

矿井机车监控终端程序^①

李会民, 李锡文

(华中科技大学 机械电子工程系, 武汉 430074)

摘要: 矿井机车监控系统是矿井运输安全监控和高效调度的基础设备之一, 是保证机车行车安全、提高生产效率、降低运输成本和改善作业人员环境的基本系统之一。本文提出一种基于 RFID 技术和 WIFI 网络的矿井机车监控系统。根据系统功能需求, 安装了多种传感器, 并对检测的多种传感器信息进行信息融合处理, 实时判断机车运行环境和机车状态, 提升机车运行的安全性。利用光纤与 WIFI 组成井下以太网网络, 实现机车与调度室之间的语音与数据通讯, 调度室根据机车上传的综合信息, 实时地、安全高效地调度机车。本文阐述了系统的总体架构, 并重点研究了监控终端程序的设计与实现方法。研制的系统已成功应用于工程实际, 运行结果表明: 系统工作稳定、运行良好, 能保证机车安全、高效运行。

关键词: 矿井; 机车监控; 数字地图; WIFI; 无线射频识别

Monitor Terminal of Mine Locomotive

LI Hui-Min, LI Xi-Wen

(Department of Mechanical and Electronic Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: Locomotive monitor system is a kind of basic facilities to make sure the safe of transporting and efficient dispatching underground. It is designed to assure the locomotive safe running, enhance the productive efficiency, reduce the transport expense and improve the operating circumstances. This paper presents the monitor system for coal mine based on the RFID and WIFI technology. In order to meet the functions, install all kinds of sensors in the system. Judge the location or state of the locomotive and enhance the running security of locomotive by monitoring environment with the information merging technology. Build the wireless Ethernet based on WIFI in the coal mine to fulfill the voice and data exchange between the locomotive and the dispatching center so that the dispatcher can dispatch the locomotive efficiently and in time based on the datum from the locomotive. This paper presents the system framework and pays more emphasis on the program design of the terminal monitor and the realization. The system has run in good condition underground and promotes the locomotive safety and dispatching efficiency significantly.

Key words: mine; locomotive monitoring; digital map; WIFI; RFID

1 概述

随着计算机信息技术的不断发展, 煤矿信息化技术已逐渐成为矿井提高管理水平与生产效率、降低事故率的有效手段^[1]。

在未使用机车监控系统的矿井中, 机车的调度以人员当面交接的方式完成, 程序繁琐。此外, 机车运行时容易因机车超速、驾驶员疲劳或疏忽等原因危及

在巷道中作业或步行的矿工的生命安全。

矿井机车监控系统利用光纤与 WIFI 技术将调度室与各机车接入以太网中, 并使用 RFID 对机车进行定位。调度室不但可以实时掌握机车的位置, 而且可以随时与机车驾驶员进行通话, 提高调度效率^[2]。机车中安装多种传感器、控制器及报警装置, 防止机车超速或驾驶员瞌睡, 并在紧急情况下报警或强制制动。

^① 基金项目:中央高校基本科研业务费资助(2010MS090)

收稿时间:2011-09-19;收到修改稿时间:2011-10-28

2 系统组成

矿井机车监控系统如图 1 所示, 主要分为三部分, 分别为服务器、通信网络及监控终端。

服务器位于井上调度室, 包括语音服务器、数据服务器及监控主机等设备。语音服务器采用可扩展性强的 SIP 协议^[3], 为 WIFI 手机与井下机车提供语音服务; 数据服务器用于收集与处理机车的位置、速度、状态等信息; 监控主机可以访问语音服务器, 获取各语音终端通话状态或进行监听、强插、强拆等操作, 也可访问数据服务器, 了解机车实时位置与状态, 分析机车历史轨迹等。

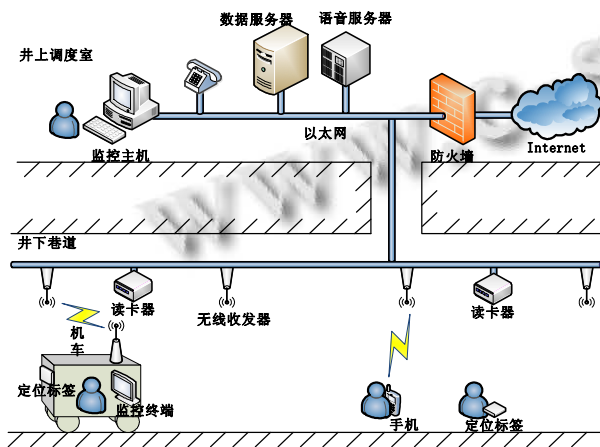


图 1 矿井机车监控系统

井下通信网络主要由光纤与无线收发器组成, 光纤铺设于巷道, 作为骨干网, 无线收发器采用 WIFI 技术, 每隔一定距离安装一台, 用于将机车、手机等移动设备接入网络中。此外, 整个网络经防火墙后与 Internet 连接, 供远程访问。

监控终端安装于各台机车中, 包含处理器、操作面板、显示器、传感器等必要设备。监控终端的处理器为 PC/104 工控主板, 安装 Windows XP 操作系统, 系统内运行监控终端程序与基于 SIP 协议的 VOIP 虚拟电话软件。监控终端的传感器主要有机车速度传感器、红外人员探测传感器以及用于防止驾驶员瞌睡的脚踏开关等。

2 程序设计

矿井机车监控终端程序运行于机车内部的工控主板中, 加电则随操作系统启动。其主要任务为配合硬件实现联网、车载地图、人员探测、状态检测、异常

处理等功能。程序的主体结构可用图 2 表示:

程序运行后首先需要初始化, 初始化分三个步骤:

- 1) 从存储器中读取必要数据: 在程序启动时, 读取机车坐标、道岔状态、程序设置等历史信息;
- 2) 初始化显示界面与地图: 获得足够信息后, 程序可对界面与地图初始化, 并将其输出至显示器;
- 3) 建立常驻于程序的线程: 程序需要三个常驻于 CUP 的线程。

程序初始化时建立的三个线程分别是检测 I/O 接口线程、侦听网络端口线程、处理界面与地图线程。这些线程在初始化结束后运行, 其生命周期持续至整个程序结束。这些线程的运行相对独立, 但有必要的交互^[4]。

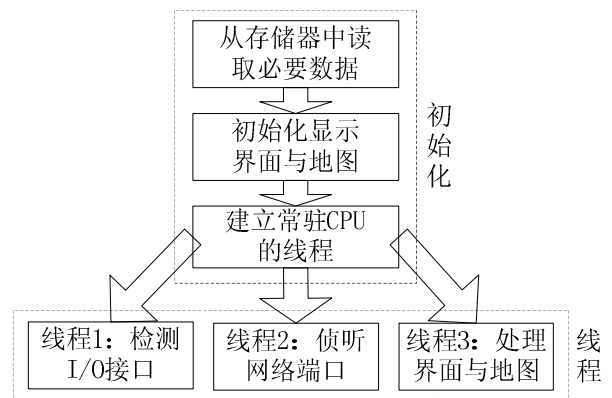


图 2 程序主体框图

线程 1: 用于检测 I/O 接口, 其流程如图 3 所示。

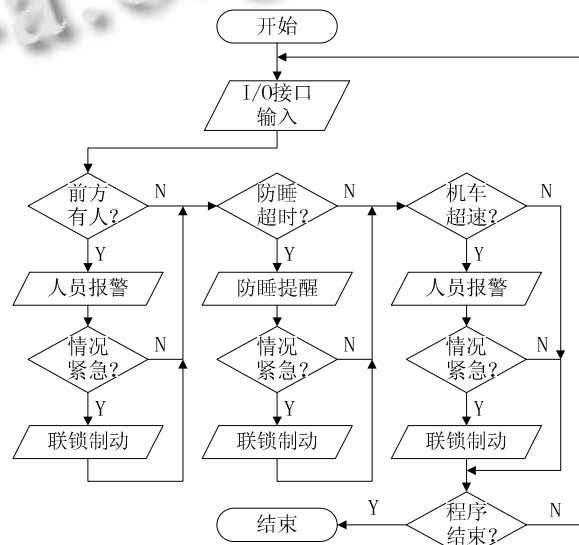


图 3 I/O 接口检测流程图

当红外人员探测传感器检测到行人时, 将向 I/O 接口发出高电平信号, 引发 I/O 中断, 此时程序立即发出人员警报。如果高电平持续一段时间仍未消失, 则使能联锁制动器, 使机车停止前进。时间与机车速度 v 、红外人员探测传感器探测距离 D 及安全系数 ϕ 有关, 其关系式如式 1 所示。

$$t = \frac{(1-\phi)D}{v} \quad (1)$$

其中, 安全系数 ϕ 取值为 01, 其值越大越安全, 联锁制动也越敏感。

防睡提醒模块内部含一定时器, 定时器的值不断累加, 当达到设定值 T_1 时, 触发防睡提醒, 当达到设定值 T_2 时, 触发联锁制动器。防睡踏板可以将定时器零, 避免防睡提醒及联锁制动的发生。为防止防睡踏板被长期按压, 其触发方式为电平上升沿触发方式。

机车齿轮产生的脉冲个数由工控主板上的硬件计数器计数, 程序每隔一定的时间 读取一次计数器的值 C , 并由前一时刻的计数值 C_{n-1} 与当前时刻的值 C_n 比较, 计算出当前车速 v , v 的计算方式如式 2 所示。

$$v = k \frac{C_n - C_{n-1}}{\tau} \quad (2)$$

其中 k 表示每个脉冲代表的实际距离。

线程二: 侦听网络端口。该线程用于与服务器进行数据交换。其中, 最主要的数据是 RFID 信息。

当机车运行至 RFID 读卡器信号覆盖范围时, 读卡器将接收到机车所携带的定位标签信息^[5], 并将这一信息通过网络发至服务器, 服务器接收到该信息后, 立即转发给机车。机车根据该信息获得自身的位置, 这一位置信息精确但不连续, 机车结合自身航位推算获得的连续但存在累积误差的位置信息, 可进行良好的定位。

线程三: 该线程负责包括界面操作与地图刷新等与显示相关的功能。

程序操作员可以是驾驶员, 也可以是管理员。驾驶员仅可对程序进行简单操作, 如缩放地图、设置任务类型、调节音量等; 管理员可进行复杂设置, 如设置机车编号、IP、车速限制、防睡时间等。

矿井地图采用位图格式, 在程序中, 存放两张图片, 一张为显示用的完整矿井示意图, 另一张为参考

图片, 参考图片把巷道细化为单像素连续的点, 机车在这些点上运行。

3 程序实现

本设计的实现基于 Windows XP 操作系统和 Microsoft Visual Studio2008, 使用 C#语言, 应用“Windows 窗体应用程序”模板进行编程。在该模板下, 可通过拖拽 Windows 窗体与控件的方式快速搭建程序外观。拖拽完成后, 根据需要生成或自定义函数, 然后在函数中实现功能。

3.1 程序初始化

Windows 窗体的初始化函数可通过简单的操作自动生成。程序的主窗体名为“Form1”其初始化函数为:

```
private void Form1_Load(object sender, EventArgs e) { ..... } //初始化
```

机车需保存的数据量较少, 可以直接以文本格式保存。C#语言提供了完整的数据流读写方式。初始化读取机车状态的实现方式如下所示:

```
string path 当前状态 = State.path + @"\Source\当前状态.txt"; //指定文件路径及文件名
FileStream fs = new FileStream(path 当前状态, FileMode.OpenOrCreate); //建立文件流
StreamReader sr = new StreamReader(fs); //初始化文件流
State.myID = int.Parse(sr.ReadLine()); //读取机车编号
State.HostIP = IPAddress.Parse(sr.ReadLine()); //读取服务器 IP 地址
..... //读取其余信息
```

界面与地图的初始化需要使用图片, Windows 窗体模板中, 更改界面或控件的图片可在属性中设置, 也可在代码中更改。

在 C#中, 对线程的操作用 Thread 类实现, 该类可以建立、启动或结束类, 也可对线程的优先级、运行方式、托管线程池等进行设置。以建立用于侦听网络端口的线程为例, 实现方式如下:

```
Thread dataThread = new Thread(DataProcess);
dataThread.Priority = ThreadPriority.Lowest; //设置优先级
dataThread.IsBackground = true; //设置为后台方式
dataThread.Start(); //启动线程
```

当线程被启动后,则进入线程所指定的函数运行,如果函数为无限循环函数,则线程将常驻于 CPU,直至被人为中断或结束。

3.2 I/O 检测

I/O 检测主要包含人员探测传感器检测、防睡踏板检测及齿轮脉冲计数。虽然同为开关量信号,但各自的操作并不相同。

人员探测传感器由电平信号响应,在响应触发后,加入时间延迟。其工作方式可用如下代码实现:

```
tempIO = Device.ReadIO(0, ManPortNum);
//读取端口信号

if (tempIO == KeyDownState)
{
    Alarm(PlaySoundPri.MAN, -1, "警告: 前方有行人!");
    if (Time > TimeOut)
        EngineBrake(); //联锁制动
}

防睡踏板由上升沿响应,为了实现该响应方式,须加入一个标记前一电平状态的标志位 ElectricalLevel,即若电平前一状态为低电平,当前为高电平,则表示出现上升沿。实现防睡功能的代码如下所示:
```

```
tempIO = Device.ReadIO(0, FootPlatePortNum);
//读取端口信号

if (tempIO == KeyDownState && ElectricalLevel == false)
//电平上升沿
{
    ResetSleepTime(); //重设防睡时间
    ElectricalLevel = true;
}

else if (tempIO == KeyUpState && ElectricalLevel == true)
//电平下降沿
    ElectricalLevel = false;

齿轮脉冲计数由工控主板上的计数器完成,程序根据需要从计数器中读取脉冲个数,进而由式 2 计算机车当前速度。
```

3.3 网络端口侦听

C#提供 Socket 类对网络进行操作。网络连接实现代码如下:

```
Socket dataSocket; //定义 Socket 类实例
dataPoint = new IPEndPoint(State.HostIP, Port);
//定义目标 IP 与端口

dataSocket = new
Socket(AddressFamily.InterNetwork,
```

SocketType.Stream, ProtocolType.Tcp);

```
dataSocket.Connect(dataPoint);//建立连接
```

当连接建立成功后,程序自动将 socket.Connected 位标记为 true,来自目标机器的数据保存至自定义的缓冲区 ReceiveBuff 中,程序可根据需要从该缓冲区中读取数据。

3.4 人机界面与地图操作

程序界面如图 4 所示,界面的主体为地图,右侧为操作按钮,下方为状态栏。

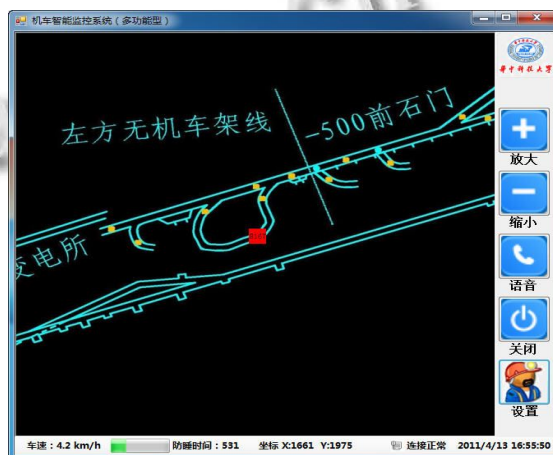


图 4 程序主界面

地图用于显示本机车与其余机车的位置及道岔的位置与状态;操作按钮共五个,其功能分别为放大地图、缩小地图、开启语音通讯、关闭监控终端及设置应用程序;状态栏用于显示机车速度、机车坐标、防睡倒计时等。

程序中的地图为位图格式,机车实际上在参考地图上运行,图 5 为参考地图的部分截图,参考地图把机车巷道细化成单像素连续的点,这些点组成巷道路径骨架^[6],机车根据位置的实际变化在这条路径骨架上移动。



图 5 参考地图截图

假设地图中每一像素代表的实际距离为 S ,当机车实际移动距离为 S 时,图中机车位置根据方向移至

下一像素。如果当前像素不是道岔点,则直接移动;如果当前像素是道岔点,则程序需根据从服务器获取的道岔状态判别方向,然后再移动。

当机车接收到来自服务器的RFID定位器信息时,首先判别接收到的位置信息与当前信息的差别是否在容许范围之内,如果超出容许范围,则对图中机车的位置进行调整。

4 结语

本系统已在黑龙江某煤矿投入试点运行,在试运行期间,系统状况良好,运行稳定,明显提高井下机车的调度与使用效率,提高生产率,同时也有有效的减小机车运行事故的发生,提高机车安全性。

当然,系统也存在一定的不足,例如巷道地图可采用矢量图格式。与位图模式相比,矢量图格式缩放

不失真,易操作,易添加元素,更适用于数字地图。

参考文献

- 1 赵庆平,方观礼.煤矿井下通信系统的研究.科技信息,2009(13):351.
- 2 Shuqi Wang, Yin Shi. Design of Personnel Position System under the Mine. 2010 International Conference on Remote Sensing (ICRS 2010). Hangzhou, Zhejiang, China:253-255.
- 3 王若明.SIP协议的分析与实现.广东:暨南大学,2005:19-20.
- 4 赵岩磊,杨维,王曙光,等.煤矿井下无线局域网数据终端的设计.煤炭科学技术,2010,38(2):64-67.
- 5 郑国生.RFID应用在煤矿井下机车调度的研究.安徽:安徽理工大学,2008:4-10.
- 6 赵耀,陈慧女.图像细化的VC实现.科技信息,2008(16):376-377.

(上接第95页)

计算帧序列相邻帧间灰度共生矩阵相关性变化进行异常点检测的视频篡改检测方法。实验表明该方法能有效地检测相近背景下的异源帧插入以及帧替换篡改,并且可以检测出连续多帧篡改的帧数,但对于帧删除无法进行有效检测,对于帧内容的篡改检测还需进一步研究。

参考文献

- 1 Weihong Wang, Hany Farid. Exposing digital forgeries in video by detecting double MPEG Compression. Proc. of the Multimedia and Security Workshop. Geneva, Switzerland: ACM SIGMM, 2006:37-47.
- 2 熊潇,黄征,徐彻,施少培,杨旭.基于预测残差检测的数字视频篡改鉴定.学术研究,2008(12):128-130.
- 3 Weihong Wang, Hany Farid. Exposing Digital Forgeries in Video by Detecting Double Quantization. ACM Multimedia and Security Workshop, Princeton, NJ, 2009:39-48.

- 4 秦运龙,孙广玲,张新鹏.利用运动矢量进行视频篡改检测.计算机研究与发展,2009,46(增创):227-233.
- 5 Jan Lukas, Jessica Fridrich, Miroslav Goljan. Digital camera identification from sensor pattern noise. IEEE Trans. on Information Forensics and Security, 2006,1(2):205-214.
- 6 Chih-Chung Hsu, Tzu-Yi Hung, Chia-Wen Lin, Chiou-Ting Hsu. Video forgery detection using correlation of noise residue. Proc. of the 10th Workshop On Multimedia Signal Processing. Cairns, Australia: IEEE Computer Society, 2008: 170-174.
- 7 王俊文,刘光杰,张湛,王执铨.戴跃伟.基于模式噪声的数字视频篡改取证.东南大学学报(自然科学版),2008,38(增刊II):13-17.
- 8 周琳娜,王东明.数字图像取证技术.北京:北京邮电大学出版社,2008:49-146.
- 9 刘丽,匡纲要.图像纹理特征提取方法综述.中国图象图形学报,2009,14(4):622-635.