

一种结合遗传算法的产生式规则方法

张志杰

(西南民族大学 计算机科学与技术学院, 成都 610041)

摘要: 通过将遗传算法与产生式规则方法相结合, 进行知识生成, 同时, 结合评价函数与统计分析, 在很大程度上就能够实现知识与规则之间的逻辑联系的建立, 就能够在一定程度上表示具有结构性的知识, 并提供知识应用的实际解释。同时, 通过将遗传算法与产生式规则方法相结合, 还能够实现评价函数的动态更新, 从而实现了知识库的自主学习与动态更新, 使得系统的整体学习能力与自适应性得到提高。

关键词: 遗传算法; 产生式规则; 自适应

中图分类号: TP311.138 **文献标志码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1672-4550.2012.02.012

A Kind of Method by Production Rule Used Genetic Algorithm

ZHANG Zhi-jie

(College of Computer Science & Technology, Southwest University for Nationalities, Chengdu 610041, China)

Abstract: The paper provided a kind of knowledge generation method by production rule based on genetic algorithm, and the method combining with the statistical analysis of the evaluating function to found the logic relation between the rules. The method can sorted all knowledge in some structured kinds, and provides the practical application of knowledge. At the same time, through the genetic algorithm and the rule method, combination can realize all the function of dynamic update and realize the knowledge of autonomous learning and dynamic update, it make that the whole system ability of adaptive could be learned and improved automatically.

Key words: genetic algorithm; production rule; adaptive

随着计算机应用技术的发展, 数据库正在向智能化、网络化、专业化等方向发展, 其中, 专家系统由于能够具有一定的自主学习能力的的重要性, 得到了越来越多的关注, 尤其是通过结合人工智能与机器学习领域的最新研究成果, 得到了长足的发展。

一般来说, 专家系统是基于某一特定领域专家的经验与知识而提供服务的系统, 要使专家系统能够更好地发挥作用, 首先需要讨论的就是如何进行知识的表示与选择。如何解决框架表示的空间开销比较大与其知识表示的结构比较复杂的问题? 本文将遗传算法作为解决该问题的一种方法, 进行了探讨。

通过结合遗传算法等技术, 结合产品树的方法, 并结合若干属性, 利用形式化的方法, 可以产生出若干专家系统需要的知识。与原来的专家系统

有所不同的地方在于, 只要能够提供该专家系统最终需要达到的目标的具体属性, 该方法就能够利用遗传算法、统计分析等现有技术, 自动地进行规则的生成、评估与更新, 从而不断地提高系统的知识水平与应用水平。

1 产生式规则方法

在产生式系统中, 存在一个基本概念为主的论域的知识向有多个基本概念为主的论域的知识体系进行演变。其中, 以基本概念为主的论域的知识体系可以简单按照功能分为两部分: (1) 用事实或者规则或者逻辑推理关系等表示的静态知识, 如事物、事件和它们之间的关系; (2) 基于现有的知识库等规则管理与产生机制, 并且用产生式规则表示推理过程和行为 (当然, 也能够依靠其他方法来进行规则的生成、表示等, 不过本文就只讨论产生式规则方法)。

简单地进行产生式系统的主要结构划分, 可以分为以下3个主要部分: (1) 数据库部分。进行全局数据的存储与管理, 其内容包括产生式规则的上下文环境等; (2) 策略控制部分。进行策略的控制、数据库部分的交互和产生式规则的控制; (3) 产生式规则部分。基于现有的知识库等规则管理与产生机制,

收稿日期: 2011-09-19; **修改日期:** 2011-12-18

基金项目: 四川省科技支撑计划(2009SZ0087); 四川省科技支撑计划(2010GZ0033); 四川省科技支撑计划(2011GZ0160); 四川省科技支撑计划(2011SZ0170)。

作者简介: 张志杰(1972-), 男, 博士研究生, 教师, 研究方向: 人工智能、数字图像处理、模式识别、算法分析等。

并且用产生式规则表示推理过程和行为^[1-2]。

比较复杂的产生式系统结构可以通过添加评价函数库、知识获取机制等来改善效率。

其中,由数据库部分来保存系统接收到的原始数据与信息,由知识获取机制来加工原始数据成为知识库需要的知识,由策略控制器来调整数据库与知识获取机制的参数设置,由知识库中的事实、条件、约束与实例等结合策略控制器来选择规则生成器的工作原理,由规则生成器来产生规则,有评价函数库来评价规则生成器的工作效率,并且将修改信息反馈给策略控制器。

策略控制器的主要作用是决定下一步应如何选用规则、如何应用规则。通常从选择规则到应用规则之间的主要操作可以分为以下几步:(1)匹配。主要是实现知识库中的事实、条件、约束与实例等结合策略控制器来选择规则生成器方法的部分;(2)冲突解决。主要是由策略控制器实现,结合评价函数库部分,实现规则应用中的、产生规则冲突时的策略与方法;(3)操作。主要是利用已经解决了冲突后的控制策略,利用规则生成器来产生应用规则的具体过程。

2 框架结构

由于框架中的槽值或者侧面值都可以是另一个框架的框架,这就可以在框架之间建立联系,通过一个框架找到另一个框架。共处于某种环境中的若干对象必然会有某些共同的属性,在对这些对象进行描述时,可以把它们具有的共同属性抽取出来,构成一个上层框架,然后再对各类对象都有的属性分别构成若干个下层框架^[3]。

为了指明框架之间的这种上下关系,可在下层框架中那个设立 1 个专用的槽(一般称之为继承槽),用以指出他的上层框架是哪一个。下层框架可以继承上层框架的属性及值,这样就可以把 1 组有上下关系的框架组成具有层次结构的框架网路。通过框架网络,可以避免对相关对象的重复描述,节约时间和空间的开销。

继承性是框架表示法的一个重要特性,他不仅可以在相邻的上、下两层框架之间实现集成,而且可以从最底层追溯到最高层,使高层框架的描述信息逐层向底层框架传递。

基于框架的知识表示方法,能够形成层次化的知识结构,其知识表现能力比较强,相对而言,比较适合表示相对较深层次的知识,其缺点在于框架

表示的空间开销比较大,同时,其知识表示的结构比较复杂。因此,如何简化其知识表示结构、如何减少框架的空间开销,是基于框架的知识表示方法的主要研究课题。

框架推理的基本过程:在用框架表示知识的系统中,推理主要是通过框架匹配与填槽来实现的,首先把要求解的问题用 1 个成为问题框架的框架表示出来,然后把初始问题与知识库中已有的框架进行批评。框架的匹配是把两个框架相应的槽名及槽值逐个进行比较,如果两个框架的各对应槽没有矛盾或满足预先规定的某些条件,就认为这两个框架可以匹配。由于框架之间存在继承关系,1 个框架所描述的某些属性及值可能是从他的上层框架继承过来的因此两个框架的比较往往要牵涉它们的上层、上上层框架。

框架的不确定性匹配:如果能找到这样 1 个框架,使得两个框架的对应的槽值完全一致,则称这两个框架是完全匹配,或称确定性匹配;如果两个框架不能使对应的槽值完全一致,但却满足预先指定的条件,则称这两个框架是不完全匹配,或称不确定性匹配。

框架的匹配度是指当前框架所描述的属性与已知框架可匹配的程度。匹配度方法的基本思想是:首先求出两个框架匹配的匹配度,然后再用该匹配度与预先设定的框架匹配阈值进行比较,若能满足阈值条件(如大于等于阈值)就认为两个框架可匹配,否则为不可匹配。这里,关键的问题是如何求匹配度,这个问题与框架系统中如何表示不确定性知识及推理方法有关^[4-5]。

3 遗传算法

遗传算法(Genetic Algorithm)是一类借鉴生物界的进化规律(适者生存,优胜劣汰遗传机制)演化而来的随机化搜索方法。其主要特点是直接对结构对象进行操作,不存在求导和函数连续性的限定;具有内在的隐并行性和更好的全局寻优能力;采用概率化的寻优方法,能自动获取和指导优化的搜索空间,自适应地调整搜索方向,不需要确定的规则。遗传算法的这些性质,已被人们广泛地应用于组合优化、机器学习、信号处理、自适应控制和人工生命等领域。它是现代有关智能计算中的关键技术。

根据遗传算法的方法,对于一个求函数最大值的优化问题(求函数最小值、函数最大值问题类似),一般可以描述为下列带约束条件的数学规划模型:

$$\max f(x) \quad (1)$$

$$\text{s. t. } X \in R \quad (2)$$

$$R \subseteq U \quad (3)$$

式(1)中 x 为决策变量; $f(x)$ 为目标函数式。式(2)、式(3)为约束条件, U 是基本空间; R 是 U 的子集。满足约束条件的解 X 称为可行解, 集合 R 表示所有满足约束条件的解所组成的集合, 称为可行解集合。标准遗传算法的基本运算过程如下。(1)初始化。设置进化代数计数器 $t=0$, 设置最大进化代数 T , 随机生成 M 个个体作为初始群体 $P(0)$ 。(2)个体评价。计算群体 $P(t)$ 中各个个体的适应度。(3)选择运算。将选择算子作用于群体。选择的目的是把优化的个体直接遗传到下一代或通过配对交叉产生新的个体再遗传到下一代。选择操作是建立在群体中个体的适应度评估基础上的。(4)交叉运算。将交叉算子作用于群体。所谓交叉是指把两个父代个体的部分结构加以替换重组而生成新个体的操作。遗传算法中起核心作用的就是交叉算子。(5)变异运算。将变异算子作用于群体。即是对群体中的个体串的某些基因座上的基因值作变动。群体 $P(t)$ 经过选择、交叉、变异运算之后得到下一代群体 $P(t_1)$ 。(6)终止条件判断。若 $t > T$, 则以进化过程中所得到的具有最大适应度个体作为最优解输出, 终止计算。利用遗传算法, 可以进行部分 NP 问题的求解。

4 基于遗传算法的产生式规则方法

下面, 进行利用遗传算法、以产生式规则方法生成知识的讨论。

针对单纯产生式规则的问题, 结合矩阵理论、遗传算法、统计分析等方法, 给出了一个能够在很大程度上克服单纯产生式规则固有缺点的算法。该算法具体实施步骤如下:

算法: 基于遗传算法的产生式规则算法

输入: 系统的条件, 系统的结论

输出: 规则、方法以及其对应的适应度评价

Procedure 结合遗传算法的产生式规则算法

Begin

根据候选集组合生成全部规则及其关系矩阵;

While 一个给定的规则还没有被评价时 do

Begin

将规则及其关系矩阵转换为对应的二进制关系; // 区分度编码

genetic algorithm; // 遗传算法

万方数据

if 产生的规则评价适应度大于阈值

将产生式规则及其适应度函数值放入应用规则

集; // 适应度评价结果

else 将该规则标记并放入随机抽取集中;

End;

按照适应度函数值生成规则及其生成方法的对应结合关系;

End;

其中, 随机抽取集是作为遗传算法备用特征集而使用的。

5 结束语

通过将遗传算法与产生式规则方法相结合, 在进行知识生成的时候, 结合评价函数与统计分析, 在很大程度上能够实现知识与规则之间的逻辑联系的建立, 就能够在一定程度上表示具有结构性的知识, 并提供知识应用的实际解释。同时, 通过将遗传算法与产生式规则方法相结合, 还能够实现评价函数的动态更新, 从而实现了知识库的自主学习与动态更新, 使得系统的整体学习能力与自适应性得到提高。

该方法的主要问题在于: 运算过程比较繁重, 运算量比较大, 对于使用的具体条件要求比较高, 需要针对问题进行很多前期的数据预处理工作。

参考文献

- [1] John H. Holland, *Adaptation in Nature and Artificial System* [M]. 1992, Massachusetts Institute of Technology First edition.
- [2] Sandhya Samarasinghe, *Neural Networks for Applied Sciences and Engineering-From Fundamentals to Complex Pattern Recognition*, 2007, CRC Press.
- [3] Z Zhang, K Friedrich, *Artificial neural networks applied to polymer composites: a review* [DB/OL], [2003-6-4], <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0266353803001064>.
- [4] Ronald J. Williams, David Zipser, *A learning algorithm for continually running fully recurrent neural networks* [J/OL]. *Neural Computation*, Summer 1989, 1(2): 270-280.
- [5] Hidde de Jong, *Modeling and simulation of genetic regulatory systems: a literature review* [J/OL]. *Journal of Computational Biology*, Published in Volume: 9 Issue 1: July 5, 2004.