

分类判断策略的自动获取*

王建伟

(清华大学计算机科学与技术系 北京 100084) (汕头大学计算机科学研究所 汕头 515063)

石纯一 王克宏

(清华大学计算机科学与技术系 北京 100084)

摘要 获取专家在决策、问题求解过程中使用的决策策略和问题求解规则是知识获取的核心目标. 本文以“the Moving Basis Heuristics”模型为背景, 介绍了自动获取专家在分类判断任务中运用的判断策略的算法思想与系统 Polynome 的组成.

关键词 知识获取, 专家决策, 分类判断, 决策策略.

获取专家在决策、问题求解过程中使用的决策策略和问题求解规则是知识获取的核心目标. 传统的以知识工程师与领域专家交谈为主要特征的知识获取方法往往很难全面获取专家本人的决策策略和问题求解规则. 因为尽管专家能够解决他专业领域中的复杂问题, 但是他本人往往也不是很清楚他是怎样进行问题求解与决策的. 那种以为某一领域的专家就是他的知识与经验的专家的看法未免有些幼稚. 在知识获取中, 对专家问题求解与决策过程的认知研究越来越受到重视.^[1-3]

建立在有限理性概念^[4,5]上的专家决策模型 MBH(the moving basis heuristics)^[6]将专家在决策时所运用的决策策略表示成一组代数多项式(常被称为决策多项式). 这个模型允许我们从专家的决策结果中“计算”专家的决策策略, 但没有给出如何“计算”专家在不同决策任务中运用的策略与规则.

本文以 MBH 模型为背景, 提出了“计算”专家在分类判断任务中所运用的判断策略的方法, 介绍了相应的判断策略自动获取系统 Polynome.

1 决策者, 决策任务和决策对象的描述

本文只对专家的决策感兴趣. 专家是指某一领域中具有丰富经验的人(比如医生、银行家等). 专家被认为特别熟悉他专业领域中遇到的问题. 认知决策理论认为, 专家拥有大量的具有高度复杂性的决策策略, 这些策略被保存在他大脑中的长时记忆当中, 被使用于他大脑

* 作者王建伟, 1962 年生, 博士后, 主要研究领域为知识获取, 认知决策理论. 石纯一, 1935 年生, 教授, 博士导师, 主要研究领域为人工智能应用基础, 知识工程. 王克宏, 1941 年生, 副教授, 主要研究领域为知识工程, 分布式人工智能.

本文通讯联系人: 王建伟, 北京 100084, 清华大学计算机科学与技术系

本文 1995-06-29 收到修改稿

的短时记忆当中。

本文涉及的决策任务是分类判断. 在这任务中, 专家对所给定的有限数量的分类对象进行评估, 然后将它们分成若干类. 每个对象只能分入一个类别中, 不能同时分进几个类别中. 类别的个数与含义可以由专家自定, 也可事先给定. 同样, 事先不假定类别与类别之间存在某种序关系. 类别集合记作 $\Omega := \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$, $C_l (l=1, 2, \dots, m)$ 表示类别.

决策对象的集合记作: $\Sigma = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$. 所有决策对象 $s_i (i=1, 2, \dots, n)$ 都由 p 个属性 X_1, X_2, \dots, X_p 所描述, 并且每个属性都取序值 (Ordinal Values). 决策对象 $s_i (i=1, 2, \dots, n)$ 在属性 $X_j (j=1, 2, \dots, p)$ 上所取的值 x_{ij} 被称为判断对象 s_i 的一个外表 (Aspect). 专家对 s_i 的判断是在对 s_i 的 p 个外表的评估基础上进行的.

对 Σ 中的任意 2 个判断对象, 如: $s_i = (x_{i1}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{ip}) \in \Sigma$,
 $s_{i'} = (x_{i'1}, \dots, x_{i'j}, \dots, x_{i'p}) \in \Sigma$,

我们定义: $s_i \leq s_{i'}$ 当且仅当对 $\forall j \in \{1, 2, \dots, p\}, x_{ij} \leq x_{i'j}$.

为了叙述方便, 我们定义一个判断对象 s_i 的单项式 $M(s_i)$:

$$M(s_i) = X_1^{x_{i1}} \dots X_j^{x_{ij}} \dots X_p^{x_{ip}}$$

其中当 x_{ij} 是属性 X_j 所能取值中的最小值时, $X_j^{x_{ij}}$ 在 $M(s_i)$ 当中被省略.

2 专家决策的认知模型: the Moving Basis Heuristics

建立在有限理性概念^[4,5]上的专家决策模型 MBH (the moving basis heuristics)^[6] 将专家的决策过程表示成一组代数多项式, 是一种数学—心理学模型.

2.1 建立 MBH 专家决策模型的 3 个基本原理

(1) 认知节俭原理 (Cognitive Parsimony Principle)

在人脑的长时记忆中没有中间存储层这样一个假定下, 专家在进行决策时是他大脑的短时记忆在工作. 由于他短时记忆的计算与持续能力非常有限, 专家无法 (不可能) 处理整个数据集中的全部数据, 他仅在足够小规模的数据集上工作.^[7,8]

(2) 可靠性/保证性原理 (Reliability/Warrantability Principle)

这原理在一定程度上是与认知节俭原理相对立的. 出于个人的或社会的辩护与解释的需要, 专家从全部数据集中抽取一个足够大的子集, 在这个子集上进行决策, 并能对他所做的决策说明理由.^[9~11]

(3) 决定性/灵活性原理 (Decidability/Flexibility Principle)

考虑到在几乎所有情况下有必要对给定的问题作出决定, 决定性/灵活性原理驱使专家能够足够灵活地选择不同的数据子集来改变他的决策标准, 假定他目前所运用的决策标准不能使他作出决定的话.^[11,12]

2.2 MBH 模型假定专家在决策时协调使用 4 种决策规则:

(1) 词典序决策规则 (Lexicographic Rule), 对应于认知节俭原理. 专家对某些属性有偏好.

(2) 阈值决策规则 (Threshold Rule), 对应于可靠性/保证性原理. 判断对象的某些外表 (Aspects) 必须超过一定的阈值, 才能被专家归入某类别.

(3)合取决策规则(Conjunctive Rule),对应于可靠性/保证性原理.专家决策时往往同时在若干个属性上评估对象.

(4)析取决策规则(Disjunctive Rule),对应于决定性/灵活性原理.专家决策时,时常变换他的决策策略.

2.3 MBH 模型在分类判断中的代数表示形式

根据 MBH 模型,专家在分类判断中的决策过程可以用一组代数多项式来表示,

$$B(l) = \sum_{q_l=1}^{k_l} M_{q_l}, l \in \{1, 2, \dots, m\}$$

其中 M_{q_l} 为专家在 C_l 类别上的决策单项式.

$$M_{q_l} = X_{f_1}^{d_1} \dots X_{f_r}^{d_r} \dots X_{f_s}^{d_s},$$

这里 $X_{f_r}, r \in \{1, 2, \dots, s\}$, 是描述判断对象的属性; $d_r, r \in \{1, 2, \dots, s\}$, 是在属性 X_{f_r} 上判断对象必须达到的阈值. M_{q_l} 中的属性之间是一种“与”关系.

若一个判断对象 s_i 的单项式 $M(s_i)$ 能被 $B(l)$ 中的某一决策单项式 M_{q_l} 整除的话, 则专家将把 s_i 分在 C_l 类别中.

M_{q_l} 或 $B(l)$ 整除 $M(s_i)$ 被记作 $M_{q_l} \leq_d M(s_i)$ 或 $B(l) \leq_d M(s_i)$.

3 获取专家决策多项式 $B(l)$ 的算法思想及 Polynome 的系统组成

3.1 算法思想

我们定义 $INS(k, l)$ 为 k 个不同属性的组合 $CMB(k)$ 在 C_l 类别上(可能的)一个例值. 一个 $INS(k, l)$ 若能同时满足以下 4 个条件, 则为专家在 C_l 类别上决策多项式 $B(l)$ 中的一个决策单项式 M_{q_l} :

条件 1: 对于组成 $B(l)$ 的每个 $INS(k, l)$, 它必须满足以下关系: $\exists s_i \in C_l, INS(k, l) \leq_d M(s_i)$, 并且对于所有的 $s_{i'} \in C_l (i' \neq i), INS(k, l) \not\leq_d M(s_{i'})$.

条件 2: 组成 $B(l)$ 的所有 $INS(k, l)$ 之间不存在任何的整除关系.

条件 3: 在组成 $B(l)$ 的 $INS(k, l)$ 中, k 及相应的属性值要足够小, 以使被 $INS(k, l)$ 整除的 s_i 的个数极大.

条件 4: 在组成 $B(l)$ 的 $INS(k, l)$ 中, k 及相应的属性值要足够大, 以使对 C_l 中的任意一个元素 s_i , 都存在着一个 $INS(k, l), M(s_i)$ 能被 $INS(k, l)$ 整除.

3.2 Polynome 系统组成

见图 1.

4 结束语

本文旨在将专家认知决策理论的研究成果引入到人工智能中来解决知识工程的瓶颈问题—知识获取. 我们的分类判断策略自动获取系统 Polynome 已经在 IBM 兼容机上用 Arity-Prolog 语言实现. 为了提高决策多项式的获取速度, 我们准备在工作站 SUN 上用 C 语言实现这一系统.

本文介绍的 Polynome 系统仅获取专家在 $\Sigma = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ 上的分类判断策略. 由于

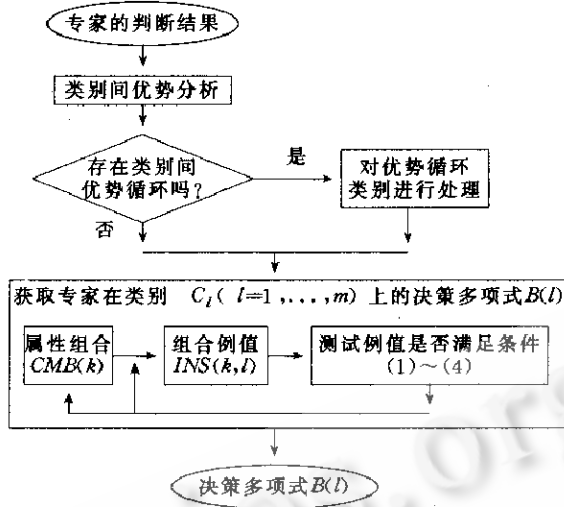


图1

专家的时间十分宝贵, Σ 中的元素个数 n 受到限制. 故有必要研究如何快速获取在整个决策对象空间上专家的决策策略.

参考文献

- 1 Rolandi W G. Knowledge engineering in practice. *AI Expert*, December 1986.
- 2 Hoffman R. The problem of extracting the knowledge of expert from the perspective of experimental psychology. *AI Magazine*, 1987, 8:2.
- 3 Premkumar G. A cognitive study of the decision making process in a business context; implications for design of expert systems. *Int. J. Man—Machine Studies*, 1989.
- 4 Simon H A. *The sciences of artificial*. Cambridge: MIT Press, 1969.
- 5 Simon H A. *Models of thought*. New—Haven: Yale University Press, 1979.
- 6 Barthelemy J P, Mullet E. A polynomial model for expert categorical judgment. In: Roskam E E *et al.* eds., *Progress in Mathematical Psychology*, Amsterdam; Elsevier, 1987.
- 7 Aschenbrenner K M *et al.* Multiattribute evaluation of cortisone drugs. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 1978.
- 8 Johnson E J, Payne J W. Effort and accuracy in choice. *Management Science*, 1985.
- 9 Adelbratt T, Montgomery H. Attractiveness of decision rules. *Acta Psychologica*. 1980.
- 10 Huber O. The information presented and actually processed in a decision task. In: Humphrey P C *et al.* eds., *Analyzing and Aiding Decision Process*, Amsterdam; North—Holland, 1983.
- 11 Montgomery H. Decision rules and the search for a dominance structure; toward a process model of decision making. In: Humphrey P C *et al.* eds., *Analyzing and Aiding Decision Process*. Amsterdam; North—Holland, 1983.
- 12 Huber O. Decision making as a problem solving process. In: Bremmer R W ed. *New Direction in Research on Decision Making*, Amsterdam; North—Holland, 1986.

AUTOMATIC ACQUISITION OF JUDGMENTS STRATEGIES IN THE CATEGORICAL

Wang Jianwei

(Department of Computer Science and Technology Tsinghua University Beijing 100084)

(Institute of Computer Science Shantou University Shantou 515063)

Shi Chunyi Wang Kehong

(Department of Computer Science and Technology Tsinghua University Beijing 100084)

Abstract Acquisition of the expert decision-making strategies and problem-solving rules is the central objective in the knowledge acquisition. Based on the MBH(the moving basis heuristics) model, automatic acquisition of judgments strategies and polynome system applied in the categorical judgments is proposed.

Key words Knowledge acquisition, expert decision-making, categorical judgments, decision-making strategies.