

城轨交通运行图自动编制及优化系统的研究

高发琪,陈永生

(同济大学 计算机科学与技术系,上海 200331)

摘要: 地铁列车运行图是地铁运输中十分重要的组成部分,它是地铁行车组织的工作计划和工作基础。将列车运行图自动编制及优化系统分为数据库子系统和运行图调图子系统两部分,阐述了整个系统的框架结构及其优化算法,给出了开发结果。

关键词: 列车运行控制;运行图;运行优化

中图分类号: TP311.51

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)15-0003-03

Research on the train graph auto generating and optimizing system

Gao Faqi, Chen Yongsheng

(Department of Computer Science and Technology, Tongji University, Shanghai 200331, China)

Abstract: Underground train graph is a very important part of underground transport. It is the plan and basis of underground transport organization. This system is divided into two parts including train graph calling subsystem and database subsystem. Initially described the framework structure of the entire system and the Optimization algorithm, and given the results of the development.

Key words: metro train supervision; train graph; run optimization

中国城市轨道交通正处于快速发展阶段,尤其在上海,轨道交通已成为公共交通的主要方式。大量轨道交通ATS(Automatic Train Supervision)系统的使用,有效地提高了地铁调度效率,增强了轨道交通的安全性和准确性。

而列车运行图是ATS系统的重要组成部分,一方面列车运行图是轨道交通运输部门实现列车安全、正点运行的基础,另一方面也是其经济有效地组织地铁运输工作和列车运行生产计划的根据^[1]。列车运行图自动编制的实现,将有效地减轻编图人员劳动强度、缩小编图周期、提高运行图编制质量。而在此基础上对运行的优化将进一步提高列车的运行效率,节约运行成本。

1 列车运行图自动编制系统结构

城市轨道交通列车运行图的要素包括:列车区间运行时分、列车停站时间、列车在折返站停留时间、列车折返出发间隔时间、列车出入车辆段作业时间、追踪列车间隔时间和连发间隔时间^[2]。

整个系统有两个主要组成部分:数据库子系统和运行图调图子系统。其中数据库子系统包括数据管理和数据存储两个模块,它是编图的基础又是编图的归属,负责存储、组织、管理整个排布系统的数据信息。调图子

统包括运行图自动编制、运行图调整、运行图输出模块,它是系统的核心部分。根据地铁运营情况,通过求解模型中的函数,得到编制列车运行图的数据,自动完成列车运行图的排布并经人工介入调整后输出使用。运行图自动编制系统结构如图1所示。

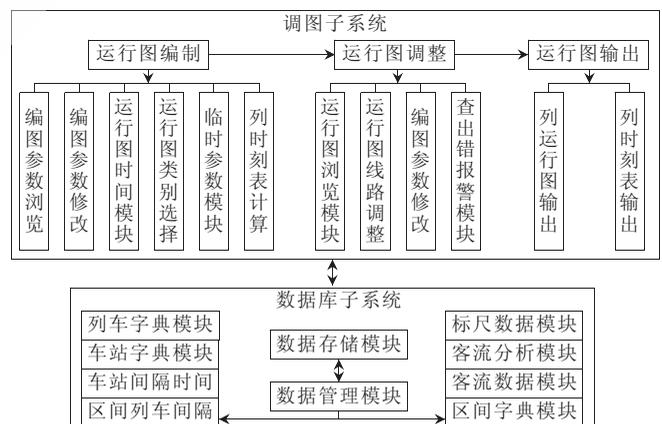


图1 运行图自动编制系统结构

2 调图子系统结构设计与实现

2.1 调图子系统内的文档/视图结构

微软MFC的文档/视图结构为实现运行图自动编制

《微型机与应用》2012年第31卷第15期

系统提供了方便、实用的框架结构,便于程序的设计、分工、调试和系统维护,所以本系统采用文档/视图结构^[3]。所用到的几个非常重要的成员函数如下:

(1)CView::GetDocument 函数:该函数返回的是指向文档的指针,利用它就可以对文档类成员函数及公共数据成员进行访问。

(2)CView::OnInitialUpdate 函数:对视图对象进行初始化。当应用程序启动或用户从 File 菜单中选择了 New 或 Open 时,该 CView 虚函数会被自动调用。

(3)CDocument::UpdateAllViews 函数:文档数据改变时通知所有视图对所显示的数据进行相应的更新。

(4)CView::OnUpdate 函数:对文档进行访问、读取文档数据,然后对视图的数据成员或控制进行更新,以便文档的变化。应用程序调用 CDocument::UpdateAllViews 时,应用程序框架会相应地调用该函数。

(5)CDocument::OnNewDocument 函数:当用户从 File 菜单中选择了 New 时,框架将首先构造一个文档对象,然后调用该虚函数,在此设置文档数据成员的初始值。

2.2 文档/视图结构的实现

主要图形数据放在 CMTTDDoc 类(从 CDocument 派生的文档类)中,在 CDynSplitView2 视图(运行图显示与调图视图)中用图形数据对象提供的接口对图形数据进行显示输出,即显示/打印运行图。在 CMTTDview 视图(站名与区间信息视图)中,同样调用图形数据对象接口显示车站和区间信息。

由于车站信息也是运行图的一部分,因此,两视图显示的位置必须一致,二者都依赖于文档类中的图形数据进行统一。m_TrainGraph 是一个 CTrainGraph 类的对象,而 CTrainGraph 类封装了运行图的图形数据,并提供操作接口,基本上所有的运行图操作都围绕该类进行。与 CMTTDDoc 类相关联的有 CMTTDview 类和 CDynSplitView2 类两个视图类,后者用于运行图的显示和调图操作,而前者在与后者对应的位置显示车站和区间信息。OnLButtonDown() 等操作都必须做类似:CMTTDDoc*pDoc=GetDocument();的操作,最后通过 pDoc 进行操作。

实现时采用的结构如图 2 所示。

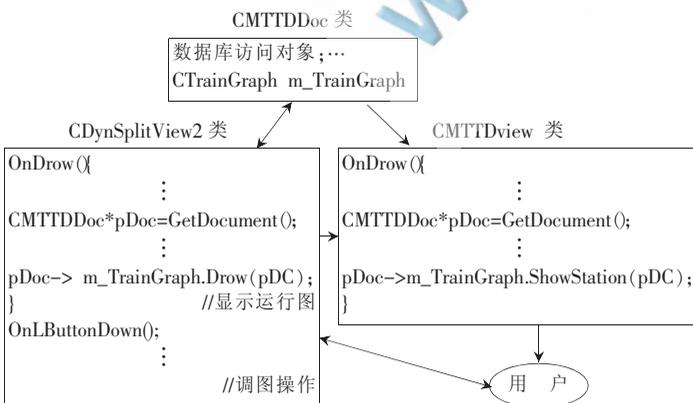


图 2 调图子系统中文档/视图结构

3 数据库子系统的设计与实现

由于地铁运行图的特点,开发时采用微软的 Access 作为平台,共分为三个数据库:系统数据库、基本数据库及结果数据库。其中系统数据库包含了地铁线路表和运行参数表,如表 1 所示。该表决定了排哪一条线路的运行图以及对该线路运行图的基本要求;基本数据库则可以存储该线路的所有参数:车站、股道、道岔、区间、列车、上下行客流、车库、日行车计划等多个数据字典;而结果数据库则保存了经过计算后该线路的旅客时刻表、查错记录表及质量指标表。

表 1 系统数据库的地铁线路和运行参数

数据类型	成员名称	说明
char	LineCode	线路代码
int	Begin_RunTime	运营开始时间
int	End_RunTime	运营结束时间
int	UseTrain_Count	能用列车数
int	Diagraph_Type	运营图类型
char	Solution_Number	结果编号
char	Diagraph_date	编图日期

由于本系统的所有重要数据都存储在全局变量中,因此数据库子系统的数据库管理工作主要是通过全局变量来传递窗口和界面的数据到数据库,即要时时保持数据库中数据与全局变量的一致。如要更新某条记录示例如下:

```

CString strSQL;
strSQL.Format("update station_table 站名='%s',\
              代码='%s',\
              站型=%d,\
              站台中心 X 坐标=%d\
              站台类型=%d\
              停站时间=%d\
              折返时间=%d\
              存车线入正线时间=%d\
              where 代码='%s',"火车站", "srs", 2, 0, 1, 50,
              60, 60, "srs");
myDAO.DBExecuteSQL(strSQL, 0);
  
```

//myDAO 是一个 CDAO 类的对象

数据库子系统实现了数据操作简便快捷,所用基础数据输入后便可自动生成部分关键编图的特点。不仅减少了部分输入数据的工作量、提高了数据的准确度,而且经检查、查询、修改、保存,形成了比较准确、稳定、可靠的运行图数据库子系统。

4 运行图优化方法的探讨

在此重点探讨由各折返段行车密度确定最少列车使用数的方法。

(1) 单个区间

设 $m=1$ (m 为折返区间数), 高峰间隔时间为 d_1 (s)。最理想的情况下,列车在折返站的折返时间正好等于该

站的最小折返时间标尺,此时列车运行一周的时间为:
 $T_{周} = t_{1上旅} + t_{1下旅} + t_{0折} + t_{1折}$ (s)。 $t_{1上旅}$ 、 $t_{1下旅}$ 分别是上下行列车在第 I 折返段的平均旅行时间 (s), $t_{1折}$ 为列车在第 I 折返站的最少折返时间 (s)。

若存在一个整数 k , 使得 $t_{1上旅} + t_{1下旅} + t_{0折} + t_{1折} = k \times d_1$, 则总列车的运行列车最少, 如图 3 所示。所需列车数为:

$$N = T_{周} / d_1 = (t_{1上旅} + t_{1下旅} + t_{0折} + t_{1折}) / d_1$$

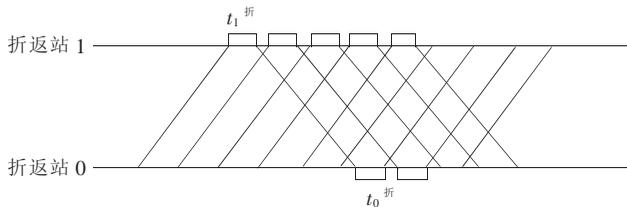


图3 一个区段的情形

(2) 两个区段

设 $m=2$, 在最理想的情况下, 列车在车站的折返时间正好等于在该前站最小折返时间标尺, 且大循环列车在中间站无多余停留时间, 如图 4 所示。则所需列车数为:

$$N = (t_{1上旅} + t_{1下旅} + t_{0折}) / d_1 + (t_{2上旅} + t_{2下旅} + t_{2折}) / d_1 + |d_1 - d_2| \times t_{1折} / d_1 \times d_2$$

以此可以容易地推广到 m 个折返区段以及环形路的情况, 在此不再赘述。运行图的优化可以从多个角度考虑, 此处讨论的只是其中的一种情况。

对运行图的优化是有必要的, 通过优化可以确定最少的列车使用数, 得到最优的日班行车计划, 对提高地铁运能、节约运输成本起到积极的作用。

本研究以上海轨道交通 8 号线为原型, 设计开发了

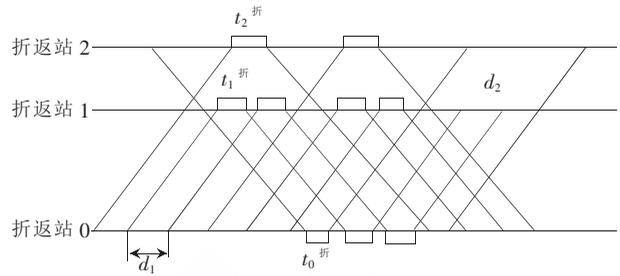


图4 两个区段情形

供地铁调度人员使用的运行图自动编制及优化系统。列车运行图自动编制的实现将有效地减轻编图人员的劳动强度、缩小编图周期、提高运行图编制质量。在此基础上对运行的优化将进一步提高列车的运行效率, 节约运行成本。该系统也可以作为 ATIS 系统的一部分, 可大量节省 ATIS 系统二次开发的成本。

参考文献

- [1] Bjarne Stroustrup. The c++ programming language [M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [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] 庄巍, 陈永生. 上海地铁列车运行图自动编制系统 [J]. 计算机工程, 2003, 29 (21): 11-16.

(收稿日期: 2012-04-03)

作者简介:

高发琪, 男, 1988 年生, 硕士, 主要研究方向: 城市轨道交通运行仿真。

陈永生, 1966 年生, 博导, 主要研究方向: 列车控制系统以及模式识别。