

基于邻接链表的车站道岔数据存储方法与实现

杨龙平¹, 李春贵²

(1.柳州铁道职业技术学院信息技术学院, 广西 柳州 545616)

(2.广西科技大学计算机科学与技术工程学院, 广西 柳州 545001)

[摘要] 计算机技术已广泛应用于铁路信息化管理,传统的信号联锁设备大多都被计算机联锁取代. 为利用计算机实现列车进路的自动选择,需要把联锁设备信息存储到计算机中,数据存储结构决定了信息系统的时间效率和空间效率. 本文通过对车站站场信息进行分析,把车站站场转换成计算机所能表示的无向图拓扑结构,构建了邻接链表数据结构,设计了邻接链表的创建算法,实现了道岔等车站线路上信号联锁设备的自动存储. 车站联锁设备采用邻接链表存储结构,可以为“最短路径”算法提供高效、可靠的数据.

[关键词] 信息技术,存储结构,邻接表,进路,联锁设备,结点

[中图分类号] TM461; TN03 [文献标志码] A [文章编号] 1672-1292(2016)04-0078-05

Station Turnout Data Storage Method and Implementation Based on Adjacency List

Yang Longping¹, Li Chungui²

(1.Department of Information, Liuzhou Railway Vocational Technical College, Liuzhou 545616, China)

(2.College of Computer Science and Communication Engineering, Guangxi University of Science and Technology, Liuzhou 545001, China)

Abstract: Computer technology has been widely used in the information management of railway. Most of traditional interlocking signal devices are mostly replaced by the computer interlocking. In order to use computer to choose train route automatically, the information of interlocking device is needed to be stored in the computer. The space and time efficiency of the information system are determined by data storage structure. This article analyzes the station yard information. It transforms the station yard to undirected graph's topological structure which can be expressed by computer. It realizes that the signal interlocking device on the line of rail station can be automatic stored by building the adjacency list data structure, and designs the creation algorithm of adjacency list. The interlocking signal device in station can offer the efficient and reliable data to high-speed algorithm by using adjacency list storage structure.

Key words: information technology, storage structure, adjacency list, route, interlocking device, node

利用计算机技术实现对铁路信号设备的控制,其技术手段日趋成熟,目前应用最成功的是计算机联锁. 计算机联锁是用微型计算机和其他一些电子、继电器件以及各种计算机软件组成的具有“故障-安全”性能的实时控制系统,其处理速度快,且安全可靠^[1]. 车站联锁系统以进路控制为主要内容,而进路上联锁设备的信息存储又是研究的基础.

1 车站网络拓扑及进路的基本概述

1.1 基本概述

铁路车站,从定义上来说指的是具有一定配线的分界点,用以办理列车的接发作业、会让、越行的地方^[2]. 适当地设置车站可保证列车的运行安全、提高通过能力. 车站的线路由正线和配线组成,如图 1 所示,两条最长的直线为正线,正线两侧的线路为配线. 不同的线路之间通过道岔来连接,从道岔的操作位

收稿日期:2015-12-09.

基金项目:广西柳州市科技局高新技术和新兴产业科技扶持工程(2014C010206).

通讯联系人:杨龙平,副教授,研究方向:数据挖掘. E-mail:rebotr@163.com

置上来说,分为定位和反位;从道岔的使用情况上来说,分为占用和空闲两种状态。

以办理3道下行接车为例,若1#、5#和11#道岔的定位都连接正线,则办理下行方向到3股道的接车作业,需要经过1#定位、5#定位、11#反位,因此,接车时1#、5#、11#道岔均被占用。

1.2 进路

进路指的是列车运行时所经过的路径^[3]。为保证列车运行安全,同一时刻不同的进路之间不能产生重叠。进路的选择实际是由道岔的定位和反位来决定的,进路未确定,信号不能开放,因而道岔是进路选择过程中最核心的设备。道岔一旦被占用,就不能用同一组岔道来办理其他的作业线路,相互之间具有冲突关系的进路称为敌对进路,敌对进路应当能够相互排斥^[4]。如图1所示,假设办理了下行方向经1#反位、5#反位、9#反位到4股道的接车进路,同时需要办理从3股道经11#反位、7#反位、3#反位的下行方向发车进路,由图1可知,这2条进路都需要经过交叉渡线,形成了进路的重叠,因而这是一对敌对进路,不能够同时办理。

1.3 车站网络拓扑图

在设计车站拓扑图时,把每一个道岔看作是一个结点,为了能够表示交叉渡线的占用情况,需要在交叉渡线的中心点单独设置结点。实际工作中,进路的选择是按下始端按钮和终端按钮,就可以选择出一条列车进路,因而,在进站和股道上需要分别设置按钮,图1所示的车站结构可以改造成图2所示拓扑结构。

为便于讨论,把结点的编号按从左到右进行连续编号。其中1、2号和24、25号结点表示进站按钮,10~17号结点表示股道按钮。办理3道至下行方向的发车进路,按下10号按钮和1号按钮,就可以选择出一条发车进路。

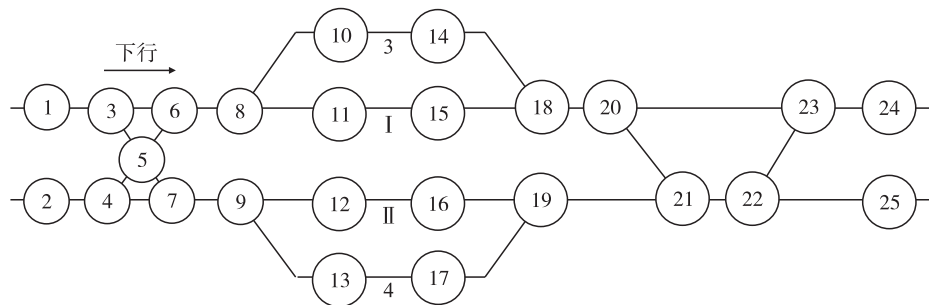


图2 车站拓扑结构

Fig. 2 Station topology

2 车站无向图的存储理论

根据数据结构的描述,图是图型结构的简称,它是一种复杂的非线性数据结构,其二元组定义为:

$$G = (V, E), \quad (1)$$

式中, V 为非空的顶点集合,即 $V = \{v_i | 0 \leq i \leq n-1, n \geq 1, v_i \in \text{ElemType}\}$,ElemType为任意的数据类型, n 为顶点数; E 是 V 上二元关系的集合,在数据结构中,主要讨论一个二元关系^[5]。对于 V 上的每一个顶点,在 E 中都允许有任意多个前继和任意多个后继,也即对于每一个顶点的前驱和后继个数都没有限制。车站的列车进路包含有接车进路、发车进路,大的车站还有调车进路,因而任意两个结点之间列车的运行方向是双向的,符合数据结构中无向图的描述,因此图2所表示的车站拓扑结构实际上是一个无向图。

无向图的存储方法有邻接矩阵、邻接表、十字链表以及边集数组等,其中邻接表的表示方法无论是在查找效率还是在存储空间等方面都具有优势。邻接表是对图中的每一个顶点建立一个邻接关系的单链表^[4],并将其表头指针用向量存储的方法进行表示。假设 v_i 为顶点,具体做法为:

- (1) 为图中的每个顶点 v_i 建立一个单链表;
- (2) 第 i 个单链表中的结点表示依附于顶点 v_i 的边;

(3) 每个结点至少有两个域:邻接点域(adjvex),表示 v_i 的一个邻接顶的序号 j ;链域(next),表示 v_i 的下一个邻接结点.

以图 2 的下行咽喉区为例创建邻接链表,如图 3 所示.图 3 中的 1-13 表示顶点的编号,每一个单链表表示与该顶点连接的顶点号,例如与 5 号顶点相连接的邻接顶点有 3、4、6、7.

3 利用邻接表存储车站道岔信息存储结构及其算法设计

车站的线路上存在着很多信号设备,如信号机、轨道电路等^[5],本文仅考虑道岔信息的存储.由无向图的定义和结构可知,图 2 所示的车站拓扑结构可以利用无向图数据结构进行定义.

3.1 结点的数据定义

每一组道岔包含有以下信息:

- (1) 定位、反位两种操作;
- (2) 当道岔被占用时,不能再经过同一道岔选择列车的进路;
- (3) 道岔的连接方向至少包含 3 个,若为交叉渡线的中心结点,则有 4 个连接方向.

根据数据结构的定义,每一个结点有数据域和指针域.在这里的数据域至少有 2 个,一是表示结点编号,另一个是表示结点是否被占用.为更好地表示每个顶点与相邻顶点之间的连接关系,需要设置 4 个指针域,对道岔而言分别表示道岔的 3 个连接方向,对按钮而言分别表示 2 个连接方向,对交叉渡线的中心结点而言则有 4 个连接方向.为表示数据共性,将所有的顶点定义为同一类型:

```
struct Switch
{
    int occupy, number;
    int center;
    Switch * left, * right, * front, * back;
}
```

其中,数据域 occupy 表示是否被占用,number 表示顶点编号,增加 center 数据域用来表示节点的类型.对于道岔,用 left、right 分别表示反位和定位,用 front 表示前驱,如图 4(a)所示;对于按钮,用 front 和 back 表示前驱和后继,如图 4(b)所示;对于中心节点,left、right 表示上半部分的左和右,front、back 表示下半部分的前和后,如图 4(c)所示.本文选择具有代表性的下行咽喉区^[6]进行讨论.

3.2 利用邻接链表存储联锁设备信息

依据上述理论,对车站按照道岔的物理位置构建拓扑图,每个道岔的结点信息在拓扑图中的表示方式如图 5 所示.其中, v_i 表示第 i 个结点的编号,front 连接其前驱结点 v_f ,back 连接其后继结点 v_b ,right 连接其定位道岔结点 v_r ,left 连接其反位道岔结点 v_l .若与其相连接的结点不存在,则取值为 null(Δ).将所有道岔的信息拼接在一起,即可构成道岔的存储结构图,如图 6 所示.为保证安全,所有的道岔在初始化时,都设置为占用状态,用数字 1 表示.结点类型 i 的取值为 0-2,其中 0 表示图 4 中 a 类结点,1 表示 b 类结点,2 表示 c 类结点.

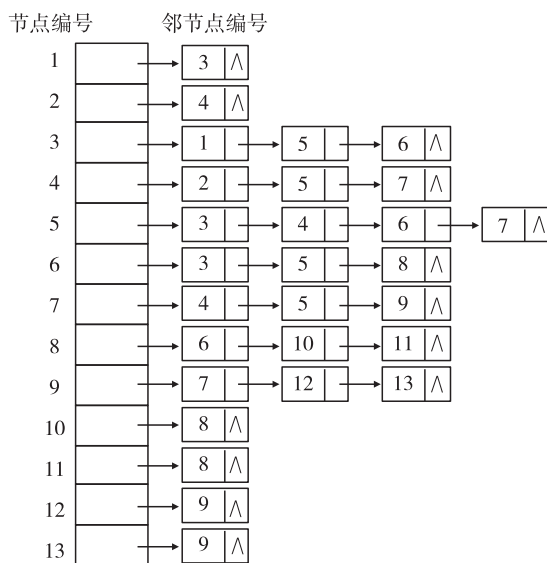


图 3 邻接链表表示的下行咽喉区无向图

Fig. 3 Down the throat area of the undirected graph adjacency list representation

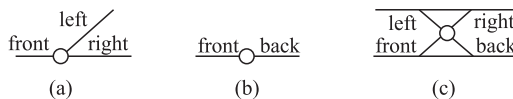


图 4 邻接顶点的指针描述

Fig. 4 Adjacent vertex description pointer

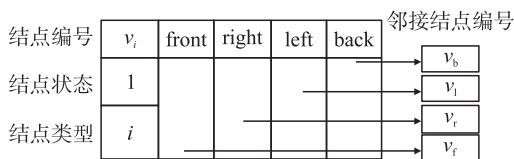


图 5 任意一个道岔的邻接顶点存储图

Fig. 5 Adjacent vertex storage map an arbitrary switch

图 6 只是车站道岔信息存储的示意图,并不影响问题的讨论. 对于邻接顶点,只把邻接顶点的编号写出来,其他的数据不列出,也不影响问题的描述. 图 6 中第 1 列第 1 行的数据表示顶点编号;第 2 行表示占用状态,即取值为 1;第 3 行数据表示结点类型,0 表示按钮结点,1 表示道岔结点,2 表示中心结点. 每个结点占用三行五列. 由图 6 所示,顶点编号 5 为中心结点,其 front 指针指向 4 号,back 指针指向 7 号, left 指针指向 3 号, right 指针指向 6 号.

3.3 存储结构的算法设计

```
#define MaxVex 1 000; //定义常量
Switch * adjlist[ MaxVex]; //定义结点的数量
void create(int number) //number 表示结点编号
{
    int n,i,j;
    int left,right,front,back;
    int id;
    printf("请输入第%d个结点的类型(0、1、2):\n");
    scanf("%d",&id);
    adjlist[i]->center=id; adjlist[i]->occupy=1;
    printf("请输入邻接顶点编号,顺序为 front、right、left、back:");
    scanf("%d%d%d%d",&front,&right,&left,&back); //输入邻接
    顶点号
    connection(0,front,adjlist,number); //创建前驱结点
    connection(1,back,adjlist,number); //创建后继结点
    connection(2,left,adjlist,number); //创建反位结点
    connection(3,right,adjlist,number); //创建定位结点
}

void connection(int what,int edgeName,Switch adjlist[],int i)
{
    Switch * temp;
    temp=adjlist[edgeName];
    if(edgeName<>0&&temp==null)
    {
        temp=new Switch();
        temp->number=edgeName;
        temp->left=temp->right=temp->back=temp->front=null
    }
    switch(what)
    {
        case 0: adjlist[i]->front=temp;
            break;
        case 1: adjlist[i]->back=temp;
            break;
        case 2: adjlist[i]->left=temp;
            break;
        case 3: adjlist[i]->right=temp;
            break;
    }
}
```

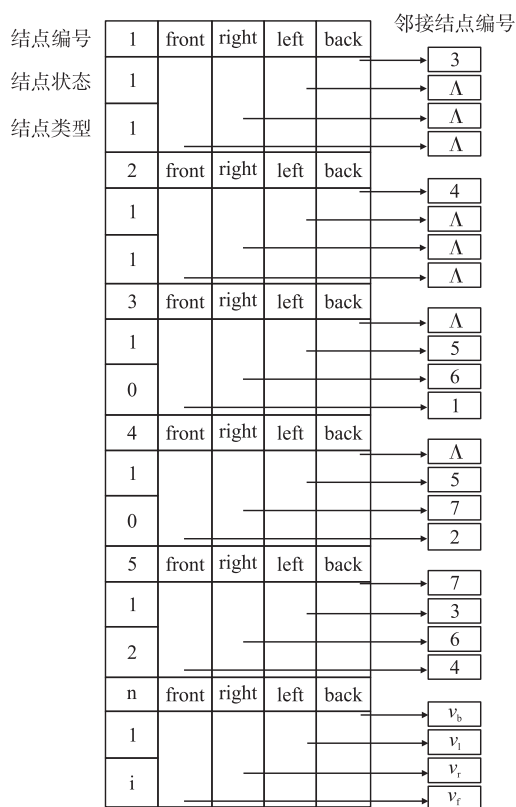


图 6 道岔信息存储结构示意图

Fig. 6 Schematic diagram of switch information storage structure

通过结点的定义和算法的实现,可方便地存储车站的道岔信息,能够为列车进路^[7]的选择提供安全、高效的数据结构。

3.4 邻接链表存储道岔数据的意义

(1) 邻接链表的存储结构与车站站场的拓扑结构完全一致,利用邻接链表可以保存完整的车站站场信息,若需要对车站进行改扩建,可通过增加、删除链表中的节点,实现数据的快速更新,无需对原有的信息系统进行大幅修改。

(2) 邻接链表中的结点不但保存了当前结点的信息,还能够表达当前结点与其他相邻结点之间的关系,提高了数据查询的效率。在进行列车进路选择算法设计时,能够有效地预防敌对进路^[8],提高行车安全。

(3) 存储道岔数据的主要目的是为列车进路选择算法提供数据支撑,利用邻接链表存储数据,有多种算法可以作为列车进路选择算法^[9],典型的算法有 Dijkstra 算法、Floyd 算法。

4 结语

若考虑信号机和轨道电路,实际的车站线路比本文所讨论的情况要复杂,但若把信号机和轨道电路也看作是无向图中的结点,只会增加结点的数量,也即 adjlist 数组的大小会发生改变,对数据的存储并不存在任何影响。因而,利用邻接链表来存储道岔信息,可清晰地表示出道岔之间的连接关系,若车站要进行改造,这样的存储结构有利于更新,对效率并不会产生多大影响。利用“最短路径”算法^[10],可快速、高效地完成数据的查询,适合车站进路的选排,有利于使用计算机完成车站联锁的自动化。

[参考文献] (References)

- [1] 陈晓竹,曾诚. 高速铁路车站-区间能力协调性的重要影响因素分析[J]. 交通运输工程与信息学报,2014,12(2):65-69.
CHEN X Z,ZHENG C. Important factor analysis on high speed rail station-interval capability coordination[J]. Journal of transportation engineering and information,2014,12(2):65-69.(in Chinese)
- [2] 林瑜筠,吕永昌. 计算机联锁[M]. 2版. 北京:中国铁道出版社,2010:33-35.
LIN Y J,LÜ Y C. Computer interlocking[M]. 2nd ed. Beijing:China Railway Publishing House,2010:33-35.(in Chinese)
- [3] 陶玲,宋军. 基于 CPN 的联锁系统选岔网络建模及验证[J]. 电气化铁道,2015(2):43-47.
TAO L,SONG J. CPN based interlocking system switch selection network modeling and verification[J]. Electric railway,2015(2):43-47.(in Chinese)
- [4] 周成晨,杜文,王媛媛. 客运专线车站列车接发仿真进路排列算法研究[J]. 铁道运输与经济,2009,31(6):9-13.
ZHOU C C,DU W,WANG Y Y. Study on algorithm of emulating route arrangement of train arrival-departure in PDL stations[J]. Railway transport and economy,2009,31(6):9-13.(in Chinese)
- [5] 严蔚敏,吴伟民. 数据结构实用教程[M]. 北京:清华大学出版社,2011:230-235.
YAN W M,WU W M. Data structure tutorial[M]. Beijing:Tsinghua University Press,2011:230-235.(in Chinese)
- [6] 陈雍君,周磊山,余吉安. 重载铁路列车运行调整计划的序优化策略研究[J]. 铁道学报,2013,35(1):1-7.
CHEN Y J,ZHOU L S,YU J A. Study on ordinal optimization strategies of train operation adjustment plan heavy haul railway[J]. Journal of the China railway society,2013,35(1):1-7.(in Chinese)
- [7] 彭乾炼,石瑛铁. 铁路行车组织[M]. 3版. 成都:西南交通大学出版社,2012.
PENG Q L,SHI Y T. Railway traffic organization[M]. 3rd ed. Chengdu:Southwest Jiaotong University Press,2012.(in Chinese)
- [8] 史峰,陈彦,秦进,等. 铁路客运站到发线运用和接发列车进路排列方案综合优化[J]. 中国铁道科学,2009,30(6):108-113.
SHI F,CHEN Y,QIN J,et al. Route assignment in railway passenger station collaborative optimization model of the loaded[J]. China railway science,2009,30(6):108-113.(in Chinese)
- [9] 王建英. 铁路行车调度指挥仿真系统[J]. 中国铁道科学,2007,28(5):110-116.
WANG J Y. Railway traffic dispatching and command simulation system[J]. China railway science,2007,28(5):110-116.(in Chinese)
- [10] 龙建成,高自友,马建军,等. 铁路车站进路选择优化模型及求解算法的研究[J]. 铁道学报,2007,29(5):7-14.
LONG J C,GAO Z Y,MA J J,et al. Railway stations selection optimization model and algorithm for solving[J]. Journal of the China railway society,2007,29(5):7-14.(in Chinese)

[责任编辑:严海琳]