



# 智慧城市交通网络系统的研究与应用

刘 锂,段芃芃

(成都理工大学 工程技术学院,四川 乐山 614007)

**摘要:**城市交通是社会活动、经济活动的动脉和纽带。随着社会经济的不断发展,城市交通问题日趋严重,交通堵塞已成为城市居民最热门的话题;如何为社会提供方便、快捷、经济、安全的出行方案,成为许多城市面临的共同问题。文中分析了道路单向行驶、双向行驶、转弯等特点,交通的规则和公交的行驶规则,设计了城市交通网络、城市公交网络和公交换乘算法,结合 GIS 技术的空间分析的优点,实现了智能化的城市交通网络系统,完成了准确、高效、快捷的路径分析和路径导航功能。通过采用具体的实例对路径分析、路径导航、公交换乘等功能进行验证,所实现的功能极大程度地满足了城市交通网络系统功能的需求,为智慧城市交通网络系统的研究和应用提供了技术参考。

**关键词:**城市交通;交通网络;公交网络;公交换乘;GIS

中图分类号:TP302

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2019)08-0185-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2019.08.035

## Research and Application of Smart City Traffic Network System

LIU Li, DUAN Peng-peng

(School of Engineering and Technology, Chengdu University of Technology, Leshan 614007, China)

**Abstract:** Urban traffic is the artery and link of social and economic activities. With the continuous development of social economy, urban traffic has become increasingly serious, and traffic congestion has become the hottest topic for urban residents. How to provide convenient, fast, economical and safe travel plans has become a common problem for many cities. Therefore, we analyze the one-way driving, two-way driving and turning, as well as traffic rules and bus driving rules, design the algorithm of urban transportation network, city bus network and bus transfer, and combined with the advantages of GIS spatial analysis, realize the intelligent urban traffic network system which completes the accurate, efficient and fast path analysis and path navigation. The path analysis, path navigation, bus transfer and other functions are verified by using specific examples. The functions realized largely meet the requirements of the urban traffic network system function, providing a technical reference for the research and application of the smart city traffic network system.

**Key words:** urban traffic; transportation network; public transport network; public transport interchange; GIS

## 0 引言

近年来,国内经济飞速发展,在国家城镇化的战略指导下,城镇化建设加速发展,主要体现在城市面积增大,城市人口剧增,城市交通作为社会活动、经济活动的纽带,在城市发展中占据着重要地位。伴随着城镇化的进程,城市交通网络也相应地发生了巨大变化,城市交通网络<sup>[1]</sup>、公交线路<sup>[2]</sup>、公交设施的不断变更,公交车辆的运营效率<sup>[3]</sup>,与乘客之间的相互协调,城市交通的智能化<sup>[4]</sup>等一系列问题,是现代化,智能化城市交通系统发展急需解决的问题。

GIS 除了具有一般系统的数据采集、管理、分析和

表达等基本功能外,还具有对空间数据的分析处理能力,并且能对这些空间数据进行定性和定量的描述。

文中依托借助 GIS 的空间分析<sup>[5]</sup>能力,合理设计城市交通网络和城市公交路线<sup>[6]</sup>,在现有道路及其相关设施,公交车数量等现有资源的基础上,使其发挥最大作用,实现路线分布更加合理<sup>[7]</sup>、分配均匀、智能化路径设置等。

## 1 系统设计

文中设计的系统框架满足城市交通网络评价指标的需求和软件层次设计原则。

收稿日期:2018-08-30

修回日期:2018-12-31

网络出版时间:2019-03-21

基金项目:四川省教育科研项目(15ZB0366)

作者简介:刘 锂(1978-),男,硕士,讲师,研究方向为计算机图像处理。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20190321.0942.074.html>

城市交通网络评价指标包括方便、快捷、高效和广泛。方便体现在步行时间少、距离短,直达率高、换乘少;快捷体现在行程时间短、运行速度快和直线系数高;高效体现在满载率高和线路运行效率高;广泛体现在公交站点密度适中、运行线网覆盖范围广、运行线路重复率低和运行线路密集度适中。

系统采用数据层、服务层、业务层、表现层四层架构模式。数据层按数据类型分为非空间数据和空间数据,服务层按服务的功能分为 Web 服务和 GIS 服务,业务层根据系统各个功能需求分为不同的业务项目,从而满足使用者的需求,最终系统所展现的就是表现层,表现层是使用者与软件进行交互的窗口,对于本程序而言就是基于 HTML 的各个功能界面。具体系统架构如图 1 所示。

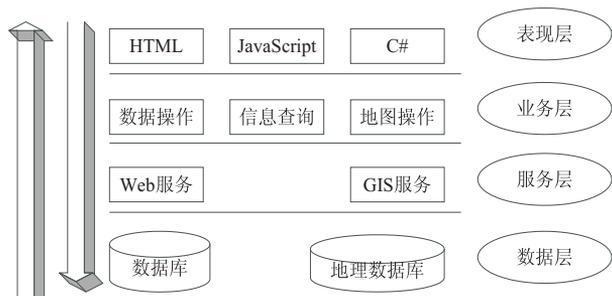


图 1 系统架构

数据层的作用是提供系统运行所需的基础数据,主要包括非空间数据和空间数据。非空间数据采用 SQL Server 数据库来保存,即用户信息、设施点信息、操作记录、评价信息;空间数据采用 ArcGIS 个人地理数据库来保存,即执行分析所用到的各个要素数据集。

服务层主要用来提供服务,包括 Web 服务和 GIS 服务,Web 服务使用 IIS 实现,GIS 服务使用 ArcGIS Server 10.2 实现。Web 服务主要是进行网页数据和非空间数据的相关操作服务,GIS 服务则提供基于地图各项服务、几何操作服务以及其他的属性查询和空间分析服务。

业务层也就是业务逻辑层,在体系架构中很关键,处于数据层与表现层的中间,在数据交互的过程中起着承上启下的作用。它是整个系统架构的灵魂,是系统架构核心价值的体现,主要作用是实现系统需求分析中的所有业务流程。该系统所实现的业务功能主要有用户的登录、个人信息修改,酒店餐馆等信息点的查询,以及将查询结果的智能分析、筛选优质商家推荐给用户,公交线路查询,景点导航等。

表现层是用户与系统交互的窗口,是用户最直观感受到的界面。该系统的表现层是网页浏览器,主要包括信息查看、地图浏览和操作、数据交互和界面交互等。

## 2 交通网络设计

要素数据集是将多个要素放到同一个空间参考系统下组成一个集合,也就是说这些要素共享同一个坐标系。出现以下情况时,必须考虑多个要素组成一个参考数据集。

交通网络设计关系到城市交通智能化的程度<sup>[8-9]</sup>,对于参加到网络分析的点要素或者线要素必须放到同一要素数据集中。主要体现在道路要素类。

道路要素类:存储属于交通道路网的线路要素;要素名 Road,设置属性字段主要包括道路名称(Name)、车辆在道路上的行驶速度(Speed)、控制车辆的行驶方向(Oneway)、统计道路的长度(meters)等,其中 Oneway 字段通过值 FT、值 TF 或者空值来控制车辆在这条道路上的行驶方向;这两个值没有明确指定是否可以通过,要根据个人所画线要素的线方向确定。如果行驶方向与线方向相同用值 FT,与线方向相反则不能通过;若是用值 TF,行驶方向只能与线方向相反,行驶方向与线方向相同则不能通过;如果字段值为空,说明这条线可双向通过。

城市道路网错综复杂,每条道路都不相同。道路有主次之分,宽窄不一,长度不一。按照道路的实际情况和交通规章制度,对道路网进行矢量化。

### 2.1 道路单向行驶网络设计

保证系统设计的交通网络系统与现实更接近,有以下几种情况需要设计为单向行驶。

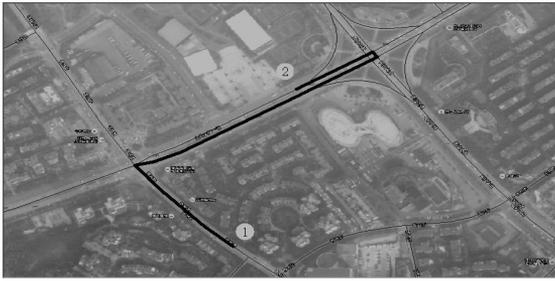
(1)在一些主要道路,车流量比较大,为防止车辆及时调头造成交通拥堵,其次为建造一个良好的交通环境,一般采取在道路中央修筑花台或者设置护栏,如图 2(a)所示。

(2)城市发展离不开河流,河流又会阻断道路,为了城市的发展,就得修桥搭路;根据交通法规,桥梁上不允许调头行驶,有的桥梁修建时会将其行驶方向路线分割开,如图 2(b)所示。

(3)在城市交通路口的建设方面,有时会设计成环形路口,并按照交通法规规定行驶方向,目的就是在交通管理部门警力有限的情况下,避免路口的交通拥堵;环形道路规定行驶的方向都是逆时针行驶,同时必须靠右行驶,如图 2(c)所示。

### 2.2 道路调头行驶网络设计

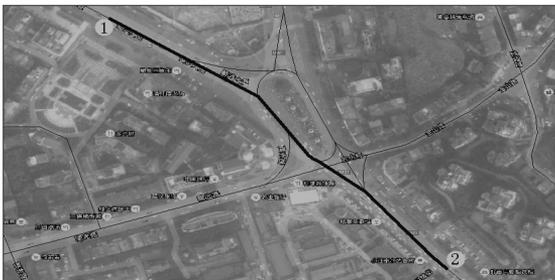
道路交通网<sup>[10]</sup>矢量化时,虽说全部将其设置为平行的相反行驶路线,这样的行驶方式安全系数较高,但要是想调头,只能到下一个路口进行 U 型调头,不能直接折回;如果行驶完这段单向行驶的路程再调头回来,那么行驶的路程加大,尾气排放增多,不符合绿色交通的理念;同时不符合人们节省燃油的心理。调头设计如图 3 所示。



(a)花台型单向行驶



(b)桥梁型单向行驶



(c)环岛型单向行驶

图 2 道路单行网络设计



图 3 调头行驶网络设计

### 2.3 道路弯道设计

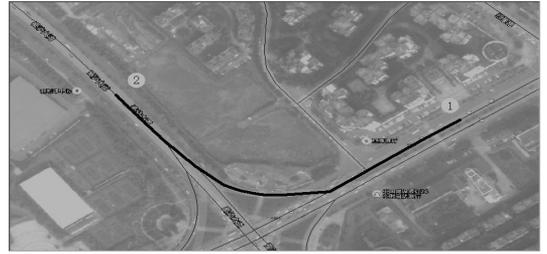
在一条道路上行驶的车辆不可能都是去同一个地方,一条路的通向也不可能只有一个地方,因此才会出现蛛网的交通路网。

交通网络纵横交错,四通八达,在交错的地方会存在一些弯道;导航在弯道处就须有明确的转向,转向有圆弧形转向和直角型转向之分。

(1)在道路交叉的路口,车辆行驶的方向一直都是靠右行驶,也就是说在路口时右转,那么会有一条专门的转弯通道,称之为圆弧形转弯,如图 4(a)所示。

(2)如果将车辆行驶的方向视为正方向,车辆在

向正方向前进,路口弯道总是要通过自己左手边的道路才能完全驶入正规的右边道路,一般来说,左转弯时车辆转弯的曲率很小,与直角相差不大;所以称其为直角型转弯,如图 4(b)所示。



(a)圆弧形转弯



(b)直角型转弯

图 4 道路弯道设计

### 2.4 公交线路设计

公共交通有着一定的优越性,同时也体现出城市交通发展状态。道路资源有限,但公共交通所占的比例仅为百分之二十,大部分被个体交通占用。将公共交通与个体交通做一个对比,公共交通占用资源较少,消耗能源较少,对环境的污染也比个体小。按照道路交通规则和公共交通的行驶规则,在技术所能到达的高度设计公共交通行驶导航线路<sup>[11]</sup>。城市公交一般由公交线路,公交站点,公交路网三部分组成,下面将从这三个方面建立城市公共交通数据<sup>[12]</sup>。

#### (1)公交线路。

公交线路由许多公交站点按照顺序组成,路线的起点和终点分别由公交站点的起始站和终点站决定,一条公交线路有上下行之分,所以一条公交线路是双向的,因而,每个运行方向的公交站点的顺序完全相反。

#### (2)公交站点。

一个公交站点有多条公交线路经过,因此公交站点的属性表应该具有 ID、站点名称、所在路段、在此站点停靠的公交线路等基本属性。公交线路与公交站点主要就是停靠与被停靠的关系。

#### (3)公交路网。

公交路网主要包括一般路段、桥梁、隧道、匝道等不同类型的路网<sup>[13]</sup>,它们与公交站点是一对多的关系,一个路段上可有多个公交站点,但是,一个公交站点,只能属于某个路段。

### 3 公交换乘算法的实现

最佳路径的公交换乘算法<sup>[14]</sup>主要有 Dijkstra 算法(迪杰斯特拉算法)、Floyd 算法(罗伯特·弗洛伊德)、Bellman-Ford 算法(贝尔曼-福特算法)等。文中将采用 Dijkstra 算法作为公交换乘的算法依据。算法思想为:

设顶点集合  $X, Y$  为已经得出结果的顶点集合,初始值为  $X_0$  (原点),  $X - Y = Z$ , 表示尚未得出结果的顶点集合。

然后将  $Z$  中的顶点按照递增的顺序加入到集合  $Y$  中,加入到  $Y$  中的顶点必须满足下面两个条件:

(1)从原点  $X_0$  到  $Y$  集合中其他各顶点的长度都不大于从  $X_0$  到  $Z$  集合中任何顶点的最小长度;

(2)集合中的每个顶点都必须对应一个距离。

$Y$  集合中顶点:从原点  $X_0$  到此顶点的长度。

$Z$  集合中顶点:从原点  $X_0$  到目标顶点的只包括  $Y$  集合中的顶点作为中间顶点的最短路径的长度。

依据:可以证明原点  $X_0$  到  $Z$  集合中顶点  $X_k$  的,或是从原点  $X_0$  到  $X_k$  的直接路径的权值;或是从原点  $X_0$  经  $Y$  集合中顶点到  $X_k$  的路径权值之和。

基于 Dijkstra 算法的原理和设计思路,本着公交出行的方便、快捷的原则,文中算法设计如图 5 所示。

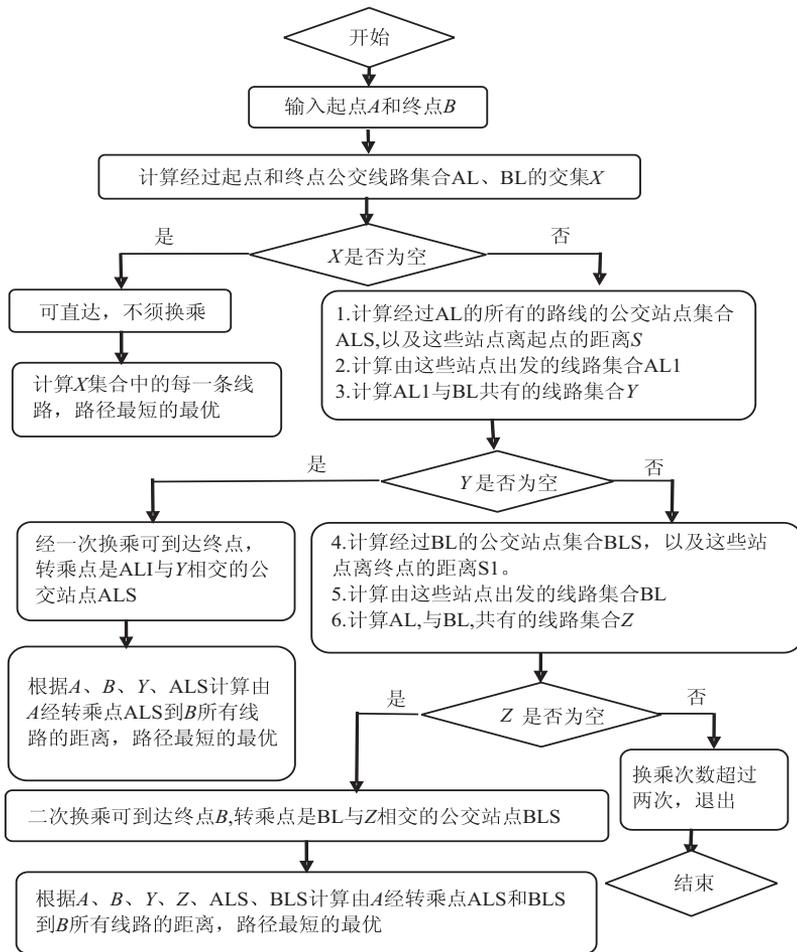


图 5 公交换乘算法

### 4 实验分析

系统的开发平台采用 VS 2012, 数据库采用 SQL SERVER 2008, GIS 服务使用 ArcGIS Server 10.2、交通网络矢量化使用 ArcGIS 10.2。

系统实验平台采用 1 台服务器和 15 台 PC 机进行系统的验证,实验数据,以四川省泸州市为例,进行了交通网络、公交网络的设计和制作以及空间数据的制作和数据导入。

根据上述的交通网络设计,对路径分析、路径导

航、公交换乘等功能进行验证,通过智慧交通网络分析,更加丰富路径导航的功能,帮助人们选择最佳出行方式、最优路径等,具体实现效果如图 6(a) 所示。

根据各个城市的特点和交通规则建立的公交网络,这个公交网络是独一无二的,独立存在于一个城市。每一条完整的公交线路都是由多条线段连接而成,这些线段又将两侧的公交站台连接起来。多条完整的公交线路相互交叉,构成一个完整的公交网络。公交线路查询是为了让人们全面、及时、准确、迅速地了解公交线路途径地点,为人们提供便利。公交查询

效果如图6(b)所示。



(a) 路径导航



(b) 公交线路查询

图6 交通网络查询

## 5 结束语

通过城市交通道路、公交线路以及交通规则的分析,研究了如何利用GIS技术设计城市交通网络、城市公交网络,根据公交线路特点研究了公交换乘算法,并将GIS的空间分析功能结合交通网络、公交网络和公交换乘算法,设计了城市交通网络系统,实现了准确、高效、快捷、智能的路径分析和路径导航等功能。以四川泸州市为研究对象,制作了实验数据进行验证,通过实验证明了该设计方案的可行性。对以后智慧城市交通网络系统的实现具有一定的应用价值和技术参考。

### 参考文献:

- [1] 秦 昆,周 勃,徐源泉,等. 城市交通热点区域的空间交互网络分析[J]. 地理科学进展,2017,36(9):1149-1157.
- [2] 段德忠,刘承良,杜德斌,等. 基于二分网络的北京公交线路布局的空间依赖性[J]. 地理学报,2016,71(12):2185-2198.
- [3] 邢 雪. 基于粒子群算法的城市接驳公交网络优化调度方法[J]. 北京工业大学学报,2016,42(9):1385-1391.
- [4] 刘 洁,何胜学,张皓东. 城市轨道交通车站序列瓶颈系统优化分析[J]. 计算机应用,2016,36(1):271-274.
- [5] 白罩峰,曹 静. 城市公共交通GIS查询系统设计与开发[J]. 测绘科学,2017,42(4):86-90.
- [6] 季一木,柴博周,杨罗坤,等. 基于TD-LTE的轨道交通集群调度系统[J]. 计算机工程,2017,43(6):296-300.
- [7] 陈 坚,王 曼,李和平,等. 城市轨道交通网络乘客换乘路径选择行为模型[J]. 交通运输系统工程与信息,2017,17(6):235-241.
- [8] 陈乐瑞,潘秋萍,孔金生. 基于删边扩容策略的城市交通网络优化[J]. 计算机系统应用,2016,25(8):145-148.
- [9] 周 宁,邹 欢,邹 栋,等. 城市轨道交通弓网系统仿真模型适应性研究[J]. 西南交通大学学报,2017,52(2):408-415.
- [10] 张威威,李瑞敏,谢中教. 基于深度学习的城市道路旅行时间预测[J]. 系统仿真学报,2017,29(10):2309-2315.
- [11] 沈弼龙,赵 颖,黄 艳,等. 大数据背景下动态共乘的研究进展[J]. 计算机研究与发展,2017,54(1):34-49.
- [12] 王 栋. 基于BP神经网络的公路客运量预测方法[J]. 计算机技术与发展,2017,27(2):187-190.
- [13] MNIF M, BOUAMAMA S, MNIF M, et al. Firework algorithm for multi-objective optimization of a multimodal transportation network problem[J]. Procedia Computer Science, 2017, 112: 1670-1682.
- [14] MITROPOULOS L, ADAMOS G, NATHANAIL E, et al. Building on European scientific excellence to develop an educational program on intermodal connections for Latvia and the region[J]. Transport, 2017, 32(1): 79-93.