

基于 Android 和 Zigbee 的监控系统的实现

易 翔,吴 蒙

(南京邮电大学 通信与信息工程学院,江苏 南京 210003)

摘 要:随着人们生活水平的提高,人们对于自己居住环境的安全性有了更高的要求,渴望自己的家中可以安装一套智能家居监控系统。针对这一需求,文中提出了一种使用 Android 和 Zigbee 技术,组建家庭监控系统的方案。以实现嵌入式 Zigbee 应用的片上系统 MG2455 作为构建家庭内部网络的核心,阐述了该片上系统的硬件结构和传感器的选择。使用 Android 手机、IOIO 平台、Zigbee 协调器组成家庭智能网关,介绍了这种网关结合方案的使用方法和优点。该系统已经投入实用,结果表明,该方案能够对环境数据进行实时监控,也可以对图片、视频和语音进行监控,操作简单,运行稳定,满足用户需求。

关键词:智能家居;实时监控;智能网关;无线传感器网络

中图分类号:TP302.1

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2015)06-0234-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2015.06.052

Implementation of Monitoring System Based on Android and Zigbee

YI Xiang, WU Meng

(College of Telecommunication & Information Engineering, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: With the improvement of people's living standard, people have a higher request for the safety of their living environment. So they are eager to install the smart home monitoring system. To satisfy this requirement, propose a solution to set up the system by using Android and Zigbee technology. MG2455 which is a complete wireless solution for Zigbee is the core to build the home network. Expound the hardware structure and the choice of the sensor for this chip system. The home smart gateway is made up of Android phone, IOIO platform and Zigbee coordinator, introduce the use and advantages of this combined solution. The system has been put into practical. The result shows that this system can supervise not only environmental data but also the information of the picture, video and voice. It is simple, running stably, which meets the demand of the customers.

Key words: smart home; real-time monitoring; intelligent gateway; wireless sensor network

0 引 言

随着现代通信技术和物联网技术的发展,智能家居越来越受到人们的关注。而家庭监控系统作为智能家居体系中非常重要的一部分,具有很高的研究价值和市场前景^[1-3]。Wifi、Zigbee、蓝牙等短距离通信协议对组建家庭内部网络有着得天独厚的优势,而移动网络对于家庭以外远距离通信有着成熟的应用。文中使用 Zigbee 技术组建家庭内部网络^[4-6],利用 IOIO 平台连接 Android 手机组成家庭网关,这样就可以使用 Android 手机自带的 Wifi 模块、蓝牙模块、GPRS 模块、

摄像头、语音传输模块和显示屏模块等功能,避免了在硬件系统上嵌入单独上述模块带来的开发复杂度,并且可以通过短信、彩信和邮件的形式与远端 Android 手机进行通信。

1 总体架构

文中使用的家庭监控系统由无线传感器网络、家庭智能网关和家庭外部网络三大块组成,如图 1 所示。

无线传感器网络由 Zigbee 协调器和散布在各个房间的 Zigbee 模块组成,Zigbee 模块中加入温湿度传

收稿日期:2014-07-24

修回日期:2014-10-28

网络出版时间:2015-05-06

基金项目:国家“973”重点基础研究发展计划项目(2011CB302900);江苏省高校自然科学基金研究重点项目(10KJA510035);南京市科技发展计划重大项目(201103003)

作者简介:易 翔(1989-),男,硕士研究生,研究方向为无线通信与信号处理技术;吴 蒙,教授,研究方向为无线通信与信号处理技术、无线网络与通信系统的信息安全。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20150506.1646.041.html>

感器、光亮度传感器、红外传感器和烟雾传感器对室内环境数据进行采集,转发给 Zigbee 协调器。Zigbee 协调器无需加入以上传感器,主要负责对各个 Zigbee 模块进行管理并且通过串口与 IOIO 平台进行数据交换。

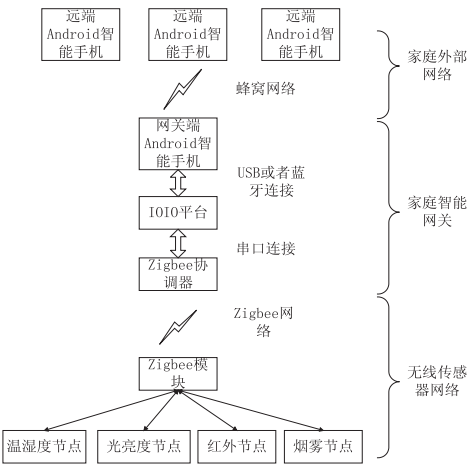


图1 家庭环境监测系统组成框图

家庭智能网关是家庭监控系统的核心部分,主要是由 Zigbee 协调器、IOIO 平台和网关端 Android 智能手机组成。Zigbee 协调器把得到的环境数据通过串口形式传输给 IOIO 平台,IOIO 平台能够把得到的数据转化成 Android 手机可以识别的数据,并且可以通过 USB 有线的方式或者蓝牙无线的方式传输给网关端 Android 智能手机。

家庭外部网络主要是由网关端 Android 智能手机和远端 Android 智能手机组成,它们通过常用的移动网络进行数据传输,普通字符流数据采用数据流短信格式传输,图片等多媒体数据通过彩信或者邮件传输。远端手机可以控制网关端手机进行环境数据采集、图片抓拍、语音监控等功能,而网关端手机可以对远端手机的身份进行验证,只返回数据给信任客户端,并且如果环境数据发生险情,网关端手机可以主动发送险情数据给远端手机,通知远端用户及时处理。

2 系统的硬件设计

2.1 Zigbee 模块的硬件设计

Zigbee 模块负责家庭环境数据采集节点的接收、处理、统计以及系统逻辑的控制,实际上担任了整个系统的数据处理中心的作用。对于无线传感器网络而言,目前多数节点选择内部集成无线射频模块的单片机作为主控制器。根据该系统的设计需求,从工作电压、通信速率、储存空间、尺寸、功耗和成本等方面考虑,比较了市场上常用的主控制芯片,最终选择 Radio-Pulse 公司推出的实现嵌入式 Zigbee 应用的片上系统 MG2455。

MG2455^[7-8]是一个真正符合 IEEE802.15.4 和

Zigbee 规范的片上系统,为智能家居和传感器网络等 Zigbee 应用提供完整的无线解决方案。MG2455 芯片有 3 种通信速率可供用户使用,Zigbee 使用 250 kb/s 的速率通道,语音和图像使用 500 k/s 和 1 M/s 的速率通道,通信距离可以达到 300 m。在 1.5 V 的工作电压下,可以保证-98 dBm 的接收灵敏度和 8 dBm 的发射强度。该芯片非常适合于低功耗的应用,在睡眠模式下,功耗降到 1 μA。MG2455 基于 8051 内核,配置 96 kB 的内置程序存储器和 8 kB 的数据存储器,1 个 SPI 接口,2 个串行接口,2 个外部中断,4 个 A/D 转换器,4 个定时器,2 个 PWM,22 个 I/O 口。另外,它的体积只有 7 mm×7 mm×0.9 mm。同时基于以上优点,MG2455 非常适合于作为家庭监控系统的 Zigbee 节点模块。

该系统采用的温湿度传感器采用 SENSIRION 公司生产的 SMD 封装 SHT11 数字温湿度传感器,光亮度传感器采用 TAOS 公司推出的第二代光强度数字转换芯片 TSL2561,红外传感器为 ITR9904,烟雾传感器为 MQ-2 半导体烟雾传感器。只要加一些简单的外围电路,就可以把以上传感器集成到 MG2455 片上系统中。比如,SHT11 与 MG2455 的硬件集成如图 2 所示。

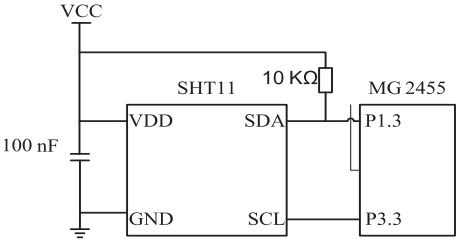


图2 SHT11 与 MG2455 硬件连接图

2.2 家庭智能网关的硬件设计

家庭智能网关的主要作用是把家庭内部 Zigbee 网络的数据和家庭外部移动蜂窝网络的数据进行转换,而且可以提供丰富的其他扩展功能。这里选择 SparkFun 公司的一款专门为 Android1.5 以上系统设计的通用开源控制模块 IOIO^[9-10]。该板子作为网关的数据转换中心,既可以通过 USB 接口或者蓝牙设备与 Android 手机相连,又可以通过串口与 Zigbee 协调器相连。它只要在手机端通过 JAVA API 对其外部硬件端口进行控制,既不需嵌入式编程,又不需要使用额外的外部编程器,使用起来灵活简单,扩展方便。通过 IOIO 模块,可以把 Android 手机自带的 Wifi 模块、蓝牙模块、GPRS 模块、摄像头、语音传输模块和显示屏模块等轻松地集成到硬件系统中,大大降低了硬件开发的难度。IOIO 采用了低功耗 PIC 单片机作为该系统的主控制器,其系统实物图如图 3 所示。该系统集成了模拟输入(31~34,37~46),I²C 总线(4~5,25~26,47~48),串口 UART(3~7,9~14,27~32,34~40,45~48),采用 5~15 V 电压驱动,同时提供 5 V 和

3.3 V 电压输出,以用来给连接中的 Android 手机进行实时的充电。

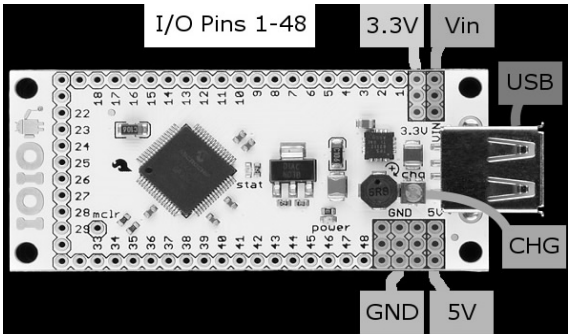


图 3 IOIO 实物图

3 系统的软件设计

3.1 Android 手机操作 IOIO 平台

网关端 Android 手机最重要的功能是作为网关的一部分,实现 Zigbee 网络和移动网络数据的交换。这里使用的是 Android 手机端编程实现对于 IOIO 平台的控制,把 IOIO 平台从 Zigbee 协调器传送过来的数据通过 USB 或者蓝牙接口透明地传输给手机处理。第一步,搭建 IOIO 开发环境,可以从 IOIO 官网下载 IOIO 开发库文件,包含三个 jar 包,分别是 ioilib.jar,ioilibaccessory.jar,ioilibbt.jar。前两个 jar 包是操作 IOIO 平台的必要文件,最后一个文件是 IOIO 平台通过蓝牙与手机相连的扩展包,当你要使用蓝牙与手机进行数据转换时,就要导入该包。第二步,在 Android 程序中编写操作 IOIO 的代码。此时需要新建一个继承 IOIO-Activity 的 Java 文件,该文件中调用一个其内部类 Looper 中的 setup()方法和 loop()方法。setup()方法主要是对 IOIO 平台进行初始化设置,包括对串口输入输出、波特率、校验位、停止位进行设置,并且初始化 Java 程序可处理的 IO 流。loop()方法主要提供一个轮询机制,每当有数据从 IOIO 传给手机时,都会调用该方法,用户可通过对 IO 流进行读取,进而把 IOIO 的串口数据传化成了 Android 手机可以读取的数据。

3.2 系统的数据通信协议设计

该家庭监控系统的网关主要负责 Zigbee 网络和家庭外部移动网络数据的交换,涉及到家庭内部多个节点的不同传感器的数据的主动查询和实时监控功能,所以设计一套使用简单,功能满足系统要求而且冗余信息量小的通信协议十分重要。该通信协议按照请求数据和接收数据的不同需求,分别为它们设计了两种数据传输格式。

3.2.1 请求数据格式

请求数据指的是网关端 Android 手机通过网关向 Zigbee 协调器请求的数据,数据格式如图 4 所示。操

作类型数据占据 1 byte,0x01 表示查询单个节点信息,0x02 表示查询所有节点信息,0x03 表示设置系统信息。操作内容数据占据 1 byte,0x01 表示采集环境节点信息,0x02 表示查询节点信息,0x03 表示设置红外和烟雾的报警阈值。节点地址数据占据 1 byte,表示需要查询的单个 Zigbee 节点的地址。节点类型数据占据 1 byte,0x01 表示查询温湿度信息,0x02 表示查询光亮度信息,0x03 表示查询是否有红外警报,0x04 表示查询是否有烟雾警报。保留字段数据占据 1 byte,主要是为了给系统扩展使用。比如请求数据格式为:01 01 08 02 00,表示查询 Zigbee 节点地址为 08 的光亮度的信息。

操作类型 (1 byte)	操作内容 (1 byte)	节点地址 (1 byte)	节点类型 (1 byte)	保留字段 (1 byte)
------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

图 4 请求数据格式

3.2.2 接收数据格式

接受数据指的是 Zigbee 协调器通过网关返回给 Android 手机的数据信息,由数据包头部和数据部分组成,格式如图 5 所示。节点地址数据占据 1 byte,主要表示返回数据的 Zigbee 节点地址。节点类型数据占据 1 byte,0x01 表示返回的是温湿度信息,0x02 表示返回的是光亮度信息,0x03 表示返回的是红外信息,0x04 表示返回的是烟雾信息。主动上报数据占据 1 byte,表示该数据是否使用户主动查询的方式,0x00 表示该数据属于系统实时监控所得,0x01 表示该数据属于用户查询所得。数据长度数据占据 1 byte,表示数据部分数据的长度,在该系统中有两种值,0x01 表示红外和烟雾的数据长度为 1 byte,0x08 表示温湿度和光亮度的数据长度为 8 byte。数据部分占据的长度根据数据长度字段而定。比如:08 01 01 08 01 02 03 04 05 06 07 08,表示用户主动查询 08 节点的温湿度信息,温度为 12.34,湿度为 56.78%。

数据包头部 (4 byte)				数据 (长度可变)
节点地址 (1 byte)	节点类型 (1 byte)	主动上报 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	

图 5 接收数据格式

3.3 系统对于数据的管理

通过前两节的描述,可以通过 IOIO 平台得到环境的数据,对于得到的数据要保存下来,这样才能对数据进行管理。Android 平台^[11-14]提供了两种保存数据的机制,对于数据量较小的数据信息,比如节点配置信息和远端手机信息,使用 Preferences 进行保存。Preferences 是 Android 提供的一种较轻量级的存储数据的方法,它使用 SharedPreferences 的 put()和 get()方法就可以把数据保存到项目中的 XML 文件中,存取方便,使用灵活。而对于数据量较大的数据信息,比如各个

节点的环境信息,使用 Android 内置的 Sqlite 数据库进行存储。可以通过使用 SQLiteOpenHelper 类来操作数据库,调用 getWritableDatabase() 或者 getReadableDatabase() 方法来获得数据库的连接。然后编写简单的增删改查 SQL 语句,就可以对大量数据进行管理。对于得到的数据,也提供了简单的可视化界面对数据进行展示和管理。由于系统界面较多,这里只展示实时监控时的数据展示界面,如图 6 所示。



图 6 实时监控界面

拿卧室数据举例,从图中可以看出,卧室的温度为 28.4 摄氏度,湿度为 45.6%,光亮度为 560 流明,红外和烟雾均无警报。

3.4 系统对于多媒体监控的支持

该系统之所以选择 Android 智能手机作为网关的 GPRS 模块是因为 Android 手机还提供了用户很多已经封装好的其他功能,比如摄像头、语音传输模块等等。这些都方便了系统对于多媒体数据的处理,从而避免了在硬件系统上嵌入单独上述模块带来的开发复杂度和成本。Android 提供的 Camera 类可以对手机拍照进行编程处理,MediaRecorder 类可以对手机录像进行处理,同时也提供了 TelephonyManager 对手机语音电话进行编程处理。如果远端手机通过短信发送相关指令给网关端手机,网关端手机能够解析出该指令的具体数据。如果是图片监控请求,网关端 Android 手机能够进行自动拍照,通过彩信或者邮件的形式把图片发回给远端手机;如果是视频监控的请求,网关端 Android 手机能够自动录像,把录好的视频通过邮件返回给远端手机(视频文件存储空间太大,用彩信返回不太现实);如果是语音监控指令,网关端 Android 能够自动接通远端手机电话。

4 结束语

该家庭监控系统使用 Android 和 Zigbee 技术进行研究和开发,使用 IOIO 平台使这两种技术处理的数据能够进行转换和实时传输。使用 Android 手机作为智能网关的一部分,可最大限度地使用手机中各个已有模块,避免了在硬件系统中单独嵌入上述模块带来的开发复杂度,这给智能家居开发提供了一种新思路。实践表明,该系统运行稳定,实时反馈效果理想,满足智能家居监控系统的要求,并具有一定的市场前景。

参考文献:

[1] 姚红波. 浅谈智能家居在物联网背景下的应用及发展前景[J]. 商品与质量,2011(8):288-289.

[2] 童晓渝,房秉毅,张云勇. 物联网智能家居发展分析[J]. 移动通信,2010,34(9):16-20.

[3] Oswald M, Weiss G, Schnellhardt F, et al. Smart home services - integrated infrastructure and provided services[C]//Proc of 2012 9th international multi-conference on systems, signals and devices. [s. l.]:[s. n.],2012:630-634.

[4] Yan Dongmei, Dan Zhiguang. ZigBee-based smart home system design[C]//Proc of 2010 3rd international conference on advanced computer theory and engineering. Chengdu: IEEE, 2010:650-653.

[5] Han Dae-Man, Lim Jae-Hyun. Smart home energy management system using IEEE 802. 15. 4 and zigbee[J]. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 2010, 56(3):1403-1410.

[6] Byun J, Jeon B, Noh J, et al. An intelligent self-adjusting sensor for smart home services based on ZigBee communications[J]. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 2012, 58(3):794-802.

[7] 李姝越. GPRS 远程监控系统的编程设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2013,13(5):63-66.

[8] 王艳秋,万钧力,邵旭昂,等. 基于 ZigBee 的多机器人通信系统的设计[J]. 电子技术应用,2009,35(5):126-128.

[9] 耿东久,索岳,陈渝,等. 基于 Android 手机的远程访问和控制系统[J]. 计算机应用,2011,31(2):559-561.

[10] 张佳进,陈立畅,唐秀英,等. IOIO 在 Android 手机中的应用与研究[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2013,13(2):42-44.

[11] 王朝华,陈德艳,黄国宏,等. 基于 Android 的智能家居系统的研究与实现[J]. 计算机技术与发展,2012,22(6):225-228.

[12] 汪宇,吕卫,杨博菲,等. 基于 Android 平台的智能家居监控系统[J]. 电视技术,2012,36(2):36-38.

[13] 柯元旦. Android 内核剖析[M]. 北京:电子工业出版社,2011.

[14] 李凯. Android 操作系统分析与移植[D]. 广州:华南理工大学,2011.

基于Android和Zigbee的监控系统的实现

作者：[易翔](#)，[吴蒙](#)，[YI Xiang](#)，[WU Meng](#)
作者单位：[南京邮电大学 通信与信息工程学院, 江苏 南京, 210003](#)
刊名：[计算机技术与发展](#)
英文刊名：[Computer Technology and Development](#)
年，卷(期)：2015(6)

引用本文格式：[易翔](#). [吴蒙](#). [YI Xiang](#). [WU Meng](#) [基于Android和Zigbee的监控系统的实现](#) [期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2015(6)