

基于物联网的多功能智能家居系统设计

沈阳工业大学 王 森

随着电子技术在现实生活中广泛应用,人们越来越感受到电子产品为生活带来的方便快捷,特别是在上世纪80年代,智能家居的出现为人们享受方便快捷的生活提供了一个宽广的平台。为了满足现代的需求,我们设计了一款以Zigbee无线传感器传输网络、树莓派网关、与外网相连且可在任何连接上外网的终端登录的多功能智能家居系统。系统实现了灯光照明控制、家电控制、温湿度监控、煤气报警、红外线报警及摄像头监控功能,实现了网页实时显示控制和树莓派实时显示控制。系统应用Zigbee无线传输技术,完成物联网和家庭局域网组建,使用ARM内核的树莓派充当网关,实现与Zigbee终端和Internet外网通信,最终通过网页方式进行家居的数据显示和控制。系统具有可移植性强、易维护、低成本、低消耗、安全性强的特点。实验证明,系统测量精度较高,控制操作稳定,可以满足当代人们方便快捷生活的需求。

21世纪是信息时代,通信技术、计算机技术、网络技术、控制技术的迅猛发展与提高,促使了智能家居实现了生活现代化,居住环境舒适化、安全化。这些高科技已经影响到人们生活的方方面面,改变了人们的生活习惯,提高了人们的生活质量(刘璐·基于ZigBee的物联网智能家居系统设计[J]·西安交通大学,2014(13):27-56)。然而目前,国内智能家居系统并没有体现互联网系统的优势,大多还是通过智能家居总线技术进行控制,布线复杂、成本高(王浩儒·浅谈移动互联网时代智能家居移动应用现状[D]·北京邮电大学,2012)。为了克服这些缺点,本文提供了一种无线的智能家居系统的解决方案,为了发挥物联网的优势,将物联网系统和互联网相连,便于人们查看及控制家居信息,符合目前流行的“物联网”的理念,是物联网技术的典型应用,为未来智能家居行业的发展提供了一种参考。

1 系统总体设计方案及硬件平台搭建

1.1 系统整体设计方案

智能家居系统主要由控制终端、协调器、终端节点及网页监控界面组成。各个终端节点检测到家中环境信息后,通过Zigbee传输协议传送到控制终端,再通过串口将数据写入到树莓派控制终端的数据库之中,系统同时使用了阿里云服务器与树莓派服务器进行交互,通过这种方式可以使用户可以通过Internet访问到控制台。当用户通过Internet访问服务器时,系统将以网页的形式显示实时的温湿度和安全状况等环境信息。用户可以通过点击网页上选项,可以

自由控制家居的状态,系统将依次沿着阿里云服务器、树莓派服务器、协调器再到终端节点的路径传递控制指令,进而实现了远程控制的功能(郑元杰,杨德睿,朱梓涵·无线智能家居控制系统设计研究[D]·电子科技大学,2015)。

1.2 硬件平台搭建

系统的硬件设计主要为终端节点设备、协调器设备和控制终端,其中终端节点和协调器使用的是CC2530单片机,控制终端使用的是基于ARM内核的树莓派开发板。终端节点设备包括传感器、控制器两部分,负责对环境信息量的数据采集与数据的无线传输,协调器负责组成无线网络与接收终端节点设备传输的数据,并且将数据以有线传输方式通过串口传输到控制终端(高守玮,吴灿阳·ZigBee技术实践教程[M]·北京:北京航空航天大学出版社,2009,6)。

(1) 协调器节点设计:

CC2530芯片集成度非常高,内部资源丰富,因此,仅需要简单的外围电路就可以正常。CC2530外围电路原理图,包括两个晶振和一个天线,两个LED灯和电源电路构成。

网络中协调器硬件结构如图1所示。无线局域网的核心硬件选用TI公司的CC2530芯片。CC2530芯片的射频部分负责组网,而内部集成的增强型8051内核负责控制射频、外部器件和运行ZigBee协议栈(CC2530数据手册(中)·<http://wenku.baidu.com>)。

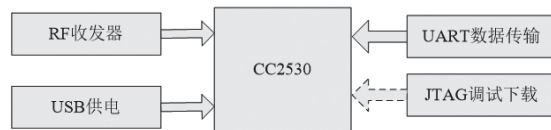


图1 协调器硬件结构图

应用时,通过IAR软件,将ZigBee协议栈里的协调器程序下载到协调器CC2530模块里,实现无线组网和传输数据的功能。下载程序时,使用DEBUGGER仿真器连接JTAG接口,并且使用USB进行供电,协调器与控制终端之间的通信选用RS-232串口(Kjetil Aamodi·Using the ADC to Measure Supply Voltage[S]·Texas Instruments Design Note-DN101,2007-10-22),通过一根串口转USB口线与控制终端相连,转换线选用HL-340线。

(1) 终端节点设计:

终端节点由传感器和CC2530单片机组成。传感器将环境信息量转化成模拟信号量,CC2530芯片用于运行Zigbee协议栈,将模拟信号AD转化成数字信号。本系统使用的传感器有SHT11温湿度传

感器、MQ2烟雾传感器和HC-SR501人体红外传感器。终端节点在系统中的功能是收集环境信息量,通过协议栈远程传输到协调器,并当协调器发送控制请求的时候,终端节点可以远程接收控制请求,并对家居环境进行控制。

(4) 控制终端设计:

控制终端本系统采用的是树莓派3B+主板。树莓派是一种基于ARM内核的微型电脑主板,它几乎有了PC的所有功能,有自己的开源社区,有很多热爱技术的技术人员为之助力,并且还有成本低、体积小的优点。与常见的51单片机和STM32等这类的嵌入式微控制器相比,不仅可以完成相同的IO引脚控制之外,还能运行有相应的操作系统,可以完成更复杂的任务管理与调度,能够支持更上层应用的开发,为开发者提供了更广阔的应用空间(单晓波.物联网技术在智能家居中的应用研究[J].无线互联科技,2014,(07):62-63)。树莓派可以连接底层硬件和上层应用,可以实现物联网的云控制和云管理,所以本系统选用树莓派3B+作为多功能智能家居的控制终端,USB口与协调器节点的HL-340转换线相连。

2 软件设计

2.1 无线物联网软件设计

物联网是指通过各种传感器及扫描器等各种装置与技术,实时地采集环境信息,通过网络接入,实现物与物,物与人的泛在连接,实现对物品和过程的智能化感知。本系统采用了Zigbee无线网络、无线路由器和树莓派组成了物联网,完成了信息的交互,实现了物与物之间的连接,让智能家居系统成为可能。

Zigbee无线网络是由终端节点和协调器节点组成。首先,在Z-stack协议栈的环境下开发,包括对终端设备的底层驱动设计和协调器设备驱动设计,添加到协议栈,使用IAR软件编译程序,分别下载到各自的单片机,如此实现了Zigbee协议栈自组网,以及通过网络实现数据的交互(ROHM-BH1750FVIDatasheet[EB/OL]-www.rohm-com,2011,11)。

本系统的组网形式是点播,只允许点对点通信,不允许有三个设备加入,组网的方式是协调器首先选择一个信道和网络标识(PAN ID),网络初始化完成后开启网络,终端节点加入网络,建立了无线通讯。

协调器软件设计的主要工作是硬件初始化、网络初始化、建立网络、与终端节点进行无线通信以及与树莓派进行串口通信。终端节点和协调器节点的无线通信程序都是基于Zigbee协议栈进行开发的,主要针对协议栈的应用层进行开发,即可实现无线物联网系统的构建(张高境.基于树莓派的智能家居系统[J].无线互联科技,2018,(03):21-42)。

2.2 互联网软件设计

互联网软件设计是以Linux操作系统为平台进行软件功能设计。主要的软件功能设计都在树莓派Linux上搭建。

在日常生活中,智能家居系统的用户量和数据量是非常庞大的,为了解决这一问题,将本系统拆成分布式系统,将服务层和Web层进行分离,在Tomcat服务器上搭建服务层,在阿里云服务器上搭建Web层,服务层发布服务到Zookeeper,Web层可以通过Zookeeper调取服务层的服务,通过Internet访问Web层,即可访问

到智能家居系统。使用分布式架构有如下优点:(1)增大系统容量。(2)模块化。(3)松耦合。(4)开发和发布速度可以并行而变得更快。(5)系统扩展性更高。

树莓派要想成为整个系统的控制终端,要安装Linux系统环境,安装的是兼容ARM内核的Linux系统。安装完毕之后,因为系统是用java语言进行开发的,需要安装JDK环境。在操作系统的基础上,搭建Tomcat和Mysql数据库。系统先在电脑上完成开发并打包成服务层war包和Web层war包,之后服务层在树莓派的Tomcat服务器上发布,Web层war包发布到阿里云服务器上发布,借助Zookeeper完成分布式系统的搭建,如此用户就可以通过Internet访问到系统。整个系统基于SSM架构开发,借助RXTX的jar包进行串口开发,实现了家居环境信息的接收和发送,完成了与无线物联网系统的通信。

监控页面的开发使用了html、css、ajax和javascript等前端技术,页面通过SSM框架结构向系统发送请求,系统响应请求,根据请求的种类不同,实现智能家居系统不同的功能。

表1 温度数据对比结果

序号	传感器温度(℃)	测量温度(℃)	温度误差值(℃)
1	19.7	19.8	-0.1
2	20.3	20.5	-0.2
3	20.8	20.9	-0.1
4	21.4	21.5	-0.1
5	22.3	22.4	-0.1
6	22.9	23.1	-0.2
7	23.6	23.7	-0.1
8	24.1	24.3	-0.2
9	25.1	25.2	-0.1
10	25.7	26.0	-0.3
11	26.2	26.5	-0.3
12	27.5	27.6	-0.1

表2 湿度数据对比结果

序号	传感器湿度(%RH)	测量湿度(%RH)	湿度误差值(%RH)
1	20.3	19.6	0.7
2	27.6	26.7	0.9
3	30.4	29.9	0.5
4	34.3	33.9	0.4
5	36.7	36.1	0.6
6	40.6	39.9	0.7
7	47.8	46.6	1.2
8	51.0	50.5	0.5
9	57.7	57.1	0.6
10	60.3	59.1	1.3
11	62.5	62.3	0.3
12	64.4	63.7	0.7

3 系统测试与数据分析

本文进行了两个方面的实验测试工作。一是测试系统传感器节

(下转第126页)

其决策树如下:

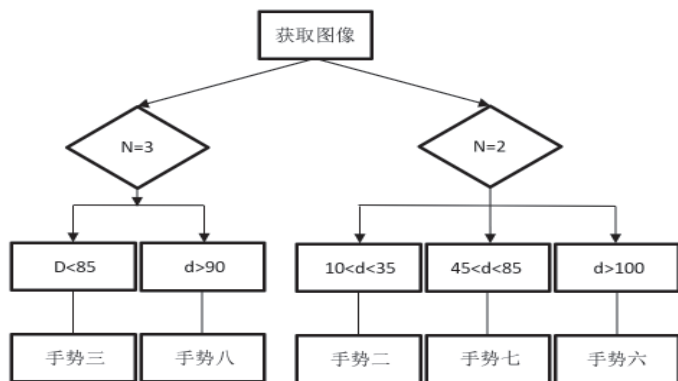


图4 手势识别决策树

3 系统测试

系统的测试是检验功能是否实现的重要一环。由于系统功能多样,涉及服务器、硬件模块、图形界面组成,所以测试要分成几个部分测试再进行总测试。整体系统测试主要分为硬件测试和软件测试。软件的执行是在硬件的基础上运行的,所以在测试时优先进行硬件测试。待硬件测试完成再进行整体系统的软件测试。

3.1 硬件测试

机械臂主板接上电脑,打开上位机软件进行调控,连接正常的情况下,可以看到机械臂各个舵机的详细资料和数值,若舵机灯光颜色正常

且数值无异常则表明机械臂及主控板各模块正常。

3.2 软件测试

在Jetson Nano上单独运行内部写定的程序,通过编译器的断点设置,查看运行时的数值,并把它打印到显示屏上,根据手势进行对比,验证数据的准确性;通过TTL串口线接上Jetson Nano的串口,使用STC串口烧录软件查看收发的数据,并比对通信协议和手势,若数据正确,则表示无异常。

3.3 小结

经过多次测试,数据与手势能够正常匹配,且机械臂运行稳定,各个功能都达到了基本的要求。

4 结论

本文基于机器视觉感应算法及OpenCv机器视觉库来检测IMX219摄像头所拍摄的图像,并将图像由Jetson Nano处理,经过特殊算法分割提取,转换相关的手势信号,并通过Jetson Nano上的GPIO口与机械臂控制板上的接口交互,控制台灯的各模块。整个系统具有低功耗,运行稳定的优点,成熟的算法,稳定的电路设计,并且采用串行口来进行数据通信,传输速度快且稳定可靠,是系统投入使用的基本保证。

作者简介:李宇翔(1998—),广东韶关人,大学本科,现就读于华南理工大学广州学院。

(上接第123页)

点采集数据的准确性;二是测试系统整体的网络监控功能。

3.1 数据采集测试

在实验室,通过专业温湿度采集设备测量和采集了12组温度和湿度数据,并将系统采集到的温湿度数据与使用专业温湿度采集设备测量到的数据进行比较。实验时,使用吹风机(暖风)和加湿器逐渐提高附近空气的环境温湿度,实验结果如表1,表2所示。

从对比结果可以看出,系统采集到温度比使用专业温湿度采集设备采集的温度低,最小误差值-0.1℃,最大误差值为-0.3℃。系统采集到的湿度普遍比使用专业温湿度采集设备采集的湿度高,最小误差为0.3%RH,最大误差为1.3%RH。本实验使用的测量设备的精度为±0.3℃,湿度±2%RH。由实验数据可知,本系统的温湿度采集精度和专业测量设备精度非常接近,误差在合理的范围之内,实验可以证明系统采集到的环境温湿度数据是准确可靠的。

实验所使用的温湿度表测量的精度为温度±0.3℃,湿度±2%RH。从对比结果可以看出,系统传感器采集到温度比使用温湿度表测量的温度低,最小误差值-0.1℃,最大误差值为-0.3℃。传感器采集到的湿度普遍比使用温湿度表测量的湿度高,最小误差为0.2%RH,最大误差为1.2%RH。由以上数据可知,本系统所设计的温湿度采集电路与市场销售的温湿度表准确度非常

接近,误差在合理的范围之内,可以说明使用温湿度传感器采集到的数据是准确可靠的。

3.2 系统监控功能测试

在测试系统远程监控功能时,通过可以连接Internet的终端登录智能家居系统。在浏览器中输入系统地址,进入系统的登录界面,当输入正确的用户名和密码后,即可登录智能家居监控页面。经过试验检测,系统监控功能可以进行监控和远程控制功能,方案可行。

4 结语

本文介绍了一种基于物联网的智能家居系统。系统以ZigBee传感器网络技术为基础,以无线的方式传输信息,解决了布线复杂等问题,降低了成本。通过实验测试得出,本系统能够快速组网,并且准确地进行数据的接收和发送。系统以互联网技术为辅,让系统与互联网相连,用户可以通过浏览器远程访问系统。实验测试结果证明,测试数据精度较高,开关量控制稳定可靠,上网查看操作方便直观,适合家居使用。

作者简介:王森(1994—),男,辽宁鞍山人,硕士,现就读于沈阳工业大学,研究方向为物联网,zigbee无线通信传输。