

姚玉川 薛源福 宫雷光 编

知识系统

大连理工大学出版社



5081 - 879159
4212

60.1
4-12

知 识 系 统

姚玉川 薛源福 宫雷光 编

大连理工大学出版社

内 容 简 介

人工智能专家系统技术近些年来获得广泛应用,出现了所谓“知识工程”。本书共十章,系统地介绍了“知识系统”的知识表示、推理与控制策略、系统结构、知识获取、系统评价、语言与工具、多层系统和机器学习等内容,概括了“知识工程”的基本问题,是学习人工智能专家系统的一本比较合适的书。

本书虽然是为计算机科学系应用软件(人工智能专家系统)专业硕士研究生写的,但也适于其它专业及大学高年级学生。同时,也可作为从事计算机应用与知识工程的领域专家和科技人员的参考书。

知 识 系 统

Zhishi Xitong

姚玉川 薛源福 宫雷光 编

大连理工大学出版社出版发行 (大连市凌水河)

朝阳新华印刷厂分厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 8 5/16 字数: 186千字

1988年9月第1版

1988年9月第1次印刷

印数: 0001—2000

责任编辑: 刘晓晶

封面设计: 羊 戈

责任校对: 韩 露 于明珍

ISBN 7-5611-0098-1/TP·3

定价: 1.82元

前 言

近二十年来，人工智能领域的探索已取得重要成就，其中最有意义的成果之一是，研制出“专家系统”或称“基于知识的系统”。这是一种强有力的新的计算机系统。由于这种系统的巨大潜力，激起了世界范围的努力，促进了发展与应用这种技术，出现了所谓“知识工程”，它对人类所创造的所有领域造成了巨大冲击。

目前，由于专家系统正处于发展阶段，还不够成熟，没有形成完整的理论，因此缺乏较系统的介绍材料。作者根据国外（主要是美国）的材料及在这个领域的科研教学经验，写成此书。作者试图概括知识工程的基本问题，因此，在观点上，取材上，广于专家系统，故把书名定为“知识系统”（Knowledge—Based System）。

全书共十章和三个附录，系统地介绍了“知识系统”的有关问题，包括基本观点，方法与技术，具体事例以及发展趋势等。在写此书的过程中，我们遵循下列原则：

- 重点放到与知识工程相关问题上；
- 强调基本观点与概念；
- 材料的组织力求简洁。

专家系统是计算机应用的前沿，把人工智能专家系统技术应用到各种领域，是一个方向性探索性课题。向国内广大读者介绍专家系统是“四化”之急需，是刻不容缓的任务。本书虽然是为计算机科学系应用软件专业（人工智能专家系

统) 硕士研究生写的, 但是也适于其它专业及大学高年级学生。同时, 也可作为从事计算机应用和知识工程的广大专家与科技人员参考书。作者希望此书对读者有所帮助。

在写此书时, 查阅的资料还不够全, 在这个领域的科研教学经验还不够多, 时间又很匆忙, 因此, 书中难免有错误, 敬请读者批评指正。

作 者

1987年7月15日

目 录

第一章 引论	(1)
1.1 机器感知	(1)
1.1.1 计算机视觉	(1)
1.1.2 自然语言理解	(2)
1.1.3 解决感知问题的方法——层次分割	(3)
1.2 模式识别	(4)
1.2.1 模式识别的统计方法	(6)
1.2.2 模式识别的句法(结构)方法	(9)
1.2.3 模式识别的应用领域	(14)
1.3 Bayes判定论	(15)
1.3.1 极小化误差概率的Bayes规则	(15)
1.3.2 极小化失误分类平均风险的Bayes规则	(18)
1.4 知识系统的基本概念	(21)
1.4.1 符号	(21)
1.4.2 符号推理	(22)
1.4.3 搜索	(22)
第二章 知识表示	(28)
2.1 信息、知识与技巧	(28)
2.1.1 信息与知识	(28)
2.1.2 知识与技巧	(30)

2.2 知识表示	(32)
2.2.1 表示的映象	(33)
2.2.2 用谓词逻辑及其它逻辑的知识表示	(35)
2.2.3 知识的结构表示	(37)
第三章 知识系统结构	(53)
3.1 历史的回顾	(53)
3.2 知识系统与专家系统的特点	(57)
3.3 一个专家系统模型标本	(61)
3.4 一个专家系统的典型工作过程	(64)
3.5 知识系统的典型成分	(67)
3.6 知识系统结构	(69)
3.6.1 解决简化问题的系统结构	(69)
3.6.2 处理不定性知识的系统结构	(70)
3.6.3 处理随时间变化数据的系统结构	(71)
3.6.4 处理大搜索空间的系统	(74)
3.6.5 多知识源系统结构	(76)
3.7 知识库	(79)
3.8 知识系统应用的领域和类型	(80)
第四章 推理与控制策略	(85)
4.1 引言	(85)
4.1.1 推理路径	(85)
4.1.2 策略	(86)
4.1.3 元规则	(87)
4.2 推理方式	(88)
4.2.1 确定性推理	(88)
4.2.2 概率推理	(90)
4.2.3 不定性推理	(96)

4.3	如何建造一个推理机	(105)
4.4	几点看法	(106)
第五章	知识获取	(108)
5.1	建造知识系统的关键	(108)
5.2	什么是知识获取	(108)
5.3	知识工程师	(111)
5.4	知识获取的基本过程与方法	(113)
5.4.1	识别阶段	(113)
5.4.2	概念化阶段	(116)
5.4.3	形式化阶段	(117)
5.4.4	实现阶段	(118)
5.4.5	测试阶段	(119)
5.4.6	对试验系统进行修改	(120)
5.5	知识获取的若干类型	(121)
5.5.1	非自动型知识获取	(121)
5.5.2	自动型知识获取	(128)
5.6	知识获取辅助系统	(133)
5.6.1	解释机构	(134)
5.6.2	人机会话机构	(134)
5.7	几点看法	(136)
第六章	知识库管理	(137)
6.1	概述	(137)
6.2	知识库管理与知识获取	(137)
6.3	知识库管理的基本任务	(138)
6.3.1	不一致性检测	(138)
6.3.2	包含	(139)
6.3.3	单条规则间的矛盾	(140)

6.4	知识库中弱规则的检测和纠正	(144)
6.4.1	SEEK2——一个自动诊断和修改知识库中弱规则的系统	(144)
6.4.2	元知识与元知识库	(150)
6.5	知识库管理工具	(152)
6.5.1	知识库的检索	(152)
6.5.2	知识库的编辑	(153)
6.5.3	簿记功能	(154)
6.5.4	知识库的安全与保密	(157)
第七章	知识系统的评价	(159)
7.1	系统评价的动机	(159)
7.1.1	为何要进行评价	(159)
7.1.2	评价动机的确定	(160)
7.2	制定评价计划	(161)
7.2.1	对系统特性的评价	(161)
7.2.2	确定评价的客观标准	(163)
7.2.3	确定系统成功的现实标准	(164)
7.2.4	确定评价的手段	(164)
7.3	如何评价一个系统	(165)
7.3.1	何时开始、何时停止评价	(165)
7.3.2	系统的研制与评价过程	(165)
7.4	方法论问题	(167)
第八章	知识工程语言和工具	(170)
8.1	引言	(170)
8.2	知识工程语言	(170)
8.3	建造系统的工具	(172)
8.3.1	骨架系统	(172)

8.3.2	通用表示语言	(173)
8.3.3	辅助设计工具	(173)
8.4	如何生成一个知识系统	(174)
8.5	典型工具系统	(175)
8.5.1	EMYCIN系统	(175)
8.5.2	EXPERT系统	(181)
8.5.3	OPS5系统	(188)
第九章	多层系统	(196)
9.1	引言	(196)
9.2	表层与深层系统特性	(198)
9.2.1	表层系统	(198)
9.2.2	深层系统	(198)
9.3	多层系统	(199)
9.4	知识的多层表示	(200)
9.4.1	多层问题的内在特性	(200)
9.4.2	表示的层次结构	(201)
9.4.3	层间的形式关系	(202)
9.5	多层模型中的通讯问题	(203)
9.6	如何生成一个多层系统	(204)
9.7	典型系统	(206)
9.7.1	ELAS系统	(206)
9.7.2	MGJ-1 通用汉字专家系统	(212)
第十章	机器学习	(221)
10.1	引言	(221)
10.2	连续性、影响和环境	(224)
10.3	学习系统模型	(225)
10.4	机器学习方法	(228)

10.4.1	机械学习	(228)
10.4.2	嘱咐式学习	(229)
10.4.3	通过例子学习	(230)
10.5	机器学习算法	(232)
10.5.1	搜索	(232)
10.5.2	遗传学自适应算法	(233)
10.5.3	搜索算子	(236)
10.6	典型的学习系统	(237)
10.6.1	LS-1 学习系统	(237)
10.6.2	BEAGLE 学习系统	(238)
10.6.3	EURISKO 学习系统	(241)
10.7	几点看法	(241)
附录 I	MGJ-1 系统运行“快照”	(244)
附录 II	建造专家模型的几点建议	(247)
附录 III	死亡时间鉴定专家模型	(248)
参考文献		(253)

第一章 引 论

1.1 机器感知

感知是人的基本生理现象，人们用许多方式感知周围世界：视、听、触、闻和尝。在人工智能（AI）的探索中，人们深入研究的只是视和听即机器感知（Machina Perception）。它们与人工智能和专家系统技术关系极大。同时，对智能计算机来讲，也是“人-机”介面首先要解决的问题。

1.1.1 计算机视觉

计算机视觉（Computer vision）是指计算机对周围世界物体的识别能力，如室内景物，线条画，二、三维物体等。生理、心理学家早已对人的视觉进行了深入地研究。例如，Barlow和Lettvin等人，对视网膜和皮层细胞进行了深入研究，知道了它们的许多特性。Lettvin发现，蛙眼中有一种细胞对移进视野的小黑点极为敏感，这些细胞称为小虫检测器。人们曾经企图用硬件模拟视觉机制。例如感知器（Perceptron），这是早期工作。

心理学的研究告诉我们，视觉中包含着大量信息处理问题，但还有大量未知问题。目前，生理心理学家还不能为建造视觉处理器提供模型。虽然我们知道基元细胞能做什么，但还不知道它们是如何做的。因此，还不能用计算机来模拟生物视觉的机理。相反，要使计算机能看见东西，人们必须

想办法，研究这个问题的固有特性。

例如，我们要识别跨过街道的景物，首先要识别线条，把线条放在一起表示物体的形状和阴影，然后把它们结合起来、最后产生房屋、街道和庭院的图象

1.1.2 自然语言理解

自然语言理解(Natural Language Understanding)是一个声波分析问题。例如，要使计算机分析一个句子，首先必须识别声音，然后把声音按词法结合成单词 最后按句法把单词组成有意义的句子。

在某一级，如果我们观察到声波的出现，那么我们便感知它了。在这一级上的感知，仅对应于信号的最后目标的第一步。为产生一个适当的响应，首先必须对信号进行分类，这种分类过程必须按层次进行，即层次分类过程对应于感知世界的层次结构。

但是，输入信号层次分类的实际过程，远比上述的说明复杂得多，其原因如下。

(1) 在某一级上的分类过程，同它的上下级的分类过程有交互作用。例如，已确定语言信号的一部分由下面的声音组成：

katskars

现在要把这些声音分成二个词，至少有两种分法：

cat	scars
kats	kars
cats	cares

如果没有句子结构的附加知识，我们不可能做出正确划分。它们可能是下面两个句的一部分：

The cat scares the birds away.

A cat's cares are few.

(2) 在感知的理解中, 输入信号的许多性质具有相对性, 这就不能使用绝对的模式匹配技术。例如, 没有两个人说的话是一样的, 只能测量其相对量度。在对图象理解中也是如此。

(3) 在真实世界中, 不可能在一个时间只感知单一信号, 这个问题已在(1)中说明。

1.1.3 解决感知问题的方法——层次分割

尽管在机器感知上还有许多困难, 但在语言和图象理解方面, 已取得很大进展。解决这个问题的基本方法是层次分割。我们把全局的理解过程划分为可管理的段(Pieces)。为此, 把分析语言样品或图形的过程分为下面的五个阶段:

(1) 数字化

把连续的输入信号变为分离的块(chunks)。对语言识别, 以固定的时间间隔(比如, 每秒20,000次)测量信号的幅度。对图形识别, 把画面分成固定数目的元素, 比如, 每6.45平方厘米为 128×128 个。

(2) 平滑

滤掉输入信号中的杂散的突然变化。真实世界中, 信号大多是连续的, 毛刺通常由随机噪音造成的, 应滤去。

(3) 分段

把由数字化生成的小块, 按对应于信号的逻辑成分组合为较大块。对语言理解, 这些段对应于各个声音, 如s或a, 这样的段称为单音(phone)。对图象理解, 这些段对应于图象中目标的某种有意义的特性, 由明显的线组成。

(4) 加标签

每一段附加一个标签, 指出是建筑模块集合中的哪一个

段。对语言理解，意味着指定单音标签，如 s 或 a。对图象理解，意味着指定这样的标签：

“This line represents an extrior edge
of figure.”

(5) 分析

把所有加标签的段放到一起，形成结合在一起的目标。这阶段没有一般化的方法，必须利用大量领域相关知识。但是，所有分析过程都要变更约束以满足基本过程。因为，同低层加标签一样，对给定输入较高层分析过程也存在多种可能解释。

把这些过程结合成一个单一系统的技术，即所谓的“黑板”（Blackboard）结构。例如，语言理解系统 HEAR-SAY-Ⅱ 的黑板中，包含几个成分的分析结果。

简言之，目前机器感知周围世界的能力还是很有限的。一般，利用各种不同的传感器把光、电、声和温度等信号转换成电信号。如果环境是可控的，且信号有简单解释，那么感知问题并不困难。例如，计算机的标准输入设备。但是，让计算机处理语言理解和景物分析等复杂问题，并不是一件容易的事。现在，人们正从研究感知数据问题转向研究更为困难的解释数据问题。

尽管目前生理学与心理学研究已为人们提供了许多动物感知的有趣事实，但我们还不知道如何用计算机去模仿。尽管感知是每个人经验的东西，但还没有人真正了解它。

1.2 模式识别

如上所述，目前尽管缺少完美的感知理论，但从未阻止

人们去解决这方面问题。这些问题大多都涉及到模式分类问题，对它们的深入研究导致出现了一个抽象数字模型，它为分类器的设计提供了理论基础。在各种问题中，图象问题受到极大重视。有关模式分类的原理和图象分析技术，已广泛应用，并引起人们极大兴趣。

模式 (Pattern) 是一个内涵极广的概念，如图形、景物、语言、波形、文字和疾病等，都是模式。广义地讲，一切观察存在的事物形式都可称为模式。在模式识别的理论中，通常把对某一过程或事件的描述集合定义为模式。例如，一个声波，按一定的时间间隔采样，则这组采样值就构成一个模式向量，用来描述这个声波的变化。如图1-1所示。

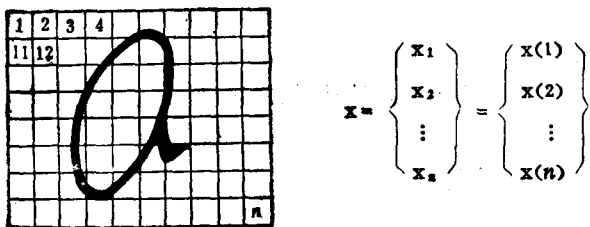
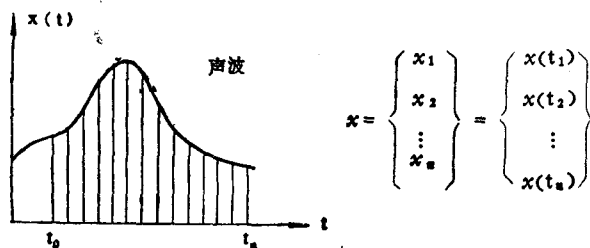


图 1-1 模式的矢量表示

所谓“识别”是人类所具有的基本智能，它是一种复杂的生理和心理过程。例如，在日常的活动中，每个人都要随时随地对声音、文字和图形等进行识别。所谓“模式识别”，是研究对某些过程或事件的集合进行分类或判定的理论与方法。这些被分类或判定的过程或事件，可以是物理的，化学的或生物的目标。

模式识别 (Pattern recognition) 是人工智能的重要组成部分。但是，由于它有自己的理论与应用，已从人工智能中独立出来，自成体系形成学科。在人工智能与专家系统的应用中，有时首先会遇到模式识别问题。这是我们在这里介绍模式识别的主要原因。从方法上讲，可归结为两种：

- 统计方法
- 句法 (结构) 方法

1.2.1 模式识别的统计方法

在过去十几年中，模式识别大部分集中在统计方法及其应用的研究上。根据统计方法，要从模式中抽取一组特性的测量值 (称为特征值)，然后将其指定到特征空间的某一区域，即某一模式类中，其基本思想：

- 从模式中抽取一组特征值，
- 根据特征值指出目标属于哪一类，即对特征空间进行划分。

模式识别系统的典型结构如图1-2所示，包括三部分：

- 传感器
- 特征抽象器
- 分类器

(1) 传感器：感知目标的输入，然后对输入信号进行数字化、编码、平滑以及图象增强等预处理。