

基于多智能体模拟的旅游地保护行为决策

傅丽华^{1,2}, 谢炳庚¹, 李晓青¹, 朱东国¹, 胡贤辉¹

(1. 湖南师范大学资源与环境科学学院, 长沙 410081; 2. 湖南工业大学商学院, 株洲 412001)

摘要: 运用基于复杂适应性系统理论支持下的 ABM 建模方法, 以历史文化名镇湘西里耶镇为研究对象, 构建多智能体构成的保护行为执行主体系统。以系统行为偏好和行为影响分析为切入点, 分析古镇旅游开发过程中各智能体的保护行为特征, 从微观层面研究各智能体的保护行为变化对系统行为决策的影响, 并依据行为动态模拟结果推导反映系统协调和优化的古镇保护行为决策。研究表明: (1) 不同旅游开发阶段, 系统保护行为决策差异明显; 社区居民在古镇保护中起主导作用; (2) 智能体的行为选择具有自主性、目的性和有度性特征; (3) 建立分层和分级的保护行为协调体系, 实施整体行为协调与重点保护相结合; (4) 不同发展阶段, 对各智能体与系统整体保护行为决策应实施动态干预。

关键词: 多智能体模拟; 保护; 旅游地; 行为决策

文章编号: 1000-0585(2012)03-0555-10

1 引言

旅游业作为拉动经济增长的重要产业, 其发展日益受到重视, 但旅游地开发与资源保护的矛盾仍是普遍存在的问题, 如何有效协调与优化保护与开发的关系, 在旅游资源开发中确定保护优先的策略, 实现对旅游地保护行为的优化选择, 是解决这一矛盾并实现旅游地可持续发展的关键。

国内外学者对旅游行为关注比较多, 运用实证分析的方法对不同行为主体的行为特征开展了研究。比较有代表性的有 Hudson、Kate Rodger、Alfonso、Andrew 等分别从旅游者对环境的态度, 科研工作者的标准化行为对野生动物旅游的影响, 社区居民与旅游者的行为关系, 乡村旅游地居民态度随旅游发展的变化特点等角度分析了不同行为主体的行为特征^[1~4]。国内学者钟林生等对保护行为的特点、层次及阶段等开展了研究, 从理论上探讨了生态旅游者的保护性旅游行为的特点^[5], 李燕琴等关于生态旅游者的行为特征的实证分析, 黎洁等从社区居民参与生态保护的角度对生态旅游发展与保护行为的关系研究, 程占红对生态旅游区的旅游从业者的行为特征研究等相关研究比较有代表性^[6~8]。总体看来, 国内外学者大都以旅游者、社区居民或从业者等单一行为主体为对象开展实证研究, 未能从系统整体角度考虑不同行为主体的行为差异, 对行为的动态变化关注更少。

收稿日期: 2011-08-23; 修订日期: 2011-12-03

基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2008BAJ08B18-04); 教育部人文社科规划基金项目 (12YJAZH016); 湖南省教育厅优秀青年项目 (11B036); 湖南省国土厅 2010 年软科学研究项目 (2010-23)

作者简介: 傅丽华 (1971-), 女, 湖南永州人, 博士研究生, 副教授, 主要从事生态旅游与土地利用研究。
E-mail: lihuaf88@163.com

通讯作者: 谢炳庚 (1961-), 男, 湖南长沙人, 教授, 博士生导师, 主要从事资源评价与利用研究。

E-mail: xbgyb@sina.com

复杂适应性理论指出,系统的功能部件均为单个智能体,在发挥各自作用的同时相互联系及协调^[9]。基于多智能体的模拟(Multi Agent-Based Model 简称 ABM)方法从分析单一智能体的行为着手,通过系统局部规则改变模拟多个智能体系统的行为特征,并进行行为选择和优化,已被广泛用于土地利用、城市发展、群体行为分析等社会—经济—环境系统的模拟研究中^[10]。如国外学者 Benenson 对城市居民住宅变化动态的多智能体模拟研究^[11], Ligtenberg 将多智能体模拟结果运用于空间规划中^[12], Clvmer 等开展了复杂交通系统的多智能体仿真研究^[13],王涛等开展了基于智能体建模的农户土地利用行为模拟研究^[14]。多智能体模拟方法借助了计算机模拟技术,将复杂理论过程用简单的实验和观察结果表达,其优势已得到学术界的广泛认可,但在旅游行为模拟研究方面的应用还刚起步。

旅游地的保护行为决策是联系各种行为执行主体的一种系统决策过程。多智能体模拟的前提是各行为主体具有主动学习能力和行为调适能力,旅游者、企业、政府、居民等行为主体间正是存在着动态交互作用的智能体,通过各行为主体以及与环境之间的交互作用链接为多种个体与环境的复杂旅游地保护行为系统^[15]。因此,本文运用复杂系统理论支持下的多智能体行为决策模拟的方法,以历史文化名镇湘西里耶古镇为研究对象,将保护行为系统作为具有独立行为决策能力的多个智能体,以保护行为偏好选择为切入点,分析其行为特征及相互作用,构建多主体构成、多目标的行为决策框架,从微观层面分析不同智能体保护行为偏好差异及对整个旅游系统产生的影响,探究系统整体行为决策的形成机制及行为特征,并运用模拟结果优化选择旅游地保护行为,体现了行为决策的科学性和动态差异变化。由于现实中旅游地保护行为决策往往是某一行为主体起绝对主导作用,构建理想状态的基于动态交互作用的保护行为决策方法,运用多智能体系统模拟结果优化选择保护行为,实施科学的行为决策具有一定的创新性和实践意义。

2 研究方法

与自上而下依据宏观现象猜测微观层变化的推断方法比较,ABM 建模方法采用自下而上的程序,从微观层面构建旅游地保护行为决策模型,根据主体系统内部各智能体保护行为的差异和系统决策机制的分析,体现了微观行为和宏观现象分析的有机结合,在推导过程中缺失的信息更少,也更符合认知规律,更有利于科学决策系统的保护行为。

常用的层次分析法通过对目标层(行为要求)、准则层(行为偏好)、措施层(决策与措施)等三个层次确定行为约束条件^[16],对影响决策的重要性因素进行排序,并构建主体行为决策判断矩阵选择决策行为。多智能体模拟方法是对单个智能体的静态层次分析法的改进,其优势凸显在该方法强调了行为系统整体的适应性及微观动态变化,充分考虑了主体构成及多智能体的相互作用,并依据系统行为的重要性进行协调与优化,该行为决策方法更科学合理。

完整的智能体系统由输入变量、行为表现和输出变量三部分组成^[17]。输入变量综合考虑各智能体的行为特征,将直接影响行为表现的判断,包括对保护行为有直接影响的自然环境条件、历史文化、社会经济条件等外部环境要素;行为表现主要是各不同的智能体组成即旅游者、环保及科研工作者、政府管理部门、旅游从业者、社区居民在不同条件下的行为偏好及影响强度;输出变量反映在多智能体模拟后系统行为的优化及调整,是行为决策的结果。

2.1 建立保护行为系统决策分析框架

行为偏好分析是主体行为决策的关键。各行为偏好指标之间具有一定的相关性及动态变化,其指标特征值表明各智能体对系统行为的贡献度,对系统行为模拟及调适有一定的影响。

不同智能体的行为偏好有一定的差异。多智能体模拟系统框架模型由 A 主体感知器、L 主体学习器、P 主体行为决策选择器、E 系统行为决策等四个模块构成。各模块之间通过感知—选择—反馈—决策,或者是感知—选择—行为学习调整—反馈—决策等环节进行行为调整,以实现系统行为决策的动态优化(图 1)。

A (Agent) 把对社会与自然的认识转化为内部感知 k , 决策选择器 P 根据当前的策略选择决策 d 作用于整个行为系统, 学习器 L 根据外部环境及行为决策的反馈值 r 以及内部感知 k , 更新各职能体的行为并进行调整, E 为根据调适及反馈形成的综合决策及协调的系统决策, s 及 s' 表示当前行为策略经反馈及学习环节后的新决策或是直接决策。

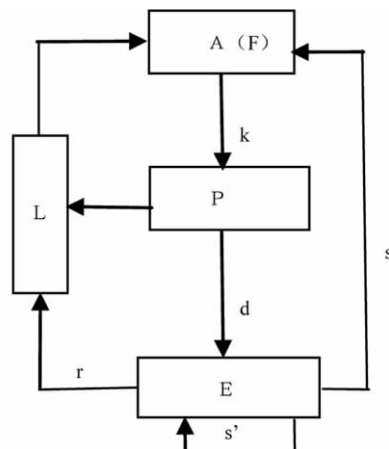


图 1 ABM 框架结构图

Fig. 1 The framework of agent based model (ABM)

2.2 选择实证研究对象

本文以里耶古镇为旅游目的地进行实证分析。里耶地处湖南湘西自治州龙山县西南端,与鄂西、渝东毗邻,交通不便,但在以水路运输为主要对外联系方式的时期曾是湘黔川边贸重镇及湘西“四大名镇”之一,享有“小南京”的美誉。里耶古镇现有人口多为土家族,另有苗、汉、白等民族杂居,是楚文化、汉文化和巫文化交汇地,有着丰厚的历史文化和古朴浓郁的民族风情,最具特色的是保留了明清时期建筑风貌和土家族传统建筑,共有民居 500 余栋,总长 2500m 的街巷,总建筑面积 2.2 万 m^2 。

2002 年 6 月,里耶古城、古井、秦简的惊世大发现,使其逐渐被世人所知晓,并获批为全国重点文物保护单位,2005 年 9 月又被确定为“中国历史文化名镇”,该地独特的人文旅游资源及优良的自然生态环境将是推动旅游业的快速发展的重要资源依托。但是,由于旅游开发时间较短,旅游业还未成为当地主导产业。据龙山县 2008 年统计数据,农业仍占全镇总产值的 64.17%,第三产业从业人员仅占劳动力资源总数的 28.7%。因此,作为处于开发初期的旅游目的地,确定保护优先策略是旅游资源开发的前提,如何实施系统的保护行为决策也显得尤为重要。

2.3 保护行为执行主体系统分析

将保护行为执行主体系统划分为旅游者、环保及科研工作者、政府管理部门、旅游从业者、社区居民等五个智能体。各智能体因保护动机差异或强弱区别而产生了行为偏好差异,根据其对于各种行为偏好判断的重要性,以及环境和经济社会等因素对系统的反馈作用或影响,对单个智能体的行为重要性排序,并依此对系统行为进行协调和改进^[18]。

2.3.1 行为偏好 2009 年 7 月,本课题组成员于对里耶镇的各相关保护行为主体开展了问卷调查,共发放问卷 660 份,回收有效问卷 638 份。以被调查者的职业构成为样本分类主要依据,共收回社区居民调查问卷 306 份,其余 332 份问卷分别来自旅游者、环保及科

研工作者、政府管理部门人员、旅游从业人员等群体。问卷内容涉及样本的人口统计学特征、不同被调查群体的保护意愿、对旅游目的地现状的满意度、旅游发展意向等问题。运用 SPSS16.0 软件对相关数据分析与处理,得到样本信度为 0.72,效度为 0.68,数据通过了信度和效度检验,具有较好的一致性。根据对样本数据分析,不同智能体的保护意愿、满意度、行为偏好与保护行具有强相关性,可以作为行为偏好的评价指标。由于各智能体行为偏好值均受样本权重、结构及个体行为选择差异的影响,依此构建行为偏好强度模型,计算行为偏好值:

$$k=\sum_{i=1}^4k_i\omega_i \tag{1}$$

式(1)中, k 为样本整体行为偏好值, i 表示保护意愿、现状满意度(结合问卷调查样本数据,分别对各智能体的保护行为分项进行统计,保护意愿值 1 表示最强,0 表示最弱;满意度值 1 为最满意,5 为最不满意)、一般行为偏好、保护行为偏好等 4 个指标, k_i 为 i 样本在某单个指标下的行为偏好值, ω_i 为 i 样本在整个样本的权重值。各智能体相关评价指标的权重值确定综合运用了调查统计结果和德尔菲法。一方面根据问卷调查中涉及该地保护意愿强弱、现状满意程度、主要行为偏好等问题的调查结果,计算该指标的权重值;另一方面,为避免样本数量对结果的影响,确定了由 10 位地理学、管理学、旅游经济学等方面的专家组成评价小组,分别对各智能体的相关行为偏好进行判断,取专家评分的平均值作为不同样本指标的权重。最后再将两个权重评价结果取平均值得到各样本的权重值。计算结果见表 1。

表 1 里耶古镇旅游保护行为主体偏好值
Tab 1 Preference with the subject of conservator behavior in Liye town

行为主体	旅游者	环保及科研工作者	政府管理部门	旅游从业人员	社区居民	加权平均
样本数量(人)	100	36	50	146	306	
保护意愿(0~1)	0.38	1.00	0.62	0.43	0.80	0.16
指标权重	0.22	0.38	0.17	0.20	0.32	
现状满意度(1~5)	3.30	4.33	3.75	3.45	3.18	1.29
指标权重	0.25	0.41	0.48	0.43	0.37	
一般行为偏好值(0~1)	0.26	0.75	0.63	0.15	0.55	0.08
指标权重	0.32	0.10	0.20	0.12	0.18	
保护行为偏好值(0~1)	0.21	1.00	0.65	0.45	0.75	0.09
指标权重	0.21	0.11	0.15	0.25	0.13	
行为偏好值	1.04	2.34	2.13	1.70	1.63	1.63

计算结果表明,各智能体的行为偏好值越大,表示行为偏好特征越明显,对整个系统的保护行为影响也更强烈。各智能体的行为偏好分为三个层次,环保及科研工作者、政府管理部门具有最强的行为偏好,其次是旅游从业人员、社区居民,旅游者的行为偏好最不明显。

2.3.2 保护行为影响强度 不同智能体的行为偏好及对现状满意度的差异,是进行保护性行为影响评价的基础。在评价时应结合考虑输入变量与行为偏好的共同作用分析其强度。

考虑外部因素和内部感知对各智能体的影响强度不同,对比样本权重变化下的各主体行为偏好差异,运用层次分析法进行定性与定量相结合的判断,构建保护行为影响强度评价模型:

$$F_i = S_i S'_i \omega_i k_i \quad (2)$$

(2) 式中 F_i 为保护行为影响评价价值, S_i 、 S'_i 分别为外部感知和内部感知的影响强度评价,运用 SPSS 软件对涉及的保护意愿及旅游发展意向等相关内部感知问题,旅游发展条件与存在的主要问题等外部因素问题的结果进行统计与分析,根据极差值确定外部感知与内部感知的影响强度评价价值。 k_i 为 i 样本单个指标下的行为偏好值, ω_i 为 i 样本在整个样本的权重值(分为两组取值,一是现阶段样本真实权重值,另一组值是根据旅游发展模型分析得到的预测值)。假定其他因子不变,仅考虑主体各样本权重变化对于系统行为决策的影响,得到计算结果(表 2)。

结果显示了主体各组分的样本权重对评价结果的影响。说明了不同旅游发展阶段各智能体保护行为对整个系统影响的差异,旅游开发导致各智能体的权重变化,旅游者和社区居民的保护行为对系统整体的影响作用不断增强。

表 2 里耶古镇旅游保护行为主体影响值

Tab 2 Influence value with the subject of conservator behavior in Liye town

智能体	输入变量影响			行为偏好	保护行为影响强度
	外部因素	内部感知	样本权重		
旅游者	0.35	0.65	0.16/0.35	1.04	0.04/0.08
环保及科研工作者	0.58	0.42	0.06/0.06	2.34	0.03/0.03
政府管理部门	0.72	0.28	0.08/0.08	2.13	0.03/0.03
旅游从业人员	0.85	0.15	0.22/0.25	1.70	0.05/0.05
社区居民	0.75	0.25	0.48/0.26	1.63	0.14/0.08
总体判断	当前主体结构和样本权重下,社区居民的保护行为对系统行为决策的影响最大,其次为旅游从业人员;当样本权重变化,各智能体的保护行为影响强度发生相应变化。				

2.4 ABM 过程模拟及结果输出

Netlogo 软件是专门用于系统仿真模拟的软件,特别适合对随时间演化的复杂系统进行多主体建模与动态仿真研究。在 Netlogo 支持下,根据主体系统行为变化特点建立 ABM 模型根据旅游目的地发展过程中的系统动态特征模拟,从而对行为进行动态调适并模拟系统行为决策。

2.4.1 关键步骤

(1) 构建智能体感知器 A

感知器反映了不同智能体对对外部环境因素和内部感知变化的认识, $F1 \sim F5$ 表示不同智能体组分,共同构成主体系统 $A = \{F1, F2, F3, F4, F5\}$ 。 S 为环境行为感知的具体内容, E 为系统行为决策。行为偏好 $K = \{K1, K2, K3, K4, K5\}$, $K1 \sim K5$ 表示不同智能体的行为偏好,取行为偏好的加权平均值作为系统保护行为偏好决策的阈值。

(2) 构建智能体行为偏好选择器 P

各智能体的行为选择均是对一定环境感知的具体决策。当单个智能体选择结果与系统

整体行为相协调时就选择该行为, 反之, 则需通过智能体学习器模块 L 对单个智能体行为进行调整。

构建若干行为选择的函数关系式:

$$P_n = f(F_n, kn) \quad (3)$$

将对各智能体的保护行为影响强度评价结果 P_n 作为行为选择的判断标准, 设定 P_n 的行为选择阈值大于保护行为影响强度最小值的前三种智能体类型, 当 P_n 大于该值时, 程序进入行为选择过程 d , E 表示主体系统的行为决策。

(3) 构建智能体学习器 L

根据各智能体行为决策反馈值决定系统行为是否需要调适。 P_n 最小值表示该智能体行为偏好与整体保护行为差异最大, 需通过学习器 L 对该行为进行调整后, 再将信息传递至当前智能体。

(4) 构建智能体行为决策选择器 E

若各智能体行为与整体行为特征相符合, 则将局部行为偏好作为整体行为特征的一部分考虑, 并选择该行为; 反之, 则表明当前行为与整体行为不相适应, 需经 ABM 模拟调适后产生新的行为策略。

2.4.2 结果输出

考虑智能体之间相互作用的复杂性, 参照输入变量影响值、样本权重、保护行为影响等因素, 结合考虑各主体的行为偏好, 根据 Netlogo 软件要求输入各智能体的行为偏好值、影响强度值等相关变量值, 运行该软件后得到各阶段多智能体系统的保护行为优化选择结果 (表 3)。阶段 1~5 是 5 个不同的旅游发展阶段。阶段 1 是现实的各相关数据模拟输出结果, 阶段 2~5 是依据旅游发展规模进行科学预测的前提下, 根据各智能体权重调整变化, 再次运行软件, 改变相关变量后依据保护行为影响的排序, 得到的一种理想状态的系统行为选择。

表 3 不同旅游发展阶段主体系统行为决策选择变化

Tab 3 The variation of subject system behavior in decision-making in different stages

智能体	阶段 1	阶段 2	阶段 3	阶段 4	阶段 5
旅游者 (F1) 权重	0.15	0.25	0.35	0.45	0.55
科研工作者 (F2) 权重	0.1	0.1	0.06	0.06	0.06
政府管理部门 (F3) 权重	0.12	0.12	0.08	0.08	0.08
旅游从业者 (F4) 权重	0.2	0.2	0.25	0.3	0.3
社区居民 (F5) 权重	0.43	0.33	0.26	0.11	0.01
保护行为影响排序	$F5 > F2 > F3$ $> F4, F1$	$F5 > F1,$ $F2 > F3 > F4$	$F1, F5 > F4$ $> F2, F3$	$F1 > F4 > F2,$ $F3, F5$	$F1 > F4 > F2,$ $F3 > F5$
系统行为选择 (E)	$F5, F2, F3$	$F5, F1, F2$	$F1, F5, F4$	$F1, F4$	$F1, F4$

3 结果分析

运用表 1、表 2 相关数据, 通过多智能体模拟得到表 3 相关结果, 较好地表达了系统行为决策的变化规律。

3.1 不同旅游开发阶段, 系统保护行为决策差异明显

不同阶段各智能体在主体系统中的权重发生一定的变化, 阶段 1~5 表示在旅游发展期, 旅游者的权重上升, 其他相关的智能体权重会相应变化, 并表现出强关联性。因此, 制定保护规划应重视对主体行为决策的预测, 提出科学的主体系统保护行为决策, 并根据不同旅游发展时期制定差异化的保护行动策略。

根据模拟输出结果, 在旅游发展初期 (阶段 1), 社区居民 (F5)、科研工作者 (F2)、政府管理部门 (F3) 等不同智能体的行为偏好对系统行为决策起主导作用, 应重点考虑优先制定科学的规划, 加强保护管理等问题。随着旅游业的发展 (阶段 2~阶段 5), 旅游者数量增加, 主体系统中各智能体在整个系统中的影响作用发生变化, 旅游者、社区居民、旅游从业者的行为偏好对主体系统的行为决策影响持续上升, 不同时期的系统行为决策还是有一定的差异, 因此, 保护行动策略应根据旅游发展阶段的变化调整重点, 突出对旅游者的教育管理, 不断规范和提高旅游者的保护行为, 同时大力加强旅游从业人员的培训管理。

3.2 社区居民在古镇保护中起主导作用

旅游目的地社区居民对旅游发展期望的感知会影响他们对旅游的态度^[19]。社区居民是旅游开发与保护中的重要力量。由表 3 分析得出, 社区居民 (F5) 对系统保护行为决策有突出的影响, 对旅游开发初期及发展期的系统保护行为选择一直占有主导地位。旅游目的地社区居民态度的相关研究结果也表明, 正面旅游影响对居民满意度的影响明显强于对负面影响感知^[20]。社区居民在古镇保护中的作用是最持久的, 旅游开发在客观上增强了旅游目的地社区居民对当地历史及文化的认同感和自尊感。因此, 应在充分调动社区居民积极性的同时, 发挥社区居民对古镇旅游开发的主导作用, 在开发初期应积极跟进社区参与的各项机制, 处理好开发与保护的关系, 确立相应的社区参与的政策和途径^[21], 使社区居民既从旅游开发中受益, 又通过参与开发促进旅游地保护。

3.3 智能体的行为选择具有自主性、目的性和有度性特征

由表 2 可知, 输入变量中收入水平、经济社会发展水平、环境状况等外部因素对单个智能体的影响强度不一, 但年龄、性别、学历层次等内部影响因素对旅游者和环保及科研工作者的影响更大。

对里耶镇发放相关问卷调研的结果也显示了不同智能体的行为偏好差异。如旅游者注重目的地的体验性和自然性, 环保及科研工作者注重对古历史建筑及民俗文化保护, 政府管理部门的行为体现了经济、社会、生态效益的协调, 旅游从业者更倾向于获取最大经济效益, 社区居民则愿意在有效保护资源的前提下参与旅游开发。

不同智能体对保护行为认知的差异, 对行为决策的能动性有较大影响。例如, 环保及科研工作者的保护行为具有科学性和指导性, 对制定环境、历史文化保护的具体措施, 发挥保护规划的示范作用有重要作用; 政府管理部门的保护行为具有协调性的特征, 在旅游资源开发、社区发展、旅游地保护与管理等方面均发挥重要协调作用; 旅游从业者保护行为具有经济性, 更多关注资源保护带来的经济效益, 突出体现在保护资金投入、保障措施执行等保护性行为方面的差异; 社区居民的保护行为具有自觉性, 在经济效益、环境效益、社会效益发生冲突时, 能自觉进行旅游资源保护。

4 结论与讨论

保护行为决策是旅游地保护规划的核心内容, 对旅游地可持续发展产生重要的影响。

ABM 建模方法在微观层面分析的优势非常突出,加之在其他领域的应用经验,为系统研究保护行为提供了良好的借鉴。由于不同旅游地的保护侧重点不同,对保护行为的系统决策也将产生差异化的影响。旅游地保护中各智能体的行为决策影响因子较多,通过主体系统的行为决策模拟推导宏观行为决策结果,对提高旅游目的地保护行为决策优化及科学性,解决好旅游地保护与发展的关系有较大帮助。

4.1 建立分层和分级的保护行为协调体系,实施整体行为协调与重点保护相结合

ABM 模拟表达了不同智能体较完备的协调机制,有利于建立多行为主体的协调体系。随着旅游开发进程的推进,社区居民对环境保护的贡献度逐步提高,科研人员对保护行为的影响也逐步提高,而政府管理的力量将呈下降趋势。因此,科研工作者在主体系统中的权重虽不高,但在旅游开发初期对系统行为选择起着重要作用,在旅游开发初期应重视环保及科研工作者的保护行为决策,制定保护规划及管理方案时尽量与科研工作者的要求一致。

旅游者行为对系统行为决策影响是渐进的。以里耶古镇为例,旅游者的保护行为在旅游开发初期属于基本层次,以亲近自然、古建筑、民俗文化为主;发展中期处于提高层次,主动保护的意识增强,并不断优化保护行为。古镇旅游开发将带来游客数量的增长,可以预见旅游者作为旅游地保护行为主体系统的单个智能体,在保护行为决策中将起到更为积极的作用。因此,应充分考虑旅游者的保护行为对系统保护行为的阶段性影响,不断重视和加强对游客的保护行为的规范和教育引导。另外,还应重视非政府组织和旅游业不直接相关的利益主体的作用。

4.2 不同发展阶段,各智能体与系统整体保护行为决策应实施动态干预

为更好发挥旅游对经济社会发展的带动作用,在经济发展与环境保护要求发生冲突时进行系统决策尤为重要。系统保护行为决策输入变量中的社会经济发展、自然环境变化均处于动态发展中,除科研工作者外,主体系统的其他组分的保护行为层次和水平都较低,给保护行为主体系统的决策带来困难。如果选择环保科研工作者、社区居民的环境保护优先为行为取向,可能与旅游者、旅游从业者的行为取向不一致。因此,政府管理部门应根据主体系统行为协调的结果实施动态干预,对各智能体行为进行约束和行为改进,可采取调动资金、技术支持、宏观管理与微观个体行为约束相协调等方式,加强对旅游开发相关环节的管理,不断优化主体系统各种保护行为。

4.3 存在的不足及建议

基于多智能体模拟的方法对旅游地保护行为决策仍具有普适性,对探索多智能体对行为的共同影响具有很重要的实践意义,同时也提供了一种可行的基于复杂适应性系统的保护行为决策方法。由于本研究仅选择了里耶古镇为实证研究对象,而该地的旅游开发仍处于起步阶段,数据可采集时段较短且信息量较少。因此,在进行 ABM 模拟过程中对各相关指标评价分析及变量选择与赋值需要的数据相对缺乏,加之研究时段较短,对复杂系统中各智能体的发展趋势预测欠准确,这些都对系统模拟结果造成一定的影响。今后应继续加强旅游地跟踪研究,并增加与其他相关旅游地进行对比研究。

单个智能体虽具有独立决策能力和自我意识,但存在交互影响。在研究中应考虑多种因素影响及不同智能体的心理感知复杂性,充分认识系统调控智能体自主学习等环节的难度,加强对主体与环境间信息交互及优化机制的研究。作为一种重要的旅游模拟方法,多智能体模拟的模型可以更多样,尤其是旅游系统中各利益相关者的行为模拟、旅游地演化

和旅游应急管理等诸多领域的研究。

参考文献:

- [1] Hudson S. Cross-cultural tourism behavior. Analysis of tourist attitudes towards the environment. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 2001, 10 (2/3):122.
- [2] Kate Rodger, Susan A, Moore David Newsome. Wildlife tourism, science and actor network theory. *Annals of Tourism Research*, 2009, 36(4):645~666.
- [3] Alfonso Vargas-Sánchez. Explaining residents' attitudes to tourism: Is a universal model possible?. *Annals of Tourism Research*, 2011, 38(2):460~480.
- [4] Andrew Lepp. Residents' attitudes towards tourism in Bigodi village, Uganda. *Tourism Management*, 2007, 28, (3):876~885
- [5] 钟林生,石强,王宪礼. 论生态旅游者的保护性旅游行为. *中南林学院学报*,2000,20(2):62~65.
- [6] 李燕琴,蔡运龙. 北京市生态旅游者的行为特征调查与分析——以百花山自然保护区为例. *地理研究*,2004, 23 (6):863~873
- [7] 黎洁. 生态旅游发展与社区居民自然生态保护行为关系的实证研究——以陕西太白山农村社区为例. *中国人口·资源与环境*,2007,17(5):128~132.
- [8] 程占红. 生态旅游社区从事旅游业者的行为特征研究——以芦芽山自然保护区为例. *山西大学学报:自然科学版*,2001, 24 (2):159~163
- [9] 张永安,田钢. 多主体仿真模型的主体行为规则设计研究. *软科学*,2008,22(3):14~19
- [10] Randy Gimblett H. Integrating Geographic Information Systems and Agent-based Modeling Techniques for Simulating Social and Ecological Processes. New York: Oxford University Press, 2002. 121~122
- [11] Benenson I. Multi-agent simulations of residential dynamics in the city. *Computers, Environment and Urban Systems*, 1998, 22(1): 25~42.
- [12] Ligtenberg A. A design and application of a multi-agent system for simulation of multi-actor spatial planning. *Journal of Environmental Management*, 2004,72: 43~55.
- [13] 孙世岩,刘忠,刘健. 复杂适应系统理论与计算机作战模拟. *计算机仿真*,2003,12(20): 20~23.
- [14] 王涛,陈海,白红英,等. 基于 Agent 建模的农户土地利用行为模拟研究——以陕西省米脂县孟岔村为例. *自然资源学报*,2009, 24(12):2056~2066
- [15] 邱荣旭,李山,吴静. 基于 Agent 建模在旅游模拟研究中的回顾与展望. *地理与地理信息科学*,2009,25(5):102~107
- [16] 徐建华. *地理学中的数学方法*. 北京:高等教育出版社,2002. 226
- [17] 薛领,杨开忠,沈体雁. 基于 agent 的建模——地理计算的新发展. *地球科学进展*, 2004,19(2):306~310
- [18] 田光进,邬建国. 基于智能体模型的土地利用动态模拟研究进展. *生态学报*,2008,28(9):4451~4459
- [19] 程绍文,张捷,徐菲菲,等. 自然旅游地社区居民旅游发展期望与旅游影响感知对其旅游态度的影响——对中国九寨沟和英国 NF 国家公园的比较研究. *地理研究*, 2010,29(12):2179~2188
- [20] 汪侠,甄峰,吴小根,等. 旅游开发的居民满意度驱动因素——以广西朔阳县为例. *地理研究*,2010,29(5):841~851
- [21] 傅丽华. 社区参与城郊农业生态旅游开发研究——以株洲市仙庾岭开发为例. *湖南农业大学学报:社科版*,2006, (2):28~32

The multiagent-based-model method in analyzing the conservation behavior strategies of tourism destination

FU Li-hua^{1,2}, XIE Bing-geng¹, LI Xiao-qing¹, ZHU Dong-guo¹, HU Xian-hui¹

(1. College of Resources and Environment Science, Hunan Normal University, Changsha 410081, China; 2. College of Business, Hunan University of Technology, Zhuzhou 412007, Hunan, China)

Abstract: A case study was selected in Liye, a historical and cultural town located in the west of Hunan. The theory of Complex Adaptive System was used in building the study system of the stakeholders expressing characters of different agents with protective behaviors. By using the method of agent-based model, five different agents were selected in analyzing the preference and influence of the system from a micro-level perspective, and protective behaviors diversity in a system was also analyzed in different development processes with a tourism destination. Based on the dynamic simulation with the outputs of multi-agents system, each agent expresses its own characters with the protective behavior. According to the results of agent-based model proposed in different stages with the model, how to choose and optimize the protective behavior, and how to coordinate the behavior of each agent in a system prospective were proposed, and the protective behavior strategies were also proposed. The results are obtained as follows. Firstly, the decision-making behavior expresses significant differences, and local residents play a leading role in the town's conservation. Secondly, the agent's behavior choices are characterized by autonomy, purpose and moderation. Thirdly, a hierarchical and classification coordination system of conservation behaviors should be established. Fourthly, the decision-making conservation behaviors of every agent and the system should be intervened dynamically.

Key words: multiagent-based model; conservation; tourism destination; behavior strategies