

Urban Traffic Flow Prediction Based on Parking Information

Yongjie Xing¹, Mingzhe Liu¹, Wenhao Li¹, Jing Dong²

¹School of Architecture and Transportation, Guilin University of Electronic Technology, Guilin Guangxi

²Scientific Research Institute of Traffic Police Detachment, Guilin Public Security Bureau, Guilin Guangxi

Email: 994714300@qq.com

Received: Oct. 31st, 2018; accepted: Nov. 13th, 2018; published: Nov. 20th, 2018

Abstract

In order to make effective use of parking information, this article uses parking information acquisition system to obtain vehicle in and out data. On this basis, the "four-phase method" of traffic planning providing by TransCAD is applied to establish a macroscopic traffic planning model, and the dynamic traffic flow running state of the surrounding roads is predicted backwards. Finally, an urban traffic flow prediction method based on parking information is proposed, and it is proved that this method can effectively predict regional road network traffic flow.

Keywords

Parking Information, Flow Prediction, TransCAD

基于停车信息的城市交通流量预测

刑永捷¹, 刘明哲¹, 黎文皓¹, 董京²

¹桂林电子科技大学建筑与交通工程学院, 广西 桂林

²桂林市公安局交警支队科研所, 广西 桂林

Email: 994714300@qq.com

收稿日期: 2018年10月31日; 录用日期: 2018年11月13日; 发布日期: 2018年11月20日

摘要

为了实现对停车信息的有效利用, 本文使用区域内停车场信息采集系统获取车辆出入流量数据, 运用TransCAD提供的交通规划“四阶段法”建立宏观交通规划模型, 反推并预测出周边道路的动态交通流运行状态, 提出一种基于停车信息的城市交通流量预测方法, 并通过案例证明了该方法可以有效预测区

域路网流量。

关键词

停车信息, 流量预测, TransCAD

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着国内机动车保有量的不断增长,特别是私人小汽车数量的剧增,城市停车问题日益突出[1]。截至2014年底,我国机动车保有量达2.64亿辆,其中汽车1.54亿辆,而城市停车位建设已远远不能跟上机动车增长速度。

国内外已有研究一直致力于探究停车场设置对周边动态交通流产生的影响[2] [3] [4]。我国新兴中小城市,私家车的增长十分迅速,但是目前国内外学者对于停车场停车特性和城市交通流相互关系的研究还较少开展,相关理论不够成熟,而目前国内动态交通流的预测仍然是以实时行车速度为基础,无法适应瞬息万变的道路交通情况及现实预报的需求,成为城市交通管理及出行预测迫在眉睫的问题。深入研究利用停车信息的城市交通流状态识别方法,对提高城市动态交通运行状态预测具有积极的作用,将会给予人们生活出行极大的便利。

以往的动态交通流运行状态监测、流量预测多数依靠路段监控系统,回输流量,通行能力等信息为研究对象进行计算,而本文结合基于交通四阶段法的城市道路交通需求预测研究的思路,提出一种利用现有停车场信息采集系统监测的出入流量数据,结合地块用地性质、交通出行率等特征,预测出周边道路的动态交通流运行状态的方法。

2. 交通四阶段法

多年来,国内外专家学者利用不同领域的方法进行城市交通流状态的识别、预测,有基于统计方法、交通仿真模型、神经网络模型等,与上面的方法相比,交通四阶段法考虑各小区出行相关因素建立数学模型,更适用于城市宏观交通流状态识别、预测。

交通四阶段法[5] [6]以居民出行调查(person trip survey)为基础,由交通生成(trip generation/attraction)、交通分布(trip distribution)、交通方式划分(model split)、交通量分配(traffic assignment)四个阶段组成,预测流程如图1所示。交通四阶段法预测过程需要经过反复迭代计算才能得出结果,使用TransCAD可以大大简化预测步骤,减少计算过程。

3. 基于停车信息的城市交通流量预测建模

四阶段法是在居民出行调查的基础上,通过各个小区的发生和吸引量,根据居民的目的地选择、交通方式选择、出行时刻选择以及路径选择,将流量分配到城市路网中,该过程可以获取到小区间的出行OD、各路段的饱和度、交叉口流量流向等信息。四阶段法中出行生成是以小区为节点进行计算的,而对于小区而已,停车场可以看作是主要的交通生成和吸引源,大部分的车辆出入均是通过停车场。考虑到这样的特点,本文建立基于停车信息的四阶段法数学模型,并通过TransCAD软件实现该方法。

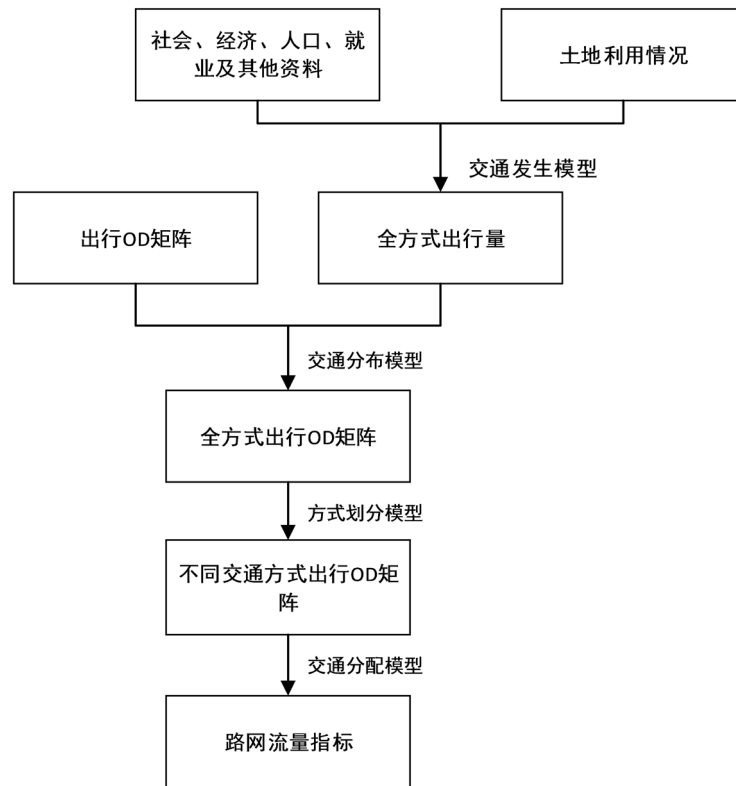


Figure 1. Forecasting process

图 1. 预测流程

基于停车信息的交通流量预测“四阶段法”中，出行生成阶段我们把小区停车场车辆的出入流量作为该小区的发生和吸引交通量进行计算，交通方式划分阶段默认停车场采集的流量数据均为机动车流量，所以不再进行交通方式的划分。出行分布阶段和交通分配阶段使用 TransCAD 提供的模型计算，有关模型描述如下。

3.1. 出行分布

由于停车场划分比较细致，为了减少预测误差，本文对小区内部出行分布和小区之间的出行分布独立预测与分析。

小区内部出行分布采用比例系数法进行求解，公式如下：

$$q_{ii} = KO_i^\alpha D_i^\beta S_i^\gamma \quad (1)$$

式中 q_{ii} 为小区 i 内部出行量， O_i 为小区 i 交通发生量， D_i 为小区 i 交通吸引量， S_i 为小区 i 面积， k 为小区 i 比例系数， α 、 β 、 γ 为待定系数

小区之间的出行分布采用双约束重力模型求解，根据总出行量与小区内部出行量的差值便可得到外部出行发生吸引量。双约束重力模型可以表示为：

$$q_{ij} = A_i O_i B_j D_j f(c_{ij}) \quad (2)$$

$$A_i = \frac{1}{\sum_j B_j D_j f(c_{ij})} \quad (3)$$

$$B_j = \frac{1}{\sum_j A_i O_i f(c_{ij})} \tag{4}$$

式中 q_{ij} 为小区 i 与小区 j 的出行量, O_i 为小区 i 的产生量, D_j 为小区 j 的吸引量, $f(c_{ij})$ 为阻抗函数, A_i 、 B_j 为平衡系数。

3.2. 交通分配

本文流量分配模型采用随机用户平衡模型(SUE), 满足以下假设: 1) 各类出行者的路径决策均以随机方式做出; 2) 各类出行者的出行时间理解误差随机变量符合 Gumble 独立同分布, 那么各类出行者的路径选择基于 Logit 均衡, 第 i 类出行者选择 OD 对 ω 之间路径 k 的概率为:

$$p_{ki}^\omega = \frac{e^{-\theta_i c_k^\omega}}{\sum_{r \in R_\omega} e^{-\theta_i c_r^\omega}}, \forall k \in R_\omega, \omega \in W, i \in I \tag{5}$$

其中 θ_i 刻画了不同类型的出行者对路径出行时间理解的不确定性, 当 $\theta_i \rightarrow \infty$ 时, 表示第 i 类出行者事实上以 UE 原则来选择路径。

假定第 i 类出行者的需求 q_{oi} 是关于 OD 对 ω 之间期望最小行程时间的严格单调递减函数, 并且有上届, 则有

$$q_{oi} = D_{oi}(C_{oi}) \leq \bar{q}_{oi}, \forall \omega \in W, i \in I \tag{6}$$

根据离散选择理论, 第 i 类出行者在 OD 对 ω 之间的期望最小行程时间 C_{oi} 有以下计算公式:

$$C_{oi}(c_\omega) = E \left[\min_{k \in R_\omega} (C_{ki}^\omega) \middle| c_\omega \right] = -\ln \sum_{k \in R_\omega} e^{-\theta_i c_k^\omega} / \theta_i, \forall \omega \in W, i \in I \tag{7}$$

对于第 i 类出行者, 其随机用户均衡有如下表达式:

$$f_{ki}^\omega = q_{oi} p_{ki}^\omega, \forall k \in R_\omega, \omega \in W, i \in I \tag{8}$$

4. 案例分析

4.1. 计算过程

我们利用桂林叠彩区万达广场周边区域停车场系统作为研究对象, 使用 TransCAD 软件对上述方法进行论证。主要包括以下几个步骤: 交通小区划分、构建路网、交通分布预测以及交通流分配。

1) 交通小区划分

根据区域内大型停车场分布, 结合土地使用、路网结构和地形特征等, 将研究区域划分为 26 个交通小区, 编号 1~26, 由于万达广场具有 2 个机动车出入口, 设置编号 17、18, 并在研究区域外设置了 7 个虚拟交通小区, 编号 27~33, 具体划分情况如图 2 所示, 并建立交通小区数据结构表, 如表 1 所示。

Table 1. Traffic cell data structure table

表 1. 交通小区数据结构表

序号	数据项名称	注释	数据类型	字段长度
1	Area	面积	Real	10
2	P	交通生成	Integer	8
3	A	交通吸引	Integer	8



Figure 2. Schematic diagram of traffic cell division
图 2. 交通小区划分示意图

2) 建立路网

建立路网数据结构表, 如表 2 所示, 将区域内各等级道路进行分类, 按照不同等级对路网数据进行编辑。研究范围内为“三横三纵”的骨架路网络, 东西向有东二环路作为大型车辆及城市交通流的集疏运通道, 南北向有中山北路、滨江北路作为连接桂林主城区与桂林北站及灵川的主要通道, 研究区域内另有芳华路与规纵二路作为主干道。研究区域道路网络如图 3 所示。



Figure 3. Road network
图 3. 道路网络

Table 2. Road network data structure table
表 2. 路网数据结构表

序号	数据项名称	注释	数据类型	字段长度
1	Road Name	路名	Integer	8
2	Speed	设计速度	Integer	8
3	Capacity	通行能力	Integer	8
4	Time	行驶时间	Real	10

3) 交通分布

把研究区域停车场系统获取到的出入流量作为发生吸引流量，采用双约束重力模型法进行交通分布预测，阻抗函数 f 采用伽马函数 $f(c_{ij}) = \alpha c_{ij}^{-\beta} e^{-\gamma c_{ij}}$ ，得到研究区域出行 OD 矩阵(小区 1~10)如表 3 所示。

Table 3. Study area travel OD matrix (1 - 10 cells)
表 3. 研究区域出行 OD 矩阵(1~10 小区)

ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	20.87	63.85	37.80	32.76	86.31	85.98	63.85	32.76	0.02
2	20.87	0	43.01	16.95	39.46	79.69	85.93	43.01	39.46	20.87
3	63.85	43.01	0	59.65	37.29	36.70	42.94	0.02	37.29	63.85
4	37.80	16.95	59.65	0	56.10	96.33	102.57	59.65	56.10	37.80
5	32.76	39.46	37.29	56.10	0	68.16	67.82	37.29	0.02	32.76
6	86.31	79.69	36.70	96.33	68.16	0	20.40	36.70	68.16	86.31
7	85.98	85.93	42.94	102.57	67.82	20.40	0	42.94	67.82	85.98
8	63.85	43.01	0.02	59.65	37.29	36.70	42.94	0	37.29	63.85
9	32.76	39.46	37.29	56.10	0.02	68.16	67.82	37.29	0	32.76
10	0.02	20.87	63.85	37.80	32.76	86.31	85.98	63.85	32.76	0

4) 交通流分配

根据交通分布预测生成的区域出行 OD 矩阵，使用随机用户平衡模型(SUE)进行交通流分配，得到研究区域路段流量饱和度图和部分交叉口流量流向情况如图 4、图 5 所示：



Figure 4. Road section flow saturation map
图 4. 路段流量饱和度图

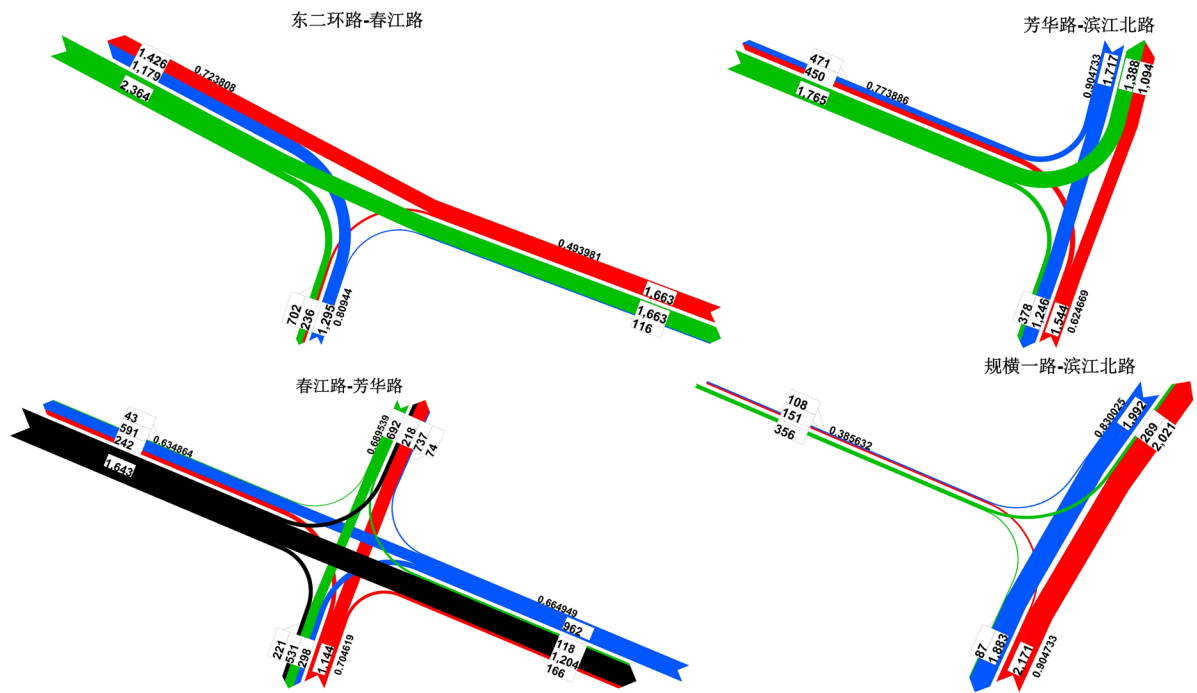


Figure 5. Flow rate of intersections at part of the study area
图 5. 研究区域部分交叉口流量流向情况

4.2. 结果分析

将通过该方法预测部分路段的流量与人工预测结果及现状流量进行对比分析,发现该方法预测结果基本上能够反映现状交通量,其结果整体稳定性较高,预测误差符合合理性区间,该方法对于城市交通流状态识别、预测能够提供可靠的支持。部分路段交通量预测分配对比如表 4 所示。

Table 4. Comparison of traffic volume prediction and distribution in some sections

表 4. 部分路段交通量预测分配对比

道路名称	流向	人工预测交通量(pcu/h)	本文方法预测交通量(pcu/h)	现状交通量(pcu/h)
东二环东段	A-B	1566	1415	1382
	B-A	1489	1377	1254
规横一路东段	A-B	265	230	159
	B-A	427	351	311
芳华路东段	A-B	561	673	627
	B-A	1498	1550	1602
规横二路东段	A-B	204	197	245
	B-A	289	307	293
规横四路东段	A-B	705	816	798
	B-A	867	964	946

5. 结语

本文通过停车信息的实时反馈,基于 TransCAD 交通规划“四阶段发”理论建立停车信息与动态交通流运行状态间递推模型,从而反推、预测地块周边的动态交通流运行状态,提出一种基于停车信息的

城市交通流量预测方法,并结合案例分析说明该方法的可行性。本文建立的模型,有助于城市动静态的协同发展与调控,增强城市交通灵活度,扩大交通管理措施影响力,提高交通设施利用率,提升城市智慧交通建设水平。

参考文献

- [1] 蒋潇,王轶,洪惠芬,等. 住区困境:人与车的挑战——城市住区停车问题的探究[J]. 中外建筑,2011(12): 36-40.
- [2] 关宏志,王鑫,王雪. 停车需求预测方法研究[J]. 北京工业大学学报,2006,32(7): 30-34.
- [3] 郭学琴. 城市公共停车场规划研究[D]:[硕士学位论文]. 北京:北京交通大学,2007.
- [4] 吴涛,晏克非. 停车需求管理的机理研究[J]. 城市规划,2002,26(10): 85-88.
- [5] 刘环宇. 基于 TransCAD 的轨道交通客流预测与分析[J]. 铁道建筑技术,2014(s1): 278-279.
- [6] 张磊,刘小勇. 基于 TransCAD 进行交通需求预测的交通影响评价研究[J]. 交通运输研究,2014(19): 44-48.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2326-3431, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ojtt@hanspub.org