

## 基于 Android 与 Arduino 智能家居控制系统的设计与实现

禹谢华<sup>1,2</sup>, 邓林茂<sup>2,3</sup>, 张晓云<sup>1</sup>, 陈美龙<sup>1</sup>, 匡凤飞<sup>1</sup>

1. 福建师范大学 闽南科技学院, 福建 泉州 362332
2. 厦门大学 信息科学与技术学院, 福建 厦门 361005
3. 冠捷显示科技(厦门)有限公司, 福建 厦门 361101

**摘要:** 作为时下最炙手可热的移动应用端操作系统, Android 以其显著的开放性、便于开发的灵活性、能够与 Google 应用的无缝对接性及丰富的第三方软硬件资源等成为智能应用系统不可或缺的组成部分; Arduino 单片机系统以其开源的电子原型平台、灵活便捷的设计和丰富的传感器资源等被广泛应用。其与 Java 和 C 语言相类似的基于 Wiring/Processing 的语言开发环境更是受到越来越多的电子爱好者和开发者的青睐。本文以移动手机安卓系统为无线控制终端, 结合 Arduino 单片机系统, 设计并实验仿真了一款基于 Android 与 Arduino 的智能家居控制系统, 以控制 LED 灯示例, 通过网络 http 传输控制指令到 Arduino 单片机系统, Arduino 根据所接收到的指令, 控制不同的家居电器完成所要求的工作任务。仿真实验表明, 文章所设计方法行之有效, 可以灵活的运用到日常家居电器设备, 提供了一种智能家居系统设计的新思路, 具有易实现, 应用广的特点。

**关键词:** Android; Arduino; 智能家居; 控制系统

**中图分类号:** U666.12+4

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-2324(2017)04-0532-05

## Design and Implementation of Intelligent Home Control System Based on Android and Arduino

YU Xie-hua<sup>1,2</sup>, DENG Lin-mao<sup>2,3</sup>, ZHANG Xiao-yun<sup>1</sup>, CHEN Mei-long<sup>1</sup>, KUANG Feng-fei<sup>1</sup>

1. Minnan Science and Technology Institute/Fujian Normal University, Quanzhou 362332, China

2. School of Information Science and Engineering/Xiamen University, Xiamen 361005, China

3. TPV Display Technology (Xiamen) Co., Ltd. Xiamen 361101, China

**Abstract:** As one of the most sought-after mobile application terminal operating system, Android has become an indispensable part of the intelligent application system, because it has the features of definite openness, flexibility for development, perfect connection with Google applications and abundant third party software and hardware resources and so on. Arduino MCU system is widely used in society because of its characteristics of open source electronic prototype platform, flexible and convenient design, rich sensor resources, etc. Moreover, its classes Java and C language based on Wiring/Processing development environment are becoming more and more popular among the electronics enthusiasts and developers. Taking the mobile phone Android system as wireless control terminal, and combining Arduino MCU system, an intelligent home control system based on Android and Arduino is designed and implemented in this paper. By controlling LED lamp samples, with the network HTTP transmission control instructions sending to the Arduino MCU system, and according to the received instructions, Arduino can control different household electrical appliances to complete the required tasks. Experiments show that the methods designed in this paper can be flexibly applied to daily household appliances, such as, home appliance control, security equipment, etc. This paper provides a new idea for the design of intelligent home system, which is easy to implement and widely used.

**Keywords:** Android; Arduino; intelligent home; control system

智能家居控制系统是针对不同的用户需求, 利用计算机和网络通讯技术, 将与家居生活有关的诸如安防、灯光控制、家电控制等功能有机地结合在一起, 通过网络化、智能化控制和管理, 实现方便、自动、快捷的日常事务的一种全新家居生活体验。其核心部分便在于如何将用户需求转换成计算机语言, 计算机语言又如何通过某种网络通讯方式传输到移动控制端, 控制端再根据所接收到的计算机语言, 转换成相应的信号控制指令。

**收稿日期:** 2016-02-03

**修回日期:** 2016-02-20

**基金项目:** 2015 年度“福建省高校杰出青年科研人才培养计划”项目(闽教科[2015] 54 号); 2015 年福建省高等学校创新创业教育改革项目(SJKC-2015-02); 2016 年本科高校重大教育教学改革研究项目: 基于区域经济发展的应用型软件人才培养模式研究(JZ160253); 2016 年省级互联网实验教学示范中心项目(SFZX-2016-01); 2016 年福建省高等学校服务产业特色专业建设项目(SJZY-2016-02)

**作者简介:** 禹谢华(1982-), 男, 硕士, 副教授, 思科认证网络工程师。主要研究方向: 移动互联网, 人工智能, 单片机技术, 无线传感器网络。E-mail: yuxiehua@163.com

数字优先出版: 2017-07-28 <http://www.cnki.net>

手机是人们最常用的移动电子设备，使用手机成为家居系统的控制终端就顺理成章的成为了最理想的控制方式。通过对已有的家居控制方案的研究分析后发现，大部分的研究中用户都是需要依赖自己专用的控制端进行操作。本文所设计系统的主要优势便在于结合时下最热门的代表创客精神的 Arduino 系统，配合占有率最高的 Android 手机操作系统，用户只需轻点几个按钮，安装一个 APP，就可以用安卓手机方便、自如的实现家居控制，操作简单，易用性强。在整个设计中，手机与接收命令的单片机控制端可以采用不同的方式进行通信，例如有线网络、WIFI、蓝牙或红外等，各种方式各有利弊，但考虑到部分情况下需要相对较远距离对家居设备的控制，文章采用的方式是：通过手机访问网页客户端，将用户的指令通过网页消息的方式 Post 到服务器 Server 端，单片机系统根据服务器端接收到的命令，转换成对应的控制流程，从而实现家居智能控制。

### 1 系统的总体框架设计

需要设计一个 Android 手机端家居控制 APP，用来访问网页客户端，服务器端通过 Arduino 开发板系统来实现，Arduino 开发板系统采用的单片机型号是 AVR ATmega328，搭配 W5100 网络扩展板，可以实现联网功能。家居控制方面，以控制 RGB LED 灯为例。单片机通过获取 Server 端的信息，得知用户需要控制灯显示何种颜色、开灯及关灯等信息，将这些信息转换成 0~255，通过控制单片机 PWM 输出从而让 LED 灯显示不同的颜色（图 1）。

### 2 硬件模块设计

Arduino 开发板系统是整个家居控制系统的核心，它的处理器是一个具有 32 KB 的系统内可编程的八位 AVR 微控制器 ATmega328，同时具有十四路的数字 in/out 口（其中六路可作为 PWM 的输出），六路作为模拟输入，一个 ICSP header，一个电源插座，一个 USB 口，一个复位按钮和一个 16 MHz 的晶体振荡器。引脚图如图 2 所示。

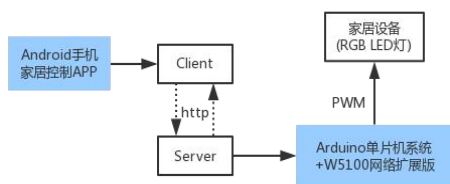


图 1 系统总体框架图

Fig.1 The overall framework of the system

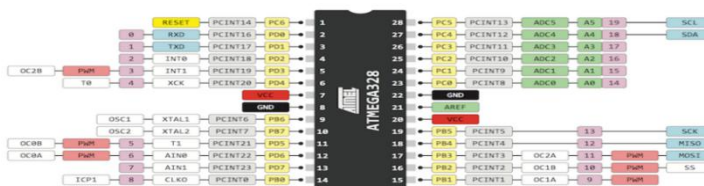


图 2 ATmega328 引脚图

Fig.2 Pins of ATmega328

Arduino 的联网功能主要是通过 W5100 网络扩展板来实现的。W5100 是 Wiznet 公司开发的具有 TCP/IP 协议硬解码的网络芯片，它集成了以太网物理层内核<sup>[1]</sup>。W5100 的使用仅需对其进行简单的端口(Socket)编程即可，不会局限于 Ethernet 的控制，能够在很大程度上降低网络编程及工作人员在硬件接口设计方面的工作量，且能够维持远程数据的可靠稳定通讯<sup>[2]</sup>。单片机与 W5100 之间的相互连接一般有三种不同的形式，分别是 SPI 总线连接方式、间接总线链接方式和直接总线连接方式。其中，SPI 模式的接口连接线路不多，通常用于传输速率相对较低且数据通讯量不大的情形；直接总线接口模式则在数据量传输较大的情况是较为适用；而间接总线接口模式下的数据传输性能则前述的两者之间<sup>[3]</sup>。本文设计中所采用的是 SPI 总线连接模式，在这种模式下，仅需四个引脚进行数据间的通信联络，这四个引脚的定义分别为：SCLK, /SS, MOSI, MISO，对应 Arduino 上的引脚则分别是 16、17、18、19。SPI 方式的连接框图如图 3 所示：

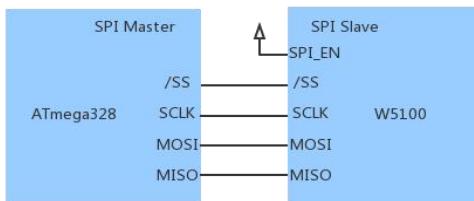


图 3 W5100 与 ATmega328 连接示意图

Fig.3 The schematic connection between W5100 and ATmega328

本项目的家居设备使用的是 Chainable RGB LED 可级联全彩 LED，将 VCC/GND/CI/DI 四个 pin 脚分别连接至 Arduino 的 VCC/GND/pin7/pin8 即可，控制 LED 颜色亮暗均由 ATmega328 的 pin7 和 pin8 来完成。

### 3 系统软件设计

#### 3.1 Arduino 程序设计

Arduino 程序的程序大体可分为如下的三大部分:

(1) 声明变量及各类接口的名称。

(2) setup()。首先调用 setup()函数运行 Arduino 程序,在这一过程中需要完成串口的配置、变量的初始化、类库文件的引入及输入或输出引脚类型的设置等操作<sup>[4]</sup>。需要注意的是,setup()函数仅在每次的 Arduino 上电或重启的过程中被执行一次。

(3) loop()。该函数不断反复循环执行,根据反馈信息不同,适时动态调控 Arduino 主控板的操作。

本文所设计家居控制系统的 Arduino 程序主要可分为如下的三个功能模块:

(1) 设置 W5100,使 Arduino 转换为 WEB 服务器,并通过 html 语言创建网页需要显示的内容。首先需要在申明变量的地方设置 mac 地址、IP 地址和初始化 Server 端口(HTTP 默认是 80 端口),如下所示:

```
byte mac[] = { 0xAB, 0xBC, 0xCD, 0xDE, 0xEF, 0xF0};
```

```
IP Address ip(192,168,1,116);
```

```
Ethernet Server server(80);
```

接着,在 setup()里面执行 Ethernet Server 的连接:

```
Ethernet.begin(mac, ip);
```

```
server.begin();
```

完成以上步骤后,Server 就配置成功了。接下来在 loop()里面不断监听 Client 端是否连接,并且设置 Client 需要显示的内容,具体流程图如图 4 所示。

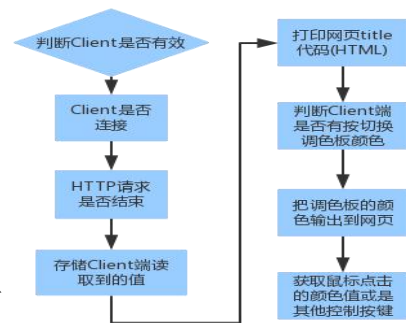


图 4 获取 Client 端数据流程图

Fig.4 Get the Client side data flowchart

这里需要注意的是,在获取鼠标点击的颜色值时,当网页表单采用 POST 方式传送到服务端,不同的浏览器工具,鼠标点击的颜色值对应 POST 参数中的字符位置不一样,本文使用的是安卓平台,对应的位置是第 4 至第 9 的字符,而像 IE 这类浏览器对应的位置是第 7 到第 12 的字符,如果没获取正确,颜色控制就会得不到匹配。

(2) 接收 Web Client 端发送过来的数据并对数据进行处理,通过计算得到 RGB 的 PWM 值。计算过程是将获取到的鼠标点击的十六进制颜色值转换成 ASCII 码值,码值减去 87 或 46 后可得到实际数值。

```

for (int j=4; j<10; j++){
  i = int(POST[j]);
  if(i > 96 && i < 103){
    asc = 87;
  }else if(i > 47 && i < 58){
    asc = 48;
  }else{
    client.print("#");
    break;
  }
  if(j==4){red_color = ((i-asc)*16);}
  if(j==5){red_color += (i-asc);}
  if(j==6){green_color = ((i-asc)*16);}
  if(j==7){green_color += (i-asc);}
  if(j==8){blue_color = ((i-asc)*16);}
  if(j==9){blue_color += (i-asc);}
  client.print("#");}

```

```
}

```

(3) 根据处理后的数据控制 RGB LED 灯的颜色。RGB 的 PWM 值目前已经算出,如果是用户点击“turn on”或是“turn of”, RGB 的 PWM 值分别设置为(255,255,255)和(0,0,0)。具体过程如下所示:

先导入 ChainableLED 的库文件,在变量声明的地方去设置 Arduino pin7 和 pin8 为输出:

```
ChainableLED leds(7, 8, 1);
```

接着,在 setup()去初始化 LED 硬件:

```
leds.init();
```

最后,调用 PWM 设置函数去控制 LED 灯的颜色。

```
leds.setColorRGB(0, red_color, green_color, blue_color);
```

通过 Arduino 控制其他外围家居设备时,与以上的这三个步骤都是类似的。

### 3.2 Android APP 模块设计

Android APP 的主要目的是能访问服务器端的 web 网页,然后通过 HTTP 命令把用户的操作发送到服务器端。那么,APP 的基本功能是能访问网页,通过 Android Web View 可以轻松的实现这个功能<sup>[5]</sup>。Web View(网络视图)能加载显示网页,可以将其视为一个浏览器。Web View 视图和 Android Brower 应用程序都是基于 Web Kit 引擎,所以两者可以赋予 Web 应用程序相同的性能和功能<sup>[6]</sup>。

具体实现过程如下所示:

(1) 在布局文件 activity\_main.xml 中声明一个 Web View 控件,同时声明一个 progress bar 用来显示 Web View 控件加载进度:

```
<Web View
  android:id="@+id/web View"
  android:layout_height="match_parent"
  android:layout_width="match_parent"/>
<ProgressBar
  android:id="@+id/progressBar"
  android:layout_gravity="center"
  android:layout_height="match_parent"
  android:layout_width="wrap_content"
  android:visibility="gone" />
```

(2) 在要 Activity 中实例化 WebView 和 ProgressBar 组件:

```
Web view = (Web View) find View ById(R.id. web View);
```

```
pb = (Progress Bar) find View ById(R.id.progress Bar);
```

(3)调用 Web View 的 loadUrl()方法,设置 Web View 要显示的网页,本文只需要访问使用 Arduino 建立的 Server IP:

```
webView.loadUrl("http://192.168.1.116");
```

(4)调用 set Web View Client 控件,设置 Web View 和 progress bar 视图。主要方法有:

```
On Page Started()
```

```
On Page Finished()
```

```
On Received Error()
```

(5)重写 Activity 类的 on Key Down()方法,点击系统回退键,支持返回上一页:

```
if ((key Code == Key Event.KEYCODE_BACK) && web view.can Go Back()) {
```

```
Web view. Go Back();
```

```
return true;
```

```
}
```

```
return super. on Key Down(key Code, event);
```

(6) 添加一个 exit 退出菜单, 支持快速退出:

```

menu.add(Menu.NONE, 1, 1, "exit").setIcon(android.R.drawable.ic_menu_close_clear_cancel);
public boolean on Options Item Selected(Menu Item item) {
int id = item.get Item Id();
switch (id){
case 1:
Main Activity. this. finish();
break;
}
}

```

(7) 在 AndroidManifest.xml 文件中添加网络权限, 避免出现 Web page not available 的错误提示信息:

```

<uses-permission
android:name="android.permission.INTERNET"/>

```

重复再写两行如上的代码, 分别用 ACCESS\_WIFI\_STATE 和 ACCESS\_STATE 替换上面的 INTERNET, 即可完成网络权限的添加工作<sup>[7]</sup>。

(8) 在 string.xml 中, 修改 app 的 name 为 Home Control:

```

<string name="app_name">Home_Control</string>

```

最后通过 Eclipse 编译生成的 APK 文件安装到手机, 在 Arduino 有连接到网络的情况下, 打开其界面, 如图 5 所示。

用户可以点击彩色调色板上的颜色, LED 颜色的文本框会显示出颜色的具体值, 并以 #xxxxxx 格式显示。例如当用户点击红色区域时, 文本框就会显示 #ff0000。颜色值通过 HTML 的表单实现数据交互, POST 到 Arduino Server 端。调色板的六种颜色可以通过 previous/next 进行切换, 根据用户需求, 只需在代码中填入多组颜色的 table, 用户就可以方便的进行颜色切换, 选择自己想要控制的颜色。Turn on 和 Turn off 分别是控制 LED 灯的开和关, 当点击 Turn on 时, LED 灯亮起, 默认的颜色是白色; 当点击 Turn off 时, LED 灯即全部熄灭。



图 5 Android 智能家居(灯光)控制终端界面  
Fig.5 Android smart home (LED) control terminal interface

#### 4 小结

智能家居系统是基于 Arduino 和 W5100 搭建的网络 Server 平台, 通过编写安卓手机客户端的 APK 来发送命令到 Arduino 的 MCU(ATmega328), Arduino 根据接收到的命令最终灵活的完成控制家居设备(RGB LED)执行相应任务的工作, 而且这种方式在绝大多数智能家居系统的通信方式的设计中都能够适用。同时也方便用户不在家的时候, 可以通过互联网的方式进行远程控制。实验在内网的环境中测试成功, 不足的是在外网的环境下进行超远程控制这部分受到环境的影响因素还需要进行不断完善<sup>[8]</sup>。另外, 智能家居电器功能的实现主要是通过使用 LED 灯的开关及不同颜色的切换来验证, 完成了诸如不同家居电器设备的开关、同一电器设备不同功能的开启和关闭等绝大多数功能的移动手机控制, 但其他较为复杂的功能实现, 还将在以后的研究过程中进一步的探讨实践。

#### 参考文献

[1] WIZnet Co.,Ltd. W5100 data sheet:version 1.2.4[Z]. 2011  
 [2] Dave Smith, Jeff Friesen. Android5.0 开发范例代码大全[M].北京:清华大学出版社,2015  
 [3] 晏 勇,周相兵.智能家居自适应网络设计与实现[J].西南大学学报:自然科学版,2014,36(11):215-220  
 [4] 陆 扬,付 斌,游 江.W5100 在单片机实现以太网通信中的应用[J].黑龙江科技信息,2011(5):76-76,15  
 [5] 张杨杨.移动互联网环境下定位服务设计及原型实现[D].西安:长安大学,2014  
 [6] 肖远东.智能家居用电管控系统的设计与实现[J].南京工程学院学报:自然科学版,2014,12(3):59-63  
 [7] 仲元昌,王靖欣,胡江坤,等.Android 内核移植及在远程监控中的应用[J].重庆理工大学学报:自然科学版,2011,25(1):102-106  
 [8] 崔 邓,沈敬伟,周廷刚.一种面向移动智能手机用户轨迹停留点提取的时空聚类算法研究[J].西南师范大学学报:自然科学版,2016,41(10):81-87