

企业管理 专家模拟系统

黎志成等

华中理工大学出版社

• 研究生用书 •

企业管理专家模拟系统

黎志成等 编著

责任编辑 陈培斌

•

华中理工大学出版社出版发行

(武昌喻家山)

新华书店湖北发行所经销

武汉大学出版社印刷总厂印刷

•

开本: 850×1168 1/32 印张: 8.25插页: 2 字数: 194 000

1991年7月第1版 1991年7月第1次印刷

印数: 1—1 000

ISBN 7-5609-0572-2/TP·53

定价: 2.45元

内 容 简 介

全书共分十二章。第一~五章分别阐明专家系统概论, 专家模拟系统导论, 专家系统的开发, 专家系统开发工具, 以及知识的获取。第六~十章分别论述辅助企业的生产计划管理、经营管理、生产作业计划管理、质量管理和柔性制造系统设计的专家模拟系统。第十一、十二章介绍模糊专家系统和专家数据库系统。

本书可作为高等学校的管理工程、系统工程、应用数学、计算机等专业的教科书或参考书, 也可供有关领域的科学工作者、工程技术人员和经济管理干部参考。

Abstract

This book consists of twelve chapters. An introduction of expert system, introduction of expert simulation system, building expert system, expert system building tools and knowledge acquisition is given respectively in chapter 1, 2, 3, 4 and 5. The expert simulation systems for production planning management, managerial decision-making, production scheduling, quality management and FMS design is presented in chapter 6, 7, 8, 9 and 10. Chapter 11 and 12 introduce fuzzy expert system and expert database system.

This book can be used as the textbook or reference book for specialities concerning industrial engineering and management, system engineering, applied mathematics and computer science at higher institutions. This book is also helpful for engineers, technicians and those involved in economics management.

“研究生用书”总序

研究生教材建设是提高研究生教学质量的重要环节,是具有战略性的基本建设。各门课程必须有高质量的教材,才能使学生通过学习掌握各门学科的坚实的基础理论和系统的专门知识,为从事科学研究工作或独立担负专门技术工作打下良好的基础。

我校各专业自1978年招收研究生以来,组织了一批学术水平较高、教学经验丰富的教师,先后编写了公共课、学位课所需的多种教材和教学用书。有的教材和教学用书已正式出版发行,更多的则采用讲义的形式逐年印发。这些讲义经过任课教师多年教学实践,不断修改、补充、完善,已达到出书的要求。因此,我校决定出版“研究生用书”,以满足本校各专业研究生教学需要,并与校外单位交流,征求有关专家学者和读者的意见,以促进我校研究生教材建设工作,提高教学质量。

“研究生用书”以公共课和若干门学位课教材为主,还有教学参考书和学术专著,涉及的面较广,数量较多,准备在今后数年内分批出版。编写“研究生用书”总的要求是从研究生的教学需要出发,根据各门课程在教学过程中的地位和作用,在内容上求新、求深、求精,每本教材均应包括本门课程的基本内容,使学生能掌握必需的基础理论和专门知识;学位课教材还应接触该学科的发展前沿,反映国内外的最新研究成果,以适应目前科学技术

知识更新很快的形势；学术专著则应充分反映作者的科研成果和学术水平，阐述自己的学术见解。在结构和阐述方法上，应条理清楚，论证严谨，文字简练，符合人们的认识规律。总之，要力求使“研究生用书”具备科学性、系统性和先进性。

我们的主观愿望虽然希望“研究生用书”的质量尽可能高一些，但由于研究生的培养工作为时尚短，水平和经验都不够，其中缺点、错误在所难免，尚望校内外专家学者及读者不吝指教，我们将非常感谢。

华中理工大学研究生院院长

陈 珽

前 言

企业管理专家模拟系统是由管理科学、模拟技术、专家系统、数学优化及计算机技术相结合的新兴的现代化管理决策支持技术。近几年来，它在工业发达国家得到了迅速的发展。它对于辅助企业管理决策和系统设计具有非常重要的作用。

全书共分十二章。第一～五章阐明专家模拟系统的基本概念、基本理论和基本方法，其中包括专家系统概论，专家模拟系统导论，专家系统的开发，专家系统开发工具，以及知识的获取等。第六～十章分别论述辅助企业的生产计划管理、经营管理、生产作业计划管理、质量管理以及柔性制造系统设计的专家模拟系统。第十一、十二章介绍模糊专家系统和专家数据库系统。

本书由华中理工大学黎志成（第一～六章，第十章）、欧阳明德（第九章）、张金隆（第十二章）、田俊彦（第十一章）、朱克强（第八章）、王劲松（第七章）、唐汉林（第六章）共同编著。由黎志成教授担任总纂。

由于编著者的水平所限，书中疏漏谬误之处在所难免，恳切希望读者提出批评和指正。

编著者

一九九〇年九月

目 录

第一章 专家系统概论	(1)
§ 1-1 专家系统概述.....	(1)
§ 1-2 知识库.....	(5)
§ 1-3 推理机.....	(10)
§ 1-4 专家系统在管理中的应用.....	(13)
第二章 专家模拟系统导论	(28)
§ 2-1 系统模拟概论.....	(28)
§ 2-2 专家系统与系统模拟的结合.....	(37)
§ 2-3 专家模拟系统的一般组成.....	(41)
§ 2-4 专家模拟系统的发展动向.....	(44)
第三章 专家系统的开发	(56)
§ 3-1 专家系统生命周期.....	(56)
§ 3-2 决策情况分析.....	(60)
§ 3-3 建立专家系统及其文档.....	(64)
第四章 专家系统开发工具	(71)
§ 4-1 专家系统开发工具的结构与功能.....	(71)
§ 4-2 专家系统开发工具的选择和评价.....	(74)
§ 4-3 几种常用的专家系统开发工具.....	(77)
§ 4-4 PC Plus专家系统开发工具	(82)
第五章 知识的获取	(103)
§ 5-1 概述.....	(103)
§ 5-2 知识获取的过程.....	(105)
§ 5-3 知识获取的准备工作.....	(109)
§ 5-4 知识获取的方法.....	(112)
§ 5-5 计算机辅助知识获取.....	(118)
第六章 生产计划管理专家模拟系统	(122)
§ 6-1 生产计划管理概述.....	(122)

§ 6-2	生产计划管理专家模拟系统的组成和功能	(124)
§ 6-3	专家子系统	(130)
§ 6-4	模拟子系统	(147)
第七章	经营管理专家模拟系统	(152)
§ 7-1	概述	(152)
§ 7-2	经营管理专家子系统	(154)
§ 7-3	经营管理模拟子系统	(161)
§ 7-4	案例分析	(166)
第八章	生产作业计划专家模拟系统	(170)
§ 8-1	概述	(170)
§ 8-2	生产作业计划专家模拟系统的结构	(171)
§ 8-3	用户知识库	(176)
§ 8-4	模拟子系统	(187)
第九章	质量管理专家系统	(189)
§ 9-1	专家系统在质量管理中的应用研究概况	(189)
§ 9-2	质量管理中的诊断、咨询性专家系统	(193)
§ 9-3	生产过程实时质量控制专家系统	(199)
第十章	辅助柔性制造系统设计的专家模拟系统	(203)
§ 10-1	概述	(203)
§ 10-2	辅助FMS设计的专家模拟系统	(205)
§ 10-3	案例分析	(211)
第十一章	模糊专家系统	(218)
§ 11-1	模糊集合的基本概念	(218)
§ 11-2	模糊逻辑与模糊推理	(219)
§ 11-3	模糊专家系统	(222)
第十二章	专家数据库系统	(232)
§ 12-1	专家数据库系统的概念	(232)
§ 12-2	专家数据库系统的结构	(235)
§ 12-3	专家数据库系统的知识模型	(237)
§ 12-4	面向数据和知识处理的DKER模型	(238)
参考文献		(243)

第一章 专家系统概论

§ 1-1 专家系统概述

一、专家系统的概念和构成

近20年来,在工业发达国家,由于现代科学技术尤其是现代数字电子计算机的迅速进步,作为人工智能这门新兴边缘学科的一个重要分支的专家系统(expert system)获得了巨大的发展,它越来越受到各国的科学技术界和企业管理界的普遍重视。

专家系统是一种求解问题的计算机程序系统:(1)它处理源于现实世界的需要由具有专门领域的知识和能力的专家来分析和判断的复杂问题;(2)它利用包含有专家推理方法的计算机模型来求解问题,其工作绩效可以达到相应专门领域的人类专家的工作水平。^[1]

图1-1表示了专家系统的一般构成。知识库和推理机是专家系统的关键组成部分,在本书的后面章节,将对它们进行更详细的讨论。图1-2概括说明专家系统与其环境的关系。

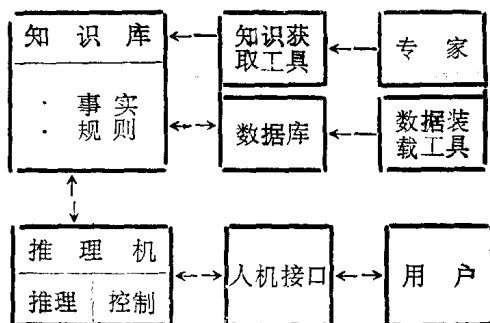


图1-1 专家系统的一般构成

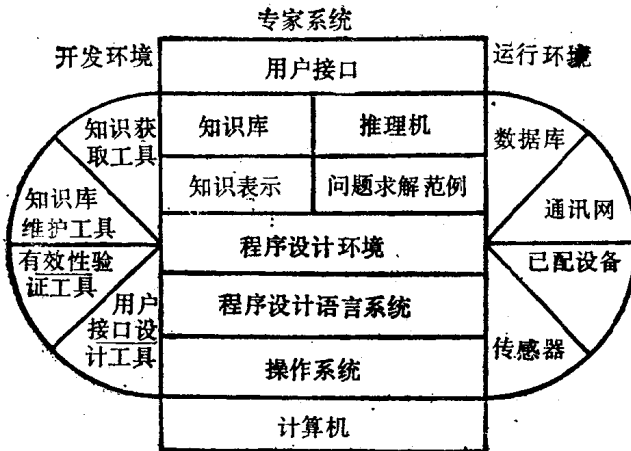


图 1-2 专家系统及其环境

二、专家系统的特性

专家系统的最主要特点在于，它主要是处理知识，而传统的计算机程序主要是处理数据。表 1-1 列出了数据处理和知识工程的主要区别。〔 〕

表1-1 数据处理和知识工程的比较

数 据 处 理	知 识 工 程
表示和使用数据	表示和使用知识
算法	启发式方法
重复的过程	推理的过程
有效操作大型数据库	有效操作大型知识库

与传统的计算机程序相区别，专家系统具有下述特性：^{〔2〕}

1. 具有专门知识

专家系统处理和使用特定领域的专门知识，它解决问题能够达到相应领域的人类专家的工作水平。专家系统必须具有高度的技艺，它不能象新手那样经历漫长的过程去寻求问题的答案，而应该象熟练的专家那样通过高效益的途径高质量地解决问题。

2. 具有逻辑推理和符号处理能力

专家系统虽然有时也会涉及数学计算，但更重要的是，它运用符号来表示问题概念，即描述知识。在求解问题过程中，专家系统运用各种不同的策略和启发式方法来处理这些表述知识的符号，并按照一定的规则进行逻辑推理，以获得所需的结论。

3. 工作具有较高的深度

专家系统应该能够在具有困难、且有挑战性问题的专门领域里有效地进行工作。它要运用复杂的规则，去解决现实世界领域中提出的困难问题。

4. 具有自身知识

专家系统具有能对自身操作进行推理的知识以及简化这个推理过程的结构。若为专家系统构造一个规则库，并设计一定的推理机制，则它就不仅能够容易地看到得出结论的推理过程，而且能够使用这种规则来检查结论的正确性、一致性和合理性，甚至能够证明或解释它的推理。系统拥有的这种关于它的推理的知识，即关于知识的知识，称为中介知识（metaknowledge）。大多数的专家系统都具有解释能力，这包括显示推理链以及在推理链中用到的每条规则的理由。这种检查推理过程以及解释系统操作的能力是专家系统的十分重要的质量特性。

表1-2说明了专家系统和决策支持系统的比较。^{〔8〕}

表1-2 专家系统和决策支持系统的比较

专 家 系 统	决策支持系统
工 作 领 域	
1. 特定的专门知识领域	一般的领域
推 理 和 搜 索 的 方 法	
2. 启发式推理	机械、单调的搜索
3. 符号处理	数值和字母处理
4. 动态决策过程	静态决策过程
5. 能记忆信息	不记忆信息
6. 预测和推理	“如果…，那么…”显示
7. 数据模式驱动	控制驱动
8. 多个解	单一解
9. 着重搜索	着重计算
10. 递归式	交互式
11. 确定性因子	真或假
数 据 特 点	
12. 不确定及不完整数据	准确和真实的数据
13. 智能化数据结构	固定、分层的数据结构
14. 动态和静态的变量	静态变量
用 户 接 口	
15. 自然语言对话	菜单/命令接口
16. 产生与检查综合报告	产生综合报告
17. 定量及定性分析	定量分析
系 统 维 护	
18. 开发的专家或知识工程师	用户维护
19. 维护的专家或知识工程师	用户维护

§ 1-2 知 识 库

知识库是专家系统的核心部分。开发专家系统的焦点在于获取和组织知识库，也即如何表示和运用专家们所拥有和应用的知識。目前表示知識的方法主要有以下四种：

(1) 产生式规则 (production rules)；

(2) 语义网络 (semantic nets)；

(3) 框架 (frames)；

(4) 谓词演算 (predicate calculus)。

一、产生式规则

这种方法最早是由Post于1943年提出来的，运用这种规则对符串作替换运算。1965年美国的Newell和Simon应用这种方法建立了人类的认知模型。美国斯坦福大学于1965年采用这种原理开发了世界上第一个专家系统DENDRAL。

在这种系统结构中，专门领域知识划分为两部分：(1) 静态的知识，即反映如事物、事件和它们之间的关系的知识，用事实 (facts) 来表示；(2) 描述推理和行为的過程的知识，用产生式规则来表示，知识库主要存储各种规则。

产生式规则是以“IF condition, THEN action”形式表示的语句，即“如果一定的条件满足的话，就采取某个行动”形式的语句。

产生式规则的IF(如果)部分称为条件部分或前提 (premise)，它说明执行这条规则所必需满足的条件。THEN(那么)部分称为行动部分或结论 (conclusion)，它说明在条件满足的情况下所要采取的行动。譬如，对于实行订货点订货制度的物资库存控制系统，可以有下述形式的产生式规则：

Rule 1: IF the actual inventory level of material for a

special item is equal to the reorder point level of this item

OR the actual inventory level of material for a special item is less than the reorder point level of this item

THEN release a purchase order of material for this item.

产生式规则是目前应用最为普遍的一种知识表示方法，这是因为它具有以下优点：

(1) 简单。易于表达、理解和应用。

(2) 模块化。每条规则描述一个单独的概念，它可以进行调整与修改而不影响其它的规则。

(3) 规模合适，繁简相宜。

(4) 既可以表示说明性知识，又可以表示程序性知识。

二、语义网络

语义网络是一种以网络结构为基础的知识表示方法。它由描述对象 (objects) 的节点 (nodes) 以及描述对象之间的联系的弧 (arcs) 组成。

1. 节点

节点表述对象及其修饰词。对象可以是能够触摸的物体，也可以是行为、事件、抽象分类等的概念化实体。修饰词 (descriptors) 则提供关于对象的附加信息。

2. 弧

弧表述对象之间以及对象与修饰词之间的相互联系。常见的联系有：

(1) “is-a” 联系用于表示类属关系。譬如，“生产计划管理功能是一种企业管理功能”。

(2) “has-a” 联系表示某节点所具有的区别于其它节点的

特性，或表示整体包含部分的关系。譬如，“一个企业管理信息系统包含物资管理子系统”。

图 1-3 表示了企业管理信息系统的语义网络。

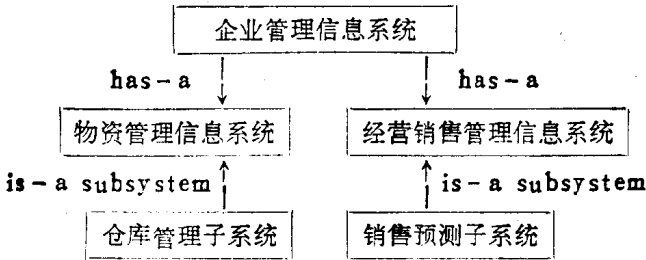


图 1-3 企业管理信息系统的语义网络

语义网络的巨大优点是具有灵活性，它能方便地运用新的节点和弧去表示新的对象及其联系。继承性也是语义网络的重要特点，这是指网络中较低层次的节点能够继承较高层次的节点的特性。

三、框架

最早提出框架概念的Marvin Minsky对框架作了如下描述：

“框架是一种表示实体情况的数据结构。……每个框架附有好几类信息。有些信息是关于如何应用这个框架，有些信息是关于下一步可以期望发生的事情，有些信息则是关于如果这些期望未能得到证实的话应该如何办。”

框架是由反映一定对象（可以是单个实体，一类实体，一种情况，一项行动，一个事件等）的节点和与之相联说明对象的属性的一组槽（slots）所构成。它提供了领域专家所考虑的知识库中数据的有用关系的简明的结构描述。在某种程度上可以把框架看成是语义网络的精细化。在语义网络中，描述实体的值可以随机分布于知识库。然而，框架却不同于语义网络，在这里，这些值分组集中到一个框架里，从而它能将全部情况、多个复杂对

象或一系列的事件集为一体。

框架是知识的分解，每个槽表述某个特性。槽的表述是一嵌入框架属性的陈述性语句。槽可以有隐含值和表示属性的进一步分解的子槽。隐含值表现为常数在推理过程中用于特定的槽，除非引入了相互矛盾的信息。槽也可以有附加的过程(procedure)以驱动该槽的推理或求解问题的推理机。该过程是一组指令，当执行以后，就为该槽产生与事实相符的结果。不同类型的对象具有不同类型的框架。譬如，对于一个加工零件的框架，可以有反映零件编码、零件名称、材料种类及规格、零件形状及尺寸、加工工艺路线、加工工序名称及相应加工机床与工序时间等槽的数据结构。

框架往往组织成层次性结构，称之为框架树，这有助于在构造知识库时将众多的信息分隔成许多逻辑片断。每个框架解决问题的一部分，并为求解整个问题提供重要信息。图 1-4 是框架树的示意图。

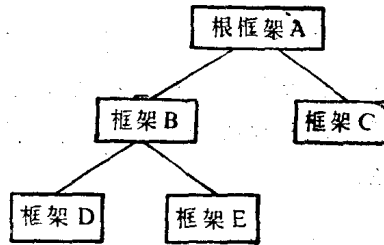


图 1-4 框架树的示意图

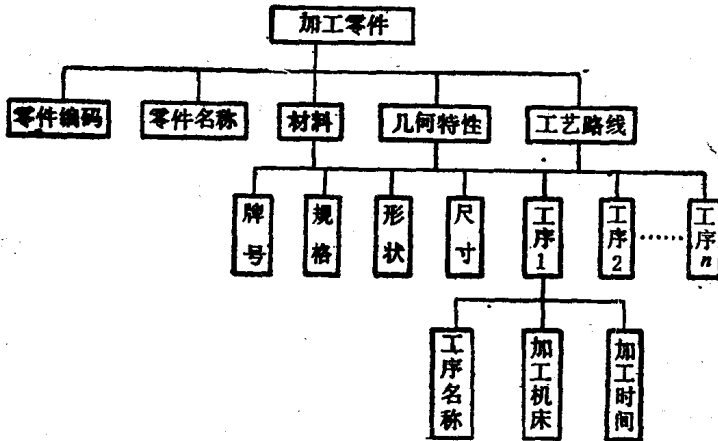


图 1-5 以框架表示的加工零件

在框架树中,包含父框架和子框架。父框架是比子框架高一个层次的框架。子框架继承父框架的特性。在图 1-4 中,框架 A 是居于最高层次的根框架,框架 B 和框架 C 是根框架 A 的子框架,而框架 B 又是框架 D 和框架 E 的父框架。

图 1-5 表示加工零件的框架。

四、谓词演算

谓词演算是能够表述众多种类语句的规范化语言,它比较充分地用符号来描述问题。现通过下面的例子简要说明谓词演算的应用。图 1-6 说明了运用谓词演算表述堆垛的情况。采用机器人 (R) 移动方形物,使堆垛从初始状态转变为目标状态。图 1-6 (a) 中堆垛的初始状态可以描述如下:

CLEAR(B), CLEAR(C), ON(C, A), GRIPPER EMPTY,
ONTABLE(A), ONTABLE(B).

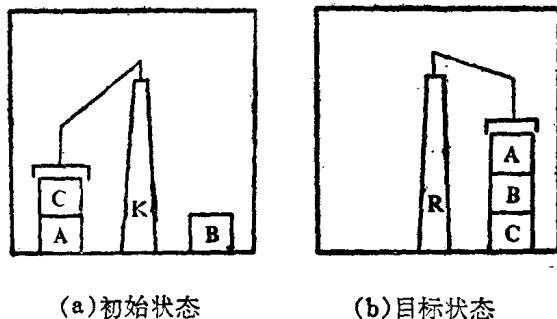


图 1-6 堆垛的初始状态和目标状态

对于图 1-6 (b) 中的目标状态可以描述如下:
ON(B, C) & ON(A, B).