

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2015.08.021

基于蓝牙的电梯无线调试系统研究

胡 军¹, 赵国军^{2*}, 景 程², 王一蒙³

(1. 浙江长征职业技术学院 实训中心, 浙江 杭州 310023; 2. 浙江工业大学 机械工程学院, 浙江 杭州 310023; 3. 哈尔滨师范大学 物理与电子工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150025)

摘要:针对传统的电梯调试方法存在调试人员工作量大和调试周期长的弊端,及目前无线电梯调试方法受到无线信号传输距离限制的缺点,对电梯控制系统、轿厢通信、蓝牙无线通信、手机 Android 技术等方面进行了研究,提出了基于蓝牙的电梯无线调试系统。该系统应用了蓝牙技术和 Android 手机技术,将蓝牙模块嵌入在电梯轿厢控制器上,通过 Android 手机连接电梯轿厢控制器,从而达到调试电梯的目的。系统基于奔克 BP304 电梯控制系统平台,在高度为 2 m 的试验塔中进行了测试。研究表明,利用该系统调试,电梯的反应时间为 25 ms ~ 50 ms,能够满足电梯调试的要求。系统成本低、可靠性强、灵活性高,并且调试结果可视。

关键词:无线调试;蓝牙;电梯;控制器

中图分类号:TH39;TP29

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2015)08-1115-05

Research on an elevator wireless adjustment system based on Bluetooth

HU Jun¹, ZHAO Guo-jun², JING Cheng², WANG Yi-meng³

(1. Department of Training Center, Zhejiang ChangZheng Vocational & Technical College, Hangzhou 310023, China; 2. School of Mechanical Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310023, China; 3. School of Physics Electronic Engineering, Harbin Normal University, Harbin 150025, China)

Abstract: Aiming at that traditional elevator adjustment method exist adjustor's heavy workload, long adjustment and other defects, and that the wireless elevator adjustment method currently used was limited by the wireless signal transmission distance, elevator control system, elevator car communication, Bluetooth wireless communication, mobile phone Android technology, etc. were studied, the elevator wireless adjustment system based on Bluetooth was proposed. Bluetooth technology and Android phone technology were applied to the elevator adjustment system in the system designed in this paper, Bluetooth module was embedded in the elevator car controller, and then the Android mobile phone connected elevator car controller, so as to achieve the purpose of elevator adjustment. The system was based on BÖHNKE + PARTNER BP304 elevator control system platform, and tested at a height of 2 meters test tower. The results indicate that using the system to adjust elevator, the reaction time of elevator is 25 ms to 50 ms, which is able to meet the requirements of the elevator adjustment. The system has advantages of low cost, high reliability, high flexibility, and displays visual adjustment results.

Key words: wireless adjustment; Bluetooth; elevator; controller

0 引 言

传统电梯调试着重于机房,在电梯平层和运行曲线等调试过程中,需要较长的调试周期,且通常需要两

个调试人员之间的密切配合,一个在轿厢里判断电梯平层和运行是否正常,另一个在机房修改电梯参数^[1]。本研究设计的电梯无线调试系统应用了蓝牙通讯技术,Android 手机技术和微处理器技术。与传统

收稿日期:2015-03-30

作者简介:胡军(1966-),男,浙江杭州人,硕士,讲师/工程师,主要从事无线通信方面的研究。E-mail:hj6606a@163.com

通信联系人:赵国军,男,教授,硕士生导师。E-mail:cnzgj@163.com

的电梯调试方法相比,该系统使用 Android 手机远程调试电梯,使得调试过程直观,降低了调试人员的工作量,并缩短了电梯调试周期。本研究所述蓝牙无线模块是嵌入在电梯轿厢控制器上的,调试人员在电梯轿厢内就可以调整电梯轿厢参数,实时调试的结果在 Android 手机就能够观察到。

该系统选用奔克公司 (BÖHNKE + PARTNER) 生产的 BP304 电梯主控制器作为实验平台。BP304 控制系统能够支持最多 64 层,8 台电梯群控并支持调试。

1 系统结构

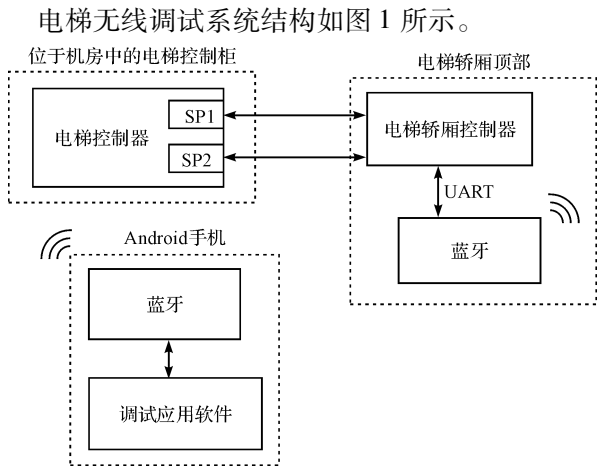


图 1 电梯无线调试系统结构示意图

电梯无线调试系统包括两个控制器:电梯主控制器和电梯轿厢控制器。电梯主控制器位于电梯控制机房的控制柜中,能够与蓝牙连接的电梯轿厢控制器位于电梯轿厢的顶部。电梯轿厢控制器通过 SP2 (RS485 模块) 向电梯主控制器传送电梯轿厢数据,通过 SP1 (RS422 模块) 向电梯主控制器传送无线调试数据^[2]。在 Android 手机与电梯轿厢控制器完成无线调试连接后,电梯轿厢控制器将电梯主控制器发来的数据发送给 Android 手机。如果没有操作命令,电梯主控制器就向 Android 手机定期传送电梯运行状态信息,该信息以可视化动态手机界面显示。当调试人员运行 Android 手机上的调试应用程序时,调试信息实时发送到电梯主控制器。电梯无线调试系统由两部分组成:电梯轿厢控制器和 Android 手机中的调试应用软件。

2 轿厢控制器设计

该设计对仅具有基本的 I/O 操作的功能的原始电梯轿厢控制器硬件进行重新设计,并增加无线调试功能。电梯轿厢控制器的硬件结构如图 2 所示。

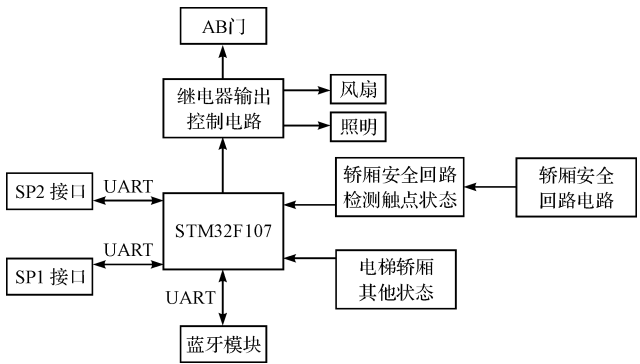


图 2 电梯轿厢控制器的硬件结构示意图

电梯轿厢控制器的主芯片是 STMicroelectronics (ST)^[3]公司设计的 32 位处理器 STM32F107,芯片引脚 LQFP64 封装,采用 ARM Cortex-M3 内核,提供 5 个 UART、3 个 SPI 接口、USB (OTG) 接口和 256 K ROM,内部还集成有以太网 10/100 MAC 模块^[4]。

电梯轿厢控制器由 SP2 接口将电梯轿厢和安全回路电路等数据发送给电梯主控制器,并通过 SP1 接口将无线调试数据发送给电梯主控制器。安装电梯轿厢控制器之前,先将蓝牙无线模块嵌入在电梯轿厢控制器上,实物如图 3 所示,然后进行安装。如果没有操作,根据电梯主控制器通过 SP1 和 SP2 传来的数据,电梯轿厢控制器驱动继电器输出或通过蓝牙定期发送电梯的运行信息到 Android 手机上。当调试人员运行 Android 手机上的调试应用程序时,调试信息通过蓝牙实时发送到电梯轿厢控制器,再由电梯轿厢控制器通过 SP1 接口发送给电梯主控制器。

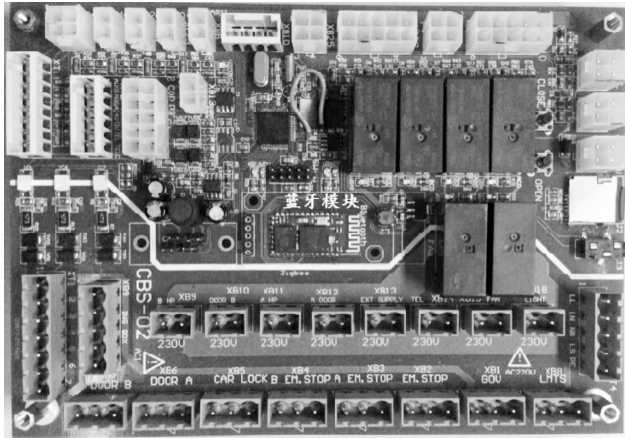


图 3 电梯轿厢控制器实物图

蓝牙芯片采用英国 CSR 公司的 BlueCore4-Ext 芯片,遵循 V2.1 + EDR 蓝牙规范。CSR 公司 BlueCore®系列是世界上最流行的消费电子设备解决方案,能够实现最低的功耗。BlueCore4-Ext 芯片支持 UART、USB、SPI 等接口,支持 SPP 蓝牙串口协议,具有

成本低、体积小、功耗低、收发灵敏性高等优点,只需配备少量的外围元件就能实现其强大功能。此外,它具有最理想的射频性能,并且目前仍然是唯一的一个开放式 DSP 内核。

蓝牙技术要求每对蓝牙通信设备必须有一个主设备和一个从设备,且由主端进行查找,发起配对^[5]。建立通信链路之后,双方都可以发送和接收数据。电梯轿厢端的蓝牙设定为从设备并命名为 ELEVATOR ONE,以便与其它蓝牙设备区分开来。该芯片采用 3.3 V 电源供电,波特率设置为 38 400,数据位 8 位,无奇偶校验,无停止位。蓝牙无线调试通信的硬件结构框图如图 4 所示。

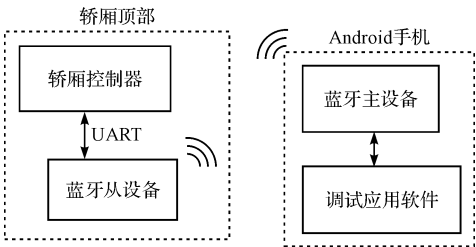


图 4 蓝牙无线调试通信的硬件结构框图

3 调试应用程序设计

运行在 Android 手机上的调试应用程序用例图如图 5 所示。应用程序主要包括 3 个组成部分:登录模块,蓝牙连接模块和调试模块。登录模块用于注册、登录和密码找回。用户初次使用该系统时需要注册个人账户。如果用户忘记密码,密码找回功能能够在用户提供账户名和 E-mail 地址后重置密码。本研究重点介绍蓝牙连接模块和调试模块。

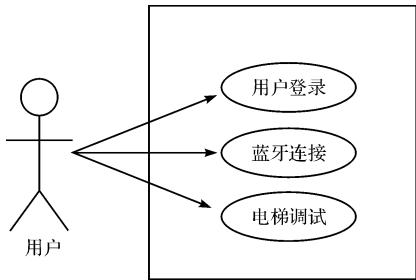


图 5 调试应用程序的用例图

3.1 蓝牙连接模块

蓝牙连接模块负责开启、扫描蓝牙设备以连接嵌入在轿厢控制器上的蓝牙模块,蓝牙连接流程图如图 6 所示。主要细节说明如下:

(1)界面左上角有一个“退出”按钮,用来退出当前界面,返回登录界面,需重新登录才能再次进入蓝牙连接界面;

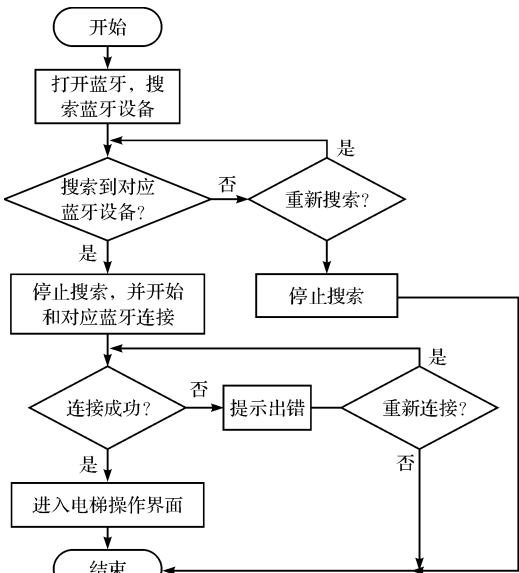


图 6 蓝牙连接模块流程图

(2)将搜索到的蓝牙设备加入设备列表;

(3)当手机蓝牙与智能轿厢控制器连接上后,采用进度条表示无线操作电梯软件与智能轿厢控制器的建立连接过程。

本研究在设计中调用 Android Bluetooth API。在蓝牙连接模块中,BluetoothAdapter 类的 startDiscovery()方法可以执行一个异步方式查找发现周边的蓝牙设备,BluetoothDevice 类的 getBondedDevices()方法用来获取、绑定已经配对的设备,并添加到设备列表中。整个扫描过程最长可能达到 12 s,包括搜索获得新的扫描设备并绑定设备^[6]。在 BP304 的蓝牙模块连接之后,程序应该调用 cancelDiscovery()方法来取消设备发现以减少资源的浪费。配对轿厢控制器的蓝牙设备成功后,Android 手机与轿厢控制器的蓝牙设备建立 RFCOMM 连接,然后该程序由 BluetoothDevice 类对象创建 BluetoothSocket 并且初始化连接。如果成功建立连接,系统会显示连接的所有详细信息,否则系统会弹出一个 AlertDialog 来提醒用户存在什么问题。

蓝牙连接界面如图 7、图 8 所示。



图 7 蓝牙连接效果图



图 8 蓝牙连接效果图

3.2 调试模块

调试界面用例图如图 9 所示。用户在调试界面可选择进入 3 个子界面:一个是连接 BP304 界面,可与电梯主控制器 BP304 进行调试连接,一个是菜单界面,可通过操作菜单进行电梯调试,最后一个是电梯运行信息界面,可查看电梯运行状态。

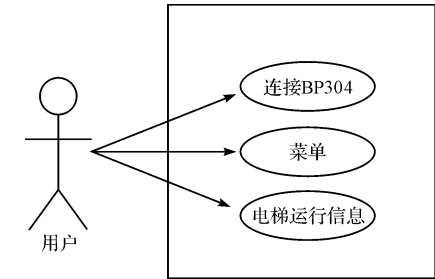


图 9 调试界面用例图

调试连接是电梯无线调试模块与电梯主控制器之间的连接,本研究采用停止等待协议^[7]以保证通讯的稳定性,停止等待协议示意如图 10 所示。停止等待协议执行两个基本机制:确认和超时。在通信期间,电梯主控制器作为服务器而 Android 手机作为客户端。发送数据后,发送者一直等待,直到接收到 ACK 帧。一旦电梯主控制器和 Android 手机的连接建立,数据通信就会进入更新阶段。在这个阶段,电梯参数(如电梯的运行、门开关)的任何改变将被发送到客户端。

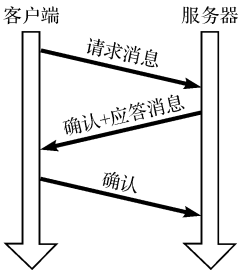


图 10 停止等待协议示意图

操作菜单的界面如图 11 所示。它包括两部分:模拟 LCD 和模拟菜单按钮。模拟 LCD 显示当前电梯的调试状态。在图 11 模拟 LCD 中“no entry”即为不存

在故障,电梯运行正常。

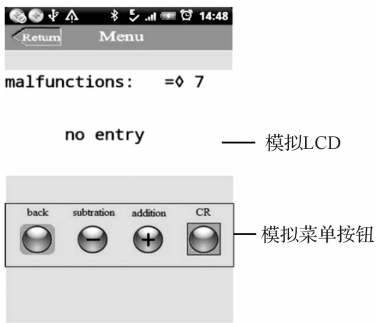


图 11 操作菜单界面

模拟菜单有 4 个按钮,分别命名为返回按钮、后退按钮、前进按钮和 CR 按钮。返回按钮的功能是返回到初始菜单,后退按钮的功能是使光标后退,前进按钮的功能是使光标前进,CR 按钮的功能进入相应的菜单。如果用户需要轿厢呼叫,只需要进入轿厢内呼界面通过操作 4 个按钮进行呼叫。轿厢呼叫操作的界面如图 12 所示。



图 12 轿厢呼叫操作界面

电梯运行信息界面包括运行状态、动态数据和电梯状态。运行状态界面显示电梯的实时运行状态;动态数据界面显示电梯的运行时间和当前时间等动态数据;电梯状态界面显示实时电梯数据,如安全回路和门的状态。电梯运行状态界面使用模拟电梯井如图 13 所示。如果电梯的当前状态是停在 5 楼而且电梯门是打开的,用户能够在 Android 手机上看到模拟轿厢相同的状态。电梯运行状态界面使得调试的结果可视化。

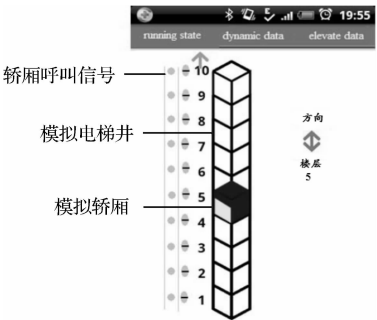


图 13 电梯运行状态界面

4 实验测试分析

蓝牙的连接有效范围通常在 10 m 以内,通过延伸(提高发射功率等方法)连接距离能够达到 100 m。理论上,蓝牙的单个信道可以支持的 1 Mb/s 的传输速率,但实际上的最大传输速率为 721 Kbits/s^[8]。电梯轿厢控制器位于电梯轿厢的顶部,但在电梯轿厢并不是完全密封的。因此,根据蓝牙的通信距离,在理论上调试人员在轿厢内使用 Android 手机的蓝牙程序调试电梯是可行的。因为在实际的井道中存在干扰,为了确保信号的强度,无线模块需要使用高增益天线。在“GB/ T7588—2003 电梯制造与安装安全规范”中规定:轿厢内部净高不少于 2 m^[9]。笔者在 BP304 电梯控制系统实验平台上对无线调试系统进行了测试,当该电梯无线调试系统在高度为 2 m 的试验塔中进行测试时,电梯无线调试系统工作良好,调试人员能够在轿厢内通过手机调试电梯,电梯调试软件的操作方便并且调试结果可视。当 Android 手机发送调试信息时,电梯的反应时间为 25 ms ~ 50 ms,满足电梯运行状态要求^[10-11]。

5 结束语

本研究提出的基于蓝牙的电梯无线调试系统具有成本低、可靠性强、灵活性强等优点,其采用调试人员的随身物品手机作为电梯调试工具,调试结果可以直观地在手机上察看。这不仅为电梯调试人员提供了方便,而且降低了电梯调试工具的开发成本。将 Android 技术与蓝牙技术引入到电梯调试领域,使得电梯调试系统朝着物联网的方向又迈进了一步。

下一步研究工作是进一步提高系统的稳定性和抗干扰能力,即使电梯无线调试系统在试验塔中经过多次测试是成功的,但要应用到实际中还需要考虑到各

种复杂的环境因素和意想不到的状况。另外将云计算技术应用到电梯调试系统中,实现基于云的电梯轿厢参数上传下载功能,方便调试人员调用调试历史记录,进一步加快调试周期。

参考文献(References):

- [1] 张文杰,雷嘉伟,黄立明. 电梯调试装置:中国,201220255382.9[P]. 2013-01-30.
- [2] 张俊,赵国军,魏君燕,等. ZigBee 无线通信在电梯轿厢控制系统中的应用[J]. 机电工程,2012,29(9):1065-1068,1079.
- [3] STMicroelectronics group of companies, STM32F107 Datasheet Revision 4.0[Z]. STMicroelectronics group of companies, 2009.
- [4] 宋岩. ARM Cortex-M3 权威指南[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2004.
- [5] 英正庆,黄达论. 蓝牙与控制系统通讯技术研究[J]. 电工技术,2003,36(4):44-45.
- [6] 周进波,张磊,张敏,等. 基于 Android 系统蓝牙开发的研究与实现[J]. 光学仪器,2013,35(1):34-36.
- [7] PETERSON L L, DAVIE B S. Computer Networks: A Systems Approach[M]. American: Morgan Kaufmann, 2000.
- [8] 卓力,沈兰荪. 蓝牙技术——一种短距离的无线连接技术[J]. 电子技术应用,2001,27(3):6-9.
- [9] 中国建筑科学研究院建筑机械研究分院. GB/ T7588—2003 电梯制造与安装安全规范[S]. 北京:中国建筑科学研究院建筑机械化研究分院,2003.
- [10] 虞晖华. 基于 DSP 和变频器的电梯门机控制系统[J]. 轻工机械,2013,31(4):48-50.
- [11] 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):1065-1068,1079.

[编辑:洪炜娜]

本文引用格式:

胡 军,赵国军,景 程,等. 基于蓝牙的电梯无线调试系统研究[J]. 机电工程,2015,32(8):1115-1119.

HU Jun, ZHAO Guo-jun, JING Cheng, et al. Research on an elevator wireless adjustment system based on Bluetooth[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2015,32(8):1115-1119.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>