

文章编号：1005-8451（2015）04-0058-04

城轨列车司机驾驶控制台模拟与仿真

蒋 捷

（西南交通大学 信息科学与技术学院，成都 611756）

摘要：随着城市轨道交通的快速发展，对列车司机驾驶控制台的人机交互界面的要求也越来越高，希望通过人机交互界面可以查看列车运行状态信息并做出相应的操作动作。为了设计一个简单、自然、友好的司机驾驶控制台交互界面，屏蔽车载系统复杂的结构，通过分析系统结构需求、系统功能需求、系统性能需求，在Windows操作系统下的Visual C++ 6.0编程环境下，使用其封装的MFC程序编写代码，以成都地铁一号线为例对系统进行运行及调试，实现了列车司机驾驶控制台模拟与仿真系统。

关键词：驾驶控制台；人机交互界面；MFC

中图分类号：U260.38 **文献标识码：**A

Simulation on driver console for train of Urban Transit

JIANG Jie

（School of Information Science & Technology, Southwest Jiaotong University, Chengdu 611756, China）

Abstract: With the rapid development of Urban Transit, requirements to interactive interface of the train drivers console's were more and more high, it was expected to check the information of train running status through the interactive interface and make the relevant operation. In order to design a simple, natural, friendly driver's console interface, and shield complex structures of vehicle system, the paper analyzed the system architecture requirements, system functional requirements, system performance requirements, used the package MFC program to write code under the Visual C++ 6.0 programming environment of the Windows Operating System. Chengdu Metro Line was taken as an example to implement the simulation of driver consol.

Key words: driving console; interactive interface; MFC

具有运量大、速度快、安全可靠、准点、保护环境、受其他交通方式干扰小等特点的城市轨道交通^[1]在城市公共交通中起着越来越重要的作用。

近年来，随着我国的城市轨道交通随着城市规模的不断扩大以及城市化进程的快速发展，政府也在不断增加对轨道交通运输基础建设的投资。城市轨道交通列车可运行在不同的驾驶模式下，而司机可通过城市轨道交通列车驾驶控制台界面查看列车运行状态信息并做出相应的操作动作。

司机室是司机获取信息、做出正确、安全驾驶操作的特定作业场所，提供了司机驾驶控制台界面^[2]。该界面的操作与显示界面器件的设置于布置是否科学合理，对司机能否全面、安全完成驾驶职能具有重大影响。

司机驾驶控制台界面的设计对于列车的安全运

行有特别的意义，是列车设计技术的重要组成部分。目前，司机驾驶控制台的设计思想经历了从“以机器为本”到“以人为本”的转变，逐步引入了人机方面的设计思想^[3]。

1 系统结构

1.1 系统结构划分

司机驾驶控制台是司机和CBTC系统对话的窗口，需为司机提供列车运行状态机监控信息，并提示相关的操作动作。要求对列车安全运行所必须的信息进行详细、准确、可靠的显示。

进入司机驾驶控制台界面时，通过认证模块进行司机驾驶认证，验证司机的驾驶资格。验证成功后，列车处于激活状态，启动并给与最大牵引力。列车开始运行后，通过图形、文字等方式显示列车运行的总体信息，即系统时间、司机认证等；列车运行监督信息，即列车运行速度以及目标距离等信息；列车

收稿日期：2014-09-20

作者简介：蒋 捷，在读硕士研究生。

车门控制和监督信息，即车门状态以及屏蔽门状态等；ATS 监督信息，即列车 ID，列车是否停站，下站站名，本站站名，目标站台，停站时间等；列车信息，即运行状态等；并提供列车运行操作的功能按钮^[4]。

因此，为设计一个功能齐全、简单、自然、友好的司机显示界面，将界面划分为 6 个功能模块区，如图 1 所示。

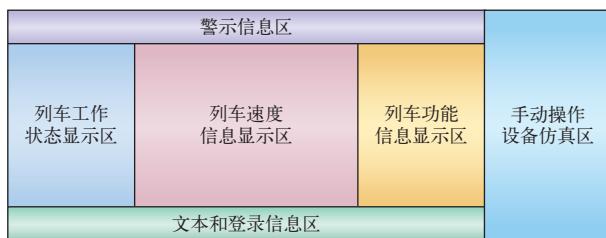


图1 结构图

1.2 系统模块构成

根据列车运行控制系统的结构和功能以及司机驾驶控制台模拟与仿真界面的结构划分，对司机驾驶控制台模拟与仿真界面进行了简化，主要包含以下模块：登录对话框模块、离线数据读取模块、司机驾驶控制台模拟与仿真界面模块。

2 系统功能

2.1 离线数据读取模块

由于屏蔽了车载设备的复杂结构，取消了地面信息接收及处理模块，因此事先将仿真的数据放入文件中，然后通过离线数据读取模块实现。

2.2 登录对话框模块

在主界面外，创建登录对话框。在系统运行时，弹出登录对话框，要求输入司机号、列车号、密码进行验证，验证司机的驾驶资格。若验证成功，则弹出消息对话框，并进入主界面；否则，弹出提示对话框，并清零重新输入验证，从而可根据运营和安全控制要求对输入数据进行有效性检查，确保系统的保密性及列车的运行安全。

2.3 司机驾驶控制台模拟与仿真界面模块

工作状态信息区主要负责显示列车运行过程中相关状态或停站信息。包括：列车当前控制模式，列车在站台状态，本站、下一站名称，前方距离。同时，显示到站信息，若到站为 YES，否则为 NO。在速度

信息区，用一个环形速度表盘来显示相应的速度信息，指针指向位置为当前列车运行实际速度，并用数字显示出实际速度。同时，表盘上用黄色三角形标注出ATO速度与最大允许速度之间的区域，红色三角形标注出列车在该区域最大允许速度。在警示信息区，提供列车运行的目标距离信息。通过进度条控件，动态显示列车运行进度，刻度采用自然数标尺来标识距离及站名。

在功能信息区，显示列车车门状态、站台屏蔽门状态以及列车运行计划信息。在该模块中，列车车门和屏蔽门状态简化为打开、关闭两种状态。列车运行计划信息主要包括：司机号、列车号、起点站、终点站、停战时间、是否启动等。

为了保证行车任务的正确，必须设置登录信息区，主要是在执行行车任务前，验证司机的行车资格许可和任务的正确性。在该区设置两个登录区，一个为司机 ID 验证，一个为运行任务验证（车次号验证），系统收到验证信息后，验证正确后，T 显示出驾驶司机的司机号和运行任务。文本信息则主要是显示系统时间等。该系统时间与实际时间同步，包括日期和时间。

在司机手动操作设备区，设置 6 个功能键，利用图形按钮仿真模拟司机手动操作设备部分，包括启动、常规制动、紧急制动、制动缓解、牵引仿真、语音播报按钮。点击启动按钮时，系统启动；点击常规制动按钮时，系统进行常规制动，列车速度减小，速度仪表盘上的指针逆时针转动；点击紧急制动按钮时，列车速度迅速减小为 0，速度仪表盘上的指针指向 0，然后点击制动缓解按钮，列车速度恢复正常，速度仪表盘上的指针正常转动；点击牵引仿真按钮时，系统进行牵引仿真；点击语音播报按钮时，系统到站时自动播放音乐，以提醒乘客到站。

2.4 系统功能图

系统运行功能图如图 2 所示。

3 系统性能需求

3.1 可靠性

系统中所有设备应保持每天 24 h 连续工作，关键设备冗余配置，平均无故障时间（MTBF）应不小

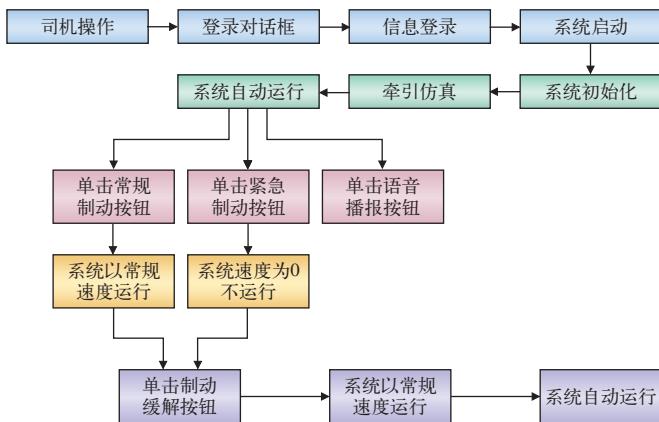


图2 系统功能图

于 5×104 h。

3.2 可用性

系统可用性指标应到达 99.99%。

3.3 可维护性

应实时监测系统内各设备的工作状态，并提供设备故障报警功能。通过制定维修/更换策略、在线维修措施及维修支持设备的最佳运用来减少设备停机时间。本系统软件需按现有的计算机软件相关规范要求的开发流程进行，软件源代码可读性强，方便软件维护。

3.4 扩展性

系统软件、硬件应采用标准的模块化设计，易于系统功能和控制范围的扩展。在线路延伸时，系统应在尽量不更改系统设计的情况下通过添加硬件或软件来扩展。

3.5 实时性

系统信息显示时延应小于 1.5 s，系统控制输出时延应小于 1 s。

4 司机驾驶控制台模拟与仿真界面设计及实现

该系统以成都地铁一号线为例进行模拟与仿真。通过 VC++ 6.0 封装的 MFC 程序对 Active 控件编程实现控件化，主要采用进度条控件、按钮控件、静态文本^[5]。

4.1 离线数据读取模块的设计及实现

由于简化系统模块，因此数据由离线读取。在本文中，以成都地铁一号线的站间距离、列车实际运行速度作为离线数据进行该系统的模拟与仿真。

4.2 登录对话框模块的设计及实现

在该仿真系统运行前，弹出登录对话框，需输入司机号、列车号、密码，点击登录按钮进行验证，从而确保系统的保密性及列车的运行安全。验证成功后，弹出消息对话框“欢迎进入司机驾驶控制台”。点击确定后，进入系统初始化界面。否则弹出提示信息“输入错误，请重新输入”并清零重新输入。

4.3 司机驾驶控制台模拟与仿真界面模块的设计及实现

进入系统初始化界面时，如图 3 所示。此时，6 大功能区呈未激活状态，即警示信息区的列车进度控件初始化位置为零；司机手动操作设备区的按钮显示灰色位图；其余功能区不显示任何信息。



图3 系统初始化界面

在登陆信息区输入列车号、司机号，验证成功，点击启动按钮，如图 4 所示。此时，工作状态信息区、功能信息区的显示内容为初始化内容；司机手动操作设备区的按钮显示相应的位图。



图4 系统运行状态1

点击牵引仿真按钮，系统运行，该系统正常运行，如图 5 所示。速度仪表盘根据读取的离线数据动态

显示实际运行速度，而列车运行进度控件显示列车当前位置。当点击常规制动按钮时，速度仪表盘的速度会迅速减小，速度指针逆时针方向转动；当点击紧急制动按钮时，速度仪表盘的速度会迅速变为0，速度指针指向0；点击制动缓解按钮时，速度仪表盘的速度恢复正常显示；当点击语音播报按钮时，列车到站时刻会自动播放音乐，列车启动后会自动停止播放音乐。



图5 系统运行状态2

(上接 P52)

```
/* sequence 8 */
ret = Abraham_Sequence_8(address,size,Pattern,AntiPattern);
if(GM_FALSE == ret)
{
    /* call fault manage function */
    return ret;
}
```

主逻辑处理模块的一个逻辑处理周期内 600 ms，其中数据接收发送阶段 300 ms，写入区块或者读出区块的数据处理速率为 1 kbit /ms，有效交互时间 280 ms 内可以交互高达 280 kbit 的数据，可以满足系统的数据通信量。

在每个处理周期内，MPU 和 HCU 需要检测的双口 RAM 存储器区块都为 21 kbit，检测每个测试区块所用的时间为 21 ms。从以上性能可以看出，数据交互效率和双口 RAM 测试性能，可以同时满足系统的通信效率、故障检测覆盖率以及检测速度。

5 结束语

本文对城市轨道交通列车司机驾驶控制台进行了模拟仿真，该系统为列控系统的研究提供一个模拟与仿真平台，有助于节省人力、物力资源，用于培训司机的正常操作和事故演习，保证铁路运营实施的安全性。

参考文献：

- [1] 张国宝 . 城市轨道交通运营组织 [M]. 2 版 . 上海 : 上海科学技术出版社 , 2012.
- [2] 郭北苑 . 高速列车驾驶界面人因适配性设计理论与方法研究 [D]. 北京 : 北京交通大学 , 2010.
- [3] 李 洋 . 基于乘务员特性的机车驾驶界面优化设计研究 [D]. 成都 : 西南交通大学 , 2012.
- [4] 唐 涛 . 列车运行控制系统 [M]. 北京 : 中国铁道出版社 , 2012 : 149-160.
- [5] 孙 鑫 . VC++ 深入详解 [M]. 北京 : 电子工业出版社 , 2006 : 660-699.

责任编辑 徐侃春

3 结束语

文章分析了应用在轨道交通行业中的实时安全设备的双口 RAM 数据通信要求，并在实际的项目设备开发中，设计了双 CPU 系统的安全数据交互方案，可以满足嵌入式安全设备数据交互的安全性和实时性要求。

参考文献：

- [1] 燕 飞, 唐 涛 . 轨道交通信号系统技术的发展和研究现状 [J]. 中国安全科学学报 , 2005, 15 (6) : 94-99.
- [2] 姜 平, 周荣根, 肖红升, 等 . 基于双口 RAM 的多机数据通信技术 [J]. 仪表技术与传感器 , 2005 (15) : 105-107.
- [3] 任爱玲, 凌 明, 吴光林, 等 . 一种用于嵌入式内存测试的高效诊断算法 [J]. 应用科学学报 , 2005, 23 (2) : 178-182.
- [4] CENELEC EN50129-2006. Railway Applications:Safety Related Electronic Systems for Signalling[S]. 2006.
- [5] IEC61508-2. Functional Safety of Electrical/Electronic /Programmable Electronic Safety-related Systems-Part II[S]. 2010.

责任编辑 徐侃春