

城轨车载智能数据维护终端的软件设计与实现

许 硕 王 超 孙 旺

摘 要: 介绍了车载智能数据维护终端软件功能要点; 主要功能在各阶段的使用情况; 阐明智能数据分析在维护中的重要性和实际意义。

关键词: 城市轨道交通; 维护终端; 智能分析; 辅助统计

Abstract: We introduce the key functions of intelligent car-borne data maintenance terminal software and how to utilize those functions at each stage. The importance and significance of intelligent data analysis in maintenance has also been clarified.

Key words: Urban railway system; Maintenance terminal; Intelligent analysis; Assisted statistics

DOI: 10.13879/j.issn1000-7458.2016-07.15456

基于通信的列车控制(CBTC)系统能够满足高密度的列车运行需求, 已是我国城市轨道交通信号系统的主流配置。但CBTC系统复杂, 对运营单位维护人员的要求高。随着城市轨道交通的快速发展, 运行间隔的缩小, 列车数量的增加, 使得需要维护的车载设备迅速增长, 大量刚刚进入信号领域缺乏经验的维护人员面临更大的挑战, 因此开发出信号系统车载智能数据维护终端, 为维护人员提供更多辅助功能, 满足日益增长的设备维护需求。本文只介绍维护终端的软件功能设计与实现。

1 设计需求

1. 维护终端应具备账户管理及权限限制功能, 对不同人员分配不同权限的唯一账户, 每项功能设置需要的最低用户等级, 并对操作人员的操作进行记录。

2. 在车载设备开发前期, 为开发人员提供良好的实时调试数据输出, 便于掌握当前设备运行状况, 并能够方便的修改调试数据输出内容。

3. 在现场调试过程中, 为调试人员提供便于观察的调试数据输出、报警信息输出, 并能够灵活方便地配置报警信息。

4. 在设备维护期间, 为维护人员提供车载设备记录日志的下载, 将下载转换为便于查看的格式, 全部列车设备日志的集中存储及管理, 智能日志分析, 设备故障统计, 全部列车设备日志的横向对比分析, 单一列车设备日志的纵向对比分析等。

5. 具备对日志的辅助统计功能, 便于维护人员统计设备的技术指标。

2 软件功能

维护终端软件是运行在 Windows 环境下的应用程序, 软件以 Visual C++ 为开发平台实现。软件设计采用自上而下的设计思想, 系统软件分为用户管理、实时显示、智能分析和数据统计 4 个功能模块, 采用模块化的设计思想实现维护终端功能。系统软件结构如图 1 所示。

2.1 用户管理

维护终端软件能够为每个用户设置独立的用户名和密码, 用户的密码采用 SHA (安全哈希算法) 存储, 该算法的思想是将一段明文以一种不可逆的方式转换成一段密文, 通过算法的不可逆特性来保护用户的密码不被泄露, 并便于登录时校验密码的正确性。软件还能够为每个账户分配不同的运行权限, 限制用户能够进行的操作, 同时记录每个用户

许 硕: 中国铁道科学研究院通信信号研究所 助理研究员
100081 北京
王 超: 中国铁道科学研究院通信信号研究所 助理研究员
100081 北京
孙 旺: 中国铁道科学研究院通信信号研究所 助理研究员
100081 北京
收稿日期: 2015-09-01

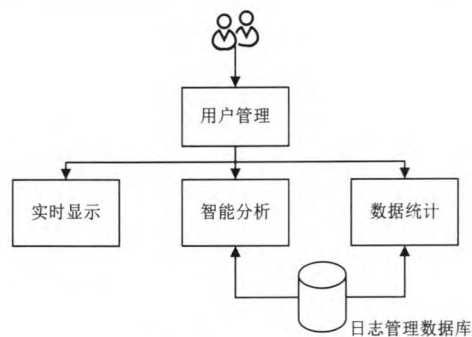


图 1 系统软件结构

的每一个操作。

2.2 实时显示

实时显示功能可将车载设备发出的数据信息实时显示在列表项目中，为便于随时修改显示信息，软件中构造了数据处理类。它能够读取外部实时数据格式配置文件，文件中描述数据包结构及解析方式。接收到数据报文后，该类将数据按配置文件的描述映射到本地显示信息内容中。这种处理方法优点在于，能够通过修改外部配置文件来显示内容的变化，无需修改程序，适于开发阶段频繁的修改输出信息的需求。

随着输出信息的增多，从众多的实时显示信息中获得需要的数据变得越来越困难，为便于在调试中查看调试人员关注的的数据，软件设计了单独的监视窗口，能够将调试人员从实时显示信息中选择的项目单独显示在独立窗口中，减小信息量便于观察。监视界面软件截图如图 2。

ATP-监视输出		ATO-监视输出	
名称	数据源1	名称	数据源1
预选控制-驾驶等级	连续式-AM	ATP B网	连接
保护速度 (km/h)	54	ATP A网	连接
推荐速度 (km/h)	50	SRP通信状态	连接
实际速度 (km/h)	0.00	当前速度 (km/h)	0.00
定位状态	定位完成	ATP限速 (km/h)	54.05
列车方向	正向	到站台点距离 (cm)	131300

图 2 监视窗口

软件还设计了报警信息提示窗口，报警信息窗口可读取外部报警数据格式配置文件，根据文件中描述的报警条件筛查实时显示数据，报警数据配置文件可以配置包括阈值限制、有效值集合在内的多项内容，例如超速报警、位置丢失报警、紧急制动报警等，配置文件可以随时修改以满足调试需要。报警信息的单独显示，为调试中及时处理相关信息

提供了极大帮助。

2.3 智能分析

维护终端软件通过 FTP 协议与车载设备通信，可以下载单独日志文件或同时下载多天日志文件，由于车载设备存储空间有限采取了存储原始报文的形式，需要经过软件处理后供维护人员查看。为便于日志的存储管理及分析，离线日志采用了数据库管理方式，维护终端与日志管理服务器建立连接后，对比本地日志与服务器日志信息，将最新日志信息上传至日志管理服务器的数据库中。数据库存储全部列车全部车载设备的日志文件。

维护终端软件能够对数据库中的日志文件进行智能分析，在维护终端与数据库建立连接后，软件将根据用户选择的分析内容及日期范围对数据库中的相关文件进行分析，并给出分析结果。

2.3.1 信息范围

通过分析日志，对相关信息进行模拟行为模式分析，可以限定分析信息范围。

- 1. 时间范围：时间信息精确到秒级单位。
- 2. 来源范围：包括全部车载设备，例如 ATP、ATO 等等。
- 3. 列车范围：单列车纵向分析，以及可选的多列车横向分析。

2.3.2 判断条件

智能分析前还需要描述行为模式，即分析策略，内容可以是单一的判断条件，也可以是一组判断条件，判断条件的构成如下。

- 1. 判断对象：日志中包含的信息内容，例如当前速度、接收到的应答器、预期应答器等。
- 2. 判断方式：逻辑条件、状态条件等等。
- 3. 判断阈值：可以是具体数值，或者日志中包含的信息内容，例如保护速度、接收到的应答器、预期应答器等。

2.3.3 行为模式

按照上述描述可以根据不同需求设置相应的行为模式，软件根据需求设置了多种行为模式，包括超速判断、应答器丢失、紧急制动原因分析等。

在形成单独行为模式后，可以根据需求组成行为模式组，对更为复杂的事件进行分析处理。例如停站精度统计、线路通信状态分析、外部设备状态检测预警等。

2.3.4 分析流程

用户选择分析信息范围及行为模式后，软件将从数据库中获取相关信息，预处理为事件信息流，同时将行为模式解析，得到行为规范逻辑条件，通过行为规范逻辑条件设定的模式对事件信息流进行行为识别，最终得出分析结果。分析方式可以为单列车的纵向分析，也可以设置多列车的横向分析，行为模式分析流程如图 3 所示。

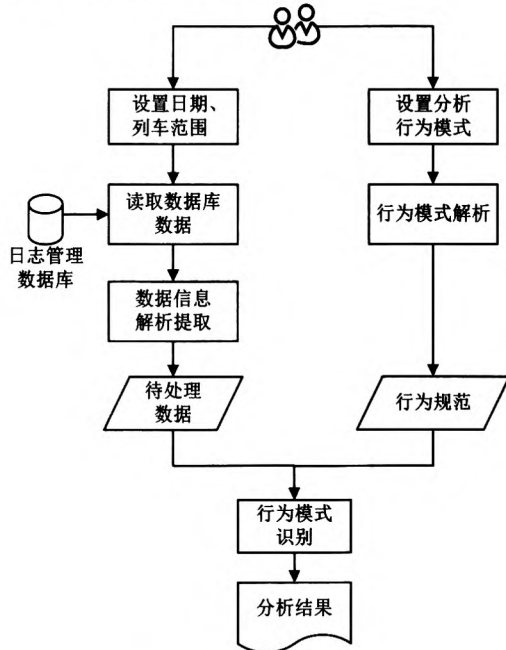


图 3 行为模式分析流程

2.4 数据统计

维护终端软件将原始报文处理转换生成 Excel 文件，Excel 格式文件便于对数据进行统计分析。为此，开发基于 VBA 的 Excel 辅助分析插件，辅助生成相关图表及计算相关数据，例如对单列车应答器丢失情况进行纵向分析，分析结果如图 4。

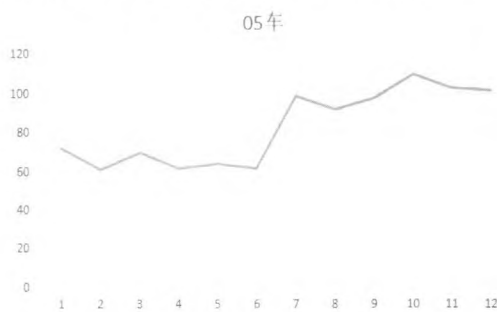


图 4 应答器丢失事件纵向分析

根据图 4 中折线图显示的列车情况发现应答器丢失事件在 7 月时发生了明显的增加，软件将发出

报警，提示维护人员需要对该列车相关设备进行检查。对于应答器丢失事件软件能够进行横向分析，分析结果如图 5 所示。

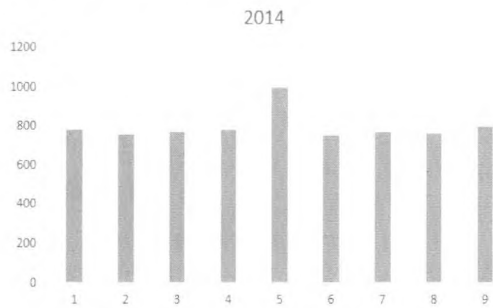


图 5 应答器丢失事件横向分析

图 5 柱状图显示 05 车全年丢失应答器事件明显多于其他列车，软件将提示维护人员该列车可能出现故障，并提供详尽信息辅助维护人员查找原因及时处理。

日志的智能分析能够辅助维护人员对车载设备的维护，并及时甚至提前发现问题并处理，尽可能减少列车在运营期间发生故障，提高系统可用性和稳定性。

为了便于开发人员对 ATO 节能功能的效果分析，辅助插件能够生成对比曲线图，并计算平均牵引电流、牵引及制动的的时间等数据供分析。再有，为了便于维护人员统计停站精度，辅助插件能够生成单独列车的停站精度曲线，并计算停站准确率。

3 结束语

由于信号系统车载设备日志数据量庞大，人员时间精力有限，使得数据分析不及时、不深入，带来设备故障甚至事故发生，开发维护终端的目的在于避免上述情况发生，同时基于信号系统开发人员对设备的了解，尽最大可能提前预警设备可能发生的故障，以及故障发生后辅助分析原因，提高故障处理效率，在开发、调试及维护等全部阶段发挥重要作用。

参 考 文 献

[1] 徐伟,孙旺,许硕. 基于数据挖掘的轨道交通车载监测与维护系统[J]. 铁道通信信号;2013(49).
[2] 周庭梁,张兵建. 地铁的信号维护支持系统[J]. 城市轨道交通研究,2010(13).
[3] 樊国林. 城市轨道交通信号维护支持系统研究[J]. 城市轨道交通研究,2014(17). (责任编辑: 诸 红)