

高等学校信息管理示范教材

管理系统模拟

肖人彬 胡 斌 龚晓光 编著

<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

高等学校信息管理示范教材

管理系统模拟

肖人彬 胡斌 龚晓光 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

管理系统模拟是现代管理科学体系中的前沿发展领域。本书凸现了在计算机模拟技术与管理问题求解有机结合方面的特色。

全书内容共分为7章。第1章从认识论的高度,阐述了知识、模型、模拟的对应关系;第2章介绍了管理系统模拟的基本原理;第3~5章分别讨论了离散系统模拟、连续系统模拟和多智能体模拟,突出了管理系统的复杂性特点;第6章是管理系统模拟实例分析;第7章论述了管理系统模拟的新进展。为了帮助读者学以致用,书中主要实例相应的演示文件可从有关网站下载;读者按照书中的详细介绍和演示说明文件的提示,可将各个实例的建模和求解过程一一重现出来。

本书既适合作为高等学校信息管理类及其相关专业(如管理科学与工程、工商管理、系统工程、计算机应用等专业)本科生的教材,也可作为上述专业的研究生和有关科技工作者的参考用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

管理系统模拟/肖人彬,胡斌,龚晓光编著. —北京:电子工业出版社,2008.9
高等学校信息管理示范教材
ISBN 978-7-121-07411-0

I. 管… II. ①肖… ②胡… ③龚… III. 管理信息系统—计算机模拟—高等学校—教材 IV. C931.6
中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第145880号

策划编辑:刘宪兰

责任编辑:刘宪兰 徐蔷薇

印 刷:北京市海淀区四季青印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:19.75 字数:454千字

印 次:2008年9月第1次印刷

印 数:4000册 定价:27.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。



总 序

管理作为有效实现目标的社会活动，自古有之。古代的中国人、巴比伦人、苏美尔人、古埃及人、希伯来人、古希腊人和古罗马人，都创立了许多管理思想。但是现代西方管理的基本思想是与近代大工业生产及科学技术的发展紧密联系在一起的，如亚当·斯密的管理思想是与第一次工业革命联系在一起的；从此开始，管理思想不断发展，如泰罗、吉尔布雷斯、甘特、福特等人的科学管理，法约尔、韦伯等人的组织管理；梅奥等人的行为管理等，马斯洛的需求层次理论，赫茨伯格的双因素理论等。随着计算机的出现，人类处理信息的能力得到极大的提高，也同时认识到信息资源的能动作用，管理的核心随之转移到了信息之上——信息管理应运而生。随着世界性的信息化浪潮的迅速推进，信息管理扩展到了各行各业，又形成电子商务、电子政务、企业信息化、医院信息化……多个子领域，迅速形成一个庞大而独立的专业领域和学科范畴，仅2005年初步统计，我国信息管理本科专业已经有500多个布点。这套教材就是为满足这样的教学要求，于2001年以“新编信息管理与信息系统核心教材”为名开始组织编写的。

从目前看，信息管理专业大致可以分为两个大的方向：信息系统建设与管理 and 信息资源建设与管理。在具体教学中各个学校大都采取了以其中一个方向为主兼顾另一个方向的做法。所以，我们从一开始，就把这套书定位在二者兼顾上。

教学是一个严肃的过程，教材的质量是教学的生命线。为了保证这套教材的质量，每本书的作者都是在充分调研的基础上确定的，在编写的过程中编者、作者和编辑反复沟通。与此同时，我们还聘请了这个领域有代表性的知名学者——黄梯云、陈禹、马费成作为顾问，并聘请有关专家参加编辑委员会的工作，层层把关。在大家的共同努力下，这套书的质量得到了社会的肯定，在2006年公布的国家“十一五”规划教材中，这套书的大部分都列入其中。这一结果鼓舞我们把这套书编写得更好。我们也把这个结果作为一个新的起点，并按照大家的建议，把这套教材更名为“信息管理示范教材”。

“示范”就是抛砖引玉，希望通过我们的努力，把信息管理专业教材的质量提高到一个新的高度。同时，也希望广大读者提出批评、建议和予以指导。

编委会
2007年6月



前 言

早在 20 世纪 60 年代, 诺贝尔经济学奖获得者、管理理论丛林中决策理论学派的代表人物 Simon 在《管理决策新科学》一书中就专门论述过计算机与组织管理的关系及其在管理决策中可能起到的作用, 由此开启了计算机与管理学互相交叉渗透、日益紧密联系的时代。管理系统模拟就是两者融合、应运而生的产物。

目前国内一些高等院校为信息管理类专业的本科生开设了《管理系统模拟》课程, 不过与《管理信息系统》等课程相比, 该课程的教学体系尚在探索之中, 并未成熟定型; 相应的适宜本科生教学的教材比较匮乏, 其内容也存在某些欠缺和不足。针对这种情况, 我们三位作者在多年教学实践的基础上, 参考近期开展的有关科研课题工作及其所取得的研究成果, 编著完成了本教材, 在计算机模拟技术与管理问题求解的有机结合上进行了有益的尝试。

一本能被接受认可、为读者所欢迎的教材有赖于各方面的精心谋划, 应该具有自身的明显特色和独到构思。下面围绕这一关键环节, 针对本书的特点进行必要的说明。

第一, 模拟常被称为“没有办法的办法”, 这种说法虽然通俗形象, 但并未触及模拟的本质。本书从剖析问题求解途径入手, 指出模拟是包含现实世界、逻辑世界、计算机世界之间转换关系的问题求解的一种新途径, 并进一步明确了知识、模型、模拟之间的对应关系, 从而在认识论的高度, 通过建立有关概念体系揭示了模拟的本质, 为本书内容的选取和篇章的布局提供了有力支撑和可靠依据。

第二, 本教材的定位是面向管理类而不是计算机类本科生, 因此应该按照问题导向的要求, 根据管理系统的重点组织教材相关资料; 而不宜采用技术导向的方式, 写成计算机模拟在管理中的应用。

管理系统作为一类社会经济系统, 本身属于复杂系统的范畴。基于这一认识, 本书在内容的安排上充分考虑了管理系统的复杂性特点, 重点介绍了系统动力学方法(第 4 章)和多智能体模拟技术(第 5 章)。它们作为复杂系统研究的重要手段, 正在管理系统模拟中发挥越来越大的作用, 特别是系统动力学中的基模分析对于把握管理系统行为具有明显的参考价值。若是按照技术导向的方式, 这些内容通常不作介绍或者只是简略叙述。

第三, 管理学是一门面向实际的致用学科, 通过管理系统模拟课程的学习, 读者不仅要掌握有关概念术语和基本原理方法, 更要具备一定的解决实际管理问题的能力。鉴于此, 本书专设一章(第 6 章)介绍管理系统模拟的两个实例并进行了相应的分析说明。为了实现学以致用目标, 我们进一步在本书内容的可操作性上狠下工夫。书中的

主要实例（3.4 节的离散系统模拟，4.2.2 节的市场扩散模拟，4.5 节的系统动力学模拟，5.3.3 节的病毒传播模拟，5.5 节的多智能体模拟和第 6 章的两个实例）都是由作者亲自开发完成的，相应的演示文件可登录华信教育资源网（www.huaxin.edu.cn 或 www.hxedu.com.cn）下载得到。读者按照书中的详细介绍和演示说明文件的提示，即可将各个实例的建模和求解过程一一重现出来。在此基础上，若能认真思考，细心体味，进而举一反三，尝试求解类似的管理系统问题，就可以融会贯通，达到学以致用的要求。

为了体现上述构思特点，作者在内容的选取和篇章的布局上进行了考虑，最终采用以下 7 章的篇幅构成本书的内容。作为绪论的第 1 章从认识论的高度，阐述了知识、模型、模拟的对应关系，起到了统领全书的作用。第 2 章介绍了管理系统模拟的基本原理，旨在为后续章节提供知识基础。第 3~5 章的内容是本书的主体部分，分别讨论了离散系统模拟、连续系统模拟和多智能体模拟，讲述了有关知识。第 6 章是管理系统模拟实例分析，其中一个实例偏重于问题导向，主要阐述如何分析和求解实际问题；另一个实例偏重于方法导向，重点介绍如何集成模拟方法与通用开发环境。第 7 章从技术发展的角度，论述了管理系统模拟的新进展。

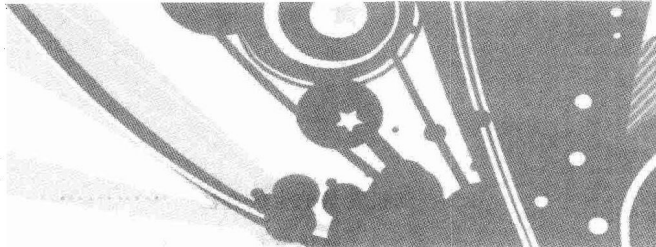
本书由华中科技大学肖人彬、胡斌和龚晓光共同编著撰写。按照肖人彬拟订的写作大纲，胡斌负责撰写第 2 章和第 3 章（龚晓光参加撰写了 3.6.3 节），本书其他 5 章内容均由肖人彬、龚晓光合作撰写完成，最后由肖人彬对全书进行统校定稿。

作者指导的多位研究生协助完成了本书的有关工作，其中主要有博士生董升平和陈卫明，硕士生方亮和王瑞瑞等人，在此对他们做出的贡献表示感谢。

管理系统模拟是管理学的前沿发展领域，尚未达到成熟的阶段。因此书中难免有所疏漏，存在不当之处，恳请读者批评指正，以使本书得到改进并不断完善。

肖人彬

2008 年 7 月 11 日



目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 系统与管理系统的	(2)
1.1.1 系统的概念	(2)
1.1.2 管理系统	(3)
1.1.3 系统与管理系统的特性	(3)
1.2 问题、知识、模型与模拟	(4)
1.2.1 问题求解的两种途径	(5)
1.2.2 知识的概念	(6)
1.2.3 模型与模拟	(7)
1.3 管理系统模拟概述	(8)
1.3.1 管理系统模拟的定义	(8)
1.3.2 管理系统模拟的特征	(9)
1.3.3 管理系统模拟的步骤	(10)
1.3.4 管理系统模拟的发展概况	(11)
1.4 管理系统模拟的实现方式	(13)
1.4.1 利用通用高级语言进行模拟	(13)
1.4.2 利用专用模拟语言进行模拟	(13)
1.4.3 利用模拟器进行模拟	(14)
1.4.4 利用混合型模拟软件进行模拟	(14)
1.5 本书的基本结构	(15)
思考与练习题	(16)
参考文献	(16)
第 2 章 管理系统模拟的基本原理	(17)
2.1 管理系统模拟的分类	(18)
2.2 随机数的生成与检验	(20)
2.2.1 随机数的性质	(20)
2.2.2 均匀分布随机数的生成	(20)
2.2.3 均匀分布随机数的检验	(24)

2.3 随机变量的生成方法	(29)
2.3.1 随机变量及其分布	(29)
2.3.2 随机变量的生成	(29)
2.3.3 常用随机函数及其适用范围	(37)
2.4 实验方案的设计	(39)
2.4.1 实验方案设计的要求	(39)
2.4.2 实验方案设计的原则和方法	(40)
2.5 模拟结果的统计分析	(43)
2.5.1 终态模拟和稳态模拟的概念	(43)
2.5.2 终态模拟结果分析	(45)
2.5.3 稳态模拟结果分析	(47)
2.6 管理系统模拟的验证、确认和检验	(51)
2.6.1 模拟模型的验证	(51)
2.6.2 模拟模型的确认	(53)
2.6.3 模拟输出与实际系统观察结果的统计处理方法	(55)
2.7 管理系统手工模拟案例	(60)
思考与练习题	(63)
参考文献	(63)
附录 A χ^2 分布的临界点 $\chi_{\gamma, 1-\alpha}^2$	(64)
附录 B K-S 检验的临界值	(65)
第 3 章 离散系统模拟	(67)
3.1 离散系统模拟概述	(68)
3.1.1 离散模拟的定义与分类	(68)
3.1.2 离散模拟的常用术语	(70)
3.2 离散模拟的基本原理和运行逻辑	(73)
3.3 模拟模型性能评价	(79)
3.4 离散系统模拟案例	(80)
3.5 离散系统模拟工具	(86)
3.6 Arena 模拟工具	(87)
3.6.1 Arena 简介	(87)
3.6.2 结构与功能	(89)
3.6.3 基本模块	(92)
3.6.4 Arena 的建模过程示例	(109)
思考与练习题	(123)
参考文献	(124)
第 4 章 连续系统模拟	(125)
4.1 引言	(126)
4.2 连续系统数学模型的求解	(126)

4.2.1	数值积分法	(127)
4.2.2	用 Excel 进行模拟求解——以市场扩散为例	(133)
4.3	系统动力学方法	(135)
4.3.1	概述	(135)
4.3.2	系统动力学的基本概念	(138)
4.3.3	系统动力学建模	(144)
4.3.4	基模分析	(149)
4.4	系统动力学模拟工具 Vensim Ple	(155)
4.4.1	Vensim Ple 的工具栏	(155)
4.4.2	Vensim Ple 的基本操作	(160)
4.4.3	Vensim Ple 的函数	(172)
4.5	系统动力学模拟的实例	(178)
4.5.1	总体市场的系统动力学	(178)
4.5.2	竞争性市场的系统动力学分析	(183)
4.5.3	潮流市场的系统动力学分析	(188)
	思考与练习题	(190)
	参考文献	(192)
第 5 章	多智能体模拟	(193)
5.1	引言	(194)
5.2	多智能体模拟的基本概念	(194)
5.2.1	智能体的定义	(194)
5.2.2	智能体与对象	(196)
5.2.3	多智能体系统概述	(197)
5.3	多智能体建模	(200)
5.3.1	多智能体建模概述	(200)
5.3.2	多智能体系统分析	(202)
5.3.3	病毒传播实例分析	(207)
5.4	多智能体模拟工具	(213)
5.5	多智能体模拟工具 AnyLogic	(216)
5.5.1	AnyLogic 的建模思想和方法	(216)
5.5.2	关于多智能体模拟实例的说明	(218)
5.5.3	产品生命周期模型	(219)
5.5.4	扩展产品生命周期模型	(239)
	思考与练习题	(246)
	参考文献	(246)
第 6 章	管理系统模拟实例分析	(247)
6.1	引言	(248)
6.2	工厂加工实例	(248)

6.2.1	问题描述	(248)
6.2.2	建模分析	(249)
6.2.3	逻辑流程图与数据描述	(250)
6.2.4	模型运行参数设置	(259)
6.2.5	模拟结果及分析	(260)
6.3	Arena 与 Visual Basic 并行模拟实例	(262)
6.3.1	基于 Arena 的并行模拟实现概述	(263)
6.3.2	Arena 的实时执行模式实例	(263)
6.3.3	Arena 的实时执行模式实例演示	(276)
	思考与练习题	(282)
	参考文献	(283)
第 7 章	管理系统模拟技术的新发展	(285)
7.1	定性模拟	(286)
7.1.1	定性模拟的概念	(286)
7.1.2	定性模拟理论的分类	(287)
7.1.3	管理系统定性模拟的概念	(287)
7.1.4	管理系统定性模拟的研究进展	(288)
7.1.5	定性模拟的发展展望	(289)
7.2	虚拟现实	(290)
7.2.1	虚拟现实的概念	(290)
7.2.2	虚拟现实的特性	(291)
7.2.3	虚拟现实模拟及其应用	(292)
7.3	分布交互式模拟	(294)
7.3.1	分布交互式模拟的概念及特点	(294)
7.3.2	分布交互式模拟的体系结构	(295)
7.3.3	分布交互式模拟的关键问题与发展展望	(296)
7.4	并行模拟技术	(297)
7.4.1	并行模拟的体系结构	(297)
7.4.2	并行模拟的任务分配	(299)
7.4.3	并行模拟的发展展望	(300)
	参考文献	(301)

第1章

绪 论

本章作为绪论，主要是对管理系统模拟进行了概要性论述并对全书内容进行说明。其重点是基于问题求解的观点，从认识论的高度阐明了知识、模型与模拟等基本概念之间的关系，以导引的作用来统领后续章节，从而形成全书的主线。

1.1 系统与管理系统

在学习管理系统模拟这门课程时,首先应该了解和掌握系统这一最基础的概念,建立和形成对于系统的有关认识。

1.1.1 系统的概念

系统这个词源远流长,古已有之;但将系统从一个一般术语提升为科学概念,将系统思维从一种自发的经验性思维演变成自觉的科学思维,则是 20 世纪中叶以来的事情。

目前已有各种各样的系统定义。从实际应用的角度,钱学森先生将系统看作“由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合成的具有特定功能的有机整体”。通常情况下,我们认为:多个事物或对象相互关联而形成的统一体,叫做系统;由于相互关联而被包含在系统中的那些事物或对象,叫做系统的组成部分,简称组分;组分及组分之间关联方式的总和,称为系统的结构。在组分不变的情况下,往往将组分的关联方式称为结构。

最小的即不需要再细分的组分称为系统的元素。系统中的元素是被假定(暂时)不可分的,如何确定系统的元素,涉及问题研究的粒度。由多个元素所组成的具有特定功能的组分称为子系统。

万事万物皆系统。一本书,一列火车,一个教研室,一个城市,都是系统。春、鸟、花、风、雨、声、夜、眠、闻、知、落、觉、啼、晓、处、不、来、多、少、处是 20 个普通汉字,经过孟浩然运用形象思维加工创造,按照中国格律诗的规则整合起来,就产生了千古传诵的五绝《春晓》:“春眠不觉晓,处处闻啼鸟。夜来风雨声,花落知多少。”这是一个极富美感的观念系统,20 个字是它的组分,也是它的元素。

一个系统之外的一切与它相关联的事物构成的集合,称为该系统的环境。更确切地说,系统的环境是指系统之外的一切与该系统具有不可忽略的联系的事物的集合。系统的环境只能在相对的意义上确定,同一系统的环境划分可以不同。系统相对于其环境所表现出来的任何变化,称为系统的行为。系统的任何行为都会对环境产生影响,行为是系统自身特性的表现,但又与环境有关,反映了环境对系统的作用。系统行为所引起的、有利于环境中某些事物乃至整个环境生存发展的作用,称为系统的功能。凡系统都有功能,如河流有灌溉农田和交通运输的功能,云彩有下雨、遮阳的功能,大学有培养学生和研究学问的功能,军队有保家卫国的功能,等等。

结构与功能有着密切的关系,通常将结构决定功能视为系统的基本原理之一。不过系统的功能实际上是由其结构和环境共同决定的,而非单独由结构决定;只有当环境给定后,才可说结构决定功能。

对系统的认识有赖于它和非系统的比较,非系统与系统是相比较而区分的。一栋砖瓦房是系统,把它拆为一堆砖瓦则是非系统。图书馆无疑是系统,书摊往往被视为非系统。还是《春晓》那 20 个汉字,打乱次序,就不再具有诗的特征和意义,仅仅是一个汉字集合,即非系统。非系统分为两类:第一类是没有组分的囫圇整体,第二类是组分之间没有关联性的多元集合。但世界上不存在绝对的非系统,所谓“独木不成林”只表明它不是树

林这种系统,并不表明它绝对属于非系统,因为一棵树是由根、干、枝、叶组成的系统。

1.1.2 管理系统

系统可以按照不同的标准进行不同的分类,主要有:

- 确定性系统与随机性系统;
- 连续性系统与离散性系统;
- 简单系统与复杂系统;
- 线性系统与非线性系统;
- 自然系统与人工系统;
- 开放系统与封闭系统;
- 静态系统与动态系统,等等。

在上述分类中,复杂系统是相对于简单系统(如线性系统)和非线性系统而言的。一般认为,复杂系统是由众多存在复杂相互作用的组分组成的,它的整体行为(功能或特性)不能由其组分的行为(功能或特性)来获得。这里所谓的复杂相互作用是指组分之间采用无数可能的方式相互作用,正是这种组分之间无数可能的相互作用才使得复杂系统涌现出所有组分不具有的整体行为。

与复杂系统相反,如果系统的整体行为可以由其组分的行为来获得,即满足叠加原理,这样的系统称为简单系统。线性系统就是一种简单系统。非线性系统不满足叠加原理,但它不一定是复杂系统。反之,复杂系统一定是非线性系统。这说明,非线性是构成非线性系统的充分必要(简称“充要”)条件,而对构成复杂系统而言它只是必要条件,尚不是充分条件。

复杂系统的研究对象包括自然现象、物理现象、生物现象、生命现象、生态现象、社会现象和经济现象等。从人类的认识和生产实践活动由低级到高级的发展过程来看,可将复杂系统分为三类:复杂自然系统、复杂工程系统和复杂社会系统。复杂社会系统中社会的概念泛指由于共同物质条件、经济条件、信息条件等而互相联系起来的人群、集团、公司和组织等。管理系统作为一类典型的复杂社会系统,本身属于复杂系统的范畴。

管理是共同劳动和社会组织的产物。从所实现的职能的角度来看,一般认为管理就是实行计划、组织、指挥、协调和控制。从根本上讲,管理是运筹人力与物质资源以实现组织目标的过程,因此,人、物和组织就成为管理系统的三大要素。作为组织系统的管理系统借助于管理过程的实施,不仅要使“人尽其材”,且要力求“物尽其用”。

1.1.3 系统与管理系统的特性

一般来说,系统具有如下的整体性、关联性、目的性和环境适应性四个特性。

(1) 整体性。一个系统是由两个或两个以上的元素或子系统组合而成。这些组成部分虽然具有一定的相对独立性,但更重要的在于它们是根据逻辑统一性的要求,相互联系构成一个有机整体。系统是一个复杂的整体,为了便于管理与控制,往往把系统整体分解成一个多层次结构,以提高系统的有序性。

例如,一个加工装配型的企业管理系统,一般由综合计划、经营销售、生产计划与控制、产品开发与研究、质量控制、财务与成本、物资供应与运输、劳动工资、人事教育、辅助生产等方面的子系统组成,它们相互紧密联系。

(2) 关联性。要使一个系统有效地履行它的功能,它的各个子系统之间必然是相互联系和相互作用的。这表现为某个子系统从别的子系统接受输入而产生有用的输出。这个子系统的输出又往往成为另外的子系统的输入。各个子系统之间产生一定的物资流动、信息流动及信息反馈关系。

企业管理系统的关联性往往表现为它的各个组成部分之间存在着一定的数学关系,可以用相应的数学关系式来表达。例如,一个企业成品库存量与生产量、销售量有着如下的关系:期末成品库存量=期初成品库存量+该期生产数量-该期销售数量。系统的关联性还表现为它的各个子系统之间存在着一定的逻辑关系。

(3) 目的性。系统具有目的性,它履行特定的功能,实现既定的目标。例如,一个企业管理系统要合理地组织企业的人员、物资、资金、信息等各种流程,有效履行对企业生产经营活动的各个环节的管理功能,以提供满足社会需要的优质产品或服务,降低劳动消耗,减少资金占用,提高综合经济效益,努力使系统达到优化。

(4) 环境适应性。任何系统都有一定的边界和环境,它与周围的外部环境产生一定的联系和相互作用,从环境接受各种影响(包括正常输入及随机干扰),经过系统的转换,产生一定的输出,从而对外部环境产生影响。外部环境及其环境是经常变化的,为了使系统达到优化,必须对系统进行相应的调节,使之适应环境的变化。

一个企业的生产与经营决策系统要经常密切注视并研究国家的发展经济和科技的有关方针政策及具体指令,国内外市场对产品的品种、质量和数量的需求,同行业竞争对手的生产与经营动向,新产品、新工艺、新材料和新技术的发展趋势等方面的动态变化,及时、准确地收集和处理大量的来自企业外部和内部的生产经营信息,适时、机动地采取有效措施对系统进行调节,实现生产经营管理的优化决策。

管理系统除了上述系统特性之外,还有以下三种自身独有的特性。

(1) 随机性。通常部分管理系统元素具有随机性特征,如出入库车辆到达时间、出入库货物的品种和数量、装卸机械的效率等。

(2) 动态性。管理系统的状态一般会随时间的变化而变化,如库存货物的品种、数量,货物的存储期等。

(3) 多目标性。管理系统的目标一般不是单一的,如常常要求库存系统尽量达到成本低、效益高、客户服务满意度好等目标,而这些目标之间经常存在冲突,需要加以有效协调。

1.2 问题、知识、模型与模拟

1.1 节从系统科学的观点对系统(特别是管理系统)进行了说明,本节将围绕模拟展开论述,由此可进一步形成关于管理系统模拟的完整理解。

模拟是利用某种手段对现实世界真实系统的模仿,如沙盘就是一种常见的模拟形式。

随着计算机技术的飞速发展,计算机模拟变得越来越普遍,以至很多时候人们将“模拟”与“计算机模拟”等价看待。需要说明的是,本书讲到的“模拟”一般情况下都是指“计算机模拟”。

下面从问题求解入手,对模拟进行剖析并阐述模拟的本质。

1.2.1 问题求解的两种途径

人类认识世界、改造世界的各种活动通常可以抽象为问题求解(problem solving),这里所说的问题是处于现实世界之中的,而现实世界是应被承认、正视的客观实际,又是应当被改造的客观世界。要解决现实世界中的问题(即要改造世界)一般不能直接在现实世界中进行,而是通过建立模型来实现问题的求解,也就是说先要认识世界。模型是逻辑世界的产物,从现实世界到逻辑世界的转换过程就是模型建立,而模型求解的结果又会反馈到现实世界。这种只包含两个世界之间的单一转换关系的模式是问题求解的第一种途径(可称为建模途径),如图 1.1 所示。图 1.1 中有两个长箭头,其中从左到右的箭头表示认识世界,从右到左的箭头表示改造世界。

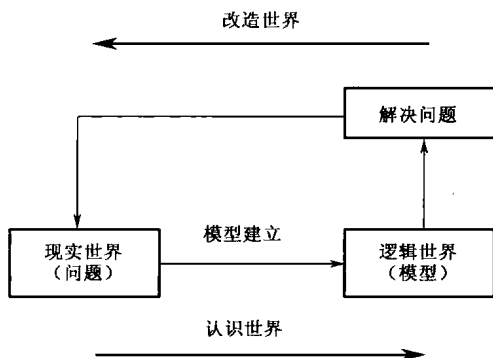


图 1.1 问题求解的第一种途径

上述问题求解的第一种途径是一种理想化的方式。随着现实世界中的问题日益复杂,其在逻辑世界对应的模型往往难以直接求解,而需要通过一定的算法,借助计算机进行处理才能求解。算法是在计算机世界中生成的,由逻辑世界向计算机世界的转换过程就是模型映射,同样算法求解的结果又会反馈到现实世界。这种包含了三个世界之间的双重转换关系的模式是问题求解的第二种途径,如图 1.2 所示。问题求解的第二种途径较之第一种途径增加了计算机世界,而本书讲到的“模拟”就是在计算机世界完成的,因此问题求解的第二种途径又可称为模拟途径。

图 1.2 中也有两个长箭头,同样从左到右的箭头表示认识世界,从右到左的箭头表示改造世界。

根据 1.1 节的论述可知,管理系统由于包含了人的因素,其中的问题一般来讲都比较复杂,要解决这些问题通常采用的是上述问题求解的第二种途径,即模拟途径。因此,管理系统模拟是解决现实管理问题的主要方式,其重要性是不言而喻的。

由图 1.2 可知,三个世界之间的双重转换关系都是围绕模型展开的,从本质上讲,模

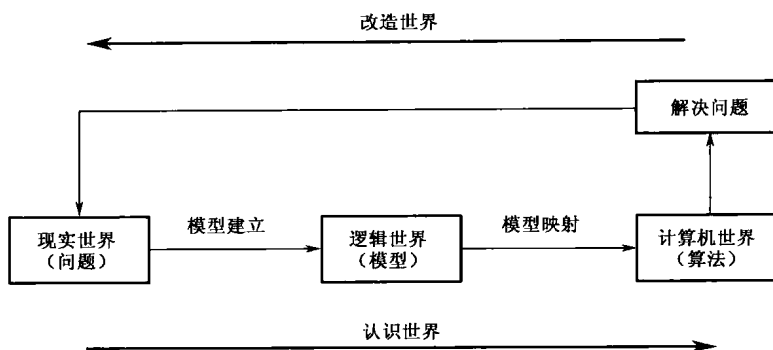


图 1.2 问题求解的第二种途径

型不过是知识的外在描述形式。在上述三个世界中,知识才是内在的根本,逻辑世界中的模型实际上是知识模型。如果将模型的概念泛化,那么计算机世界中的算法可以看作是计算机程序模型或者说是计算机模拟模型。

下面就对知识的有关概念加以讨论。

1.2.2 知识的概念

“知识就是力量”已成为深入人心的至理名言。那么什么是知识呢?传统人工智能将知识定义为人类专家在特定专业领域的经验性知识,包括规则和窍门(know-how)等。这种知识的特点是非结构化,无法用结构化的模型(如数学模型)来描述。其实,这种经验性知识只是知识的一种。从认识论角度,知识应当定义为人类对于客观事物规律性的认识。人类基于这种认识,可以根据所掌握的信息(现象、效应、状态等)对客观事物的进行、发展以至结果进行预见,并采取措施进行控制、疏导、协调等操作,以达到对人类有利的预期结果,也就是说,知识产生了力量。

如果这样定义了知识,则它与数据和信息这些常用的概念之间的关系和区别又是什么呢?众所周知,数据(数值、符号)通常只是事物的名称,单个的数据本身不能说明什么,它只是代表一个事物的符号而已。例如,张三、李四是人名,今天、明天是时间的代表,数字是数量的代表。而信息则通过数据之间的某种联系,揭示有意义的概念。例如,张三今年 15 岁,就把人名、时间和数量结合在一起构成了有一定含义的信息。知识则是通过一些信息的联系,揭示出事物的规律性,因此也有人称知识是关于信息的信息。如果用一根谱线来说明的话,谱线的起始端是数据(data),中间是信息(information),而右端是知识(knowledge),从左向右是逐渐深化的,代表了三种不同层次但又有联系的概念,如图 1.3 所示。在这一谱线上,三个概念之间不一定有明显的分界,但总的来说,它们是属于不同层次的概念范畴。

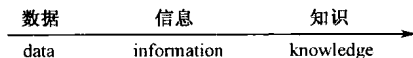


图 1.3 数据、信息和知识

图 1.2 中的三个世界构成了一个隐含着知识处理各个环节的过程,如图 1.4 所示。现实世界包括了知识源,因此现实世界到逻辑世界的映射对应着知识的获取;在逻辑世界建立知识模型实质上是知识的组织环节;由逻辑世界向计算机世界的映射则是将逻辑模型中的知识表达为计算机世界可处理和利用的形式;在计算机世界要实施知识的集成,也包括集成引起的协调管理;最后则是利用经过处理的知识来解决现实世界中的问题。

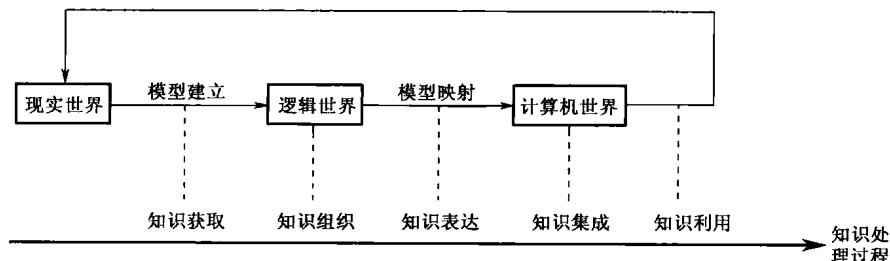


图 1.4 知识处理环节

1.2.3 模型与模拟

上面谈到,在逻辑世界中,知识是人类对于客观事物规律性的认识,而模型则是知识的外在表现和描述形式。大体上讲,知识有显性知识和隐性知识之分。通常说的“只可意会,不可言传”指的就是隐性知识(tacit knowledge)。

数学模型是最常见的显性知识的一种主要描述形式。数学模型的含义很广,提法也不一。所谓数学模型,是用数学方法来描述一个系统里各部分、各变量间的关系,描述系统的性质、功能、状态、表现、目的及系统与其他外部环境的关系等,并用数学形式来表达它们。例如,在力学中描述力、质量和加速度之间关系的牛顿第二定律 $F=ma$;在电学中描述电压、电流和电阻之间关系的欧姆定律 $V=RI$;在经济学中描述单价、销售金额和销售量之间的关系 $c=pq$ 等。它们都是数学模型,并且具有相同的数学结构。数学模型揭示了客观事物的内在规律性,反映了对它们的机理性认识,清晰明确,具有普遍指导意义。但是由于数学模型要求了解事物的机理,然后进行抽象、概括才能得到,因此它的建立并不容易。囿于人类认知水平的局限,单用数学模型一般只能描述具有良好结构的问题,而管理系统作为一类典型的复杂社会系统,其中存在着大量的非结构化问题,描述这类问题的知识往往需要采用其他形式,或是其他形式与数学模型集成的混合方式。

除了数学模型描述的显性知识,管理系统中还有很多经过长期实践积累得到的经验性知识,这些经验性知识一般采用语言符号来描述,称为符号模型。它所反映的事物规律性也是显性知识的一种主要描述形式。

相对于关于显性知识具有数学模型和符号模型这两种主要描述形式的认识而言,人们对隐性知识描述形式的认识并不充分,但仍有一定的了解。管理系统中存在着大量的历史数据和案例样本,这些历史数据和案例样本的集合隐含了事物内在的规律性,因而属于隐性知识的范畴。它可借助人工神经网络技术来存储和描述。经过大量数据和样本训练过的人工神经网络,可以在一定范围和程度上揭示由这些数据和样本所反映的事物的