

信息科学与技术学院

042 系

信息科学与技术学院2006年发表论文目录

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物、会议名称	年、卷、期	类别
1	周 良 冯雪飞 谢 强	副教授 博士生 讲师	042-1 042-1 042-1	质量故障处理系统中模糊相似检索研究	武汉大学学报(工学版)	2006. 39. 04	
2	周 良 冯雪飞 谢 强 丁秋林	副教授 博士生 讲师 教授	042-1 042-1 042-1 042-1	基于事例推理的质量故障处理系统设计	吉林大学学报(信息科学版)	2006. 24. 02	
3	周 良	副教授	042-1	The Application of Fuzzy Ontology in Design Management	“World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing” 会议交流(2006)		
4	吴笑凡 周 良	硕士生 副教授	042-1 042-1	Topic Maps Based Project Knowledge Management	Journal of Southwest Jiaotong University	2006	
5	吴笑凡 周 良	博士生 副教授	042-1 042-1	分布式主题地图合并中的TOM算法	武汉大学学报(工学版)	2006. 39. 05	
6	吴笑凡 周 良	博士生 副教授	042-1 042-1	基于XML主题地图的知识仓库	武汉大学学报(工学版)	2006. 39. 01	
7	王金栋 周 良	博士生 副教授	042-1 042-1	分布式数据流处理中的负载分配策略	南京航空航天大学学报	2006. 38. 02	
8	王金栋 周 良	博士生 副教授	042-1 042-1	面向分布式数据流系统的可扩展负载平衡算法	应用科学学报	2006. 24. 03	
9	张 磊 周 良	博士生 副教授	042-1 042-1	一种基于语义的Ontology映射方法	南京航空航天大学学报	2006. 38. 04	
10	汪文睿 周 良	硕士生 副教授	042-1 042-1	基于层次的草图检索框架	中国制造业信息化	2006. 35. 19	
11	冯雪飞 周 良	博士生 副教授	042-1 042-1	基于双库结构的集成质量管理体系支撑平台研究	武汉大学学报(工学版)	2006. 39. 02	
12	周 耀 周 良	硕士生 副教授	042-1 042-1	协同Ontology系统CODS的研究与实现	南通大学学报(自然科学版)	2006. 05. 03	
13	钟鹏华 周 良	硕士生 副教授	042-1 042-1	质量管理体系中柔性工作流建模方法研究	中国制造业信息化	2006. 35. 19	
14	郑洪源 周 良	副教授 副教授	042-1 042-1	基于CWM的标准ETL的设计与实现	吉林大学学报(信息科学版)	2006. 24. 01	
15	郑洪源 周 良	副教授 副教授	042-1 042-1	WEB服务器集群系统中负载均衡的设计与实现	南京航空航天大学学报	2006. 38. 03	
16	郑洪源	副教授	042-1	Design and Implement of SD-Anycast Routing Protocol	“World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing” 会议交流(2006)		
17	李领治 郑洪源	博士生 副教授	042-1 042-1	基于混合策略的QoS选者流路由优化算法	小型微型计算机系统	2006. 27. 10	
18	李领治 郑洪源	博士生 副教授	042-1 042-1	基于扩张方法的选播路由算法	华南理工大学学报 2006. 34. 06		
19	李领治 郑洪源	博士生 副教授	042-1 042-1	一种分布式的选播组管理方案	应用科学学报	2006. 24. 05	

信息科学与技术学院2006年发表论文目录

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物、会议名称	年、卷、期	类别
20	李领治	博士生	042-1	应用层QoS选播路由优化系统的构架与实现	兰州大学学报(自然科学版)	2006. 42. 02	
	郑洪源	副教授	042-1				
21	沈 哲	硕士生	042-1	基于COM的通用邮件管理组件的设计与实现	计算机应用	2006. 26. 09	
	郑洪源	副教授	042-1				
22	窦 骏	硕士生	042-1	基于Web Services 的EAI模型研究	计算机与信息技术	2006	
	郑洪源	副教授	042-1				
23	牟 进	硕士生	042-1	基于XML的数控仿真系统的NC代码解析	计算机技术与发展	2006. 16. 01	
	郑洪源	副教授	042-1				
	丁秋林	教授	042-1				
24	吕 刚	硕士生	042-1	修正Hausdorff距离在工程图纸预处理中的应用研究	中国制造业信息化	2006. 35. 19	
	郑洪源	副教授	042-1				
	周 良	副教授	042-1				
25	谢 强	讲师	042-1	基于用户自定义变更的本体进化	南京航空航天大学学报	2006. 38. 06	
	张 磊	博士生	042-1				
26	谢 强	讲师	042-1	基于任务类知识需求模板和用户模型的知识需求研究	武汉大学学报(工学版)	2006. 39. 02	
	张 磊	博士生	042-1				
27	谢 强	讲师	042-1	基于Petri网的航空产品设计过程模型	武汉大学学报(工学版)	2006. 39. 01	
	毛 铮	博士生	042-1				
28	谢 强	讲师	042-1	一种动态安全权限授予机制的实现	程序员	2006	
29	刘长生	硕士生	042-1	Java应用中的汉字乱的问题分析	计算机技术与发展	2006. 16. 01	
	谢 强	讲师	042-1				
30	于雅丽	硕士生	042-1	质量链管理中协同服务的研究与应用	中国制造业信息化	2006. 35. 19	
	谢 强	讲师	042-1				
31	于雅丽	硕士生	042-1	Web环境下基于对象池和数据缓存技术的OLAP系统	武汉大学学报(工学版)	2006. 39. 06	
	谢 强	讲师	042-1				
32	张 磊	博士生	042-1	主动式知识系统研究	计算机技术与发展	2006. 29. 02	
	谢 强	讲师	042-1				
33	张 磊	博士生	042-1	基于知识需求的主动式知识系统	武汉大学学报(工学版)	2006. 39. 05	
	谢 强	讲师	042-1				
34	刘文斌	硕士生	042-1	多本体中子体抽取的研究	计算机应用研究	2006. 16. 01	
	谢 强	讲师	042-1				
35	卞建萍	硕士生	042-1	基于Ontology的业务过程知识需求建模	中国制造业信息化	2006. 35. 19	
	谢 强	讲师	042-1				
36	王有远	博士生	042-1	基于本体的概念设计产品信息建模	武汉大学学报(工学版)	2006. 39. 01	
	谢 强	讲师	042-1				
37	李 鹏	硕士生	042-1	基于对象关系数据库的移动对象数据库管理系统的研究	计算机应用	2006. 26. 02	
	祝承武	硕士生	042-1				
	谢 强	讲师	042-1				
38	王了一	硕士生	042-1	基于工作流的MDA开发方法	中国制造业信息化	2006. 35. 19	
	谢 强	讲师	042-1				
39	程益民	硕士生	042-1	扫描工程图纸的压缩方法研究	中国制造业信息化	2006. 35. 21	
	谢 强	讲师	042-1				
40	胡 军	讲师	042-1	Modelling and Analysis of Power Consumption for Component-Based	Lecture Notes on Computer Science	2006. 4097	
	李宣东	教授	外				

信息科学与技术学院2006年发表论文目录

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物、会议名称	年、卷、期	类别
41	徐 敏	讲师	042-1	基于ART半监督在线学习的文档分类	西南交通大学学报	2006. 41. 03	
	张丽萍	讲师	082				
42	洪 龙	博士生	042-1	中介真值程度的度量及其应用(I)	计算机学报	2006. 20. 12	
	肖奚安	教授	外				
	朱梧櫚	教授	042-1				
43	洪 龙	博士生	042-1	Hamilton圈问题的DNA算法	南京航空航天大学学报	2006. 38. 02	
	朱梧櫚	教授	042-1				
44	洪 龙	博士生	042-1	Hierarchical Structure of Application	电子学报(英文版)	2006. 15. 03	
	朱梧櫚	教授	042-1	Oriented Bio-molecular Computers			
	王建东	教授	042-1				
45	周 勇	讲师	042-1	有序逻辑程序的回答集语义	西南交通大学学报	2006. 41. 02	
	朱梧櫚	教授	042-1				
46	周 勇	讲师	042-1	复合型安全协议及其验证	南京航空航天大学学报	2006. 38. 06	
	朱梧櫚	教授	042-1				
47	冯爱民	讲师	042-1	基于局部密度的单类分类器LP改进算法	南京航空航天大学学报	2006. 38. 06	
	陈 斌	讲师	外				
48	戴 群	讲师	042-1	Integrating the improved CBP model with kernel SOM	Neurocomputing	2006. 69	
49	王金栋	博士生	042-1	基于立体重叠网络的网管模型	吉林大学学报(信息科学版)	2006. 24. 01	
	张 磊	博士生	042-1				
	丁秋林	教授	042-1				
	黄添强	博士生	042-1				
50	王金栋	博士生	042-1	一种支持分布式数据流处理的双层重叠网络	应用科学学报	2006. 24. 04	
	张 磊	博士生	042-1	模型			
	丁秋林	教授	042-1				
	黄添强	博士生	042-1				
51	王金栋	博士生	042-1	一种分布式数据流有效数据识别方法研究	中国海洋大学学报	2006. 36. 06	
	戎晓霞		外				
	丁秋林	教授	042-1				
52	施化吉	博士生	042-1	空间数据库管理系统VISTA的角色访问控制	系统工程与电子技术	2006. 28. 10	
	丁秋林	教授	042-1	设计			
53	施化吉	博士生	042-1	同步数字音频盲水印	吉林大学学报(信息科学版)	2006. 24. 01	
	丁秋林	教授	042-1				
54	王有远	博士生	042-1	基于设计链管理的产品开发组织创新	工业技术经济	2006. 25. 02	
	宗文军		外				
	丁秋林	教授	042-1				
55	黄卫东	博士生	042-1	基于工作流技术的中心局作业建模与仿真	吉林大学学报(信息科学版)	2006. 24. 06	
	丁秋林	教授	042-1				
56	姚国章	博士生	042-1	航空制造业无线射频识别技术应用进展	航空维修与工程	2006	
	丁秋林	教授	042-1				
57	吴笑凡	博士生	042-1	主题地图约束的合法性验证	现代图书情报技术	2006. 03	
	丁秋林	教授	042-1				
58	陈 伟	博士生	042-1	可扩展数据清理软件平台的研究	电子科技大学学报	2006. 35. 01	
	丁秋林	教授	042-1				

信息科学与技术学院2006年发表论文目录

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物、会议名称	年、卷、期	类别
59	李鹏飞	硕士生	042-1	关于处理大型XML数据的NXD方法研究	计算机技术与发展	2006. 16. 03	
	吴 洁	副教授	042-1				
	丁秋林	教授	042-1				
60	赵德志	硕士生	042-1	基于DirecShow的实时视频信息采集与压缩	计算机技术与发展	2006. 16. 01	
	吴 洁	副教授	042-1				

文章编号:1671-8844(2006)04-069-03

质量故障处理系统中模糊相似检索研究

周 良,冯雪飞,谢 强,丁秋林

(南京航空航天大学计算机应用研究所,江苏 南京 210016)

摘要:在质量故障处理过程中,为了继承以往的故障处理经验及专家知识,使质量故障的处理快速、准确,提出了一种基于 CBR 的质量故障处理系统的检索模型.针对质量故障信息的模糊特性,检索模型中故障处理事例采用模糊集表示,并利用模糊贴近度完成相似事例的检索.在检索过程中为了体现用户意图,文中引入相关反馈技术,并自动调整典型事例库中事例的特征权重,以提高检索结果的准确性.检索模型中描述的事例表示和模糊检索具有很好的实用价值.

关键词:故障特征;事例推理;相似度

中图分类号:TP 319 **文献标志码:**A

Research of fuzzy retrieval in quality fault processing system

ZHOU Liang, FENG Xuefei, XIE Qiang, DING Qiulin

(Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

Abstract: A retrieval model of quality fault processing system based on case-based reasoning (CBR) is given which makes it possible that experiences and expert knowledge can be inherited, and improves the quality fault to be processed more exactly and quickly. Considering the fuzzy character of quality information, fuzzy representation for fault processing case is implemented by the method of (CBR); and the search for analogical processing case is achieved through fuzzy similarity. To capture user's input intentions, a relevant feedback method is introduced into case retrieval which can adjust the feature-weights of typic cases, which can improve retrieval accuracy. There is good applied value for the method of case representation and research described.

Key words: fault feature; case-based reasoning (CBR); similarity

人们在求解问题时,通常是通过访问事例库中过去同类问题的求解(即旧事例)从而获得当前问题(即新事例)解决的一种推理,它非常适用于那些没有很强的理论模型和领域知识不完全而经验丰富的决策环境中.基于事例的推理方法(CBR)因其解决问题的有效性而成为人工智能中一种重要的推理技术,受到人工智能研究者的高度重视^[1].传统的 CBR 系统主要使用最近相邻检索、归纳索引法和知识导引法等事例检索策略,其比较适合定

性属性的事例检索,而对数量型属性的事例检索则很难胜任,特别是对于模糊数量型属性的事例检索,就显得无能为力了^[2].

质量故障的处理是一个比较复杂的过程,质量及质量故障信息具有随机和模糊等特性.质量故障的处理过程要求处理人员具有很强的专业知识及经验,为了继承以往的处理经验及相关的专家知识,保证故障得到准确、快速的处理,本文采用基于事例推理的人机结合方案^[3],给出了故障处理典型

收稿日期:2005-10-14

作者简介:周 良(1967-),男,湖南长沙人,副教授,主要从事企业信息化、智能人机交互、数据挖掘等方面的研究.

基金项目:“十五”国家“863”项目(2001AA414310)资助.



事例的表示与组织方法,并重点介绍事例检索的模糊相似检索模型与检索方法。

1 事例的表示

事例的表示与组织是影响系统检索效率的关键因素。根据故障模式表示方法的不同,质量故障系统中事例的表示可以采用一组特征或采用更复杂的层次结构来表示。本文采用一组特征及其属性来表示具体的事例。一个典型的质量故障事例可以用多元组来表示,即 $I = \langle D, C, P, E, R \rangle$ 。其中 $D = \{D_1, D_2, \dots, D_n\}$ 是有限集合,表示问题的有限集合,主要描述事例名、质量问题描述、质量问题对应的产品、反馈用户及时间等; $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$ 是非空有限集合,它是该质量故障反馈问题所对应的若干质量故障特征,用于真实的反映质量故障的本质; $W = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$ 是非空有限集合,是 C 中每一个特征成立的可能性,与 C 中每一个特征相对应; $E = \{E_1, E_2, \dots, E_k\}$ 是非空集合,表示该质量故障的处理结果,即质量问题发生的真正原因。

由于每一特征成立的可能性是一非清晰的概念,没有明确的外延,因此可以把集合 C (故障特征) 及 P (故障特征成立的可能性) 合并起来,并推广为模糊集合 $C = \{C_i | P_1, C_2 | P_2, \dots, C_m | P_m\}$, 则事例的多元组表示为: $I = \langle D, C, E, R \rangle$ 。

2 模糊相似检索

基于事例推理的重要支撑环节是事例的检索模型的建立和算法的设计,如何快速从事例库中检索出与当前需求解问题相匹配的事例或事例集,并对每个事例与当前问题的相似度进行评估,从中选择一个相似度最高的事例来作为寻找当前问题求解方案的出发点,这是衡量一个 CBR 系统是否成功的关键因素^[4]。Slator 把事例的检索理解为辨识对象特征,使之区别于其他对象的过程。Maher 等把目前的事例检索模型分两类:概念精炼和并行处理。概念精炼模型是串行检索的模型,多采用基于 Feigenbaum 的分类网思想。其中事例是按层次结构组织的,检索时采用一种由上至下逐层精炼的检索策略。检索层次越往下,相似程度越高。当检索停止时,位于当前层次以下的所有事例都是检索到的事例。并行检索就是同时检索所有的事例,返回一个相似度最高的事例,这些事例没有经过事先的分类预处理工作。在分类网模型的基础上,

Pearce 等提出了基于领域知识的分类模型^[5]。本文将针对 CBR 问题,在研究了事例的相似性问题之后,提出事例特征的概念,进而研究基于事例特征的模糊相似事例检索方法。

在基于事例的质量故障处理过程中,当前的质量问题经故障特征抽取后即形成新事例的初始特征模糊集合 N , 表示为: $N = \{N_1 | P_1, N_2 | P_2, \dots, N_k | P_k\}$ 。因此从现有的典型事例库中检索相似的事例就可以通过计算新旧事例模糊集合的模糊距离或贴进度来确定检索的结果。

设当前典型事例库中事例集合为 $I_i = \langle D_i, C_i, E_i, R_i \rangle, i = 1, 2, 3, \dots, n$, 其中 $C_i = \{C_1 | P_1, C_2 | P_2, \dots, C_m | P_m\}$, $N = \{N_1 | P_{N1}, N_2 | P_{N2}, \dots, N_k | P_{Nk}\}$ 为待处理故障对应的特征模糊集合,则 N 与 I_i 中的 C_i 两者之间的贴进度为

$$\delta(C_j, N) = \max\{\delta(C_k, N), k = 1, 2, \dots, n\}$$

则可以认为 N 与 C_j 最贴近,可以初步认为待处理故障 N 与 C_j 是相似的,应优先选择 C_j ,并可按贴进度的大小将 $C_1, C_2, \dots, C_m$ 进行排序。其中贴进度的计算可以根据实际情况采用不同的计算方法,如 Minkowski 距离、模糊集的内积和外积等。但随着典型事例库中事例数量的增加,相似度的计算量巨大,为了提高系统的效率,相似度的计算可以采用分层次进行:

(1) 对现有典型事例进行聚类,并计算每一类的聚类中心,得到:

$O_m = \{O_1 | P_1, O_2 | P_2, \dots, O_k | P_k\}, m = 1, 2, \dots, k$ 。其中 k 比 n 少许多,并可作为初始分类存储起来,其中每一个 O_m 代表若干典型事例集合。

(2) 计算 N 与 O_i 的贴进度:

$$\delta(O_j, N) = \max\{\delta(O_k, N), k = 1, 2, \dots, k\}.$$

(3) 当 $\delta(O_j, N)$ 大于某一设定域值时,可认为 N 与 O_j 类是相似的,即 N 属于 O_j 类,则可以进一步计算 N 与 O_j 类中对应的典型事例的相似度,从而得到具体的典型相似事例。

(4) 由于检索出来的范例只是典型事例库中与待处理故障特征最接近的事例,与实际有一定的差距,需进行事例的调整,一般可采用人工调整的方式,形成新的事例 N' 。

(5) 计算新事例 N' 与 O_j 类的相似度,根据计算结果做如下处理:

如果相似度大于给定的域值,则无需增加新的事例到典型事例库中,但需根据当前待处理事例自

5.2.3 基于工程定型图的设计技术

对于一些相对定型、固定的设施设备的工程施工图,将它们作为工程定型图保存在系统图库中,设计人员需要时随时调用,再配以相应工程项目的有关信息即可迅速得到一份完整的设计图或施工图样;对于一些通用性较强、针对不同的工程项目实际改动不大的工程图,也可以采用这种方式进行调用后再进行适当修改。

基于工程定型图的设计技术的另一个用处是,将以前的经典工程项目的优秀设计、典型设计、经验做法等保存起来,形成本单位的原始知识库,为以后的设计提供借鉴,也为设计新手提供有力的技术支持和帮助。

5.2.4 泵房设计与水力计算集成技术^[7]

从油(气)库(站)设计实际出发,设计了水力计算和泵房设计两个模块的功能和它们之间的数据接口,以实现水力计算和泵站设计的集成。设计人员进行工程设计与计算时,按照以下步骤进行水力计算与泵房设计,参见图 5。

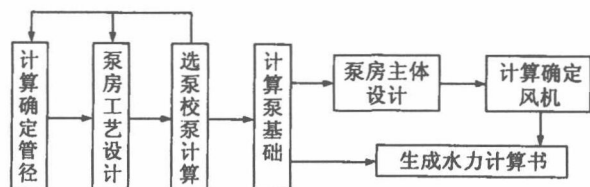


图 5 泵房设计与水力计算集成

6 结 论

油(气)库(站) CAD 系统的开发在遵循国家、行业相关设计标准、规范的基础上,围绕工程设计实际需求展开。该系统已在军队有关勘察设计部门和地方设计院所等 20 多个实际工程的供油设计中得到应用,提高设计效率 3~6 倍。

随着计算机网络技术和智能技术的迅猛发展,以及专业石油库站 CAD 系统的应用推广,油(气)库(站)的智能设计将逐步进入人们的视野和设计活动中。

参考文献:

- [1] 孙跃华,袁正刚,唐卫清. 工艺流程图 CAD 软件的设计[J]. 计算机应用与软件, 2001, 18(6): 29-33.
- [2] 肖晓华,陈波,肖扬,等. 输气站场计算机辅助设计系统开发[J]. 天然气工业, 2001, 5: 96-97.
- [3] 陈伯雄. AutoCAD2002 高级应用技术[M]. 北京:机械工业出版社, 2003.
- [4] 孙海林. 设计大师 AutoCAD2002 高级使用篇[M]. 北京:清华大学出版社, 2002.
- [5] Dietmar Rudolph. AutoCAD2000 对象开发从入门到精通[M]. 曾琦等译. 北京:电子工业出版社, 2000.
- [6] 杨继平,陈国民,唐永勇. 油(气)库(站) CAD 系统的开发[J]. 工程图学学报, 2002, 23(2): 35-41.
- [7] 杨继平,陈国民,毕自然,等. 水力计算与泵站设计的实现与集成[J]. 油气储运, 2004, 11(11): 147-150.

(上接第 71 页)

例检索模型[J]. 计算机研究与发展, 1998, 35(9): 810-813.

- [3] 周良,谢强,郑洪源,等. 质量管理体系中故障模式的设计与实现[J]. 小型微型计算机系统, 2001, 22(12): 1494-1496.
- [4] 许志端,杨兰蓉,张金隆. 基于事例推理系统中事例相似度评估方法若干问题的探讨[J]. 厦门大学学报, 2000, 39(4): 441-445.

- [5] 毛权,肖人彬,周济. CBR 中基于实例特征的相似实例检索模型研究[J]. 计算机研究与发展, 1997, 34(4): 257-263.
- [6] 张磊,林福宗,张钺. 基于支持向量机的相关反馈图像检索算法. 清华大学学报(自然科学版), 2002, 42(1): 80-83.
- [7] 杨炳儒. 基于内在机理的知识发现理论及其应用[M]. 北京:电子工业出版社, 2004.

文章编号: 1671-5896(2006)02-0192-05

基于事例推理的质量故障处理系统设计

周 良, 冯雪飞, 谢 强, 丁秋林

(南京航空航天大学 计算机应用研究所, 南京 210016)

摘要: 在 CBR (Case-Based Reasoning) 中高速、有效地完成事例的检索, 对问题求解的性能有直接影响, 当知识库中事例足够多时, 事例匹配可能变得简单, 但检索的目标却更难达到。为此, 以质量管理系统的开发与开发为背景, 提出了一种基于事例推理的质量故障处理方法, 给出了基于双库结构的质量故障处理系统的总体结构。该设计采用事例推理方法实现故障处理事例的模糊表示, 并利用模糊贴进度完成相似处理事例的检索, 所描述的事例表示和检索具有很好的实用价值, 可使以往的经验及专家知识得以继承, 同时有利于质量故障的准确、快速处理。

关键词: 故障特征; 事例推理; 模糊; 质量故障

中图分类号: TP319 **文献标识码:** A

Design of Quality Fault Processing System Based on CBR

ZHOU Liang, FENG Xue-fei, XIE Qiang, DING Qiu-lin

(Institute of Computer Application, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

Abstract: The implementation for the case search at a high speed effectively has direct affection to the quality of the problem solving in CBR (Case-Based Reasoning). But if the number of case in knowledge base is large enough, case matching might become simple and the target of search might become hard to reach. In order to solve the problem, based on the background of quality management system design and implementation, a kind of quality fault processing method based on CBR is presented. The architecture of quality fault processing system based on database and knowledge database is given. In the design the fuzzy representation for fault processing case is implemented by the method of CBR, and the search for analogical processing case is achieved through fuzzy similarity. Case representation and index presented in the paper make it possible that experiences and expert knowledge can be inherited, and improve the quality fault to be processed more exactly and quickly. So there is good applied value for the method.

Key words: fault feature; case-based reasoning; fuzzy; quality fault

引 言

基于事例的推理 (CBR: Case-Based Reasoning) 自 80 年代末兴起之后, 受到人工智能研究者的高度重视^[1]。CBR 是一种类比推理方法, 其核心在于用过去的事例和经验解决问题, 并提供灵活的索引、检索和模糊匹配^[2]。CBR 研究兴起的主要原因是同传统的知识处理系统相比, 例如产生式或其他基于规则的推理 (RBR: Rule-Based Reasoning) 系统, 具有以下特点^[3]: CBR 系统求解问题的方式直截了当, 它跳过了问题依赖求解、将知识进行规则化抽象这一间接层次; CBR 系统把知识获取的任务简化为建立事例描述方法和从专家那里搜集事例, 因此可以杜绝知识获取中畸变的一些环节, 使 CBR 系统

收稿日期: 2005-03-05

基金项目: 国家 863 计划基金资助项目 (2001AA414310)

作者简介: 周良 (1967—), 男, 长沙人, 南京航空航天大学副教授, 博士研究生, 承担及完成多项国家 863 及企业信息化项目, 主要从事企业信息化、系统集成、数据挖掘研究, (Tel) 86-13951930149 (E-mail) Betazlj@nuaa.edu.cn; 丁秋林 (1935—), 男, 江西抚州人, 南京航空航天大学资深教授, 博士生导师, 英国剑桥世界名人录传记人物 (BC Cambridge the 27th Edition)、美国世界名人录传记人物 (Who's Who in the World the 15th Edition), 主要从事 CAD/CAM、企业信息化、系统集成研究, (E-mail) qlding@public1.ptt.js.cn.

更容易建立和维护。而在 RBR 系统中知识工程师必须通过与领域专家的对话来获得正确的领域规则; CBR 系统中问题求解的结果可作为新的事例存放事例库中,即具有记忆功能;在 CBR 中高速、有效地完成事例的检索对问题求解的性能有直接影响。特别是当知识库中事例足够多时,事例匹配可能变得简单,但检索的目标更难达到。

CBR 技术的应用,可在许多情况下不用复杂的数据处理过程,并可在性质类似或近似的条件下,利用与过去活动有关的经验。目前,许多学者从不同的角度对 CBR、CBR 技术在工业中的应用进行了深入的研究。主要体现在两个方面,一是对 CBR 技术中的事例表示、检索、修改、管理等细节技术的研究,特别是对事例检索模型进行研究的文章比较多,如文献 [4],文献 [5],它们重点解决的问题是如何有效表示事例以提高检索的效率。另一方面是将 CBR 技术应用于不同的领域,如产品快速设计系统、同构模具工艺设计系统^[6]等,但基于 CBR 的企业产品质量管理与控制思想与方法鲜有报道。质量管理系统中质量故障的处理是一个比较复杂的过程,它涉及到人、产品、用户的使用及故障发生的原因等因素,信息具有随机和模糊等特性。处理过程主要包括质量故障信息接收、特征抽取、范例检索及评估、故障处理等,其中质量故障现象的表示、故障模式的建立方法及故障特征的抽取可以采用人机交互的方式完成^[7]。笔者采用基于事例推理的人机交互结合方案,提出了质量故障处理系统的总体结构框架,并重点介绍典型故障处理事例的模糊表示方法,在此基础上,提出了典型事例模糊检索的过程与方法。

1 系统结构

基于事例推理的质量故障处理系统结构如图 1 所示,主要由以下几部分组成。

人机界面:完成人机交互,包括质量故障信息的接收、问题描述、结果反馈及系统的总体控制。

数据库:存储质量活动过程中相关的质量信息及处理结果信息,是系统中知识形成的源数据。

知识库:由产生式规则组成,包括专家的经验及以规则表示的相关质量法规等,以支持范例检索及评估等;知识库中新规则的增加可以从质量处理的结果中通过人机交互的方式获取,即实现质量故障处理规则的自学习;质量知识包括基本故障表示、质量信息事务描述及规则定义 3 个部分。规则定义基于可能性理论,采用可信度、支持度及充分性因子来表示某一零部件发生某种故障的可能性,这是一对多的关系。另外为了提高推理结果的准确性,同时统计故障频度,以反映零部件常见故障及适用规则的命中率。

双库协同器^[8]:知识库的结构并不是单独由人为因素决定,而是参照数据库中数据客观、量化地决定。而且随着数据库中数据的积累,知识库的结构及知识也随之动态变化,从而知识库在内容和结构上具有一定自我进化的能力。双库协同器主要根据数据库中正、反两方面的故障处理事例来发现新旧知识的协调一致及知识与数据库的同步进化。

事例检索及评价:用户反馈的质量故障信息经故障特征抽取后,根据抽取的特征及知识库中已有的知识,系统得到相似度较高的已有处理事例,按照评价规则对检索结果进行初步评价。

相关反馈:相关反馈是一种无需用户不断改进查询而提高搜索效果的技术。系统初步评价的检索结果,通过使用相关反馈信息进行进一步的评估,系统因此可以学习得到一个更好的查询来获得用户所需

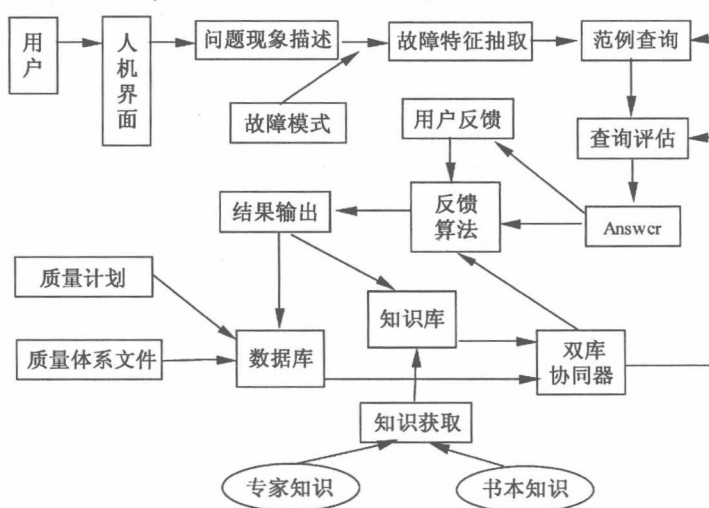


图 1 质量故障处理系统结构

Fig. 1 System structure of quality fault processing

要的信息,而无需用户自己去改进查询。相关反馈技术一般主要分为 4 种类型:参数调整方法、聚类分析方法、概率学习方法及神经网络方法。本文中采用基于事例推理的方法来处理质量问题,因此相关反馈算法可以采用概率学习方法来实现。即根据已有的大量质量故障处理事例(正、反事例),分别计算待处理故障所属相关类别的概率和不相关类的概率,从而提高评价的准确性。

2 事例的表示与组织

事例的表示与组织是影响系统检索效率的关键因素^[9]。根据故障模式表示方法的不同,质量故障系统中事例的表示可以采用一组特征或采用更复杂的层次结构来表示。在系统具体实现时可采用语义网、框架或对象来表示事例。这里采用一组特征及其属性表示具体的事例。一个典型的质量故障事例可以用多元组表示,即 $I = \langle D, C, P, E, R \rangle$ 。其中 $D = \{D_1, D_2, \dots, D_n\}$ 是有限集合,表示问题的有限集合,主要描述事例名、质量问题描述、质量问题对应的产品、反馈用户及时间等; $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$ 是非空有限集合,它是该质量故障反馈问题所对应的若干质量故障特征,一般采用人机交互的方式从用户反馈的质量故障现象描述中抽取出来,用于真实的反映质量故障的本质; $P = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$ 是非空有限集合,是 C 中每个特征成立的可能性(概率),与 C 中每个特征相对应; $E = \{E_1, E_2, \dots, E_k\}$ 是非空集合,表示该质量故障的处理结果,即质量问题发生的真正原因,一般包括产品的设计质量问题、制造质量问题及用户使用问题等。在质量问题反馈接收处理时,此集合为空。在范例检索、评估及相关反馈处理阶段,该集合的内容随时动态变化,初步求精; $R = \{R_1, R_2, \dots, R_k\}$ 是有限集合,即从 D 转化为 E 的过程中参考或引用的事例集合。如果知识库中没有合适的已有事例,则此集合可能为空,但在本次质量故障处理结束后,处理的结果可以作为潜在的新的事例补充。

由于每一特征成立的可能性是一非清晰的概念^[10],没有明确的外延,因此可以把集合 C (故障特征)及 P (故障特征成立的可能性)合并起来,并拓广为模糊集合 $C = \{C_1 | P_1, C_2 | P_2, \dots, C_m | P_m\}$,则事例的多元组表示为: $I = \langle D, C, E, R \rangle$ 。

3 检索

事例的存储及索引方式是事例检索效率的关键因素之一^[11],本文中采用关系型数据库实现事例的存储。事例库结构主要包括:事例名(属于集合 D)、事例描述(属于集合 D)、故障特征(属于集合 C ,若干特征之间用逗号分隔)、特征对应的隶属度(属于集合 C ,若干隶属度之间用逗号分隔)、处理结果(属于集合 E),引用的事例(属于集合 R ,多个事例用逗号分隔)。为了提高系统检索的效率,系统同时建立事例分类^[12],在系统运行之前,可以借鉴以往的经验或由专家定义若干典型事例作为系统的初始事例。其中特征对应的隶属度可以采用直接统计法或频率统计法得到。如果根据专家经验建立事例库,则可以采用直接统计法,即由多个专家对每一故障特征在某一质量故障问题中出现的可能性打分,每个人打分后取其平均分作为特征对应的隶属度。当事例库中特征对应的隶属度根据以往的处理经验来得到的话,则可采用隶属度频率统计法来实现。

从检索方法的角度来看,事例检索常用的方法包括:决策树法、近邻检索法及知识导引法等。在基于事例的质量故障处理过程中,当前的质量问题经故障特征抽取后即形成新事例的初始特征模糊集合 N ,表示为 $N = \{N_1 | P_1, N_2 | P_2, \dots, N_k | P_k\}$ 。因此,从现有的典型事例库中检索相似的事例就可以通过计算新旧事例模糊集合的模糊距离或贴近度来确定检索的结果^[12]。

设当前典型事例库中事例集合为 $I_i = \langle D_i, C_i, E_i, R_i \rangle, i = 1, 2, 3, \dots, n$,其中 $C_i = \{C_1 | P_1, C_2 | P_2, \dots, C_m | P_m\}$, $N = \{N_1 | P_{N1}, N_2 | P_{N2}, \dots, N_k | P_{Nk}\}$ 为待处理故障对应的特征模糊集合,则 N 与 I_i 中的 C_i 两者之间的贴近度为

$$\delta(C_j, N) = \max\{\delta(C_k, N), k = 1, 2, \dots, n\}$$

则可以认为 N 与 C_j 最贴近,当贴近度大于某一设定域值时(根据经验设定,一般大于 0.6),则待处理故障 N 的处理可以借鉴 C_j 的已有方法;当 $\delta(C_j, N)$ 小于某一设定域值时,则待处理故障 N 的处理只能参考 C_j 的已有方法。由于检索出来的范例只是典型事例库中与待处理故障特征最接近的事例,与实际

有一定的差距,需进行范例的调整,一般采用人工调整的方式。人工调整结束后形成的范例可以作为新的范例存入典型事例库,但此时必须考虑新增范例与原有典型事例库中事例的融合问题^[8]。

某企业产品的故障特征树如图 2 所示,以产品为主类,分别定义其零部件的主要故障特征。设初始化时从专家或以往经验获取的故障处理典型事例如下。

设用户反馈的质量问题经由企业质量处理人员对故障现象进行特征抽取后形成的待处理问题为 $N = \langle \text{"档位不准,乱档但有电"}, \{\text{变速箱缺少档位} \mid 0.8, \text{液压操纵系统调整不当} \mid 0.6\}, \text{"处理方法待定"}, R \rangle$, 用模糊集的内积表示贴适度,则

$$\delta(C_1, N) = 0.4, \delta(C_2, N) = 0.8, \delta(C_3, N) = 0.1$$

根据计算结果,可以推理初步认定待处理故障问题与 Item2 很接近,通过人工交互的方式最终确认本次问题的处理方法,并修改 N 中的 R 集合,同时按一定的规则决定本次处理事例是否作为典型事例加入到系统中。

4 结 语

建立了基于事例推理及模糊匹配算法的存储与检索机制,提出了基于双库的质量故障处理系统的总体结构。系统设计时重点考虑相似范例的表示及检索,而检索的效率问题:即检索出来的事例应尽可能的少,同时检索出来的事例应尽可能与当前事例相关或相似,这是系统完全实用化的基础与关键,也是笔者今后继续研究的内容。

参考文献:

- [1] 张荣梅, 胡玉胜, 涂序彦. 基于范例推理的交通事故智能处理系统 [J]. 小型微型计算机系统, 2001, 22 (10): 1267-1269.
ZHANG Rong-mei, HU Yu-sheng, TU Xu-yan CBR-Based Traffic Accident Intelligent Processing System [J]. MiniMicro System, 2001, 22 (10): 1267-1269.
- [2] RYSZARD SM CHALSKI, NAN BRATKO, MIROSLAV KUBAT, et al 机器学习与数据挖掘: 方法和应用 [M]. 朱明, 译. 北京: 电子工业出版社, 2004.
RYSZARD SM CHALSKI, NAN BRATKO, MIROSLAV KUBAT, et al Machine Learning and Data Mining: Methods and Applications [M]. Beijing: Electronics Industry Press, 2004.
- [3] 杜一, 张沛超, 郁惟镛. 基于事例和规则混合推理的变电站故障诊断系统 [J]. 电网技术, 2004, 28 (1): 34-37.
DU Yi, ZHANG Pei-chao, YU Wei-yong A Substation Fault Diagnosis System Based on Case-Based Reasoning and Rule-Based Reasoning [J]. Power System Technology, 2004, 28 (1): 34-37.
- [4] 钟诗胜, 王知行, 黄炽强, 等. 基于模糊相似优先的实例检索模型 [J]. 计算机研究与发展, 1998, 35 (9): 810-813.
ZHONG Shi-sheng, WANG Zhi-xing, HUANG Zhi-qiang, et al A Cases Indexing Model Based on Fuzzy Analogy Preferred Ratio [J]. Computer Research & Development, 1998, 35 (9): 810-813.
- [5] 徐明, 胡守仁. 基于事例推理的检索模型研究 [J]. 计算机科学, 1993, 20 (4): 32-35.
XU Ming, HU Shou-ren Research on Indexing Model for Case-Based Reasoning [J]. Computer Science, 1993, 20 (4): 32-35.
- [6] 雷永刚, 彭颖红, 阮雪榆, 等. 基于事例推理 (CBR) 的同构模具工艺设计模型 [J]. 上海交通大学学报, 2000, 34 (3): 303-305.
LEI Yong-gang, PENG Ying-hong, RUAN Xue-yu, et al Case-Based Reasoning Based Process Planning Model of Similar

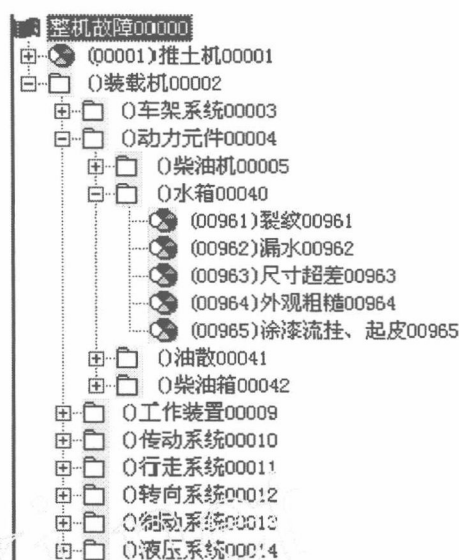


图 2 故障特征树

Fig. 2 Feature tree of quality fault

- Structure Dies [J]. Journal of Shanghai Jiaotong University, 2000, 34 (3): 303-305.
- [7] 周良, 谢强, 郑洪源, 等. 质量管理系统中故障模式的设计与实现 [J]. 小型微型计算机系统, 2001, 22 (12): 1494-1496.
- ZHOU Liang, XIE Qiang, ZHEN Hong-yuan, et al Design and Implementation of FaultModel in QualityManagement System [J]. MiniMicro System, 2001, 22 (12): 1494-1496.
- [8] 杨炳儒. 基于内在机理的知识发现理论及其应用 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- YANG Bing-ru The Theory and Application of Knowledge Discovery based on InnerMechanism [M]. Beijing: Electronics Industry Press, 2004.
- [9] ROYES G F A Hybrid Fuzzy-Multi Criteria-CBR Methodology for Strategic Planning Support [C] // Fuzzy Information 2004 Processing NAFIPS04. [S. l.]: IEEE Annual Meeting, 2004, 1: 208-213.
- [10] YANG Hong-wei, PAN Zhi-geng, XU Bing, ZHANG Ling-min Machine Learning-Based Intelligent Recommendation in Virtual Mall [C] // Machine Learning and Cybematics 2004 Proceedings of 2004 International Conference. Shanghai, China: [s. n.], 2004, 4: 2634-2639.
- [11] 杨宁, 王玉, 周雄辉. 基于事例推理的注塑模加工时间定额的确定方法 [J]. 计算机集成制造系统, 2005, 11 (2): 275-279.
- YANG Ning, WANG Yu, ZHOU Xiong-hui Application of Case-Based Reasoning in Injection Mould for Determining Manufacture Time Quota [J]. Computer Integrated Manufacturing System, 2005, 11 (2): 275-279.
- [12] 耿焕同, 章曙光, 钱权, 等. 一种有效的用于范例提取的改进聚类算法 [J]. 小型微型计算机系统, 2004, 25 (3): 388-390.
- GENG Huan-tong, ZHANG Shu-guang, QIAN Quan, et al An Efficient Improved Clustering Algorithm for Case Retrieval [J]. MiniMicro System, 2004, 25 (3): 388-390. (Ed.: T)

·待发表文章预告·

基于 MSP430 的质子旋进式磁力仪设计

王应吉, 李 伟, 孙淑琴, 姜艳秋

(吉林大学 智能仪器与测控技术研究所, 吉林 长春 130061)

摘要: 针对国产的磁力仪以北京地质仪器厂生产的 CZM-2 型质子旋进式磁力仪功耗大, 稳定性较差, 精度较低 (± 1 nT) 的问题, 采用超低功耗单片机 MSP430F149, 设计了基于 MSP430 的质子旋进式磁力仪。给出了质子旋进磁力仪的工作原理及系统的硬件框图, 对质子旋进信号的配谐和放大作出了说明, 设计出了对信号分频测量其周期的高精度间接测磁方法, 指出了单片机软件开发的要点。与 CZM-2 型质子旋进式磁力仪相比, 该设计功耗低, 稳定性强, 精度较高, 野外实测待机电流 0.8 mA, 最大误差 0.5 nT。

关键词: 质子旋进; 地磁场; 高精度测量; MSP430 单片机

The Application of Fuzzy Ontology in Design Management

ZHOU Liang ZHANG Lei CHEN Jun

XIE Qiang DING Qiu Lin

Nanjing University of Aeronautics and Astronautics
Nanjing, PRC, 210016

SUN Zheng Xing

State Key Laboratory for Novel Software Technology
Nanjing University
Nanjing, PRC, 210093

Abstract - Engineering design is a knowledge-intensive process, how to organize, store and retrieve such knowledge constitutes the foundation of engineering design management. In this paper, a fuzzy ontology and its application to design management are presented. The fuzzy ontology with fuzzy concepts is an extension of the domain ontology with crisp concepts. It is more suitable to describe the domain knowledge than domain ontology for solving the uncertainty reasoning and retrieval problems. Every fuzzy concept has a set of membership degrees associated with various events of the domain ontology. First, an ontology-based presentation and retrieval framework is put forward in the paper. Then, the fuzzy ontology-based presentation and retrieval mechanism are described.

Keywords: Fuzzy Ontology, Engineering Design, Relevance Feedback

1 Introduction

Ontology has been applied in various domains [1-3], such as knowledge management [4,5,6], semantic integration [7]. Ontology is regarded as "a kind of conceptual description" by Gruber [8] in computer science. Embley et al. [9] present a method of extracting information from unstructured documents based on an application ontology. Alani et al. [10] propose a system that automatically extracts knowledge about artists from the web based on an ontology, which can generate biographies that tailor to a user's interests and requirements. OntoSeek [11] is a system designed for content-based information retrieval, which combines understanding of a domain [12]. In recent years, many

presentation and retrieval methods has been also published in different application [13-16], and fuzzy technique has been introduced into ontology presentation and processing [17,18,19]. Engineering design, a knowledge-intensive process, includes conceptual design, detailed design, engineering analysis, assembly design, process design and performance evaluation. Each step creates various areas of knowledge, experience and large amounts of engineering drawings. Effectively organizing, storing and retrieving such knowledge, experience and drawing is a major factor which can increase product development capability and quality, and reduce the development cycle time and cost, which is critical to that firm's success and constitutes the foundation of engineering design management. Engineering knowledge, experience are often saved as text documentation and drawings are often saved in the way of binary (image) or vector figure. A typical way to retrieve engineering information online is to create a keyword-based query interface to a database. But the keyword-based approach would not perfectly solve the following problems: (1) How to guide user in focusing the interest within the database contents. Generally, designer often only has outline about the product information, and does not necessarily know what question to ask. (2) How to help user in expressing their queries. The user can not necessarily figure out what keywords to use in formulating the search corresponding to him/her information need. (3) How to find relevant information.

In the paper, a framework of system based on ontology is described, then the presentation and retrieval methods based on fuzzy ontology are depicted. The

proposed framework can handle the usual similarity: graphical sketch-based queries and linguistic queries. We introduce fuzzy sets into model vagueness which is usually present in queries and allows us to retrieve information that might otherwise be missed.

2 Ontology-based presentation and retrieval Framework

As a representation of semantics, ontology provides a highly expressive ground for describing units of meaning and a rich variety of interrelations among them. Therefore, there are many literature in the recent years that studies the use of ontologies to improve the effectiveness of information retrieval and personalized search. In this paper, engineering knowledge and drawings are presented based on fuzzy ontology technique. Engineering knowledge ontologies are divided into many parts according to engineering design process, such as conceptual design ontology, detailed design ontology, engineering analysis ontology, etc. And engineering drawing is described as drawing region ontology. The paper shows a presentation and

comprehensive retrieval framework (see Figure 1). The given framework incorporates a module to control the degree of personalization that is applied in the search result ranking, automatically adjusting it depending on the uncertainty contained in the search before personalization.

As shown in Fig 1, user query includes two steps: 1) a formal ontology-based query, a global query, is issued by some form of query interface which formalizes a user information need. The query is processed against global ontology using any desired inferencing or query execution tools, outputting a set of ontology concept tuples that satisfy the query. 2) ontology mapping [20,21,22]: Because of local ontology is defined in local semantics, and the global ontology is defined by share semantics, there exists a ontology mapping between local ontology and global ontology. According to the mapping between global ontology and local ontology, user global query will be divided into many sub-queries which are performed in local domain. The results of every sub-query finally should be marshaled and converted to a uniform format and return to query interface.

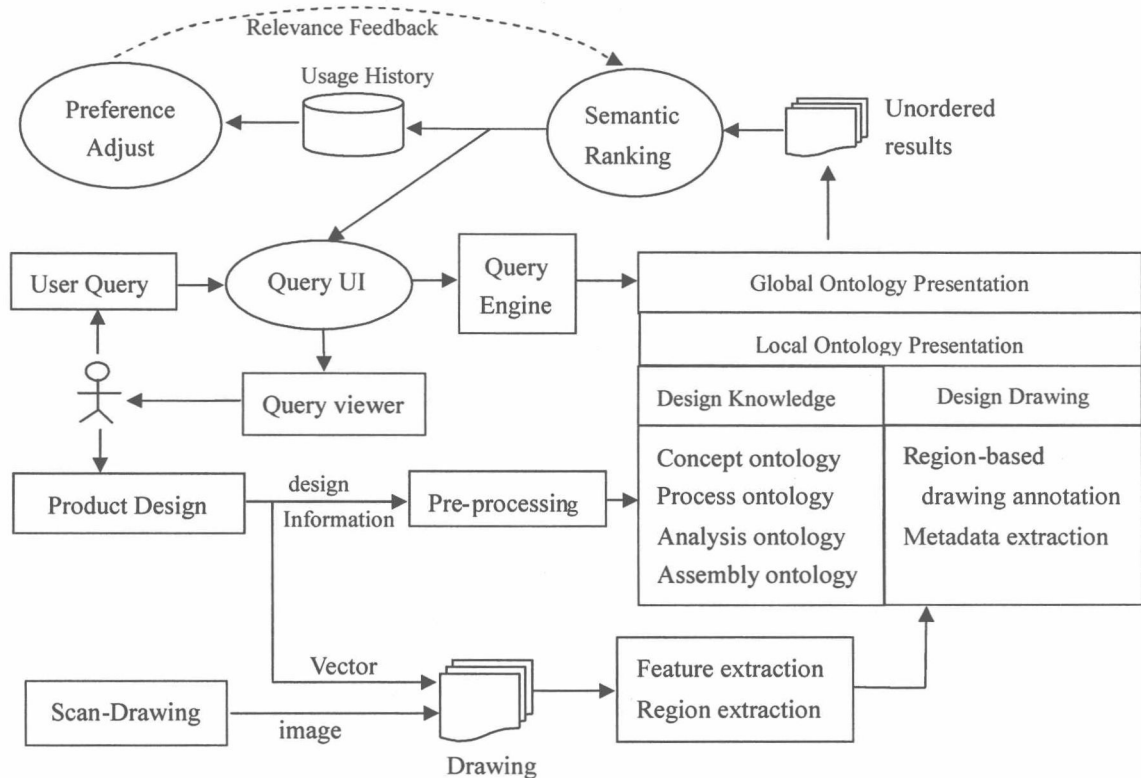


Fig. 1. Ontology-based presentation and retrieval Framework

3 Fuzzy ontology-based presentation

There are many different descriptions of the domain ontology for various applications. For example, a domain ontology defines a set of representational terms that we call concepts. Inter-relationships among these concepts describe a target world. Domain ontology can be defined as the following tuples:

$O = (C, A, H, R, E)$, and

C : concept set, $C = \{C_1, C_2, \dots, C_i, \dots, C_n\}$, n is the number of concepts;

A : attribute set of a concept, given a concept $c \in C$, then its attribute set is labeled as:

$A_c = \{a_c(i) | i=1, \dots, |A_c|\}$, $|A_c|$ expresses the number of attributes;

H : concept hierarchy set, $H \subseteq C \times C$,

$(c_i, c_j) \in H$ expresses c_i is a sub-concept of c_j ;

R : relation set which is not in concept hierarchy set, $R = \{R_k, k=1, 2, \dots, m\}$; $R_k = r(c_i, c_j) \in R$ shows that there exists a relation r between concept c_i and c_j ;

E : events set of a concept, E_k is a event of concept C_j , $E = \{E_{jk} | k=1, \dots, |E_{jk}|, j=1, 2, \dots, n\}$.

In this paper, we extend the domain ontology to be the fuzzy ontology by embedding a set of membership degrees in each concept of the domain ontology and adding fuzzy relationships among the fuzzy concepts. The concept with the membership degrees is called fuzzy concept. Therefore, attribute values such as small and somewhat, as well as spatial relations such as left of and below, are handled much better by fuzzy techniques. Another advantage of using fuzzy sets is that the membership functions that represent concepts such as small and left of can be modified based on the user's (relevance) feedback for improved retrieval. Finally, the plethora of aggregation connectives in fuzzy set theory permit us to adjust weight and combine the different attributes in a way that is tailored to the application domain and the user's taste. Using ontology technology we use a fuzzy set to represent each drawing and engineering knowledge in the database, in which each object region in the drawing is represented by a node with attributes (e.g. blueness, size), and the relations between regions are represented by edges with attributes (e.g. spatial relation, adjacency). So the fuzzy ontology can be defined by extending set C , R and E :

$O = (C, A, H, R, E)$

$C_i = \{C_{i1}|P_{i1}, C_{i2}|P_{i2}, C_{i3}|P_{i3}, \dots, C_{ip}|P_{ip}\}$

where P_{ip} represents the membership degree of a

concept item C_i ; p is the membership number of C_i ;

$R_k = \{R_{k1}|P_{k1}, C_{k2}|P_{k2}, C_{k3}|P_{k3}, \dots, C_{kq}|P_{kq}\}$

$E_{jk} = \{E_{j1}|P_{j1}, E_{j2}|P_{j2}, \dots, E_{jn}|P_{jn}, n=1, \dots, |E_{jk}|\}$

4 Fuzzy retrieval mechanism

The way of keyword-based query has been used in many applications. Here the user may select filtering values or apply keywords to the different database fields, such as the "creator", "time", "material", or to the content descriptions including classifications and free text documentation. More complex queries can be formed by using Boolean logic. Keyword-based search methods exist several general limitations: a keyword in a document does not necessarily mean that the document is relevant, and relevant documents may not contain the explicit word, and semantic relations are not exploited. Keyword-based search is useful especially to a user who knows what keywords are used to index the drawings and document, and therefore can easily formulate queries.

In the given framework, we can adopt different way to retrieve information. The retrieval of engineering knowledge can be finished by linguistic queries and keywords, and retrieval of product drawing can be finished by sketch-based query. In the case of a sketch-based query, user can draw objects/ regions in the desired spatial positions, and ascribe attributes (such as size, color, and shape properties) to them. In the case of a linguistic query, user can describe the type of product information to be retrieved using words from a dictionary of object attributes and spatial relations.

As ontologies are presented in fuzzy method, user retrieval is finished using the membership degrees for each fuzzy concept of the fuzzy ontology. Every fuzzy concept has a set of membership degrees such as concept, attribute and relevant concept degrees, etc. The similarity degrees of a concept can be calculated:

$\delta(C, C_i) = \max\{\delta(C, C_{ik}), k=1, 2, \dots, n\}$

where C is a specific fuzzy concept formed from the user-interface, which is a user's query. The fuzzy similarity degree of fuzzy set A and B can be computed in many formulae, this paper uses the following equal:

$$\delta(A, B) = \frac{\sum_{i=1}^n (A(x_i) \wedge B(x_i))}{\sum_{i=1}^n (A(x_i) \vee B(x_i))}$$