

文章编号: 1002-0268 (2005) 01-0132-03

# 基于 GIS 的公交网络客流分配方法研究

顾志康, 李旭宏, 王 健  
(东南大学交通学院, 江苏 南京 210096)

**摘要:** 常规公交是我国城市公共交通运营的主体, 研究常规公交网络的客流分配方法有着重要的意义。本文分析传统公交客流分配方法的不足, 在地理信息系统的基础上研究了一种公交网络数据结构模型, 以充分表达公交线路、站点和交通区域间的空间位置关系, 提出一种实用的公交客流分配技术。该方法在城市公交规划中得到了实际应用, 并取得良好的效果。

**关键词:** 地理信息系统; 公交客流分配; 公交数据模型; 公交网络

中图分类号: U491.5<sup>+</sup>4

文献标识码: A

## Research of Transit Network Assignment Method Based on GIS

GU Zhi-kang, LI Xu-hong, WANG Jian

(Transportation College Southeast University, Jiangsu Nanjing 210096 China)

**Abstract:** The normal transit is the main body of the public transit of our country and it is very important to study the methods of transit network assignment. After analyzing the defects of traditional methods, this paper investigated how to modeling the transit network based on GIS. This data model can present the spatial relations of transit lines, stops and traffic zones clearly. A practical transit assignment method was put forward. It has been proved efficient by applying this method in transit planning.

**Key words:** GIS; Transit assignment; Transit data model; Transit network

本文研究如何利用 GIS 技术建立公交网络模型, 并在此基础上探讨了一种实用的公交网络客流分配方法。该方法利用 GIS 的特性, 先搜索公交出行路径再确定经过的节点, 计算简便实用。

### 1 公交网络数据模型

在地理信息系统中, 具有地理特征的信息是分层管理和存储的。每一图层放有特征相同或相近的地理对象, 并且有一个数据库表与之对应, 图层中每一对象与数据库表中的一条记录相对应, 这种关系是一一对应且是惟一的。GIS 利用层的概念来贮存、管理和分析信息, 然后把不同的图层相互叠加起来, 实现对研究区域信息的可视化。一般的公交网络可以抽象为 4 个图层。

(1) 公交站点层: 存放公交站点, 站点在图中以圆圈表示。

(2) 公交线路层: 存放公交线路, 线路在图中以折线表示。

(3) 城市道路层: 存放城市道路网络, 公交网络在其基础上生成。

(4) 交通小区层: 存放交通小区。

不同层中的地物有着不同的空间表现特征, 表 1 是空间数据库中各个图层的图元表现形式。

表 1 地物的图元表示形式

图元类型	代表地物
圆圈	公交站点
折线	公交线路
折线	城市道路
多边形	交通小区

收稿日期: 2003-11-13

作者简介: 顾志康 (1976-), 男, 江苏常州人, 博士研究生, 主要研究方向为交通运输规则与管理。(zkgu@263.net)

公交网络 GIS 表示技术需要实现以下的基本功能: ①在公交网络中, 能表现出公交线路与公交站点之间的关系。②能实现公交站点与公交站台间的关系。③公交网络的空间属性数据能同运营服务数据相关联。

一条公交线路有上行和下行两个行驶方向, 即从始发站到终点站和从终点站回到始发站。在一条公交线路上有若干个公交站点, 相邻的两个公交站点间可用一弧线相连, 从始发站到终点站的所有弧线构成了一条公交线路。在空间数据库中, 公交线路是以线对象存储的, 表现形式为若干条折线。

大多数公交线路上下行站点不变, 对于这类线路来说, 只需绘制上行线, 顺其反方向行驶就是下行线。而在有些城市里, 因为路段设置单行线等原因, 公交线路上下行站点不完全相同。对于这些线路, 有必要分别绘制上行线和下行线。

在实际情况中, 有一些公交站点是共用一个站台的, 因此在站点图层里绘制的是公交站台。在站台的属性表里, 可以设置多个字段, 用以存放站点编号。利用 GIS 提供的叠置函数可以建立站点与线路的拓扑关系。

给公交线路和站点编码是必不可少的步骤。编码方法有几个原则: ①惟一性: 代码和事物一一对应, 尽量避免一个代码对应多个事物或多个代码对应一个事物。②易识别性: 看到代码, 应知道所代表的事物。③简单性: 代码越简单, 记忆与操作也简单, 计算机处理也方便。

给公交线路设置 4 位数字的编码。第 1 位是线路方向编号, 如果线路上下行站点一致就赋值“1”, 线路绘制一次即可; 如果线路的上下行站点不一致, 上行线编码的第 1 位赋值“2”, 下行线编码的第 1 位赋值“3”。编码的后 3 位数字是公交线路的实际编号如图 1。

公交站点编码是在其线路编号后加上站点的顺序编号, 共 6 位数字。线路始发站编码的最后两位是“01”, 同一线路上的站点按顺序依次往后编号如图 2。

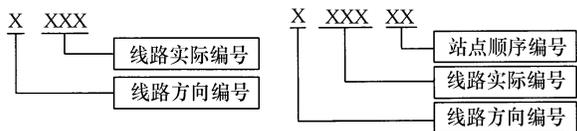


图 1 公交线路编码

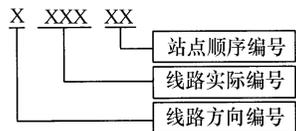


图 2 公交站点编码

经过以上的图形绘制和编码, 已经初步建立起线路与站点的拓扑关系。公交线路、站点的信息全部存放在数据库中, 数据库表的数据结构如表 2、表 3 所

示。

表 2 公交线路表数据结构

字段名	数据类型	备注
线路编号	数值型	关键字段
发车间隔	数值型	关键字段
车速	数值型	关键字段
票价	数值型	关键字段
客运量	数值型	关键字段

表 3 公交站台表数据结构

字段名	数据类型	备注
站台 ID	数值型	无重复索引字段
站点编号 1	数值型	
.....	.....	
站点编号 N	数值型	
站点总数	数值型	该站台共有站点的个数

## 2 基于 GIS 的公交配流方法

### 2.1 客流分配模型

假设有一公交乘客出行, 在出发地与目的地之间存在着多条路径。那么该乘客在选择出行路径时往往带有不确定性, 称之为随机因素。本文采用 Logit 路径选择模型, 以此来计算公交乘客选择每条出行路径的概率大小。

$$\begin{cases} P(k, i, j) = \exp[-aR(k)\bar{R}] / \sum_m \exp[-aR(h)\bar{R}] \\ V(k, i, j) = V(i, j) \times P(k, i, j) \end{cases}$$

式中,  $P(k, i, j)$  为公交 OD 量  $V(i, j)$  在第  $k$  条有效公交出行路线上的分配率;  $R(k)$  为第  $k$  条有效公交出行路线的交通阻抗;  $\bar{R}$  为各条有效公交出行路线的平均交通阻抗;  $a$  为分配参数;  $m$  为有效公交出行路线的条数;  $V(k, i, j)$  为公交 OD 量  $V(i, j)$  在第  $k$  条有效出行路线上的分配量。

交通阻抗反映了出行者对路径通畅性、经济性、舒适性等的估计。对于公交路径选择, 它包括公交出行时间、公交出行费用以及乘坐公交的舒适度等几个方面。出行时间短、费用低、舒适性好的出行路径的阻抗就小, 选择该路径的乘客也就越多。

因舒适度难以定量计算, 本文在交通阻抗中只考虑出行时间和费用。根据对公交出行全过程的分析, 公交出行时间包括了车上时间、步行时间和候车时间等。出行费用可根据劳动力价值转换为等价的时间。

$$R = l_{\text{公交车}} / v_{\text{公交车}} + l_{\text{步行}} / v_{\text{步行}} + t_{\text{发车}} / 2 + t_{\text{费用}}$$

式中,  $R$  为路径的交通阻抗;  $l_{\text{公交车}}$  为公交车行驶距离;  $v_{\text{公交车}}$  为公交车行驶速度;  $l_{\text{步行}}$  为步行到离站距离;  $v_{\text{步行}}$  为步行速度;  $t_{\text{发车}}$  为发车频率;  $t_{\text{费用}}$  为由出行费用转换的等价时间。

## 2.2 出行路径的搜索

乘客总是希望能够乘坐公交车直达目的地, 然后才考虑换乘。因为大多数乘客最多二次换乘就能到达目的地, 所以此处只考虑直达、一次换乘和二次换乘的情况。

如图3所示, 两个小区A和B, 它们之间有L1、L2、…、L6六条线路, 图中小圆表示可以换乘的公交站点。设所有公交线路的集合为Line, 并且只有间距小于S的两站点间才能换乘。

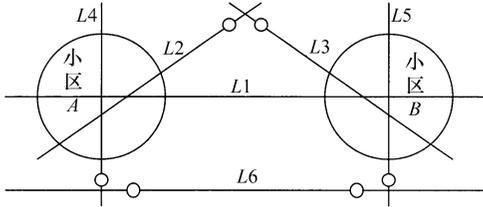


图3 两小区间出行路径

在GIS数据库中, 交通小区以区域样式存储, 公交线路以线样式存储。利用SQL语句可以判断公交线路与交通小区的空间位置关系, 以此搜索出两小区间可能的出行路径。

### ①搜索两交通小区间直达线路

Select from Line where object intersects A and B

### ②搜索两交通小区间一次换乘线路

Select from Line where object intersects A into temp1

Select from Line where object intersects B into temp2

Select from (temp1 and temp2) where Distance (temp1. 站点, temp2. 站点) < S

搜索二次换乘线路的方法与一次换乘类似。

由此可以得到小区A和B之间所有的出行路径

条数  $L = \sum_{\text{直达}} l_0 + \sum_{\text{1次换乘}} l_1 + \sum_{\text{2次换乘}} l_2$ , 然后根据路径阻抗计算乘客选择各条路径的概率大小。

## 2.3 线路客运量和断面流量

在搜索到所有可能的出行路径后, 需要确定每条线路可以上下客的站点位置。利用图层中物体的叠置关系找出和出行线路重叠的站点, 再根据线路和站点编码的对应关系找出属于每条线路的站点。这些站点可能在交通小区内, 如在交通小区外, 可利用小区做缓冲区寻找最近的站点。如图4所示, L1是一条直达线路, L2与L3是换乘线路。如果乘客选择直达线路, 那必然在站点 $S_a$ 与 $S_b$ 上下客; 如果选择换乘线路, 那就在站点 $S_c$ 、 $S_d$ 、 $S_e$ 和 $S_f$ 上下客。

以图4为例, 现假设有N人乘坐公交从小区A

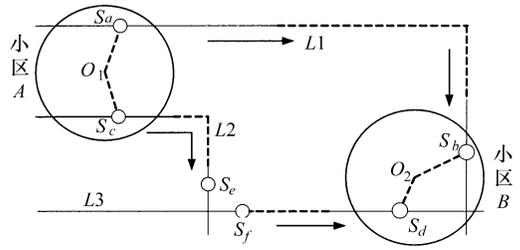


图4 公交客流分配

到小区B。先连接小区形心与公交站点得到步行弧, 再计算两条路径的阻抗, 得到各自的出行概率大小。在直达线路L1上,  $S_a$ 与 $S_b$ 之间有若干站点。站点编号的后两位是按站点在线路上的顺序依次排列的, 如果 $a < b$ , 把总人数乘以直达出行比例 $P_{\text{直达}}$ , 分配至线路L1上的 $(S_a, S_{a+1})$ 、 $(S_{a+1}, S_{a+2})$ 、…、 $(S_{b-1}, S_b)$ 这 $(b-a)$ 个区间; 如果 $a > b$ , 则把 $N \times P_{\text{直达}}$ 分配至 $(S_a, S_{a-1})$ 、…、 $(S_{b+1}, S_b)$ 区间。同理, 把 $N \times P_{\text{换乘}}$ 分配至站点 $S_c$ 与 $S_e$ 、 $S_f$ 与 $S_d$ 的区间上, 这样就完成了一次OD分配。所有的OD量均按这种方法累加到公交线路以及公交站点区间上, 最后便得到每条线路总的客运量和线路断面流量。

## 3 结论

本文所提出的公交客流分配方法在郑州与合肥市的公交规划中得到了实际应用, 效果良好。这种公交配流方法在GIS技术的基础上, 从公交网络数据模型、直达和换乘线路的选取入手, 充分利用公交线路、站点和交通小区的空间位置关系来选择出行路径, 从而摆脱了传统的公交节点距离矩阵的计算, 具有简单易用的特点。

公交客流分配有着不同于道路网客流分配的特性, 它与出行者的出行心理等诸多因素有关。如何使分配模型中的交通阻抗更符合实际, 即如何正确把握乘客选取出行路径的心理, 还有待于更深入地研究。

### 参考文献:

- [1] S C WONG, C O TONG. Estimation of time-dependent origin-destination matrices for transit network [J]. Transportation Research B, 1998
- [2] 杨新苗. 基于GIS的公交乘客出行路径选择模型[J]. 东南大学学报, 2000.
- [3] 王伟, 徐吉谦, 杨涛, 李旭宏. 城市交通规划理论及其应用[M]. 南京: 东南大学出版社, 1998.
- [4] 陈述彭, 等. 城市化与城市地理信息系统[M]. 北京: 科学出版社, 1999.