

Rete 算法的应用研究

汪璟玢,王 瑞

(福州大学 数学与计算机科学学院,福建 福州 350108)

摘要: 对专家系统和基于规则的专家系统进行了研究,尤其对基于规则的专家系统中的模式匹配算法进行了深入分析和理解。在此理论基础上,将一种高效的模式匹配算法——Rete 算法引入到实际的故障的诊断系统中,以保证故障诊断的高效性和准确性。为此在实际系统中,借助规则引擎将故障信息规则化,并将故障诊断流程以层次分明的 XML 文档进行表示,来模拟领域专家进行故障诊断和故障排除的功能。实践表明,该故障诊断系统可以提高定位故障的速度和准确度。

关键词: 模式匹配;规则;Rete 算法;故障诊断

中图分类号: TP311

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)06-0098-03

The application research of Rete algorithm

Wang Jingbin, Wang Rui

(College of Mathematics and Computer Science, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China)

Abstract: This paper makes a research on expert system and rule-based expert system. In particular, it makes a thorough analysis and understanding on the pattern matching algorithm. Based on this theory, an efficient pattern matching algorithm—rete algorithm is introduced into the actual fault diagnosis system in order to guarantee the efficiency and accuracy of fault diagnosis. By means of rule engine, in this system fault information is represented by rules, and fault diagnosis flow is represented by XML document to simulate the function of experts' fault diagnosis and troubleshooting. The practice shows that this system can improve the speed and accuracy of fault locating.

Key words: pattern matching; rules; Rete algorithm; fault diagnosis

随着科学技术的进步,现代工业设备日益向大型化、复杂化、高效化、精密化和自动化的方向发展。这些发展在带来机遇的同时也迎来了挑战,一方面提高了生产效率,创造了巨大的社会效益和经济效益;另一方面,对大型设备和系统的可靠运行提出了更高的要求。在这些可靠性要求较高的应用中,故障诊断的主动需求性越来越高。由于机械设备的结构复杂性,在实际维修时,传统的故障诊断多是在机器出现运行故障后拆开检查才知道哪部分发生故障,实时性明显得不到保证。从传统故障诊断中提炼出成功的故障排查经验,将其以产生式规则的形式表达,借助 Rete 算法,设计出一种既能完整表达、记录专家经验,又能真实模拟专家排故过程的故障诊断专家系统,可以减少人力消耗,缩短故障维护时间,提高维修效率。

1 Rete 算法

1.1 Rete 模式匹配算法

Rete 算法通过形成一个 Rete 网络,利用基于规则的

系统的两个特征,即时间冗余性(Temporal Redundancy)和结构相似性(Structural Similarity),来提高模式匹配的速率^[1]。时间冗余性是指,由于在实际工作内存中的事实内容在规则推理过程中的变化是缓慢的,即在每个规则的匹配和执行周期中,真正增删的事实只占很小的比例。因此,因工作内存中事实数据的变化而受影响规则也只占很少的一部分。这样,只要在每个执行周期中记录并暂时忽略已经匹配过的事实数据对象,并且只需要处理已修改的事实以及受到影响的规则^[2]。而结构相似性指 Rete 算法考虑到了事实上很多规则的模式和模式组是很相似的,可以充分利用这种特性来提高算法的效率^[3]。所以 Rete 算法的基本思想就是:牺牲一部分内存空间来保存并充分利用在之前模式匹配过程中的信息(事实、规则、匹配情况、规则模式等),来提高整体算法的匹配效率,达到显著降低计算量的效果^[4]。

应用奇葩

Example of Application

致信号出现异常的故障原因所对应的故障排除流程。

2.4 设备故障诊断排除流程

鉴于故障排除流程含有多层嵌套关系,本文将故障诊断排除流程以 XML 格式存储,当 Drools 规则引擎借助 Rete 算法进行匹配的结果不是具体的故障原因而是故障排除流程时,就会解析 XML 文档,按照给定的故障流程进行故障排除。

诊断流程录入模块将故障诊断排除流程以 XML 格式进行保存。系统设计了清晰的录入界面,方便用户进行录入。

诊断流程控制模块负责解析 XML 文档并控制 XML 文档中结点之间的跳转。所谓结点之间的跳转指在故障原因 A 由故障原因 B 间接引起的情况下,当诊断到 A 时,诊断流程的下一步即跳转到 B 所对应的 XML 文档。

诊断流程获取模块获取故障诊断专家系统的诊断结果,故障诊断专家系统的诊断结果是故障诊断流程时,诊断流程获取模块获得的与这个诊断流程相对应的 XML 文档名称并传递给诊断流程控制模块。

显示模块以 SVG 图形的格式显示整个诊断流程,并对当前的诊断步骤以红色进行高亮显示。当诊断流程比较复杂时,可以帮助用户定位当前的诊断步骤和下一步骤。

3 实验与分析

3.1 故障诊断运行环境

本系统的开发环境:MyEclipse 8.5+Java(JDK1.6)+Struts 1.2+ExtJs+Json。

本系统的运行环境:Web 服务器为 Tomcat 6.0,数据库为 SQL Server 2008,规则引擎使用 Drools 5.1,浏览器使用 FireFox。

3.2 规则匹配效率测试

Rete 算法的执行效率主要由规则文件编译和规则匹配两部分组成。本系统中,在系统启动运行时即创建监听器,分别对异常信号规则文件和故障现象规则文件进行编译,之后使用规则引擎时只需进行规则匹配,而不需要再次对规则文件进行编译,提高了程序的响应速度。这种设计方式下,可以忽略规则引擎进行规则编译的效率,所以 Rete 算法的执行效率就是规则匹配效率。

以故障现象规则匹配为例进行说明,其测试用例如表 1 所示。

表 1 故障现象规则匹配效率测试结果

编号	规则条数	运行耗时/ms			
		1	2	3	平均
1	100	16	16	15	15.67
2	500	16	15	15	15.33
3	1 000	16	15	16	15.67
4	2 000	16	16	15	15.67
5	3 000	16	16	15	15.67

由测试结果可以看出,无论规则为多少条,使用 Rete 算法进行规则匹配的运行耗时都在 16 ms 左右。将规则文件编译和规则匹配分离开来,用户在使用系统

时,不必理会规则文件编译的时间,只需响应规则匹配的时间,使得系统执行效率增加的同时,又提高了用户的体验效果。

本文设计的故障诊断专家系统已经应用于实际项目中,即使是初级故障排除人员在该系统的逐步指导下也能快速准确地定位故障,获得了用户的好评。该系统以产生式规则的形式表达专家的知识 and 经验,使得用户能够充分利用这些经验真实地模拟专家排故过程,通过测试结果可以看到:将 Rete 算法应用在故障诊断中可以提高故障诊断的定位速度。本系统具有一定的通用性,从技术角度和实用角度来说,都具有一定的意义。此外,将故障诊断中的知识和领域专家经验以规则的形式保存在规则文件中,一旦有新的专家知识和经验需要表达,只需要更改规则文件,而不需要对系统的源代码进行更改。

参考文献

- [1] ISHIDA T. An optimization algorithm for production systems [J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 1994, 6(4): 549-558.
- [2] FORGY C L. Rete: a fast algorithm for the many pattern/many object pattern match problem [J]. Artificial Intelligence, 1982, 19(1): 17-37.
- [3] 海滨. 基于业务规则方法的 MIS 系统研究与实现 [D]. 天津: 天津大学, 2007.
- [4] 汪峰. 基于规则软件开发的研究及其在医疗保险系统中的应用 [D]. 天津: 天津大学, 2009.
- [5] 缴明洋, 谭庆平. Java 规则引擎计算研究 [J]. 计算机与信息技术, 2006, 6(3): 41-43.
- [6] 戎月莉. 计算机模糊控制原理及应用 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1995.
- [7] 张渊, 夏清国. 基于 Rete 算法的 JAVA 规则引擎 [J]. 科学技术与工程, 2006, 6(11): 1548-1550.
- [8] 杨智. 基于 Rete 算法规则引擎的研究及其实现与应用 [D]. 沈阳: 东北大学, 2007.
- [9] PROCTOR M, NEALE M, LIN P, et al. Drools Documentation [EB/OL]. http://www.drools.com. 2006.
- [10] WISEMAN G. A rule engine primer [A]. 2006.
- [11] ABRAHAM A. Rule-based expert systems [D]. Stillwater: Oklahoma State University, 2005.
- [12] 彭磊. 规则引擎原理分析 [J]. 福建电脑, 2006(9): 42-45.
- [13] 杨智. 基于 Rete 算法规则引擎的研究及其实现与应用 [D]. 沈阳: 东北大学, 2007.
- [14] 航电设备故障诊断专家系统研究与实现 [D]. 北京: 北京航空航天大学, 2007.

(收稿日期: 2012-09-22)

作者简介:

汪璟玢, 女, 1973 年生, 副教授, 主要研究方向: 数据库技术, 智能技术。

王瑞, 男, 1989 年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 智能技术。