

基于Agent的城市系统动力学建模的初步探索

■ 郑欢欢

摘 要 目前,城市化进程越来越快,为促进城市快速、稳定和可持续发展,城市模拟仿真模型备受关注。本文在Anylogic软件平台的基础上,采用基于Agent和系统动力学的混合建模方法设计了一个城市演化的仿真模型,并以北京市石景山区为底图,对该区域中居民、企业等智能主体非线性互动而导致的宏观空间结构的演化过程进行了初步模拟,以期城市规划者、决策者提供一套动态的、可视化的城市演化模型的理论支持。

关键词 Anylogic; Agent; 系统动力学; 城市; 建模

引言

城市是一个动态变化的复杂系统,随着城市发展越来越快,其凸显的弊病也越来越明显。如人口拥挤、就业紧张、交通堵塞等问题。这些问题日益被人们重视,并加以研究。城市模拟可以重构现实生活情景,为分析、研究城市化问题提供了一个直观、动态、可视化的方法,并对城市发展进行预测,为城市规划者、决策者提供理论依据。

20世纪90年代以来,城市和区域研究逐渐由静态的、均衡的范式向动态演化的范式转变,开始应用复杂性科学的理论和方法来探究区域问题及其时空演化的内在规律。基于自主体的建模(ABM)日益受到重视^[1],这种自下而上的模型策略是复杂适应系统理论与分布式人工智能技术的结合,目前已经成为继面向对象方法之后出现的又一种进行复杂空间系统分析与模拟的重要手段^[2]。

系统动力学方法(System Dynamics, SD)是由美国麻省理工学院教授Forrester在20世纪60年

代创立的,该方法注重系统内部结构和反馈机制,更为重视模型结构是否合理,变量间的反馈关系是否正确。一旦结构流程图确定就可以进行模拟分析,而对参数取值精确度并无严格要求,这些特点使得在历史数据缺乏的情况下仍可以应用系统动力学方法,其擅长处理长周期、具有非线性性和时变现象的系统问题^[3]。

目前,国内对于模拟城市人口、交通、环境等问题的文章很多,但是综合模拟这些因素的模型还不多见。在前人研究的基础上,本文采用Anylogic软件,尝试结合Agent和系统动力学的方法,设计城市人口、商业单位、交通复合演化模型,并以北京市石景山区为底图进行模型仿真的初步探索。

模型设计与实现

Anylogic软件简介

AnyLogic是俄罗斯的XJTechnologies公司研发的复杂系统仿真软件,支持常用模拟方法的工具:系统动力学、离散事件以及基于主体的建模。其建模语言

独特的灵活性能让用户详细捕捉到纷繁复杂的商业、经济和社会系统。AnyLogic的图形界面、工具和对象库能让用户快速实现不同领域的建模,快速地创建可视化的、灵活的、可扩展的、可复用的活动对象,这些活动对象可以为标准对象或自定义对象,也可以是Java对象。通过使用多重建模方法,能够更精确地建模和捕捉更多的事件,在建模环境中可以直接使用分析和优化工具。应用Anylogic建模时所涉及的部分功能模块介绍如下^[4]:

1) 模型元素。Anylogic模型是等级化地组织起来的,工程由包组成,包中含有活动对象、消息、其他类和外部文件。包可以用于更好地对工程的结构进行组织。

2) 活动对象。活动对象是Anylogic模型的主要构建模块。活动对象可以用于建模现实世界中类型广泛的各种对象,如人员、具体的物体、控制器等。

3) 活动对象的数据。可以通过定义参数和变量来定义活动对象的数据,也可以通过编写Java代码来定义类成员变量。

4) 活动对象的行为。活动对象可以具有内部的行为。在Anylogic中可以定义离散时间行为、连续时间行为,以及混合行为。

数据来源与处理

本文数据来源于北京市规划委与民政局联合发布的《北京市行政区划境界线基础地理底图》。应用MapGIS软件处理底图,矢量化出石景山区地图并保存为图片格式,作

作者:郑欢欢,满城中学教师,研究方向为信息技术教育。

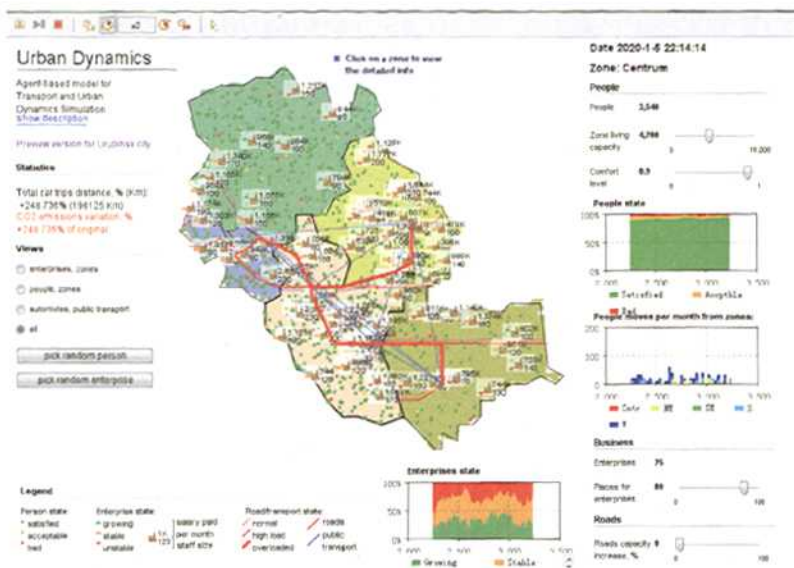


图1 试验模拟仿真

为Anylogic软件中的底图数据。在Anylogic中装入石景山区底图，应用软件的折线工具对图进行画线分区，并画出交通路线及节点。

模型的建立

根据模型层次，创建模型的活动类：Main类，Enterprise类，Person类，Zone类，Road类，Node类（道路节点），PublicTransportLine类。其中Enterprise类和Person类定义为Agent智能体。

1) Enterprise类。在这个企业活动类里，定义了企业的属性、方法。如企业规模的扩大与缩小，企业的区位选择及其搬迁意愿，企业员工的增减，员工工资等。

2) Person类。在这个居民活动类里，定义了居民的生活状态，包括区位选择及工作选择，有无私家车，上班路径的选择及其所需交通费用，工资及其对生

活的满意度等。

3) Zone类。区位活动类定义了区位名称，区位界线及其节点、道路，居民、企业及本区租金，本区人们生活满意度水平及企业发展状况等。

4) Road类。道路活动类定义了道路的起始节点与终止节点及其路线，道路的车容量，是否限速及加速条件，道路状况并定义了更新路况函数等。

5) Node类。结点活动类定义了节点名称、形状及其连接的道路等。

6) PublicTransportLine类。公共交通路线活动类定义了起始区位于目标区位，路线及载客量，运行时间及费用等。

7) Main类。主程序活动类是程序执行的入口，也是编译程序时所显示的界面，在这个活动类中综合了上面所有类的属性及方法，并使之相互嵌套实现预期运行效果。

参考文献

- [1] 薛领, 杨开忠, 沈体雁. 基于主体的建模: 地理计算的新发展[J]. 地球科学进展, 2004, 19(2)
- [2] 杨开忠, 薛领. 复杂区域科学: 21世纪的区域科学[J]. 地球科学进展, 2002, 17(1)
- [3] 张雷, 席北斗, 王京刚, 霍守亮, 苏婧. 系统动力学方法在城市生活垃圾产生系统的应用[J]. 环境科学研究, 2007, 20(5)
- [4] 陈建宏, 杨立兵. 基于Anylogic地下空间火灾人员疏散仿真模拟[J]. 火灾科学, 2007, 11(4)
- [5] 修文群, 池天河. 城市地理信息系统[M]. 北京: 北京希望电子出版社, 1999

实验模拟仿真

在模型建立的基础上，进行模拟仿真试验（图1）。我们可以看到整个画面是动态变化的：企业状态分为扩大、稳定、缩小三种动态的发展变化；各个区域的居民数量不同且也在不断变动，这是由于居民的工资水平、各区域租金（消费水平）不同，居民要选择适合自己的区域居住所引起的变动，同时也反映出居民对生活的满意度水平；交通状况由红色线（主干道）和蓝色线（公共交通路线）所反映，当线条变粗时，表明交通拥挤。实验结果表明，应用Anylogic软件较能初步模拟城市的主要状况。

结论

综上所述，研究城市动态发展规律和特征具有较高的科研和实际价值，但是由于城市的高度复杂性和发展变化性，长期以来对城市内部结构和空间扩展过程的动态模拟研究发展缓慢^[5]。Anylogic的使用跨越了全部领域，从“微观”考虑精确的尺寸、距离、速度和时间事件的操作层次的模型，到“宏观”考虑全局反馈的动态系统，累计值、更长期趋势和战略决策的战略层。应用Anylogic基于Agent的系统动力学建模方式能够比较全面、系统地模拟城市的发展动态，对于城市的规划者、决策者制定方案具有一定的指导意义。在今后的研究中应注重于参数、变量的合理设置，在采集数据的基础上进行数据分析，使参数、变量设置更加接近真实值，这样对城市系统模拟才能更合理，对以后城市发展的预测才能更符合规律。■

（作者单位：河北省保定市满城中学）