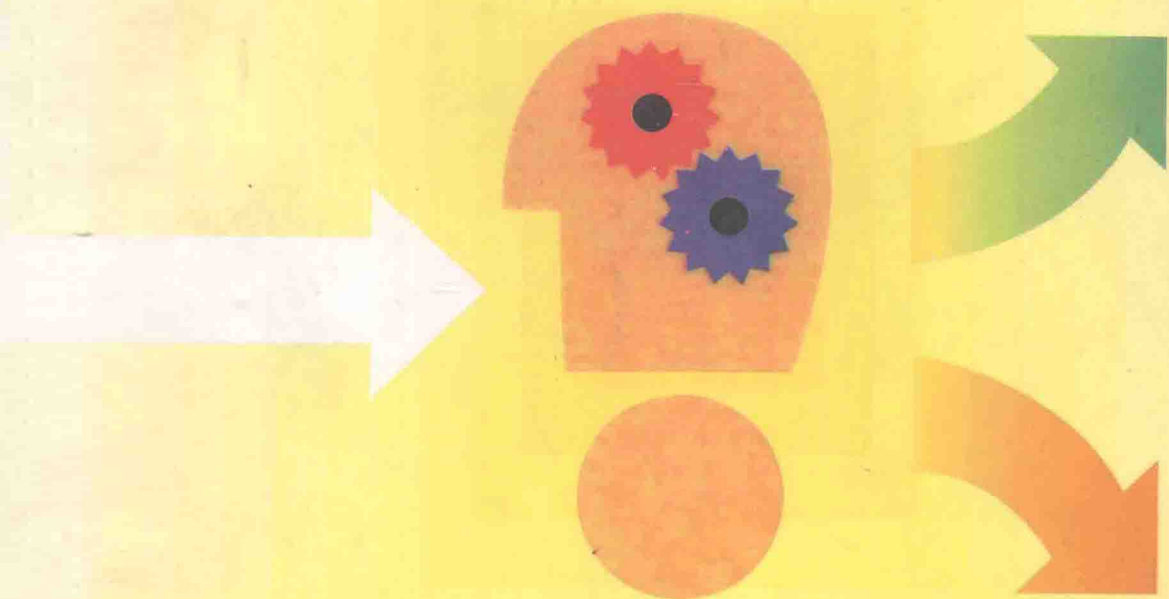




全国高技术重点图书

智能决策技术

陈文伟 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

全国高技术重点图书

智能决策技术

陈文伟 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 简 介

本书共分六章。第一章智能决策技术综述;第二章决策支持系统;第三章专家系统;第四章神经网络系统;第五章机器学习系统;第六章智能决策系统及其开发。

本书的特点是既讲述这些新技术的内容、原理,又介绍作者多年来的科研成果及应用实例,使读者能较快地掌握这些新技术并应用到实际中去。

本书适合于计算机专业,系统工程专业,管理工程专业的研究生或高年级本科生以及有关科技人员做为教材或参考书。

书 名: 智能决策技术

编 著: 陈文伟

责任编辑: 崔慕丽 孙延真

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京天宇星印刷厂

出版发行: 电子工业出版社出版、发行 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036 发行部电话 68214070

经 销: 各地新华书店经销

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16.75 字数: 420 千字

版 次: 1998 年 6 月第 1 版 1998 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-4733-0
TP · 2276

定 价: 30.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

《全国高技术重点图书》出版指导委员会名单

主 任：朱丽兰

副主任：刘 杲

卢鸣谷

委 员：（以姓氏笔划为序）

王大中

王为珍

牛田佳

王守武

刘 仁

刘 杲

卢鸣谷

叶培大

朱丽兰

孙宝寅

师昌绪

任新民

杨牧之

杨嘉墀

陈芳允

陈能宽

罗见龙

周炳琨

欧阳莲

张钰珍

张效祥

赵忠贤

顾孝诚

谈德颜

龚 刚

梁祥丰

总干事：罗见龙

梁祥丰

《全国高技术重点图书》编审委员会名单

计算机技术领域

主任委员：张效祥

委 员：王鼎兴

刘帧权

刘锦德

李三立

何成武

徐培忠

梁祥丰

董韫美

前 言

智能决策技术是人工智能技术和决策支持技术的结合,它起到更有效的辅助决策作用。

人工智能(AI)在 50 年代产生。70 年代兴起的专家系统(ES),80 年代兴起的神经网络(NN),使人工智能在实用上产生了明显的效果。人工智能的发展并非一帆风顺,从 50 年代注重问题求解方法到 70 年代重视知识的作用,中间曾被冷落过。专家系统虽然有广泛的应用前景,但知识获取却是一个困难的过程。80 年代后期兴起的机器学习(ML)为知识的自动获取创出了新路。机器学习中的示例学习(通过例子学习)已经达到实用阶段。

70 年代兴起了管理信息系统(MIS)。管理信息系统刚开始以数据文件为基础,后来发展了数据库系统,它是以数据形式辅助决策。第二次世界大战后兴起的运筹学(OR),50 年代兴起的管理科学(MS),研究出了大量的数学模型,它们是以模型的方式辅助决策,取得了显著的效果。80 年代兴起了决策支持系统(DSS),它是以模型库为基础的。模型也从数学模型扩展到数据处理模型。数学模型和数据处理模型的多模型组合是决策支持系统的核心。决策支持系统可以看成是管理信息系统和运筹学相结合而发展起来的。这个方向是诱人的,但是实现起来遇到了困难,这主要是计算机语言的支持能力有限。计算机语言最开始是为数值计算服务的。从 FORTRAN、ALGOL 到 PASCAL、C 等,有了很大的进步。后来由于数据库的出现,发展了数据库语言,如 dBASE、FOXPRO、ORACLE、SYBASE 等,它们的数据处理功能在逐步增强,但它们的数值计算能力仍很薄弱,而数值计算语言又不能提供对数据库操作的能力。决策支持系统要求有很强的数值计算能力,又要有很强的数据处理能力,而目前的计算机语言的支持能力不足正是决策支持系统发展缓慢的根本原因。

我们在 80 年代末,为了研制“决策支持系统开发工具 GFKD-DSS”,专门设计和实现了具有数值计算能力和数据处理能力相结合的 DSS 语言。它能控制模型(数学模型或数据处理模型)的运行,进行数值计算和数据处理工作,能够有效地开发实际问题的决策支持系统,达到了使模型部件、数据部件和人机对话部件形成统一的有机整体。

决策支持系统和人工智能专家系统相结合的智能决策支持系统(IDSSP),很快引起了人们的热情。专家系统侧重定性分析,决策支持系统侧重定量分析,它们是相互补充的,将它们结合起来能达到更强的辅助决策能力。

90 年代,出现了 C++ 语言、数据库接口语言 CODEBASE 以及 ODBC 等。以 C++ 为主语言嵌入数据库接口语言而形成的宿主语言,是开发决策支持系统的有效途径。我们于 1995 年研制的“分布式多媒体智能决策支持系统 DM-IDSSP”就是以这种方式完成的。

DM-IDSSP 平台集成了专家系统工具、神经网络、机器学习、模型库系统、分布式处理、多媒体技术、地形处理等多项新技术,由集成语言、面向对象的知识推理和模型的统一表达,利用客户/服务器网络集成模式,形成了集成开发环境。

90 年代中期,兴起了两项决策支持新技术,这就是数据仓库(DW)和数据开采(DM)。数据仓库是在数据库的基础上发展起来的,目标是支持决策。数据仓库是市场激烈竞争的产物,在国外已经形成热潮。不久,它将在我国发展起来。数据开采是在人工智能的机器学习中发展起来的,其中面向数据库的机器学习方法形成了知识发现(KDD)。1995 年提出 KDD 发现知识的

关键步骤是“数据开采”，从此“数据开采”一词很快流传开来。从数据库中发现的知识也是支持决策的。数据开采这两年在外国形成了热潮，国内已有不少单位从事该项研究。本书中介绍的不少机器学习方法也是数据开采方法。数据仓库和数据开采新技术将扩大智能决策的研究范围，进一步提高辅助决策能力。

在本书中，将智能决策的主要技术：决策支持系统、专家系统、神经网络、机器学习、智能决策支持系统等方面的知识、观点、成果介绍给大家，供大家参考。同时欢迎提出宝贵意见，互相切磋，共同促进我国智能决策技术的发展。

本书的出版得到了电子工业出版社的大力支持，在此表示诚挚的谢意。本书的文字内容由高人伯同志录入，书中的图表由黄金才同志绘制，对他们辛勤的劳动表示感谢。

陈文伟

1997. 11 于长沙国防科技大学

目 录

第一章 智能决策技术综述	(1)
1.1 决策支持系统导论	(1)
1.1.1 决策支持系统的形成	(1)
1.1.2 决策支持系统概念	(4)
1.2 人工智能综述	(5)
1.2.1 人工智能发展历史	(5)
1.2.2 人工智能概念和研究范围	(7)
1.2.3 人工智能的前景	(8)
1.3 决策支持新技术	(9)
1.3.1 数据仓库	(9)
1.3.2 数据开采	(15)
习题	(21)
第二章 决策支持系统	(22)
2.1 决策支持系统原理和结构	(22)
2.1.1 辅助决策方式	(22)
2.1.2 决策支持系统结构	(23)
2.1.3 决策支持系统的三系统结构形式	(25)
2.1.4 决策支持系统的统一结构形式	(27)
2.2 决策支持系统的开发技术	(29)
2.2.1 决策支持系统的基本问题	(29)
2.2.2 决策支持系统的主要关键技术	(30)
2.3 模型库系统	(32)
2.3.1 模型库	(32)
2.3.2 模型库和方法库	(34)
2.3.3 模型库的组织和存储	(36)
2.3.4 模型库管理系统	(37)
2.4 决策支持系统设计和开发	(42)
2.4.1 决策支持系统开发过程	(42)
2.4.2 决策支持系统设计	(46)
2.4.3 决策支持系统的开发	(49)
2.5 决策支持系统实例	(52)
2.5.1 物资申请和库存的计划汇总	(53)
2.5.2 制定物资分配方案	(53)
2.5.3 物资调拨预处理	(55)
2.5.4 制定物资运输方案	(55)
2.5.5 制定物资调拨方案	(56)
2.5.6 物资调拨决策支持系统结构	(56)

习题	(58)
第三章 专家系统	(60)
3.1 专家系统综述	(60)
3.1.1 专家系统概念	(60)
3.1.2 专家系统原理	(61)
3.1.3 专家系统应用	(62)
3.2 知识表示和推理	(64)
3.2.1 综述	(64)
3.2.2 产生式规则	(66)
3.2.3 语义网络	(69)
3.2.4 框架	(72)
3.2.5 剧本	(75)
3.2.6 模糊集合	(77)
3.3 产生式规则专家系统	(82)
3.3.1 不确定性推理	(83)
3.3.2 解释机制和事实数据库	(85)
3.3.3 元知识	(87)
3.3.4 应用举例	(91)
3.4 专家系统的黑板结构	(93)
3.4.1 基本原理	(93)
3.4.2 HEARSAY-II 系统	(95)
3.4.3 医疗诊断系统	(96)
3.5 专家系统开发和实例	(98)
3.5.1 知识获取	(98)
3.5.2 专家系统的开发	(99)
3.5.3 专家系统实例	(106)
习题	(112)
第四章 神经网络系统	(114)
4.1 神经网络综述	(114)
4.1.1 神经网络的兴起	(114)
4.1.2 神经网络概念	(116)
4.2 神经网络的几何意义	(118)
4.2.1 神经元与超平面	(118)
4.2.2 线性样本与非线性样本	(120)
4.2.3 神经元的变换作用	(121)
4.3 前馈式神经网络	(122)
4.3.1 感知机模型(Perceptron)	(122)
4.3.2 函数型网络模型	(124)
4.3.3 B-P 反向传播模型	(126)
4.4 反馈式神经网络	(134)
4.4.1 离散型 Hopfield 神经网络	(134)
4.4.2 连续型 Hopfield 神经网络模型	(138)
4.5 神经网络专家系统	(142)

4.5.1 神经网络专家系统概念	(142)
4.5.2 神经网络专家系统的参数选取	(145)
4.5.3 神经网络的容错性	(146)
习题	(147)
第五章 机器学习系统	(150)
5.1 机器学习综述	(150)
5.1.1 前言	(150)
5.1.2 机器学习分类	(151)
5.2 基于信息论的学习方法	(156)
5.2.1 信息论原理	(156)
5.2.2 基于互信息的 ID3 算法	(160)
5.2.3 基于信道容量的 IBLE 算法	(164)
5.3 基于集合论的学习方法	(171)
5.3.1 粗集方法	(171)
5.3.2 概念树方法	(175)
5.3.3 AQ 方法	(181)
5.4 遗传算法	(186)
5.4.1 遗传算法的形成和发展	(186)
5.4.2 遗传算法的原理	(189)
5.4.3 遗传算法的分类学习系统	(195)
5.5 经验公式的机器发现	(200)
5.5.1 机器发现概述	(200)
5.5.2 BACON 系统	(201)
5.5.3 FDD 系统	(203)
习题	(210)
第六章 智能决策系统及其开发	(212)
6.1 智能决策系统	(212)
6.1.1 智能决策支持系统	(212)
6.1.2 智能决策系统新结构体系	(214)
6.1.3 智能决策支持系统实例	(216)
6.2 决策支持系统开发工具 GFKD-DSS	(221)
6.2.1 GFKD-DSS 系统结构	(222)
6.2.2 GFKD-DSS 语言体系	(223)
6.2.3 DSS 程序的编译和解释执行	(228)
6.2.4 实际决策支持系统的开发	(229)
6.3 分布式多媒体智能决策支持系统开发平台 DM-IDSSP	(230)
6.3.1 总体设计思想	(231)
6.3.2 平台基础部件	(233)
6.3.3 平台集成环境	(250)
6.3.4 智能决策支持系统的开发	(254)
习题	(256)
参考文献	(257)

第一章 智能决策技术综述

1.1 决策支持系统导论

1.1.1 决策支持系统的形成

一、科学计算

计算机最早用于科学计算,即对科学和工程中的数学问题进行数值计算。数值计算的过程主要包括建立数学模型、建立求解的计算方法和计算机实现三个阶段。(1)建立数学模型就是对所研究的对象确立一系列数量关系,即一套数学公式或方程式。数学模型一般包含连续变量,如微分方程、积分方程等。它们不能在计算机上直接处理。(2)建立求解的计算方法,就是把问题离散化,即把问题化为包含有限个未知数——离散形式,再建立有效的求解方法,如解线性代数方程组的直接法。(3)计算机实现包含编制程序、调试、运算和分析结果等步骤。

数值计算的特点是计算方法比较复杂,方法种类多种多样。如数值微分,数值积分,常、偏微分方程,线性代数方程,有限元等。数值计算关心的焦点是计算精度(误差影响)。

二、数据处理

随着计算机应用的发展,60年代计算机开始向非数值计算的数据处理方向发展。数据处理(Data Processing)是对数据的采集、存储、检索、加工、变换和传输。数据是指数字、符号、字母和各种文字的集合。数据经过解释并赋予一定的意义之后,便成为信息。数据处理的基本目的是从大量的、可能是杂乱无章的、难以理解的数据中抽取并计算出对于某些特定的人们来说是有价值、有意义的数据。以电子计算机作为工具进行的数据处理称为电子数据处理(Electronic Data Processing-EDP)。

电子数据处理技术包括:①数据的采集和输入。②数据的分析加工。这是数据处理最关键的环节。典型的操作有分类、排序、计算和综合。③数据的存储和检索。把原始数据、中间数据、最终数据保存起来(文件系统和数据库系统),并提供有效检索这些数据的手段。④数据的输出和传输。数据经过处理之后,将结果以打印文件、图表、记录显示等形式输出和传输。

电子数据处理(EDP)的特点是:①它通常是单项的数据处理任务的专用计算机程序。②它的使用范围小,主要运用在商业、银行、仓库管理等部门。③它面向低层次的管理事务信息处理和辅助服务工作。

三、管理信息系统

70年代兴起了管理信息系统(Management Information Systems——MIS)是管理科学和计算机科学结合的产物。管理是人类的一种基本社会实践活动。它按照一定的计划和步骤,服从一定的指挥和原则,使个人和各方面的活动协调一致,以使用最小的代价实现既定的目标。

管理科学应用统计学和运筹学的原理和方法,建立数学模型和进行计算机仿真,给管理决策提供科学依据。管理信息系统定义为:它是一个由人、计算机结合的对管理信息进行收集、传递、储存、加工、维护和使用的系统。管理信息系统是由大容量数据库支持、以数据处理为基础的计算机应用系统。由于管理信息系统是从系统的观点出发,把分散的信息组织成一个比较完整的信息系统,从而提高了信息处理的效率,也提高了管理水平。

管理信息系统的系统结构包括职能子系统和保证子系统两部分。职能子系统按管理系统所担负的职能可划分为生产管理信息系统、市场管理信息系统、财会管理信息系统、库存管理信息系统和行政管理信息系统等。保证子系统指计算机系统和通信子系统。我们概括一下,职能子系统实为管理业务子系统,保证子系统主要是数据库系统(数据库和数据库管理系统)。

管理信息系统随关系数据库技术的进步在迅速发展。70年代,MIS 主要用 COBOL 语言(文件系统)进行开发,80年代主要用 dBASE Ⅲ 数据库语言进行开发,90年代主要用基于客户服务器方式的 ORACLE、SYBASE 等大型数据库系统开发,其前端开发工具多种多样。据初步统计,我国 70%的计算机都是用于 MIS。由于数据库技术的成熟以及个人微型计算机的广泛使用,管理信息系统已经普及到各行业。MIS 已成为国家的基础建设。世界各国都在 MIS 上进行大量投资。

管理信息系统的建设已成为企业现代化的重要标志。它能够加快企业资金周转,减少企业储备资金,也能够使企业对市场作出快速反应。如某电视机厂接到外国的一批定货,要求一个月后交货,由于交货期短,事先未安排生产计划,通常不能接受这批定货。而 MIS 系统能迅速查清库存情况,表明可以适应生产需要,因此接受了这批定货,创利 3 万多美元。MIS 产生了经济效益和社会效益。

信息系统的开发一般要先进行系统规划,再进行项目开发。系统规划包括:信息系统目标的确定,信息系统主要结构的确定,工程项目的确定(立项、资金、时间、人员等)以及可行性研究等。项目开发是由四个阶段组成的一个生命周期(见图 1.1)。四个阶段为:

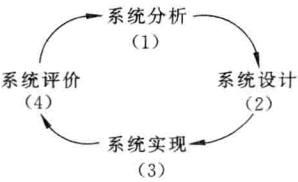


图 1.1 信息系统开发

- 1. 系统分析:包括数据的收集,数据的分析,系统数据流程图确定以及系统方案的确定等。
- 2. 系统设计:包括系统流程图,程序流程图确定,编码设计,输入输出设计,文件设计,程序设计等。
- 3. 系统实现:包括硬件配置,编写程序,调试程序以及系统的运行和维护。其中维护阶段是一个重要阶段,它将保证系统的正常运行。

4. 系统评价:包括系统建成的评价(系统鉴定)和系统运行几年后的评价,发现新问题并提出系统更新的请求。

管理信息系统建设的历史,在国外和国内都经历了一个曲折发展的过程。我国在 80 年代中期出现了管理信息系统开发的高潮,但真正建成功的系统不多,大部分都失败了。美国在总结信息系统开发失败的经验时指出,失败的原因是管理者不积极参与研制和系统使用。

管理信息系统的开发是一项大的系统工程,耗资大,开发时间长,管理方式经常变化。用户(企业领导、管理人员)和开发人员(系统分析员、程序员)的合作是开发 MIS 成功与否的关键。

造成 MIS 失败的原因主要有:①企业领导缺乏 MIS 基本知识,只重视硬件,轻视软件,未对企业适应 MIS 管理体制进行改革。②开发人员缺乏对企业的深入了解,由于对管理功能理解有偏差,编制的程序与实际要求不同,而且只重视技术开发,轻视系统维护。③管理人员(用

户)缺乏 MIS 知识,不适应 MIS 的新工作方式,甚至有抵触情绪。

目前,我国 MIS 的建设,逐步吸取 MIS 开发的教训,已经走上稳步发展的轨道。MIS 开发主要是利用数据库语言编制程序。数据库语言的主要功能是对数据进行输入、查询、更新(增加、删除、修改)、统计、维护、通信、安全、报表等。因此,开发出的管理信息系统在模型辅助决策上存在不足。MIS 作为管理科学的重要方式,尚存在较大的差距。MIS 只能以数据和信息的形式辅助决策。

四、运筹学(Operations Research-OR)与管理科学(Management Science-MS)

1940 年 9 月英国成立了由物理学家 P. M. S. 布莱克特领导的第一个运筹学小组。在第二次世界大战中,为开展反潜艇的侦察,组织有效的对敌轰炸等方面作了大量的研究。1947 年 G. B. 丹齐克提出线性规划及其通用解法——单纯形法。50 年代管理科学的基本方法已经形成。1953 年美国成立管理科学学会,出版会刊《管理科学》。50 年代末,美国大企业在经营管理中大量应用运筹学,开始时主要用于制定生产计划,后来在物资储备、资源分配、设备更新、任务分派等方面应用和发展了许多新的方法和模型。一些发达国家的企业、政府、军事等部门都拥有相当规模的运筹学研究机构,专门从事有关方法和建模的研究,为决策提供科学的依据。

运筹学是用数学方法研究经济、国防等部门在环境的约束条件下,合理调配人力、物力、财力等资源,使实际系统有效运行。它用来预测发展趋势,制定行动规划或优选可行方案。

管理科学是应用数学、统计学和运筹学中的原理和方法,建立数学模型和进行计算机仿真,给管理决策提供科学依据。

美国决策理论学代表人物 H. A. Simon 指出:“运筹学”和“管理科学”两词几乎在词义上可以互换,两者都指将“条理性分析”运用于管理决策的制定。“运筹学”可以被看成科学方法在管理问题上的应用。

应用运筹学和管理科学处理问题时,分为 5 个阶段。①明确问题和目标:包括把整个问题分解成若干个子问题,确定问题的可控变量和不可控变量以及有关的常数和参数。②收集数据和建立模型:包括定义关系、经验关系和规范关系。③求解模型和优化方案:包括确定求解模型的数学方法,编制程序和调试程序,仿真运行和方案选优。④检验模型和评价模型是否合理:包括检验模型得到的解,并用实验数据来评价模型的解。⑤方案实施和不断优化:包括应用所得的解,解决实际问题,并在方案实施过程中发现新的问题和不断进行优化。

五、决策支持系统

决策支持系统(Decision Support System——DSS)是 80 年代迅速发展起来的新型计算机学科。70 年代初由美国 M. S. Scott Morton 在《管理决策系统》一文中首先提出决策支持系统的概念。

DSS 实质上是在管理信息系统和运筹学的基础上发展起来的。管理信息系统重点在对大量数据的处理。运筹学在运用模型辅助决策,体现在单模型辅助决策上。随着新技术的发展,所需要解决的问题会愈来愈复杂,所涉及的模型愈来愈多,模型类型也由数学模型再扩充数据处理模型。模型数量不仅是几个而是十多个,几十个,以至上百个模型来解决一个大问题。这样,对多模型辅助决策问题,在决策支持系统出现之前是靠人来实现模型间的联合和协调。决策支持系统的出现是要解决由计算机自动组织和协调多模型的运行,对大量数据库中数据的存取和处理,达到更高层次的辅助决策能力。决策支持系统的新特点就是增加了模型库和模型

库管理系统,它把众多的模型(数学模型与数据处理模型以及更广泛的模型)有效地组织和存储起来,并且建立了模型库和数据库的有机结合。这种有机结合适应人机交互功能,自然促使新型系统的出现,即 DSS 的出现。它不同于 MIS 数据处理,也不同于模型的数值计算,而是它们的有机集成。它既具有数据处理功能又具有数值计算功能。

1.1.2 决策支持系统概念

一、决策支持系统定义

决策支持系统是综合利用大量数据,有机组合众多模型(数学模型与数据处理模型等),通过人机交互,辅助各级决策者实现科学决策的系统。

二、决策支持系统的结构

DSS 的结构图见图 1.2 所示。

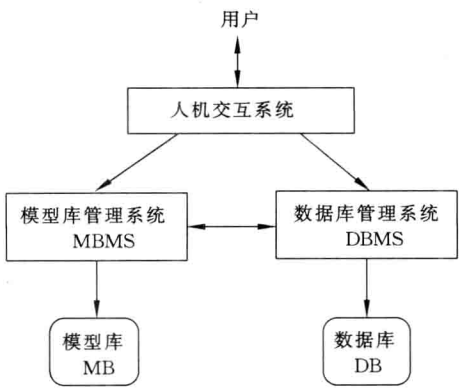


图 1.2 决策支持系统结构

DSS 使人机交互系统、模型库系统、数据库系统三者有机地结合起来。它大大扩充了数据库功能和模型库功能,即 DSS 的发展使管理信息系统上升到决策支持系统的新台阶上。DSS 使那些原来不能用计算机解决的问题逐步变成能用计算机解决。

H. A. Simon 把决策问题分成程序化决策和非程序化决策。现在,人们把程序化决策的提法换成结构化决策。结构化问题是常规的和完全可重复的,每一个问题仅有一个求解方法,可以认为结构化决策问题可以用程序来实现。由于非结构化问题不具备已知求解方法或存在若干求解方法而

所得到的答案不一致,这样,它难于编制程序来完成。非结构化问题实质上包含着创造性或直观性,计算机难以处理。而人则是处理非结构化问题的能手。当把计算机和人有机地结合起来就能有效地处理半结构化决策问题(介于结构化决策和非结构化决策之间的问题)。DSS 的发展能有效地解决半结构化决策问题。它逐步使非结构化决策问题向结构化问题转化。

把决策问题按结构化程度分类,形成①结构化决策,②半结构化决策,③非结构化决策。

对问题的结构化程度用下面三个因素来区分:

1. 问题形式化描述的难易程度

结构化问题,容易用形式化方法严格描述。形式化描述难度越高,结构化程度就越低。完全非结构化问题甚至不可能形式化描述。

2. 解题方法的难易程度

结构化的问题一般有描述得很清楚和较容易的解题方法。解题方法越不易精确描述或难度越高,结构化的程度就越低。完全非结构化的问题,甚至不存在明确的解题方法,只能用一些定性的方法来解决。

3. 解题中所需计算量的多少

结构化的问题一般可通过大量的明确的计算来解决,而结构化程度低的问题则可能需要大量试探性解题步骤,计算量呈指数增长趋势。

目前,管理信息系统已经是结构化决策问题,主要是由于数据库技术的日渐成熟,可以利用各类计算机(中小型或微型)上的数据库管理系统语言来编制管理信息系统程序以完成各企事业单位的管理工作。

R. H. Bonczek 等人认为决策支持系统与管理信息系统的不同在于三个方面:

(1) 把模型并入信息系统软件中;(2) 为高级管理决策人员提供了解决非结构化决策问题的有用信息;(3) 为用户提供一种功能很强且使用方便的问题求解语言。

决策支持系统为决策者提供辅助决策的有用信息,它不能制定决策,决策是由人来制定的。R. H. Bonczek 认为决策制定是由决策支持系统和它的用户共同完成的。

1.2 人工智能综述

1.2.1 人工智能发展历史

人工智能的发展历史可分为四个阶段:

第一阶段:50 年代人工智能的兴起和冷落

人工智能概念是在 1956 年由 J. McCarthy、M. L. Minsky 等四人发起,十名从事数学、精神病学、心理学、信息科学和计算机科学的学者在 Dartmouth 大学召开的研讨会上,首次提出来的。当时,相继出现了一批显著的成果。

1. 1956 年 A. Newell 等人提出逻辑理论 LT(Logic Theorist)程序系统,证明了罗素(Russell)与怀特海的名著《数学原理》第二章 52 条定理中的 38 条,1963 年终于完成全部 52 条定理的证明。这是计算机模拟人的高级思维活动的一个重大成果,是人工智能的真正开端。

2. 1956 年 A. L. Samuel 研制了西洋跳棋程序 Checkers。该程序能积累下棋过程中所获得的经验,具有自学习和自适应能力。这是模拟人类学习过程的一次卓有成效的探索。该程序 1959 年击败 Samnel 本人,1962 年击败了一个州冠军,此事引起了世界性的大轰动。这是人工智能的又一个重大突破。

3. 1960 年 A. Newell、J. Shaw 和 H. Simon 等人通过心理学实验,发现人在解题时的思维过程大致可以分为三个阶段:①首先想出大致的解题计划;②根据记忆中的公理、定理和解题规划,按计划实施解题过程;③在实施解题过程中,不断进行方法和目标分析,修改计划,这是一个具有普遍意义的思维活动过程。其中主要是方法和目的的分析。基于这一发现,他们研制了“通用问题求解程序 GPS”,用来解决不定积分、三角函数、代数方程等 11 种不同类型的问题,并首次提出启发式搜索概念。

4. 1960 年麦卡锡(J. Mc. Carthy)成功地研制了著名的“LISP”表处理语言,成了人工智能程序语言的重要里程碑。

还有很多例子,这个时期兴起了人工智能热。但是不久,人工智能走向低潮。主要表现:

1. 1965 年发明了消解法,曾被认为是一个重大的突破,可是很快发现消解法能力有限,证明两个连续函数之和还是连续函数,推了十万步还没有推出来。

2. 塞缪尔的下棋程序,赢了州冠军后,没能赢全国冠军。

3. 机器翻译出了荒谬的结论。如从英语→俄语→英语的翻译中,有一句话:“心有余、力不足”,结果变成了“酒是好的,肉变质了”。

由于人工智能研究遇到了困难,使得人工智能走向低落。英国 70 年代初,对 AI 的研究经费被大量削减,人员流失,美国 IBM 公司也出现类似的现象。

这一阶段的特点是:重视问题求解的方法,忽视了知识的重要性。

第二阶段:60 年代末到 70 年代,专家系统的出现,使人工智能研究出现了新高潮

1. 1968 年斯坦福大学 E. A. Feigenbaum 和遗传学家及物理学家合作研制了 DENDRAL 系统,该系统是一个化学质谱分析系统,能根据质谱仪的数据和核磁共振的数据及有关知识推断有机化合物的分子结构,达到了帮助化学家推断分子结构的作用。这是第一个专家系统,系统中用了大量的化学知识。

2. 1974 年由 E. H. Shortliffe 等人研制了诊断和治疗感染性疾病的 MYCIN 系统。它的特点:①使用了经验性知识,用可信度表示,进行不精确推理。②对推理结果具有解释功能,使系统是透明的。③第一次使用了知识库的概念。以后的专家系统受 MYCIN 的影响很大。

3. R. O. Duda 等人 1976 年研制矿藏勘探专家系统 PROSPECTOR 系统。该系统用语义网络表示地质知识。该系统在华盛顿州发现一处矿藏,获利一亿美元。

4. Carnegie-Mellon(卡内基—梅隆)大学研制了语音理解系统 Hearsay-II 系统,它完成从输入的声音信号转换成字,组成单词,合成句子,形成数据库查询语句,再到情报数据库中去查询资料。该系统是采用“黑板结构”这种新结构形式的专家系统。

1969 年,成立了国际人工智能联合会议(International Joint Conferences on Artificial Intelligence—IJCAI)。

这一阶段的特点:重视了知识,开始了专家系统的研究,使人工智能走向实用化。

第三阶段:80 年代,随着第五代计算机的研制,人工智能得到很大发展

日本 1982 年开始了“第五代计算机的研制计划”,即“知识信息处理计算机系统 KIPS”,它的目的是使逻辑推理达到数值运算那样快。日本的十年计划在政府的支持下大力开展,形成了一股热潮,推动了世界各国的追赶浪潮。

十年后,日本的第五代机并没有生产出来,只取得了部分成果。1984 年完成了串行推理机 PSI 和操作系统 SIMPOS。1988 年完成了并行推理机 Multi-PSI 和操作系统 PIMOS。

该计划的失败,对人工智能的发展是一个挫折。

第四阶段:80 年代末,神经网络飞速发展

1988 年后,神经网络像雨后春笋一样迅速发展起来。神经网络实际上 40 年代就开始了,在 50 年代曾出现过高潮,这就是“感知机”的应用。后因为它不适合于非线性样本而走向低潮。1982 年美国 Hopfield 提出新模型,既可用硬件实现,又能解决运筹学的巡回售货商 TSP 问题。由此引发了人们对神经网络的兴趣。1985 年 Rumelhart 等人提出 B-P 反向传播模型,解决了非线性样本问题,从而扫除了神经网络的障碍,兴起了神经网络的热潮。1987 年美国召开了第一次神经网络国际会议,宣布新学科的诞生。1988 年日本称为神经计算机元年,提出研制第六代计算机计划。1989 年后,各国在神经网络方面的投资逐步增加。

神经网络在逐步成为一个独立学科。

1.2.2 人工智能概念和研究范围

一、关于智能的定义(机器智能)

1. Turing 试验

一个房间放一台机器,另一房间有一人,当人们提出问题,房间里的人和机器分别作答。如果提问的人,分辨不了哪个是人的回答,哪个是机器回答,则认为机器有了智能。

2. Feigenbanm 定义

只告诉机器做什么,而不告诉怎样做,机器就能完成工作,便可说机器有了智能。

二、人的智能型行为

人的智能型行为主要体现在进行学习和解决问题。

(一)学习过程包括三个方面

(1) 知识的学习;(2) 技能的学习;(3) 个性的形成。

知识学习主要是对各学科领域的知识学习,如数学、物理、计算机等知识的学习。技能的学习主要是对解决问题方法的学习。个性的形成主要是把前人的知识和技能变成自己的知识和技能。根据个人学习的效果以及应用的情况形成个人的特性。学习的目的在于解决问题。

(二)解决问题又分两类

(1) 用已知的知识和技能解决问题;(2) 创造性(建立新知识和技能)解决问题。

三、人工智能定义

由计算机来表示和执行人类的智能活动(如判断、识别、理解、学习、规划和问题求解等)就是人工智能。人工智能的研究在逐步扩大机器智能,使计算机逐步向人的智能靠近。

四、人工智能的研究范围

(一)人工智能研究的基本范围

1. 问题求解:如下棋程序。
2. 逻辑推理和定理证明:如数学定理的证明。
3. 自然语言处理:如语言翻译,语音的识别,语言的生成和理解。
4. 自动程序设计:“超级编译程序”,能从高级形式的描述,生成所需的程序。
5. 学习:归纳学习和类比学习。
6. 专家系统:利用专家知识进行推理达到专家解决问题的能力。
7. 机器人学:完成人部分工作的机器人。
8. 机器视觉:研究感知过程。
9. 智能检索系统:具有智能行为的情报检索。
10. 组合的调度问题:如最短旅行路线。
11. 系统与表达语言:用人工智能来深化计算机系统(如操作系统)和语言。

(二)人工智能的主要研究领域

F. Hayes—Roth 总结人工智能的主要研究领域为三大方面：自然语言处理；视觉和机器人学；知识工程。

1. 自然语言处理：语音的识别与合成，自然语言的理解和生成，机器翻译等。

2. 机器人学：从操纵型、自动型转向智能型。在重、难、险、害等工作领域中推广使用机器人。日本在机器人研究中走在前列，我国机器人研究在发展：如国防科技大学的两足步行机器人和哈尔滨工业大学的焊接机器人等。

3. 知识工程：研究和开发专家系统。目前人工智能的研究中，最接近实用的成果是专家系统。专家系统在符号推理、医疗诊断、矿床勘探、化学分析、工程设计、军事决策、案情分析等方面都取得明显的效果。

1.2.3 人工智能的前景

人工智能的研究是个长期的任务。目前，人们逐步认识到揭开人的智能之谜是发展人工智能的关键。1986年5月日本提出“人类新领域研究计划”的研究课题，目的在于弄清人体的各种机能。人体有两项根本机能，即物质、能量转换机能和信息转换机能。信息转换包括：创造思考、学习与记忆、感觉与知觉、语言控制等。人工神经网络的研究就是在人脑神经元的组织结构上分析研究神经网络的运行机理。在国际上已掀起了一股人工神经网络的研究热潮，这对人脑思维的研究起着巨大的推动作用。目前破译遗传密码的工作已有很大进展，遗传算法已被成功地应用于机器学习。机器人控制、机器视觉和自适应学习等领域也得到广泛的应用。当今全世界的科学家已认识到，实现人工智能必须以生物技术，信息技术和新材料技术三大高技术为手段。生物技术是“侦察兵”，它负责解开智能之谜，为人工智能的发展提供方向；信息技术是“主力军”，它负责人工方式等模拟人类智能；而新材料技术是“后勤部队”，为人工智能的实现提供物质基础。

90年代后，人工智能的发展方向有如下几方面：

1. 现场人工智能(Situated AI)

1991年R. Brooks研制了具有某种自适应能力的“人造昆虫”，提出了没有表示(Representation)、没有推理(Reasoning)的非传统人工智能看法，提出了现场人工智能。智能系统与环境交互，一方面要从所运行的环境中获得信息(感知)，一方面要通过自己的动作(作用)，对环境施加影响。

移动机器人成为这一研究工作的理想实验床。但移动机器人的传感器，执行机构都较复杂，价格昂贵，困难较多。计算机网络是一个不动的机器人，同样是研究现场人工智能的理想实验床。计算机网络用户分布世界各地，各自的任务同时在网络上传送和加工处理，且各种任务互相交互，因此解决这类系统的调节、控制与安全问题等是人工智能的新研究领域。

2. 直觉(Intuition)、顿悟(Insight)和灵感(Inspiration)的研究(3I研究)

传统人工智能主要是以逻辑思维为主。1995年H. Simon提出现在能够对直觉、顿悟、灵感(或称形象思维)的“只可意会，不可言传”的现象进行模拟。

在80年代，我国著名学者钱学森提出建立思维科学技术体系，并认为思维科学(Notetic Sciences)研究的突破在于形象思维。直感、顿悟、灵感都属于形象思维。

3. 数据开采和知识发现(Data Mining and Knowledge Discovery)

人工智能关于机器学习(Machine Learning)的研究有很长的历史。但过去较长的一段时间