

高等院校经济管理类
信息技术实验系列教材

决策仿真实验

邵志芳 编 著

The Experiments of Decision Simulation

高等院校经济管理类信息技术实验系列教材

决策仿真实验

邵志芳 编著

 上海财经大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

决策仿真实验/邵志芳编著. —上海:上海财经大学出版社, 2015. 8

(高等院校经济管理类信息技术实验系列教材)

ISBN 978-7-5642-2229-1/F · 2229

I. ①决… II. ①邵… III. ①企业管理-决策支持系统-高等学校-教材

IV. ①F272.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 175123 号

☐ 责任编辑 李志浩

☐ 封面设计 张克瑶

JUECE FANGZHEN SHIYAN

决策仿真实验

邵志芳 编著

上海财经大学出版社出版发行
(上海市武东路 321 号乙 邮编 200434)

网 址: <http://www.sufep.com>

电子邮箱: webmaster@sufep.com

全国新华书店经销

同济大学印刷厂印刷

上海叶大印务发展有限公司装订

2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16 11.25 印张 288 千字

印数: 0 001—3 000 定价: 35.00 元

高等院校经济管理类信息技术实验系列教材

编委会

主 编 刘兰娟

副主编 韩冬梅 韩景倜 李艳红

编委会 (按姓氏笔画排序)

王炳雪	邓祖新	王淞昕	冯佳昕	田 博
刘兰娟	竹宇光	陈元忠	陈 岗	芮廷先
邵志芳	李欣苗	吴继兰	李艳红	杜梅先
张 勇	张 娥	张雪凤	劳帼龄	郑大庆
郝晓玲	赵龙强	曹 风	崔丽丽	黄海量
曾庆丰	韩冬梅	韩松乔	谢美萍	韩景倜
熊珺杰				

总 序

科技在飞速发展,社会在不断进步,当代大学生若要适应市场经济对人才的需求,除了要有深厚的理论基础外,更需要具有实践能力,因此,大学的实验教学和实践体系设计越发重要,成为在校生学习和受教育过程的重要组成部分。

高等学校 IT 人才的创新和实践能力与社会岗位需求之间存在一定差距,很重要的一个原因是高校实验课程的设计与企业需求联系不够紧密,实验课程设计中整体思想贯穿不够。所以,为了加快经济管理类高校 IT 类实验课程的建设步伐,需要在新一轮课程体系改革中,围绕“能力分解、阶梯推进”的课程实验改革思路,基于阶段项目训练的课程体系建设规划,同时结合 IT 相关专业的特点,在遵循现有课程体系的前提下,对专业课程的实验环节进行重组、整合和系统性规划,将 IT 行业的职业化场景真正引入课程体系和教学的全过程。

根据实验教学规律,我们将实验教学分为基础认知型(软件实验和硬件实验)、应用设计型、综合创新型(包括课程性综合实验、专业性综合实验、学科性综合实验)三个层次,分层次安排实验项目和内容,实现实验教学的系统优化。通过基础认知型实验设计,对学生进行基本实验技能、实验原理、实验方法的训练,巩固和应用理论知识;通过应用设计型实验设计,让学生能够运用基础实验内容,通过比较、抽象、概括、归纳等积极思维活动进行课程设计;通过综合创新型实验设计,运用多门课程的实验内容和实验结果,提出实现综合设计实验的总体方案,充分发挥学生的积极性、主动性和创造性,促进知识向能力转化。通过以上三个层次的实验设计规划,形成彼此关联、相互配合的系统化和层次化的实验课程体系。在这一过程中强调在课程群中统一实验目标、集中规划,在各门课程认知实验的基础上,强调专业知识的集成和学科综合。与此同时,利用“案例与任务驱动”的教学模式,启发学生在课程群环境中通过演练式学习主动分析和研究企业仿真环境,发现问题,创新思维,培养大学生的创造性思维。

本系列实验教材具有一定的实践意义:(1)形成了分阶段、渐进式学习模式,课程体系在原有的单一性、演示型、验证性课程实验的基础上设计了设计型、综合性实验,以及开放性、创新型实验,引导学生由浅入深,从知识理解到知识运用,再从知识运用到自主创新。(2)设计了以知识贯穿和课程融合为主导的集成实验内容,实现了十几门课程、基于两个案例的实验课程集成,弥补了课程之间的知识断点,实现了各课程之间的知识融合,促使学生从科目分科学习到知识融会贯通、从各门课程的知识积累向所有知识的综合运用能力转化。

本系列实验教材分专业和公共两个系列:专业系列包括综合设计实验、数据库、系统分析与设计、管理信息系统等实验教材;公共系列包括管理会计、经济管理中的计算机应用、ERP 综合实验等实验教材。本系列实验教材既适合作为高等学校信息管理与信息系统专业和经济管理类的 IT 专业本科生学习及实践的配套指导教材,也可以作为非计算机专业学生教学实践课程的专用教材。

希望通过本系列实验教材的共享和传播,能促进上海财经大学 IT 专业实验教学的深入开展,助力于全国财经类院校经管类 IT 专业实验教学的改革探索,继而推动全国高等院校实验教学创新发展。

刘兰娟

上海财经大学信息管理与工程学院

2015 年 7 月

前 言

仿真是利用模型复现实际系统中发生的本质过程,并通过对系统模型的实验来研究存在或设计中系统的一种有效的研究手段。系统仿真是建立在控制理论、相似理论、信息处理技术和计算技术等理论基础之上的,以计算机和其他专用物理效应设备为工具,利用系统模型对真实或假想的系统进行实验,并借助于专家经验知识、统计数据和信息资料对实验结果进行分析研究,进而作出决策的一门综合性的和试验性的学科。从学科领域来看,系统仿真是运筹学的一个重要分支,它与线性规划和网络技术一起被称为运筹学在应用领域中的三大支柱。在求解复杂系统中,系统仿真具有不可忽视的优越性。系统仿真技术已在工业生产、交通运输、能源供应、医疗卫生、航空航天、军事作战、制造过程以及社会服务等领域得到了广泛的应用。在各行各业中,应用于生产运行管理、设计方案论证、企业诊断、高层次决策分析、投资风险、谈判策略等方面,具有巨大的应用潜力。

本书借助 Arena 仿真软件,通过 8 个实验系统讲述仿真的原理、建模过程、仿真结果分析、决策建议等相关内容。具体内容如下:

实验一,认识 Arena,包括熟悉 Arena 软件功能与特点、仿真环境、仿真策略、建模工具等。课程后半部分会设置一个简单的加工中心的仿真案例,学生通过 Arena 仿真软件对案例进行研究,从而进一步认识仿真的基本原理和过程。

实验二至实验四是针对一个生产 2 种产品、需要经过 3 个加工步骤的电子组装与检测生产线,建立该生产线仿真模型并逐步细化该模型,通过运行仿真模型,了解该生产线运行状况(生产周期、设备利用率、等待加工时间、生产能力等),分析该生产线存在的问题,并对该生产线的管理提出改进建议。

实验五至实验七是呼叫中心模型,通过建立并逐步细化该呼叫中心的仿真模型,对呼叫中心的运营状况、客户满意度、成本等进行分析评价。

实验八, Arena 的进一步认识,该实验是对 Arena 仿真软件除建模以外的其他功能进行练习。包括实测数据的拟合工具、方法;对比方案的设计以及方案对比结果的分析; Arena 仿真模型的确认和调试方法; Arena 中的优化功能。

本书 8 个实验由易到难,问题复杂度逐步提高,学生通过上机实操,完成每个实验规定的内容,学生的软件操作能力、建模能力、问题分析能力、结果分析能力将得到系统锻炼。

本实验内容借助仿真软件,构建管理问题的仿真模型,寻求优化方案。故要求学生能熟练操作计算机,具备一定的计算机应用能力。仿真模型的输入数据及输出结果分析皆涉及随机问题,

要求学生掌握基本的概率论与数理统计知识。

参加本书编写工作的有张力子、徐隆同学,信息管理与工程学院的研究生陈韵阳、刁宇希、孙建鹏、张梦鹿参加了本书的编写工作,在此,对上述同学表示感谢!

由于笔者水平有限,书中难免有错误或不当之处,恳请专家和读者批评指正。

邵志芳

2015年7月

目 录

总序	1
前言	1
实验一 认识 Arena	1
实验 1-1 Arena 软件的基本操作	1
一、实验目的	1
二、实验环境	1
三、实验要求	1
四、实验步骤	1
实验 1-2 创建一个简单的加工中心模型	5
一、实验描述	5
二、实验要求	5
三、实验步骤	6
四、模型运行与结果分析	7
实验 1-3 模型拓展	8
一、实验描述	8
二、实验要求	9
三、实验步骤	9
四、模型运行与结果分析	11
五、实验思考	12
实验二 一个基本的电子组装与检测系统	15
一、实验目的	15
二、实验描述	15
三、实验要求	16
四、实验步骤	16
五、模型运行与结果分析	29

六、实验思考	32
实验三 改进的电子组装与检测系统	36
一、实验目的	36
二、实验环境	36
三、实验内容	36
四、实验步骤	37
五、模型运行与结果分析	44
六、实验思考	44
实验四 完善的电子组装与检测系统	48
实验 4-1 增强动画效果	48
一、实验目的	48
二、实验环境	48
三、实验内容	48
四、实验步骤	49
五、模型运行与结果分析	58
实验 4-2 含传输过程的电子产品装配与测试系统	58
一、实验目的	58
二、实验内容	58
三、实验要求	59
四、实验步骤	59
五、实验思考	71
实验五 呼叫中心模型	75
一、实验目的	75
二、实验环境	75
三、实验内容	75
四、实验步骤	76
五、模型运行与结果分析	100
六、实验思考	104
实验六 改进的呼叫中心模型与评价	107
一、实验目的	107
二、实验环境	107
三、实验内容	107

四、实验步骤	109
五、模型运行与结果分析	132
六、实验思考	135
 实验七 完善的呼叫中心模型与系统评价	140
一、实验目的	140
二、实验环境	140
三、实验内容	140
四、实验步骤	141
五、模型运行与结果分析	151
六、实验思考	156
 实验八 Arena 的进一步认识	159
一、实验目的	159
二、实验环境	159
三、实验内容	159
四、实验步骤	159
五、实验思考	166

实验一

认识 Arena

实验 1—1 Arena 软件的基本操作

一、实验目的

- (1) 理解仿真的概念；
- (2) 熟悉 Arena 软件建模环境、基本模块和基本操作；
- (3) 了解仿真模型的创建方法。

二、实验环境

- Rockwell Software Arena V13.90。

三、实验要求

- 熟悉 Arena 软件及基本操作。

四、实验步骤

(一) 启动 Arena 软件

开始→所有程序→Rockwell Software Arena。



图 1.1 启动 Arena 软件

(二)进入 Arena 操作界面
如图：



图 1.2 Arena 操作界面

(三)熟悉 Arena 操作界面

(1)项目条(Project Bar)

在 Arena 窗口的左侧,是项目条窗口,列出了用来创建模型的模块(Module),包括流程图模块和数据模块。

项目条一次只能显示一个模板,可以在不同模板中切换。一般具有 Basic Process 模板, Reports 模板(在模拟模型运行后才开始使用),导航(Navigate)模板(在一个模型或者不同层次的子模型之间进行切换不同视图)。还可以根据需要附加上不同的模板:File→Template Panel→Attach...,添加需要的模板。

可以根据需要打开和关闭项目条。

(2)Flowchart 和 Spreadsheet 视图

模型窗口位于右侧,可以分为两个视图:上方是 Flowchart 视图,下方是 Spreadsheet 视图。

拖拽左侧模板中的模块到 Flowchart 视图可创建模型,可以通过双击 Flowchart 上的对象进入相应对话框来进行编辑和设定。

Spreadsheet 视图直接显示模型所包含的数据信息,可以对 Spreadsheet 视图进行编辑、添加、删除数据。一次可以显示出模型中所有相同的数据元素。

许多模型参数都可以通过以上两个不同视图进行编辑。

(3) 模块

模块是构造模型的基本对象,Arena 包含两类基本模块:Flowchart 和 Data。不同的模块用来完成不同的操作和设置。

● Flowchart 模块

在项目条中列出的都是“空”模块,可以从项目条中拖拉空流程图模块到模型窗口的 Flowchart 视图来添加一个流程图模块,在一个模型中可以存在多个同种类型的流程图模块。

Flowchart 模块用来描述动态的流程,可以视为实体流通过的地点和对象,一般都是相互连接的。对 Flowchart 模块有两种编辑方法:通过双击打开对话框进行编辑/设定;单击项目条上的相应对象,对 Spreadsheet 视图中相应的对象进行编辑/设定。

在 Basic Process 模板中的 Flowchart 模块包括:

Create, Process, Dispose, Decide, Record, Assign, Batch, Separate。

具体如下:

❖ Create 模块

该模块用于模拟模型中产生的实体(Entity)。通过调度或者基于某个达到时间间隔可以产生一个个实体。产生实体后,实体就离开 Create 模块进入系统。因此,实体类型是在此模块中进行定义。

❖ Process 模块

该模块用于模拟中的主要处理过程。在此模块中可以进行对资源(Resource)的获取(Seize)和释放(Release)。此外,还可以使用“submodel”选项来指定是否配置子模型。若处理时间要分配给实体,则可以选定为 value added, non-value added, transfer, wait 或 other。

❖ Dispose 模块

该模块用于标识模拟模型中的实体运动结束的终点。对于实体的统计必须在该实体被 dispose 之前进行统计。

❖ Decide 模块

该模块允许在系统中进行决策选择处理。它根据一个或多个条件进行判断决策(如,若实体为 Gold Card)或者基于一个或多个概率(如,75% 是; 25% 否)进行判断。所设条件可以是基于属性值(如,优先级),变量值(如,Number Denied),实体类型,或表达式(如,NQ (ProcessA.Queue))。

❖ Record 模块

该模块用来收集模拟模型中的统计值。不同类型的观测统计值都可以在此设定,包括从此模块退出的时间,实体统计值(time、costing 等),一般观测值,间隔统计值(从一个时间点到当前模拟时间点)。计数类型的统计值也有效。

❖ Assign 模块

该模块用于为变量、实体属性、实体类型、实体图片或者其他系统变量进行赋值。在一个 Assign 模块中可以进行多个赋值。

❖ Batch 模块

该模块是在模拟模型中作为分组机制来应用的。实体的 Batches 可以是永久性的也可以是暂时进行分组。临时 Batches 必须随后使用 Separate 模块进行分割。

❖ Separate 模块

该模块用于将一个导入实体复制到多个实体中,或者可以将已经分组的实体进行分割。

● Data 模块

可以为整个模型设置参数、条件等,不是实体流,没有连接。

Data 模块与 Flowchart 模块的图标不同。

要设置 Data 模块,可单击选定相应的 Data 模块,并在右下方的 Spreadsheet 视图中进行定义和设置。在一个模型中,每个类型的数据模块只有一个,但是可在 Spreadsheet 视图中有多个行来表示不同的数据对象。可以通过对话框编辑和设定数据模块。

进行设定和编辑时,是在项目条的相应 Data 模块上单击,并在 Spreadsheet 视图中编辑,双击/单击/右键单击。

一个模型的一种数据模块只能有一个,但是可以由不同的行来代表不同的数据模块。

Basic Process 模板中的 Data 模块包括:Entity, Queue, Resource, Schedule, Set, Variable。

❖ Entity 模块

该数据模块用来定义不同的实体类型以及初始的图片。同样,初始成本信息和持有成本(holding costs)也可以在此定义。

❖ Queue 模块

该数据模块可以用来改变特定队列的排序规则。缺省的排序规则是 FIFO。如要不同的排序规则,请在此模块中设定。在此还有一个额外的字段用于指定该队列是否可以为其其他实体分享。

❖ Resource 模块

该数据模块定义了模拟系统中的资源,包括成本信息和资源可用性。资源可以具有一个固定的容量,在整个模拟过程中不发生变化,也可根据安排改变。Resource failures 和 states 用来说明该模块中的 Advanced Process and Advanced Transfer Panel。

❖ Schedule 模块

该数据模块可用于与 Resource 模块进行连接以定义资源容量变化的安排,或者可与 Create 模块连接以定义到达安排。

❖ Set 模块

该数据模块定义了不同类型的集合,包括资源、计数器、累加器、实体类型和实体图片。资源集合可以用于 Process (and Seize, Release, Enter and Leave of the Advanced Process and Advanced Transfer Panels) 模块。计数器和累加器集合可以用于 Record 模块。队列集合可以用于 Seize, Hold, Access, Request, Leave 以及 Allocate modules of the Advanced Process and Advanced Transfer Panels。

❖ Variable 模块

该数据模块可用于定义变量和初始值。变量可以在其他模块中调用(如 Decide 模块),可以通过 Assign 模块来赋值,也可以用于其他任何表达式。

● 对象模块间的联系

Flowchart 和 Data 模块通过对象名相互联系, Queue, Resource, Entity, Variable, ..., Are-

na 对不同的名称会构建一个内部列表,能在需要时给出合用的对象,帮助开发人员记住和管理名称与对象。

一个模型中的所有对象的名称必须是唯一的,即使是在不同类型的模块上,也必须是唯一的。

(4) 内部模型文档

对于模块、图形的数据说明,鼠标移到上面就可以看到。

缺省部分——对象的基本信息(名称、类型)。

用户定义部分——右键单击该对象,选择 Properties,并进行输入即可。

也可以在 View→Data Tips 菜单中选择。

项目描述——Run→Setup→Project Parameters,Project Description 中输入即可。

模型文档报告——Tools→Model Documentation Report。

可生成关于模型细节的 HTML 文件。

实验 1-2 创建一个简单的加工中心模型

一、实验描述

创建一个简单的加工中心模型:零件“毛坯”到达钻孔加工中心,在仅有的单台钻床上加工,然后离开,如图 1.3 所示。如果零件到达时钻床是空闲的,则立刻开始加工;否则,将进入一个“先进先出”(First In First Out, FIFO)的队列等待。已知零件到达时间服从均值为 5(单位分钟)的指数分布,处理时间服从三角分布(1,3,5)。

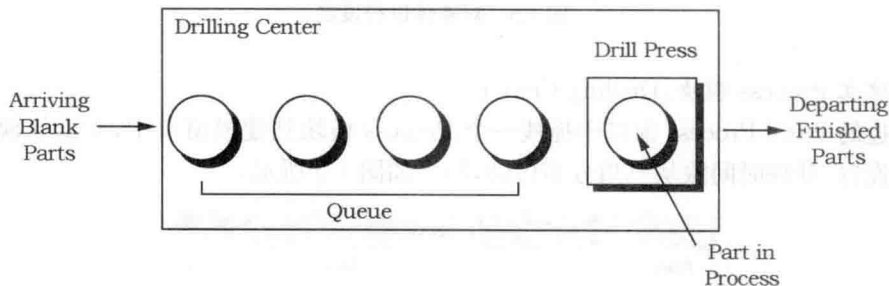


图 1.3 一个简单的加工中心模型

二、实验要求

(1) 创建该系统的仿真模型。

(2) 对下列能表征出系统性能的量进行分析:

- 在 20 分钟加工过程中的总产量;
- 零件平均排队等待时间、最大排队等待时间;
- 平均队长、最大排队等待零件数;
- 流程时间;
- 钻床的利用率。

三、实验步骤

(一) 创建 Create 模块

Create 模块用来生成所有的实体。从左边的 Basic Process 窗口中拖拽一个 Create 模块到建模窗口中,双击该模块进行相关属性的设置,设定名称为 Part Arrives to System,到达时间服从均值为 5 的指数分布。如图 1.4 所示:

Figure 1.4 shows the 'Create' module configuration dialog box. The 'Name' field is set to 'Part Arrives To System' and the 'Entity Type' is set to 'Part'. Under 'Time Between Arrivals', the 'Type' is 'Random (Expo)', the 'Value' is '5', and the 'Units' are 'Minutes'. The 'Entities per Arrival' is set to '1', 'Max Arrivals' is 'Infinite', and 'First Creation' is '0.0'. The 'OK', 'Cancel', and 'Help' buttons are at the bottom.

图 1.4 创建 Create 模块

(二) 在 Spreadsheet 视图对 Part 实体进行设定,选择动画图片 Picture.Blue Ball

Entity - Basic Process								
	Entity Type	Initial Picture	Holding Cost / Hour	Initial V/A Cost	Initial NVA Cost	Initial Waiting Cost	Initial Tran Cost	Initial Other Cost
1 ▶	Part	Picture.Blue Ball	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Double-click here to add a new row								
								Report Statistics

图 1.5 对实体进行设定

(三) 建立 Process 模块:Drilling Center

从左边的 Basic Process 窗口中拖拽一个 Process 模块到建模窗口中,双击该模块进行相关属性的设置,处理时间服从三角分布(1,3,5)。如图 1.6 所示:

Figure 1.6 shows the 'Process' module configuration dialog box. The 'Name' is 'Drilling Center' and the 'Type' is 'Standard'. Under 'Logic', the 'Action' is 'Seize Delay Release' and the 'Priority' is 'Medium(2)'. The 'Resources' list contains 'Resource, Drilling Center Resource, 1'. Under 'Delay Type', the 'Type' is 'Triangular', 'Units' are 'Minutes', and 'Allocation' is 'Value Added'. The 'Minimum' is 1, 'Value (Most Likely)' is 3, and 'Maximum' is 5. The 'Report Statistics' checkbox is checked. The 'OK', 'Cancel', and 'Help' buttons are at the bottom.

图 1.6 建立 Process 模块