

# Android 终端及 FPGA 控制的智能家居系统\*

郑俊波, 苏成悦, 何榕礼, 林剑冰

(广东工业大学 物理与光电工程学院, 广东 广州 510006)

**摘要:** 针对智能家居的应用需要和智能手机的日益普及, 设计并实现了一个以 Android 手机作为遥控终端及 FPGA 为主控中心的智能家居系统, 该系统利用蓝牙进行通信, 应用多种传感器, 实现视频监控、学习型红外遥控、温湿度采集、振动检测以及 GSM 远程报警等功能, 从而满足用户的需求并达到一种智能控制的效果。该系统使用方便、操作简单、易于扩展。

**关键词:** 智能家居; Android; FPGA; 视频监控

中图分类号: TP36

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2014)05-0093-03

## Smart home system utilize on FPGA controled and Android devices

Zheng Junbo, Su Chengyue, He Rongli, Lin Jianbing

(School of Physics and Optoelectronic Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

**Abstract:** Aimed at application requirements of smart home system and increasing popularity of smart phone, a smart home system, of which an Android mobile phone is the remote terminal and FPGA is the control center, is designed. Using blue tooth communication technology and all sorts of sensors, it makes these functions possible like video surveillance, infrared remote control, temperature and humidity acquisition, vibration test and GSM remote alarm, to satisfy the user's requirement in the way of intelligent control. The system is easy to use with simple operation, and it is easy to expand its function.

**Key words:** smart home; Android; FPGA; video surveillance

智能家居是以住宅为平台, 利用通信技术、自动控制技术等新技术, 将各种家电安防设施进行集成, 组成住宅设施管理系统, 造就一个安全便利舒适环保的家居生活环境。近年随计算机技术、通信技术和网络技术的发展, 智能家居逐渐成为未来家居生活的发展方向<sup>[1]</sup>。

在智能家居的控制系统中, 控制终端是其核心设备, 目前主要有以下几种方案: 第一种是采用键盘、LCD 显示器和红外遥控器等设备对各种家用设备进行控制<sup>[2]</sup>, 这种方式需要对终端的软件和硬件分别进行设计, 因而设计复杂且成本高。第二种是采用 PC 作为控制终端<sup>[3]</sup>, 使用这种方式的缺陷是只能在固定的位置进行控制。第三种是采用智能手机作为控制终端, 通过 WiFi、蓝牙、GSM 等无线网络对家居系统进行控制<sup>[4]</sup>, 此方案使用方便、快捷。

随着 Android 智能终端日益普及, 其作为控制终端

将成为未来智能家居系统发展的趋势。本系统以 Android 智能设备作为遥控终端, 以 FPGA 作为主控中心处理器, 通过蓝牙与手机端进行通信并对数据进行处理, 实现视频监控、红外遥控、温湿度检测、振动检测、GSM 远程报警等功能。FPGA 内部资源丰富, 接口方便, 还可实现脸部识别、指纹识别等功能。

### 1 系统结构

系统结构框图如图 1 所示, 首先在 Android 平台下开发一个应用程序, 数据通过蓝牙发送给控制中心, 当 FPGA 接收处理完数据后通过串口给相应的功能模块发送指令, 各功能模块执行相应任务后也会将数据通过控制中心返回给智能终端并显示, 其中采用串口通信可让通信方式多样化<sup>[5]</sup>, 如 485 总线、蓝牙模块、WiFi 模块、ZigBee 模块等都可用串口进行收发数据。这种结构使得用户只需用手机、平板电脑等 Android 终端就能任意控制各种家用设备并实时掌握周围的环境情况, 使用非常简单快捷。

\* 基金项目: 2013 年广东省信息产业发展专项现代信息服务业项目(2150510)

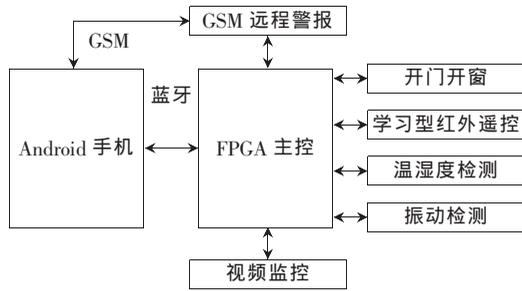


图1 系统结构框图

## 2 主控中心 FPGA 设计

本系统采用 FPGA 作为中间控制部分的处理器主要基于以下两点考虑,首先整个系统中用到多个串口,普通单片机内部不超过 3 个串口,而 FPGA 可以根据需求搭建多个 UART 接口;其次 FPGA 可以采用平行以及流水线处理,可以完成视频数据采集、VGA 接口输出等高速处理,还可完成脸部识别、指纹识别等复杂运算。设计中采用的 FPGA 芯片型号是 Altera 公司 Cyclone II 系列 EP2C8Q208C8,在 Quartus II 平台下用 Verilog 语言进行开发。

### 2.1 UART 模块的设计

由于 FPGA 与各功能模块均利用串口进行通信,因此需要搭建多个 UART 接口,对数据进行传输和处理。UART 通信模块主要由波特率产生模块、发送模块和接收模块三部分组成,其中波特率产生模块是将 50 MHz 的主时钟经过多次分频后为 UART 的收发模块提供特定的波特率。

FPGA 中的每个 UART 都被例化成一个子模块,各模块间通过输出输入接口进行数据的交互,此外还有一个控制模块,用于控制每个串口的发送和接收。

### 2.2 视频监控的设计

视频监控是家庭防盗系统中必不可少的部分,本系统通过 OV7670 摄像头获取视频信息,用 FPGA 进行数据的采集和存储,最后通过 VGA 接口用显示器显示出来。框架如图 2 所示。

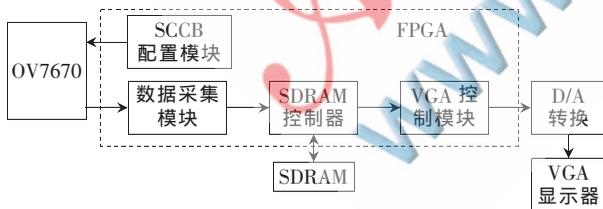


图2 视频监控框架图

OV7670 是 OmmVision 公司生产的 CMOS 摄像头,通过 SCCB 总线控制,图像最高达到 30 帧/s。FPGA 先构建一个配置模块,用 SCCB 总线对 OV7670 进行初始化设置并使其开始工作,其中的 SCCB 总线本质为简化了的 I<sup>2</sup>C 总线。

配置成功后,FPGA 将接收 RGB565 格式的数据,即第一个字节的前 5 位表示红色,第一字节的后 3 位和第二字节前 3 位表示绿色,第二字节后 5 位表示蓝色。数

据通过 SDRAM 控制模块存进外部 SDRAM 中,SDRAM 的主要作用是把图像数据以 30 帧/s 的速率进行缓存,然后再以 60 帧/s 的速率读出。从 SDRAM 读出的数据将通过 VGA 控制模块转换为 VGA 协议输出,最后通过一个三路 10 位高速视频 DAC 芯片 ADV7123 进行 D/A 转换后显示在显示器上,进行实时的监控。

除了可实时监控外,当系统触发警报信息后可以对视频信息存储到外接 Flash 中,由于 Flash 的容量以及读写速度有限,不能将所有视频数据保存下来,因此采样间断性存储的方法,即以图片的形式将现场的情况保存下来,这种方式既能减少 Flash 的容量,又可以较好地保存现场的信息。

## 3 Android 应用程序的开发

Android 终端的应用程序是基于 Android 2.3 版本,在 Eclipse 平台下用 Java 语言进行开发,其主要内容包括设计一个人机交流界面,获取已配对的蓝牙设备并建立连接,利用 Socket 进行数据传输等。

### 3.1 界面设计

该应用程序主要有两个界面,开启时首先进入主控界面,主要包括温湿度的显示、防盗系统的开启与关闭、电视遥控等功能,点击电视遥控按键将进入红外遥控界面。界面通过 AbsoluteLayout 进行布局设计,这是一种绝对布局,可以任意调整每个控件的横坐标和纵坐标,界面上每个按键通过绑定一个地址和添加一个监听器,点击按键后会触发监听器并执行相应的操作。

### 3.2 蓝牙的获取和连接

应用程序中需要建立一个蓝牙通信通道,以便与 FPGA 端的蓝牙模块进行数据传输,在建立蓝牙通信之前先搜索出已配对的蓝牙设备并用列表显示,当点击其中一个设备进行连接时,其地址值会被记录下来并通过 Intent 回传给主 Activity<sup>[6]</sup>。当本机蓝牙开启以及要连接设备的地址获取后就可建立 Socket 连接,通过 Thread 创建的一个线程来进行 Socket 连接,连接成功后界面上会显示“连接成功”。

## 4 功能模块的开发

### 4.1 无线通信设计

系统中主要运用了蓝牙、GSM 这两种无线通信协议,其中蓝牙是应用在手机和主控中心之间的通信,它的传输距离达 10 m 左右,满足室内使用要求。而 GSM 用于远距离报警。

### 4.2 学习型红外遥控

现在大多数家庭中使用到红外遥控器多达数个,如果将控制全部集中于手机则会十分便利,但不同遥控器的红外编码是不一致的,因此本系统设计的是学习型红外遥控,它以 STM8S105S4 单片机作为主控芯片,包括了红外发射和接收两部分电路,能够学习并存储各种红外编码,工作流程如图 3 所示。

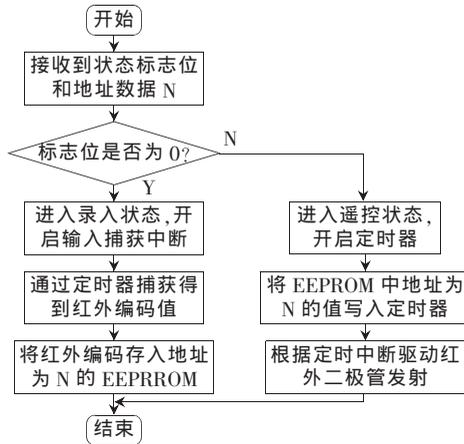


图3 学习型红外遥控工作流程

#### 4.3 温度检测

温度检测采用 NTC (热敏电阻), 它是随温度上升电阻呈指数关系减小、具有负温度系数的材料, 因此只要采样出的电阻值然后与其温度阻值变化列表进行对应便可得出当前的温度值。设计中用单片机内部的 10 位 A/D 转换器采样其电压值, 再根据分压电阻求出 NTC 的阻值, 最后通过取表得出温度值。

#### 4.4 湿度检测

湿度检测采用 HS1100 湿度传感器, 它是一种基于电容原理的湿度传感器, 相对湿度的变化和电容值呈线性规律。在实际测试中, 电容值随着空气湿度的变化而变化, 因此将电容值的变化转换成电压或频率的变化, 才能进行有效地数据采集。设计中用 NE555 组成振荡电路, HS1100 湿度传感器充当振荡电容, 从而完成湿度到频率的转换。

#### 4.5 振动检测

振动检测采用 MMA7631 三轴小量程加速度传感器, 它根据物体运动和方向改变输出信号的电压值。各轴的信号在不运动或不被重力作用的状态下, 其输出为 1.65 V。采用 STM8S105S4 单片机内部的 10 位 A/D 转换器采样 3 个方向的电压, 根据采样结果的变化来判断门窗是否振动, 当变化范围超过一定的限值时, 则判断门窗被开启, 触发报警信息。

本文设计并实现了一个基于 Android 智能终端及 FPGA 的智能家居系统, 在 3 个平台下完成开发, 分别是用 Java 语言在 Android 系统下进行应用程序开发, 用 Verilog 语言对主控 FPGA 进行设计以及基于 STM8 单片机的功能模块设计。以 FPGA 作为主控中心, 相比于 AMR11、STM32 等串行处理器, 它可实现视频监控、人脸识别等高速复杂处理, 而且无须后台服务器, 减低了成本。系统以 Android 设备作为遥控终端, 与传统控制方案相比, 它可以实现程序化控制, 可存贮各种个性化的控制方案。本系统使用方便、操作简单, 能满足普通家庭的需求, 具有较高的实用性和推广价值。

#### 参考文献

- [1] 陈致远, 朱叶承, 周卓泉. 一种基于 STM32 的智能家居控制系统[J]. 电子技术应用, 2012, 38(9): 138-140.
- [2] 满莎, 杨恢先, 彭友, 等. 基于 ARM9 的嵌入式无线智能家居网关设计[J]. 计算机应用, 2010, 30(9): 2541-2544.
- [3] 陈乔云, 贾金玲. 基于智能手机与 PC 机的智能家居系统设计[J]. 电子设计工程, 2009, 17(9): 25-29.
- [4] 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.
- [5] DEBONO CJ, KURT ABELA. Implementation of a Home Automation System through a Central FPGA Controller[C]. 2012 16th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference (MELECON). Piscataway, N.J: IEEE press, 2012: 641-644.
- [6] PAYET ETIENNE, SPOTO FAUSTO. Static analysis of Android programs[J]. Information and Software Technology, 2012, 54(11): 1192-1201.

(收稿日期: 2013-12-15)

#### 作者简介:

郑俊波, 男, 1990 年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 应用电子技术。

苏成悦, 男, 1961 年生, 教授, 硕士生导师, 主要研究方向: 应用物理、智能控制系统。