

Anylogic JIANMO YU FANGZHEN

Anylogic建模与仿真

方 昶◎主编



安徽师范大学出版社

Anylogic JIANMO YU FANGZHEN

Anylogic建模与仿真

方 昶◎主编

 安徽师范大学出版社

· 芜湖 ·

图书在版编目(CIP)数据

Anylogic建模与仿真 / 方昶主编. — 芜湖: 安徽师范大学出版社, 2018.3(2018.8重印)
ISBN 978-7-5676-3386-5

I. ①A… II. ①方… III. ①物流—系统建模—应用软件 ②物流—系统仿真—应用软件
IV. ①F252-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第034110号

Anylogic建模与仿真

方 昶◎主编

责任编辑: 李 玲

装帧设计: 桑国磊

出版发行: 安徽师范大学出版社

芜湖市九华南路189号安徽师范大学花津校区

网 址: <http://www.ahnupress.com/>

发 行 部: 0553-3883578 5910327 5910310(传真)

印 刷: 虎彩印艺股份有限公司

版 次: 2018年3月第1版

印 次: 2018年8月第2次印刷

规 格: 700 mm×1000 mm 1/16

印 张: 11

字 数: 175千字

书 号: ISBN 978-7-5676-3386-5

定 价: 58.00元

如发现印装质量问题,影响阅读,请与发行部联系调换。

前 言

目前我们研究现实事物的主要方法是静态的,然而实际生活中大量的事件一般都具有很强的随机性、动态性和复杂性,通常很难用数学方程的形式加以描述,也很难得到系统动态过程的解析表达式。虽然经典的概率及数理统计等数学知识为研究现实中的事物提供了理论基础,但对于实际生活中大量的动态事件而言,只有计算机仿真技术才能提供较为准确的运算结果。因此,建模与仿真是研究动态事件最重要、最有效的方法之一。Anylogic 仿真软件(简称“Anylogic”)作为一个独特的建模与仿真软件,它支持3种建模方法:基于离散事件建模、基于系统动力学建模和基于智能体建模,我们可以利用它对现实中的动态事件进行仿真模拟,获取现实运作过程中的相关信息,辅助我们进行管理决策。同时,我们还可以利用 Anylogic 进行辅助教学,让学生在仿真的模拟操作过程中培养计算机思维,并强化对物流与供应链等相关理论课程的理解。

作为一本软件使用说明书,我们旨在通过对实际案例的操作演示,在让学生熟悉 Anylogic 软件操作环境的同时,引导学生加深对建模与仿真思想的理解。读者可以把这本书视为学习 Anylogic 的入门指南,读完这本书并完成练习后,将能够利用过程流程图创建离散事件模型,并会创建简单的基于智能体模型。

本书分为2大部分共7章。第一部分包括第1章,主要介绍了 Anylogic 软件的一些基础知识;第二部分包括第2章至第7章,主要以银行排队模型、巴斯扩散模型、人群疏散模型、物流与供应链管理模型和工厂模型试验为例,介绍了3种建模与仿真的原理及操作流程。本书的具体框架如下:



本书由方昶主持编写,北京格瑞纳电子产品有限公司(Anylogic 中国总代理)提供支持。编写过程中,下列人员参与了工作:

潘义、刘小卉、刘明辉:1 Anylogic 软件概述;

潘义:2 基于离散事件建模;

尤壮壮:3 基于系统动力学的巴斯扩散模型,4 基于智能体的巴斯扩散模型;

刘小卉:5 人群疏散模型;

刘小卉、潘义、刘明辉、尤壮壮、丛祝辉:6 物流与供应链管理;

丛祝辉、刘明辉:7 工厂模型试验。

由于作者的知识和水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

方 昶

2017年12月

目 录

1	Anylogic 软件概述	001
1.1	Anylogic 软件介绍	001
1.2	建模与仿真介绍	001
1.3	Anylogic 软件特点	004
1.4	安装程序步骤(以版本 7 为例)	008
2	基于离散事件建模	013
2.1	学习目标	013
2.2	基于离散事件建模简介	013
2.3	基于离散事件建模的典例——银行排队模型	014
	本章小结	040
	思考题	040
3	基于系统动力学的巴斯扩散模型	041
3.1	学习目标	041
3.2	系统动力学理论	041
3.3	巴斯扩散模型简介	042
3.4	巴斯扩散模型	043
	本章小结	057
	思考题	058
4	基于智能体的巴斯扩散模型	059
4.1	学习目标	059
4.2	智能体的创建	059

4.3 参数模拟	062
本章小结	074
思考题	074
5 人群疏散模型	075
5.1 学习目标	075
5.2 普通情况疏散模拟	075
5.3 紧急情况疏散模拟一	086
5.4 紧急情况疏散模拟二	088
本章小结	093
思考题	093
6 物流与供应链管理	094
6.1 学习目标	094
6.2 实验内容	094
6.3 实验目的	094
6.4 操作步骤	095
本章小结	128
思考题	129
7 工厂模型试验	130
7.1 学习目标	130
7.2 操作步骤	130
本章小结	166
思考题	166
结束语	167

1 Anylogic 软件概述

1.1 Anylogic 软件介绍

Anylogic 是一款应用广泛的, 针对离散事件、系统动力学、多智能体和混合系统的建模与仿真软件。它的应用领域包括: 物流管理、供应链、制造业、行人交通、行人疏散、城市规划建筑设计、城市发展及生态环境、经济学、业务流程、应急管理、公共政策、疾病扩散等。

Anylogic 不仅具有丰富的插件库, 便于针对不同行业进行模拟创建分析平台, 而且基于 Java 通用平台, 拥有超强的二次开发能力, 便于开发更多模型及自定义库件。Anylogic 在物流研究领域的作用十分显著, 如供应链管理、仓储中心仿真模拟、基于 GIS(地理信息系统)下的路径规划、配送中心选址等一系列与物流有关的仿真模拟等。运用 Anylogic 软件进行仿真模拟, 可以大大增加物流效率, 降低物流成本。

1.2 建模与仿真介绍

1.2.1 仿真的概念

仿真是通过建立实际系统模型并利用所见模型对实际系统进行实验研究的过程。它和现实系统实验的区别在于, 仿真实验不是依据实际环境, 而是作为实际系统映像的系统模型在相应的“人造”环境下进行的。

仿真的过程是一种实验的过程, 也是系统地搜集和积累信息的过程。对一些难以建立数学模型和物理模型的对象系统, 便可通过仿真模型来顺利地解决预测、分析和评级等系统问题。通过系统仿真, 我们可以把一个复

杂的系统降阶成若干子系统以便于分析。在仿真过程中,我们能够启发新的思想或产生新的策略,还能暴露出原系统中隐藏的一些问题,以便及时解决。

1.2.2 仿真的主要步骤

对于每一个成功的仿真研究,其应用都包含着特定的步骤。现实中,仿真研究项目的类型和研究目的各不相同,但仿真的基本过程大体相似,主要包括以下8个步骤。

1.2.2.1 问题定义

在问题定义阶段,对于假设要小心谨慎,不要做出错误的假设。通常,我们对于问题的陈述要抓住重点,且越通用越好。例如,在物流的出货与运输环节,如何设置车辆的数量以及等待时间,如何安排好各车辆的进出路线,如何最大化地节约出货时间,都需要前期详细的考虑和定义。

1.2.2.2 制定目标

没有目标的仿真研究毫无用处,目标是仿真研究所有步骤的导向。通常,目标决定了我们应该做出怎样的假设,应该搜集哪些信息和数据;模型的建立和确认要考虑到能否达到研究的目的。在定义目标时,我们要详细说明哪些性能测度能够决定目标的可实现性,如每小时的产出率、工人的利用率、车辆的平均等候时间等。最后,我们要列出仿真结果的先决条件,如必须通过利用现有设备来实现目标,或最高投资额要在限度内,或产品订货提前期不能延长等。

1.2.2.3 描述系统和列出假设

不论是怎样一个模型,建模要素都非常必要,如资源、流动项目、路径、项目运输、流程控制、运输时间等。清楚地确认仿真模型的各个要素之后,便需要将现实系统做模型描述,并列出模型的假设条件,它远比向计算机模型转化更加困难。

1.2.2.4 列举可能的替代方案

在仿真研究中,确定模型早期运行的可替代方案是很重要的,它影响着

模型的建立。在初期阶段考虑替代方案,模型便可能被设计成可以非常容易地转换到替换系统的形式,为后期的施行节省大量时间。

1.2.2.5 搜集数据和信息

搜集数据和信息,除了为模型参数输入数据以外,在验证模型阶段,还可以提供实际数据与模型的性能测度数据进行比较。这些初步数据可以为模型输入参数提供基础,同时也将有助于一些精确数据的搜集。为了使模型能够更接近实际地运行,数据和信息的搜集也是无比重要的。

1.2.2.6 建立计算机模型

构建模型的过程中,首先要构建小的测试模型来证明复杂部件的建模是合适的。建模过程一般呈阶段性,在进行下一阶段建模之前,要验证本阶段模型是否能够正常工作。我们在建模过程中要不断运行和调试每一阶段的模型,而不是直接将整个系统模型构建起来。

1.2.2.7 校验和确认模型

通过校验和确认模型,我们试着判断模型的有效程度。判断模型有效性需要注意的是:

- (1)模型性能测度是否同真实系统的性能测度相匹配。
- (2)如果没有现实系统来对比,可以将仿真结果同相近现实系统的仿真模型的相关运行结果做对比。
- (3)利用系统专家的经验 and 直觉来假设复杂系统特定部分模型的运行状况。

1.2.2.8 分析输出

报表、图形和表格等常常被用于输出结果分析。一旦通过分析结果并得出结论,我们要能够根据模拟的目标来解释这些结果,并提出实施或优化方案。

1.2.3 解析模型 / 仿真模型

解析模型:模型中的模型参数、初始条件和其他输入信息以及模拟时间和结果之间的一切相互关系以公式、方程式和不等式来表示。

仿真模型:简单来说,是将一份工作分解为一系列步骤,并按步骤的逻辑关系把它们组合在一起。仿真模型是被仿真对象的相似物或其结构形式,它可以是物理模型或数学模型。

两者的特点和区别如下表所示:

解析模型	仿真模型
静态的,确定性的	动态的,可执行的
用于寻找答案,容易实现	—
难以捕捉时间,动态系统	易于捕捉问题的随机本质
难以捕捉复杂因果关系和时间约束	能够捕捉任何复杂度的因果关系和时间约束
不能随时间运行模型	—
—	可以测量各种量
—	能够详细描述模型中的行为

1.3 Anylogic 软件特点

1.3.1 灵活的建模方法

Anylogic 以复杂系统设计方法论为基础,同时支持基于 Agent、离散事件、系统动力学建模,并且可以以任意组合方式进行混合仿真。

1.3.1.1 基于 Agent 建模

从实际应用角度看,基于 Agent 建模是本质上分散化,及个体为中心的建模。确定主动实体,即智能体(可以是人、公司、项目、资产、车辆、动物、船、城市、产品等),定义它们的行为(主要驱动力、反应、记忆、状态等),把它们放到一个主环境中,或可建立社会网络,然后运行仿真模型,则整体(系统层)行为就展现为很多个体行为交互的结果。

Anylogic 的可视化语言,显著地简化了基于 Agent 建模的开发工作:

(1)UML 状态图:用于定义 Agent 行为。

(2)行为图:用于定义算法。

(3)环境对象:可描述 Agent 环境并搜集统计数据。

(4)事件:用于描述偶然或特定时间的事件。

以上结构几乎可描述 Agent 所有方面的行为,如果需要创建一些特殊描述的模型,可以编写特定的 Java 代码;基于 Agent 的模型可以与基于离散事件和系统动力学的模型无缝地组合;Agent 本身可以包含在系统动力学存量、流量或流程图中。

1.3.1.2 基于离散事件建模

我们周围的世界表现是“连续的”,但分析那些过程时,在很多时候,明智的做法是对连续的本质进行抽象,只考虑那些系统过程中“重要的”时刻和事件。基于离散事件建模技术以定义的非连续的事件近似为连续的真实世界的过程。离散事件主要用于狭义代表“以过程为中心”的建模,建议将分析的系统表示为一系列作用于特定类型的实体(交易)的操作,如顾客、文件、零件、数据包、车辆、电话等。实体是被动的,但是可以具有属性,能影响它们被处理的方式,或随着实体在过程中的流动而改变。以过程为中心的建模是中等偏下抽象度的建模途径。虽然每个对象作为实体单独进行建模,但建模者通常忽略了很多“物理层”的细节,如精细的几何形状、加速和减速等。以过程为中心的建模广泛运用于制造、物流和医疗领域。

(1)Anylogic 支持基于离散事件或以过程为中心的建模。

(2)Anylogic 标准库中,可创建任何离散事件的模型,只需拖放、连接模块并参数化即可。

(3)Anylogic 标准库对每个模块都有默认的动画,也可以自定义开发任何复杂度流程的动画,并在模型运营时管理参数。

1.3.1.3 基于系统动力学建模

基于系统动力学建模通常用于长期、战略性模型,假设被构建对象高度聚合:在系统动力学模型中,人、产品、事件及其他离散项都用数量代表,因此它们就失去了所有的个体属性、历史或动态变化。如果问题适合这种抽象程度,系统动力学会是可以使用的正确方法。Anylogic 采用了为系统动力学建模者所熟悉的方式来设计和模拟反馈结构(存量、流程图和决策规则,

包括数组变量,又叫下标)。

Anylogic 不仅支持传统的系统动力学存量和流量绘图,而且提供更多特性:

(1)Anylogic 模型中可开发自定义交互动画,相比只有存量和流量图,可更丰富地描述模型。

(2)Anylogic 模型可与其他模型相组合。

(3)Anylogic 可从 VenSim 直接导入动力学模型。

(4)Anylogic 基于 Eclipse 平台,其开发环境更现代化且易用。

1.3.2 简易的建模语言

Anylogic 完全基于 Java 语言开发,几乎支持所有 Java 应用,能够利用丰富的 Java 资源,从而与更多的系统进行结合。Anylogic 是一款可以将 UML 语言引入模型仿真领域的工具。

1.3.3 先进的建模技术

(1)支持多种方法建模。

(2)行人库基于社会力模型,比传统仿真软件更贴近真实行人特征。

(3)提供专业模型的调试。

(4)方便团队协同开发。

(5)开放性强,可通过二次开发,自定义控件库。

1.3.4 丰富的建模库件

1.3.4.1 标准库(企业库)

标准库(企业库)集合了所有定义工作流程的对象,如发生器、接收器、延迟、服务、输出选择等,以及相关的资源。所有对象都可以自定义:它们的参数可以动态改变,行动可能取决于实体的属性等。对象有输入/输出扩展点,用户可以定义需要在实体上执行的行为。一般类实体(实际上是 Java 类)反过来也能通过添加自定义字段和方法而得到扩展。标准库还包含一

系列特别为“注重空间”的过程所设计的对象,这些对象在某类物理空间中发生并涉及实体和资源的运动。这些对象的集合很大程度上简化了此类系统的建模,被称为网络建模。使用这项技术,需要定义网络拓扑结构(如在作为背景的设施地图上绘制 Anylogic 图形)、资源池和流程本身。流程定义可以结合特定网络对象(如移向定点、占用资源单位)和常规标准库对象。实体和资源会自动生成动画,沿着网络段移动或待在节点,并且和常规动画交织在一起。

1.3.4.2 行人库

用传统的离散事件方法来模拟人流较大的场所(如机场、地铁、博物馆、运动场所等)所得到的结果往往不准确,Anylogic 提供的行人库在建模过程中可以成功地模拟人与人之间的互动,真实地反映周围的环境(如墙、十字转门、电梯、椅子等特点,再现行人举动,并由此搜集相关数据。行人库中的对象使得用户可以用流程图的方式进行建模,而且它们与标准库也可以很好地融合在一起,这样一来对于建模过程中那些不太注重物理层交互的地方,就可以使用更高层次的离散事件建模。

1.3.4.3 轨道库

轨道库使用户可以高效地建模、仿真和可视化任意复杂度和规模的铁路调车场作业,用户可以很自然并轻易地将铁路调车场模型和相关的运输、装卸、资源分配、维护、商业流程等离散事件或基于 Agent 的模型结合起来。它可以生成详细而又高效的仿真模型,这在使用优化器确定最佳调车场管理规则时十分重要。

1.3.4.4 公路交通库

公路交通库允许用户创建、仿真和可视化车辆交通模型,提供了非常有效的实体车辆移动建模,同时支持高度细节,非常适合建模多种交通场景:高速路交通、道路交通、制造区域内部运输、停车场,或只要包含车辆、道路和车道的任何系统。

1.3.4.5 自定义开发库

自定义开发库可以将一些特定应用领域里可再次利用的对象以及 Java

类打包起来,作为一个控件库保存。自定义开发库可以和标准库在面板中同时打开,故可以把定制的仿真解决方案与项目成员共享,或者发给客户。

1.4 安装程序步骤(以版本7为例)

(1)文件夹里会有两个程序,第一个适合操作系统为32位的系统,第二个适合操作系统为64位的系统。请按照自己电脑的配置选择安装,如图1-1所示。

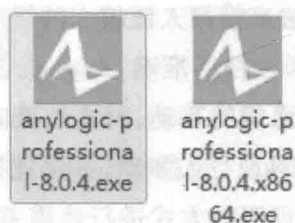


图 1-1

(2)点击“I Agree”,如图1-2所示。

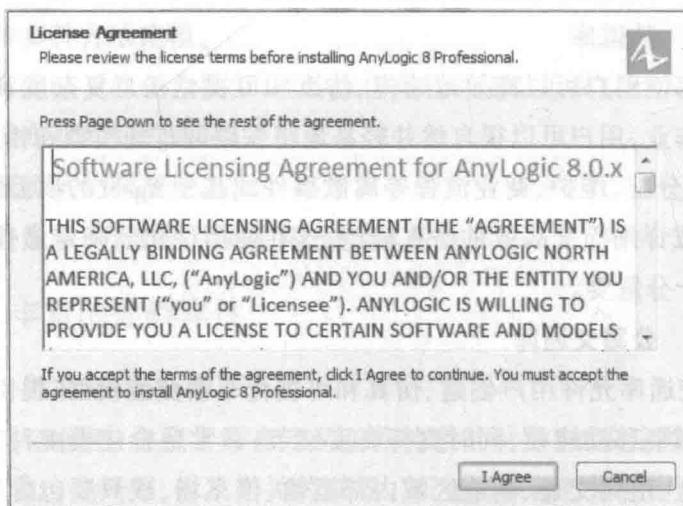


图 1-2

(3) 点击“Install”，如图 1-3 所示。

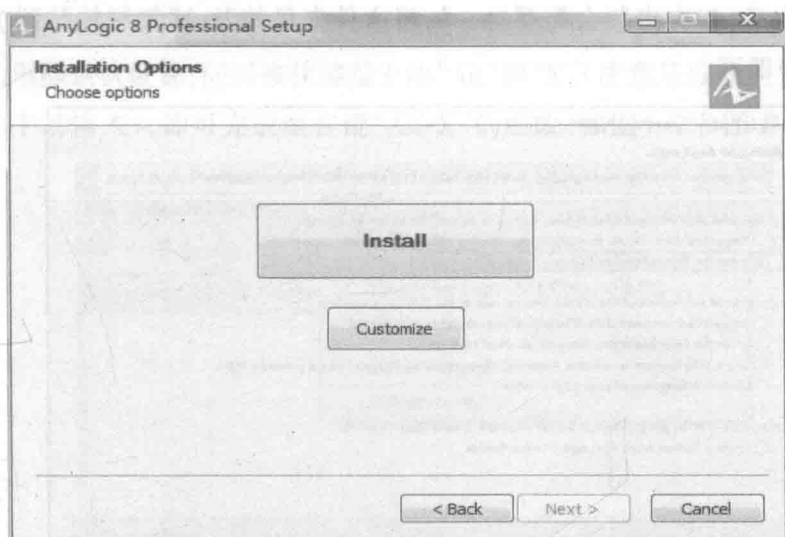


图 1-3

(4) 等待，暂时不要进行任何操作，如图 1-4 所示。

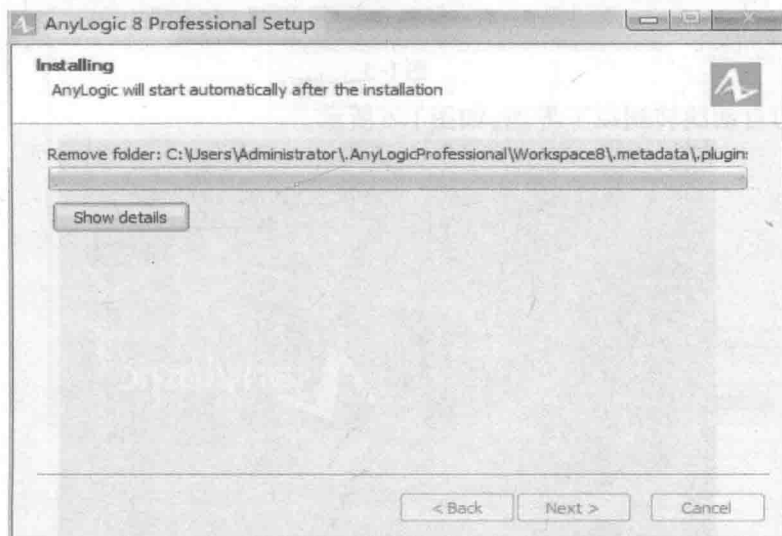


图 1-4

(5)若是试用版,在上一步结束后,将跳转到图 1-5 的界面,按步骤进行操作。注意:初次安装会需要“key”,将文件夹里的“key”复制粘贴到“key”文本框中即可。

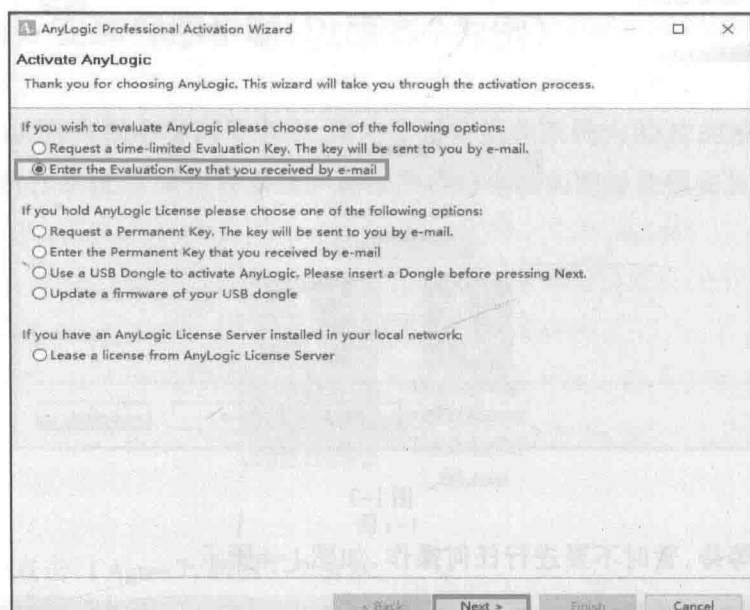


图 1-5

(6)自动跳转到以下界面,如图 1-6 所示。



图 1-6

(7)进入欢迎界面,包括教程、示范案例等。注意:进入系统后,首先修改