

基于网络互动的电梯监测与报警系统^{*}

徐咏梅¹, 刘松国¹, 范锦昌²

(1. 杭州市特种设备检测院, 浙江 杭州 310003; 2. 浙江大学机械电子控制工程研究所, 浙江 杭州 310027)

摘要:针对电梯故障频发的问题,将网络互动技术应用到电梯监测和报警中。建立了由电梯运行状态集和故障判断逻辑组成的电梯故障分类分级模型,明确了电梯不同的运行状态,并且规范了电梯故障判断的依据;根据该模型设计了以高速 MCU 为核心的电梯运行状况监测报警终端,该终端通过独立传感器采集信息,以获取了电梯运行速度、站层、方向及电梯内是否有人等信息;同时将基于 H. 264 视频压缩编解码技术的网络音视频模块集成在系统中,以对电梯内进行视频监控,与电梯内人员进行语音交流;在多次试点运行中,该系统能够让控制中心通过互联网获得准确的电梯运行状态信息和清晰的电梯内实时图像,并可以与电梯内人员进行远程互动。运行结果表明,该系统使电梯的远程监管更加合理和高效。

关键词:电梯;故障;监控;报警;网络互动

中图分类号:TH238;TH39;TP273

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2013)09-1137-05

Elevator monitoring and alarm system based on Internet interaction

XV Yong-mei¹, LIU Song-guo¹, FAN Jin-chang²

(1. Hangzhou Special Equipment Inspection Institute, Hangzhou 310003, China;

2. Institute of Mechatronic Control Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: Aiming at solving the problem that elevators encounter failures frequently, Internet interaction was applied to the elevator monitoring and alarm system. Classification model for failures of elevators was built, which consists of the running statuses of elevators and the breakdown diagnosis. The classification model clears different running statuses of elevators and defines the judgement standard of elevators' failures. Based on it, operational monitoring and alarm terminal with MCU at the core was developed. The running speed, floor, direction and passenger status were gotten through the method of stand-alone sensor information acquisition. Meanwhile, module of online audio and video based on H. 264 was integrated in the system, the functions of video surveillance of the elevators and voice communications with passengers in the elevators were provided. During several pilots, the system can make the control center receive the accurate information of running statuses of elevators, and the clear real-time images in elevators through the Internet. Also, the control center can remotely interact with passengers in the elevators. The results of the pilots show that, the system makes the remote monitoring of elevators more reasonable and effective.

Key words: elevator; hitch; monitoring; alarm; Internet interaction

0 引言

电梯是现代城市中不可或缺的垂直交通工具^[1]。随着高层建筑数目的不断增加,电梯的数量也在与日

俱增,目前,我国在用电梯总量已经达到 200 万台,且大、中城市电梯数量的年增幅高达 20%。与此同时,随着使用年数的增加,电梯也逐步进入事故多发期,据统计,电梯事故占特种设备事故总数的 12% 左右,主

收稿日期:2013-05-09

基金项目:国家质检总局公益性行业科研专项资助项目(201010057);浙江省科技计划资助项目(2010C33186);浙江省质监系统科研计划资助项目(20100108)

作者简介:徐咏梅(1969-),女,安徽宿州人,主要从事电梯设备管理方面的研究. E-mail:hz_yongmei@sina.com

要发生在商场、宾馆、医院、地铁等场所^[2]。

因此,如何能对电梯的运行状况进行实时有效的监测,及时发现电梯存在的故障^[3]做出研究;当故障发生时,远程控制中心如何能够在第一时间获知故障信息,并在信息充分的基础上展开救援工作,成为当下政府和相关机构密切关注的课题^[4]。为了规范电梯运行数据检测、救援服务平台建设和故障远程报警,国家质量监督检验检疫总局于 2009 年发布了两个新标准:《电梯远程报警系统》^[5]及《电梯、自动扶梯和自动人行道数据监视和记录规范》^[6],并从 2010 年 3 月 1 日起正式开始实施。实际上,对于电梯远程监测和故障报警的研究和应用早已展开。仲兆峰等人^[7]设计了一种基于网络通讯技术的电梯远程故障诊断系统,能够在电梯控制系统发生电气故障时,第一时间追踪故障信号源并将故障数据发给远程计算机进行处理。浙江工业大学的徐航和赵国军^[8]开发了一种基于 Android 的电梯远程监控系统,通过手机就可以实现异地了解电梯故障信息并分析电梯故障的功能。常玲等人^[9]设计了一套实用性、通用性较强的电梯远程监控系统,能够有效提高系统的效率、安全性和可靠性。杭州电子科技大学的吴丽萍等人^[10]开发了一种基于无线传感器网络的电梯跟踪系统,能够在上位机远程显示电梯运行状况,系统简单,可扩展性强。

本研究以“监测电梯是否出现故障,以及故障中是否有人被困”为目标,设计一种兼具稳定性和可靠性的电梯远程监测与智能报警系统,用于保障城市电梯的安全运行。

1 电梯故障分类分级建模

电梯是典型的机电一体化装备,由控制、驱动、传动和承载等功能部件构成,基本结构示意图如图 1 所示。

电梯系统的复杂性,以及其频繁运行、负载动态不断变化等因素都是促使电梯发生故障的原因。

电梯发生故障有内部原因和外部表现,内部原因是指导电零部件故障,外部表现是电梯处于某种故障状态。零部件故障的监测范围太大,实现成本很高^[11]。

电梯发生故障时,具体故障类型可以通过电梯的各种状态信号推断出来。《电梯、自动扶梯和自动人行道数据监视和记录规范》及《电梯远程报警系统》两个标准给出了电梯故障判断的基本逻辑,但是没有体现“监测电梯是否运行正常,以及发生故障时是否困人”这一电梯安全监管的实际需要,因此,本研究根据电梯安全运行逻辑和技术检验专业知识^[12],研究设计电梯故障分类分级模型,模型如图 2 所示。

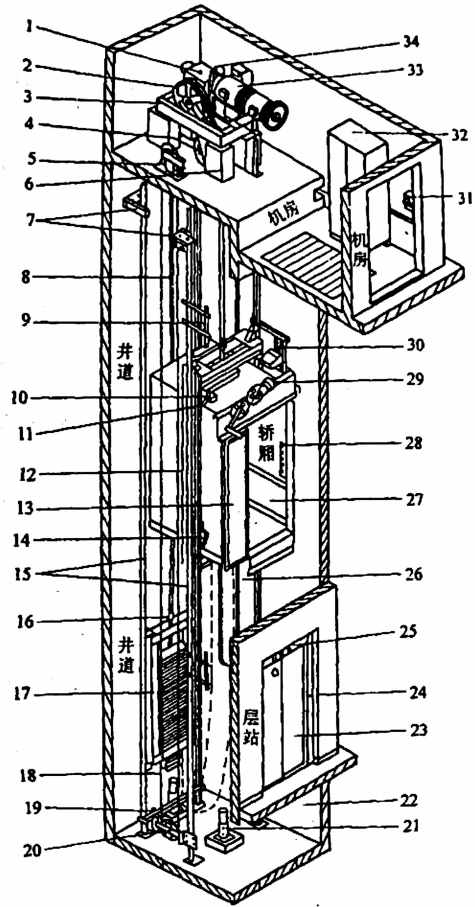


图 1 电梯的基本结构示意图

1—减速器;2—曳引轮;3—曳引机底座;4—导向轮;5—限速器;6—机座;7—导轨支架;8—曳引钢丝绳;9—开关磁铁;10—紧急终端开关;11—导靴;12—轿架;13—轿门;14—安全钳;15—导轨;16—绳头组合;17—对重;18—补偿链;19—补偿链导轮;20—张紧装置;21—缓冲器;22—底坑;23—层门;24—呼梯盒;25—层楼指示灯;26—随行电缆;27—轿壁;28—轿内操纵箱;29—开门机;30—井道传感器;31—电源开关;32—控制柜;33—曳引机;34—制动器

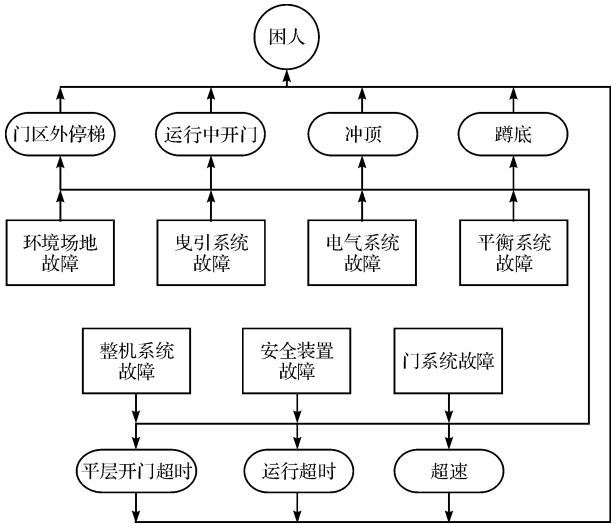


图 2 电梯故障分类分级模型

电梯故障分类分级模型由电梯运行状态集和故障判断逻辑组成。电梯运行状态集包括基本状态信号和扩展状态信号,信号通过独立传感器进行采集。此时,门区外停梯、运行超时、运行中开门、冲顶、蹲底、超速、困人等典型故障的推理逻辑可以进一步细化为:

(1)门区外停梯。上、下两个平层光电开关没有同时被平层插板隔开光路,且距离上次电梯平层时间超出 t_s (单位:s)。实际应用中, t_s 可以由下式确定:

$$t_s = kt_f \tag{1}$$

式中: t_f —电梯从平层位置上升一层或下降一层所需的最大实测时间; k —保险系数,通常取 $k = 1.2 \sim 1.5$ 。

(2)运行超时。上、下两个平层光电开关没有同时被平层插板隔开光路,楼层数有变化,且距离上次开门时间超出 t_l (单位:s)。实际应用中, t_l 可以由下式确定:

$$t_l = 2t_h \tag{2}$$

式中: t_h —电梯从一端站运行到另一端站所需的最大实测时间。

(3)运行中开门。上、下两个平层光电开关没有同时被平层插板隔开光路,且轿门打开;

(4)冲顶。上极限磁开关检测到信号,且当前楼层为顶层;

(5)蹲底。下极限磁开关检测到信号,且当前楼层为底层;

(6)超速。电梯运行速度超出其额定运行速度的 1.1 倍;

(7)困人。电梯出现门区外停梯、运行超时、冲顶、蹲底等故障中的任何一种,且电梯轿箱内有人。

故障推理所需的参数,均可以通过终端系统配置软件进行设置,并固化到电梯运行状态监测报警系统的非易失存储器 EEPROM 中。

2 运行状况监测报警终端

由于大部分电梯没有主板通讯口,或者有主板通讯口但电梯生产厂商不正式公开主板通信协议,本研究设计的电梯运行状况监测报警终端采用独立传感器采集方式。这种方式的优点在于不仅能获取电梯的运行状况,同时还不会影响电梯已有的机械结构和控制电路。

电梯运行状况监测报警终端的系统结构图如图 3 所示。该终端是以 8 位高速 MCU 为核心的嵌入式系统,分为决策层、信号调理层和信号采集层。决策层包括监控中心和终端用户两个部分,主要对终端进行决策控制。信号调理层包括电源、状态指示灯、EEPROM、实时时钟、RS485 总线和 Mega64 等。Mega64 是采用 RISC 指令集的 8 位高性能、低功耗微处理器,具

有 64 K 可编程 Flash、2 K EEPROM、4 K SRAM,工作于 16 MHz 时性能高达 16MIPS,有 4 个定时器、2 路串口和 53 个可编程 I/O 口,内外部资源完全满足电梯运行状态在线监测与故障远程报警系统要求。信号采集层包括各种传感器:上、下平层光电开关,基站磁开关,轿门磁开关,上、下极限磁开关,红外人体感应器。其中,上、下平层光电开关用于计算电梯的运行速度、方向和所在层数,磁开关用于获取位置到达的信号,红外人体感应器用于检测电梯内是否有人。所有传感器采集的信号经过光电隔离后进入 MCU,信号状态通过状态指示灯显示出来。EEPROM 用于保存系统参数和最近 10 次的电梯故障信息。

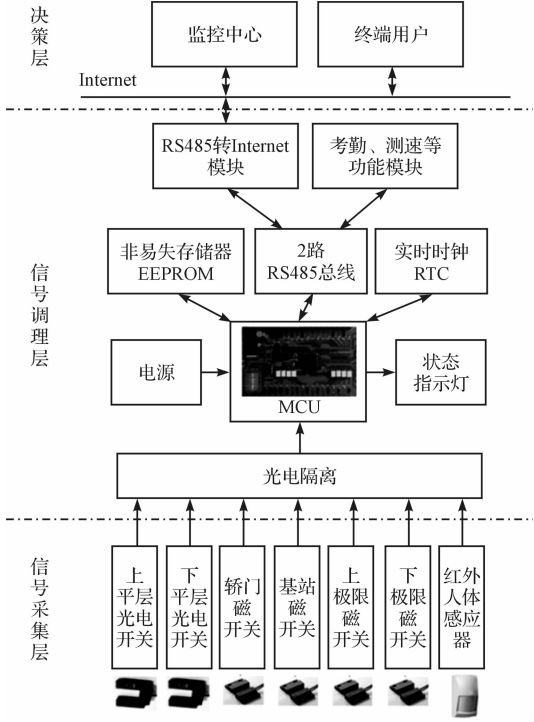


图 3 终端系统结构

系统包括两路 RS485 通信口,一路与 RS485 转 Internet 数据传输器连接,将电梯的运行状态等信息通过 Internet 送至监控中心,另一路用作扩展接口,接考勤、测速等功能模块。由于 RS485 总线只能实现半双工通讯,本研究在终端与远程管理中心的通信中,都设计了应答协议,以防止总线冲突造成的通讯数据和指令丢失。由图 3 可知,电梯运行状况监测报警终端适用于各种品牌的电梯。一定区域内的终端介入 Internet,与监控中心建立连接,即可实现电梯运行状况的监测和管理。

3 网络音视频模块

当电梯发生困人故障时,采用视频监控和语音对

讲技术实现应急救援辅助具有重要意义。音、视频系统一方面可以使救援服务组织获知电梯内被困人员数量和精神状态等情况,可以通过语音对讲与被困人员沟通,实现语音安抚,另一方面还可以抓拍、录像,为事故调查处理提供证据。

由于网络传输带宽的限制,优秀的视频压缩编解码技术显得异常重要。考虑到 H. 264 具有很高的数据压缩比,在同等图像质量的条件下,其压缩比高于 MPEG-2 和 MPEG-4 等压缩技术,故将基于 H. 264 视频压缩编解码技术的网络音视频模块应用于电梯的监测与报警系统是一种理想的解决方案。

本研究设计的网络音、视频模块是基于高性能嵌入式系统的电梯状态监测报警与应急救援辅助信号远程传输装置,其硬件结构和实施接口如图 4 所示。

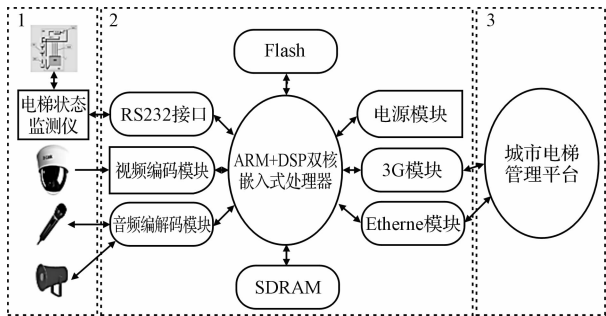


图 4 网络音视频服务器硬件结构图 and 实施接口图

该系统的硬件以 ARM + DSP 双核微处理器 HI3510 为核心,具有硬件加速引擎和自适应网络带宽功能,采用 H. 264 视频算法实现高压缩、低码率的视频编码,视频流支持 16 Kbps ~ 3 Mbps 的带宽,支持 D1 分辨率,CIF 分辨率下最高帧率达 30 fps;扩展大容量高速 SDRAM,作为程序运行时的数据存储器;扩展大容量高速 Flash,用于存放操作系统内核、应用程序代码和系统配置参数;扩展 RS232 接口,用于获取电梯状态监测仪采集的电梯状态信息;挂接视频编码器,支持 4 路视频信号输入,对视频输入信号的亮度、对比度、饱和度进行调节,自动适应 PAL 和 NTSC 格式的视频信号,并将模拟视频信号转换为数字信号,视频编码模块与 ARM + DSP 双核主控制器通过 I²C 总线进行通讯;挂接音频编解码器,支持 2 路输入和 2 路输出,内置高信噪比 $\Sigma - \Delta$ 模数和数模转换电路,音频输入采样频率可以在 8 kHz ~ 96 kHz 之间调节,音频编解码模块与 ARM + DSP 双核主控制器通过 SPI 总线进行通讯;挂接 10 Mbps/100 Mbps 兼容的 Internet 适配器,通过 Internet 有线网络与远程管理平台保持连接,工作在服务器和客户端双重模式下,两种模式下与中心管理平台的连接均由装置 ID 和连接口令保证信息安

全。系统启动后,即开启服务器线程,等候管理平台的连接,用于接收并响应远程中心管理平台的音视频传输请求和电梯状态上报请求。当 RS232 接口收到电梯状态监测仪报送的电梯故障信息时,开启具有较高优先级的客户端线程,连接远程中心管理平台,上报电梯故障信息。

网络音视频模块的操作系统采用嵌入式 Linux。本研究采用 C/C++ 语言开发所有用户程序,包括硬件初始化程序、软件初始化程序、网络通讯程序、串口通讯程序、视频处理程序、音频处理程序等核心子程序,采用 gcc 和 g++ 的交叉编译器编译得到目标代码,将目标代码烧写到装置的 Flash 存储器中,即完成嵌入式操作系统和应用软件的移植。

网络音视频服务器的程序流程图如图 5 所示。系统上电复位或者指令复位后,首先启动操作系统,然后执行系统参数配置指令,系统参数主要包括音视频参数、网络连接参数和串口通讯参数。然后,建立 TCP 服务器,等候中心管理平台的连接请求以及电梯状态监测仪的故障报警信息。中心管理平台的连接请求主要包括请求配置系统参数、请求音视频流和请求电梯状态,当装置收到中心管理平台的请求时,根据管理平

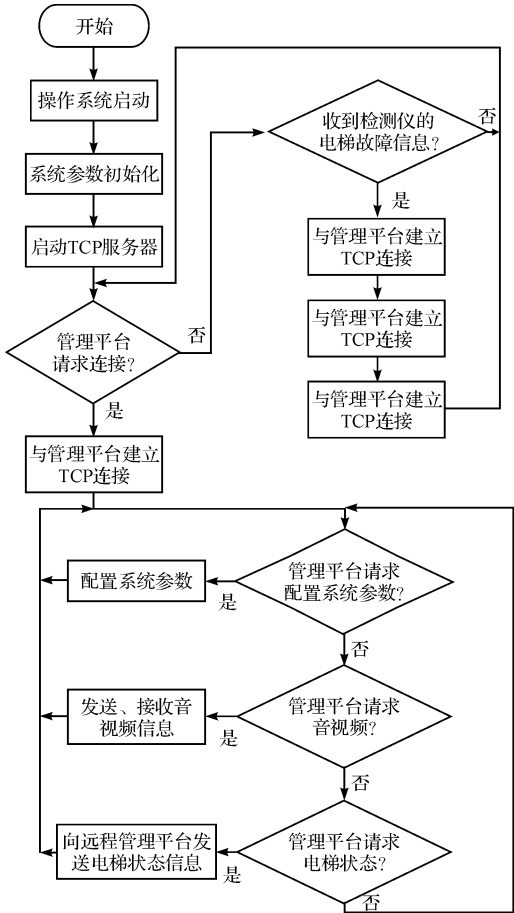


图 5 网络音视频模块程序流程图

台的指令,执行系统参数配置、音视频传输和电梯状态上报等任务。当装置收到电梯状态监测仪上报的电梯故障信息时,立即主动连接中心管理平台,并转发来自电梯状态监测仪的电梯故障信息。通过等候平台指令和主动连接平台两种方式,保证装置与中心管理平台之间信息的流畅传输,使电梯状态得到有效监测。

远程管理平台可以通过网络配置电梯状态监测与救援辅助信号远程传输装置的工作参数,也可以通过网络更新装置的系统软件,实现软件版本和系统功能的升级。

4 运行效果

目前,研制的电梯运行状态在线监测与故障远程报警系统已杭州市中心城区试点应用 300 余套,并接入“杭州市特种设备应急处置中心”,运行效果良好。

电梯的状态和视频监控画面如图 6 所示。从监控画面中可以清楚的看到电梯内的状况,同时监测窗口中还提供了门状态、楼层信息、运行方向、当前速度、是否有人、故障状态等电梯运行的信息。点击对讲、录像、抓拍按钮可以分别启动双向语音对讲、视频录像和图像抓拍功能,点击“远程配置”按钮可以对网络音视频服务器进行参数远程配置。



图 6 电梯状态和视频监控画面

5 结束语

本研究对电梯故障进行分级分类,并研制了电梯运行状况监测报警终端,同时集成网络音视频模块,实现了互动式的电梯远程监测和智能报警,具有以下特点:

- (1) 采用独立传感器获取电梯运行相关信息,具有普适性,对电梯运行无干扰,安全可靠。
- (2) 网络音、视频模块和终端系统均采用嵌入式系统,性价比高,环境适应性好。
- (3) 传感器配置合理,简单高效的监测电梯运行状况。
- (4) 以故障中是否困人为最高优先级,且设有音、视频传输模块与被困人员互动,体现了以人为本的宗旨。

该系统为实时、直观和高效的监管电梯提供了一种新的思路。

参考文献 (References):

[1] 中华人民共和国国务院. 中华人民共和国国务院令 第 549 号特种设备安全监察条例[Z]. 北京: 中华人民共和国国务院, 2009.

[2] 国家质量监督检验检疫总局. 2009 年全国特种设备安全状况白皮书[Z]. 北京: 国家质量监督检验检疫总局, 2009.

[3] 万健如. 我国电梯远程监控技术发展展望[J]. 智能建筑, 2006(9): 41-42.

[4] 朱昌明. 欧洲电梯制造与安装安全规范解读[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.

[5] 全国电梯标准化技术委员会. GB/T 24475—2009 电梯远程报警系统[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.

[6] 全国电梯标准化技术委员会. GB/T 24476—2009 电梯、自动扶梯和自动人行道数据监视和记录规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.

[7] 仲兆峰. 基于互联网环境的城市电梯远程监控平台[J]. 自动化技术与应用, 2009, 28(8): 57-60, 63.

[8] 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.

[9] 常 玲, 刘 剑, 王斌杰, 等. 智能建筑中电梯远程监控系统的设计[J]. 低压电器, 2009(12): 20-22, 30.

[10] 吴丽萍, 申兴发, 陈 放. 基于无线传感器网络的电梯跟踪系统[J]. 机电工程, 2011, 28(8): 983-985.

[11] 许 林, 陈 强, 刘 祺. 浅析电梯安全隐患与对策[J]. 机电工程技术, 2011, 40(10): 122-123.

[12] 毛怀新. 电梯与自动扶梯技术检验[M]. 北京: 学苑出版社, 2001.

[编辑: 洪炜娜]