

人 工 智 能 丛 书

全国人工智能会议 论文集

全国高校第十届人工智能研讨会
全国第二届自动推理学术研讨会
全国第一届教学专家系统研讨会



西北工业大学出版社

缓慢而持久的努力必将导致最后的胜利!

全国人工智能会议论文集

全国高校第十届人工智能研讨会
全国第二届自动推理学术研讨会
全国第一届教学专家系统研讨会

1989.9.19~22

西 安

西北工业大学出版社

1989年9月 西安

内 容 简

本论文集收入了全国高校第十届人工智能研讨会暨全国第二届自动推理研讨会和全国第一届教学专家系统研讨会录用的大部分论文,内容包括:一、专家系统及其应用 19 篇;二、自动推理理论 17 篇;三、知识获取和机器学习 7 篇;四、智能化计算机辅助教学 7 篇;五、智能科学 7 篇;六、其他 9 篇。

本论文集反映了我国近几年来人工智能研究的最新成果,对总结 80 年代的工作、展望 90 年代的发展有重要意义。可供各方面从事人工智能和计算机科学研究的科研人员、工程技术人员及高等院校师生参考。

人 工 智 能 丛 书
全国人工智能会议论文集
(89'西安)

主 编 何华灿
责任编辑 柴文强
责任校对 黎 军

西北工业大学出版社出版发行
(西安市友谊西路 127 号)
西北工业大学人工智能研究室排版
西北工业大学出版社印刷厂印装

1989 年 9 月第 1 版 开本 787×1092 1/16
1989 年 9 月第 1 次印刷 27.5 印张
印数 1—500 册 617 千字
ISBN 7-5612-0229-6/TP·37 定价: 25.00 元

“人工智能的研究目的是提高计算机应用的灵巧性，也就是说，使计算机具有更多的智能因素。……人工智能是计算机应用研究的最前沿。”

会议名誉主席

吉林大学 教授

王湘浩

(摘自《计算机科学》1983 第 2 期第 1 页)

为发展中国人工智能科学技术共同努力!

祝全国高校第十届人工智能研讨会暨全国第二届自
动推理学术研讨会和全国第一届教学专家系统研讨会成功!

中国人工智能学会 理事长

涂序彦

1989年7月20日

3
1
1
3

机械化、自动化、智能化是人类文明发展的三个不同历史阶段。现在一个智能化的时代正在到来，谁首先掌握了智能科学，谁就掌握了下一世纪的主导权！

西北工业大学 副教授

何华灿

1989年8月8日

11
3

会议程序委员会

名誉主席:	王湘浩				
主 席:	刘叙华				
副 主 席:	丁有豫	何华灿	刘初长	裴 珉	石纯一
秘 书 长:	吉玉琴	姜云飞	周祥和		
委 员:	蔡庆生	陈有刚	郭炳炎	康继昌	王立国
	吴维聪	谢铭培	张运桢	周国栋	

论文集编委会

主 编:	何华灿				
编 委:	蔡希尧	吉玉琴	施洪宝	张遵濂	赵树芎
	郑南宁	郑守琪	周国栋		
顾 问:	康继昌	刘叙华			
编 辑:	陈 楸	黎 军			

(注: 以姓氏拼音为序)

前 言

经过论文集编委会数月的努力，全国高校第十届人工智能研讨会暨全国第二届自动推理学术研讨会和全国第一届教学专家系统研讨会论文集出版了。

1980年8月初，由王湘浩教授倡议，在长春吉林大学成立了全国高校人工智能研究会并举行了第一届研讨会，参加会议的共二十人，会上宣读论文三篇。十年后的今天，第十届研讨会召开了，这次会议收到论文97篇，报名参加的人数超过百名。可以看出，近十年来人工智能在我国获得了很大发展，其中高校人工智能研究会起到了积极的作用。

从17世纪Leibniz开始，人类就产生了一个伟大的梦想：让机器能够思维！这也许是人类从树林中走出来以后，最天才的梦想之一。数百年来，它激励着许多优秀的科学家们不屈不挠地努力，最终引出了一个崭新的时代——以智力解放为标志的信息时代。人工智能的诞生和发展，预示着这个梦想正在坚定地（虽然是缓慢而困难地）走向实现。

历史上还没有一门科学象计算机科学那样对人类社会产生着如此巨大的影响和鼓舞，人工智能的成功意味着人类社会的现状和观念将发生根本的改变。

1980年左右，在国际上形成了自动推理（Automated Reasoning）这一新的学术领域。1986年中国计算机学会人工智能与模式识别专业委员会成立了自动推理学组，并于1987年在武汉大学召开了第一届学术研讨会。这次第二届学术研讨会的召开，必将促进自动推理研究在我国的进一步发展。

近几年来，智能化计算机辅助教学研究在我国迅速兴起。全国第一届教学专家系统研讨会的召开，展示了这方面研究的初步成果，并将推进我国智能化计算机辅助教学研究的进一步发展。

自动推理和教学专家系统是人工智能的重要分支。计算机自动推理和智能化辅助教学能力的最终实现也许和人工智能的最终实现具有同样的困难。我们无意在人工智能的最终实现是否可能这个哲学问题上进行争论。第六届国际人工智能大会（日本，1979）的口号就是我们的口号：缓慢而持久的努力必将导致最后的胜利！

全国高校人工智能研究会、中国计算机学会人工智能与模式识别专业委员会自动推理学组和中国人工智能学会全国CBE学会大学CBE专业委员会，谨以这个论文集，献给国内人工智能学术界的同仁们。

感谢陕西省人工智能学会和西北工业大学，特别是何华灿副教授为我们这次盛会的召开及论文集的出版所付出的辛勤劳动。

会议主席 吉林大学 教授

刘叙华

1989年7月17日

全国高校人工智能研究会 (1987)

会 长	刘叙华	吉林大学计算机系	教 授
秘书长	姜云飞	吉林大学计算机系	副教授
委 员	蔡庆生	中国科技大学计算机系	教 授
	郭炳炎	山西大学计算机系	副教授
	何华灿	西北工业大学计算机系	副教授
	裴 珉	北京联合大学自动化工程学院	教 授
	石纯一	山西大学计算机系	教 授
	吴维聪	上海交通大学计算机系	教 授
	谢铭培	上海复旦大学计算机系	副教授
	张锡令	上海工业大学计算机系	教 授
	张运桢	华中理工大学计算机系	教 授
	周国栋	西北大学计算机系	教 授
顾 问	王湘浩	吉林大学计算机系	教 授
	曾宪昌	武汉大学计算机系	教 授

中国计算机学会人工智能与模式识别专业委员会自动推理学组 (1985)

组 长	刘叙华	吉林大学计算机系	教 授
副组长	何华灿	西北工业大学计算机系	副教授
	刘初长	武汉大学计算机系	副教授
秘书长	周祥和	武汉大学计算机系	副教授

中国人工智能学会全国 CBE 学会大学 CBE 专业委员会 (1987)

主 任	丁有豫	东北师范大学电教系	教 授
副主任	陈有刚	东北财经大学信息系	副教授
	吉玉琴	西北工业大学电子工程系	讲 师

(注:以姓氏拼音为序)

全国高校人工智能研讨会

发起人：吉林大学 王湘浩 教授

* * *

第一届：1980年8月·长春市·吉林大学

组织者 王湘浩、管纪文

第二届：1981年11月·武汉市·华中工学院

组织者 张运楨

第三届：1982年6月·新乡市·新乡师范学院

组织者 郑双元

第四届：1983年3月·广州市·中山大学

组织者 侯广坤

第五届：1984年5月·西安市·西北工业大学

组织者 何华灿

第六届：1985年5月·峨眉·成都科技大学、四川大学

组织者 刘国衡、张一立

第七届：1986年9月·青岛市·青岛海洋学院

组织者 冯锡琪

第八届：1987年9月·大连市·东北财经大学

组织者 陈有刚

第九届：1988年5月·庐山·江西大学

组织者 刘 清

目 录

一、专家系统及其应用

1. 仪表型实时专家系统 RTES-HU 的实现	何华灿 (1)
√ 2. RTES 实时专家系统	章晋义 (7)
3. 实时专家式液压伺服控制系统设计及应用	蔡小斌 (19)
4. 设计型专家系统及其混合模型	高德荫 (25)
5. 设计型专家系统的知识表示及推理机的研究	高德荫 (29)
6. 上海指南专家系统 GSS 的设计与实现	韩 政 (35)
7. 专家系统在运行调整计划编制中的应用	程 宇 (40)
8. 多终端学习和测试专家系统的设计与初创	章 明 (49)
9. ××型单边带电台故障诊断专家系统的建立	李新平 (55)
10. 专家数据库系统	田盛丰 (61)
11. 工艺设计专家系统开发工具及煮茧工艺设计专家系统	卢敏生 (67)
√ 12. 工业生产故障诊断专家系统 ESDDS	秦廷政 (75)
13. 有色金属探矿专家系统及其知识库系统的开发研究	高洪深 (82)
14. Rulemaster 专家系统开发工具的评估	瞿高峰 (90)
15. 通用专家系统开发工具 NPEST	吕 艳 (95)
16. 咨询专家系统原型 GRADES 的知识表现	林士敏 (99)
17. 专家系统和主观 Bayes 方法的可信度传播	高德荫 (107)
18. MESS 中三级接口的设计	孙 义 (110)
19. 基于知识库的用户界面自适应处理方法的探讨	薛勇健 (116)

二、自动推理理论

20. 线性半锁归结原理	刘叙华 (120)
21. 扩充的一阶逻辑归结	刘 清 (122)
22. 对符号积分中换元算法的一个扩充	江 毅 (130)
23. 平面几何定理自动证明系统	陈冰红 (134)
24. 多值逻辑设计中的自动定理证明方法	邵鸿余 (138)
25. 关于“知道”逻辑的组合逻辑算法及人类的逻辑推理过程	苏运霖 (148)
26. 一个有关不确定性的启发式推理的理论	钱大群 (153)

27. 不确定性证据表示	范仲春	(158)
28. 一种新的不精确推理模型 LTH 模型	周永林	(162)
29. 试论泛 LVL 与不精确推理	李国强	(167)
30. 模糊决策方法	马新颐	(174)
31. 模糊推理的一种方法	徐建清	(183)
32. 模糊数学在专家系统中的应用	钱大群	(187)
33. 非线性似然推理方法	杨传钧	(191)
34. NRS: 一个非单调推理系统	马 蓠	(195)
35. 代数系统在微型计算机上的实现	陈 楸	(201)
36. 一个不确定性推理的研究与设计——RUES 系统	左孝凌	(212)

三、知识获取和机器学习

37. 关于类比学习的实施策略	徐立本	(223)
38. 机器的认知学习	李 彦	(231)
39. 一种通过例子学习的自学习系统	曹加恒	(238)
40. 知识求精——知识学习及掌握在人工智能中应用	吴万清	(243)
41. 知识获取方法研究	周光明	(249)
42. 一种知识获取方法	欧阳为民	(254)
43. GKAO 系统——人工智能的一个综合工程	张淦生	(262)

四、智能化计算机辅助教学

44. 一个关于代数系统的 CAI 专家系统——组合格论的实现	杨 嘉	(267)
45. 面向教学的符号演算专家系统	闫守礼	(277)
46. 高等数学智能 CAI 系统	庄 岩	(288)
47. 智能试题库	周亦鹏	(295)
48. 规划教学系统 PLTES 的一种教学策略	李卫军	(299)
49. 一个辅助教学专家系统开发环境的研制	向茂生	(304)
50. 基于规划的智能 CAI 系统	吕 勇	(308)

五、智能科学

51. 论人类智能的认知原理	蔡义发	(313)
52. 从思维的模块结构展望人工智能机	屠竹洲	(324)

53. 智能推理中的层次结构	杨炳儒	(333)
54. 定性推理中的一种“想象”过程	林阿龙	(339)
55. 我来谈谈直觉思维和灵感思维	李国材	(345)
56. 神经网络和第六代计算机	郑德高	(348)
57. 中医临床的辨证思维与人工智能	郭振球	(357)

六、其他

58. 关于 LISP 机的体系结构	何华灿	(361)
59. 产生式系统的并行模型	胡铭曾	(370)
60. 基于期望的汉语分词方法的研究	黄厚宽	(377)
61. 自然语言语义的形式化	周径野	(383)
62. 向量量化、有限状态机、模拟退火及孤立词语音识别	倪晋富	(388)
63. 一个基于分析与综合思维形式的智能解释器	佟伟光	(395)
64. 一个基于知识的机器人规划系统	李明树	(400)
65. 智能移动机器人关键技术研究 ——路径规划、专家系统、机器学习	洪家荣	(407)
66. An AND-parallel Execution Algorithm for prolog and Its Implementation	刘初长	(410)

* 因各种原因未能载入本论文集的会议录用论文目录 (共 28 篇)		(416)
---	--	-------

仪表型实时专家系统 RTES-HU 的实现^①

何华灿^② 章晋义^③

【内容提要】本文介绍了一个基于 RTES 原理构造的已投入实际使用的仪表型实时专家系统。它用于某炼油厂加氢裂化装置的在线开环指导,帮助操作工人完成优化操作和系统故障诊断。

(一) 概 述

RTES-HU 是一个已通过部级鉴定的仪表型实时专家系统,它是《加氢裂化装置 0520 微机工况监测与操作指导专家系统》的核心部分,主要完成优化操作指导和故障诊断工作,此外还完成历史数据回顾和工况显示等功能。它是根据 RTES 基本模型构造的。

由于加氢裂化反应是一个高温高压下的物理化学过程,反应机理十分复杂,非线性和时滞性都很严重,难以用数学模型和机理模型对其进行精确描述。原装置中虽有常规仪表进行显示、控制和报警,但都是孤立的或小范围相关的,没有综合判断的功能。整个装置的操作、故障诊断和排除,主要依靠工人的经验,经常发生操作不平稳,对故障处理不够及时等现象,影响了生产。

为了利用计算机技术对装置进行改造、挖潜,实现安全、平稳、长周期运行,根据工厂几十年的生产经验,我们设计并实现了本专家系统 RTES-HU

RTES-HU 系统完成下述功能:

- 实时指导操作工在确保质量(生成油比重等)前提下尽量提高收率;
- 实时诊断常见的系统故障,并给出相应的处理措施;
- 自动进行历史数据回顾,找出最接近最优的生产状况的工艺条件供操作工人参考;
- 在系统“空遇”时显示某些重要工况,以使工人监视生产动态;
- 系统内部的控制和管理

①国家自然科学基金资助项目

②何华灿 男 51岁 西北工业大学 计算机科学与工程系 副教授 研究方向 人工智能 智能控制
通讯地址 (710072) 陕西 西安市 西北工业大学 1106 教研室

③章晋义 西北工业大学 计算机科学与工程系 讲师

(二) 系统结构

整个系统由三台计算机组成。前端机完成数据采集和预处理的任务；二台上位机是长城 0520-CH，0 号上位机完成工况监测任务；1 号上位机是 RTES-HU 的宿主机，完成故障诊断和操作指导等任务。

系统的结构如图 1 所示。

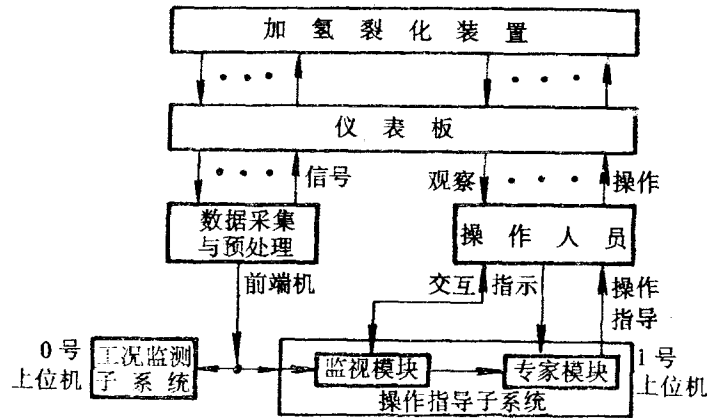


图 1. 系统结构

各部分的主要功能是：

- 数据采集与预处理子

系统，实时采集装置的温度、压力、流量、比重等 162 路信号，进行各种滤波和预处理，然后每 6 秒向二台上位机发送一批数据。

- 若信息不能由数据采集系统直接获取，可由操作工通过观察装置的运行状态获得，然后用人工输入方式送入计算机。

- 监视模块接受前端机送来的数据和人工输入的信息，进行综合分析，如果发现异常情况，则激活专家模块。平时则显示各种工况图，或进行历史数据回顾。

- 专家模块中存有大量的经验知识和数据，一旦出现异常情况，相应的 Petri 网将被激活，系统进入推理状态。如果各种事实足以使推理达到某一结论状态，系统则输出操作指导，供操作工人参考。

系统的软件结构如图 2 所示。

各部分功能如下：

- 知识库 存放知识，知识包括三类：一是加氢装置的操作规程；二是专家的经验知识（即启发性知识）；三是关于系统本身的知识（即如何调度系统，如何区分中断级别并加以处理等）。这些知识以规则形式表示，并组成 Petri 网。

- 数据库 存放从装置中采集来的数据和人工输入的数据以及推理的中间结果，包括即时值数据，2 分钟的数据区，5 分钟的平均数据，半小时的平均数据值和二个月的重点历史数据。推理的中间结果有：当前已具有标志的状态集，上一时间周期中满足的前提集，处在不应期中的中间结论等。

- 推理机 完成对 Petri 网的推理，根据开始规则检查本时间周期所要搜索的 Petri

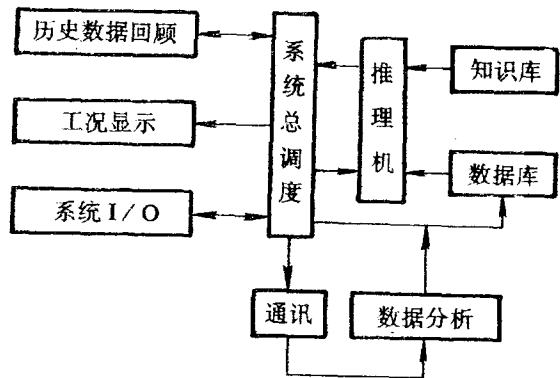


图 2. 系统的软件结构

网, 传播标志和做出结论。

- 系统总调度 协调各个模块的执行顺序, 包括推理、工况显示、历史数据回顾、输入/输出、通讯等模块的工作顺序。

- 通讯 它是一个中断处理程序, 接受数据采集系统发来的数据, 存入即时值数据区; 计算有关参数的平均值, 存放到数据库中的相应数据区。

- 工况显示 接受系统调度程序的控制, 显示相应的工况图。

- 历史数据回顾 接受键盘中断, 在系统调度程序指挥下, 进入或退出历史数据回顾程序, 将回顾的结果存入到数据库中相应的数据区。

- 系统 I/O 根据系统调度程序的指示将推理机输出的结果输出到打印机或屏幕, 接受键盘中断, 输入有关数据。

需要说明的是, 本系统没有解释和知识获取功能, 这不是因为它们不重要, 而是因为这是一个实时系统并且系统的环境是微机, 实现这二项功能的时空开销都较大, 在系统运行时, 不允许中断系统的运行来进行解释和知识获取。

(三) 知识表示、推理和控制策略

在加氢装置中, 系统所面临的世界是一个炼油装置, 它实时监测装置的生产过程, 及时发现异常情况, 给出相应的处理措施, 实时指导操作工正确操作。在知识获取阶段, 我们首先熟悉加氢工艺原理, 从该领域专家处总结知识。

开始, 我们是以规则形式表示专家的知识。后来发现, 采用规则形式不能很好地表达专家的知识。因为这些知识包含了时间性和并行性。

最后我们通过在规则中引入不应期的概念来表示时间性, 将规则组成 Petri 网来表示并行性。

图 3 是 RTES-HU 中有关生成油比重的一张 Petri 网的局部结构。

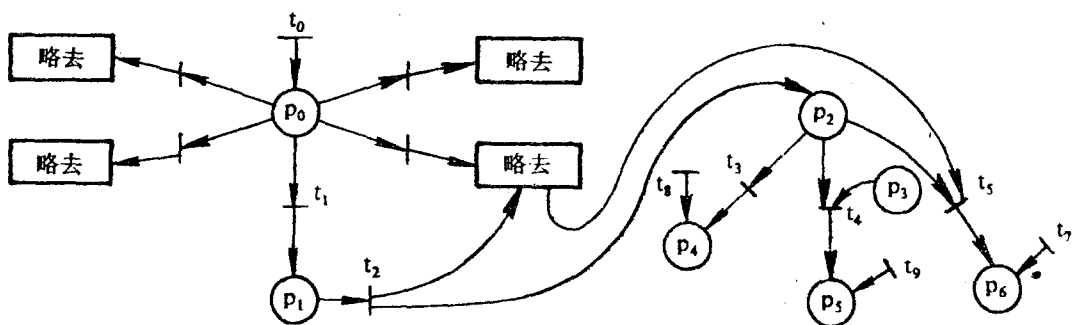


图 3. RTES-HU 中有关生成油比重的 Petri 网的局部结构

在 RTES-HU 的 Petri 网中, 场所用来表示加氢装置的各种状态, 转换点用来表示规则。状态分为开始状态、中间状态和结束状态。规则分为开始规则、状态规则、转移规则

和结论规则。在上图中, t_0 是开始规则, t_1, t_8, t_9 是状态规则, 其余是转移规则, 结论规则没有出现。 p_0 是开始状态, p_4, p_5, p_6 是结束状态, 其余是中间状态。 p_0 表示“生成油比重大于 0.7780”, p_4, p_5, p_6 分别表示“瓦斯热值低于给定值”; “瓦斯压力低于给定值”, 和“炉出口串级失灵”。

开始规则决定系统的控制在哪一张 Petri 网上, 系统调度规则选用各类规则。状态规则是根据传感器中的数据或人工报告给状态添加标志。转移规则是将标志传播到相应的后继状态中。结论规则是根据结束状态的标志决定输出结论, 然后根据结论采取相应的操作。

规则的一般格式是: IF $\langle \text{condition} \rangle$ $\langle \text{no-reac-time} \rangle$ THEN $\langle \text{action} \rangle$

需要解释的是 $\langle \text{no-reac-time} \rangle$, 它是“不应期”的意思, 规则的前提除了满足 $\langle \text{condition} \rangle$ 部分外, 还要满足在“不应期”要求, 才能执行 $\langle \text{action} \rangle$ 部分。

RTES-HU 采用的是正向推理, 从前端机上每 6 秒接收 162 路数据, 经处理后存入相应的数据区, 系统根据数据库中的数据, 在 Petri 网上完成推理工作。与 RTES 中基于 Petri 网正向推理算法 forward-chaining 相似, 除了转换点被打开的条件外, 还要增加判断是否在“不应期”之外的条件。若都满足了, 该转换点才能被点燃, 然后传播标志到相应的场所(状态)中去。

RTES-HU 采用的控制策略是:

(1) 由于系统是一个实时系统, 要求对随时间而变化的数据很快做出响应, 因此采用的是数据驱动(正向)推理的方法。

(2) 为了解决冲突问题, 对规则进行分组固定排序。如涉及故障的规则优先级高于优化的规则。故障或优化中的诸规则也根据工艺要求进行排序。

(3) 优先选用严重性大的规则, 而不是使用频率高的规则。

(4) 由于加氢装置是一个时滞性很强的装置, 一种状态出现后通常不会即刻消失, 在实时专家系统中, 若不采取特殊措施, 同一条规则往往会被连续触发。为此, 我对有些规则设置了“不应期”, 一条规则被触发后, 在不应期内, 它不再响应新的激励。

(5) 本系统是一个长期运行的系统, 推理机是一个死循环程序, 数据库中的数据不断被新的数据所覆盖。数据库中大多数数据区都是循环链表结构, 推理机总是根据新的事实进行推理。

(四) 中断处理

RTES-HU 系统是一个仪表型实时专家系统。由于在 PC 机上目前没有找到合适的实时操作系统, 因此程序充分利用 Compiler BASICA 2.0 的各种陷阱技术完成中断处理。

本系统的中断分为四级: 1) 外部中断; 2) 时间中断; 3) 键盘中断; 4) 顺序程序(主程序)。

优先级规定为: 外部中断 > 时间中断 > 键盘中断 > 主程序

1. 外部中断 外部中断处理程序也就是数据接收程序, 用汇编语言编制的。系统运