《电子技术应用》 www.ChinaAET.com

ATS 仿真系统模拟列车运行模块的设计与实现

陈 超,郭秀清
(同济大学 控制理论与控制工程系,上海 200331)

摘 要:提出了一种基于定时器的模拟列车运行模块的设计和实现。重点介绍了模拟列车运行模块的列车状态判断、列车速度调整、列车位置刷新各个组成部分。

关键词:ATS;仿真系统;模拟列车运行模块;列车状态判断;列车速度调整;列车位置刷新
中图分类号:TP319 文献标识码:A 文章编号:1674-7720(2012)19-0012-02

Design and implementation of train running simulation module in ATS simulation system

Chen Chao, Guo Xiuqing
(Department of Control Theory and Control Engineering, Tongji University, Shanghai 200331, China)

Abstract: This paper designs and realizes a training running simulation module based on timer aiming at introducing all parts of training running simulation module including train-state-judging, train-speed-regulation and train-position-refresh.

Key words: ATS; simulation system; train running simulation module; train state judging; train speed regulation; train position refresh

随着城市轨道交通迅猛发展,城轨交通 ATS 仿真系统成为解决轨道交通运营企业运营人员培养滞后的有效途径[1]。目前整个 ATS 仿真系统主要包括终端显示模块、模拟列车运行模块、ATP 模块、ATS 操作模块、故障设置及处理模块、教学考评模块、数据存储和管理模块等,而模拟列车运行模块在整个系统中占据核心地位。以往的 ATS 模拟列车运行模块大多是基于多线程,而多线程必须处理好数据同步的问题,实现起来存在一定的难度,并且占用系统资源较多。定时器具有实现容易、占用资源小的特点,在一定程度上可以替代多线程。因此,本文提出一种基于定时器的 ATS 模拟列车运行模块的设计。

1 模拟列车运行模块设计

该模块主要包括三个部分:判断列车运行状态以确定列车是否可以继续运行、根据列车具体运行情况改变列车速度、负责每个微小的时间段按轨道上列车运行的方向刷新列车的位置以模拟列车的行驶过程。以往该模块都置于一个独立的线程之中,这样实现数据同步存在一定的难度,并且占用较多的系统资源。本文考虑将此模块移到定时器函数中,以降低实现难度并节省系统资源。该设计以定时时间为单位,每次定时时间到,就判断此刻列车是否可以继续行驶。如果不可以,就等待下一次定时时间的到来,并将当前时间增加 1 s;如果可以,接下来就开始调整列车的速度,最后根据最新的速度计算 1 s 之内列车需要移动的距离,并在界面上刷新列车的位置,同时将当前时间增加 1 s。模块设计流程如图 1 所示。

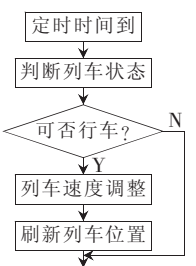

图 1 模拟列车运行模块流程图

1.1 列车状态判断

列车运行状态标志着列车运行过程中的各个阶段以及进路选择情况,在一般情况下可以正常行驶,正常行驶过程中需要判断列车是准点、早点还是晚点;而在停站中、进路未选好、到站后等情况下,列车则不可以继续行驶。列车运行状态判断部分主要用于下一步确定列车运行速度以及通知模拟列车运行模块是否需要刷新列车的位置。

1.2 列车速度调整

列车速度调整主要包括 3 个因素:与先行列车的间隔距离;列车运行的进路情况,包括前方进路是否存在

《电子技术应用》 www.ChinaAET.com

《电子技术应用》 www.ChinaAET.com

弯道及道岔状态等；当前列车运行的准点情况[2]。图 2 是一条速度命令控制线[3]。当先行列车在 0T 区段，1T 必须空闲，后续列车如果在 2T，它收到的限速命令应该为 0，即后续列车在 2T 的出口端必须停车，并有 1T 闭塞分区作为保护距离；若 1T、2T 空闲，后续列车在 3T，则后续列车收到的是 20 km/h 的速度命令。同理，当 1T、2T、3T、4T、5T、6T、7T 都空闲，运行于 8T 的后续列车收到的速度命令为 80 km/h。可见要使列车运行于 80 km/h，前方必须有 7 个闭塞分区。

根据线路情况、车辆性能、轨道电路特性等，应进行闭塞设计，划分合理的闭塞分区，从而产生速度命令控制线，作为速度命令选择的逻辑依据。

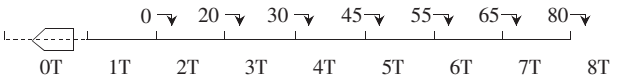

图 2 速度命令控制线

1.3 列车位置刷新

在上述两部分都完成的基础上需要对列车的位置进行刷新，根据列车的当前速度计算出列车运行的实际运行的距离，以便在界面上能够反映出模拟列车实际运行的效果。列车位移-速度-时间表达式如下[4]：

$$S=V\times\Delta t+S'$$

式中，S 表示列车当前位移，V 表示列车速度，Δt 表示刷新时间间隔，S' 表示列车上一次刷新时的位移。另外，列车运行一段距离以后车头可能会进入一条新的进路，而车尾也可能会出清一个轨道进路，因此，列车位置刷新部分需要在适当的时候设置列车占用以及清除列车占用。

2 模拟列车运行模块的实现

模拟列车运行模块的实现主要包括以下 4 个部分：(1)定义列车类。除了一些基本列车属性以外，需要定义 3 个主要的函数分别为：TrainCanMove()、ChangeSpeed()以及 Move()。(2)分别实现 TrainCanMove()、ChangeSpeed()以及 Move()。(3)在 OnTimer()中实现图 1 所示的模拟列车运行模块流程。(4)模块功能的测试和扩展。

2.1 列车类的实现

列车类定义代码如下：

```
class  Train
{
public:
    Train();
    ~Train();
private:
    CString     m_TrainName;              //列车名字
    CString     m_TrainNumber;            //车次号
    CString     m_HeadOccupied;    //车头占用区段或道岔
    CString     m_TailOccupied;    //车尾占用区段或道岔
    CString     m_CurrentPlatform;        //当前站台
    CString     m_LastPlatform;           //上一个站台
    CString     m_NextPlatform;           //下一个站台
    bool        m_IsRunning;              //列车是否运行
    double      m_TrainLength;            //列车长度
    double      m_TrainSpeed;             //列车速度
    double      m_TrainLimitSpeed;        //列车速度限制
    short       m_Direction;       //方向:0-向右,1-向左
public:
    bool        TrainCanMove();
    void        Move(bool  CanMoveNext);
    bool        ChangeSpeed();

}
```

Train 类中，成员函数 TrainCanMove()用于判断当前时刻列车是否可以继续运行，ChangeSpeed()用于调整列车速度，Move()用于刷新列车的当前位置。

2.2 OnTimer 函数的实现

OnTimer 实现代码如下：

```
void  CMainFram::OnTimer(UINT_PTR  n_IDEvent)
{
    switch(n_IDEvent)
    {
        Case  100:
        {
            KillTimer(100);
            SetTimer(100,1000/allTableList.TimeRate,
                                                NULL);
            for(int  i=0;i<allTrainMax;i++)
            {
                if(allTrain[i].TrainCanMove())
                    allTrain[i].Move(allTrain[i].
                                        ChangeSpeed());
                }
                allTableList.NowTime=allTableList.NowTime+1;
            }
            default:
                break;

    }
    CFrameWnd(n_IDEvent);
}
```

定时器参数的单位为 ms，也就是说 OnTimer 每 1000/allTableList.TimeRate ms 被调用一次，相当于现实中的 1 s，这样就可以通过改变 allTableList.TimeRate 的值来调整仿真的速度。allTableList.TimeRate 的值越大仿真的速度越快；反之仿真的速度越慢。当 allTableList.TimeRate 等于 1 时，仿真时间和现实中的时间相等。

2.3 开发实例

该设计具有普遍的适用性，并且成功运用在上海地铁 5 号线 ATS 仿真系统以及上海地铁 8 号线 ATS 仿真系统中。图 3 和图 4 分别为 5 号线、8 号线 ATS 仿真系统运行界面。

本文提出了一种基于定时器的模拟列车运行模块

《电子技术应用》 www.ChinaAET.com

《电子技术应用》 www.ChinaAET.com

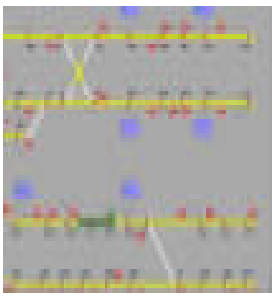

图 3 上海地铁 5 号线 ATS 系统运行界面

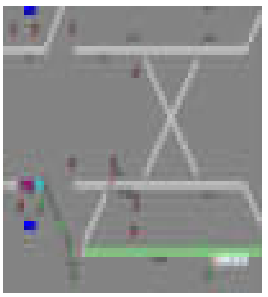

图 4 上海地铁 8 号线 ATS 系统运行界面

的设计和实现,同时将该模块成功应用于上海地铁 5 号线、8 号线的 ATS 仿真系统中。与以往基于多线程的设计相比,本设计实现容易,且占用较少的系统资源。

参考文献

[1] 赵根苗,陈永生.ATS 仿真培训系统的设计与实现[J].城市轨道交通研究,2004,7(1):55-57.

[2] 姜军红,李一凡,黄沙白.轻轨交通调度监控系统的仿真[J].计算机仿真,2001,18(6):49-52.

[3] 李晓月.上海地铁一号线的车载信号系统.铁道运营技术,1998,4(4):172-177.

[4] 惠天舒.分布式交互仿真技术综述[J].系统仿真学报,1998,10(1):1-7.

[5] 上海地铁一号线的车载信号系统 [J]. 铁道运营技术,1998,4(4):172-177.

(收稿日期:2012-05-05)

作者简介:

陈超,男,1987 年生,硕士研究生,主要研究方向:城市轨道列车运行仿真。

郭秀清,女,1965 年生,硕导,主要研究方向:过程控制和计算机控制。

APPLICATION OF ELECTRONIC TECHNIQUE www.ChinaAET.com

《电子技术应用》 www.ChinaAET.com