

# LCD 列车动态地图系统主控单元研究与应用

刘全利\*, 贺 莉

(大连理工大学 控制科学与工程学院, 辽宁 大连 116024)

**摘要:** LCD 列车动态地图系统是列车乘客信息系统(PIS)不断发展的必然产物,它使 PIS 更加适应以乘客为中心的运营模式要求.首先设计了 LCD 列车动态地图系统框架,然后重点介绍了该系统核心模块——动态地图系统主控单元——的实现.该模块通过串口通信模块接收列车主控的消息,控制具体动态地图场景的切换和具体元素的管理.该系统已成功应用于深圳某地铁.

**关键词:** 动态地图系统;主控单元;串口通信;场景控制;元素管理

**中图分类号:** TP319 **文献标志码:** A

## 0 引言

随着我国城市化进程的不断加快,地下铁路交通已成为解决城市地面交通紧张的最佳交通方式.而今,城市地下铁路交通采用以乘客为中心的运营模式,为乘客提供了更高质量的服务<sup>[1]</sup>.目前地铁中显示信息技术分为两部分:一是 LED 动态地图指示;二是 LCD 广告屏显示. LED 动态地图采用固定路线上 LED 灯闪烁的方式指示站点,形式单一,提示信息有限;而 LCD 广告屏采用 OSD (on-screen display)方式在其下侧显示部分站点信息,其视频信号采用模拟传输,分辨率低,清晰度差,并不能满足站点信息的高清需求<sup>[2-3]</sup>.

在国外地铁发展比较成熟的城市,如伦敦, LCD 动态地图系统早已投入使用;而国内一些地铁发展相对较快的地区,如上海,也已经将 LCD 动态地图系统的开发应用提上了日程<sup>[4-5]</sup>.虽然 LCD 动态地图系统的传输架构类似于传统的列车乘客信息系统,但是在高清晰度方面提出了更高要求.大多数的列车乘客信息系统媒体发布方式为在司机室与车厢之间采用压缩编码方式进行数字传输,而在车厢内部采用分屏器以 VGA、差分 VGA 或 SDI 方式将信号分配到车厢内的各个 LCD 屏<sup>[6-7]</sup>. VGA 和差分 VGA 方式本质上是模拟信号,容易受干扰,SDI 方式一般分辨率较低.

上述两种方式均不能在传输视频信号的同时很方便地用同一根电缆传输对 LCD 屏的控制信号和读取 LCD 屏的状态信息,且要求 LCD 屏与分屏器间必须是星形布线方式,电缆铺设较多.为解决此类问题,本文设计全数字信号传输方式的 LCD 动态地图系统,并对其进行功能描述;基于系统的功能需求,重点描述该系统主控单元的实现,即主控单元模块基于 Windows CE 操作系统开发,集成 VGA 显示接口、RS-232 控制端口和 RJ45 维护接口,以实现动态地图系统的主要功能.

## 1 动态地图系统总体设计

### 1.1 动态地图系统设计方案

为了适应动态地图系统的数字化要求,设计了如图 1 所示的系统总体框图,系统中的各个模块均处于同一局域网内.

动态地图系统主控单元是动态地图系统的核心模块,主要用于显示系统的场景生成和相关信息的管理.该模块采用 Intel 主板,基于 Windows CE 操作系统来实现.

列车主控提供列车当前运行状态信号,通过 RS-232 接口发送消息,通知动态地图系统主控单元进行场景切换和数据管理等操作.

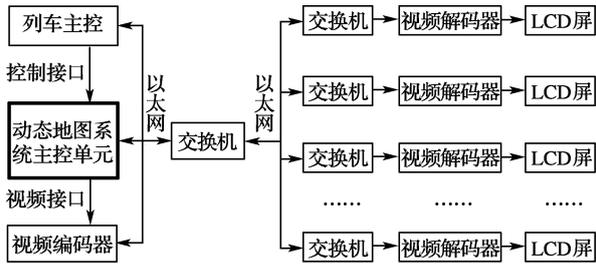


图 1 动态地图系统框图

Fig. 1 Diagram of dynamic map system

视频编码器模块接收到主控单元发来的 VGA 信号,采用 XVID 编码算法,将视频信号压缩为 MPEG4 码流,以满足带宽要求<sup>[8]</sup>,并将该码流发送到以太网上.本文中采用的压缩方式符合 MPEG4 Part10 要求,占用带宽小于 1.5 Mbps.

视频解码器模块通过以太网接收 MPEG4 视频码流,并进行解码,将解码后的视频信号输出到 LCD 屏,以供显示.

交换机模块主要用于管理局域网内各模块和它们之间的数据传输.

综上所述,该系统正常工作时,有一个主控单元和一个视频编码器来生成和发送视频信号,而局域网内可以有任意多个视频解码器获得视频信号,以支持多个 LCD 屏的显示.

### 1.2 动态地图系统主控单元设计方案

根据前文可知,主控单元与其他模块之间需要 RS-232 控制接口、VGA 视频接口和 RJ45 网络接口,另外考虑到系统运行和维护的需要,主控单元的设计框图如图 2 所示.图中,左侧 3 个接口用于与动态地图系统其他模块连接,右侧 3 个接口用于支持系统的正常运行和维护.

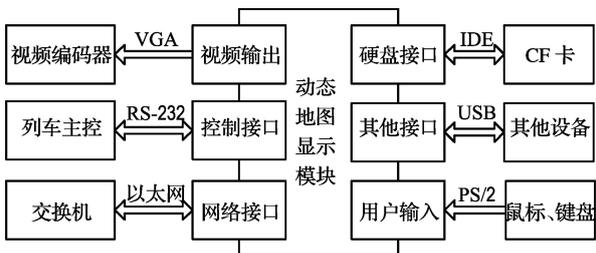


图 2 主控单元框图

Fig. 2 Diagram of main control unit

视频输出采用 VGA 接口、1 280 pixel×720 pixel 的分辨率,用于将动态地图显示界面的图像信号输出到视频编码器.该界面可以根据不同的控制信号显示不同的信息,其中包括时间提示、整

体路线图、局部路线图、线路及站点换乘信息、到站提示、开门提示和关门提示.相对于单一的 LED 路线指示,本系统采用的 LCD 显示方案更加人性化,能够满足乘客对路线、站点信息的更多需求,也能为乘客提供列车动作的必要提示.

控制接口采用 RS-232 接口,将主控单元连接到列车主控.列车主控可以实时获得列车运行的状态,因此,主控单元需要通过控制接口获得这些状态,据此改变当前显示的线路或提示信息.

以太网接口连接到交换机.动态地图显示系统中的各个模块处于同一个局域网,因此每个模块需要维护自己的 IP 地址;而同类设备出厂时均采用默认配置,因此系统正常运行前,需要通过以太网来设定每个设备的 IP 地址.另外,该接口还有其他功能,如响应网络点名、上传设备状态等.

硬盘接口采用 IDE 接口,用于与 CF 卡进行通信.CF 卡中定制了主控单元模块的 Windows CE 操作系统,保存了支持系统正常运行的应用程序以及相关固件,是本模块的主要存储设备.

USB 接口为系统调试和维护的扩展接口,用于连接其他支持 USB 通信的设备.

用户输入接口采用 PS/2 接口,用于连接键盘和鼠标.

## 2 动态地图系统主控单元软件设计

本系统基于 Windows CE 操作系统开发.Windows CE 是一种实时嵌入式操作系统,支持多种常见的处理器架构,如 x86、ARM 等.它支持常见的硬件外设,如鼠标、键盘、串口、以太网口、通用串行总线(USB)设备等<sup>[9]</sup>.系统采用 Visual Studio 开发环境,通过 Activesync 工具同步主控单元,对其进行远程调试.主控单元采用如图 3 所示的软件框架.

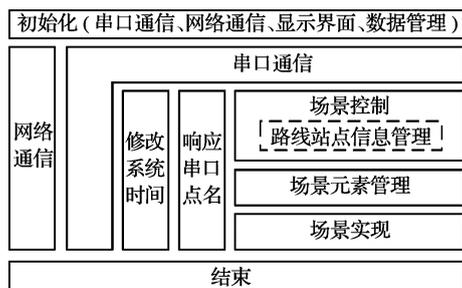


图 3 动态地图系统主控单元软件框图

Fig. 3 Diagram of main control unit's software of dynamic map system

软件框架由上而下由三大部分组成:系统的初始化、系统功能具体实现和系统的结束。

系统的初始化过程包括串口通信、网络通信、显示界面和数据管理链表的初始化。系统的结束过程包括以上四部分的内存空间释放和各线程的退出。系统功能的具体实现部分包括以下几个模块:

#### (1)网络通信模块

动态地图系统主控单元作为局域网内的一个设备,需要与列车主控以及维护设备进行网络通信,而网络通信模块主要完成以下几个功能:一是修改并维护 IP 地址;二是响应网络状态点名;三是上传设备状态。

#### (2)串口通信模块

串口通信模块主要处理列车主控和动态地图系统主控单元之间的数据通信,并根据两者间的协议管理串口数据。模块主要响应以下几个消息:一是串口点名;二是场景切换;三是系统时间调整。串口通信的数据包包括消息类型、列车主控传递给动态地图系统主控单元的参数及校验码等信息。

#### (3)系统时间修改模块

串口通信模块收到系统时间调整的消息时,通知系统时间修改模块;消息数据包中存有列车主控希望动态地图系统主控单元设置的时间值,系统时间修改模块将依此对主控单元系统时间进行修改并保存。

#### (4)串口点名响应模块

串口通信模块收到串口点名的消息时,通知串口点名响应模块进行处理。

#### (5)场景控制模块

串口通信模块接收到场景切换的消息时,将通知场景控制模块。此时,场景控制模块根据接收到的命令,判断当前需要显示的场景;如果当前场景需要更新路线或站点信息,则通知路线站点管理模块,依照数据包中的信息,更新全局路线站点信息和当前站点信息,以确保显示的正确性。

#### (6)场景元素管理模块

场景元素管理模块主要用于管理当前场景中不同类型元素的属性。

#### (7)场景实现模块

场景实现模块负责所有元素的具体实现过程。模块基于 MFC 微软基础类库,通过调用 GDI 图形接口来完成。当前场景的所有元素都更新结束后,模块根据场景元素的列表依次创建不同的子窗口、显示相应的信息以及实现动画功能。

## 2.1 串口通信模块

列车主控与动态地图系统主控单元间采用一位滑动窗口协议进行数据通信。当主控单元收到列车主控发送的消息数据后应该以相同消息类型的数据进行回应。为此,本文设计了一种带有校验可兼容多种消息类型的数据打包方式。当信息需要多字节表示时,采用小开端格式。串口数据包的帧格式如图 4 所示。

起始字节(0xFC):1 byte
消息状态:1 byte 0x30—初始消息 0x31—初始消息接收正确 0x32—初始消息接收错误
消息类型:1 byte
消息数据:1 byte
消息数据: $n$ byte( $n \leq 250$ )
校验和:1 byte
结束字节(0xFE):1 byte

图 4 串口帧格式

Fig. 4 Frame format of serial port

0xFC 和 0xFE 分别用来表示消息帧的开始和结束,0xFD 用作转义字符。消息帧中,如果有这 3 个值(不包括消息的开始和结束),则分别在它们前面加上 0xFD。

消息状态用于区分当前消息的状态,包括初始消息(列车主控发送给主控单元)、正确应答消息(主控单元发送给列车主控)和错误应答消息(主控单元发送给列车主控)3 种。

消息类型用于区分本模块管理的 3 种消息,包括串口点名、场景切换和系统时间调整。每种消息有自己的消息类型值,在通信的过程中,列车主控与动态地图系统主控单元之间的同一类型的初始化消息和应答消息采用同一消息类型。

消息数据区域保存列车主控发送给动态地图系统主控单元的各个类型消息的具体数据,长度灵活可变。

校验和从起始字节到消息数据的最后一个字节,按字节异或得到,其中不包括转义字符 0xFD。

串口通信模块需要同列车主控和动态地图系统主控单元内部其他模块进行交互,模块框架如图 5 所示。

串口通信模块是动态地图系统主控单元和列

车主控之间主要的通信模块,采用 RS-232 接口.当接收到列车主控发来的消息时,串口通信模块将数据保存到临时存储区;本次消息接收完毕后,判断该消息是否有效;若消息无效,则丢弃此次接收的数据,继续阻塞等待串口数据;若消息有效,则按照消息类型通知主控单元内部的不同模块(以场景控制模块为例),并等待其应答;最后,根据场景控制模块的应答状态,向列车主控回复相应的串口消息数据包.

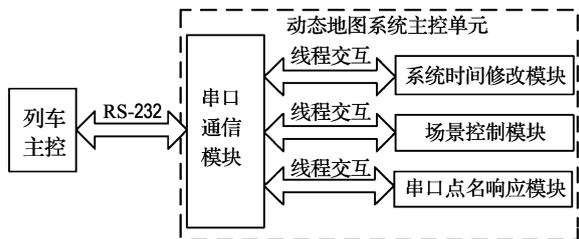


图 5 串口通信模块框图

Fig. 5 Diagram of serial communication module

### 2.2 场景控制模块

场景控制模块是主控单元控制场景之间切换的核心模块,需要判断当前的场景;另外,主控单元中场景的切换需要对应串口场景切换消息的不同命令.因此,场景控制模块主要有两个功能:一是管理所有场景信息;二是将场景切换消息中的命令与具体的场景对应起来.图 6 所示为场景切换状态机.

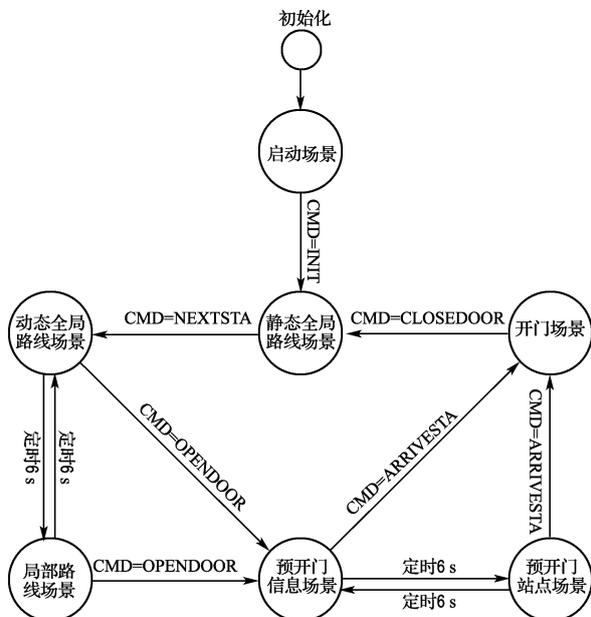


图 6 场景切换状态机

Fig. 6 Scenes switching state machine

场景控制模块共需要管理 7 种场景,分别为启动场景、静态全局路线场景、动态全局路线场景、局部路线场景、预开门信息场景、预开门站点场景和开门场景;而串口场景切换消息有 5 个不同的命令(CMD)需要响应,分别为初始化(INIT)、下一站(NEXTSTA)、开门(OPENDOOR)、到站(ARRIVESTA)、关门(CLOSEDOOR).场景切换流程如下:

(1)当系统刚启动时,所有路线信息尚未初始化,此时显示启动场景,显示系统时间.

(2)若收到 INIT 命令,则对路线信息进行初始化,场景切换到静态全局路线,此时正式启动了所有场景的相互切换过程.

(3)若收到 NEXTSTA 命令,场景切换到动态全局路线,并启动与局部路线场景的定时自动切换过程.

(4)在(3)的过程当中,若收到 OPENDOOR 命令,则停止(3)中的自动切换过程,将场景切换到预开门信息,并启动与预开门信息场景的定时自动切换过程.

(5)在(4)的过程当中,若收到 ARRIVESTA 命令,则停止(4)中的自动切换过程,将场景切换到开门场景.

(6)若收到 CLOSEDOOR 命令,场景切换到静态全局路线,之后重复以上(3)~(6)的过程.

### 2.3 场景元素管理模块

动态地图显示模块需要实现高质量的信息显示,经过场景控制模块确定了当前显示场景后,需要对当前场景中不同的元素进行分类和存储.

通过对显示要求的分析,将场景中所有元素分为三类:时间元素、文字元素和图片元素.三类元素有相同的属性,例如元素位置、元素当前使用状态等;也有各自的不同属性,例如时间元素有时间属性,文字元素有文字的内容和字体等属性、图片元素有前景和背景图片属性.因此,本文对它们进行分类管理.

本文中每一类元素的个体之间没有明确的先后关系;但是为了节省存储资源,每一类元素个体的存储空间需要在使用前临时分配.考虑到以上两点,本文对元素的管理有以下几点原则:

(1)选择链表作为基本的存储类型,因为链表能够实时地对节点进行内存分配和释放.

(2)每一类元素创建一个链表,链表的节点即表示该类元素的个体.

(3)采用单独分配、统一释放的原则来管理链表.即添加当前场景元素时,若链表中没有可用的节点,那么临时分配一个节点空间并插入到相应链表;否则,使用链表中第一个可用的节点.到系统退出时,统一释放所有链表的节点空间.

### 3 动态地图系统的应用

目前,动态地图系统已经开发完成并应用于深圳某地铁列车内,运行、显示效果良好.该线路列车采用六节编组,列车内动态地图系统连接示意图如图 7 所示.

由图 7 可见,动态地图系统主控单元以及视频编码器位于司机室,负责生成和发送视频信号;从车厢 1 到车厢 6 中各有一套视频接收显示装

置,即视频解码器和 LCD 屏.每个车厢中,通过视频解码器接收到视频信号并进行解码,将解码后的视频信号分别通过两个通路发送到车厢两侧的 LCD 屏;LCD 屏接收其上级 LCD 屏的视频信号,显示并将信号转发到下一级 LCD 屏.

该线路的 LCD 列车动态地图系统采用多场景切换,如图 8 所示为具体场景示例.

LED 动态地图系统只能单一地显示整条路线,而本文设计的 LCD 动态地图系统可以显示更加丰富、人性化的路线站点信息,如图 8(a)中显示的启动场景,可显示时间提示;图 8(b)中显示的局部路线场景,可显示下一站换乘信息;图 8(c)中显示的预开门信息场景,可提示下一站出口信息.

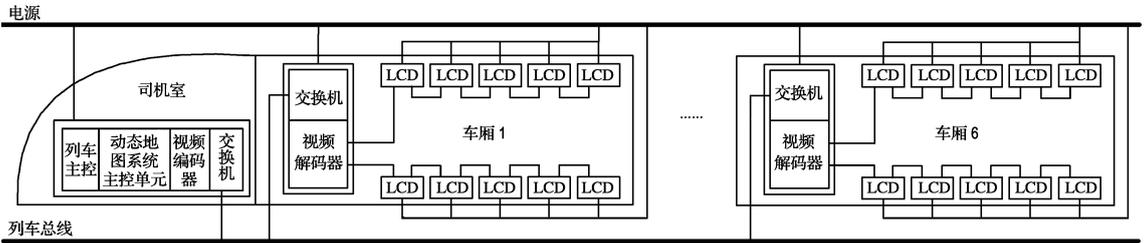


图 7 动态地图系统连接示意图

Fig. 7 Connection diagram of dynamic map system



(a) 启动场景

(b) 局部路线场景

(c) 预开门信息场景

图 8 场景示例

Fig. 8 Examples of scenes

### 4 结 语

本文介绍了 LCD 列车动态地图系统的设计方案及其功能,着重描述了该系统主控单元的实现.该单元模块采用 Intel 主板作为硬件平台,基于 Windows CE 操作系统开发实现.模块通过 RS-232 接口,接收列车主控的命令,以此作为依据切换不同的动态地图场景,更加人性化地为乘客提供列车信息.系统具有内容丰富、界面布局合理、画面清晰等优点,已经成功应用于深圳某地铁,它的应用将会为乘客的出行带来极大的便捷.

### 参考文献:

[1] 阙庭明.城市轨道交通乘客信息系统技术发展趋势探讨[J].铁路计算机应用,2009,18(1):37-39.  
KAN Ting-ming. Research on technology development trends to urban rail transit passenger information system [J]. **Railway Computer Application**. 2009, 18(1):37-39. (in Chinese)

[2] 严婵琳.数字视频传输技术在城市轨道交通中的应用[J].城市轨道交通研究,2002,5(3):66-70.  
YAN Chan-lin. The application of digital video transmission technique to urban mass transit [J].

- Urban Mass Transit**, 2002, **5**(3): 66-70. (in Chinese)
- [3] 刘镇涛. 地铁视频图像系统的建设[J]. 中国安防, 2009, **4**(4):70-73.  
LIU Zhen-tao. The construction of metro video and image system [J]. **China Security & Protection**, 2009, **4**(4):70-73. (in Chinese)
- [4] 马冲, 邓红元. 地铁 PIS 系统中的视频技术[J]. 铁路通信信号工程技术, 2008, **5**(1):44-46.  
MA Chong, DENG Hong-yuan. The video technique for metro PIS system [J]. **Railway Signalling & Communication Engineering**, 2008, **5**(1):44-46. (in Chinese)
- [5] 李瑛, 赵红. 天津地铁 1 号线车站乘客向导系统的设计与实现[J]. 铁路通信信号, 2009, **45**(11):21-22.  
LI Ying, ZHAO Hong. The design and implementation of the passenger guide system for No. 1 line of Tianjin subway [J]. **Railway Signalling & Communication**, 2009, **45**(11):21-22. (in Chinese)
- [6] 马丽英. 广州地铁二、八号线延长线车辆乘客信息系统[J]. 电力机车与城轨车辆, 2009, **32**(4):23-25.  
MA Li-ying. Passenger information system of metro rolling stock for Guangzhou metro line 2&8 extension [J]. **Electric Locomotives & Mass Transit Vehicles**, 2009, **32**(4):23-25. (in Chinese)
- [7] 刘璠. 上海市轨道交通车载乘客信息系统设计[J]. 铁路通信信号工程技术, 2010, **7**(2):51-52, 59.  
LIU Fan. Design of on-board passenger information system for Shanghai urban mass transit [J]. **Railway Signalling & Communication Engineering**, 2010, **7**(2):51-52, 59. (in Chinese)
- [8] 刘荣科, 胡伟, 高杨, 等. 基于 DSP 平台的机载高清视频编码器设计与实现[J]. 航空学报, 2011, **32**(3):507-514.  
LIU Rong-ke, HU Wei, GAO Yang, *et al.* Design and implementation of airborne high definition video encoder based on DSP platform [J]. **Acta Aeronautica et Astronautica Sinica**, 2011, **32**(3): 507-514. (in Chinese)
- [9] 何顶新, 叶刚, 徐金榜. 基于 WINCE 的 CAN 总线设备驱动研究[J]. 华中科技大学学报: 自然科学版, 2007, **35**(9):104-106.  
HE Ding-xin, YE Gang, XU Jin-bang. Research of CAN bus device driver by using WINCE [J]. **Journal of Huazhong University of Science & Technology: Nature Science Edition**, 2007, **35**(9): 104-106. (in Chinese)

## Research and application of main control unit for LCD train dynamic map system

LIU Quan-li\*, HE Li

( School of Control Science and Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China )

**Abstract:** LCD train dynamic map system, as the result of train passenger information system's development, makes PIS more responsive to the operating mode centered on passengers. Firstly the framework of LCD train dynamic map system is designed, and then the implementation of this system's kernel module is focused on, which is dynamic map system's main control unit. This module controls all of dynamic map scenes switching and manages all the elements in these scenes according to messages from train controller via serial communication module. This system has been used in a certain metro of Shenzhen.

**Key words:** dynamic map system; main control unit; serial communication; scenes control; elements management