硬件连接

DS18B20温度传感器的连接：将Arduino Uno控制器的+5V和GND连接DS18B20温度传感器的Vcc和GND引脚，同时DS18B20的DQ引脚连接至Arduino Uno控制器的数字引脚D2。

MQ-2传感器的连接：将MQ-2传感器的VCC连接到开发板的5V，GND连接到开发板的GND，AO引脚连接到开发板的模拟引脚A0，DO引脚连接到开发板的数字引脚3。

人体感应模块的连接：将人体感应模块的Vcc、OUT、GND分别连接Arduino控制板上的5V、数字接口D7和GND。

继电器模块：将继电器模块的VCC连接到开发板的5V，GND连接到开发板的GND，控制端接至Arduino Uno控制板的D3，另一端连接电器接口。

3.4.2 Arduino 程序设计

在基于Arduino和LabVIEW的智能家居系统中，Arduino Uno控制板需要完成以下功能：一，通过Ethernet接收和判断从上位机传来的命令，分析得到的有效命令；二，读写由传感器得到的数据，并将数据通过Ethernet上传至LabVIEW软件。

为了实现以上功能，首先需要在程序的开头引入需要的库，并定义各个外接模块的数字和模拟接口。Arduino要实现对DS18B20的操作，需要使用OneWire函数库和Dallas Temperature函数库。在程序中体现如下：

#include <OneWire.h>

#include <DallasTemperature.h>

#define ONE\_WIRE\_BUS 2 //DS18B20接至Arduino数字口2

#define MQ2\_Sensor\_A0 A0 //MQ-2传感器模拟输出接Arduino模拟A0口

#define MQ2\_Sensor\_D0 3 //MQ-2传感器数字输出接Arduino数字口3

#define SW 4 //继电器模块接至Arduino数字口4

#define infrared\_Pin 7 //人体红外感应模块接Arduino数字口7

OneWire oneWire(ONE\_WIRE\_BUS);

DallasTemperature sensors(&oneWire);

在定义完各个外接模块的数字和模拟接口后，需要初始化Ethernet设备，配置MAC地址、IP地址等信息，下位机Arduino充当的是服务器端，然后不断监听是否有从客户端对象传来的数据，如果有可读的传回的数据，则读取并解析数据。在LabVIEW程序中设定了四个操作指令：操作码0x80为热释电传感器数据的采集，0x82为煤气数据采集，0x81为温度采集，0x11为继电器闭合，0x10位继电器断开。在程序中体现如下：

#include <SPI.h>

#include <Ethernet.h>

byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };

IPAddress ip(192,168,101,177);

#define gas\_Command 0x82

#define temp\_Command 0x81

#define infrared\_Command 0x80

#define SW\_ON\_Command 0x11

#define SW\_OFF\_Command 0x10

EthernetServer server(8000);

侦听客户端传来的数据需要在loop函数中重复执行，如下所示：

void loop()

{

int i ;

EthernetClient client = server.available();

if (client) {

while (client.connected()) {

if (client.available()) {

for(i=0;i<3;i++)

{

comdata[i] =client.read();

delay(2);

}

data\_handle();

}

}

client.stop();

}

}

在判断从上位机传来的命令时，首先要判断接收到的是否为有效命令，0x55和0xAA均为命令帧头，用于判断命令是否有效，判断为有效命令后，再去判断从上位机传来的具体操作指令，再根据具体的操作指令来采集相应的数据，采集到相应的数据后，通过server.print()函数，将服务器端的数据传给客户端的上位机。在程序中将实现如上功能的代码封装到了data\_handle()函数中，方便调用：

void data\_handle()

{

if(comdata[0] == 0x55) //0x55和0xAA均为判断是否为有效命令

{

if(comdata[1] == 0xAA)

{

switch (comdata[2])

{

case temp\_Command:

sensors.requestTemperatures();

server.print(sensors.getTempCByIndex(0),2);

break;

case infrared\_Command:

server.print(digitalRead(inrared\_Pin));

break;

case gas\_Command:

server.print(analogRead(A0));

break;

case SW\_ON\_Command:

digitalWrite(SW, HIGH);

break;

case SW\_OFF\_Command:

digitalWrite(SW, LOW);

break;

}

}

}

}

程序的流程图如图17所示：

|  |
| --- |
|  |
| 图17 程序流程框图 |

完成程序见附录。

1. 第三部分LabVIEW平台下的上位机软件开发
   1. LabVIEW简介

虚拟仪器技术，就是将仪器装入计算机中是一种将计算机与仪器结合起来的方式，通过计算机硬件和操作系统为载体，配上数据采集卡等外设，编写程序，能在计算机上实现多种仪器的功能。使用LabVIEW编写的程序称为虚拟仪器VI，它的外观和操作类似于真实的物理仪器。VI使用函数获取信息输入，然后将信息在计算机上显示或保存至文件。

LabVIEW编程语言是一种数据流编程语言。使用这种语言编程时使用的是程序框图，因此基本不需要写程序代码，利用图形化的界面可以方便地建立自己的虚拟仪器，同时让编程过程使用方便，也能大大提高工作效率。

本文使用的LabVIEW软件版本为LabVIEW2016，启动界面如图18所示。

|  |
| --- |
|  |
| 图18 LabVIEW2016启动界面 |

* 1. LabVIEW程序设计

4.2.1 LabVIEW前面板设计

LabVIEW前面板包括温度波形图显示、煤气浓度仪表盘显示、煤气报警指示灯、小偷报警指示灯以及控制各路电器工作状态的电器开关显示。

智能家居控制系统的LabVIEW上位机前面板如图19所示。

|  |
| --- |
|  |
| 图19 智能家居控制系统的LabVIEW上位机前面板 |

4.2.2 LabVIEW程序框图设计

LabVIEW程序设计采用事件结构和超时结构。在测试中，使用了 while循环加事件结构，如果“空调”开关的值改变，则执行“空调”值改变事件结构中的内容；在事件结构内嵌套使用了条件结构和枚举的状态机，来实现对温度、煤气浓度以及热释电传感器数据的读取。

首先需要使用“打开TCP连接”函数，用于打开指定IP地址和端口的TCP网络连接，在此程序中，输入参数的IP地址是Arduino的程序中设定好的地址，远程端口为8000，默认超时时间是60000毫秒，输出参数为连接ID，提供给后续函数对TCP连接进行读写操作。

TCP连接成功后，进入嵌套在while循环的事件结构，如果“空调”开关的值没有改变，即用户没有按下打开或关闭空调的按钮，则执行超时结构内的语句。超时结构内嵌套的是状态机，该状态机使用了枚举型常量，作为该状态机的变量。枚举型常量有三个值，分别是温度测量、气体检测和防盗指示。

如图20的温度测量分支为例，进入温度测量分支后，首先LabVIEW上位机通过“写入TCP数据”向TCP网络连接中写入操作指令，其中0x55和0xAA均为命令帧头，0x81为温度测量操作指令，写入数据后，为了防止数据丢失，延时1秒钟，再使用“读取TCP数据”函数将从下位机传来的温度数据读取进来，显示在前面板的波形图上。

如图21程序框图所示：进入“气体检测”分支后，首先LabVIEW上位机通过“写入TCP数据”向TCP网络连接中写入操作指令，其中0x55和0xAA均为命令帧头，0x82为煤气浓度检测操作指令，写入数据后，为了防止数据丢失，延时1秒钟，再使用“读取TCP数据”函数将从下位机传来的煤气浓度数据读取进来并显示在前面板上。煤气指数的范围是0～1023，通过公式，可以将该指数转换成从气体传感器读到的模拟电压值，数值越高，则说明危险越大，如果煤气指数超过200，在前面板上的浓度报警灯会亮起，提醒住户可能有煤气泄露的危险。

如图22程序框图所示：进入“防盗指示”分支后，首先LabVIEW上位机通过“写入TCP数据”向TCP网络连接中写入操作指令，其中0x55和0xAA均为命令帧头，0x80为“防盗报警”操作指令，写入数据后，为了防止数据丢失，延时1秒钟，再使用“读取TCP数据”函数，读取从下位机的热释电红外传感器的数据，如果传来的数据不等于0，则说明读取到有非法人员入室，前面板的报警灯会亮起。

如图23程序框图所示：如果“空调”开关的值改变，则执行“空调值改变”结构内的语句，首先通过选择控件来控制传入下位机的数据是打开空调还是关闭空调，在该结构内没有需要从下位机传回的数据。

当用户按下停止按钮，则退出循环结构，使用“关闭TCP连接”函数，关闭TCP网络连接，程序结束。

LabVIEW上位机的程序框图如图20～23所示。

|  |
| --- |
| 图片包含 屏幕截图  描述已自动生成 |
| 图20 “温度指示”程序框图 |
|  |
| 图21 “煤气浓度检测”程序框图 |
| 图片包含 屏幕截图  描述已自动生成 |
| 图22 “防盗指示“程序框图 |
| 图片包含 屏幕截图  描述已自动生成 |
| 图23 “空调“开关值改变事件程序框图 |

1. 系统测试分析
   1. Arduino下位机系统搭建

如图所示，搭建Arduino下位机：将Arduino Uno控制器的+5V和GND连接DS18B20温度传感器的Vcc和GND引脚，同时DS18B20的DQ引脚连接至Arduino Uno控制器的数字引脚D2；烟雾传感器模块的VCC连接到开发板的5V，GND连接到开发板的GND，AO引脚连接到开发板的模拟引脚A0，DO引脚连接到开发板的数字引脚3；人体感应模块的Vcc、OUT、GND分别连接Arduino控制板上的5V、数字接口D7和GND；将继电器模块的VCC连接到开发板的5V，GND连接到开发板的GND，控制端接至Arduino Uno控制板的D3，另一端连接电器接口。

搭建好的下位机如图23所示：

|  |
| --- |
| A circuit board  Description automatically generated |
| 图23 产品实物图 |

* 1. 上位机编程以及测试

LabVIEW前面板图如图24所示：

|  |
| --- |
|  |
| 图24 上位机前面板 |

LabVIEW上位机部分需要完成的功能如下所示：一，温度波形图显示，通过波形图显示实时温度，可以清楚地看出温度随时间变化的波形图；二，煤气浓度显示，通过表盘显示从气体传感器读到的数据，煤气指数的范围是0～1023，是从气体传感器的模拟电压输出口读到的数据；三，煤气报警灯以及防盗报警灯，如果煤气浓度过高，即读取的数据超过或者检测到有非法人员入室，则报警灯会亮起；四，远程控制空调的开关，通过这个开关可以远程控制家里的空调。

系统启动后，经过一段时间的持续运行，LabVIEW前面板如图25所示：

|  |
| --- |
|  |
| 图25 Ethernet扩展板 |

从图中可以看出，系统运行良好，数据显示和保存正常。

1. 结论

本项目的目的是研究一款低成本、系统简易且通过网络进行数据传输和控制的智能家居系统。本文完成的工作有如下几点：

（1）选择了Arduino Uno控制板作为下位机的核心组件，极大地降低了硬件成本以及操作难度。

（2）下位机通过Arduino+W5100以太网扩展板，接入路由器，实现了上位机和下位机之间的远距离网络数据传输，比串口通信、蓝牙连接等连接方式距离更远、传输更安全。

（3）上位机采用了LabVIEW的TCP/IP协议函数库与下位机的W5100模块进行通讯编程、数据传输、报警等功能。

因为实验设备有限，以及本人知识水平不足，该智能家居系统中仍存在有需要改进的地方：

（1）该智能家居系统依赖PC机来进行数据的观测以及对电器的控制，不方便携带，未能开发成Arduino+Android的形式，不能使用手机客户端进行操作，

（2）W5100需要电源适配器，因为W5100模块不支持POE口供电。

参考文献

[1]汪新舜. 基于Arduino与LabVIEW的智能厂房环境监控系统[D].大连理工大学,2016.

[2]张晓朋.虚拟仪器技术在智能家居监控系统中的应用与设计[J].自动化仪表,2016,37(10):86-88.

[3]周兵,赵景辉.基于Labview的智能家庭监视控制仪设计[J].自动化与仪器仪表,2016(02):225-226.

[4]刘韬. 基于Arduino与LabVIEW的灌注桩超灌监测智能化系统设计[D].中北大学,2019.

[5]张力.利用Labview与Arduino两大利器的蓝牙温湿度测量仪设计[J].电子制作,2012(09):58-62.

[6]孙如昊,刘禹,刘江,廖成,何绪林,陈彦秋.基于LabVIEW和Arduino的薄膜电阻率测试系统开发[J].自动化仪表,2019,40(08):26-31+37.

[7]周杨,牛国锋,冒锦晨,陈磊.基于Arduino与LabVIEW遥控智能小车设计[J].电脑知识与技术,2018,14(05):209-211.

[8]毛敏,马艳.基于Arduino和LabVIEW的蔬菜大棚温湿度监测系统[J].中国仪器仪表,2017(09):65-68.

[9]毛敏.基于Arduino和LabVIEW远程可燃气体监测系统[J].电气自动化,2017,39(05):28-30.

附录 Arduino程序

图17Arduino程序：

#include <OneWire.h>

#include <DallasTemperature.h>

#define ONE\_WIRE\_BUS 2 //DS18B20接至Arduino数字口2

#define MQ2\_Sensor\_A0 A0 //MQ-2传感器模拟输出接Arduino模拟A0口

#define MQ2\_Sensor\_D0 3 //MQ-2传感器数字输出接Arduino数字口3

#define SW 4 //继电器模块接至Arduino数字口4

#define infrared\_Pin 7 //人体红外感应模块接Arduino数字口7

OneWire oneWire(ONE\_WIRE\_BUS);

DallasTemperature sensors(&oneWire);

#define gas\_Command 0x82

#define temp\_Command 0x81

#define infrared\_Command 0x80

#define SW\_ON\_Command 0x11

#define SW\_OFF\_Command 0x10

#include <SPI.h>

#include <Ethernet.h>

byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };

IPAddress ip(192,168,101,177);

EthernetServer server(8000);

byte comdata[3]={0};

void test\_do\_data(void); //测试串口数据是否正确并执行命令

void setup()

{

Ethernet.begin(mac, ip);

server.begin();

sensors.begin();

pinMode(infrared\_Pin, OUTPUT);

pinMode(SW, OUTPUT);

}

void loop()

{

int i ;

EthernetClient client = server.available();

if (client) {

while (client.connected()) {

if (client.available()) {

for(i=0;i<3;i++)

{

comdata[i] =client.read();

//延时一会，让串口缓存准备好下一个字节，不延时可能会导致数据丢失

delay(2);

}

data\_handle();

}

}

client.stop();

}

}

void data\_handle()

{

if(comdata[0] == 0x55) //0x55和0xAA均为判断是否为有效命令

{

if(comdata[1] == 0xAA)

{

switch (comdata[2])

{

case temp\_Command:

sensors.requestTemperatures();

server.print(sensors.getTempCByIndex(0),2);

break;

case infrared\_Command:

server.print(digitalRead(infrared\_Pin));

break;

case gas\_Command:

server.print(analogRead(A0));

break;

case SW\_ON\_Command:

digitalWrite(SW, HIGH);

break;

case SW\_OFF\_Command:

digitalWrite(SW, LOW);

break;

}

}

}

}