

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2014.08.027

基于Android平台智能家居 客户端的设计与实现

王运红,何灵娜

(浙江工业大学 信息工程学院, 浙江 杭州 310023)

摘要: 针对智能家居系统中功能实现的便捷性问题,对智能家居系统控制实现的通信模块、数据库和消息通信格式等方面进行了分析与实现,从而设计了智能家居系统客户端。首先基于Android平台采用MVC设计模式将客户端的设计分为View视图、Activity控制层和逻辑功能部分;其次自定义客户端与嵌入式网关之间的数据消息格式,从而采用格式化的消息交互格式提高了系统的可扩展性和网络传输的可靠性;设计并实现了客户端的数据库,以便保存用户设置数据及传感器历史数据;对客户端与网关交互的Socket通信和HTTP协议通信进行了设计与实现。最后结合网关和无线传感网络节点对客户端功能进行了测试。研究表明,该客户端能够方便、快捷地实现各功能,符合预期要求。

关键词: Android; 智能家居; 客户端; 数据库

中图分类号: TP315 **文献标志码:** A

文章编号: 1001-4551(2014)08-1086-05

Design and implementation of client based on Android for smart home

WANG Yun-hong, HE Ling-na

(College of Information Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310023, China)

Abstract: Aiming at the convenience of the function realization in smart home, the communication module, database and the message format were designed and realized, thus the client was designed. Firstly, the client's development was divided into View part, Activity control and function module. Secondly, the message format was designed between the client and embedded gateway to improve the reliability of the network transmission. The database of the client was designed to save the data for the sensor history data. The Socket and the HTTP communication were designed and implemented that used for the interaction between the client and gateway. Finally, combining with gateway and wireless sensor network nodes, the control experiments of client were carried out. The results indicate that the client has a good effectiveness of the control function.

Key words: Android; smart home; client; database

0 引 言

智能家居是以住宅为平台,通过网络技术、自动控制技术、计算机技术将家居生活环境中的各种设备连接起来,实现家居生活环境的智能化控制,提供一个更加人性和智能化的居住环境^[1]。客户端是系统中与用户直接交互的部分,是智能家居系统整体状况的最直接的体现,受到了广泛的关注。

目前,国内外很多学者和机构在研究智能家居相关技术。文献[2]实现了一个智能家居整体解决方案,包括家庭网关、家庭ZigBee无线网络和传感器功能模块,重点放在各个部分直接的通信和硬件设计上,对客户端和控制方式关注较少。文献[3]是以Android手持终端作为智能家居的客户端,研究客户端与家庭网关之间的通信协议以及Android应用层对底层的JNI调用。文献[4]实现了通过CDMA蜂窝网和Internet控制家居中的设备,即用户可以通过笔记本电

收稿日期: 2014-04-18

作者简介: 王运红(1988-),男,安徽亳州人,主要从事Android程序开发、嵌入式开发方面的研究。E-mail:ysxmwyh@163.com

脑与手持终端多种客户端设备进行控制。

Android 是 Google 在 2007 年推出的开源手机操作系统,具有开发和免费的优势,并且具有十分强大的功能,这使得基于 Android 系统的应用越来越多^[5-6]。本研究设计基于 Android 的智能家居客户端,对客户端的整体框架和各个功能模块进行实现,自定义与家庭网关之间的消息格式,并设计客户端数据库,使客户端功能更加丰富。

1 智能家居系统概述

本研究中,作为研究对象的智能家居系统总体可分为 3 部分:基于 Android 平台的客户端、嵌入式 Linux 网关和无线传感网络节点。所有功能的执行首先由客户端发送相应命令至网关,在网关处对接收的命令进行分析和处理,然后将处理后的命令经过协调器传输至无线传感网络节点,最后由节点对家居设备进行控制。

客户端与嵌入式网关之间通过 Wi-Fi 采用基于 TCP/IP 协议的 Socket 通信或 HTTP 通信实现交互,网关中部署 Appweb 服务器、SQLite3 数据库和 php 脚本语言等,以便更好地实现各功能。无线传感网络节点采用 CC2530 芯片,通过 Zigbee 通信实现与网关协调器之间的数据的相互传输。

智能家居系统主要实现对各种家电的控制、定时功能、联动报警控制、情景模式控制、环境监测和传感器历史数据查询等功能。

2 客户端的设计与实现

本研究主要从客户端总体框架的设计、通信模块的设计与实现、自定义与网关之间交互的数据格式和数据库的设计方面对基于 Android 平台的客户端进行设计与实现。

2.1 客户端实现框架

由于在 Android 开发过程中,Google 公司已经对它的开发目录文件根据 MVC 的设计模式进行简要地分类,本研究基于 MVC 的设计模式对 Android 客户端总体架构进行设计,这样一方面可以更易于总体框架的搭建、减少工作量,另一方面基于 MVC 的框架设计使得系统结构更加清晰。客户端的架构如图 1 所示。

图 1 中的客户端界面的元素主要为 Android 自带的控件和重写的控件。包括自定义的滚轮控件、滑动按钮控件、重写的 ViewPager 控件等,这些是客户端的视图部分,主要提供界面和提高用户体验效果^[7-8]。而 Activity 作为 Android 中的四大组件之一,除了将视图

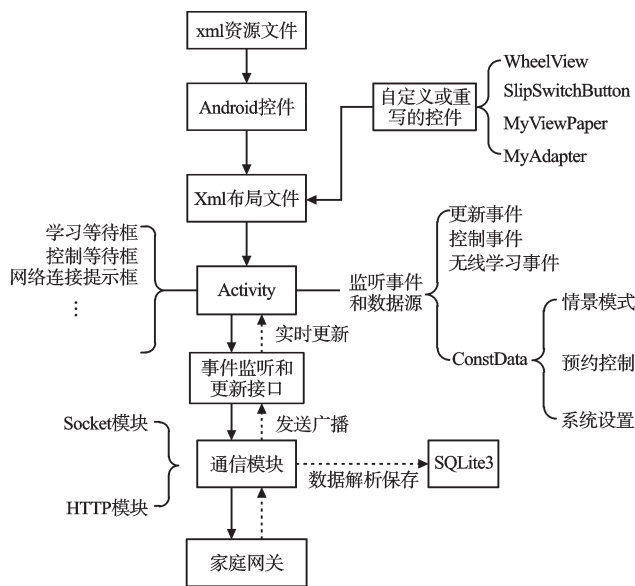


图 1 客户端的架构图

部分进行显示外,还承载着控制层的所有入口,在其不同的生命周期函数中,完成与功能模块的各种交互。因此,Activity 连接着视图部分和底层的模块功能部分,从 View 中获取数据然后把数据传给 Model 层进行处理,最后再显示处理结果^[9]。底层部分则是各种功能的实现模块,这里主要有数据库的操作模块、Socket 通信模块、HTTP 通信模块、JSON 数据格式的封装和解析等,它们与 Activity 通过相应的接口交互。

2.2 通信模块的设计与实现

智能家居系统中的功能可以分为两类:一种是控制类功能,包括灯光控制、电视机和空调等几乎所有家居设备的控制功能;一种是查询类功能,主要指家居中各种传感器的数据采集和查询功能。两种不同类别的功能在客户端与网关的通信时使用不同的通信方式。控制类功能主要通过 Socket 通信实现与网关的交互,而传感器数据查询类功能主要通过 HTTP 协议通信从网关获取数据。

2.2.1 Android 系统中 Socket 通信的实现

本研究在 Android 平台的客户端上建立 Socket 通信与网关服务器进行连接并发送字节数据,同时设置连接时长和异常处理。而 Socket 通信属于耗时操作,如果将发送和接收过程放在同一个线程中运行,可能会导致程序崩溃^[10]。因此,本研究将另起一个线程来专门负责接收网关返回的数据,这样发送和接收就在不同的线程中处理,并对每一次数据发送设置对应的接收时间限制,防止发送线程和接收线程的混淆。在 Android 平台的客户端建立 Socket 通信的详细过程如下:

(1) 创建 Socket 对象。

```
Socket ClientSocket=new Socket();
```

(2) 绑定本地的IP地址和端口号,本地的端口号要与服务端端口号相同,并且同时对Socket对象设置了连接时间限制。

```
InterSocketAddress isa=new InterSocketAddress(IP,PORT);
```

(3) 建立Socket连接并设置连接超时。

```
ClientSocket.connect(isa,TIMEOUT);
```

(4) 建立数据流通道并将数据通过流通道发送至服务端,此处用到了JAVA数据流的相关知识。

```
DataOutputStream out=new DadaOutputStream(ClientSocket.getOutputStream());
```

```
out.write(字节数据);
```

```
out.flush();
```

(5) 本研究另起一个线程来专门用来接收服务端返回的数据,在线程中同样需要建立接收流管道,接收完成后关闭Socket连接并将数据广播出去。

```
class MyThread extends Thread{ //建立线程
```

```
@override
```

```
public void run(){ //重写 run 方法
```

```
... //接收数据
```

```
ClientSocket.close();//接收完成,关闭 Socket 连接
```

```
}
```

```
}
```

```
//启动线程
```

```
MyThread mThread=new MyThread();
```

```
mThread.start();
```

2.2.2 Android 系统中 HTTP 协议通信的实现

本研究采用 Apache 提供的 HttpClient 接口的 POST 请求方式来开发 HTTP 通信程序,并添加了对连接超时等异常的处理,同时采用多线程机制接受网关返回的数据,以提高传输速率。HTTP 通信的实现步骤与 Socket 通信相似,不同的是 HTTP 通信对接收的查询数据首先进行 JSON 格式解析,之后将数据保存至数据库或进行实时更新界面^[11]。针对本研究的 JSON 数据格式的解析核心代码如下所示:

```
JSONArray jsonArray = new JSONArray(JSON 数据);//创建 jsonArray 数组
```

```
for(int i=0;i<jsonArray.length();i++){
```

```
Map<String,Object> item=new HashMap<String,Object>();
```

```
//将每个数组转换为 JSON 对象
```

```
JSONObject result =(JSONObject)jsonArray.opt(i);
```

```
Iterator iter=result.keys();//创建迭代器
```

```
while(iter.hasNext()){//遍历每一个 JSON 对象
```

```
...//提取 JSON 键值代码
```

```
}
```

```
...
```

```
}
```

2.3 应用层消息格式设计

格式化的数据传输是保障系统及网络可靠传输的重要措施,同时对通信过程中的消息根据其特殊含义按照统一格式传输可以很好地提高系统的可扩展性。本研究设计的应用层消息可以分为控制命令帧和状态消息数据帧两种类型,其中,控制命令帧用于客户端与网关的传送控制命令;状态消息数据帧是网关向客户端发送的控制反馈消息,表明控制命令的执行结果。控制帧主要是 Socket 通信使用的命令,在 TCP/IP 帧格式的基础上对用户数据单元的数据进行格式化处理。无论是控制命令帧还是状态消息数据帧,它们的帧格式定义都是相同的,格式化后的帧格式如图2所示。图中各字段数据均以字节为单位。

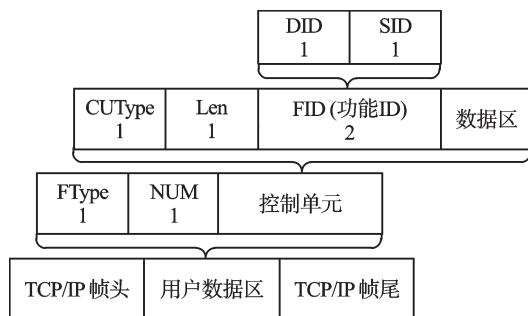


图2 应用层控制帧消息格式

FType—帧类型标识符,包含控制帧、数据帧、参数配置帧等;NUM—该帧中的控制单元数目;FID—系统中某一设备或传感器节点的标识符,它由DID和SID组成,DID为某一类型设备或传感器的标识符,而SID则为对应同一DID设备或传感器的序列号;CUType—定义为控制单元类型,例如控制命令下的普通控制类型、无线控制类型、定时控制等类型。此外,其还是控制命令帧和状态消息数据帧区分的标志,当CUType=0xE1,则客户端的命令已经正确执行,0xE?则表示客户端的命令没有正确执行,错误类型由不同的CUType值确定;Len—控制单元命令/数据区的长度;数据区是控制单元所携带的控制命令或数据

2.4 客户端数据库设计

客户端的数据库是根据客户端上所实现的联动控制、数据查询等功能进行设计的。本研究在设计过程中充分考虑了各个表之间的关系、命名的规范化和数据的完整性。以设备表为基本表,依据实现的功能依次关联设备类型表、属性表等,实现由上到下的调用,关系明确、结果清晰^[12-15]。客户端数据库主要的表及关系如图3所示。

3 实验结果与功能测试

本研究将在Eclipse中开发的应用程序安装到Android平板中,在实验室环境中对各功能进行实验测试。

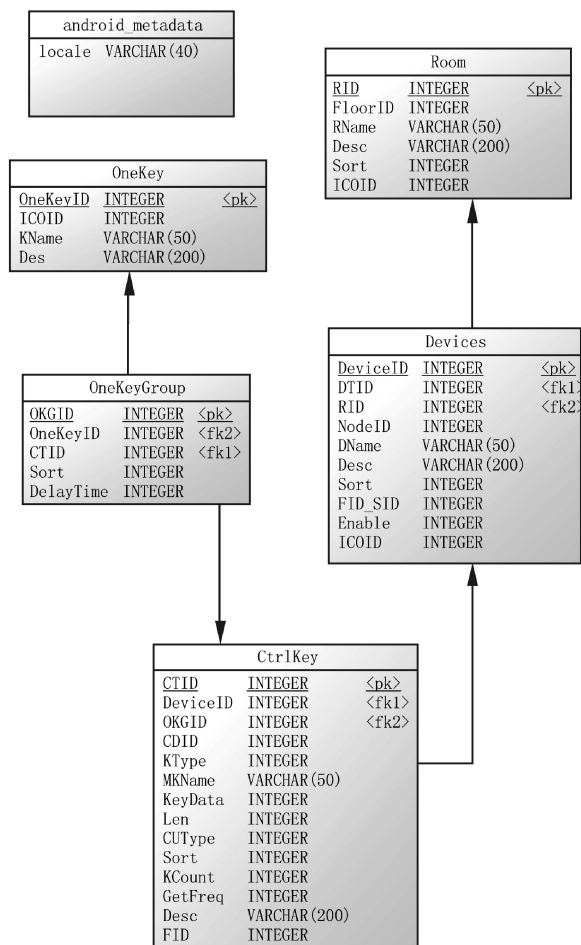


图3 客户端数据库主要表关系图

android_metadata—系统表,其表名和字段都是固定的;Devices—家居中所有的设备表,表示具体的某个设备;Room—房间的数据表;CtrlKey—设备的按键控制表,表示设备具有的属性;OneKeyGroup—情景模式所包含的具体控制;OneKey—某一具体的情景模式

本研究主要对智能家居系统的控制功能、查询功能和进行了实验验证,在无线传感网络节点和网关功能正常的情况下,使用安装 Android 程序的平板作为客户端对各个功能进行测试。

由于控制功能对所有家居设备的实现原理相同,本研究只对台灯进行了控制功能的实验,但其结果同时适用于其他设备的控制功能。该实验通过客户端发出控制台灯的命令,经网关接收并进行处理后对继电器进行控制,从而达到控制台灯的目的。对实验室台灯进行控制的结果如图4所示,当客户端滑动开关打开时,台灯同时也开启了,系统已成功实现继电器控制。



图4 控制功能验证

对于传感器数据的查询功能,首先客户端以一定周期时间发送请求命令,网关将节点最新采集到的数据传输到客户端,在客户端进行界面的刷新。从传感器获取的数据实时显示结果如图5所示。



图5 数据查询显示功能

4 结束语

本研究设计了基于 Android 平台的智能家居客户端系统,根据 MVC 设计模式搭建了客户端整体框架,对客户端通信模块、数据库等分别进行了设计与实现,增强了系统的可扩展性。在实验室内,笔者对客户端的各功能进行了实际测试和验证,研究结果表明各功能均达到要求,对智能家居的发展和应用具有一定的意义。

参考文献(References):

- [1] 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, 6(22): 225-228.
- [2] 严建亮. 基于嵌入式的智能家居网络控制系统的设计与实现[D]. 南京:南京邮电大学自动化学院, 2012.

(下转第 1102 页)

本文引用格式:

王运红,何灵娜. 基于 Android 平台智能家居客户端的设计与实现[J]. 机电工程, 2014, 31(8): 1086-1089, 1102.

WANG Yun-hong, HE Ling-na. Design and implementation of client based on Android for smart home[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2014, 31(8): 1086-1089, 1102.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>

4 结束语

本研究结合生产实际,针对奶粉罐底部(麻面拱形铝箔)这一特殊复杂背景结构,选用合适的光源进行照明,综合利用前景与背景的灰度差、背景形状以及噪声的特征设计基于自适应形态学滤波的算法,从复杂背景中准确提取前景,并检测出奶粉勺配件数量。整个检测系统经过现场运行3个月,取得了良好的效果,在线检测过程中勺子等配件的正检率为99.99%,误检率小于0.05%。并且该系统只需修改模板匹配中的模板和自适应滤波器结构元的确定标准,即可适用于现在市面上各种奶粉罐或异型罐内奶粉勺等配件数量、罐内异物及罐壁缺陷的在线检测。

参考文献(References):

- [1] 梁冬泰. 多尺度多元图像分析机器视觉检测理论及其应用研究[D]. 杭州:浙江大学机械学院,2009.
- [2] 朱 明. 奶粉罐内壁缺陷视觉检测系统研发及关键技术研究[D]. 杭州:中国计量学院计测学院,2013.
- [3] 朱 明,曾其勇,洪 涛,等. 基于机器视觉技术的奶粉罐

内壁缺陷检测系统设计[J]. 制造业自动化,2012,37(24):37-40.

- [4] OPT INC.. OPT Machine Vision[EB/OL][2011-02-18]. <http://www.optmv.com/in-dex.asp>.
- [5] GONZALEZ R C, WOODS R E. 数字图像处理[M]. 2版. 阮秋奇,阮宇智译. 北京:电子工业出版社,2005.
- [6] 曼祖根,李 明,徐克非,等. 高速机器人分拣系统机器视觉技术的研究[J]. 包装与食品机械,2014(1):28-31.
- [7] STEGER C, ULRICH M, WIED-EMANN C. 机器视觉算法与应用[M]. 杨少荣,吴迪靖,段德山,译. 北京:清华大学出版社,2008.
- [8] CANNY J. A computational approach to edge detection[J]. **IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence**, 1986, 8(6):679-698.
- [9] WU Jian-ming, JING Zhong-liang, WU Zheng, et al. Study on an improved Hausdorff distance for multi-sensor image matching[J]. **Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation**, 2012, 17(2):513-520.
- [10] 左文明. 连通区域提取算法[J]. 计算机软件与应用, 2006, 23(1):97-98.
- [11] BUADES A, COLL B, MOREL J M. Nonlocal image and movie denoising[J]. **International Journal of Computer Vision**, 2008, 76(2):123-139.

[编辑:李 辉]

本文引用格式:

何 利,李伯全. 复杂背景中奶粉罐内配件数量检测研究[J]. 机电工程,2014,31(8):1098-1102.

HE Li, LI Bo-quan. Detection of the number of accessories in the milk powder cans in complex background[J]. *Journal of Mechanical & Electrical Engineering*, 2014, 31(8):1098-1102.

《机电工程》杂志:<http://www.meem.com.cn>

(上接第1089页)

- [3] 李秀丽. 智能家居系统中手持终端的软件设计与实现[D]. 南京:南京邮电大学通信与信息工程学院,2012.
- [4] 何东之,于敬芝,王书锋,等. 基于环境智能的智能家居控制系统研究[J]. 计算机工程, 2007, 33(10):261-263.
- [5] 贾文杰,孙志锋. 基于Android平台的智能导游系统[J]. 机电工程, 2011, 28(10):1257-1259.
- [6] FIAWOO S Y, SOWAH A. Design and Development of an Android Application to Process and Display Summarized Corporate data [C]//International Conference on Adapter Science and Technology. Seoul:[s.n.],2012:86-91.
- [7] 徐 航,赵国军. 基于Android的电梯远程监控系统[J]. 机电工程,2012,29(9):1065-1068.
- [8] 闵 锋,邹 旭,彭 思,等. 基于Andriod系统的类人机器人设计与开发[J]. 机电工程技术,2013(5):11-15.
- [9] 唐 敏. 基于Android平台的通讯帮手的设计与开发[J]. 计算机科学,2012,39(6A):573-576.
- [10] GAVALAS D, ECONOMOU D. Development platforms for

mobile applications:status and trends[J]. **IEEE Software**, 2011, 28(1):77-86.

- [11] FIAWOO S Y, SOWAH A. Design and Development of an Android Application to Process and Display Summarized Corporate Data [C]//International Conference on Adapter Science and Technology. Seoul:[s.n.],2012:86-91.
- [12] 鹿 曼. 基于Android的智能家居控制系统的设计与实现[D]. 济南:山东建筑大学信息与电气工程学院,2013.
- [13] 彭风凌,庾先国,王洪辉. 安卓手机与数据库交互系统的设计与实现[J]. 计算机工程与设计,2013,34(11):3907-3911.
- [14] 程 伟,王 伟,谢广明,等. 面向物联网的智能家居原型系统[J]. 兵工自动化,2013,32(11):93-96.
- [15] 尚庆生,郭建文,李建轩. 黑河流域生态水文观测数据库设计与实现[J]. 遥感技术与应用,2013,28(3):411-414.

[编辑:李 辉]