

AI 90

中国人工智能 90

第一届中国人工智能联合学术会议论文集



吉 林 大 学 出 版 社

新
学
知

PDG

第一届中国人工智能联合学术会议

组织机构名单

(以姓氏笔划为序)

学术顾问：

王湘浩 (长春 吉林大学)	李家治 (中科院心理所)
秦元勋 (中科院数学所)	徐家福 (南京大学)
常 迥 (清华大学)	曾宪昌 (武汉大学)
慈云桂 (长沙 国防科技大学)	

主席团：

王树林 (中科院计算所)	王鼎兴 (清华大学)
石纯一 (清华大学)	石青云 (北京大学)
陆汝钤 (中科院数学所)	何志均 (杭州 浙江大学)
涂序彦 (北京科技大学)	

程序委员会

主 席：刘叙华 (长春 吉林大学)

副主席：马希文 (北京大学) 孙怀民 (北京航空航天大学)

何华灿 (西安 西北工业大学)	张 钹 (清华大学)
庞云阶 (长春 吉林大学)	宣国荣 (上海 同济大学)
戴汝为 (北京 中科院自动化所)	

委 员：万嘉若 (上海 华东师大) 史忠植 (中科院计算所)

刘开瑛 (太原 山西大学) 邢汉承 (南京 东南大学)

许卓群 (北京大学) 刘椿年 (北京工业大学)

刘锡荟 (机电部电子科学研究所) 李介谷 (上海交通大学)

李太航 (上海现代科学技术研究所) 李祖枢 (重庆大学)

宋国宁 (沈阳 中科院自动化所)	吴立德 (复旦大学)
俞瑞钊 (杭州 浙江大学)	张一立 (成都 四川大学)
张运楨 (武汉 华中理工大学)	林尧瑞 (清华大学)
周国栋 (西安 西北大学)	周祥和 (武汉大学)
胡运发 (长沙 国防科技大学)	洪家荣 (哈尔滨工业大学)
陈世福 (南京大学)	黄厚宽 (哈尔滨船舶工程学院)
裴 珉 (北京自动化工程学院)	熊范纶 (合肥智能所)
蔡庆生 (中国科技大学)	

秘书长: 刘大有 (长春 吉林大学)

袁 萌 (中国人民大学)

组织委员会

主 席: 鞠九滨 (长春 吉林大学)

副主席: 刘大有 (长春 吉林大学)

辛跃权 (长春 吉林大学)

李志林 (长春 吉林大学)

童天湘 (中国科学院哲学所)

委 员: 曲学楼 (长春 吉林大学)

孟凡二 (长春 吉林大学)

武艳茹 (长春 吉林大学)

姜山青 (长春 吉林大学)

《中国人工智能90》编委会

主 编: 刘叙华

副主编: 石纯一 李志林

编 委: 王树林 刘大有 陆汝钤 庞云阶 林尧瑞

涂序彦 黄昌宁 裴 珉 戴汝为

前 言

1956年夏，Dartmouth大学的暑期讨论会宣布了人工智能的诞生。60年代，定理机器证明，自然语言理解，人工智能语言 LISP 的成就鼓舞了人们对人工智能的信心。70年代的专家系统的成就使得人工智能的研究从理论走向实际。

由于众所周知的原因，我国人工智能的研究起步较晚。70年代末，我国才有一批学者认真地提出了人工智能的研究。80年代，各种人工智能学术团体纷纷成立。1980年4月，以常迥教授为首的中国自动化学会模式识别与机器智能专业委员会在武汉成立；1980年8月，以王湘浩教授为首的全国高校人工智能研究会在长春成立；1981年9月，以秦元勋教授为首的中国人工智能学会在长沙成立；1982年4月，以王湘浩教授为首的中国计算机学会人工智能学组在杭州成立（1986年11月在太原升级为人工智能与模式识别专业委员会）；1986年5月，以何志均教授为首的中国软件行业协会人工智能协会在北京成立；1987年6月，以陆汝钫教授为首的中国计算机学会软件专业委员会智能软件学组在北京成立；1987年，国家高技术智能计算机系统专家组在北京成立。

上述七个学术团体，10年来分别举行了多次学术活动，活跃了我国的人工智能研究。

学术界的一些前辈和七个组织的当前负责人都一致认为：为提高我国人工智能研究的水平，有必要进行联合学术活动。因此，于1989年7月在清华大学由七个组织的负责人举行了第一次联合筹备会议，并决定：1990年7月在长春举行第一届中国人工智能联合学术会议（简称 CJCAI-90）。

这是我国人工智能学界的一件大事。团结起来是提高我国人工智能学术水平的唯一正确道路。我祝愿这次大会的召开能够促进团结，促成统一的全国人工智能学术组织的成立。

这次大会共收到论文 343 篇，组织有关专家进行了初审和终审（吉林大学的论文由清华大学组织初审，清华大学的论文由吉林大学组织初审），录用收入论文集的为 83 篇，录用在大会上书面交流的为 204 篇。

人工智能从它孕育的时候起，就引起了人们的争论，批评者中有计算机专家，有哲学家，也有普通百姓。这种争论反而说明了：人工智能这门学科的生命力和对人类社会所产生的巨大影响和鼓舞。从计算机处理的对象的变化，可以看出计算机已经走过了三个阶段。第一阶段，计算机面对的是数字，这一阶段对计算机的要求是大容量，高速度。第二阶段，计算机面对的是数据，而且往往不是单个的数据，而是多个相关的数据库，因此需要计算机网络来面对这些大型数据库。第三阶段，计算机面对的是知识，只有智能计算机才能有效的处理知识，因此，人工智能的研究在目前这个阶段就是不可避免的了。预言人工智能的成功和失败都还为时过早，用美国著名人工智能学者 Feigenbaum 的话结束这个前言是合适的：能推理的动物已经（也许是不可避免的）制成了能推理的机器。尽管这样一种大胆的（有些人说是鲁莽的）投资有着种种明显的风险，无论如何我们已经开始干了……，阴影不管有多么黑，有多么险恶，我们切不可被吓住而不敢走向光明。

感谢作为主办单位的上述提到的七个人工智能学术团体的支持，感谢作为承办单位的吉林大学和吉林省计算机学会的支持，感谢吉林大学出版社和长春第一汽车厂电子计算处在出版这本论文集时给予的热情帮助。

程序委员会主席

刘 叙 华

1990.4.26

第一届中国人工智能联合学术会议组织机构	(I)
《中国人工智能 90》编委会	(II)
前言	(III)

目 录

知识表示 & 知识系统

1. 大型专家系统设计方法	涂序彦 (1)
2. 具有两级不确定性的推理模型	刘大有 钟绍春 高雅卿 (7)
3. 知识库系统 KBS/TH-1 的研究与实现	王克宏 汤志忠 刘广天 (13)
4. 概念程序设计及其支撑系统的设计与实现	郭福顺 古志民 尹红兵 李莲治 (18)
5. 智能数据库研究	吴信东 (23)
6. 在多个 ES 协作系统中不一致性问题的处理	刘大有 钟绍春 高雅卿 (31)
7. 可信度函数的分解	郑方青 (38)
8. DAI 系统控制的分布及其规则	高 济 (43)
9. 多专家系统协作时辩论过程中的相对正确度及其计算	马志芳 (49)
10. 约束知识环境	廖乐健 程 虎 (56)
11. 高性能专家系统工具 DECISION-T	史济建 俞瑞钊 何志均 (60)
12. 用面向对象的数据库系统支持知识库的管理	陈 平 徐 建 何志均 (66)
13. 面向并行求解的通用黑板系统开发工具 GDBDT	张赤红 张树斌 (71)
14. 支持专家系统开发: 协同式界面模型	吴朝辉 应 晶 何志均 (76)
15. 一种新的知识表示方法— FGR 及其应用	李祖枢 汪庭凯 向 农 (82)
16. 一种集成化的知识表示途径	杨德仁 刘国衡 (88)

自动推理

17. 计算机科学中的逻辑挑战	刘叙华 石生力 (93)
18. 定性推理	石纯一 李孝光 (100)

19. 假设推理中多推理者的推理机制研究	王献昌	陈火旺	(108)
20. 基于闭半环算法簇的形式证明及具体实现	薛锦云	熊刚	(114)
21. 基于 MSLDNF 消解的缺省推理系统	范仲春	邢汉承	(121)
22. 三种归结原理的相容性问题		刘叙华	(128)
23. 算子 fuzzy 逻辑及其归结推理的改进	刘叙华	安直	(133)
24. 直觉模糊逻辑中的归结方法	石生力	刘叙华	(140)
25. 再谈一阶逻辑的证明算法	刘广清	姜云飞	刘叙华 (146)
26. CSCAS:规范化简的计算机代数系统		李岳峰	(149)
27. 连接法中的几个简化规则及其算法	缪准和	李迎豪	(155)
28. 线性可采纳搜索算法的充要条件	张伟	俞瑞钊	(160)
29. 多维线性空间的非确定性问题求解研究	刘国衡	杨德仁	(166)

机器学习 & 知识获取

30. CASE: 一个基于属性描述的增量式概念获取系统	陈世福	潘金贵	陈彬	(174)
31. 面向概念的通用知识获取系统		王申康		(183)
32. 一种机器学习发现系统	蔡庆生	徐慧敏	梁成刚	(191)
33. MPLS:一个数学证明学习系统		徐立本		(198)
34. SWT3—一个基于问题分解的布尔函数极小化方法	洪家荣	毛成江		(205)
35. 解释与联想的学习方法	龚义涛	石纯一		(212)
36. 从示例中学习规则的基本框架	吴轶华	王树林		(219)
37. 解释学习的星法	何钦铭	俞瑞钊	何志均	(225)
38. ABAS—一个基于联想的类比学习系统	赵德开	洪家荣	黄春湛	(230)
39. 聚类分析引导的自动规则获取		杨庆		(237)

模式识别 & 图象处理

40. 一种获取物体表面三维信息的算法原理	魏湘曙	石青云		(244)
41. 围线特性基元及其在二维速度场计算中的应用	付洁	吴立德		(249)
42. 基于预测的三维物体识别定位	万享	徐光佑		(255)
43. 面向机械设计的智能 CAD 环境	寿宇澄	何志均		(260)
44. 复杂背景下目标识别的一种基于知识的方法	王以治	彭嘉雄		(265)
45. 一个实用的 LSI 版图设计规则检查及修改系统	毛晓明	陈佩芳	李介谷	(271)
46. MRRE:三维多体运动参数的鲁棒估计	庄新华	张鹏	汪涛	(276)

47. ECARG 的匹配及其应用研究	王成道 何洁宇 万嘉若	(283)
48. 基于 PROLOG 和 GKS 一体化的图形系统	王鸿谷 牟迎春 陈振初 樊爱华 杜牧野	(289)
49. PCB 逻辑图手稿输入系统	沈 清 许先行 王晓霞	(295)
50. 泛欧几何的基础编码—段码及其应用	刘鸿健 杜江川	(300)
自然语言		
51. 汉语人机接口 HRJ 的自动分词技术	黄祥喜	(306)
52. 现代汉语句子分析中的歧义现象及其处理策略	刘开瑛 王小鹏	(311)
53. 基于合一的汉语生成	李 东 黄昌宁	(316)
54. 英语并列连接结构的一种分析方法	沙新时 吴立德 黄中平	(322)
55. 能处理模糊概念的数据库自然语言接口 DBFNLI	姜 良 黄厚宽	(329)
56. 书面汉语自动分词和理解系统 PTCUS	黄祥喜 黄春飞	(333)
57. 对机器翻译速度的探讨	吴 岩 王开铸	(340)
58. 对自动文摘的研究和实践	徐 越 李小滨	(346)
59. 汉语同音字识别	杜中军 柴佩琪	(351)
体系结构 & AI 语言		
60. 一种新型人工智能语言系统设计技术研究	胡运发 陈火旺 胡子昂 卢肇川 邓铁清	(356)
61. 等式型函数逻辑型语言执行机制的研究	田新民 王鼎兴	(362)
62. 一个实用的 PROLOG-DBMS 系统实现	李 磊 陈守孔 张学惠 周春光	(368)
63. 人工智能系统体系结构的功能化设计	高 济	(376)
64. 并行推理机 RAP/LOP-WAM 的抽象机模型和体系结构	高耀清 孙成政 胡守仁	(381)
65. 一种新型智能机核心语言模型— LFOO	李 凯	(388)
66. CASC 语言实现中若干人工智能技术	袁仁保 谢果然	(394)
机器人		
67. 移动机器人路径规则算法的实验研究	艾海舟 张 钺	(400)
68. 智能装配机器人知识库及其装配顺序的规则方法	何 菁 林尧瑞 王家钦	(406)
69. 利用人工势场的移动机器人局部路径规则	金小平 何克忠 袁曾任	(411)

智能控制 & 智能管理

70. 电液位置伺服系统仿人智能型模糊—自适应控制
..... 王应建 王昌银 林建亚 路甬祥 (419)

71. 仿人智能控制理论研究 李祖枢 (424)

72. WOIMS: 油田井下作业智能管理系统 蔡令涵 孙奎英 涂序彦 (432)

73. 控制系统故障诊断的智能方法 谭 民 疏松桂 (438)

74. 基于知识的非线性动态系统的容错控制研究
..... 周东华 陆 鼎 席裕庚 张钟俊 (443)

认知模型 & 神经网络

75. 论思维及模拟智能 尹红凤 戴汝为 (449)

76. 人工智能中的两个学派 张 钹 张 铃 (453)

77. 自动生成层次神经网络的反推(Back—Propagation)学习算法
..... 庄新华 吴 吟 汪 涛 (458)

78. 用于识别多字体英文印刷字符的人工神经网络 林慎机 李介谷 (464)

79. 联接机制表达知识的两种方案 王 珏 杨一平 (469)

80. 纹理特征抽取和纹理识别的神经网络系统
..... 王成道 陈 瑶 毛建昌 (473)

其它

81. 数学形态学—串行算法和圆盘序列分解 龚 炜 (479)

82. 智能计算机操作系统的设想 周天爵 赵子正 (485)

83. 电子设备的实时维护与诊断 魏蛟龙 周曼丽 朱耀庭 (490)

大型专家系统设计方法

涂序彦

(100083 北京 北京科技大学 计算机科学与工程系)

摘 要 本文研究第三代大型专家系统的设计方法和实现技术。如:多级专家系统,广义知识表达,综合知识库,灵活协同解题,自组织解题机等。

关键词 大型专家系统,多级专家系统,广义知识表达,综合知识库,灵活协同解题,自组织解题机。

1. 引 言

第一代专家系统,如化学分析专家系统 DENDRAL 等,其特点是:高度专业化,求解专门问题能力强,但结构、功能不完整,移植性差。

第二代专家系统,如医疗诊断专家系统 MYCIN 等。其特点是:单学科专业型应用型系统,结构较完整,移植性好。

第三代专家系统,如大型专家系统 HPP'— 80。其特点是:多学科综合型应用系统,具有知识工程开发工具。

为了适应工程技术,社会经济,生态环境领域各种大系统的需求,要进一步发展第三代大型多学科综合性专家系统,这也是人工智能和知识工程发展的需要。

2. 第三代专家系统

第三代专家系统尚处于发展初期,在设计和实现方面还面临着许多问题有待解决。

(1) 大型专家系统的结构方案问题。面向应用需求的大型专家系统结构设计问题。在 HPP'— 80 中,多学科专家系统只是各单学科专家系统的简单“集成”,缺乏结构关联,没有协调配合,不是有机结合,只是“凑合”而已。

(2) 综合性复杂问题协同解题。在 HPP'— 80 中,并没有实现对综合性复杂问题,应用多学科知识进行协同解题,所谓“多学科,综合型”只是形式上的。

(3) 大型知识库及其管理系统。为了设计和建造大型知识库及其管理系统,需要解决多学科,综合性知识表达,知识存储,检索和管理等问题。

(4) 多学科协同解题与并行推理。为了利用多学科专家的知识和经验,对综合性复杂问题进行协同求解,需要研究协同解题方法与并行推理等技术。

(5) 专家系统开发工具与环境。如何面向应用需求来配备适用的开发工具与环境?专家系统有不同类型,开发工具也有不同的类型,其有效性(针对性)和通用性(普适性)是有矛盾的。这里存在优化组合,合理配置的问题。

因此,第三代大型多学科综合性专家系统的设计和建造,不能只是继承第一代,第二代专家系统的已有成果,加以简单“集成”就行了,还需要在系统结构方案,协同解题方法,大型知识库和推理机设计,以及开发工具的优化配置等方面,进行大量的研究工作,吸取其他学科的概念,方法和技术,进一步发展和创新。

3. 多级专家系统

为了探索大系统智能控制与智能管理问题,我们曾提出“多级专家系统”(MES—Multilevel Expert System)结构方案,如图1所示:

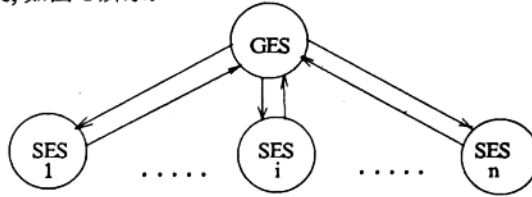


图1 多级专家系统（二级）

“多级专家系统”方案是大系统理论与人工智能结合的产物,是“多级递阶控制”与“专家系统”相结合的,第三代大型专家系统的一种典型结构方案,是多学科专家协同工作的一种适用方式。

图1所示的是“两级专家系统”的基本方案,具有上下两级递阶结构:

(1) 总体专家系统 GES—General Expert System

上级为“总体专家系统”,用于对下级各“专业专家系统”SES进行协调控制。GES将复杂的总问题“分解”为若干简单的子问题

(2) 专业专家系统 SES—Special Expert System

下级为若干“专业专家系统” $SES, \dots, SES_i, \dots, SES_n$, 分别相应于各学科, 各专业的专家, 用于求解各专业对口的专门问题。各SES根据总体专家系统GES制订的多级解题规划, 分别对所分配的专业子问题进行并行求解, 在GES的协调控制下, 各SES协同工作求得总问题的解。

4. 广义知识表达

我们根据“大系统控制论”(Large System Cybernetics)中的“广义模型化”(Generalized Modelling)方法,研究和开发了广义知识表达技术。例如:“多层状态空间”。

为了从不同的层次(宏观的,微观的),以不同的“粒度”(粗略的,精细的),去观察和描述主观或客观世界,以适应不同的实际要求。我们建议采用“多层状态空间”的广义知识表达技术。

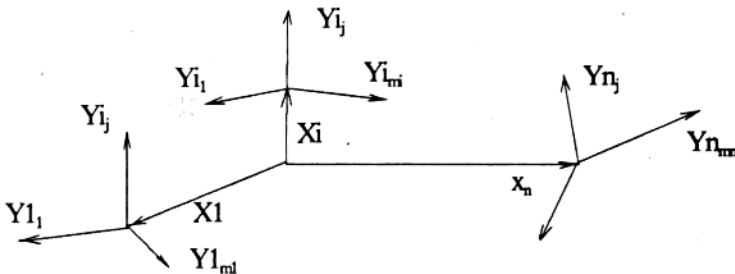


图2 多层状态空间

图2表示二层状态空间,其中,

高层状态空间 $S_k = \{X_1, \dots, X_i, \dots, X_n\}$, n 维

低层状态空间 $Sl_1 = \{Y1_1, \dots, Y1_j, \dots, Y1_{m1}\}$, $m1$ 维

$Sl_i = \{Yi_1, \dots, Yi_j, \dots, Yi_{mi}\}$, mi 维

$Sl_n = \{Yn_1, \dots, Yn_j, \dots, Yn_{mn}\}$, mn 维

而 $Sl = \{Sl_1, \dots, Sl_i, \dots, Sl_n\}$

$= \{Y1_1, \dots, Y1_j, \dots, Y1_{m1}, \dots, Yi_1, \dots, Yi_j, \dots, Yi_{mi}, \dots, Yn_1, \dots, Yn_j, \dots, Yn_{mn}\}$, mk 维

高层状态与低层状态的关系:

$$X_1 = R_1(Y1_1, \dots, Y1_j, \dots, Y1_{m1})$$

$\vdots$

$$X_i = R_i(Yi_1, \dots, Yi_j, \dots, Yi_{mi})$$

$\vdots$

$$X_n = R_n(Yn_1, \dots, Yn_j, \dots, Yn_{mn})$$

用如下三元组表示状态转移关系:

高层: $\langle Sts, Ft, Stg \rangle$

低层: $\langle Sl_s, Fl, Sl_g \rangle$

其中, Sts, Stg — 高层初始状态, 高层目标状态

Sl_s, Sl_g — 低层初始状态, 低层目标状态

Ft, Fl — 高层操作, 低层操作

高层状态空间的问题求解归结为寻求实现状态转移 $Sts \rightarrow Stg$ 的高层操作 Ft , 即宏观控制作用(粗粒度), 低层状态空间的问题求解归结为寻求实现状态转移 $Sl_s = \{Sl_1, \dots, Sl_i, \dots, Sl_n\} \rightarrow Sl_g = \{Sl_1, \dots, Sl_i, \dots, Sl_n\}_g$ 的低层操作集合 $Fl = \{Fl_1, \dots, Fl_i, \dots, Fl_n\}$, 即微观控制作用(细粒度)。

如果实际系统需要更精确的描述, 更细粒度的表达, 可以将低层空间再分解, 把二层扩展为三层, 四层状态空间。

5. 综合知识库

为了设计第三代多学科专家系统的大型知识库, 我们提出了“综合知识库”的概念, 以及相应的“多库协同”一体化的软件工程方案, 典型的是“四库协同”方案。

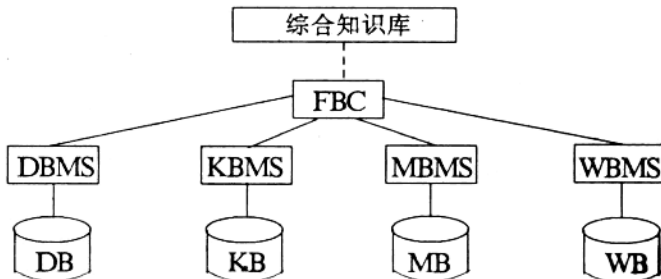


图3 综合知识库及四库协同方案

在图 3 中表示由“四库协同”软件方案实现的“综合知识库”,其中:

DB—数据库(Data Base)

DBMS—数据库管理系统(Data Base Management System)

KB—知识库(Knowledge Base)

KBMS—知识库管理系统(Knowledge Base Management System)

MB—模型库(Model Base)

MBMS—模型库管理系统(Model Base Management System)

WB—方法库(Way Base)

WBMS—方法库管理系统(Way Base Management System)

FBS—四库协同器(Four Bases Cooperator)

这里,综合知识库是由数据库,知识库,模型库,方法库及其管理系统,即四库协同器组成的四库综合系统.

6. 灵活解题技术

为了利用多学科知识求解复杂问题,需要发展“灵活解题技术”,提高解题效率,扩大解题范围.

我们提出的“灵活解题”技术(FPS—Flexible Problem Solving),包含下列内容:

(1) 灵活解题规划:

制定面向问题的,高效率的灵活的协同解题规划.将人们求解复杂问题的一般思维方法和所需专门知识的综合利用巧妙地结合起来,例如,人们在解题时,一般先进行宏观,定性,外在,浅层的分析,然后再着重于微观,定量,内在,深层的分析.在不同的解题过程中,所需的专业知识相应地有所不同,并且,定性推理与定量计算,宏观的粗粒度与微观的细粒度分析,外在的“黑箱”方法与内在的“白箱”方法,浅层的,直觉的常识推理与深层的,理性的理论证明,可能是交替进行,需要灵活运用的.

(2) 灵活解题方法

为了实现“灵活解题规划”,需要有“灵活解题方法”,以便在解题过程中根据解题规划的部属,灵活运用相应的解题方法,如灵活推理方向,灵活推理方法,灵活计算方法……等.

(3) 灵活协调策略

为了运用灵活方法,实现协同解题规划,需要灵活协调控制策略,特别是在大型专家系统中,利用多学科,多专业知识协同求解复杂问题,采取多级专家系统设计方案时,协调控制策略尤为重要,实际上,在多级专家系统中,上级总体专家系统的主要任务就是协调.通过协调控制,在各专业专家系统对各子问题的局部解的基楚上,求得大问题的全部解.

协调控制原则,策略和方法的设计和选用,要保证协调过程的收敛性,尽可能地加快协调过程,提高多学科协同解题的效率.

7. 自组织解题机

为了实现灵活协同解题,需要自组织解题机(SOPS—Self—Organizing Problem Solver).自组织解题机是具有自组织功能的解题机,如图 4 所示.它根据灵活解题规划的要求,自动组织面向问

题的解题过程,灵活地调用所需的解题方法,采取适当的协调原则和策略,进行协调控制,组织多种解题方法,利用多学科,多专业知识,实现协同解题。

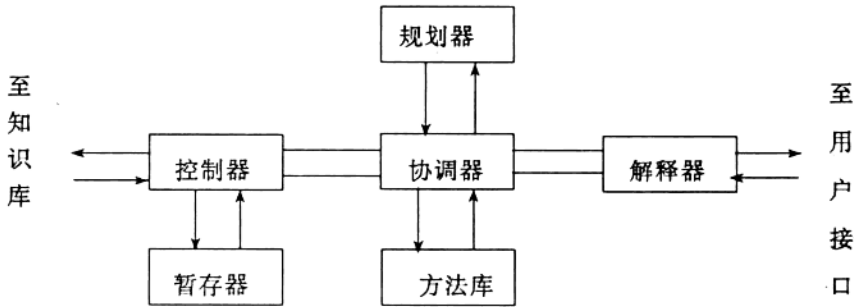


图4 自组织解题机

在图4中:

(1) 规划器. 它是灵活解题规划的程序实现, 规划器根据规划的一般原则和方法, 生成面向用户问题的具体解题规划, 其中包括: 判断所需学科和专业领域, 制订解题的操作步骤, 选取解题的粒度和精度, 进行问题的分解和变换, 选择适用的协调原理和策略, 选取有效的推理方法和计算方法, 整定解题过程中步骤转换或中断的条件等。

(2) 方法库. 这里指“解题方法库”. 其中包括: 各种定性知识推理的方法, 定量数值计算方法, 逻辑论证方法, 图搜索方法, 以及有关数学模型的求解方法等. 它们可以存放在方法库中, 供协调器灵活地调用, 其调用原则, 次序和方式, 可由规划器安排。

(3) 协调器. 它是实现灵活协调策略的解题过程控制器, 协调器根据规划器生成的解提规划, 采取适当的协调原则和策略, 调用所需的推理方法, 解题方法, 通过控制器访问综合知识库和暂存器, 通过解释器和人机接口, 与用户进行交互, 对解题过程进行调度和管理。

(4) 解释器. 它是解题机与用户之间通信设备, 或输入/输出装置. 有两方面功能: 向用户输出解题结果, 解题过程, 将用户输入的提问或信息, 翻译成解题机可接受的形式。

(5) 控制器它是解题机与知识库之间的通信界面, 也是解题机对知识库的控制机构. 控制器执行协调器的指令, 对知识库进行访问, 对暂存器进行调度和控制。

(6) 暂存器. 用于暂时存储推理过程的中间结果的缓冲区. 例如, 在多级专家系统中, 采用多级解题规划时, 暂存器用于存放各子系统对子问题求得局部解, 以便通过协调, 求取大系统的大问题的全解, 暂存器可用于“黑板”结构实现。

8. 结 论

本文讨论第三代大型专家系统的设计方法问题, 总结了我们在这方面的某些研究结果, 内容包括:

- (1) 多级专家系统
- (2) 广义知识表达
- (3) 综合知识库
- (4) 灵活解题技术
- (5) 自组织解题机

我们认为, 上述概念和方法, 可用于大型多学科专家系统以及其他知识工程系统的设计和实现

参 考 文 献

- [1] 涂序彦, 人工智能及其应用, 电子工业出版社, 1988. [2] Tu Xuyan, Intelligent Control and Intelligent Management for Large Scale Systems, Proceeding of IFAC Workshop on Artificial Intelligence, Zurich, 1985.
- [3] Tu Xuyan, Xie Hong, Large System Cybernetics and Multilevel Intelligent Management System, International Meeting on Data for Development, Beijing, China, 1988.
- [4] Tu Xuyan, Yi Weizhong, Tu Xiaoyuan, Self—Organizing Inference, Proceedings of the International Conference'89 on Expert System in Engineering Applications, Wuhan, China, 1989.
- [5] Tu Xuyan, Cai Linghan, Tu Xiaoyuan, Large System Cybernetics—New Methodology for Modelling and Control, International Conference on Dynamic Modelling and Control, Edinberg, England, 1989.
- [6] 涂序彦, 经济管理专家系统, 中国自动化学会第一届经济与管理学术会议, 1986.
- [7] 涂序彦, 大系统控制论探讨, 系统工程理论与实践, Vol. 6, 1986年第一期.
- [8] 涂序彦, 易伟中, 材料失效诊断专家系统, 中国人工智能学会第五届年会论文集. 1987.
- [9] 涂序彦, 蔡令涵, 智能管理系统, 中国人工智能学会计算视觉与智能控制学会首届学术年会论文集, 1989.
- [10] 陈慧萍, 孙奎英, 涂序彦, 矿床开拓辅助专家系统, 中国人工智能学会第六届全国学术年会论文集, 1989.

Methodology for Design of Large Expert Systems

Tu Xuyan

(Department of Computer Science and Engineering University of science and Technology Beijing, 100083)

Abstract In this paper, the methodology and technology for design and implementation of Large Expert System—the third generation of expert systems and developed. Such as: Multilevel Expert System, Generalized Knowledge Representation, Comprehensive Knowledge Base, Flexible cooperative problem solving, Self—organizing Problem Solver etc.

Keyword Large Expert System, Multilevel Expert System, Generalized Knowledge Representation, Comprehensive Self—organizing Problem Solver etc.

具有两级不确定性的推理模型

刘大有 钟绍春 高雅卿

(130023 长春 吉林大学计算机科学系)

摘 要 本文描述了断言信度偏差, 规则强度偏差, 断言可靠度, 规则可靠度, 二级不确定性等概念. 给出了处理信度偏差与规则强度偏差的推理方法和融合两级不确定性(可信度, 可靠度)的推理模型. 并对(参与协作的)ES输出的结论的评价方法进行了讨论.

关键词 规则强度偏差, 规则可靠度, 二级不确定性

1. 引 言

迄今为止, 绝大多数专家系统建造者在完成领域知识获取后, 便认为所获取的每一条产生式规则[注]都是可靠的, 就是说, 每条规则的前件, 后件和规则强度都是准确无误的. 尔后, 以此为基础, 采用某种不确定性推理模型并利用所获得的这些产生式规则进行推理, 完成领域问题求解.

但是, 上述关于每条产生式规则都是准确无误的看法是不正确的. 在领域专家(DE)和知识工程师(KE)一起总结, 精炼领域知识, 并把它们表成产生式规则(简称规则)的过程中, 由于各种原因不能确保这些规则都是完全可靠和无误的. 例如, DE的权威性是相对的, 他(或她)很难把握一个复杂领域的所有方方面面(医学专家们对疑难病患者, 常常采用许多专家一起会诊的方法来弥补单个DE经验的不足, 即使该专家是非常权威的也不例外); KE的水平是有限的; 建造一个ES在时间, 成本等方面是有严格限制的; 确保大量规则之间的完全一致是非常困难的; 等等.

事实上, DE清楚地知道, 在他(主要是他)给出的规则中, 有一些是很可靠的, 有一些是不可靠的, 还有一些是居中的.

规则可靠性的研究, 对于提高推理的准确性, 改善ES的性能, 解决多ES协作系统中的一致性处理[2,3,4]和辩论[5,6]等问题都是非常重要的.

2. 知识的不确定性, 不可靠性及其表示

2.1 规则强度

规则后件中的一个结论往往会有大量的前提证据. 如果得到的前提证据集是完备的, 严格的, 那么, 规则所推出的结论就是完全确定的. 但是, 这常常是不现实的. 一方面, 规则的复杂化会使推理的代价巨增; 另一方面, 有些前提证据通常难以得到或无法得到, 有些前提证据是近似的, 有些表达前提证据间关系的公式也是近似的. 为解决这一问题, 文[1]使用了启发式规则, 引入了规则置信度因子(也称为规则强度)的概念. 规则强度的含义是: 当规则前件成立时, 规则后件为真的可能性, 或者说为真的程度. 规则强度刻画了规则前件与后件之间的不确定性关系, 它给出了规则

*本文的研究工作得到 863 项目“分布知识库及结构”的资助, 得到国家自然科学基金项目“人工智能在 CIMS 中的应用基础研究”的资助.

[注]本文选择产生式规则这种知识表示, 来展开知识片可靠性的讨论, 主要有如下考虑: 产生式规则使用最多, 且讨论不失一般性.

(一种知识片)的不确定性的度量.

2.2 规则的可靠度

一些原因使规则完全可靠是很困难的. 例如:

a 在一些情况下, 一个结论与很多(前件中的)证据有关, 从很多证据中选出与结论最有关的一些证据是很困难的(当与一个结论相关的证据很多时, 通常不允许把所有与该结论相关的证据都放在前件中);

b 在一些情况下, 前件中一些证据间的逻辑关系不易确定, 一些证据间的相对重要性不容易区分;

c 规则强度很难给准, 通常只能给出一个范围;

d 知识库中, 确保规则间的完全一致性是非常困难的; 等等.

可见规则的不可靠性有一定的普遍性. 因此, 研究表达规则的不可靠性(即规定的可靠程度), 研究如何处理规则的不可靠性, 都是很有意义的.

我们说, 证据信度, 规则强度, 都描述了一级不确定性, 而规则的可靠度却描述了二级不确定性.

定义 1. 二级不确定性是关于一级不确定性的不确定性.

从理论上讲, 不确定性可以有多级.

定义 2 $n+1$ 级不确定性是关于 n 级不确定性的不确定性.

2.3 知识表示

在基于规则的专家系统中, 通常主要有两种不同粒度的知识片: 事实与启发式规则.

定义 3. 一个事实知识片可表成一个三元组 $(A, C(A), r)$. 其中 A 为一个断言, $C(A)$ 为断言 A 的可信度, r 是断言 A 及 $C(A)$ 的可靠度. r 的取值区间为 $[0, 1]$. 当 $r=0$, 表示 $(A, C(A))$ 是完全不可靠的; 当 $r=1$, 则表示 $(A, C(A))$ 是绝对可靠的.

定义 4. 一个事实知识片也可表成一个四元组 $(A, C(A), D1, D2)$. 其中 A 是一个断言; $C(A)$ 是 A 存在(或为真)的最可能的信度值; $D1$ 和 $D2$ 分别是 A 的信度值朝着小于 $C(A)$ 和大于 $C(A)$ 的两个方向所可能产生的最大偏差, 就是说 A 的信度值可取区间 $[C(A)-D1, C(A)+D2]$ 中的任何一个值. 这里的 $D1$ 和 $D2$ 都描述了二级不确定性.

定义 5. 一个带有可靠性描述的规则可表为:

IF $\langle$ 前件 $\rangle$ THEN $\langle$ 后件 $\rangle$ (I, R) 或

$$\langle \text{前件} \rangle \xrightarrow[\text{R}]{\text{I}} \langle \text{后件} \rangle$$

其中 I 是规则强度, R 是规则的可靠性程度.

定义 6. 一个带有规则强度偏差的规则有如下形式: IF $\langle$ 前件 $\rangle$ THEN $\langle$ 后件 $\rangle$ (I, D). 其中 I 表示规则的最可能的规则强度, D 表示规则强度取值 I 所可能产生的最大偏差, 就是说规则强度可能取区间 $[I-D, I+D]$ 中的任何一个值. 这里的 D 描述了二级不确定性.

3. 关于偏差的两级不确定性推理模型

我们以 2 中定义 4 和定义 6 给出的知识表示为背景, 来研究信度与偏差的传播方法.

3.1 前件中只包含一个证据

假设有规则 IF E THEN H (I, D), 与 E 对应之四元组是 $(E, C(E), D1, D2)$, 与 H 对应的四元组是 $(H, C(H), D1', D2')$.