

8-20-2020

Model and Simulation of Traffic Flow Evolutionary Based on Individual Travel Decision Analysis

Zhuojun Li

1. Department of Information Engineering, Wuhan Business University, Wuhan 430056, China;;

Xingguang Chen

2. School of Management and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the Artificial Intelligence and Robotics Commons, Computer Engineering Commons, Numerical Analysis and Scientific Computing Commons, Operations Research, Systems Engineering and Industrial Engineering Commons, and the Systems Science Commons

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

Model and Simulation of Traffic Flow Evolutionary Based on Individual Travel Decision Analysis

Abstract

Abstract: Travel choice behavior decision-making mechanism was analyzed at first. On this basis, a traffic evolutionary model was present and the relations between the evolutionary process of traffic flow under the route choice behavior, user individual travels decision-making characteristic parameters and external traffic information were investigated by employing simulation platform. Some significant inspiration and meaningful implications are concluded, i.e., the influential effects of individual travel decision-making parameters for flow evolution are quite complicated. The travel service information should be released and used combined with appropriate travelers to maximize the effect of traffic information. These conclusions will help to deepen understanding of the individual travel behavior, and they also have positive reference value to develop effective urban traffic management and control measures.

Keywords

urban traffic, travel behavior, decision-making, traffic information, evolution simulation

Recommended Citation

Li Zhuojun, Chen Xingguang. Model and Simulation of Traffic Flow Evolutionary Based on Individual Travel Decision Analysis[J]. Journal of System Simulation, 2015, 27(4): 866-874.

基于个体出行决策分析的交通流演化模型与仿真

李卓君¹, 陈星光²

(1. 武汉商学院信息工程系, 武汉 430056; 2. 南京大学工程管理学院, 南京 210093)

摘要: 对城市交通出行者出行选择行为决策机理展开分析, 提出了交通流演化模型, 针对出行路径选择下交通流的演化过程与用户个体出行特征、外部信息三者之间的关系进行了仿真研究, 结果表明: 个体出行决策特征对于流量演化规律的影响比较复杂, 应当将交通信息与特定的出行者人群结合起来发布与使用, 才可能最大限度地发挥交通信息的作用。研究结论有助于加深对于个体出行行为的理解, 对发展出有效的城市交通管理控制措施也具有积极的参考价值。

关键词: 城市交通; 出行行为; 决策; 交通信息; 演化仿真

中图分类号: N945.1 文献标识码: A 文章编号: 1004-731X (2015) 04-0866-09

Model and Simulation of Traffic Flow Evolutionary Based on Individual Travel Decision Analysis

Li Zhuojun¹, Chen Xingguang²

(1. Department of Information Engineering, Wuhan Business University, Wuhan 430056, China;

2. School of Management and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: Travel choice behavior decision-making mechanism was analyzed at first. On this basis, a traffic evolutionary model was present and the relations between the evolutionary process of traffic flow under the route choice behavior, user individual travels decision-making characteristic parameters and external traffic information were investigated by employing simulation platform. *Some significant inspiration and meaningful implications are concluded, i.e., the influential effects of individual travel decision-making parameters for flow evolution are quite complicated. The travel service information should be released and used combined with appropriate travelers to maximize the effect of traffic information.* These conclusions will help to deepen understanding of the individual travel behavior, and they also have positive reference value to develop effective urban traffic management and control measures.

Keywords: urban traffic; travel behavior; decision-making; traffic information; evolution simulation

引言

城市道路上的交通流本质上是城市交通用户出行行为执行的结果, 具体说来是大量个体出行者出行行为决策实施宏观涌现的现象, 交通流的形成

演变机理更多的涉及到人的心理和行为, 为了对城市交通流的形成和演化进行更加准确细致的刻画, 需要从出行选择行为决策的角度入手, 结合出行者个体特征从更加微观的层面来考察各种因素对于交通流动态行为的影响作用, 进而加深对于城市交通流演化规律的认识和理解。

为了准确把握动态交通流的形成演变规律, 需要从交通流产生的源头——出行行为的决策机理进行分析。柯友华和云美萍^[1]提出了出行行为研究的体系框架, 对出行需求产生的机理、心理以及决策过程进行了比较全面的研究。吴群琪, 徐星^[2]



收稿日期: 2013-12-24 修回日期: 2014-09-17;
基金项目: 国家自然科学基金项目(71471084); 教育部人文社科青年基金(12YJCZH017); 江苏省自然科学基金(BK2012305); 武汉市教科规划专项课题(2012B008);
作者简介: 李卓君(1979-), 女, 湖北武汉, 硕士, 讲师, 研究方向为软件工程。

<http://www.china-simulation.com>

• 866 •

从旅客选择运输方式的微观视角分析了出发时间价值的内涵,通过出发时间价值来分析旅客出行选择机理。何瑞春等^[3]主要是提出了一个基于 Multinomial Logit 模型的居民出行选择预测模型,在此模型的基础上进行实证研究。Crundall^[4]设计了两个实验来研究 T 型路口机动车驾驶者对于摩托车驾驶者的感知和估计。Yilmaz 和 Celik^[5]通过实证的方法研究了具有危险驾驶行为的驾驶证申请者的个人态度模型。徐红利等人^[6]验证了出行者群体在不确定环境下进行路径选择时前景理论比期望效用理论能对实验结果做出更有说服力的解释。刘天亮和黄海军^[7]关注交通服务信息对于日常路径选择行为的影响,基于多智能体模拟环境 SeSAm 对交通信息公开和不公开两种路径更新规则进行了模拟研究,许良和高自友^[8]对不确定条件下用户路径选择行为理论与模型进行了回顾与总结。Zhou 等人^[9]运用实证的方法研究了不同因素对于图形化的可变信息牌(variable message sign, VMS)提供的交通出行服务信息的接受度的影响。Hackney 和 Marchal^[10]利用交通仿真软件 MatSim-T(Multi-Agent Transportation Simulation Toolbox),研究了在地理上和社会关系上具有关联的出行者之间的交通出行行为之间的相互依赖关系。Parvaneh 等人^[11]针对先进的出行信息和通讯技术的发展,研究了给出行者提供实时的个性化的交通出行信息给出行者行为带来的影响。McDonnell 和 Zellner^[12]开发了一个基于 Agent 的快速公交(Bus Rapid Transit, BRT)仿真平台原型,评估各种公交优先政策对出行者出行方式和出发时间的影响。Nguyen^[13]等人基于“系统的系统(System of systems)”思想提出了可以为交通政策制定者进行决策提供支持的高层次的城市交通仿真工具的体系结构,并针对法国城市 La Rochelle(拉罗谢尔)开发了一个原型系统来研究不同交通政策的效果。Han 等人^[14]采用基于 agent 的仿真方法,针对购物活动,研究了社会网络对于活动-出行行为模式动态性的影响。Rasouli 和 Timmermans 针对基于活

动的出行需求模型的特点、进展和展望与以往的传统模型,如四步模型进行了详细比较阐述^[15,16], Galland 等人^[17]专门针对城市拼车行为,提出了概念框架和可计算模型,并在原型系统上利用现实数据对模型的有效性进行了验证。

这些研究主要是采用问卷、实验或者仿真的技术手段,针对不同情形下具体的交通出行决策行为(出行方式选择、行人通过交叉口、拼车出行、高速公路货车运输、机动车的交叉口驾驶行为等)展开研究,现有研究对于外部影响因素,如交通出行信息、管理部门的交通政策的作用考虑较多,而关于出行者内部的心理和认知特征,如学习能力、对出行成本构成的敏感性、对于出行成本感知误差大小等因素对于出行选择行为决策的影响,进而对系统的交通流演化过程的影响则考虑相对较少。

本文首先对城市交通出行者出行选择行为决策的处理流程展开简要分析,然后总结归纳出对交通流演化过程产生影响的几个关键因素(包括出行者出行选择行为的内部影响因素和外部影响因素),在此基础上,利用作者开发的专用交通仿真平台软件 Trafres,针对出行路径选择下的交通流演化行为展开数值模拟研究,从微观层面揭示个体出行者出行决策认知和心理特征参数和交通流量演化动力学之间的内在关系,有助于加深我们对于城市交通流量演化作用机理和规律的认识,可以为交通政策制定和管理者提供有价值的参考。

1 出行选择行为决策机理和影响因素分析

根据交通出行选择行为决策理论,出行者的出行行为是一个包含以下几项内容的选择过程^[13]: (1)是否出行; (2)出行目的地; (3)出行到达时间; (4)采用何种交通方式出行(出行方式); (5)什么时间出行(出发时间); (6)出行中采用何行动路线(出行路径)。如果中途需要换乘,那么需要决定在每一个换乘点采用的交通方式、该交通方式下的出发时间和行动路线,即第(3)~(5)三项内容在一次具体的出

行活动中可能会反复进行。从出行决策的实现阶段上看,第(1)~(3)三项内容是属于出行决策实施前的第一阶段,第(4)~(6)三项是在出行决策实施中进行的第二阶段,在一次出行活动完成以后,出行者还将总结上次的出行经验,为下一次出行做好准备,这可以归于出行完成后的第三阶段。

当出行者面临一个出行任务时,首先会从记忆中搜索自己是否存在类似的出行情景(判别标准主要为出行目的、出行目的地、出发时间、出行方式、出行路线等方面是否有相同或者类似的情景),如果存在,则直接提取出该出行情景所对应的出行方案形成出行方案。如果不存在类似情景,则出行者依据自己以往的经验 and 当前掌握的信息建立可行的出行方案集,然后依据“跟个体相关的价值判断体系”原则(其含义是在影响决策的一系列因素中,起到决定作用的往往是对决策者而言价值最大的那些因素)从可行的出行方案集中选择最终的出行方案。在出行活动的第二个阶段,出行者也可能根据实际情况,对正在执行的出行方案进行调整形成新的出行方案,在这个阶段中,执行出行方案和调整出行方案可能是一个多次反复的过程。在出行活动的第三个阶段中,出行者会把这次出行活动相关的信息“存入”到自己的出行情景库中,对出行情景库进行更新,然后等待下一次出行活动到来。

出行者实际采用的出行方案是由出行策略所产生的出行成本决定的,而出行成本的计算跟出行者的主观特征和客观环境密切相关,用户采用不同的出行方案来执行,最终会在宏观上表现为不同策略对应下的流量分布状态,而交通流的演化是无数个瞬时流量分布状态的连续集,从这个角度理解,微观的个体认知和心理特征决定了宏观交通流的演化过程。

综合现有相关文献的研究^{[1-3], [5-6]},本文选取了五个比较重要的出行者主观特征和客观环境因素,称之为个体出行决策特征参数(Characteristic Parameters of Travel Behavioral Decision-making, CPTBD),本文将这五个特征参数分为内部特征参

数和外部特征参数,内部特征参数是与出行者本人有关的主观影响因素,外部特征参数是与出行者本人无关的客观环境因素。四个内部认知参数分别为:第 1 个出行者学习能力参数,反映的是出行者在多次出行活动过程中,通过各种信息和社会交互调整自己对于出行成本感知精度的能力,具有较强学习能力的出行者往往会更快地找到对于个体而言最优的出行方案,第 2 个是时间价值权重参数,反映的是出行者对出行成本中经济因素和非经济因素的重视程度,第 3 个是估计误差参数,该参数反映的是不同出行者个体之间估计出行成本的差异性;第 4 个历史经验依赖参数,反映的是出行者对于历史出行经验的依赖程度,该值越大,出行者在出行活动中越依赖于历史的出行经验进行判断和选择,为了统一单位,便于分析,这 4 个外部特征参数的取值范围均取值为 0~1,每个参数的绝对数值并无特殊含义,只是将参数的取值进行变化才能得出有意义的结果。一个外部特征参数为交通信息状态参数,表示外界所提供的交通信息状态,该参数取值为 1 或者 2 的离散量,分别表示交通信息公开和信息不公开两种状态。需指出的是,本节所提出的对于交通流演化产生影响的个体特征只是选取了众多影响因素中比较有代表性的几种,实际中对于出行行为决策产生影响的因素远远比本文提出的要复杂。

2 交通流演化模型与仿真平台

本文作者运用多智能主体(Multi Agent)建模思想和面向对象编程技术在 VC++6.0 集成开发平台上开发了专用的交通研究平台软件 Trafres,该平台软件实现了本文前面提出的交通流仿真模型,并且提供了一个方便的集成研究环境,可以针对不同的研究目的添加相应的功能,具有方便的可扩展性、灵活性和易用性。本小节首先介绍仿真平台软件 Trafres 中流量演化分析模型 MOFE 的软件设计思想和模型中的核心算法,然后给出了一个具体实现的算例说明模型的有效性和可行性。

2.1 交通流演化模型设计思想和实现说明

Trafres 平台软件中的交通流演化模型 MOFE(Model of Flow Evolution)将模拟出行者的日常交通出行行为,通过提供一个可以由用户设定各种参数的软件界面来实现各种出行决策下的流量演化模型,然后通过内嵌的算法来实现出行者的出行行为选择模拟。MOFE 模型按照“抓住主要矛盾、忽略次要枝节”的总体思路进行设计,通过将出行群体看作由总数为 N 个出行者组成的类型数目为 n 的异质群体来体现多类型异质出行者的特点,通过设定不同类型出行者的决策参数来体现多准则决策的特点,任何一个出行者都是属于一个特定的类型,同一个类型的出行者被认为具有相同的认知特征和选择偏好因而具有同样的决策参数。

出行者所进行的出行活动是从初始起点 r 往返于终止点 s 进行的日常交通出行,出行者的出行方案包括出行方式、出发时间、出行路径以及这三项的联合出行选择一共 4 项内容,MOFE 模型的功能按照演化模拟运行的流程可划分为 3 大部分:模拟运行前、模拟运行中、模拟运行后,第 1 部分模拟运行前实现的是流量演化模拟的编辑功能,编辑功能主要通过软件的人机界面设置来实现,编辑功能又进一步分为编辑博弈模型和编辑模拟运行上下文(运行环境文件)2 个部分;第 2 部分模拟运行中实现的是流量演化模拟的运行控制功能,运行控制功能完成数据的计算、输出显示,运行控制功能包括对模拟运行环境文件的选择、模拟的启动、暂停和恢复等;第 3 部分模拟运行后实现对计算数据结果的图形输出显示。

2.2 交通流演化模型的核心算法

MOFE 模型的主要目的是通过模拟出行者日常的交通出行行为来考察网络上流量的演化过程。根据本文前面对出行者出行选择行为决策机理的分析,出行者日常的出行行为实质上是一个不断学习、调整的动态选择过程,出行者一般不会预先知道他们在实际的出行过程中产生的出行成本,他们

会通过自己估计的出行成本来进行出行方案选择,而这个估计来自个人的记忆或者以前的学习过程,而且往往存在着误差,一般不会与实际产生的出行成本完全一致。出行者进行出行方案的选择的时候,是根据预测的出行(本文称之为期望出行成本)成本来进行决策,出行者将选择期望出行成本最小的出行方案来完成出行,因此模拟软件核心算法的第 1 步是进行期望出行成本的计算。这个期望出行成本的计算,受到出行者所处路网中交通信息的影响,可以将交通信息分为信息完全公开和信息不公开两种类型,在这两种情形下出行者会得到不同的期望出行成本。

MOFE 模型中几个主要的算法有 3 个,(1)是模拟迭代算法,该算法在每一次出行仿真周期中都会被调用,模拟迭代算法将依次调用出行选择概率算法和出行流量算法;(2)是出行选择概率算法,该算法将给出每种具体出行方案被出行者选择的概率,是完成出行流量计算的基础;(3)是流量计算算法,该算法将输出网络上每条道路上的实时流量,限于篇幅本文省略掉算法及其流程图。

3 算例分析

本小节针对出行路径选择这种典型的出行行为,对不同参数设定下的流量演化进行数值模拟计算,并对计算结果进行分析,研究出行路径选择行为下流量演化的规律以及个体出行决策特征参数对于流量演化过程的影响。

3.1 算例数据说明

考虑如图 1 所示的算例网络,该网络由 12 个节点,17 条路段构成,网络节点集 $N=\{A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L\}$,路段集 $A=\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17\}$ 。出行用户从起始节点 A 出发,经过动态的出行方案选择,到达目的节点 L。

表 1 是算例用到的路段的参数数据表。

表 2 列出了从起始节点 A 到终止节点 L 的 10 条路径的构成路段集和零流畅行阻抗。

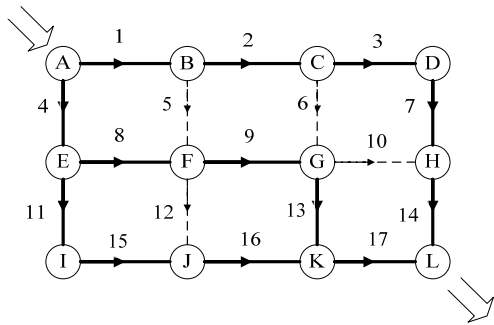


图 1 算例网络图

表 1 路段参数数据表

路段 ID	路段长度 (m)	设计时速 (m/h)	畅行阻抗 (min)	设计容量
1	4 000	30	8	400
2	2 500	30	5	400
3	5 000	30	10	420
4	3 000	30	6	380
5	3 500	30	7	220
6	4 500	30	9	330
7	7 500	30	15	160
8	5 000	30	10	300
9	6 500	30	13	450
10	6 000	30	12	300
11	9 000	30	18	400
12	10 000	30	20	270
13	10 000	30	20	280
14	9 000	30	18	240
15	6 000	30	12	180
16	4 000	30	8	200
17	2 500	30	5	210

出行路径集合 $R = \{r_1, r_2, \dots, r_{10}\}$, 路径成本为路径上所有路段阻抗之和, 即 $c(r_i) = \sum_{a_j \in r_i} c(a_j)$,

这里 a_j 是 r_i 的第 j 条路段, 这里每条路段上的阻抗根据常用的 BPR 公式来计算, 即 $c = t_0 [1 + \alpha (\frac{V}{C})^\beta]$, α 和 β 分别取 0.15 和 4.

假定出行群体中所有出行者从起始节点 A 到终止节点 L 进行出行活动, 出行者可供选择的出行路径为 r_1, r_8, r_{10} 三条. 出行者的出行方式和出发时间均已确定, 出行者在出行活动过程中需要进行出行路径的选择. 群体中所有出行者的出行方式都为 m_1 , 出发时间都为 b_1 , 即出行方式集 $M_i = \{m_1\}$,

出发时间集 $B_i = \{b_1\}$, 出行路径集合为 $R_i = \{r_1, r_8, r_{10}\}$, 出行方式和出发时间的成本分别为: $c(m_1) = 15$ 和 $c(b_1) = 50$. 则三个出行方案分别为 $s1 = \{r_1, m_1, b_1\}$, $s2 = \{r_8, m_1, b_1\}$, $s3 = \{r_{10}, m_1, b_1\}$.

表 2 路径计算数据表

路径	构成路段	零流畅行阻抗(时间,分钟)
r_1	1→2→3→7→14	8+5+10+15+18=46
r_2	1→2→6→10→14	8+5+9+12+18=52
r_3	1→2→6→13→17	8+5+9+20+5=47
r_4	1→5→9→10→14	8+7+13+12+18=58
r_5	1→5→9→13→17	8+7+9+20+5=47
r_6	1→5→12→16→17	8+7+20+8+5=48
r_7	4→8→9→10→14	6+10+13+12+18=59
r_8	4→8→9→13→17	6+10+13+20+5=54
r_9	4→8→12→16→17	6+10+20+8+5=49
r_{10}	4→11→15→16→17	6+18+12+8+5=49

设出行群体用户总数为 500 个单位, 所有用户为同一种类型, 模拟中使用的出行选择行为决策的特征参数如表 3 所示, 共取 10 组特征参数进行计算(这里交通信息 1 表示公开, 2 表示不公开).

表 3 个体出行决策特征参数

序号	学习能力	时间价值权重参数	估计误差参数初始值	历史经验依赖参数	交通信息
1	0.01	0.4	0.001	0.03	1
2	0.5	0.4	0.001	0.03	1
3	0.01	0.9	0.001	0.03	1
4	0.01	0.4	0.06	0.03	1
5	0.01	0.4	0.001	0.8	1
6	0.01	0.4	0.001	0.03	2
7	0.5	0.4	0.001	0.03	2
8	0.01	0.9	0.001	0.03	2
9	0.01	0.4	0.06	0.03	2
10	0.01	0.4	0.001	0.8	2

3.2 模拟结果与分析

下面的图 2 到图 11 是个体出行决策特征参数按照表 3 中的 10 组值进行模拟得到的结果. 图的说明: 纵坐标 Ra 表示某种出行方案流量所占的比例, TP1 表示仿真所有出行者的类型都为同一种类型, $s1 \sim s3$ 代表 3 种出行方案, 3 条曲线分别表示

3 种出行方案下流量所占出行者总流量比例的动态演化过程, 三者之和等于 1, 横坐标 T 表示仿真运行时间。所有的仿真运行时间均为 30 步, 仿真结果最后趋向稳定。

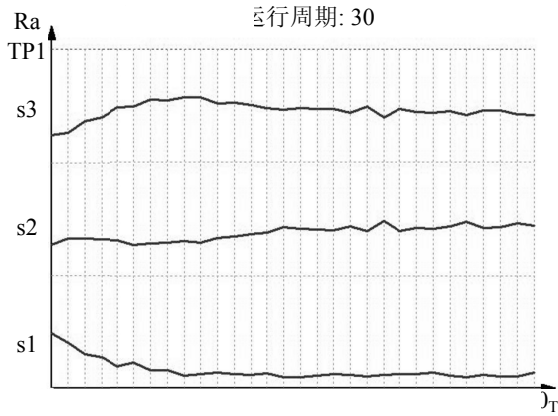


图 2 特征参数组 1 流量演化走势图

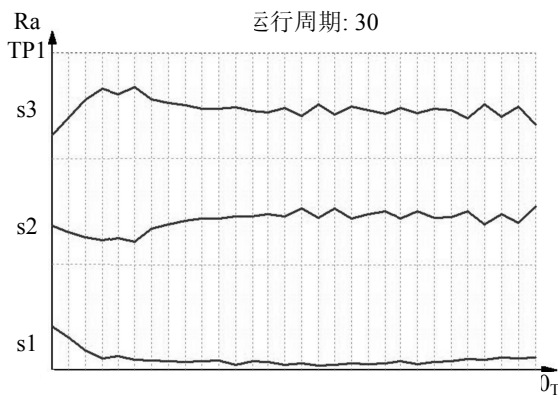


图 3 特征参数组 2 流量演化走势图

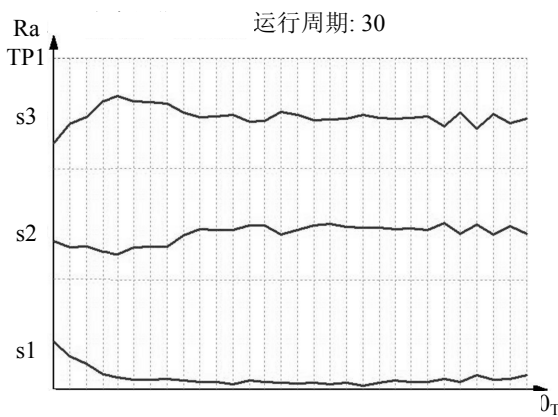


图 4 特征参数组 3 流量演化走势图

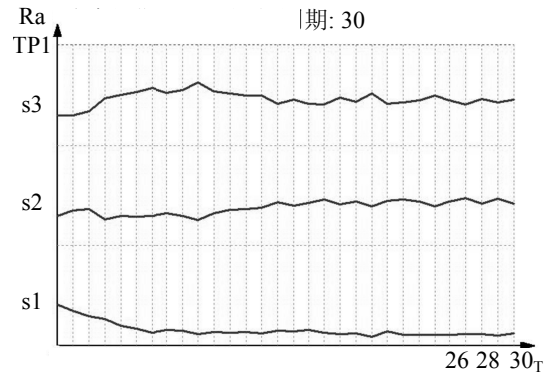


图 5 特征参数组 4 流量演化走势图

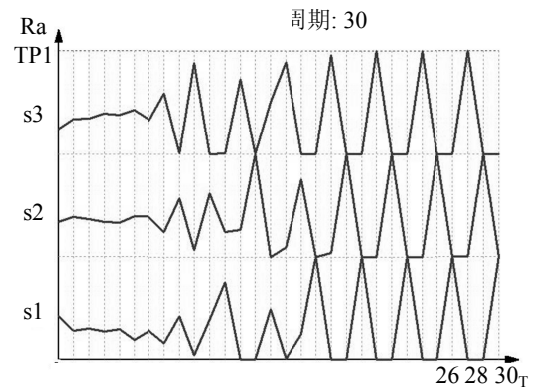


图 6 特征参数组 5 流量演化走势图

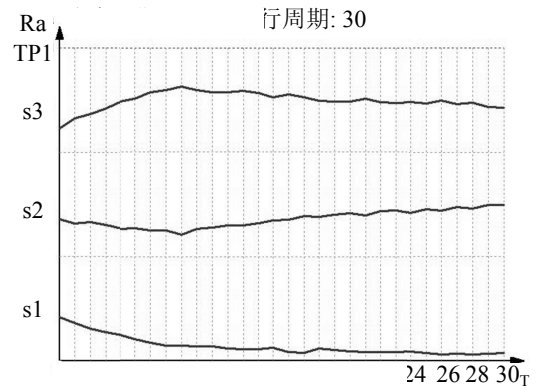


图 7 特征参数组 6 流量演化走势图

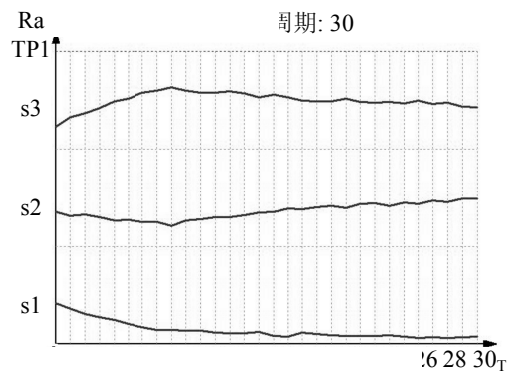


图 8 特征参数组 7 流量演化走势图

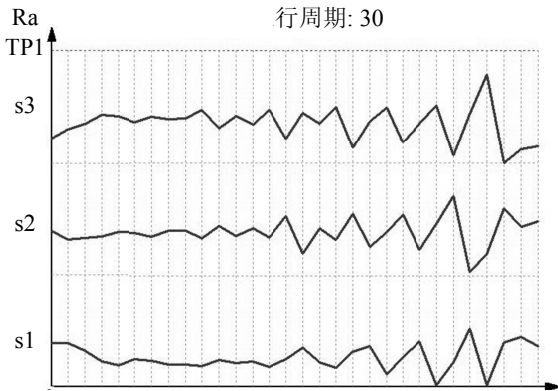


图9 特征参数组8流量演化走势图

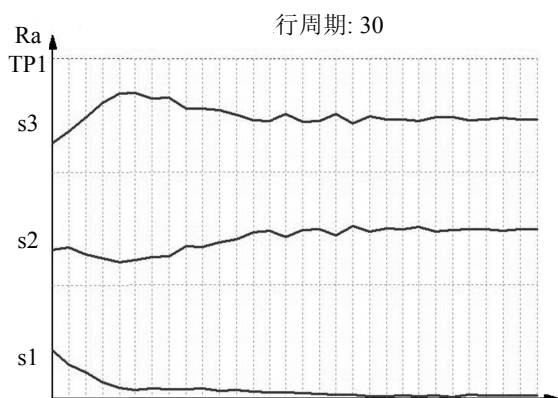


图10 特征参数组9流量演化走势图

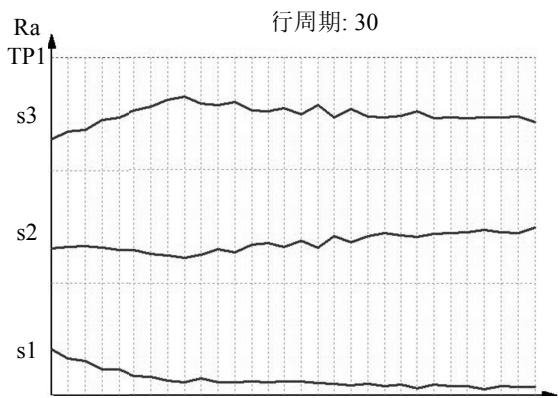


图11 特征参数组10流量演化走势图

(1) 出行者个体学习能力的影响

对比图2和图3可知,随着出行者学习能力参数从0.01增加到0.5,流量演化到稳定状态的时间从10个周期缩短到7个周期,说明提高出行者学习能力,可以加快流量收敛到稳定状态的速度。

(2) 出行成本时间价值的影响

对比图2和图4可知,随着时间价值权重参数从0.4增加到0.9,流量演化到稳定状态的速度变快,图2用了大约10个周期,图4用了约7个时间周期达到稳定。假定所有出行者选用同种出行方式、在同一时间出发,那么决定出行成本差异的就是不同的出行路径,出行成本与时间价值权重参数呈正向关系,随着时间价值权重参数的增加,出发时间的差异给出行者带来的影响逐渐增加,因此有利于出行者改变出行方案形成稳定流量。这对现实交通管理工作的启示是:对于那些更加重视时间价值的出行群体而言,比较容易通过自发的调节出行路径,使系统流量演化到稳定状态。

(3) 个人估计误差初始值的影响

对比图2和图5可知,随着估计误差参数初始值从0.001增加到0.06,流量演化到稳定状态的速度和路径并没有发生显著变化,由于个人估计误差参数是跟出行者学习能力相关的一个变化的值,而这里假设出行者学习能力是个常数,所以流量演化的路径是基本不变的,受影响的只是初始时刻系统的流量分布状态,由于图3的初始值比图6小,说明出行者对于期望出行成本估计的精确度比较小,选择的随机性大,因此图2相对于图6,系统在初始时刻的流量分布结果更加远离最后的稳定均衡状态,说明个人估计误差初始值对流量演化路径没有明显影响。

(4) 对历史出行经验依赖程度的影响

对比图2和图6可知,出行者个体对于历史出行经验依赖程度对于流量演化动力学过程产生了显著影响。随着历史出行经验依赖参数从0.001增加到0.8,流量产生了剧烈的波动,没有形成稳定状态。这是因为在交通信息公开的情况下,出行者对于历史出行经验的依赖越强,则出行者更多的依靠以往发布的交通信息进行判断,出行者更容易失去“个人意志”,在出行活动中往往比较机械的跟随外界提供的信息,因而系统中的流量会出现明显的波动。这给实际交通管理工作的启发是:对于比较依赖历史出行经验的人群而言,交通信息可能容

易实现管理者的短期调节目标,但代价是整个系统的流量容易形成较大的波动。

(5) 交通信息的影响

分别将交通信息公开下得到的演化走势图 2—图 6, 和交通信息不公开下得到的演化走势图 7—图 11 进行比较可以发现,在其他几个参数相等的条件下,交通信息的公开不会对演化的速度和路径产生显著影响,更多的是对演化过程的波动性产生影响,在系统不提供出行交通信息的前提下,交通流的演化路径明显更为平稳。给实际交通管理工作带来的启示是:交通服务信息的作用具有两面性,对于城市交通的管理者而言,可以通过交通信息实现自己的目标,但容易造成系统流量的起伏波动变化,对于那些对流量变化比较脆弱敏感的交通系统而言,对于交通信息应该合理谨慎的使用。

(6) 流量演化的长期趋势

对历史出行经验依赖不大的情况下,随着时间的推移,系统流量最后会趋向演化稳定状态,这是由于出行者具备学习能力,因此随着出行次数的积累,出行者对于出行成本估计的精确程度逐渐提高,出行选择的随机性越来越小,确定性越来越强,因此最后系统形成了稳定的流量均衡状态。

4 结论

本文针对目前对于城市交通流模拟偏重于考察外部特征,如交通信息和各种交通政策的作用,而对个体出行者决策的内部认知和心理要素考虑相对不足的现状,在对出行选择行为决策机理和对出行行为具有较大影响的几个关键因素进行分析的基础上,利用计算机软件仿真手段,对交通流的演化规律及其关于个体出行决策特征参数的敏感性问题进行了数值模拟研究。本文重点考察了对交通流产生影响的如下几个重要的决策特征参数:出行者个体学习能力、出行成本时间价值、个人估计误差初始值、对历史出行经验的依赖程度、交通服务信息等对流量演化过程的影响,数据分析结果显示:出行者个体学习能力的提高,有利于加快网络

流量收敛到稳定状态;出行成本的时间价值对于网络流量是否自发达到稳定状态有直接的作用,出行成本时间价值越高的用户,网络越容易自发调节到稳定状态;出行者个体估计误差初始值只是决定网络流量的初始分布,对于流量的演化轨迹没有明显影响;对历史出行经验的依赖越强,交通信息的作用愈加明显;交通服务信息的作用具有两面性,尤其对于那些对流量变化比较敏感的交通系统而言,对于交通信息应该合理谨慎的使用。

本文提出的仿真模型进行了许多简化和假设,下一步的研究可以考虑如何在仿真模拟中提高对于出行者个体智能特征(如,具备感知、判断、学习能力等)模拟的逼真度,研究更加真实复杂情景下出行选择决策行为的流量演化问题,另外,出行决策行为特征参数的合理选取和设置,也是一个值得进一步研究的问题。

参考文献:

- [1] 柯友华, 云美萍. 城市出行行为选择机理研究 [J]. 交通运输工程与信息学报, 2007, 5(2): 95-102.
- [2] 吴群琪, 徐星. 旅客出行选择的机理研究 [J]. 长安大学学报(社会科学版), 2007, 9(2): 14-16.
- [3] 何瑞春, 李引珍, 张峻屹, 等. 城市居民出行选择预测模型及实证研究 [J]. 交通运输系统工程与信息, 2007, 7(6): 80-84.
- [4] Crundall D, Humphrey K, Clarke D. Perception and Appraisal of Approaching Motorcycles at Junctions [J]. Transportation Research Part F (S1369-8478), 2008, 11(3): 159-167.
- [5] Yilmaz V, Celik HE. A Model for Explanation of Personal Attitudes Toward Traffic of Candidate Drivers Attending Drivers' Courses: Risky Candidate Driver's Attitude Model [J]. Transportation Research Part F (S1369-8478), 2008, 11(4): 233-241.
- [6] 徐红利, 周晶, 陈星光. 基于前景理论的路径选择行为规则分析与实证 [J]. 交通运输系统工程与信息, 2007, 7(6): 95-101.
- [7] 刘天亮, 黄海军. 日常择路行为的多智能体模拟 [J]. 物理学报, 2007, 56(11): 6321-6325.
- [8] 许良, 高自友. 不确定条件下用户路径选择行为研究评述 [J]. 燕山大学学报(哲学社会科学版), 2007, 8(1): 139-144.

- [9] Zhong SQ, Zhou LZ, Ma SF, *et al.* Effects of Different factors on Drivers' Guidance Compliance Behaviors under Road Condition Information Shown on VMS [J]. *Transportation Research Part A (S0965-8564)*, 2012, 46(9): 1490-1505.
- [10] Hackney J, Marchal F. A Coupled Multi-agent Microsimulation of Social Interactions and Transportation Behavior [J]. *Transportation Research Part A (S0965-8564)*, 2011, 45(4): 296-309.
- [11] Parvaneh Z, Arentze T, Timmermans H. A Simulation Model Assessing Impacts of Advanced Information and Communication Technologies on Activity-Travel Patterns [J]. *Procedia - Social and Behavioral Sciences (S1877-0428)*, 2011, 20: 236-243.
- [12] McDonnell S, Zellner M. Exploring the Effectiveness of Bus Rapid Transit a Prototype Agent-based model of Commuting Behavior [J]. *Transport Policy (S0967-070X)*, 2011, 18(6): 825-835.
- [13] Nguyen QT, Bouju A, Estraillier P. Multi-agent Architecture with Space-time Components for the Simulation of Urban Transportation Systems Original Research Article [J]. *Procedia - Social and Behavioral Sciences (S1877-0428)*, 2012, 54(4): 365-374.
- [14] Han Q, Theo Arentze T, Timmermans H, *et al.* The Effects of Social Networks on Choice Set Dynamics: Results of Numerical Simulations using an Agent-based Approach [J]. *Transportation Research Part A (S0965-8564)*, 2011, 45(4): 310-322.
- [15] Rasouli S, Harry Timmermans H. Activity-based Models of Travel Demand: Promises, Progress and Prospects [J/OL]. *International Journal of Urban Sciences*, 2013, DOI: 10.1080/12265934.2013.835118 [2013-9-10]. <http://dx.doi.org/10.1080/12265934.2013.835118>.
- [16] Rasouli S, Harry Timmermans H. Effects of Travel Time Delay on Multi-faceted Activity Scheduling under Space-time Constraints: A Simulation study [J]. *Travel Behaviour and Society (S2214-367X)*, 2014, 1(1): 31-35.
- [17] Galland S, Knapen L, Yasar A U H, *et al.* Multi-agent Simulation of Individual Mobility Behavior in Carpooling [J]. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies (S0968-090X)*, 2014, 45(8): 83-98.

《系统仿真学报》荣获“2014 中国最具国际影响力学术期刊”证书

由中国学术期刊（光盘版）电子杂志社与清华大学图书馆联合成立的中国学术文献国际评价研究中心，以美国汤森路透 Web of Science 收录的 1.2 万余种期刊为引文统计源，首次研制发布了 2012《中国学术期刊国际引证年报》（CAJ-IJCR 年报）。第一次给出了我国 5600 余种中外文学术期刊总被引频次、影响因子、半衰期等各项国际引证指标，并采用了新的国际影响力综合评价指标 CI 对期刊排序，发布了“中国最具国际影响力学术期刊”（排序 TOP5%）和“中国国际影响力优秀学术期刊”（排序 TOP5-10%），在国内外学术界产生了较大反响。之后，2013 年版年报，将引文统计源期刊扩展到 1.44 万多种。目前，2014 版国际、国内年报与 TOP5%和 TOP5-10%期刊的遴选业已完成，《系统仿真学报》被列入“2014 中国最具国际影响力学术期刊”行列。

我学报连续 2 年被列入 TOP5%国内一流的中国最具国际影响力学术期刊，走向世界，进入国际一流，指日可待！