

基于 GIS 与多智能体的建设用地变化仿真研究——以广州市番禺区为例

刘卫芳¹ 夏斌² 聂云峰² (1. 中国科学院广州地球化学研究所, 广东广州 510640; 2. 中山大学海洋学院, 广东广州 510000; 3. 南昌航空大学计算机学院, 江西南昌 330000)

摘要 基于 GIS 技术和多智能体模型, 对应不同的城市规划和土地政策因素输入, 利用 1998 年土地利用图模拟并预测了番禺区 2002 年的建设用地变化情况, 并与 2002 年的番禺区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; 仿真研究; 番禺区

中图分类号 S-9; F301.24 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2012)21-11083-03

Simulation Research of Construction Land Change in Panyu District of Guangzhou Based on GIS and Multi-agent model

LIU Wei-fang et al (Guangzhou Institute of Geochemistry, China Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640)

Abstract With the aid of GIS technology and multi-agent model, the construction land change of Panyu district in 2002 was simulated and predicted based on its land use map in 1998 according to different elements of urban planning and land policy input. The predicted results were compared with the actual land use map in 2002, showing that the simulated results by multi-agent model were consistent with the actual construction land use pattern.

Key words Multi-agent; GIS; Simulation research; Panyu district

广州市番禺区位于珠江三角洲腹地, 区位优势十分明显。随着经济和社会的快速发展, 番禺区建设用地迅速扩张, 已经进入城市化加速时期, 研究其变化过程、动力并且进行预测具有很好的代表性^[1]。如何合理利用有限的土地资源已经成为番禺区城市化进程中的关键问题。笔者综合集成多智能体、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^[2], 对应不同的城市规划和土地政策因素输入, 对广州市番禺区城市化过程中的建设用地空间格局变化进行仿真研究, 为当前番禺区的土地合理利用、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 数据来源与研究方法

1.1 研究区概况 番禺区地处广东省中南部, 珠江三角洲腹地, 位于穗港澳“小三角”的中心位置, 与广州市区相接, 南滨珠江口, 外出南海, 距香港 38 海里(70.376 km), 距澳门 42 海里(77.784 km), 市桥镇距广州市区 17 km。全区总面积 786.15 km², 有 2 200 多年的历史, 是历史重要港口, 为历代通商口岸, 是岭南文化发源地之一。番禺是广州“南拓”重点区域, 区位优势明显, 水陆交通便利, 是广州重要的工业强区和重要的工业出口基地之一。改革开放以来, 番禺充分利用区位优势和经济政策优势, 迅速发展为我国东南沿海经济发展最为活跃的地带。

1.2 数据来源与处理方法 研究土地利用现状所采用遥感影像为 Landsat-5 TM(1998 年)和 Landsat-7 ETM(2002 年), 多智能体仿真模型的构建数据获取渠道不一, 来源为番禺区相关年份统计年鉴、国土局和公安局, 包括社会经济、人口、交通、教育、医疗卫生、地价、社会经济和城市绿地等数

据^[1, 3-4]。数据格式也多种多样, 如统计图、表、文本及地图等。番禺区建设用地模拟的基础数据有: ①根据 1998 年 TM 遥感影像提取的 1998 年土地利用现状图; ②根据 2002 年 ETM 遥感影像提取的 2002 年土地利用现状图; ③1998~2002 年交通数据转换的交通通达层栅格数据, 分辨率 100×100; ④1998~2002 年地价数据, 栅格数据, 分辨率 100×100; ⑤1998~2002 年绿地数据, 栅格数据, 分辨率 100×100; ⑥1998~2002 年教育资源数据, 栅格数据, 分辨率 100×100; ⑦1998~2002 年医疗卫生数据, 栅格数据, 分辨率 100×100; ⑧1998~2002 年人口分布数据, 栅格数据, 分辨率 100×100; ⑨1998~2002 年社会经济数据(包括建设用地统计数据); ⑩1996~2010 年番禺总体规划图, 栅格数据, 分辨率 100×100。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, 这里借助 ArcGIS 9.0 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。

该研究将城市土地利用、城市绿地、地价、商业服务、交通、教育和医疗卫生等 7 项选择为城市环境构成要素, 城市发展模型的整个环境是由 7 层元胞自动机构成, 建模 7 层元胞自动机时, 首先通过基础数据准备, 然后通过元胞规则来实现模型基层的搭建, 从而为多智能体的活动提供空间。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^[5]; 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)2 种方法^[6]。

2 结果与分析

2.1 多智能体模型仿真 多智能体模型仿真的结束条件由模拟过程中某一时刻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

基金项目 国家自然科学基金项目“班公湖-怒江蛇绿岩形成、就位时限及新特斯体构造演化”(40534019)。

作者简介 刘卫芳(1961-)男, 江西泰和人, 在读博士, 助理研究员, 从事 GIS 和环境科学相关研究, E-mail: 1229605645@qq.com。

收稿日期 2012-03-20

请,如果小于该门限值,则模型运行结束。图 1 对应于 1998~2002 年不同模拟时刻的番禺区建设用地变化的模拟过程。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, $T=0$ 表示多智能体模型处于初始状态,即 1998 年的番禺区土地利用图, $T=1\ 675$ 表示模型运行了 1 675 次,达到最终终止状态,输出结果为 2002 年的番禺区建设用地仿真图。

2.2 模型仿真结果分析 从图 1 可以看出,番禺区建设用地扩张是一种典型的空间蔓延式扩张,新增建设用地通常位于镇或街的近郊边缘地带。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。

从城市发展的各向异性上看,番禺区各镇、街的发展不平衡,北部和中部发展较好,南部区域则发展比较缓慢。北部毗邻广州市海珠区和黄浦区,具有较好的区位优势,必将是今后发展的重点区域;南部毗邻南沙港,拥有大片优质农田和水域,是番禺区主要的农业生产基地,自然生态条件比较好,土地开发的潜力巨大。

从图 1 还可以看出,各个发展片区有向空间聚拢的趋势。城市发展与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镇街的主干道两边扩展。整个城市北部发展快于南部,主要得益于北部交通路网的覆盖密度大。

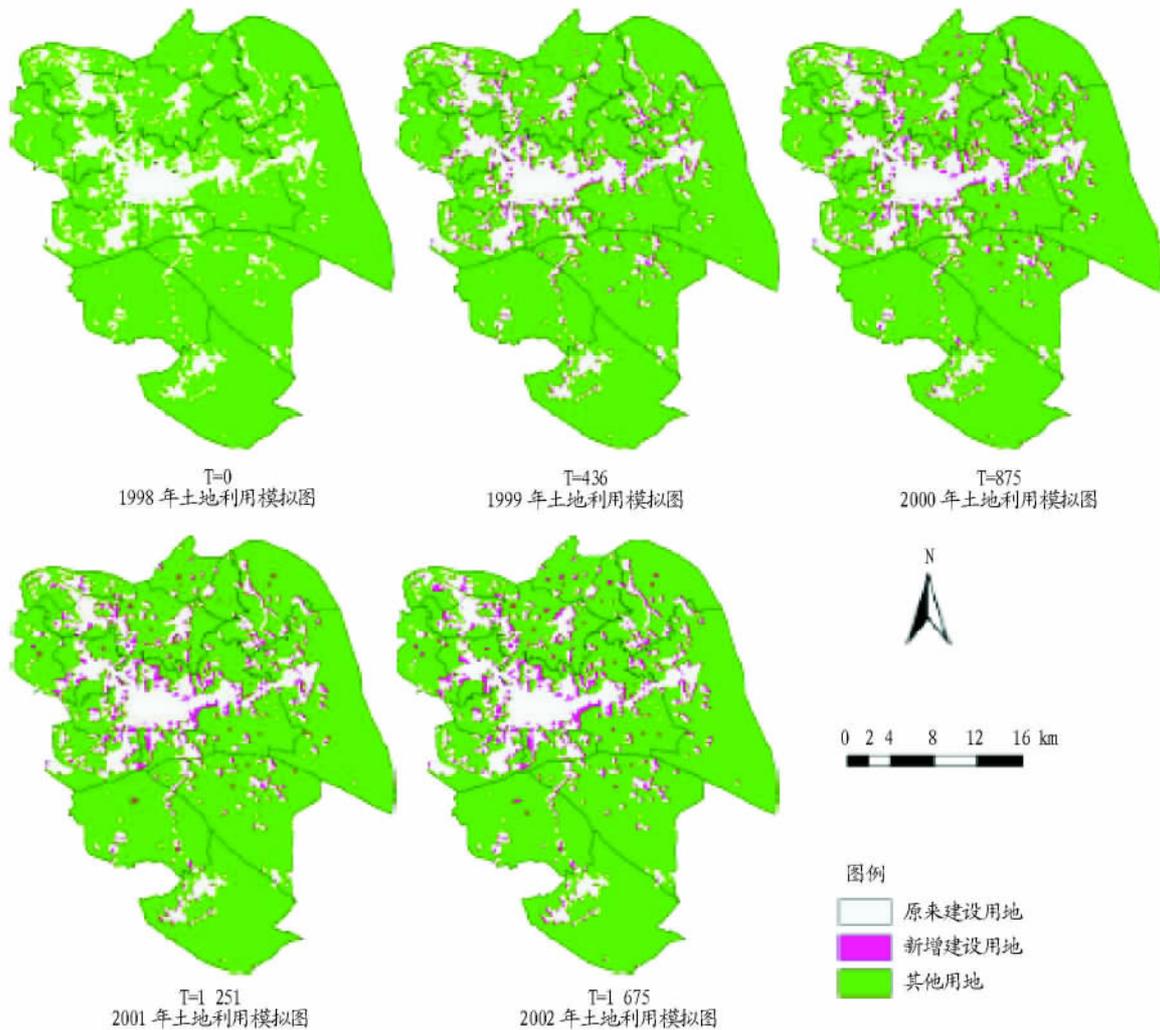


图 1 1998~2002 年番禺区建设用地仿真模拟结果

2.3 多智能体仿真结果检验 2002 年模拟建设用地与实际用地的比较见图 2。图 2a 是通过该模型模拟获得的 2002 年番禺区土地利用图,图 2b 是由 ETM 影像获取的番禺区 2002 年土地利用图。通过对二者的比较,可以清楚地看出模拟的结果与番禺区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。另外由于该研究模型中 Agent 每次申请用地的

数量是有限的,默认为在 1×1 方格和 2×3 方格之间,即 Agent 申请的地块单元数介于 $1 \sim 6$ 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。

分别采用逐像元对比和格局对比 2 种方式对仿真模拟模型进行检验。首先,将 2002 年番禺区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见表 1。由表 1 可知,其不转变的精度为 86.4%,转变的精度为 77.3%,总精度为 83.4%;格局对比方法采用 Moran I 指数进行对比,模拟结果的 Moran I 指数值为 0.618 2,实际情况的

Moran I 指数值为 0.621 1, 两者的值相差不远, 这说明模拟结果的空间格局和实际情况较为接近。

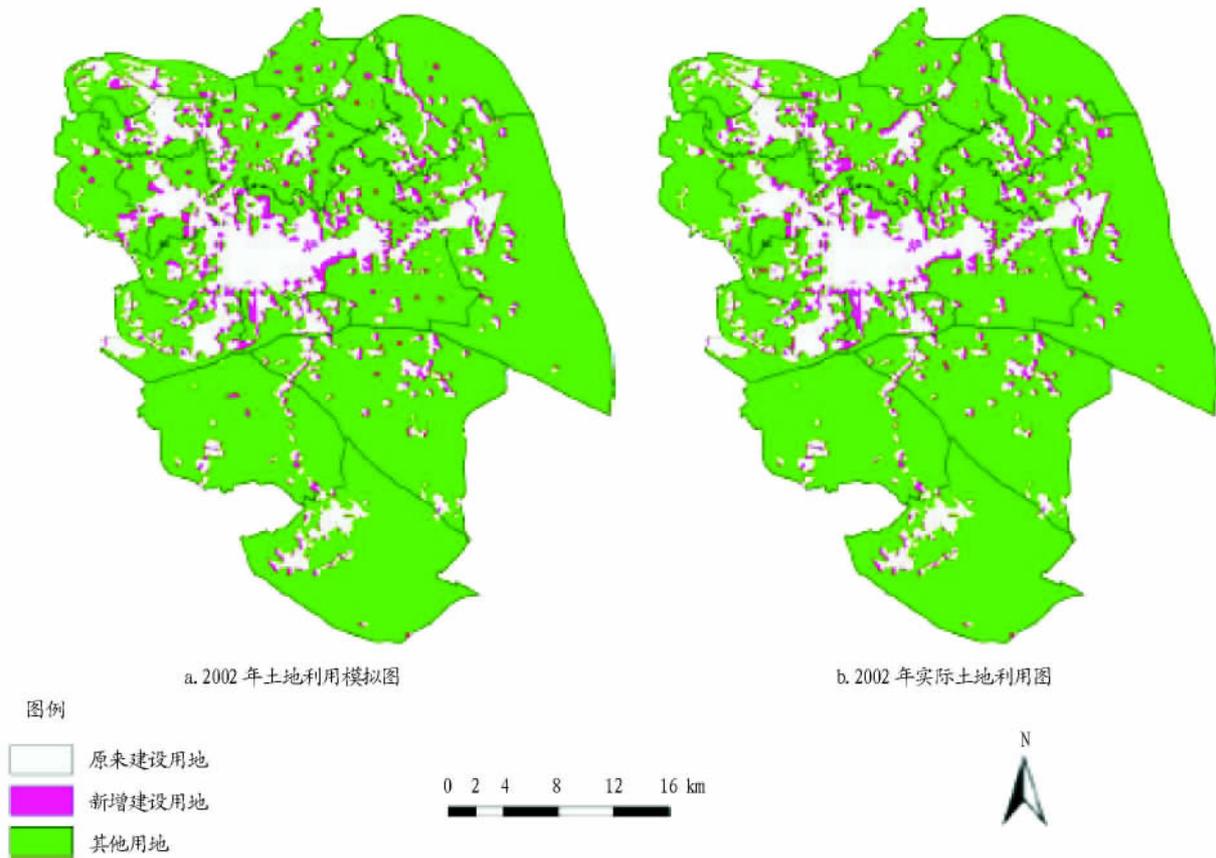


图 2 2002 年模拟建设用地与实际土地利用状况

表 1 逐像元对比模拟精度

实际	模拟		准确率 %
	不转变	转变	
不转变	7 809	1 229	86.4
转变	1 005	3 421	77.3
总精度			83.4

3 结论

该研究选择珠三角经济发展典型区域番禺区为研究对象, 构建了一系列独立智能体, 从时间和空间对番禺区建设用地变化进行了计算机建模与仿真, 模拟与预测了番禺区建设用地变化。经检验, 模拟结果的空间格局和实际情况较为接近, 模拟具有科学性。

参考文献

[1] 黎夏, 叶嘉安. 利用遥感监测的分析珠江三角洲的城市扩展过程——

以东莞市为例[J]. 地理研究, 1997, 16(4): 56-62.
 [2] 张灿荣, 伍素贞. 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]. 地矿测绘, 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] 郑磊, 杨德红, 孙德亮. GIS 技术在遥感数据管理中的应用[J]. 重庆理工大学学报(自然科学版), 2011(3): 88-91.
 [8] CHEN Y, WU W Z, ZHOU Q, et al. Synthesis analysis of soil erosion for Three-River headwater region based on GIS[J]. Agricultural Science & Technology, 2010, 11(5): 155-158.

(上接第 11016 页)

金属络合物在内的众多高活性和高选择性的催化剂, 继续探明控制固定二氧化碳反应的各种因素, 开拓新的合成与置换基团, 开发合成产品的用途, 而新的用途和新的市场又反过来促进新工艺、新产品的开发。不久的将来, 会实现大批二氧化碳合成利用途径的工业化生产。

参考文献

[1] ZHU Y, ZHOU H, HAO X W. Current situation investigation and reduction measures of CO₂ emission in Liaoning Province[J]. Meteorological and Environmental Research, 2010, 1(7): 94-96, 101.

[2] 凌华招. 铜基催化剂上富二氧化碳合成气制甲醇的研究[J]. 天然气化工, 2008(33): 11-14.
 [3] 曹为超. 由二氧化碳合成甲醇及醋酸技术[J]. 化工科技动态, 1993(2): 22-25.
 [4] 梅长松, 钟顺和. Cu/WO₃-TiO₂ 光催化剂上丙烯和二氧化碳合成 MAA 反应性能[J]. 高等学校化学学报, 2005(26): 1093-1097.
 [5] 赵云鹏, 荆涛, 贾丽华, 等. 二氧化碳合成碳酸二甲酯催化剂的研究进展[J]. 现代化工, 2011(5): 16-20.
 [6] 陈久标. 环氧丙烷与二氧化碳合成碳酸丙烯酯[J]. 辽宁化工, 2011(8): 838-841.
 [7] 钮东方, 徐承天, 张丽, 等. 电催化活化二氧化碳合成苯氨基甲酸乙酯[J]. 催化学报, 2007(10): 880-884.
 [8] 周忠清. 二氧化碳合成不饱和内酯[J]. 吉林石油化工, 1992(4): 26-30.