

基于物联网云平台的壁挂炉远程控制系统^①

崔 健, 段振刚, 齐志男, 龚永罡, 廉小亲

(北京工商大学 计算机与信息工程学院, 北京 100048)

摘 要: 详细描述了基于 Ayla 云平台的远程壁挂炉控制系统设计方案与具体实现, 通过 Android 手机客户端, 接入 Ayla 物联网云平台, 实现对家中壁挂炉的远程控制. 壁挂炉与 Ayla 云平台连接的中间设备, 采用以 WM-N-BM-09A 片上 WiFi 芯片和 STM32F100BV 主控芯片为核心的 Ayla 嵌入式模块进行开发, 利用 WiFi 通过无线路由与 Ayla 云平台建立通信通道, 壁挂炉的运行状态信息、报警数据, 通过 Ayla 云平台的主动推送机制, 实时推送至手机客户端. 测试结果表明, 基于 Ayla 物联网云平台的远程控制系统方案, 成本低, 易于实现. 此方案可以被应用于其它远程智能控制系统, 为智能设备的远程控制提供了一种低成本、高可靠的解决方案.

关键词: Android; 智能家居; 云平台

Remote Control System of Gas boiler Based on Internet of Things Cloud Platform

CUI Jian, DUAN Zhen-Gang, QI Zhi-Nan, GONG Yong-Gang, LIAN Xiao-Qin

(School of Computer and Information Engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China)

Abstract: This paper designs a remote boiler control system based on Ayla cloud platform, which can control the boiler remotely through the Android APP by accessing the Ayla Cloud Platform. Intermediate equipment, which connected with Ayla cloud platform and the gas boiler, was developed by Ayla embedded modules, which regard WM-N-BM-09A piece WiFi chips and STM32F100BV master chip as the core. The boiler establishes the communication channel with Ayla Cloud Platform, using the wireless router. The boiler operational status information and the alarm data were pushed to the APP in real time via the active pushing mechanism of Ayla Cloud Platform. Test results show that remote control system project, which was based on Ayla Cloud Platform, is low in cost and easy to realize. Also, the project can be applied to other remote intelligent control systems, providing a low cost and highly reliable solution for remote control of smart devices.

Key words: Android; smart home; cloud platform

随着科学技术的进步和发展, 人们对生活品质的要求越来越高, 越来越渴望有一个舒适的家居环境. 近年来, 智能家居的出现, 使人们的居住环境更加舒适化, 安全化, 人性化, 智能化, 智能家居已悄然走进人们的生活. 传统的智能家居采用传统布线技术, 需要专业人员进行安装维护, 施工的费用高昂, 安装复杂, 设备一旦产生故障, 可能会因为线路被埋而无法及时诊断. 系统灵活性差, 扩展能力低. 近年来, 随着物联网技术的发展^[1], WiFi 等无线通信技术以及云技

术正逐渐应用到智能家居技术中, 成为现代智能家居^[2]技术的发展趋势.

本文以家用壁挂炉为例, 利用物联网服务供应商 Ayla 公司提供的 Ayla 嵌入式模块将壁挂炉接入 Ayla 云服务. Ayla 云平台可以收集和管理壁挂炉的工作状态信息. 同时利用 Ayla 公司提供的云服务器访问接口, 编写客户端软件, 对壁挂炉进行远程控制, 从而实现壁挂炉的智能化. 其优点是安装简单, 减少用户使用成本. 该设计不仅可以与壁挂炉连接, 还支持与其他常

^① 基金项目:北京市教委科技创新平台(PXM2011-014213-113551)

收稿时间:2015-01-08;收到修改稿时间:2015-03-18

通讯作者:段振刚, E-mail:dzg881225@126.com

用电气设备进行连接,具有良好的可扩展性。

1 系统的总体设计

1.1 系统组成

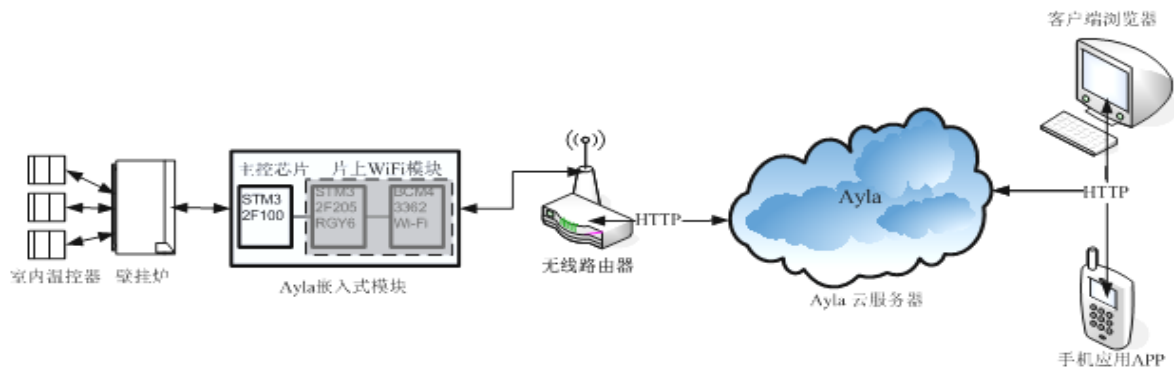


图 1 系统总体结构框图

其中 Ayla 嵌入式模块是本系统的硬件核心,它是壁挂炉与 Ayla 云平台进行信息交互的桥梁。该模块由一个片上 WiFi 模块和一个额外的专用可编程 ARM MCU 组成。通过设置,可以连接到家用路由器等网关设备。其体积小,灵活性强,可以与任何微控制器(MCU)配合使用,非常适合嵌入式方向的应用。它在本系统中主要有两个作用:一是接收壁挂炉传来的设备的工作状态信息,并实时转发给 Ayla 云平台;二是接收云端发送的来自手机客户端的控制指令,对协议解析和重组后,转发给壁挂炉,来完成壁挂炉的开机、关机、温度设定、预约等功能。

Ayla 云平台提供了丰富的应用程序编程接口,方便开发手机应用程序。本设计中,采用目前开放的广泛流行的基于 Linux 内核的 Android 开发平台^[3]对移动终端进行开发设计。

1.2 系统的功能特点

基于 Ayla 云平台的壁挂炉远程控制系统具有如下功能特点:

- ① 可以实现对家庭壁挂炉远程开机、关机功能;
- ② 用户可以随时了解壁挂炉的运行状态;
- ③ 实现用户预约开机、关机功能;
- ④ 实现远程设定壁挂炉加热水温功能;
- ⑤ 实现远程室内温控器开启、关闭,以及温度设置功能

本文中设计的智能壁挂炉系统,主要包括壁挂炉,Ayla 云平台,Ayla 嵌入式模块以及 Android 手机客户端。系统的总体结构图如图 1 所示。

2 系统硬件层及其协议设计

壁挂炉远程控制系统的硬件结构主要包括壁挂炉主控板及 Ayla 嵌入式模块。壁挂炉主控板由厂家进行生产,在本文就不做详细论述。

2.1 Ayla 模块的硬件结构组成

Ayla 模块是本系统的核心硬件,它是基于 WICED (Wireless Internet Connectivity for Embedded Devices,即嵌入式无线互联设备)的无线连接平台,利用该模块,可以将壁挂炉接入 Ayla 云服务。其主要由两部分构成,第一部分:以 STM32F100BV 单片机为核心的数据处理模块。第二部分:以 WM-N-BM-09A 片上 WiFi 模块为核心的数据传送模块。其内部结构如图 2 所示。

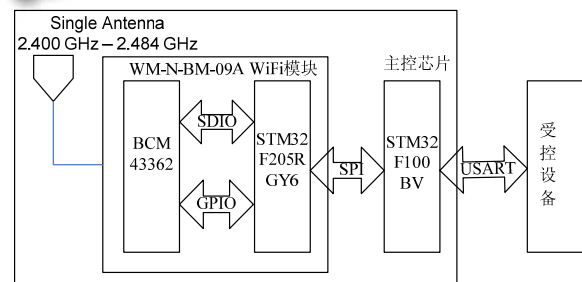


图 2 Ayla 嵌入式模块内部结构

2.1.1 数据处理模块

STM32F100BV 是基于 ARM Cortex-M3 内核的高性低功耗单片机,具有丰富的片上资源。该单片机对外提供了一个 UART 接口,通过该接口与外部被控设备

进行通信,实现数据交换和处理功能.该接口具有全双工通讯功能,既可以下发协议给被控设备,使其执行相应的功能,也可以接收被控设备上传的状态,并进行解析,然后发送给WM-N-BM-09A模块.数据处理单元功能主要包括协议解析功能、数据包封装功能、数据包拆包功能、版本号管理、定时预约信息处理等;这些功能性的函数均为Ayla做好并提供给开发者使用.

2.1.2 数据传送模块

该模块主要基于Broadcom43362无线WiFi芯片和STM32F205RGY6微处理器.它支持通用的SPI、UART、USB通信接口,通过无线局域网连接到服务器进行数据交换.它的主要功能是与路由器连接,使Ayla模块能够连接到Ayla云服务器,从而进行数据交互.它支持最大带宽为65Mbit/s,内置IEEE 802.11b/g协议以及802.11n协议.

2.1.3 Ayla模块与主控板间协议

本系统的通信协议是指Ayla模块中STM32F100BV主控单片机与壁挂炉主控板MCU之间的通信协议.协议遵循MODUBS协议标准^[4],可分为控制指令协议与状态反馈协议两种类型.其中,控制指令协议主要用于主控芯片向壁挂炉发送从云端传来的控制命令.状态反馈协议用于壁挂炉反馈从其外设传感器收集来的工作状态信息.无论是指令协议还是状态反馈协议,它们的协议格式都是相同的,包括帧头、帧长度、功能码、数据域、CRC校验码^[5]五部分.协议形式如表1所示.

表1 通信协议

字节	取值	协议说明
1	0xAA	帧头
2	0x08	帧长
3	0x00至0xFF	功能码
4	0x00至0x63	壁挂炉采暖温度
5	0x00至0x63	温控器1设置温度
6	0x00至0x63	温控器2设置温度
7	0x00至0x63	温控器3设置温度
8	CRC校验和	前7字节校验和

注:协议中温控器1至温控器3分别对应的是卧室、客厅、书房中的温控器.

表1中,4至7字节为数据域,分别表示设置壁挂炉的采暖温度以及温控器1、2、3的温度,温度值范围为0x00-0x63,分别对应0-99摄氏度.第3字节代表功能码.功能码表示的是壁挂炉要执行的操作,当壁

挂炉执行采暖温度设置以及温控器温度设置命令时,数据域信息有效.当执行关机开机复位命令时,数据域信息无效.功能码的具体内容如表2所示.

表2 功能码的基本功能

功能码	说明
0xAF、0xA0	壁挂炉开机、关机
0xA1	壁挂炉复位
0xA2	采暖温度设置
0xA3、0xB3、0xC3	温控器1、2、3温度设置
0xBF、0xCF、0xDF	温控器1、2、3开机
0xB0、0xC0、0xD0	温控器1、2、3关机

2.1.4 Ayla模块与壁挂炉的UART通信

Ayla模块与壁挂炉之间主要进行控制命令的传递和状态信息的反馈,两者采用UART通信方式.软件设计中包含了UART的初始化、报文接收和报文分析中断程序、报文发送程序.

初始化过程主要是对USART的波特率、CRC校验、接收发送数据位等进行配置,在完成初始化后,就可以接收状态信息和发送控制命令.发送程序主要是将壁挂炉的控制命令字以协议的形式下发给壁挂炉,完成功能的设置.接收程序采用中断的形式,将壁挂炉发送的数据进行解析,提取其数据信息,然后单片机将该信息以特定的封装格式发送至Ayla云平台.其流程如图3所示.

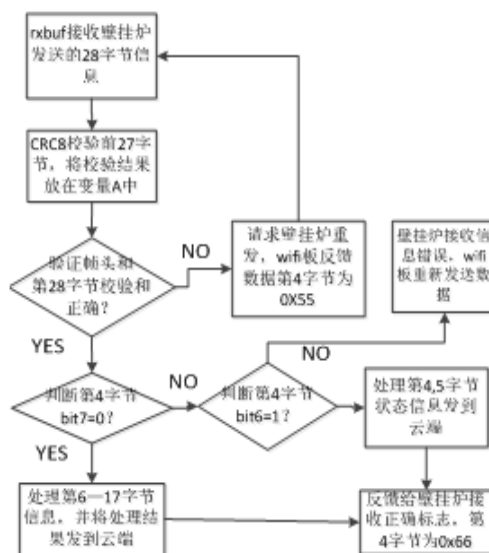


图3 Ayla模块中断流程

3 Android手机客户端软件设计

Android客户端^[6]的软件设计主要包括用户UI界

面设计、HTTP 通信设计和 SQLite 数据库设计。Android 开发平台提供了 Activity、Service 服务、Content Provider 内容提供者、Broadcast Receiver 广播接收器四大应用程序基本组件^[7]。客户端程序由这四个基本组件构成,除此之外,还用到 ProgressBar、Handler、ListView 等组件,每种组件在客户端程序中完成相应的任务和功能。

3.1 Android 客户端界面设计

智能壁挂炉 APP 的设计界面分为主控制界面、室内控制器设置、预约设置、采暖温度设置等界面。客户端的主控制界面如图 4 所示。其中最下面为开关设置,可以对壁挂炉进行开启或关闭操作。最上面的图标实时显示壁挂炉的工作状态,包括壁挂炉点火提示、开机后壁挂炉实时温度、温控器连接标志(如果至少连接了一个,则图标高亮)、预约标志(高亮表示预约开启),这些状态信息都存储在 Ayla 云平台,客户端每 10 秒进行一次状态更新,从云端获得壁挂炉的最新状态信息。中间部分的按钮控制的是壁挂炉的核心功能。主要是室内控制器设置、预约设置和采暖温度设置。点击按钮可以进入相应的设置界面。

室内控制器设置界面如图 5 所示。可以设置任意房间里温控器的开启或关闭,本系统中,温控器所在房间包括卧室、客厅、书房。此外,还可以对每个房间的温控器温度进行设置,并可以实时显示从 Ayla 云平台处获取的温控器所在房间内的实际温度。



图 4 客户端主控制界面

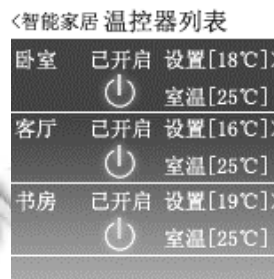


图 5 温控器设置界面



图 6 采暖温度设置界面和预约设置界面

采暖温度设置界面和预约设置界面如图 6 所示。在采暖温度设置界面中可以修改壁挂炉的加热温度。预约设置界面可以实现对壁挂炉定时开关机的功能。主要功能包括:定时功能的开启和关闭。预约开机或者预约关机。设置预约次数以及预约时间。

3.2 Android 系统基于 HTTP 协议通信的实现

在网络编程方面,Android 系统提供了非常方便的网络编程接口。本客户端主要采用 Android 提供的 HttpClient 功能组件与 Ayla 云平台进行通信。HttpClient 实现了 HTTP 协议^[8]中的 GET,POST,PUT,HEAD 等方法,可通过这些方法向基于 HTTP 协议的服务器提交请求,并从服务器端得到返回的响应。本研究中,Android 客户端主要采用的是 HttpClient 接口中的 POST 方法向云平台发送控制命令,并添加了连接超时等异常处理,与此同时采用多线程机制^[9]接收 Ayla 云平台传来的壁挂炉的状态信息。在 Android 平台的客户端建立 HTTP 通信的详细过程如下:

(1)创建 HttpClient 对象。

```
HttpClient httpClient = new DefaultHttpClient();
```

(2)创建 HttpPost 对象,在 HttpPost 构造函数中传入 Ayla 云平台的地址。

```
HttpPost httpPost = new HttpPost(url);
```

(3)设置请求参数。

```
httpPost.setEntity(new UrlEncodedFormEntity(params, HTTP.UTF_8));
```

(4)发送 post 请求。

```
HttpResponse httpResponse  
= httpClient.execute(httpPost);
```

(5)如果 Ayla 云平台成功返回响应,则获取响应字符串。

```
if(httpResponse.getStatusLine().getStatusCode() ==  
HttpStatus.SC_OK){
```

```
Response=EntityUtils.toString(httpResponse.getEntity());
```

```
return response;
```

```
}
```

```
else {
```

```
return null;
```

```
}
```

3.3 数据库

由于本客户端中存储的信息量小,仅存储包括壁挂炉的开关状态,房间类型,房间实时温度,预约时

间等信息,所以本程序使用的是 Android 平台内置的 SQLite 数据库,SQLite 是一款轻型的数据库.它占用资源非常低,可以降低管理数据的额外开销.SQLite 支持的数据类型包括 BLOB、CLOB、BOOLEAN、TEXT 等,具有很好的可移植性,使用非常方便,可靠性高.非常适合存储智能家居系统中信息量小的家居设备信息.

4 系统的运行与功能测试

本系统的运行与功能测试均在家居环境中进行.由于篇幅所限,本研究只以壁挂炉远程开关机为例,对系统的远程控制功能进行测试分析,对其它功能的测试验证不再详述.

在保证 Ayla 嵌入式模块与路由器和壁挂炉设备连接正常的前提下,通过客户端软件对系统的远程控制功能进行测试分析.打开软件,点击开机按钮,开机命令经 Ayla 云平台和 Ayla 嵌入式模块,被发送至壁挂炉,壁挂炉成功开机.当向其发送关机命令时,壁挂炉能够正常关机.经过反复测试,手机客户端发送的控制命令均能够及时、准确的发送至壁挂炉设备.

5 结语

本文对基于 Ayla 云平台的壁挂炉远程控制系统,进行了详细的研究和设计.将壁挂炉与 Ayla 公司提供的 Ayla 嵌入式模块相结合,构建了一个由 Ayla 云服务、壁挂炉、手机客户端组成的壁挂炉远程控制系统.在本研究中,需要对壁挂炉主控板 MCU 进行重新设计,使其预留出与 Ayla 嵌入式模块通信的接口,此项

工作是在广州迪森家用锅炉制造有限公司的帮助下完成.此外,利用 Android 平台开发客户端软件,对客户端的界面、通信模块、数据库进行了详细的设计与实现.在家居环境中,对本系统的各项功能进行测试和验证,结果表明系统稳定、可靠,各项功能均能实现.

论文的完成得到了美国 Ayla 公司、深圳岭义海贝科技有限公司和国内某知名锅炉有限公司的技术支持和帮助,在此深表感谢.

参考文献

- 1 闵丽娟,卢捍华,陈玲,等.智能家居的系统结构及相关无线通信技术研究.计算机技术与发展,2011,21(8):169-172.
- 2 邵鹏飞,王喆,张宝儒.面向移动互联网的智能家居系统研究.计算机测量与控制,2012,20(2):474-476.
- 3 徐亮.基于 Android 的远程控制系统.计算机工程,2013,39(11):280-284.
- 4 李慧燕,费鹏,沈昱明.Modbus/TCP 协议的通信处理器模块设计.光学仪器,2013 (1):70-74.
- 5 王根义.CRC 校验码算法的研究与实现.电子设计工程,2012,20(9):38-40.
- 6 王运红,何灵娜.基于 Android 平台智能家居客户端的设计与实现.机电工程,2014,31(8):1086-1089.
- 7 Android 开发应用实战详解.北京:中国铁道出版社,2011.
- 8 王挥,吴小祥.基于 Android 的校园客户端的设计与实现.计算机科学与应用,2013,3:313.
- 9 李元元.基于 Android 平台的智能家居安防系统设计.制造业自动化,2012,6:44.