

# 基于多主体建模资源可持续利用研究

李 刚<sup>1,3</sup>, 邢书宝<sup>2,3</sup>

(1. 西安工业大学 经管学院, 陕西 西安 710032;

2. 西安科技大学 管理学院, 陕西 西安 710054;

3. 西北工业大学 自动化学院, 陕西 西安 710072)

**摘 要:**多主体模型是一种研究生态和社会、经济等复杂系统的动态研究方法, 社会经济系统作为由类型多样与数量巨大的经济个体组成的复杂系统, 系统中各主体复杂的相互作用表现出单个个体所不具备的特征。介绍多主体建模及资源可持续利用的概念, 借助 Netlogo 软件平台, 利用 Cooperation 模型仿真研究了不同利用方式下有限资源对经济发展的支持效果, 获取社会财富积累随时间变化的数据, 根据其变化曲线, 得到经济学启示。

**关键词:**多 Agent; Cooperation 模型; 资源可持续利用; 合作牛

**中图分类号:** TP18

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2007)08-0092-03

## A Research on Resources Sustainable Utilization Based on Multi-Agent Modeling

LI Gang<sup>1,3</sup>, XING Shu-bao<sup>2,3</sup>

(1. School of Economics & Management, Xi'an Technological University, Xi'an 710032, China;

2. School of Management, Xi'an University of Science & Technology, Xi'an 710054, China;

3. College of Automation, Northwestern Polytechnic University, Xi'an 710072, China)

**Abstract:** Multi-agent model is a kind of dynamic research method on complex system of ecology, society and economy. The social economy system is a kind of complex system composed with diverse types and large numbers of economical individuals, the complicate mutual action among agents displays some characteristic that single agent does not have. Introduced the concept of multi-agent modeling and resources sustainable utilization, with the aid of the Netlogo software platform, using the Cooperation model to study the economical development support effect with limited resources under the different utilization mode, obtained the data of social wealth vary with time, according to the curve, gained the economic enlightenment.

**Key words:** multi-agent; cooperation model; resources sustainable utilization; cooperation cow

## 0 引言

改革开放以来,经济的快速发展给我国的综合国力带来极大增长,相应产生一系列社会问题,经济发展与资源的矛盾日益突出,可持续发展的思想要求对资源进行可持续利用。多主体模型是一种研究生态和社会、经济等复杂系统的动态研究方法。社会经济系统作为由类型多样与数量巨大的经济个体组成的复杂系统,系统中各主体复杂的相互作用表现出单个个体所不具备的特征。多主体模型基本思路是:由于人类社会是由大量的个体构成的复杂系统,因而在计算机中

建立每个经济实体的个体模型,这样的计算机中模型被称为 Agent;然后让这些 Agent 遵循一定的简单规则相互作用;最后通过观察这群 Agent 整体作用的涌现性找到人工社会的规律,并用这些规律解释和理解人类社会中的宏观现象<sup>[1]</sup>。基于多主体的建模方法在社会科学模型研究中的影响越来越广泛。

文中以 Cooperation 模型为基础,仿真研究了资源在不同利用方式下有限资源对经济发展的支持作用,得到相应的经济学启示。

## 1 资源可持续利用

可持续思想贯穿于整个人类发展史,也是人类与自然作用的历史,只是从近代开始,人类社会的经济迅速发展,同自然的关系日益紧张,才提出资源可持续利

收稿日期:2006-11-15

基金项目:国家自然科学基金(70572009)

作者简介:李 刚(1971-),男,湖北襄樊人,讲师,博士研究生,研究方向为数据挖掘、复杂系统、多 Agent 建模。

用的概念。

资源可持续利用指的是对于资源的一种管理方式,即如何将全部资源中一部分加以收获,用以创造财富,另一部分加以保留,便于成长出新的资源,弥补丧失掉的部分。“可持续”的含义就是“持续下去”或者“保持继续提高”,对于资源,则意味着保持或延长资源的生产使用性和资源基础的完整性,使自然资源能够永远为人类利用,不因其耗竭而影响后代的生产与生活<sup>[2]</sup>。

为建模方便,将经济系统中生产所依赖的各种资源综合为 Cooperation 模型中的“草”。在环境中,“草”以一定的速度再生,生产工具“牛”靠吃“草”生存、繁衍,将资源转化成财富。

## 2 多主体模型

在多主体系统中,主体是一个软件实现的对象,存在于一个可执行的环境中,具有主动学习和适应环境的能力<sup>[3]</sup>。

多主体系统是由多个主体组成的集合,主体们一般都有一个或多个特征值,并能够修改自身的特征值;主体之间能够进行交互,通过与其他主体的交互,使得系统整体地演进、演化,涌现出宏观的规律。这种从底层构建的设计设计架构出的系统,被称为多主体系统。通常在一个多主体系统中,既有能够活动的主体,代表现实中的经济行为主体或社会行为主体;也有不能活动的主体,代表环境或资源。

应用多主体系统对生物、生态和社会、经济等复杂系统的动态模型研究方法,被称为基于多主体系统的建模方法(Multi-Agent Based Modeling),所建的系统模型即为多主体模型(Multi-Agent Model)。社会经济系统作为由类型多样与数量巨大的经济个体组成的复杂系统,其结构的不断组合、分解与演进,正是各个经济主体无意识的、自私的行为的客观结果。这正体现了多主体系统的特征:系统中各主体复杂的相互作用表现出单个主体所不具备的特征(涌现),从而使整体表现优于由于个体的简单加总。

多主体模型具有以下四个鲜明的特点:

(1)主体是主动的、活的实体。这点是多主体模型与其他建模方法的关键性区别。正是这个特点,使得它能够用于经济、社会、生态等其他方法难于应用的复杂系统。

(2)多主体模型中,主体与环境、主体之间的相互影响,相互作用,是系统演进和进化的主要动力。以前的建模方法往往把个体的内部属性放在主要位置,而没有对主体之间,以及与环境之间的相互作用给予足

够重视。这个特点使得多主体建模方法能够运用于个体属性极不相同,但相互关系却有许多共同点的不同领域。

(3)多主体建模不像许多其他方法那样,把宏观与微观截然分开,而是把它们有机地联系起来。通过主体与环境的相互作用,多主体模型使得个体的变化成为整个系统变化的基础,统一地加以考察。

(4)多主体建模还引进了随机因素的作用,使它具有更强的描述和表达能力。

利用面向对象的编程(OOP)软件技术,个体、环境和规则可以方便地作为对象(Objects)来实施。自1995年第一个专门的多主体建模软件开发出来以后,现在已出现数十个不同的多主体建模工具,应用广泛的有:Swarm, Repast, Ascaspe, Netlogo, LSD, MadKit, Moduleco等<sup>[4]</sup>,其中 Netlogo 以开发简单、快捷,功能强大,源代码开放,技术支持力度高而著称。

## 3 Cooperation 模型

Cooperation 模型是一个由 Damon Centola, Eamon McKenzie, Josh Mitteldorf 和 Scott Styles 开发的多主体模型<sup>[5]</sup>。在一个二维的虚拟世界中分布着被称为“草”的资源,每个方格草含有一定能量,“草”按照一定速度生长(增加能量值),并有极限。大量的主体(牛)在二维世界中游走,并通过不断地“吃草”来增加自身能量储备。每条“牛”都会在一个时间周期中消耗一定单位的能量,当能量消耗完的时候它就死去。“牛”为了生存不断地随机移动,找寻“草”吃。模型中设置了二种不同性质的“牛”:“贪婪牛”和“合作牛”。“贪婪牛”每次进食时,不管草的高度,只要有草,就吃,直到草根为止(此后,草生长的速度极慢);“合作牛”每次进食时,只有在草大于一定值(low-high-threshold),才吃;否则,不吃。

随着时间,可以观察到“牛”的数量发生变化。通过对“贪婪牛”和“合作牛”的数量变化的对比研究,可以类比得到不同资源利用方式对人类社会经济发展的支持效果。

模型中,环境是由  $20 \times 20$  的单元格构成的,初始时“草”资源均匀分布在整个区域,如图1所示,草的颜色越“青”,表示草越高;越“黯淡”,表示草越低。单元格中“草”若被采食,会按一定速度再生至其最高值。一定数量“牛”的初始时随机均匀分布于环境中,“牛”在这个环境中不停地以 stride-length 步距随机移动,采食“草”,同时消耗能量。

每条“牛”具有二个状态变量:新陈代谢率 metabolism(每个时间周期所要消耗的能量)、能量的拥

有量 energy。新陈代谢率及“牛”出生时的能量值统一指定。

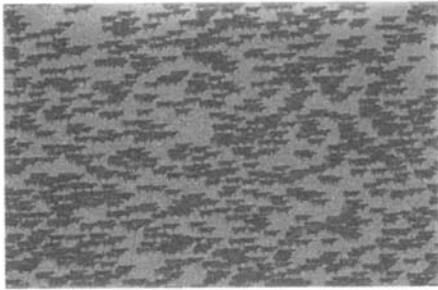


图 1 初始时“草”、“牛”分布状态

#### (1) 环境规则:

① 初始时每个单元格完全均匀生长着最大单位高度(max - grass - height)的“草”,每单位高度的“草”包含一定能量(grass - energy);

② 若“草”被采食后低于一定高度(low - high - threshold),在每个时间周期内,以低概率(low - growth - chance)将高度 + 1;

③ 若“草”被采食后高于一定高度(low - high - threshold),在每个时间周期内,以高概率(high - growth - chance)将高度 + 1。

#### (2) 繁殖规则:

当“牛”的能量的拥有量  $w$  超过一定值时(reproduction - threshold),繁殖后代,同时其能量拥有量减少一定值(reproduction - cost)。

#### (3) 死亡规则:

当“牛”的能量的拥有量不足以支持其新陈代谢,即  $\text{energy} < \text{metabolism}$  时,“牛”死亡,总数 - 1。

## 4 仿真实验

置:“牛”的初始总数为 20;

初始能量的拥有量:60;

metabolism = 6;

stride - length = 0.08;

reproduction - cost = 54;

reproduction - threshold = 102;

grass - energy = 51;

max - grass - height = 10;

high - growth - chance = 0.77;

low - growth - chance = 0.3;

low - high - threshold = 5;

仿真实验运行 2000 个周期,此时实验的各项平均值稳定收敛。将“牛”的品种分别置为“贪婪牛”和“合作牛”,可得到其数量随时间增长的曲线,分别如图 2、3 所示。

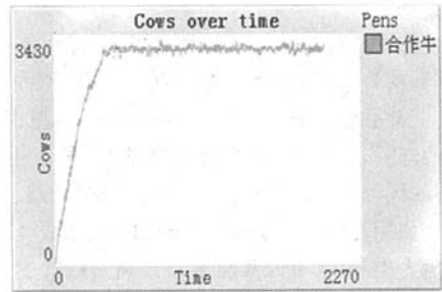


图 2 “合作牛”数量增长曲线

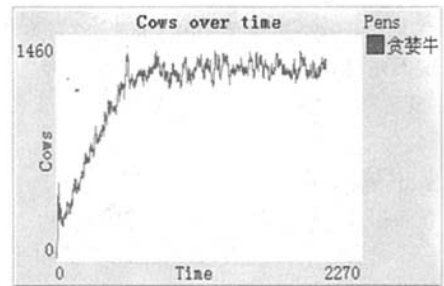


图 3 “贪婪牛”数量增长曲线

## 5 数据分析及经济学启示

观察图 2、图 3 可以得到:

1) 二种“牛”的数量都随着时间而变化,初始时,“贪婪牛”增长比“合作牛”迅速,随后二者逐渐进入稳定波动状态,“合作牛”的数量约为 3430,“贪婪牛”约为 1250;

2) “贪婪牛”的曲线波动较为剧烈,“合作牛”曲线波动较小。

从数据分析可以得到如下经济学启示:

(1) 与资源协调发展的资源利用方式是可取的:“贪婪牛”贪图眼前利益,将眼前能获取的“草”吃到草根,虽最大限度获取了眼前利益,但失去了长远利益:种群数量(1250)大大小于“合作牛”种群数量(3430)。

(2) 竭泽而渔,贪图眼前利益的发展方式会带来经济增长的剧烈波动,大起大落。“贪婪牛”的只顾及眼前利益的发展方式虽然在初始时,数量增长极快,但随后剧烈波动,这是由资源供给的不均衡引起的。相比较,“合作牛”采取与资源和谐共处、协调发展的态度,以致种群数量的稳定增长。若将种群数量看成社会财富总量,可以看出与资源协调发展的资源利用方式会带来经济的持续稳定增长。

## 6 结束语

文中从基于多 Agent 建模的角度出发,借助 Netl-

(下转第 98 页)

```

class = "org.springframework.web.servlet.handler.SimpleUrlHan-
dlerMapping">
  <property name = "mappings">
    <props>
      <prop key = "/ConferenceApp.spring"> conferenceApp-
pController</prop>
    </props>
  </property>
</bean>
<bean id = "conferenceAppController"
class = "cn.edu.ssct.oa.meetingmodule.controller.ConferenceApp-
pController">
  <property name = "conferenceOp"> <ref bean = "confer-
enceOp"/>
  </property>
  <property name = "userOp"> <ref bean = "userOp"/> <prop-
erty>
</bean>
<bean id = "userOp" class = "cn.edu.ssct.oa.meetingmodule.busi-
ness.UserOp">
  <property name = "userDAO"> <ref bean = "userDAO"/> </
property>
</bean>
<bean id = "conferenceOp"
class = "cn.edu.ssct.oa.meetingmodule.business.conferenceOp"
>
  <property name = "conferenceDAO"> <ref bean = "confer-
enceDAO"/> </property>
</bean>
<bean id = "userDAO" class = "cn.edu.ssct.oa.meetingmodule.
dao.UserDAO">
</bean>
<bean id = "conferenceDAO"

```

```

class = "cn.edu.ssct.oa.meetingmodule.dao.conferenceDAO">
</bean>

```

这样会议申请子模块在 Spring 框架下以构件的方式得到了实现。

### 3 结束语

详细说明了基于构件的 OA 系统的系统结构模型,该模型采用正交划分方式将 OA 系统看作四个不同层次不同功能的四种原子构件的组装和集成。通过正交划分实现的结构具有易理解性、自适应性、可重用性和结构易调整性<sup>[2]</sup>。并阐述了如何在 Spring 框架下以构件的方式实现 OA 系统。基于构件的 OA 系统具有敏捷性,能够随着办公业务的变化随时调整,以满足不同政府、企业的不同需求。同时它还具有具有良好的可扩展性、可维护性和可重用性。

#### 参考文献:

- [1] Bachman F, Bass L, Buhman C, et al. Volume II: Technical Concepts of Component - based software Engineering [M]. 2nd Edition. CMU, Pittsburgh: [s. n.], 2000.
- [2] 谭 凯,林子禹,彭德纯,等. 多级正交软件体系结构及其应用[J]. 小型微型计算机系统, 2000, 21(2): 138 - 141.
- [3] Rajlich V, Silva J H. Evolution and reuse of orthogonal architecture[J]. IEEE Transactions on Software Engineering, 1996 (2): 153 - 157.
- [4] 刘 瑜,张世琨,王立福,等. 基于构件的软件框架与角色扩展形态研究[J]. 软件学报, 2003, 14(8): 1364 - 1370.
- [5] Fowler M. Inversion of Control: Containers and the Dependency Injection Pattern [EB/OL]. 2004 - 01 - 23. <http://martinfowler.com/articles/injection.html>.

#### 参考文献:

- [1] 张 江,李学伟. 人工社会——基于 Agent 的社会学仿真[J]. 系统工程, 2005(1): 23 - 26.
- [2] 唐建荣. 生态经济学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [3] 方美琪,张树人. 复杂系统建模与仿真[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2005.
- [4] Epstein J M, Axtell R. Growing artificial societies, social science from the bottom up[M]. Washington D C: Brookings Institution Press; Cambridge, Mass: MIT Press, 1996.
- [5] Wilensky U. NetLogo Utilizer Manual 3. 1 [EB/OL]. 2005. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo>.
- [6] 王飞跃,兰森 S. 从人工生命到人工社会——复杂社会系统研究的现状和展望[J]. 复杂系统与复杂性科学, 2004 (1): 48 - 51.

(上接第 94 页)

ogo 软件平台,利用了“Cooperation 模型”,仿真模拟了不同利用方式下有限资源下对经济发展的支持作用,获取了社会财富积累随时间变化的曲线,得到经济学启示。

多主体模型以并行的方式模拟非线性因果的社会经济系统,使人们更好地理解经济现象,发现现象背后的机制,从而做出预测和辅助决策<sup>[6]</sup>。多主体建模目前还未形成成熟的体系,因而也没有一套完整而形成的理论,但可以预言,随着多主体思想的普及及理论方法的完善,基于多主体建模会越来越地应用于社会经济研究中。