

# 公交车辆行程时间预测方法研究<sup>\*</sup>

周雪梅 杨晓光 王 磊

(同济大学 上海 200092)

**摘 要** 文章以智能交通运输系统为背景,分析公交车辆的行驶特性,在大量实测数据的基础上,应用统计回归理论,进行了公交车辆行程时间预测模型的假设和建立,并给出了公交车辆行程时间的预测结果。

**关键词** 智能交通运输系统 行程时间 预测模型

**Abstract** This paper analyses the differences between buses and other vehicles in running, based on Intelligent Transport Systems. Using multivariate statistical regression analysis method, this paper presents the model of bus running time by analyzing lots of detected running time data, and the results of predicting the bus running time.

**Key words:** Intelligent transportation system(ITS); travel time; prediction model

## 0 引 言

公交车辆行程时间的精确预测在 ITS 中的作用主要体现在以下几方面:为乘客提供公交车辆到达时间等实时信息,用于公交车队管理,提高了公交服务质量以及为交通管理者提供公交优先信号信息。因此研究 ITS 条件下公交车辆行程时间预测方法,提高公交车辆行程时间预测精度,对于提高公交车辆准时性,减少乘客等待时间,从而提高公共交通吸引力,促进 ITS 在交通运输领域的应用具有重要意义。

公交车辆行程时间的预测必须具有实时性、可靠性和更高精度。影响公交车行程时间预测精度的因素有:车辆定位系统的精度、测量比率、车辆轨迹误差以及将实时采集的车辆位置信息传输到指挥中心的数据通信能力。智能交通运输系统的电子和通讯技术为实时的公交车辆行程时间预测打下了良好的基础。

## 1 研究方法介绍

公交车辆行程时间的预测方法都是基于统计分析的方法,即通过对以往车辆资料的收集、整理,总结出一定的规律,然后将这一规律应用于实际,对公交车辆行程时间进行预测是这一规律的

延伸。这种方法简单易行,但需大量历史数据。要想获得大量实时的历史数据存在很大的困难,智能交通运输系统的实施使这一问题得到解决。

悉尼市已付诸实施的机场快速公交车辆行程时间预测,采用的是基于统计分析的方法,所用的算法是改进的线性预测算法,其采集的数据来自于路标定位系统(ANTTS, Automatic Network Travel Time System),ANTTS 是一种路标定位系统,用于预测公交站点公交车辆的到达时间,并在各公交站点将车辆到达时间提供给乘客。具体算法是用通过相邻路段的公交车辆行程时间改进后某一路段行程时间的预测值。

## 2 公交车辆行程时间实时预测方法

公共汽车交通由于存在着定线、定站、定时等特点,因此公交车辆行程时间的预测相对社会车辆来说可以采用较简单的方法,即在公交车辆行程时间预测模型建立及进行计算时,可进行适当的假设和简化。

### 2.1 模型假设

1) 公交车辆在两相邻公交站点之间以行驶速度行驶;

2) 公交车辆行程时间受多种因素影响,如路段长度、交叉口数量、天气情况、交通流量等,可根据不同情况进行简化;

3) 公交车单向行驶。车辆在确定的公交线路上行驶,沿不同方向行驶时,视为行驶在不同路线

收稿日期:2002—07—12

<sup>\*</sup> 国家自然科学基金项目资助(59878039)

上;

4) 公交车辆到达各公交站点的时间由全球卫星定位系统(GPS, Global Positioning System) 或路标定位系统等获得。

## 2.2 模型的建立与计算

1) 公共汽车交通系统中, 公交车辆是在各公交站点之间行驶, 因此, 将每两个相邻的站点之间的公交车行程时间作为一个计算单元。通过上面的建模假设, 进行简化后, 可以将两相邻公交站点之间的路径看作包括交叉口的路段。设站点  $i$  与  $i+1$  之间有  $m$  个交叉口, 路段长度为  $l$ 。由此建立两相邻公交站点之间行驶的公交车辆行程时间的回归函数为:

$$T_i = \beta_{i0} + \beta_{i1}X_{i1} + \beta_{i2}X_{i2} + \Lambda + \beta_{ip}X_{ip}$$

式中:  $\beta_{i0}, \beta_{i1}, \beta_{i2}, \Lambda, \beta_{ip}$  为路段上的回归参数;  $X_{ip}(p = 1, 2, \dots, n)$  为  $i$  路段上的第  $p$  个影响因素。

计算回归参数, 并进行模型的假设检验; 通过检验后, 用于未来时段的公交车辆行程时间预测。

2) 确定需预测行程时间的路段在  $i$  站点与  $i+1$  站点间, 确定其间路段上的影响因素: 路段长度  $l$ , 交叉口数  $m$ ,  $t$  时刻进入该路段的交通量  $Q_i$  等。并根据该路段的历史数据, 建立交通参数随时间变化的趋势图, 根据 GPS 系统等提供的公交车辆行程时间数值进行实时修正、补充, 获得所需的未来时刻的路段交通参数。

3) 将影响因素自变量代入预测模型的回归函数, 获得公交车辆行程时间的预测值。

4) 将实测数据输入已建立的数据库, 并用于回归函数的进一步改进, 具体步骤如下:

①创建一个数据库, 保存公交车行程时间实测值的历史数据和与之相关的交通参数;

②将以上数据用于公交车行程时间的多元线性回归分析, 把交通参数作为影响因素自变量, 行程时间实测值的历史数据作为因变量, 通过运算, 求出回归参数。并应用得到的回归函数预测公交车行程时间;

③记录新实测数据, 用于替代原数据库中误差指标值不符合要求的纪录;

④重复步骤②、③, 使用更新后的数据库进行运算, 预测行程时间, 记录实测数据, 更新数据库。

## 3 公交车辆行程时间实时预测方法的应用

模型应用的对象是威海市的典型公交线路—

7 路公交车。7 路公交车的行驶路线经过威海市的几条主要交通干道, 交通流量日变化明显, 路况较好。

应用此模型预测 7 路公交车的行程时间, 需根据 7 路公交车线路上各主要公交站点的公交车辆到达时间和开出时间即各主要站点间公交车辆的行程时间。线路上各主要公交站点的公交车辆到达时间和开出时间通过 GPS 技术, 进行追踪定位得到。GPS 技术是智能交通运输系统的关键技术之一。GPS 技术采用车载设备来获取车辆的行驶位置, 然后通过预先描绘好的电子地图数据库实行地图匹配, 得出公交车辆在线路上的位置, 动态显示车辆在路网中的行驶状况, 并给出车辆到达各站点的时间和从站点的开出时间等实时数据, 并将获取的各种实时数据传送到控制中心。依据以上 GPS 技术获得的 7 路公交车线路上的行程时间历史数据, 及经交通调查获得的所经过道路的交通流量等数据, 标定模型所需参数, 对 7 路公交车的行程时间进行预测, 并与实测数据进行对比, 分析误差。

### 3.1 7 路公交车站点分布与站点间路段数据

7 路公交车共有 27 个公交站点。研究中, 将由火炬大厦站开往华联站的车辆视为沿上行线路行驶, 对开的车辆视为沿下行线路行驶。

统一对站间路径进行编号: 上行线路中驶出站点序号记为站间路段序号; 下行线路中驶入站点序号记为站间路段序号。

### 3.2 多元回归分析预测模型的实现

#### 3.2.1 自变量的确定

对 7 路公交车行程时间进行多元回归分析, 首先确定自变量。影响公交车行程时间的因素包括路段长度、信号交叉口数目、路段交通流量、天气情况、道路等级等。其中, 路段长度、信号交叉口数目和路段交通流量是最重要的几个因素。

由于威海市 7 路公交车站点间距离较短, 平均站距 480m, 最短站距仅 400m, 最长站距也不过 650m, 公交车的行驶速度较低, 基本达不到经济速度, 只有 35km/h 左右。并且威海市道路交通条件较好, 基本上不存在交通堵塞现象。因此, 公交车在行驶过程中, 受交通流量变化的影响较小。由图 1 可明显看出交通流量的日变化, 由图 2 可知, 公交车辆的行程时间没有因为早晚高峰的出现而发生明显的变化。在进行回归分析时, 交通流量不作为影响因素, 可作为参考因素。

根据威海市的实际情况, 最终确定对 7 路公交车的行程时间进行二元回归分析, 建立二元回归模型:

$$Y = a + bX_1 + cX_2$$

式中:  $Y$  为因变量公交车行程时间,  $X_1$  为自变量站间路段长度,  $X_2$  为自变量站间信号交叉口数。

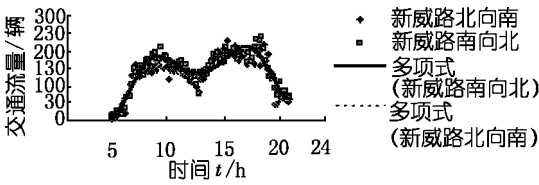


图 1 交通流量日变化图

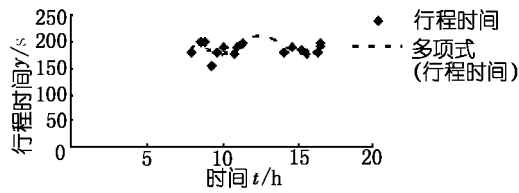


图 2 路段 25 上不同时间的行程时间

3.2.2 模型参数的计算及检验

利用 2002 年 5 月份的 400 组数据, 计算得到以下相关结果:

$a = -34.4747$   
 $b = 34.4162$   
 $c = 0.1919$   
 $SSR = 3.4123 \times 10^5$   
 $SST = 4.5854 \times 10^5$   
 $R^2 = 0.7442$   
 $F = 577.3968$

经查表检验, 以上结果可以接受, 二元回归预测模型成立。

3.3 预测结果及分析

应用以上得到的二元回归预测模型, 得到一组预测结果, 与实际测量值比较见图 3, 其相对误差值见图 4。

从以上结果可以看出, 大多数预测结果的误差在受控制的允许范围之内。即在大量实验数据基础上获得的回归函数能很好的反映各影响因素

与因变量行程时间之间的关系。所得到的二元回归预测模型有较高的预测精度和实用价值。

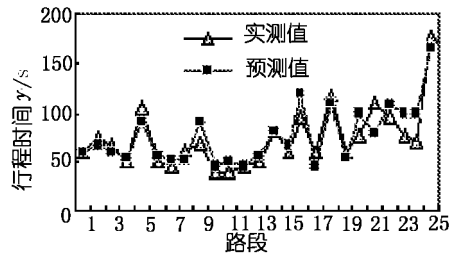


图 3 二元回归预测模型的预测结果

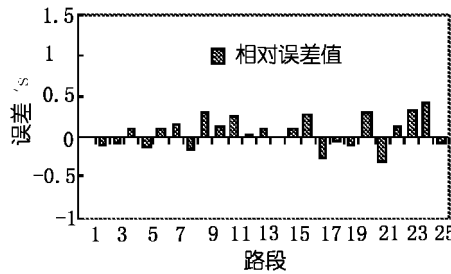


图 4 相对误差值柱状图

4 结 论

本文在分析公交车行程时间预测已有方法的基础上, 根据公交车辆运行的特点, 提出了公交车辆行程时间预测的一种方法。并结合威海市的典型公交线路, 进行了模型的实际应用和验证。此方法对于我国城市公交车辆行程时间的预测及先进的公共交通系统的实施具有一定的实用价值。

参考文献

- 1 杨晓光, 邵俊. 关于中国城市公共交通系统智能化问题的研讨. (第六届海峡两岸都市交通学术研讨会论文集). 成都: 西南交通大学出版社, 1998—9.
- 2 Ghassan Jarjees and Chris Drane. Methods for Predicting Bus Travel Times Using a Signpost Positioning System. 5<sup>th</sup> World congress on Intelligent Transportation System, OCT. 1998.
- 3 T. Kurokawa, K. Ogawa. A Study on Travel Time Prediction Method on Inter—City Expressways Using Traffic Capacity at the Bottleneck. 5<sup>th</sup> World congress on Intelligent Transportation System, OCT. 1998.