

动态编组列车车载监控系统软件设计及实现

汤海源, 刘全利*

(大连理工大学 电子信息与电气工程学部, 辽宁 大连 116024)

摘要: 列车车载监控系统的正常运行对轨道交通的安全起着至关重要的作用. 列车车载监控系统一般由摄像机、硬盘录像机、交换机和触摸屏监视器等设备组成, 承担实时监控列车环境、存储视频录像等重要责任. 列车车载监控系统软件运行在触摸屏监视器中, 是整个车载监控系统的核心控制软件. 动态编组处理功能是列车车载监控系统软件的重要组成部分, 该功能在列车动态编组运行时, 保证列车车载监控系统正常工作. 所论述的动态编组列车车载监控系统软件目前已经在某地铁项目中得到应用.

关键词: 列车车载监控系统; 列车动态编组; 实时监控; 视频回放; 车载设备状态
上 报

中图分类号: TP319

文献标识码: A

doi:10.7511/dllgxb201406013

0 引 言

城市轨道交通, 如地铁、轻轨, 因其具有载客量大、占地空间少、污染小、效率高、准时等特点, 对于缓解城市由于人口密度大、居民出行次数多等因素而导致的交通运输压力起着至关重要的作用^[1]. 地铁运营公司为了达到节能和给旅客提供优质服务的目标, 需要根据每日客流量强度的变化, 动态调整列车编组方案. 在上下班高峰期间, 列车需要多列车编组运营, 以保证列车有足够的运输力, 满足人们出行要求; 在平峰期间, 列车需要采取小编组方案, 达到节能减排的目的^[2]. 目前常规的车载监控系统软件无法满足列车动态编组运营时的要求, 本文所论述的动态编组列车车载监控系统软件除了具备常规监控软件的视频处理功能外, 还包括列车动态编组处理功能, 当列车编组模式改变时, 软件无须人工干预, 即可自动控制监控系统中的所有设备, 使监控系统正常工作, 保证列车运行安全.

1 动态编组列车车载监控系统软件功能分析

1.1 列车车载监控系统的组成

本文描述的动态编组列车车载监控系统软件是为某地铁项目列车车载监控系统定制的核心控制软件. 该列车由 4 节车厢组成, 分别为 Mc1、T1、T2 和 Mc2, 其中 Mc1、Mc2 为带司机室的车头、车尾, T1、T2 为乘客车厢. 如图 1 所示, 在 Mc1/Mc2 中, 分为司机室和乘客车厢两部分, 在司机室中, 有一个车厢摄像机和两个安装在列车车外的外部摄像机, 分别监控司机室和车外状况. 触摸屏监视器是系统主机, 为整个车载监控系统的控制核心. 硬盘录像机 (train digital video recorder, TDVR) 负责存储车载监控系统实时视频. 列车广播控制系统单元 (announcement control system unit, ACSU) 为乘客信息系统的控制核心. 车载交换机负责设备连接, 为视频数据和控制数据的传输提供通路, 构成本地以太网系统. 在乘客车厢里, 则只有 1 台交换机和 4 个车厢摄像机实时监控车厢内的情况.

收稿日期: 2014-04-10; 修回日期: 2014-09-15.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (61273037).

作者简介: 汤海源 (1989-), 女, 硕士生, E-mail: thy@mail.dlut.edu.cn; 刘全利* (1976-), 男, 教授, 博士生导师, E-mail: liuql@dlut.edu.cn.

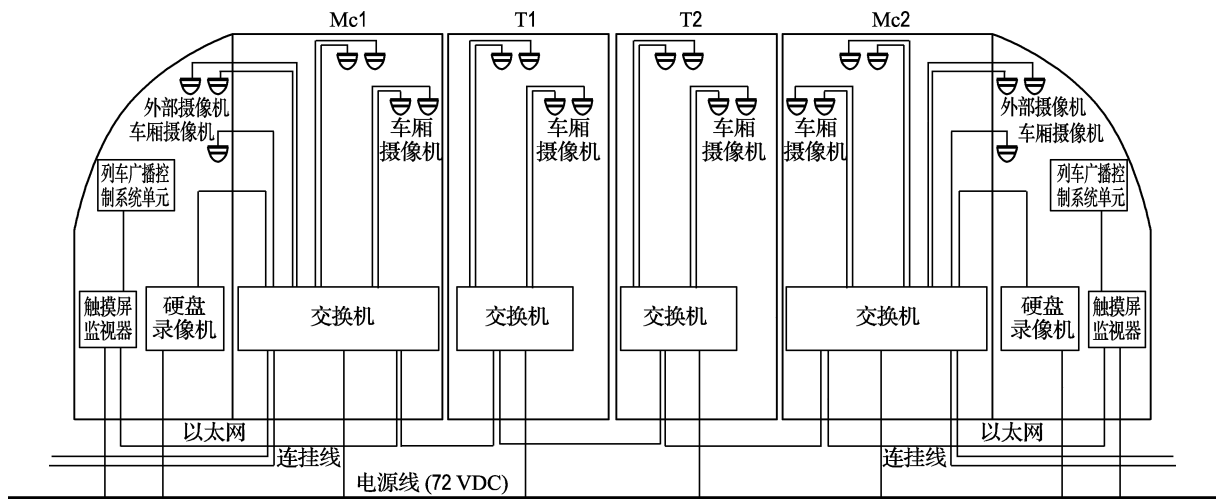


图 1 列车车载监控系统结构图

Fig. 1 Structure chart for train on-board monitoring system

1.2 列车车载监控系统工作原理

车上所有车载交换机通过百兆网线顺序相连,构成车载以太网,车载监控系统中的视频信号和控制信号均采用 TCP/IP 协议传输^[3]. 监控系统中的所有设备均为以太网设备,在系统上电后,各设备发送 DHCP 请求,位于触摸屏监视器中的 DHCP 服务器会根据设备所连接的交换机的 IP 地址和在交换机中连接的端口位置,为其分配一个唯一的 IP 地址^[4],当设备获取 IP 地址后,开始正常工作. 列车中的所有 IP 摄像机都是海康数字化摄像机,除了采集视频数据外,还负责对视频数据按照具有高编码效率、高图像质量、容错能力强等特点的 H. 264 标准压缩编码^[5],并且控制视频数据在网络上的传输. 硬盘录像机采用 Linux 嵌入式平台,具有可靠性高、响应速度快等特点^[6],负责控制所在列车的 IP 摄像机的视频存储,它利用实时流传输协议(RTSP)进行取流^[7],将获得的视频数据按照 MP4 格式存储到硬盘中,方便后续对视频数据的使用. 触摸屏监视器负责控制整个监控系统,预装 XPE 系统,既具有 XP 系统的所有功能和属性,同时还具备启动速度快、增强写保护等特点,极大地方便司机操作维护. 触摸屏监视器中的触摸屏保证司机在没有鼠标、键盘的车载环境中与系统主机进行正常的人机交互. 触摸屏监视器通过 RS232 与列车广播控制系统单元通信,从列车广播控制系统单元获得列车控制信息,并且将列车监控系统中的所有设备在线状态反馈给列车广播控制系统单元.

1.3 列车编组变化后车载监控系统需要解决的问题

当列车上电后,列车车载监控系统中的各设备 IP 地址均为默认 IP 地址,这样给列车在动态编组模式下运营带来了麻烦. 以两列车编组为例,当列车编组变化后,两列车中的车载监控系统会通过物理连接形成一个大的车载监控系统,原先在各车中的没有联系的以太网会合并成一个以太网,这样就导致不同列车相同位置上的设备 IP 地址冲突,从而导致硬盘录像机录像混乱、无法播放 IP 摄像机的实时录像、无法准确获得各设备的在线状态等一系列问题. 根据地铁运营的规定,在编组模式改变后,列车不能断电和人工干预,并且要保证整个处理过程在 3 min 内完成,这就增加了处理的难度. 动态编组列车车载监控系统软件需要保证在列车编组改变后:

- (1)所有车载设备 IP 地址不冲突.
- (2)硬盘录像机录像正常.
- (3)能监控所有 IP 摄像机的实时视频.
- (4)将编组变化后的整列车所有车载设备的在线状态上报给列车广播控制系统单元.

2 动态编组列车车载监控系统软件功能框架

根据以上分析可知,动态编组列车车载监控系统软件主要功能可以分为视频处理部分、通信处理部分和系统设置部分,其中视频处理部分包括摄像机实时视频监控功能、硬盘录像机存储视频回放功能和硬盘录像机存储视频备份功能;通信处

理部分包括乘客紧急对讲报警联动功能、控制硬盘录像机取流录像功能、监控系统设备在线状态上报功能和列车动态编组处理功能;系统设置部分包括设置本机时间功能、设置本机 IP 地址功能和设置配置文件相关内容功能. 软件结构图如图 2 所示. 监控系统软件在启动后,通过加载配置文件来获得所有车载设备系统信息,软件只有在成功获得监控系统所有车载设备信息后,才能正常运行,完成上述三大主要功能. 因为篇幅有限,本文主要阐述软件如何解决列车编组变化后出现的问题.



图 2 软件结构图

Fig. 2 Software structure chart

3 动态编组列车车载监控系统软件与动态编组相关功能的具体实现

3.1 通信协议的实现

车载监控系统软件与列车广播控制系统单元通过 RS232 进行通信,为了保证通信的可靠性,将串口

设置如下:波特率为 19 200 bit/s,开始位 1 位,数据位 8 位,停止位 1 位,无校验,发送周期 250 ms.

命令帧格式定义如表 1 所示,其中 STX=0x02,为开始字节;DATA 为消息数据,一共 27 个字节;ETX=0x03,为结束字节;CRC 为异或校验,其值为除 STX 外的所有字节进行异或运算的结果,以保证命令帧在传输过程中的准确性.

表 1 命令帧格式

Tab. 1 Format of command frame

命令帧	字节	命令帧	字节
STX	1	ETX	1
DATA	27	CRC	1

根据项目需求最多需要三列车编组运营,存在多种运营模式. 按照排列组合,共有 14 种编组模式,如表 2 所示.

对于列车广播控制系统单元发给监控系统软件的控制命令协议,本文截取与动态编组相关的部分进行分析. 如表 3 所示,其中列车序号代表本列车为第几列车,取值为 1/2/3;车厢序号代表动态编组后的整列车有几节车厢,取值为 1~12;列车模式代表以哪种模式编组,取值为 1~14,与表 2 中的 14 种编组模式相对应. 通过对收到的控制信息进行分析,软件可以清楚地获得列车目前处于何种编组模式,本列车是第几列车等信息.

每列车默认以 Mc1 车厢中的触摸屏监视器为主,在编组变化过程中,运行在此主机中的车载监控系统软件发挥主要作用,负责给监控系统中的设备发送命令,保证整个监控系统运行正常.

表 2 列车编组模式

Tab. 2 Mode of train formation

内部车号	编组模式													
	一列车(4 个车厢)		两列车(8 个车厢)				三列车(12 个车厢)							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Mc1	Mc2	Mc1	Mc1	Mc2	Mc2	Mc1	Mc1	Mc1	Mc1	Mc2	Mc2	Mc2	Mc2
2	T1	T2	T1	T1	T2	T2	T1	T1	T1	T1	T2	T2	T2	T2
3	T2	T1	T2	T2	T1	T1	T2	T2	T2	T2	T1	T1	T1	T1
4	Mc2	Mc1	Mc2	Mc2	Mc1	Mc1	Mc2	Mc2	Mc2	Mc2	Mc1	Mc1	Mc1	Mc1
5			Mc1	Mc2	Mc1	Mc2	Mc1	Mc1	Mc2	Mc2	Mc1	Mc1	Mc2	Mc2
6			T1	T2	T1	T2	T1	T1	T2	T2	T1	T1	T2	T2
7			T2	T1	T2	T1	T2	T2	T1	T1	T2	T2	T1	T1
8			Mc2	Mc1	Mc2	Mc1	Mc2	Mc2	Mc1	Mc1	Mc2	Mc2	Mc1	Mc1
9							Mc1	Mc2	Mc1	Mc2	Mc1	Mc2	Mc1	Mc2
10							T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
11							T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1
12							Mc2	Mc1	Mc2	Mc1	Mc2	Mc1	Mc2	Mc1

表 3 控制命令协议

Tab. 3 Protocol for control commands

字节序号	意义								注释
	第七位(最高有效位)	第六位	第五位	第四位	第三位	第二位	第一位	第零位(最低有效位)	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
20	时间有效位	保留	保留	保留	保留	列车序号： =1,第一列车； =2,第二列车； =3,第三列车	连挂标志位	CAB 有效位	
21	车外温度 (位 7)	车外温度 (位 6)	车外温度 (位 5)	车外温度 (位 4)	车外温度 (位 3)	车外温度 (位 2)	车外温度 (位 1)	车外温度 (位 0)	-100 ℃～+100 ℃
22	车内温度 (位 7)	车内温度 (位 6)	车内温度 (位 5)	车内温度 (位 4)	车内温度 (位 3)	车内温度 (位 2)	车内温度 (位 1)	车内温度 (位 0)	-100 ℃～+100 ℃
23	车厢序号 (位 7)	车厢序号 (位 6)	车厢序号 (位 5)	车厢序号 (位 4)	车厢序号 (位 3)	车厢序号 (位 2)	车厢序号 (位 1)	车厢序号 (位 0)	1～12
24									保留
25									保留
26									保留
27	列车模式 (位 7)	列车模式 (位 6)	列车模式 (位 5)	列车模式 (位 4)	列车模式 (位 3)	列车模式 (位 2)	列车模式 (位 1)	列车模式 (位 0)	1～14
28	0	0	0	0	0	0	1	1	结束字节
29	校验字节 (位 7)	校验字节 (位 6)	校验字节 (位 5)	校验字节 (位 4)	校验字节 (位 3)	校验字节 (位 2)	校验字节 (位 1)	校验字节 (位 0)	CRC

3.2 解决编组变化后车载设备 IP 地址冲突问题

(1)解决交换机 IP 地址冲突问题

监控系统中的交换机根据所在位置有唯一的 IP 地址,从 Mc1 司机室交换机开始到 Mc2 司机室交换机结束,IP 地址分别为 172. 18. 40. (25、35、45、55、65、75). 当编组变化后,为了解决交换机 IP 地址冲突问题,可根据列车序号信息重新配置交换机的 IP 地址,将每列车内交换机所在的子网配置成 172. 18. (40+列车序号-1)网段.

因为每个交换机都有唯一的 MAC 地址,故将交换机配置 IP 地址的协议定义成如表 4 所示,配置 IP 地址命令以组播发送,交换机根据协议中的 MAC 地址来判断是否是发送给自己的配置命令.

表 4 交换机配置 IP 地址命令协议

Tab. 4 Protocol for switch IP address allocation

字节序号	数据值
0	功能号 0x50
1~6	MAC
7~10	IP

为了达到重新给交换机分配 IP 地址的目的,监控系统软件第一次启动时,需要顺序获取整个

监控系统以太网上所有交换机的 MAC 地址,通过开关交换机中继端口的操作,确保软件能顺序获得交换机 MAC 地址. 整个流程如图 3 所示. 将获得的交换机 MAC 地址存在配置文件中,以省去下次软件启动时获得 MAC 地址的操作.

(2)解决 IP 摄像机和硬盘录像机 IP 地址冲突问题

监控系统中的 IP 摄像机和硬盘录像机都是通过 DHCP 请求分配 IP 地址,DHCP 服务器会在设备连接的交换机 IP 地址的基础上,根据连接的交换机端口号对 IP 地址的第四字节加减相应的偏移量构成新的 IP 地址分配给设备. 当交换机 IP 地址已经重新分配后,只需要重启 IP 摄像机和硬盘录像机即可,当设备运行后,会获得新的 IP 地址. 由于不同列车的设备 IP 地址在不同网段,从而解决了设备 IP 地址冲突的问题.

本监控系统中的 IP 摄像机为海康数字化摄像机,海康提供的设备控制 SDK 只支持单播重启摄像机操作,重启命令超时时间为 3 s,单列车共有 22 个摄像机,当单播发送重启命令时,如果某个摄像机掉线,会阻塞重启操作,造成整个编组变

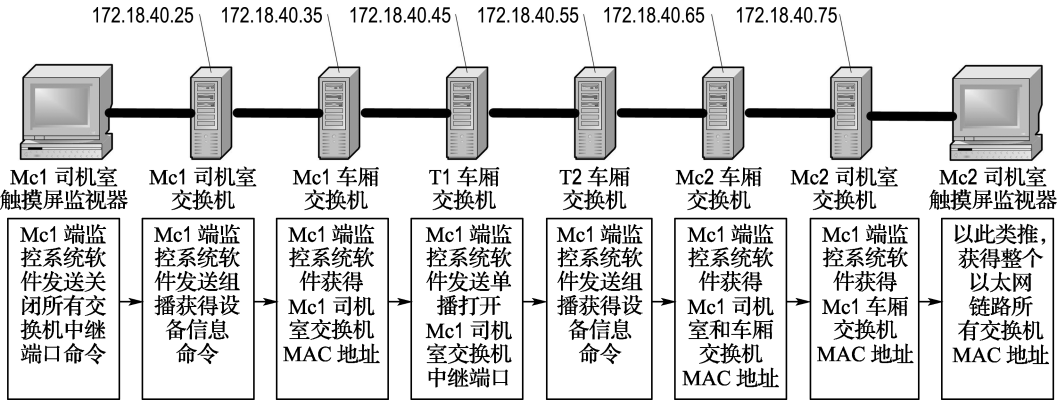


图 3 顺序获得交换机 MAC 地址流程

Fig. 3 Process of getting each switch's MAC address

化处理时间过长. 为解决这一问题,与海康公司沟通,定制出一版支持组播重启命令的摄像机固件. 重启设备流程如图 4 所示. 因设备是否重启成功对监控系统能否正常工作十分重要,当组播重启某一设备失败时,要再发送单播重启命令,防止设备因为没收到组播命令而重启失败.

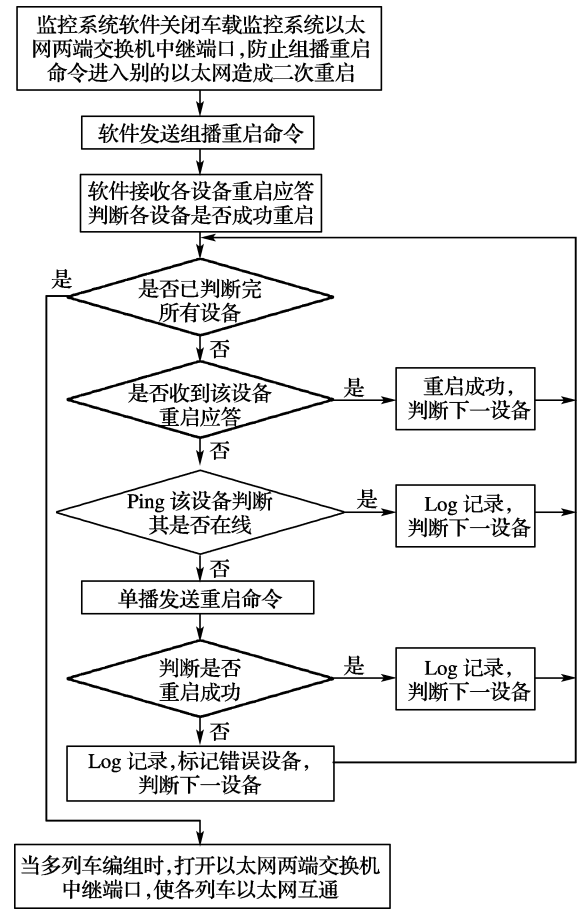


图 4 车载设备重启流程图

Fig. 4 Flowchart of on-board devices restart

3.3 解决编组变化后硬盘录像机录像混乱问题

如图 1 所示,单列车有 2 台硬盘录像机,分别位于车头和车尾的司机室里,因为硬盘录像机的内存容量有限,故每台硬盘录像机只需负责半列车 11 个 IP 摄像机的实时视频存储任务. 当在不同编组模式下运营时,每台硬盘录像机仍然只负责所在列车半列车的视频存储. 以两列车编组为例,编组变化后,第二列车上的摄像机和硬盘录像机 IP 地址已经变为 41 网段,导致硬盘录像机无法获取正确视频录像,软件需要重新对硬盘录像机发送取流配置命令使其重新取流录像.

为了使软件能获得所有设备信息,软件通过配置文件的方式来实现,此配置文件的组成结构如图 5 所示,因目前最多只有三列车编组模式,故配置文件包含三列车的设备信息. 以第一列车为例,用一对 <Train> 元素来标记,其中含有属性 Name 和 IsActive,Name 为列车名称,IsActive 表示此列车的配置信息是否有效,当单列车时,只有第一列的 IsActive 值为 1,第二、第三列车的 IsActive 值为 0,以此类推. 在每列车中,均有两对 <Cab> 分别表示车头和车尾,两对 <Saloon> 表示乘客车厢. 在每个 Cab 中,<Camera> 元素表示其中的 IP 摄像机设备信息,其属性包括摄像机名称、全局唯一的 Channel 和摄像机 IP 地址. <TDvr> 元素表示硬盘录像机的设备信息,其属性中的 IP 为 IP 地址,Style 属性表示监控系统软件是否给此硬盘录像机发送取流配置命令. 在 <TDvr> 元素中还有若干 <CameraChannel> 元素表示硬盘录像机的取流配置信息. 在 <CameraChannel> 元素中,其中的 Camera 属性值即为摄像头的 Channel

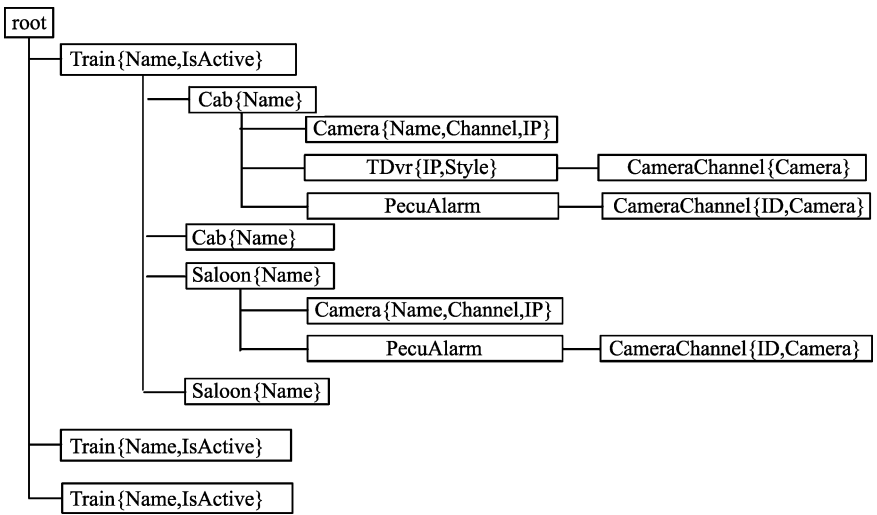


图 5 XML 文件结构图

Fig. 5 Structure diagram of XML file

号,监控系统软件根据此 Camera 值查找到相应的摄像机 IP 地址,将此摄像机的 IP 地址和一些录像参数发送给硬盘录像机,硬盘录像机根据收到的取流配置信息对此摄像机取流并且存储视频数据. <PecuAlarm>元素表示乘客紧急对讲报警联动的配置信息,其中含有若干<CameraChannel>元素表示的配置信息. 在<CameraChannel>元素中,属性 ID 为紧急对讲报警装置的全局唯一 ID 号,属性 Camera 即为联动的摄像机 Channel 号,通过此 Channel 号可以找到需要联动的摄像机. 在每个<Saloon>中,与<Cab>相似,只是没有<TDvr>元素. 第二、第三列车的结构与第一列车相同,故不再赘述.

编组变化后,软件即可根据配置文件中第一列

车、第二列车和第三列车硬盘录像机的取流配置信息,给每台硬盘录像机重新发送取流配置命令,达到硬盘录像机正常存储摄像机视频数据的目的.

3.4 解决编组变化后软件对整列车所有 IP 摄像机实时视频监控的实现

以两列车编组模式运行为例,当编组变化后,每台触摸屏监视器里面的监控系统软件应该能轮询整列车 44 个摄像机的实时视频,以达到监控整列车,保证安全的目的. 由图 5 可知,软件可以通过配置文件获得摄像机的设备信息,编组变化后,软件即可根据配置文件里面所有 IsActive 属性值为 1 的列车中的 Camera 信息对摄像机进行实时视频的监控. 根据海康提供的网络设备 SDK,具体的取流过程如图 6 所示.



图 6 摄像机取流过程

Fig. 6 Process for camera to take flow

3.5 解决编组变化后软件上报整列车车载设备在线状态的实现

根据上一小节的分析可知,监控系统软件通过配置文件可以获得监控系统中所有摄像机和硬盘录像机的设备 IP 地址,故软件可根据 IP 地址

在局域网内利用 ICMP Ping 技术来比较准确地检查车载设备与触摸屏监视器之间的网络连接是否正常^[8],从而判断设备是否在线,并将获得的设备在线状态利用串口上报给列车广播控制系统单元. 本文对制定的通信协议的一部分进行分析,如

表 5 所示,在此协议中,所有设备的在线状态均用 1 位来表示.在单列车模式下,软件只能获得第一列车的设备状态信息;在多列车模式下,软件可以获得多列车设备状态信息.将获得的状态信息,根据协议进行填充,发送给列车广播控制系统单元.

需要注意的是,在列车编组变化过程中,监控系统软件需要主动清除 ARP 表,否则会造成某些摄像机在线而软件却长时间 Ping 不通的现象.原因如下:以两列车编组为例,编组变化前,软件

根据 Ping 操作获得本列车所有摄像机的在线状态,此时摄像机全部在 172.18.40 网段.编组变化后,第二列车摄像机网段变为 172.18.41,当第二列车上的监控系统软件再次通过 Ping 操作获得第一列车摄像机(172.18.40 网段)在线状态时,因为 ARP 表的生存时间在 10 min 左右^[3],所以此时 ARP 表可能没有被及时更新,导致 Ping 失败,造成设备掉线的假象.

表 5 设备状态协议
Tab.5 Protocol of device status

字节 序号	意义								注释
	第七位(最 高有效位)	第六位	第五位	第四位	第三位	第二位	第一位	第零位(最 低有效位)	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2	保留	保留	硬盘录像 机 2-3	硬盘录像 机 1-3	硬盘录像 机 2-2	硬盘录像 机 1-2	硬盘录像 机 2-1	硬盘录像 机 1-1	硬盘录像机状态: =0,正常;=1,错误;
3	保留	保留	监视器 2-3	监视器 1-3	监视器 2-2	监视器 1-2	监视器 2-1	监视器 1-1	触摸屏监视器状态: =0,正常;=1,错误;
4	保留	摄像机 4	摄像机 3	摄像机 2	摄像机 1	摄像机 3	摄像机 2	摄像机 1	Mc1-1 摄像机状态: =0,正常;=1,错误;
5	保留	保留	保留	保留	摄像机 4	摄像机 3	摄像机 2	摄像机 1	T1-1 摄像机状态: =0,正常;=1,错误;
6	保留	保留	保留	保留	摄像机 4	摄像机 3	摄像机 2	摄像机 1	T2-1 摄像机状态: =0,正常;=1,错误;
7	保留	摄像机 4	摄像机 3	摄像机 2	摄像机 1	摄像机 3	摄像机 2	摄像机 1	Mc2-1 摄像机状态
8	保留	摄像机 4	摄像机 3	摄像机 2	摄像机 1	摄像机 3	摄像机 2	摄像机 1	Mc1-2 摄像机状态
9	保留	保留	保留	保留	摄像机 4	摄像机 3	摄像机 2	摄像机 1	T1-2 摄像机状态
10	保留	保留	保留	保留	摄像机 4	摄像机 3	摄像机 2	摄像机 1	T2-2 摄像机状态
11	保留	摄像机 4	摄像机 3	摄像机 2	摄像机 1	摄像机 3	摄像机 2	摄像机 1	Mc2-2 摄像机状态
12	保留	摄像机 4	摄像机 3	摄像机 2	摄像机 1	摄像机 3	摄像机 2	摄像机 1	Mc1-3 摄像机状态
13	保留	保留	保留	保留	摄像机 4	摄像机 3	摄像机 2	摄像机 1	T1-3 摄像机状态
14	保留	保留	保留	保留	摄像机 4	摄像机 3	摄像机 2	摄像机 1	T2-3 摄像机状态
15	保留	摄像机 4	摄像机 3	摄像机 2	摄像机 1	摄像机 3	摄像机 2	摄像机 1	Mc2-3 摄像机状态
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

4 结 语

本文论述的动态编组列车车载监控系统软件已成功运用于某地铁项目,为列车的安全运行提供了强有力的保障,其中的列车动态编组处理功能保证在不断电、没有人工干预的情况下,对列车进行快速配置处理,确保列车能在编组模式变化后仍能安全运营,为列车提高运输力,缓解运输高峰做出了突出贡献.监控系统软件的具体功能总结如下:

- (1)监控系统软件具备对车载监控系统 IP 摄像机实时视频监控功能、对硬盘录像机存储视频进行回放和备份功能.
- (2)监控系统软件具备乘客紧急对讲报警联动处理功能、控制硬盘录像机录像存储功能、设备在线状态信息上报功能、列车动态编组处理功能.
- (3)监控系统软件具备设置本机时间、本机 IP 地址等系统设置功能.

参考文献：

- [1] 闫长安. 世界地铁发展趋势和运营安全的保障[J]. 现代城市轨道交通, 2011(5):100-104.
YAN Chang-an. The world development trend and operation security of subway [J]. **Modern Urban Transit**, 2011(5):100-104. (in Chinese)
- [2] 伍 勇,刘思宁. 基于节能和面向旅客服务的列车编组方案研究[J]. 城市轨道交通研究, 2004(6): 27-31.
WU Yong, LIU Si-ning. Train classification for energy saving and passenger service [J]. **Urban Mass Transit**, 2004(6):27-31. (in Chinese)
- [3] Fall K W, Stevens W R. **TCP/IP Illustrated, Volume 1: The Protocols** [M]. Upper Saddle River: Addison-Wesley Educational Publishers Inc. , 2011.
- [4] Droms R. RFC2131 Dynamic Host Configuration Protocol [S/OL]. [2013-07-10]. <http://www.ietf.org/rfc/rfc2131.txt>.
- [5] 陈文洪,严正楷. H. 264 视频编码在数码监控系统中的应用研究[J]. 安防科技, 2007(6):23-27.
CHEN Wen-hong, YAN Zheng-kai. The research of H. 264 video coding in the application of digital monitoring system [J]. **Security and Safety Technology Magazine**, 2007(6):23-27. (in Chinese)
- [6] 李明月. 数字硬盘录像机技术分类解析[J]. 中国科技信息, 2007(24):112-113.
LI Ming-yue. The technology classification analysis of digital disk video recorder [J]. **China Science and Technology Information**, 2007 (24): 112-113. (in Chinese)
- [7] 茅炎菲,黄忠东. 基于 RTSP 协议网络监控系统的研究与实现[J]. 计算机工程与设计, 2011, **32**(7): 2523-2526,2530.
MAO Yan-fei, HUANG Zhong-dong. Research and design of web DVR system based on real-time streaming protocol [J]. **Computer Engineering and Design**, 2011, **32** (7): 2523-2526, 2530. (in Chinese)
- [8] Song Hye-won, Jung Il-hyung, Choi Jun-kyun, *et al*. Implementation of monitoring mechanism for MPLS networks [C] // **6th International Conference on Advanced Communication Technology: Broadband Convergence Network Infrastructure**. Piscataway:IEEE, 2004:868-872.

Design and implementation of on-board monitoring system software for dynamic grouping train

TANG Hai-yuan, LIU Quan-li*

(Faculty of Electronic Information and Electrical Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

Abstract: Train on-board monitoring system plays a vital role in the safety of rail transportation. It is usually made up of camera, digital video recorder (DVR), switch, touch screen monitor (TLCD) and other devices, which takes the responsibilities of real-time monitoring environment of train, storing video and so on. The train on-board monitoring system software which runs in the TLCD is the core control software of the system. The dynamic grouping handle function is a key part for the whole train on-board monitoring system software. When trains run in dynamic grouping mode, this function guarantees that the monitoring system works normally. The introduced on-board monitoring system software for dynamic grouping train has already been used in a subway project.

Key words: train on-board monitoring system; train dynamic grouping; real-time monitor; playback video; on-board device status report