

城市轨道交通仿真系统事件记录与回放

魏 静, 郭秀清

(同济大学 控制理论与控制工程系, 上海 200331)

摘要: 城市轨道交通 ATS 仿真系统的记录回放模块是整个系统中必不可少的一部分。为了方便快捷地开发记录回放软件, 提出了开发记录回放软件的基本思路; 并给出了上海轨道交通 3 号线 ATS 仿真系统记录回放模块的具体开发过程及部分成果。

关键词: ATS 系统; 记录与回放; ini 文件; XML 数据库; 站场关联

中图分类号: TP391.9; U239.5

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)20-0009-03

Logging and replay module in ATS simulation

Wei Jing, Guo Xiuqing

(Department of Control Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200331, China)

Abstract: Logging and replay module is essential to the ATS simulation system. In order to make the development of the logging and replay module of the ATS simulation system easier and faster, a basic method was proposed in this paper. A general process of developing the software and a part of the software of Shanghai line 3 were given as a result.

Key words: ATS simulation system; logging and replay; ini file; XML database; related station view

近年来, 轨道交通迅速发展, 已成为人们生活必不可少的交通工具。但是近期上海地铁 10 号线追尾事故、北京地铁的扶梯事故及温州动车追尾脱轨事故等频繁发生, 引起人们对速度和安全的反思。记录回放模块是城轨交通列车自动控制(ATC)仿真系统子系统-自动列车监控系统(ATS)的组成部分。该模块在仿真系统中十分有用: (1)事后回顾, 对查找故障起着非常重要的作用; (2)演示, 利于维修及调度人员反复教学; (3)分析, 对仿真系统做数据检验; (4)调试, 在系统开发期间进行诊断调试。

1 记录回放功能设计需求分析

(1)记录需求: 记录与列车运行有关的数据。保存当天的记录(第二天启动程序时将前一天的记录删除)。

分析: 设计记录模块时首先明确要记录的数据有哪些, 其次建立一个以时间为关键字的索引, 以便回放时能根据具体的时间快速地定位。

(2)回放需求: 进入回放模式后, 弹出回放窗口, 用户输入起始日期和时间、结束日期和时间, 系统获得回放的数据。用户可以通过点击开始、暂停、停止来控制回放界面。在回放期间, 用户还可任意设定回放速度、界面, 使用户可控制回放的速度。

分析: 数据记录的最终目的是能够回放数据, 重现《微型机与应用》2012 年 第 31 卷 第 20 期

事件发生和发展的过程。回放设计的关键是能够找到准确的信息对列车、道岔等状态进行设定。

2 记录回放模块的总体方案设计

2.1 记录数据

需要记录的 ATC 信息包括: ATS 数据、组件库及一些相关数据。

ATS 数据为列车信息数据, 包括列车车次号、列车所在的轨道 ID 等; 站场状态数据包括进路的占用状态、道岔信号机的占用状态和空闲状态, 以及一些控制操作命令的传输与执行状态信息。组件库为绘制站场图所需的相关组件的信息。另外还有 ATC 系统的配置文件以及绘制站场图所需的列车轨道信息等。

数据总体上可分为静态数据和动态数据。全场站场图的铺画需要大量的车站及车站设备元素组件数据和线路的设备构成元件数据, 这些数据一般随物理位置的固定而保持不变, 称之为静态数据, 如信号灯的位置和名称, 轨道区段的 ID 等。列车在实际运行中, 由于股道、道岔、信号灯等设备元件的设备状态信息是不断变化的, 称之为动态数据。动态数据主要是轨道区段的占用状态、道岔信号机的状态及一些控制操作命令的传输与执行状态信息数据。

为了方便快捷地读取和记录数据, 本文采用 .ini 文件。

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 9

2.2 ATC 仿真系统记录回放模块的开发流程

图 1 为初步设计记录回放模块的流程图。

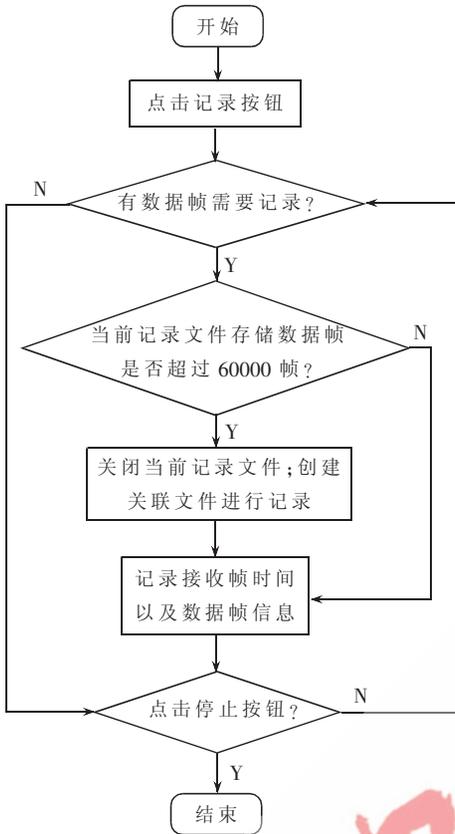


图 1 记录回放模块程序流程图

记录模块中,输入带记录的数据监控信息,输出为记录文件;回放模块中,输入为记录文件,输出为记录文件中提取的对应信息。监控要求长时间记录,但长时间记录会造成记录文件过大,影响文件加载和回放的速率,所以本模块采用分段记录的方法。当时间超过 1s 就会自动创建新的数据块,记录文件的最大存储量为 60000 帧。当记录文件已存储特定数目的数据帧信息后,自动创建新的记录文件,并采取加后缀编号的方式与用户最初创建的文件进行关联。这样就解决了容量记录文件打开缓慢的问题,提高了回放时文件加载的速度。

由于在加载记录文件时,已将记录文件中的各数据帧在文件中的存储位置存储到了指定容器中,所以回放时只需以当前回放数据帧的帧号作为索引,从指定容器中提取数据帧在文件中的存储位置信息,即可依此信息快速从记录文件中读取该数据帧进行回放,从而保证读文件的效率。

2.3 设计开发实例

以上海轨道交通 3 号线记录回放软件的开发为例,基本步骤如下。

(1) 准备基本的数据资源如图 2 所示。

由于站场设备数据量不是很大,本文选择 XML 做数

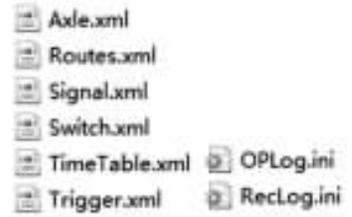


图 2 控件数据及记录数据

据库。XML 是自描述的,能够以树型或图形结构描述数据。如果 XML 文件不大,理论上会比用关系数据库效率高,便于数据交换。在 XML 数据库中存储控件的基本信息,XML 的存储格式如下(以信号灯为例):

```
<Signal>
<ID>S1</ID>
<Name>X108</Name>
<JJQD>G0003</JJQD>
<FirstQD>108</FirstQD>
<Direction>1</Direction>
</Signal>
<Signal>
...
</Signal>
```

ID 为信号机的 ID 号,Name 表示名称, JJQD 表示渐近区段,FirstQD 表示第一区段,Direction 表示信号机方向。

ini 文件格式清晰,便于查找和存储,提高回放时对数据的检索效率。本文记录采用 ini 文件。

ini 文件的记录格式如图 3 所示,[Info] 为根节点,Count 表示记录的总数,Date 为当前日期,Time 为当前时间,Data 为记录的数据,ATSTime 为仿真时间。以时间为检索,回放时可以选择开始回放时间和结束时间(如图 4 所示),同时设定回放的时钟,就可以以时间为线索,重现事件发生和发展的过程。

```
[Info]
Count=332
Date=2012-6-16
[0]
Date=2012-6-16
Time=12:6:30
Data=01010000010000000100000001
00010000100010000000000000000000
00000000000000000000000000000000
00000000000000000000000000011010
10001000100000000000000000000000
ATSTime=12:6:25
[1]
Date=2012-6-16
Time=12:7:36
Data=01010000010000000100000001
00010000100010000000000000000000
00000000000000000000000000000000
00000000000000000000000000011010
10001000100000000000000000000000
ATSTime=5:7:1
```

图 3 ini 文件格式



图 4 回放控制对话框

本程序采用 BOOL WritePrivateProfileString(lpApplicationName, lpKeyName, lpString, lpFileName)和 DWORD GetPrivateProfileString(lpszSection, lpszKey, lpszDefault, lpszRe-

turnBuffer, cchReturnBuffer,lpszFile)存取 ini 文件数据。

(2) 注册组件,根据 3 号线的轨道信息绘制站场图。

构建站场图组件的首要任务是设计其组件属性。站场图组件属性分为以下两类:静态属性和动态属性。静态属性主要指设计组件时可修改,但当站场图绘制完成时就不可修改的一类属性;动态属性主要指设计组件时无需设置,在站场图的仿真运行过程中可不断改变的属性。以 3 号线信号机组件为例,其属性可按如下设置:

①静态属性:包含信号机名称、信号机标签、信号机位置等。

②动态属性:包含信号机状态、故障状态、是否锁闭等。

组件定义如下:

```
class CL3SignalCtrl : public COleControl
//信号机组件定义
```

```
{...}
```

其中 COleControl 类封装了 MFC 的 ActiveX 控件。所有组件都由此类派生。

为了便于设计,本文将信号机组件属性进行了封装,封装后的代码如下:

```
L3Signal //信号机封装类将动静态属性封装到一起
{
    properties: //静态属性
    [id(6)] BSTR Name; //信号机名称
    [id(3)] BSTR Tag; //信号机标签
    [id(1)] short Location; //信号机位置
    //动态属性
    [id(2)] short State; //信号机状态
    [id(4)] bool Fault; //信号机故障
    [id(5)] bool Lock; //信号机锁闭
    ...
    CL3SignalCtrl *pSignal;
    //指向原控件类 CL3SignalCtrl 的指针
};
```

注册图 5 所示控件后,手动绘制站场图,绘制结果如图 6 所示。

(3) 设计基本回放界面,回放功能界面如图 7 所示。

选择开始时间和结束时间,系统便会关联到以时间为索引的相应的记录文件,对记录文件解析后与站场图关联,以实现列车在站场图中的回放。



图 5 L3 组件

例如当根据提供的《轨道 ID 对应表》将 ATC 信息中的“轨道 ID”与站场图中的“轨道名称”相关联,当“轨道 ID”为某一值时,使列车会同步显示在站场图中相应的轨道上,以实现列车在站场图中的回放。

本文提出了城市轨道交通 ATC 记录与回放软件的基本思路,初步阐述了开发相应记录与回放软件的基

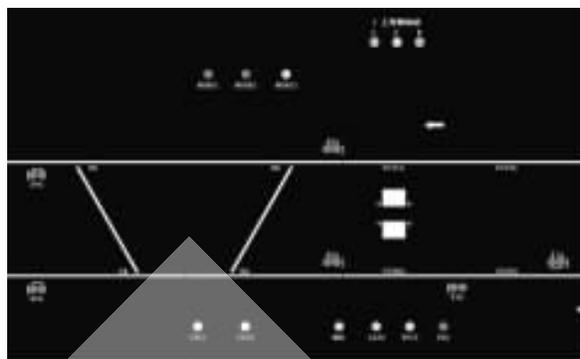


图 6 L3 某段站场图



图 7 回放功能界面

本过程。不仅可以应用于地铁 3 号线 ATC 仿真系统中,同时可以广泛应用于其他线路的 ATC 仿真系统中,减少了重复开发,为以后不同制式的 ATC 仿真系统的记录回放模块的设计提供参考。

参考文献

- [1] 贾红娟. 北京地铁一号线 ATS 仿真系统数据库的设计[J]. 铁路计算机应用, 2005,10(14):56-59.
- [2] 姜坚华. 上海轨道交通线 ATC 系统的比较[J]. 城市轨道交通研究, 2003(2):56-59.
- [3] 陈宏,周以齐,闫法义. 基于 HLA 的仿真系统的记录与回放[J]. 系统仿真学报,2005,18(3):629-632.
- [4] 段继华,刘卫. 组件化技术在程序设计中的应用[J]. 无线电通信技术, 2003,29(1):57-58.

(收稿日期:2012-06-16)

作者简介:

魏静,女,1984 年生,硕士研究生,主要研究方向:过程控制与计算机控制。

郭秀清,女,1965 年生,副教授,主要研究方向:过程控制与计算机控制。