

# 基于多智能体的东莞市建设用地变化模拟与分析

刘超<sup>1</sup>, 方元<sup>1</sup>, 王婧静<sup>2</sup>

(1.黄冈师范学院物理科学与技术学院,湖北黄冈 438000;2.中国科学院广州地球化学研究所,广州 510640)

**摘要:**基于多智能体模型和 GIS 技术,在对应不同的城市规划和土地政策因素输入下,利用 2006 年土地利用图模拟并预测了东莞市 2010 年的建设用地变化情况,并与 2010 年的东莞市土地利用图进行了对比。结果表明,基于多智能体的模拟结果与实际建设用地空间格局基本一致。

**关键词:**多智能体;GIS;东莞市

中图分类号:F301.24

文献标识码:A

文章编号:0439-8114(2012)02-0283-03

## The Simulation and Analysis of Construction Land Change in Dongguan City Based on Multi-agent Model

LIU Chao<sup>1</sup>, FANG Yuan<sup>1</sup>, WANG Jing-jing<sup>2</sup>

(1.Huanggang Normal University, Huanggang, 438000, Hubei, China;

2. Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, 510640, China)

**Abstract:** The construction land change in 2010 in Dongguan city was simulated and predicted based on the multi-agent models and GIS technology, choosing different elements of urban planning and land policy input. The predicted result in Dongguan city was contrast with the land use map in 2010, and it was showed that the multi-agent-based simulation results was consistent with the actual construction spatial pattern

**Key words:** multi-agent; GIS; Dongguan city

随着经济和社会的快速发展,珠江三角洲核心城市东莞市迅速从以传统农业用地为主的地区转变为新兴的高度城市化地区,土地利用深深打上了人类活动的烙印,城市化水平不断提高,已经进入城市化加速时期,研究其变化过程、动力并进行预测具有很好的代表性,如何合理利用有限的土地资源已经成为东莞市城市化进程中的关键问题。许多学者对于东莞市的研究局限于经济比较发达的街、镇,研究的时间尺度较小,研究方法比较单一<sup>[1,2]</sup>,而东莞市独特的“卫星城”发展模式、剧烈的土地利用变化使其成为 LUCC 研究的理想场所。

选择东莞市作为典型地区,综合集成多智能体、遥感和 GIS 技术,在准确获取城市土地利用时空演变信息的基础上,积极开展东莞市城市化进程中的建设用地空间格局演变研究,可在实践上为当前东莞市的土地合理利用、城市化建设和区域可持

续发展提供科学依据和决策支持。

## 1 研究区概况

东莞市位于广东省中南部、珠江口东岸,濒临南海,气候温和,地势自东向西倾斜,大部分为丘陵台地和冲击平原,研究区东部多山,山体庞大,地形分割强烈,是珠江三角洲重要的作物生产基地。研究区属南亚热带季风气候区,年平均气温 21.0~22.4℃,年降雨量 1 600~2 300 mm,气候温暖,雨量充沛。

改革开放以来,东莞市充分利用毗邻香港、澳门的区位优势 and 深圳、珠海经济特区的政策优势,当地经济经历了区域经济模式的迅速转变,加之其地缘和亲缘的优势(该地区港澳同胞和华侨较多),使得东莞市成为珠江三角洲外商投资的中心之一,迅速发展为中国东南沿海经济发展最为活跃的地区。

收稿日期:2011-05-20

基金项目:湖北省教育厅中青年人才项目(Q20102906)

作者简介:刘超(1989-),男,湖北蕲春人,在读本科生,(电话)13636009052(电子信箱)634236944@qq.com;通讯作者,方元(1980-),男,湖北武穴人,讲师,博士,主要从事 GIS 和景观生态学的相关研究,(电话)13636009052(电子信箱)fanguan@hgnu.edu.cn。

## 2 数据来源与处理方法

城市环境七层元胞自动机的构建涉及到各种各样的数据,包括社会经济、人口、交通、教育、医疗卫生、地价、城市绿地等数据<sup>[3,4]</sup>。数据的格式也多种多样,如统计图、表、文本及地图等,准确、全面地收集各项基础数据资料是进行城市发展模拟的基本条件,其来源于东莞相关年份统计年鉴、东莞国土局和东莞公安局。

由于研究区的社会统计数据、土地利用变化历史数据、交通、商业服务、学校资源及地价等数据在数据格式、空间范围、时间范围等方面各不相同(表1),需借助强大的GIS数据处理工具来进行数据转换等处理工作,数据处理主要包括空间范围的统一、数据格式的转换和离散数据网格化处理等。

多智能体建模中将智能体主要划分为政府智能体、企业智能体、房地产商智能体和居民智能体等4种类型<sup>[5]</sup>;检验模拟结果与实际情况的吻合程度采用栅格计算的方法,包括逐像元对比(Pixel-to-pixel comparison)和格局对比(Pattern comparison)两种方法<sup>[6]</sup>。

表1 东莞市建设用地模拟的基础数据

序号	描述
1	2006年TM遥感影像提取的2006年土地利用现状图
2	2010年ETM遥感影像提取的2010年土地利用现状图
3	2006~2010年交通数据转换的交通通达层,栅格数据,分辨率100m×100m
4	2006~2010年地价数据,栅格数据,分辨率100m×100m
5	2006~2010年绿地数据,栅格数据,分辨率100m×100m
6	2006~2010年教育资源数据,栅格数据,分辨率100m×100m
7	2006~2010年医疗卫生数据,栅格数据,分辨率100m×100m
8	2006~2010年人口分布数据,栅格数据,分辨率100m×100m
9	2006~2010年社会经济数据(包括土地利用统计数据)

## 3 建设用地模拟

模型运行的结束条件由模拟过程中某一时刻对应的各类用地需求的剩余量来决定,如果剩余需求量大于一定门限值,则继续激活Agent进行用地申请,如果小于该门限值,则模型运行结束。为了简化图形表述,将土地利用类型简单地划分为建设用地和其他用地两种类型,新增建设用地是指从模拟运行前的初始状态到模拟开始后一段时间所增加的建设用地量。 $T$ 代表模型运行的次数, $T=0$ 表示模型处于初始状态,即2006年的东莞市土地利用图, $T=1\ 255$ 表示模型运行了1 255次,达到最终终止状态,输出结果为2010年的东莞市建设用地空间分

布模拟图。从模拟的东莞市城市发展趋势来看,可以认识到以下几点:

1)东莞市城市用地扩张区别于一般的城市,是一种“卫星城”式空间蔓延式扩张,新增用地通常位于东莞街、镇的近郊边缘地带。这些区域经济发达、交通方便、人口稠密,对房地产业、商业服务业和企业具有较大的吸引力。

2)从城市发展的方向上看,东莞市各街、镇的发展较为不平衡,其北部和中部发展较好,南部则发展比较缓慢。北部毗邻广州市,南部与深圳市相邻,具有较好的区位优势,必将是今后发展的重点区域。

3)各个发展片区有向空间聚拢的趋势。城市发展与研究区主干路网之间存在明显的邻近效应,城市用地沿着连接各个街、镇的主干道向两边扩展。整个城市北部发展快于南部,主要得益于西北部交通路网的覆盖密度大。

图1是通过模型模拟获得的2010年东莞市土地利用图,通过对比ETM影像获取的东莞市2010年土地利用图,可以清楚地看出模拟的结果与东莞市实际的土地利用变化趋势大致相符,其中的一些细微差别体现在:实际的土地利用模式显得较为有规则,而模拟的结果有些零碎,在农田及绿地中间有少数点状区块存在,产生点状区块的主要原因是该区域交通便利,且地价比较低,另外由于模型中Agent每次申请用地的数量是有限制的,默认为在 $1\times 1$ 方格和 $2\times 3$ 方格之间,即Agent申请的地块单元数介于1~6块之间,Agent每次申请用地的具体数量由随机函数分配,因而显得有些零碎。

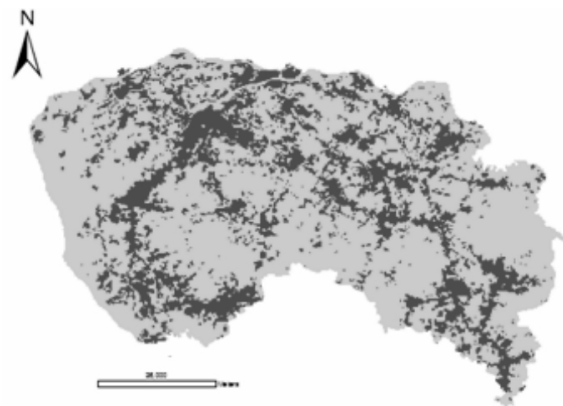


图1 东莞市2006~2010年建设用地演变模拟

## 4 模型检验

模型检验方法采用逐像元对比(Pixel-to-pixel comparison)和格局对比(Pattern comparison)两种方式。将2010年东莞市建设用地模拟图与实际土地

利用情况进行逐像元对比,计算模拟精度的结果(表2)表明,建设用地模拟的精度为85.92%,非建设用地模拟的精度为76.92%,总精度为83.46%;格局对比方法采用Moran I指数进行对比,模拟结果的Moran I指数为0.6182,实际情况的Moran I指数为0.6211,两者的值相近,证明模拟的空间格局与实际情况较为接近。

表2 逐像元对比模拟精度

实际与模拟对比	建设用地	非建设用地	合计
实际与模拟吻合像元数	9 541	3 217	12 758
实际与模拟不吻合像元数	1 563	965	2 528
模拟精度	85.92%	76.92%	83.46%

注:(非)建设用地模拟精度=(非)建设用地模拟吻合像元数/(非)建设用地总像元数 $\times$ 100%;总精度=(建设用地模拟吻合像元数+非建设用地模拟吻合像元数)/总像元数 $\times$ 100%。

## 5 结论

选择珠江三角洲经济发展典型区域东莞市为研究对象,构建了一系列独立智能体,从时间和空间角度对东莞市土地利用变化进行了计算机建模与仿真,模拟了东莞市建设用地变化,在实践上为当前东莞市的土地合理利用、城市化建设和区域可

持续发展提供科学依据和决策支持,具有重要的科学意义和应用价值<sup>[7-9]</sup>。

参考文献:

- [1] 黎夏,叶嘉安.利用遥感和监测分析珠江三角洲的城市扩张过程——以东莞市为例[J].地理研究,1997,16(4):56-61.
- [2] 张灿荣.利用遥感进行土地利用动态变化监测——以东莞市长安镇为例[J].2007,23(3):17-19.
- [3] 薛领,杨开忠.城市演化的多主体(multi-agent)模型研究[J].系统工程理论与实践,2003,23(12):1-10.
- [4] 杨青生,黎夏,刘小平.基于Agent和CA的城市土地利用变化研究[J].地球信息科学,2005,7(2):78-81.
- [5] BENENSON I. Multi-agent simulation of residential dynamics in the city [J]. Computer, Environment and Urban Systems, 1998,22:25-42.
- [6] BROWN D G, PAGE S E, RIOLO R, et al. Agent-based and analytical modeling to evaluate the effectiveness of greenbelts [J]. Environmental Modeling & Software,2003,19(12):1097-1109.
- [7] 方刚.淮北市城市建设用地变化遥感分析[J].安徽农业科学,2009,37(17):8072-8074.
- [8] 郭杰,欧名豪,刘琼,等.建设用地需求预测改进思路及应用[J].江西农业学报,2009,21(3):173-176.
- [9] 徐新创,程东来,刘成武.湖北省耕地与建设用地变化的人文驱动力对比研究[J].安徽农业科学,2010,38(17):9137-9140.

(责任编辑 郑威)

(上接第282页)

参考文献:

- [1] 田锋,尹连庆.含磷废水处理的研究现状[J].工业安全与环保,2005,31(7):6-8.
- [2] 俞栋,谢有奎,方振东,等.污水除磷技术的现状与发展[J].重庆工业高等专科学校学报,2004,19(1):9-12.
- [3] 相会强,郑焕振,刘雪莲.粉煤灰在废水除磷方面的小试研究[J].石家庄铁路工程职业技术学院学报,2004,3(4):4-7.
- [4] 金东日,王清珊,郑兴.改性粉煤灰的制备及表征[J].粉煤灰综合利用,2006(1):26-27.
- [5] RAO M,PARWATE A V,BHOLE A G. Removal of Cr<sup>6+</sup> and Ni<sup>2+</sup> from aqueous solution using bagasse and fly ash [J]. Waste Management,2002,22(6):821-830.
- [6] 商晓玲.污水的生物除磷技术[J].能源及环境,2010(20):28-29.

- [7] 卢宁,王世和,杨小丽.污水除磷技术的研究与进展[J].电力环境保护,2004,20(4):46-48.
- [8] 邓聪,邓春玲,杨育喜,等.污水除磷技术[J].云南环境科学,2003,22(1):52-55.
- [9] 苗文凭,林海,卢晓君.粉煤灰吸附除磷的改性研究[J].环境工程学报,2008,2(4):502-506.
- [10] 王伟,杭小帅,张毅敏,等.非金属矿物材料处理含磷废水的研究现状[J].安徽农业科学,2011,39(4):2202-2205,2208.
- [11] 王文超,袁中金,陈瑜雯.农作物秸秆综合利用空间布局规划研究[J].安徽农业科学,2009,37(36):18080-18082.
- [12] 王素芬,苏东海,周凌云.废物糖醛渣的农业利用研究进展[J].河北农业科学,2009,13(11):97-99.

(责任编辑 郑威)