

文章编号:1005-0523(2013)03-0005-07

基于多智能体系统的单元城市交通需求特性研究

何嘉耀,叶桢翔

(清华大学交通研究所,北京 100084)

摘要:我国大城市交通、环境问题日益突出,探讨城市形态对减少交通需求的影响是一个重要课题。论述单元城市的概念,并基于多智能体系统构建自下而上的城市微观模拟系统,结合竞租理论、经济地理学、交通规划理论等学科的成果,定量研究单中心城市与单元城市在交通效率、碳排放上的区别。结果表明,对于超过一定规模的城市,单元城市在减少交通需求、节能减排上有更好的表现。模型除用于研究理想城市形态对交通、碳排放量的影响外,还可用于研究与评价实际城市规划中不同城市形态方案的交通需求。

关键词:单元城市;单中心城市;交通需求;碳排放量;多智能体

中图分类号:TU984.11

文献标志码:A

我国大城市交通、环境问题日益突出,交通拥堵是当前迫切需要解决的问题。解决交通拥堵有两种基本思路,一是提高交通供给能力,即提升道路供给量,提供更高效率的交通工具以及提升管理效率等;二是降低交通需求,特别是依托城市交通的长距离交通需求。对于大城市来说,前者由于交通设施建设成本高昂,且城市内土地资源紧缺,提升潜力总有限度,而后者日益受到学者关注。优化土地利用模式是降低交通需求的重要手段。研究表明城市形态对交通行为,温室气体排放等存在影响^[1-3]。由于集聚效应能带来较高的经济效益,特大城市往往自发形成单中心模式,产生长距离潮汐通勤,促使私家车保有量迅速增长,同时,道路的供应又远远赶不上私家车的发展速度^[4]。理论上,多中心城市被认为能降低交通需求,但一些研究,如Cervero等表明,就业中心分散化不会减少总通勤时间,简单的就业中心分散并不能保证居民就近就业^[5]。多中心城市的出行行为与土地利用有着更为复杂的关系。针对如何更有效地发挥多中心模式优势的问题,陆化普等提出生态城市单元概念^[6],李克欣提出单元城市概念^[7]。研究对单元城市进一步论述,并定量研究其交通需求特性。

1 单元城市概念

大城市是一个巨系统,不同交通需求形成的交通轨迹构成一个巨大的网络。目的地与起始地越分散,网络便越复杂。若在一定的区域内,通过合理的功能配置,将出行目的地、起始地尽量控制在这个区域内,这个网络将更为清晰简单,这个区域称为一个城市单元,由若干城市单元构成的城市即单元城市。

要构建单元城市,首先要实现城市功能的单元化。在一定区域内,对工作、居住、上学、休闲、购物、医疗等基本功能进行合理平衡配置,实现就近工作、就近居住、就近生活,有利于城市高效率运行。其次是空间的单元化,通过结合地形地貌、交通格局等自然实现,减少强制划分,以匹配功能的单元化。单元内部交通以非机动车及慢行机动车为主,创造宜居的城市环境。单元间的交通是城市交通的主体,由快速机动车、公共交通解决。

对于规模较小的系统,以垂直分工为特征的金字塔式管理效率较高,随着规模增大,管理层次增多,效

收稿日期:2013-01-01

作者简介:何嘉耀(1987—),男,硕士研究生,主要研究方向为城市规划与交通规划。

率将逐渐降低。现代大城市多由历史上的小城市发育而来,沿袭小城市的金字塔式管理,而城市的单中心结构是与这一管理方式相匹配的。为提高大城市的效率,应向扁平式、单元化管理转变,剥离日常交通与长距离交通,把日常交通限定在单元内,以促进功能单元化的形成。

以往对于城市形态的讨论多是定性的,近年空间经济学、经济地理学等将空间因素引入经济领域^[8],交通理论尤其是量化方法有了长足的发展,计算机运算能力提高,为进行建模、模拟等定量研究提供了条件。为回答单元城市与单中心城市相比,能在多大程度上降低交通需求的问题,本文构建基于多智能体的城市微观模拟系统,定量研究单中心城市与单元城市的交通效率,论证单元城市高效、节能的特点。

2 模型构建

多智能体系统(multi-agent system)是一种自下而上的研究方法。智能体是具有一定智能的实体,实体与实体、实体与环境之间存在互动。该方法直接将居民、家庭属性与其行为联系起来,物理意义直观明确,能更好地反映各主体对城市这一复杂系统的影响。基于这一技术,学者展开了各类研究^[9-11]。构建的城市模拟系统对居民选址、出行行为进行模拟研究,以北京市居民的人口统计特征作为大城市居民特征的代表,实现一个居民或家庭对应一个智能体。以下概述模型具体流程,详述居民住址选择、交通分布模型,并对城市、家庭、居民的属性进行规定。

2.1 模拟流程

模型使用 Matlab 软件编程实现,其流程如图 1。居民、家庭数据使用 Access 数据库储存。

城市土地利用布局作为模型条件预先给定。利用普查资料,使用龙瀛等提出的方法对居民与家庭的属性进行反演^[12],使模型能较真实地反映目前大城市居民、家庭结构特征,用于下一步的微观模拟。

第 1 步为工作地选择,认为居民的工作地点与城市形态及居民属性没有显著关系,在不超过地块就业岗位数的条件下随机选择。第 2 步以家庭为单位根据竞租理论进行居住地选择。第 3 步,根据交通分布规则得到城市中各种出行的分布,并进行方式划分。最后根据以上过程所得数据提取出行量等指标。

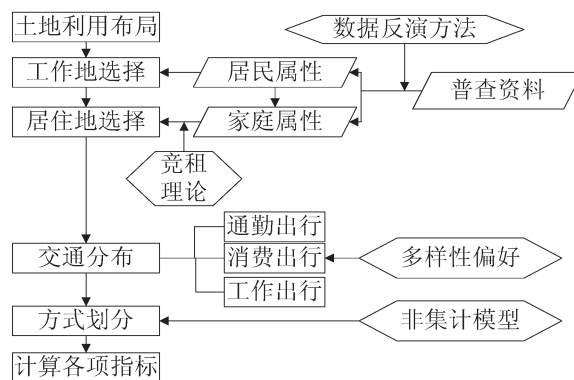


图 1 模型流程简图

Fig.1 The flow chart of the model

2.2 居民住址选择及消费出行

根据竞租理论,居民通过权衡商品、住房以及交通支出来决定住址。交通费越高,居民则期望更大的住房与更低的房价。最初,竞租理论的大多数分析是基于单中心城市,近年已逐渐应用于多中心城市^[13]。另外,西方国家存在逆城市化现象,Muth 指出收入增加会使居民倾向于居住在城市外围^[14]。而我国逆城市化并不明显,刘可婧对北京的实证研究发现距城市中心距离越远,有车家庭的家庭收入显著递减^[15]。这一方面由于高收入家庭更偏好便捷的交通,一方面与交通成本随收入增高而上升有关。

参考郑思齐等的假定,消费者效用函数采用柯布-道格拉斯形式,并引入城市生活质量因子^[16],本文设居民家庭效用函数与预算约束方程为

$$\left. \begin{aligned} u &= u(Z, q, t) = \theta(t, y) Z^{\mu} q^{1-\mu} \\ y &= p_z Z + Pq + k(t) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

式中: u 为居民家庭效用; y 为家庭收入; Z 为综合商品消费量; μ 为综合商品支出份额; q 为家庭住房面积;与发达国家的郊区化相反,我国城市远离就业区的区域通常公共设施水平较低,故城市生活质量因子

$\theta(t, y)$ 具体化为通勤距离 t 与家庭收入 y 的函数; p_z 为综合商品的价格; P 为房价; $k(t)$ 为通勤成本。

居民消费包括食品、衣着、设备用品等实体消费品及医疗、教育、文化娱乐活动等服务,以下统称商品。这些商品分布在城市的各个区位,居民进行消费活动产生消费出行。参考 Fujita 等的模型假定,商品是异质的, ρ 表示家庭对商品多样性的偏好程度。 $s(j)$ 为家庭对第 j 种商品的消费量, Z 符合不变替代弹性函数^[17]

$$Z = \left[\sum_{j=1}^n s(j)^\rho \right]^{1/\rho}, \quad 0 < \rho < 1 \quad (2)$$

使 $\sigma \equiv 1/(1 - \rho)$, σ 为任意两种商品之间的替代弹性。 $p(j)$ 为第 j 种商品的单价,综合商品的价格为

$$p_z = \left[\sum_{j=1}^n p(j)^{1-\sigma} \right]^{1/(1-\sigma)} \quad (3)$$

y_z 为家庭收入中用于商品消费的部分,则 $Z = y_z/p_z$, 每种商品消费量为

$$z(j) = [p(j)/p_z]^{-\sigma} Z = [p(j)^{-\sigma}/p_z^{1-\sigma}] y_z \quad (4)$$

北京市第3次综合交通调查简要报告(2007年)仅提供了2005年出行率,未提供更多分布细节,模型根据该报告假设所有家庭人均出行次数均为 $2.64 \text{ 次} \cdot (\text{人日})^{-1}$,这意味着,收入越高的家庭每次消费出行的消费量越高,即购买一定量商品的出行次数越少。定义 β 为给定家庭购买单位商品所需的出行次数。考虑交通费对商品价格的影响,式中, $p(j)$ 等于商品本地价格与交通费之和。单位商品的价格设置为1, $p_i(j)$ 为从住址到提供第 j 种商品的地块的交通费,简单起见,对同一个家庭,每次出行可购买的商品数量一定,则 $p(j) = 1 + \beta p_i(j)$, 而一次出行所花费用为 $p'(j) = p(j)/\beta = 1/\beta + p_i(j)$, 到该地块的次数 $n(j)$ 与在该地块购买的商品数量 $s(j)$ 成正比, N 为消费出行总次数,有

$$n(j) = \frac{s(j)}{\sum_{i=1}^n s(i)} N = \frac{p(j)^{-\sigma}}{\sum_{i=1}^n p(i)^{-\sigma}} N \quad (5)$$

由式(5)可见, σ 不变时, $p_i(j)$ 越大,则 $p(j)$ 越大, $s(j)$ 及 $n(j)$ 越小。当 σ 趋近于1时,商品间趋于不可替代,用于购买各商品的收入份额趋于一致;当 σ 增大,则就近商品更有优势,到就近地块的次数增加,从而描述出商品提供地距离居住地越远,到该地块消费出行次数越少的现象。消费出行的总费用应等于收入中用于商品消费的份额,有

$$\sum_{j=1}^n n(j) p'(j) = y_z \quad (6)$$

解方程(6)可得 β , 进而算出 p_z 。联立方程(1),即可计算出给定家庭在给定地块所期望的住房面积及价格。在有足够住房面积的多个地块中,家庭选择其愿意支付最高价格的地块居住。这一假设基于以下理由:满足房地产业利润最大化的要求,同时,家庭愿意支付最高价格的地块是交通最便利的地块,符合大城市中家庭偏好于便捷交通的实际^[15]。

2.3 交通分布及方式划分

本模型将出行划分为通勤、消费、工作出行。通勤出行指就业者上下班出行,起讫点为居住地与就业地,反映通勤需求;消费出行指居民外出消费产生的出行,起讫点为居住地与服务用地,反映消费活动的交通需求,最靠近家庭的服务用地通常能提供生活中大部分商品,其余服务用地提供一定数量的差异化商品,居民到每个服务用地的次数由式(5)决定;工作出行指就业者在工作中从本就业地到其他就业地的出行,起讫点均为产业用地,反映城市基础性产业中各个企业之间联系的需要。通过模拟手段研究城市形态与交通量之间的一般规律,由于缺乏适用的现成模型及微观数据,假设产业用地每天有一定比例的就业者要产生工作出行,其目的地选择概率则与各个产业用地的就业人数成正比,与距离成反比,总工作出行次

数占总出行次数比例等于北京市第3次综合交通调查简要报告给出的工作外出比例2.6%。

非集计模型是基于随机效用理论,用以解决多方案选择的模型,其中,MNL(multi-nominal logit)模型应用较为广泛。采用穆蕊利用北京市第3次居民出行调查数据构建并标定的MNL模型^[18]。另外,也采用仅由交通距离决定的简单方法^[19]作为比照。

2.4 城市、居民及家庭属性

模型中城市由3类用地组成:居住用地为住房所需土地,其主要属性包括位置及总住房面积上限;服务用地提供商品,可以容纳就业,主要属性包括位置、就业岗位数,商品数;产业用地容纳城市基础性产业,其产品不直接服务本市居民,是城市核心竞争力的来源,其就业密度高于服务用地,主要属性包括位置、就业岗位数。城市中两地块距离为两两纵横坐标差的绝对值之和,即“曼哈顿距离”。

居民性别、年龄等属性从北京统计年鉴中获得。假设收入符合对数正态分布,即 $y \sim \text{Log-N}(\mu_{\text{inc}}, \sigma_{\text{inc}}^2)$,其中 μ_{inc} , σ_{inc} 分别为变量 y 的对数的期望与标准差。对北京统计年鉴2011中给出的五等分组人均可支配收入^[20]进行拟合,结果良好,其中 $\mu_{\text{inc}} = 10.134$, $\sigma_{\text{inc}} = 0.4931$ 。北京市家庭平均每月将收入的39.73%用于住房^[15],以此作为所有家庭的住房支出份额。多样性偏好取决于家庭收入,从低收入户到高收入户, ρ 分别设为0.9,0.85,0.8,0.75,0.7。效用函数中的城市生活质量因子 θ 用于涵盖通勤成本未能完全描述的生活质量对效用的影响,对不同收入家庭对通勤距离的敏感程度作出区分,其表达式为 $\theta(t, y) = e^{-t/l}$,其中: t 为家庭人均通勤距离; l 的确定方式如下:以通勤距离为30 km(约等于北京五环南北端距离)作标准,低收入家庭对通勤距离增加造成的生活质量下降不敏感,设其 $\theta = 0.9$,接近于1;而高收入家庭则较敏感,设其 $\theta = 0.5$,即意味着在同样的消费结构、住房面积情况下,30 km的通勤距离造成的生活质量下降使高收入家庭的效用函数减小一半;其余家庭线性插值,反算出 l 。根据国家关于商品房的政策,建筑面积90 m²以下住房,必须达到开发建设总面积的70%以上,提倡紧凑开发,在交通最优越的区位,假设90 m²可供高收入家庭两人居住,则高收入家庭的人均住房面积为45 m²;保证居民最低的生活质量,设收入最低的家庭人均住房面积为15 m²,以此可求出家庭基准效用 u_0 。

3 模型运行结果

基于以上假设与数据,对概况与形态如表1及图2的城市进行模拟。

模拟中发现,按照上述选址规则,单中心特大城市无法满足所有居民住房需求,故该城市面积扩大为(36×36) km²。

根据陆化普等建议,以自行车舒适可达为标准,设置每个单元为(4×4) km²的方形^[6],4个单元组成单元群,产业用地与服务用地设置在单元群中心,每个居住地块到单元群中心的最大距离为7 km,相当于自行车半小时路程。单中心城市亦设置与单元群相当大小居住组团,区别在于单中心城市的居住组团中没有产业用地。

模拟1设每个单元或服务用地的提供附近居民50%的商品。对于大单元城市和特大单元城市,考虑有无政府住房补贴两种情况。补贴是指只要家庭中有一人在某单元工作,则在该单元内购房享受一定优惠,在模型中使竞价上升以反映该家庭对该单元地

表1 城市面积与人口

Tab.1 Area and population of the cities

项目	小城市	中等城市	大城市	特大城市
面积/km ²	8×8	16×16	24×24	32×32
人口/万人	85.3	341.3	768.0	1 365.3

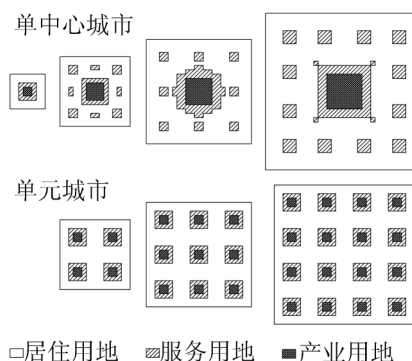


图2 城市形态示意图

Fig.2 Schema of city forms

块的购买意愿。

模拟结果如图3(a),8 km以上出行差距较大,说明单元城市能减少长距离出行。单元城市确实能减少一部分的通勤出行,有利于降低高峰出行,但消费出行距离反而比单中心城市高,使总出行距离差别不大。这是由于单中心城市的城市中心能满足大部分居民在居住组团以外的消费需求,而在单元城市中平均要走得更远。单元城市的工作出行高于单中心城市,但工作出行占总出行比例较小,对总出行距离影响不大。由于没有在单元内提供足够多样的商品,模拟1中的单元城市实际上相当于简单的多中心城市。

模拟2考虑2种城市服务用地的差异及时间成本。大城市中,考虑到单元城市每个单元群与单中心城市每个组团的服务用地比为3:1,将单元群服务用地为附近居民提供商品种类比例提升为80%。在交通货币成本较低的情况下,时间成本对减少长距离出行有较大的作用。为简化起见,将货币成本乘3以近似引入时间成本的影响,结果如图3(b)。

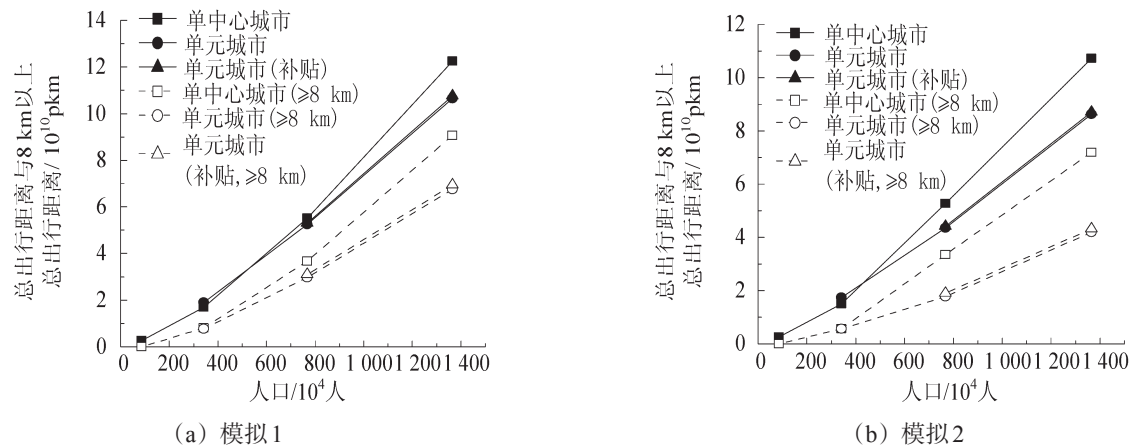


图3 总出行距离与8 km以上总出行距离
Fig.3 Total and above-8 km travel distance

模拟2中单元城市的表现有了明显提升。大城市总体长距离出行下降47%,特大城市下降42%。从表2可见,单元城市的长距离通勤出行亦大幅减小。补贴仅使长距离出行次数略有减少,而出行距离不降反升,这一方面是由于单元内配置了与就业均衡的住房,在无补贴的情况下也能满足大部分通勤者就近居住的需要,而有补贴时,保证一人就近居住后,同一家庭其他通勤者通勤距离将会增加;另一方面由于大城市中一人户较多,对一人户来说,不论补贴与否,都会尽量就近通勤,补贴对其影响不大。消费出行方面,无补贴时居民倾向于靠近市中心居住,这样到每个消费点平均距离较近,而有补贴时,消费出行距离有所增加。另外,对住房的补贴可能最终转化成对消费、交通的补贴,相当于增加了居民的收入,提高其消费及多样性偏好,从而增加远距离消费活动,这一点在模型中暂无体现,而在现实中是可以理解的。而另一方面,无补贴时,虽然总出行距离略小,但多人通勤的家庭可能需要多辆小汽车才能满足需要,对停车场的需求将大增。

表2 8 km及以上通勤需求
Tab.2 Travel demand of commuting above 8 km

城市	大城市		特大城市	
	8 km及以上通勤 次数/×10 ⁹ km	8 km及以上通勤距 离/×10 ¹⁰ km	8 km及以上通勤 次数/×10 ⁹	8 km及以上通勤距 离/×10 ¹⁰ km
单中心城市	2.45	3.09	4.52	7.18
单元城市(无补贴)	1.27	1.82	2.79	4.83
单元城市(有补贴)	1.18	1.93	2.39	4.88

利用马静等建议的排放因子^[21],考虑时间成本,以每一规模的单中心城市碳排放量为1,计算碳排放量结果如表3,人均碳排放量如图4。

表3 城市碳排放量

Tab.3 Carbon emission of the cities

城市	中等城市	大城市	特大城市
单中心城市	1	1	1
单元城市(无补贴)	1.240	0.771	0.753
单元城市(有补贴)		0.784	0.760

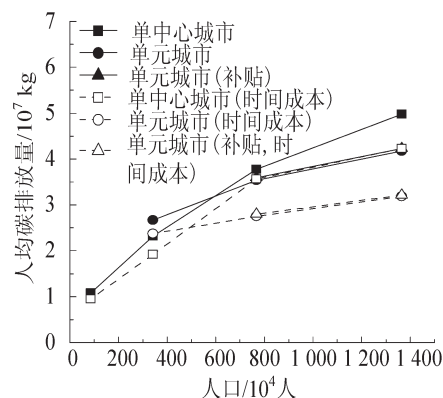


图4 人均碳排放量

Fig.4 Carbon emission per capita

可见城市规模越大,单元城市相对单中心城市碳排放量减少越多,特大城市减少约1/4;人均碳排放随城市规模增大而增加,而增加速度减慢,单元城市碳排放增长速度慢于单中心城市。

4 规划要点及政策建议

从模型前提与结果来看,要发挥单元城市的优越性,需要相应的规划与政策手段保证:

1) 对于超过一定规模的城市,单元化开始显示其优势,该临界规模与人口密度有关,密度越低,临界规模越小;

2) 单元尺度以非机动车舒适可达或慢行机动车可达为标准,规模在10~40 km²,过大的单元将导致较多的长距离出行,较高的机动车出行比例;

3) 单元城市存在大量短距离出行,其道路设计应创造良好的非机动车出行条件,机动车道不宜太宽,以双向两到4车道为主。单元之间配置大容量公共交通,实施公交优先,满足单元间便捷出行的需要;

4) 单元内部实现就业岗位与居住平衡;提供足够多样化的商品与服务。

政策层面注意以下要点:

1) 单元优势均衡。城市并非完全均匀,优势区位的居民一般处于较高阶层,容易集中优质资源,如重点学校、医疗机构等。城市单元化过程需要主动将集中的优势疏散到各单元中,避免空间布局形式上分散、区位优势实质上集中的局面;

2) 房地产管理。职住用地指标平衡不能保证实质的职住平衡,住房量供给不足或购买力不足均会引起长距离交通。应改变纯依靠市场的房地产开发模式,将居住成本控制在可接受范围内;在特大城市中,由于企业共享较大的劳动力市场,劳动力也面临较多的就业机会,就业流动性较大,有别于职业与居住相对稳定的中小城市,故需要灵活的租房、换房政策,降低搬迁成本。

3) 保持集聚效应。单元式的土地利用与集聚效应存在矛盾,要对产业布局做更细致的研究,联系密切的企业应在空间上互相靠近,共享公共服务设施,单元间提供快速的交通,减少企业交流的障碍。

5 结论及展望

结合经济学、交通规划理论等成果,建立了多智能体模型,通过模拟对比了单中心城市与单元城市的总出行次数、距离,长距离出行、碳排放量等,发现土地利用对交通有显著影响,在城市规模较大时,单元城市能明显减少长距离出行、碳排放量,有利于提高自行车与步行比例,提高城市效率与宜居性。

该模型可用于研究、比对、辅助评价现实城市规划中的不同方案。竞租理论、新经济地理学以往在抽

象描述现象、揭示一般规律方面取得了丰硕成果,而很少直接运用于工程实践上,本模型试图将上述抽象理论与实践联系起来。根据数据的可获定性,模型中各子模型可进一步完善,以更真实地描述选址、交通分布、方式划分过程。另外在城市结构上引入真实路网,引入更多城市用地的性质,以进一步接近现实情况。

参考文献:

- [1] FRANK L D, KAVAGE S, APPELYARD B. The urban form and climate change gamble[J]. Planning, 2007, 73(8): 18-23.
- [2] GLAESER E L, KAHN M E. The greenness of cities: carbon dioxide emissions and urban development[J]. Journal of Urban Economics, 2010, 67(3): 404-418.
- [3] HANKEY S, MARSHALL J D. Impacts of urban form on future US passenger-vehicle greenhouse gas emissions[J]. Energy Policy, 2010, 38(9): 4880-4887.
- [4] 湛小丽, 陈景雅, 王坤. 基于指数平滑法对我国私家车保有量的预测[J]. 华东交通大学学报, 2013, 30(1): 58-63.
- [5] CERVERO R, WU K. Sub-centring and commuting: evidence from the San Francisco bay area[J]. Urban Studies, 1998, 35(7): 1059-1076.
- [6] 陆化普, 叶祯翔. 生态城市单元构建与生态交通系统[J]. 建设科技, 2011(17): 14-18.
- [7] 李克欣. 中国城市化的低碳战略[J]. 战略与决策研究, 2011, 26(1): 49-55.
- [8] 刘激光, 陶红军. 空间经济、区域经济和新经济地理学科体系梳理[J]. 华东交通大学学报, 2011, 28(1): 111-116.
- [9] HAASE D, LAUTENBACH S, SEPPELT R. Modeling and simulating residential mobility in a shrinking city using an agent-based approach[J]. Environmental Modelling & Software, 2010, 25(10): 1225-1240.
- [10] ZHANG H H, ZENG Y N, BIAN L. Simulating multi-objective spatial optimization allocation of land use based on the integration of multi-agent system and genetic algorithm[J]. Int J Environ Res, 2010, 4(4): 765-776.
- [11] 龙瀛, 毛其智, 杨东峰, 等. 城市形态、交通能耗和环境影响集成的多智能体模型[J]. 地理学报, 2011, 66(8): 1033-1044.
- [12] 龙瀛, 沈振江, 毛其智. 城市系统微观模拟中的个体数据获取新方法[J]. 地理学报, 2011, 66(3): 416-426.
- [13] 康琪雪. 西方竞租理论发展过程与最新拓展[J]. 经济经纬, 2008(6): 12-14.
- [14] MUTH R F. Cities and housing: the spatial pattern of urban residential land use[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1969: 30-31.
- [15] 刘可婧. 住房与交通综合可支付性指数的设计与应用[D]. 北京: 清华大学, 2010.
- [16] 郑思齐, 符育明, 任荣荣. 居民对城市生活质量的偏好: 从住房成本变动和收敛角度的研究[J]. 世界经济文汇, 2011(2): 35-51.
- [17] FUJITA M, KRUGMAN P, VENABLES A J. The spatial economy: cities, regions and international trade[M]. Cambridge, Mass: MIT Press, 1999: 46-48.
- [18] 穆蕊. 基于出行活动的非集计模型研究及应用[D]. 北京: 北京交通大学, 2010.
- [19] 黄树森, 宋瑞, 陶媛. 大城市居民出行方式选择行为及影响因素研究——以北京市为例[J]. 交通标准化, 2008(9): 124-128.
- [20] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴 2011[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011: 195.
- [21] 马静, 柴彦威, 刘志林. 基于居民出行行为的北京市交通碳排放影响机理[J]. 地理学报, 2011, 66(8): 1023-1032.

(下转第 43 页)

Enhancement Filter Algorithm of Retina Blood Vessels Based on Hessian Matrix Features

Jiang Xiangang, Xiong Juan, Qiu Yunli, Fan Deyin

(Basic Science School, East China Jiaotong University, Nanchang Jiangxi 330013, China)

Abstract: This paper presents an enhancement filter algorithm of retina blood vessels based on Hessian matrix features. It firstly analyzes the effects of suppressing and enhancing of Hessian matrix eigenvalue on all kinds of shapes. Then it exploits these eigenvalues and vectors in the subsequent processing steps such as response function, mathematical morphology and nonlinear anisotropic diffusion to enhance whole blood vessel domain and smooth the nonlinear region. The proposed algorithm has higher stability robustness in the same accuracy.

Key words: retina blood vessels; Hessian matrix; multi-scale filtering; nonlinear diffusion; mathematical morphology

(上接第11页)

The Travel Demand of Unit City Based on Multi-agent System

He Jiayao, Ye Zhenxiang

(Institute of Transportation Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Due to increasingly serious traffic and environmental problems in large cities, it is very important to study the effects of urban form on the reduction of travel demand. This paper illustrates the concept of unit city and develops a bottom-up micro-simulation model based on multi-agent system, applying the achievements of bid-rent theory, economic geography and transportation planning theory. The differences of traffic efficiency and carbon emission between unit city and mono-centric city are investigated quantitatively. The results indicate that for cities over a certain size, unit city performs better in travel demand reduction, energy saving and emission reduction. The paper summarizes the essential principles of unit city planning and the corresponding management policies. Apart from being used for analyzing the impact of ideal urban forms on traffic and carbon emissions, the proposed model can be applied for investigating and evaluating the travel demand of alternative urban spatial patterns in actual city planning, which can be developed further for specific needs.

Key words: unit city; mono-centric city; travel demand; carbon emission; multi-agent system