

# 可拓信息 - 知识 - 智能形式化体系研究

杨春燕, 蔡文

(广东工业大学 可拓工程研究所, 广东 广州 510090)

**摘要:**利用可拓论和可拓方法,把信息、知识和智能统一在一个形式化体系中,用可拓推理和可拓变换,去建立生成策略的推理规则,把可拓集合和关联函数作为策略生成和策略评价的定量化工具,探讨建立“可拓信息—知识—智能形式化体系”,给出了建立该体系的框架和主要功能模块.这一研究为利用计算机辅助解决矛盾问题提供可行的工具,为提高计算机的智能化水平创造基础条件.

**关键词:**人工智能;可拓论;可拓推理;可拓集合;可拓信息-知识-智能形式化体系

**中图分类号:**TP18 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-4785(2007)03-0008-04

## A formalized system of extension information - knowledge - intelligence

YANG Chun-yan, CAI Wen

(Research Institute of Extension Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510090, China)

**Abstract:** This paper discusses a formalized system extending information - knowledge - intelligence, uniting them by extension theory and extension methods. Reasoning rules for generating strategies with extension reasoning and extension transformation are also established. The extension set and correlation function are used as quantitative tools for strategic generation and evaluation. A framework for establishing this system and its primary function modules are presented. The method provides practical tools for using computers to solve contradictive problems and creates basic conditions for improving the intelligence level of computers.

**Keywords:** artificial intelligence; extension theory; extension reasoning; extension set; formalized system of extension information - knowledge - intelligence

随着科学技术的进步,充分利用智能工具将是国民经济众多领域现代化的重要任务.因此,创制智能机器已经成为当代科学技术的重要工作.而创制智能机器的关键是如何使机器能够把获得的信息加工成知识,和如何使机器利用信息和知识,生成策略去处理问题<sup>[1]</sup>,这种能力也就是智能.

在生产实践、军事活动和科学实验中,当人们遇到各种矛盾问题时,会期望计算机能够进行创造性思维,帮助提出高水平的解决策略.这就需要计算机具有从主观目标出发,搜集客观环境中有关的信息

和知识,去生成策略的能力.

目前,在人工智能中,信息和知识表示方法种类繁多,每一种都有其优点,又同时存在缺点.此外,它们还存在一个共同的问题,就是它们都缺乏严格的理论体系.另一方面,也应该看到,在有效生成知识和产生智能方面,现有的理论和方法远远不能满足研制高水平智能计算机的要求.

人类对计算机智能水平的要求越来越高,而要提高计算机的智能水平,离不开信息、知识和智能.文献[1]研究了它们的关系,文献[2]提出“信息-知识-策略-行为”的统一理论.但这只是理论上的构想,要实现这种统一,关键在于建立“信息-知识-

收稿日期:2006-09-28.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(70671031,60575034);广东省自然科学基金资助项目(05001832,010049).

策略 - 行为'的形式化体系.也就是说,面对给定问题的目标和环境,计算机如何简洁地表示收集到的信息和知识;同时,能按照某些规则,生成解决问题所需要的知识;又从这些信息和知识生成解决该问题的策略,并对这些策略进行评价.因此,建立能明了表示信息和知识、具有生成知识、产生和评价策略的规则的形式化体系,已成为当前迫切需要研究的基础问题.

### 1 “可拓信息 - 知识 - 智能形式化体系”的框架

可拓论的第一篇论文“可拓集合与不相容问题”<sup>[3]</sup>发表于 1983 年,建立了以物元为逻辑细胞的物元模型,逐步发展为可拓学<sup>[3-13]</sup>.之后,部分学者进行了可拓学与人工智能相结合的研究.1998 年以来,笔者主持和参加了多项国家自然科学基金项目,发表了多篇与信息、知识表示与生成、策略生成等有关的论文,如“关键策略初探”<sup>[14]</sup>、“可拓营销策略生成系统的基本思路和关键技术”<sup>[15]</sup>和“可拓知识库系统及其应用”<sup>[16]</sup>等.在国家自然科学基金项目“可拓策略生成系统的基础理论与基本方法研究”中,研究了知识发现(或数据挖掘)与策略生成<sup>[17-19]</sup>.文献[13]介绍了可拓论的基本框架、可拓逻辑的初步研究成果和可拓逻辑的初步应用,并指出,“可拓知识表示方法与其他知识表示方法,在一定条件下可以互相转化”.目前,关于“可拓信息 - 知识 - 智能形式化体系”的研究正在进行中.

这些研究表明,可拓论建立了描述物、事和关系的基本元——物元、事元和关系元,可以作为描述信息和知识的逻辑细胞.它建立的可拓推理规则可以用来生成知识,可拓变换规则可以作为产生策略的基础;可拓集合和关联函数可以作为生成策略的定量化工具,可拓评价方法可以用来评价和筛选策略.从而可以在可拓论和可拓方法的基础上建立“基于可拓论的信息 - 知识 - 智能的形式化体系”,该体系从对信息、知识的形式化表达,到生成策略,处理问题(形成智能)的过程框图如图 1 所示.

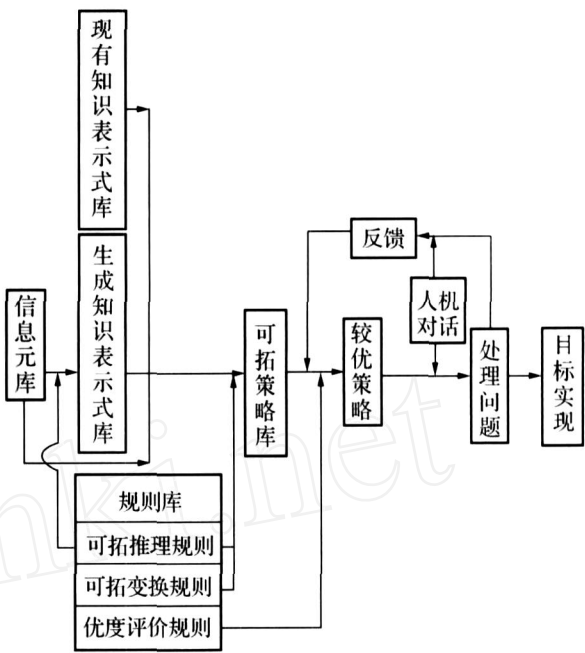


图 1 建立“可拓信息 - 知识 - 智能形式化体系”的框图

Fig. 1 The frame of establishing “the formalized system of extension information-knowledge-intelligence”

### 2 “可拓信息 - 知识 - 智能形式化体系”的主要功能模块

#### 2.1 研究以物元、事元和关系元为基本元的信息表示体系,以建立信息元库

信息和知识的表示是人工智能和知识工程中一个核心内容.现有的知识表示有直接表示和替代表示 2 种,替代表示包括分布表示和局部表示.本信息表示体系包括如下信息表示方法:1)用物元表达陈述性信息的方法;2)用事元表达行为型信息的方法;3)用关系元表达关系型信息的方法;4)用复合元表示复杂信息的方法.上述以基元表示的信息统称为信息元.

#### 2.2 研究从信息元生成知识的方法与规则,以建立知识表示式库

信息经过加工,可以抽象为知识.在科学发展的初期阶段,人类主要通过归纳的方法,一点一滴地生成知识和积累知识.随着人类拥有的知识越来越多,通过理论思维从已有知识演绎出新知识,逐渐成为生成知识的重要手段.人们研究了形态性知识、内容性知识和效用性知识的生成机制,研究了一些知识生成方法.

从20世纪90年代开始,国内外开展了“面向数据库”的数据挖掘和知识发现的研究.这一研究的目的,是要从数据库的大量数据中发现具有规律性的数据关联,即知识,但还相当局限,远未形成体系,也没有与智能的产生联系起来<sup>[20]</sup>.在本体系中,建立了从信息元生成知识的方法与规则<sup>[21]</sup>,主要包括:

- 1) 根据可拓论生成形态性知识的方法与规则;
- 2) 根据可拓论生成内容性知识的方法与规则;
- 3) 根据可拓论生成效用性知识的方法与规则.

根据这些方法和规则,人们可以从数据库或数据仓库中挖掘出“变化的知识”.

### 2.3 研究从信息和知识生成策略的方法和规则,以建立可拓策略库

有了知识并不等于有了智能,文献[19]认为:“如何使知识进一步变化为智能策略,是具有巨大意义的另一类研究课题”.同时还提出了一个算法,即“知识激活算法”,但知识激活乃至策略生成问题目前仍然是需要深入研究的课题.本体系研究从信息和知识生成策略的方法与规则<sup>[18]</sup>,主要包括:

- 1) 从信息直接生成策略的可拓变换方法与规则;
- 2) 从知识生成策略的可拓变换方法与规则;
- 3) 利用可拓集合和关联函数生成评价策略的方法与规则.

人们可以利用这些方法和规则,去生成解决问题的策略,从而形成策略库.

### 2.4 研究根据问题的目的和条件,利用可拓论处理问题的方法和过程,以建立问题处理模块

在可拓学中,给出了问题的可拓模型及矛盾问题求解方法<sup>[13,22-24]</sup>.本体系利用这些工具研究了根据问题的目的和条件生成解决问题的策略的可拓变换方法与规则;利用人机对话筛选策略和对处理过程进行反馈的方法与规则;综合出生成策略、处理问题的方法,从而建立问题处理模块.

## 3 本体系的特色和研究意义

本体系是进行矛盾问题智能化处理研究的基础,它具有如下的特点:

- 1) 形式化、逻辑化、数学化.
- 2) 利用可拓方法进行变换和推理,为使计算机能生成知识和策略,以至处理问题,建立可操作的工具.
- 3) 具有评价的功能,能利用优度评价方法对所生成的策略进行评价.

研究本体系具有如下意义:1) 为研究人工智能

的基础理论和知识论建立新的形式化体系,为创制智能系统提供描述工具;2) 为描述创造性思维提供可行的方法,为使计算机能生成解决矛盾问题的策略提供基础理论和基本方法.

## 参考文献:

- [1] 钟义信. 知识论框架:通向信息-知识-智能统一的理论[J]. 中国工程科学, 2000, 2(9): 50-64.  
ZHONG Yixin. A framework of knowledge theory: toward a unified theory of information, knowledge and intelligence[J]. Engineering Science, 2000, 2(9): 50-64.
- [2] 钟义信. 知识学:信息-知识-策略-行为的统一理论[A]. 中国人工智能进展(2003)[C]. 北京, 2003.  
ZHONG Yixin. Knowledge science: a unified theory of information, knowledge, strategy and action[A]. Progress of Artificial Intelligence in China (2003)[C]. Beijing, 2003.
- [3] CAI Wen. Extension set and non-compatible problems[A]. Advances in applied mathematics and mechanics in China[C]. Beijing, 1990.
- [4] CAI Wen. Extension theory and its application[J]. Chinese Science Bulletin, 1999, 44(17): 1538-1548.
- [5] CAI Wen. Extension management engineering and applications[J]. International Journal of Operations and Quantitative Management, 1999, 5(1): 59-72.
- [6] CAI Wen, YANG Chunyan, LIN Weichu. Extension Engineering Methods[M]. Beijing: Science Press, 2003.
- [7] 蔡文. 物元分析[M]. 广州:广东高等教育出版社, 1987.
- [8] 蔡文. 物元模型及其应用[M]. 北京:科学技术文献出版社, 1994.
- [9] 蔡文, 孙弘安, 杨益民, 陈巨龙. 从物元分析到可拓学[M]. 北京:科学技术文献出版社, 1995.
- [10] DAVID K W, CAI Wen. Treating non-compatible problem from matter-element analysis to Extenics[J]. ACM SIGICE Bulletin, 1997, 22(3): 1-9.
- [11] 杨春燕. 事元及其应用[J]. 系统工程理论与实践, 1998, 18(2): 80-86.  
YANG Chunyan. Affair-element and its applications[J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 1998, 18(2): 80-86.
- [12] 杨春燕, 蔡文. 可拓工程研究[J]. 中国工程科学, 2000, 2(12): 90-96.

- YANG Chunyan, CAI Wen. Study on extension engineering[J]. Engineering Science, 2000,2(12):90 - 96.
- [13]蔡 文,杨春燕,何 斌.可拓逻辑初步[M]. 北京:科学出版社,2003.
- [14]王洪伟.关键策略初探[J].系统工程理论与实践,1998,18(2):106 - 110.
- WANG Hongwei. Primary research on key tactics[J]. Systems Engineering Theory & Practice, 1998,18(2):106 - 110.
- [15]杨春燕,李立希,蔡 文.可拓营销策略生成系统的基本思路 and 关键技术[A]. 中国人工智能进展(2001)[C]. 北京,2001.
- YANG Chunyan, LI Lixi, CAI Wen. The basic idea and key technology of extension marketing strategy generating system[A]. Progress of Artificial Intelligence in China (2001)[C]. Beijing,2001.
- [16]李立希,李 嘉.可拓知识库系统及其应用[J].中国工程科学,2002,3(3):61 - 64.
- LI Lixi, LI Jia. Extension knowledge base system and its application[J]. Engineering Science, 2002,3(3):61 - 64.
- [17]李 嘉,李立希.基于可拓变换策略生成的计算机实现研究[A]. 中国人工智能进展[C]. 北京,2003.
- LI Jia, LI Lixi. Study on the computer realization of strategy generating based on extension transformation [A]. Progress of Artificial Intelligence in China(2003)[C]. Beijing,2003.
- [18]李立希,杨春燕,李铎汶.可拓策略生成系统[M]. 北京:科学出版社,2006.
- [19]陈文伟,杨春燕,黄金才.可拓知识与可拓知识推理[J]. 哈尔滨工业大学学报,2006,38(7):1094 - 1096.
- CHEN Wenwei, YANG Chunyan, HUANG Jincai. Extension knowledge and extension knowledge reasoning [J]. Journal of Harbin Institute of Technology, 2006,38(7):1094 - 1096.
- [20]钟义信.“知识论”基础研究[J]. 电子学报,2001(1):96 - 102.
- ZHONG Yixin. Knowledge theory: Fundamentals[J]. Acta Electronica Sinica, 2001,(1):96 - 102.
- [21] YANG Chunyan, WANG Guanghua, LI Yang, CAI Wen. Study on knowledge reasoning based on extended formulas[A]. International Conference on AIAI[C]. New York:Springer Verlag,2005.
- [22]蔡 文,杨春燕,王光华.矛盾问题智能化处理研究提纲[A]. 中国人工智能进展[C]. 北京,2005.
- CAI Wen, YANG Chunyan, WANG Guanghua. Study syllabus on the intelligentize disposal of contradiction problems[A]. Progress of Artificial Intelligence in China (2005)[C]. Beijing,2005.
- [23]杨春燕.多特征不相容问题求解研究[A]. 中国人工智能进展[C]. 北京,2005.
- YANG Chunyan. Study on multi-characteristic incompatibility problems solving [A]. Progress of Artificial Intelligence in China (2005)[C]. Beijing,2005.
- [24] YANG Chunyan. Conductive transformation and conductive contradictory problem solving[A]. Proceedings of 2006 International Conference on AI[C]. Beijing, 2006.

#### 作者简介:



杨春燕,女,1964年生,研究员,中国人工智能学会理事,中国人工智能学会可拓工程专业委员会常务副主任,主要研究方向为可拓学、人工智能、决策科学研究.主持国家基金项目2项,广东省自然科学基金项目2项,参加国家基金项目多项,在各级各类学术期刊发表论文40余篇,出版专著5部.

E-mail:wyw@gdut.edu.cn.



蔡 文,男,1942年生,研究员,可拓学的创立者,中国人工智能学会常务理事,中国人工智能学会可拓工程专业委员会主任,主要研究方向为可拓学、人工智能、决策科学研究,主持国家基金项目5项,参加国家基金项目多项,出版专著6部,发表论文多篇.