

计算机技术

基于关系数据库的变压器故障诊断专家系统

索红军

(渭南师范学院计算机科学系,渭南 714000)

摘要 根据油浸式电力变压器的特点及故障诊断的原理,提出了基于关系数据库字段的知识表示形式和基于关系数据库记录的推理规则。特别在推理机方面,根据变压器故障诊断的特点,利用成熟的关系型数据库技术提出一种搜索、替换、构造故障现象与诊断结果对应数据库的推理机制。采用面向对象技术设计开发变压器故障诊断专家系统来解决变压器故障的智能诊断问题,为相关方面故障诊断专家系统的设计开发提供借鉴。

关键词 关系数据库 变压器故障 诊断 专家系统

中图法分类号 TP182; **文献标志码** A

电力变压器作为主要的电力设备在电力系统运行环节中起着至关重要的枢纽作用^[1]。变压器的检修和维护也就成为确保各电力设备安全可靠运行的重要环节。电力设备的故障中存在不少故障难以用数学方法表示模型,很多是依靠人工专家的经验来解决。对于这一类故障,故障诊断专家系统^[2]是一个很好的解决办法。专家系统自从20世纪70年代后期开始应用于电力工业中以来,在电力系统许多研究方向上取得了突飞猛进的发展。

1 变压器故障诊断原理方法

对于大型油浸式电力变压器,目前几乎都是用油来绝缘和散热,变压器油与油中的固体有机绝缘材料(纸和纸板等)因放电和热的作用会逐渐老化和分解,产生少量的各种低分子烃类及一氧化碳、二氧化碳气体,而变压器的内部绝缘故障却伴随着局部过热和局部放电现象,使油或纸或油和纸分解产生 H_2 、 CH_4 、 C_2H_2 、 C_2H_4 、 C_2H_6 、CO 和 CO_2 等气

体。此外,发热和放电的产生程度不同,所产生的气体种类、浓度、比例也不相同。因此,油中溶解气体的组分和含量可以反映出变压器绝缘老化或故障的程度,通过对油中溶解气体进行气相色谱分析^[1],便可发现变压器内部的发热和放电性等故障,有助于管理人员发现早期的潜伏性故障。

2 基于关系数据库的变压器故障诊断专家系统

由于电力变压器的故障复杂多变,检测、修复的环境又比较恶劣,人工处理效率低下,又容易出现差错,而且存在人容易疲劳,人的经验难以传授等诸多因素,开发电力变压器故障诊断专家系统是必然的选择。

2.1 电力变压器故障诊断专家系统设计原理

根据电力变压器的故障诊断原理,对变压器绝缘油气相色谱进行分析,测定其中气体的成分及相应含量,然后进行推理分析,以查找故障源。根据此原理,将测定的各种故障原始数据信息输入计算机,由计算机模拟领域专家进行学习、推理,以获得电力变压器的故障性质(故障源),进而设计电力变压器故障诊断专家系统。基于关系数据库技术的故障诊断专家系统模拟记忆力极强的人类专家,通过知识库中知识,构造出所有故障和诊断结果的对应

2010年4月2日收到

渭南师范学院专项基金项目

(10YKZ061)资助

作者简介:索红军(1971—),男,汉族,陕西白水人,副教授,硕士。
研究方向:人工智能及计算机应用。

应关系数据库,充分利用现有成熟的关系数据库技术,通过查询搜索完成变压器的故障诊断。

2.2 知识库设计

知识体现了专家系统解决问题的能力,是专家系统的核心。专家系统拥有知识的数量和质量是专家系统的性能和求解问题能力的关键因素。

2.2.1 设计知识关系数据库

根据变压器故障诊断过程的实际情况,我们将所有能知道的故障现象和对应故障原因构造成一个二维表格,即关系型数据库表,一部分字段表示结论 Q (故障现象),另一部分字段表示产生该结论的直接前提 P (直接原因),一条记录表示直接相关的一组结论和前提。

在变压器故障诊断中,存在同一故障现象可能是由不同的原因产生的,即一果多因^[5],也就是可能有: $P_i \rightarrow Q_i$ 和 $P_j \rightarrow Q_i$ 。我们在本系统中推理采用归约的方式,是从故障现象找原因,对于同一个故障现象,可能找到多个直接原因。因此,增加一个概率字段,通过概率字段体现不同前提导致相同结论的概率,见表 1。

表 1 数据库记录知识表示形式

序号	结论 Q	前提 P	概率
1	Q_1	P_1	X_1
2	Q_1	P_2	X_2
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
n	Q_m	P_m	X_m
$n+1$	Q_m	P_{m+1}	X_{m+1}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

2.2.2 知识合理性检验

专家系统在部署后,随着系统的运行,需要不停地加入新的知识或更改知识,必须及时检查知识库的不一致性和不完整性该检查包括循环知识检查和矛盾知识检查两部分。

(1) 循环知识检查

循环知识:当一组知识在推理时形成循环链,称这组知识是循环的知识链。在本专家系统中,循环知识采用以下算法检查:

算法 1:循环知识检查方法。

1) 初始化,构造一个空线性表。打开知识库,记录指针 1 指向首记录。转 2)。

2) 若知识库中记录指针 1 指向末尾,则结束;否则,记录指针 1 下移一条记录,转 3)。

3) 将本条记录对应的结论字段值和前提字段值都填入线性表。并存储该记录前提字段值于变量 M 中,同时构造记录指针 2,转 4)。

4) 使指针 2 指向首记录。转 5)。

5) 利用指针 2 向下开始从结论字段搜索 M 值。若搜索到知识库结尾仍未搜索到,则转 2);否则将对应记录前提字段值记入 M 。检查线性表中是否存在 M ,若存在,则有循环知识, M 记入线性表,转 6);若线性表中不存在 M ,将 M 填入线性表,转 4)。

6) 输出循环知识相关信息。指针 2 下移一条记录,转 5)。

(2) 矛盾知识检查

矛盾知识:截然相反的结论却有相同的前提,即相同的原因导致完全相反的结论。矛盾知识检查的算法如下:

算法 2:矛盾知识检查方法。

1) 初始化,构造多个空线性表。打开知识库,记录指针 1 指向首记录。转 2)。

2) 在知识库中结论字段搜索完全相反的结论,若未搜索到,则无矛盾知识,结束矛盾知识检查;否则转 3)。

3) 对搜索到的完全相反的结论,分别通过归约方式构造知识链线性表。当各个线性表不再增加时转 4)。

4) 标记构造线性表最初搜索到的完全相反的结论(避免下次第 2)步中再被搜索到),检查各个线性表中是否存在相同符号(用不同的符号表示不同的事实或动作等),若无相同符号,转 2);否则,有矛盾知识,转 5)。

5) 输出矛盾知识相关信息转 2)。

2.3 推理机设计

本系统将推理机分为两个部分,第一部分构造一个故障现象与诊断结果对应数据库。第二部分

为在故障现象与诊断结果对应数据库中搜索查询,以期得到用户输入的故障对应的诊断结果。如图 1 所示。

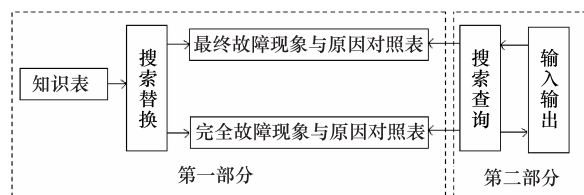


图 1 系统推理总体结构图

推理机的主要工作是第一部分,即依据知识库构造故障现象与诊断结果对应数据库,方法如下:

算法 3:故障现象与诊断结果对应数据库构造方法。

1) 初始化,构造最终故障现象与原因对应表与完全故障现象与原因对应表两个空表。打开知识库,记录指针 1 指向首记录。转 2)。

2) 若知识库中记录指针 1 指向末尾,则转 6); 否则,记录指针 1 下移一条记录,转 3)。

3) 将本条记录对应的结论和前提分别保存在变量 J 和变量 Q 中,变量 a 保存对应概率值。构造记录指针 2,转 4)。

4) 用变量 J 和 Q 分别对应记录的结论和前提字段, a 对应概率字段构成新纪录,填入到完全故障现象与原因对应表,使指针 2 指向知识库首记录。转 5)。

5) 利用指针 2 向下开始从结论字段搜索 Q 值。若搜索到知识库结尾仍未搜索到,则用变量 J 和 Q 分别对应记录的结论和前提字段, a 对应概率字段构成新纪录,填入到最终故障现象与原因对应表,转 2); 否则搜索到后,将对应记录前提字段记入 Q , a 值乘以该记录概率字段值得到新 a 值,即 $a = a^*$ 概率。转 4)。

6) 构造完毕,关闭数据库。

构造好故障现象与原因对应数据库后,在知识库没有更新时,这一步不用重复执行,可以极大提高推理机的工作效率。专家系统应用时只执行推理机第二步,利用成熟的关系数据库技术,通过用

户输入的故障现象及相关辅助信息,在关系数据库中进行组合查询。

3 系统仿真及结论

对该专家系统我们进行了仿真试验。当知识库中知识增加到约 200 条左右时,我们进行了测试,具体如下:

执行环境硬件为 IBM ThinkPad R40 笔记本电脑,奔腾 2.0 CPU,768 M 内存。软件为 Windows XP、VC++6.0、Access 及 SQL。推理前先执行知识库一致性及完整性检验,用时约 8 秒钟,用时较长。执行推理机第一部分的构造故障现象与诊断结果对应数据库用时约为 11.5 秒。执行推理机第二部分进行故障诊断,只诊断最终故障原因,共诊断了 10 个故障,平均诊断时间为 1.24 s。由仿真试验可知,本系统在处理速度和能力方面都比较好。

在传统变压器故障诊断专家系统中,由于推理存在回溯、冲突等现象而导致系统效率低下,本文将推理规则转换为关系数据库记录,将推理过程转换为在关系数据库中进行查询、转换,并构造了故障现象与诊断结果对应数据库,推理过程的查询、转换只是在有新知识增加时进行,专家系统应用时只是在故障现象与诊断结果数据库中执行查询等简单操作,速度非常快。该专家系统利用了成熟的关系数据库技术设计,取得了较好的效果,为相关方面专家系统的设计开发提供了一定的借鉴作用。

参 考 文 献

- 1 罗建波. 基于 DGA 的电力变压器故障诊断技术研究. 杭州: 浙江大学, 2005
- 2 蔡瑞英, 李长河. 人工智能. 武汉: 武汉理工大学出版社, 2003: 122—190
- 3 李 雷. 基于产生式规则的变压器故障诊断专家系统. 西安: 西安电子科技大学, 2008

新旧数据处理系统在性能方面做了实验对比,并总结了新系统的优缺点。在将来实际应用中,新系统如何做到整个处理过程尤其是远程网络数据的安全性,保密性也是需要考虑的问题。

参 考 文 献

1 张 文,赵子铭. P2P 网络技术原理与 C ++ 开发案例. 北京:人民邮电出版社,2008
2 刘 超. 基于 gnutella 协议的 P2P 网络资源定位方法研究. 哈尔

滨;哈尔滨工程大学硕士论文. 2006;05—06

3 罗杰文. Peer to Peer (P2P) 综述. 北京:中科院计算技术研究所,2005
4 杨天路,刘宇宏. P2P 技术原理与网络开发案例. 北京:人民邮电出版社,2007
5 郑伟民. 对等计算研究概论. 中国计算机学会通讯,2006;12:11—13
6 高 潮. JXTA 分布式计算技术研究. 重庆:重庆大学硕士论文,2005;17—28

An Data Processing System Structure Based on Mixed P2P Net Work

ZHANG Guo-wang,SHANG Li-na,QI Chun,LU Wei
(China Flight Test Establishment,Xi'an 710089,P. R. China)

[Abstract] With the technology of spaceflight, aviation and biology's development, more and more experiment data need to be disposed and analyzed. How to design a data process system which is efficient and credible is important and urgent. The concept, characteristic, sort and actuality of P2P net work and designed a new data process system which based on mixed P2P net work are summed up. At last,the new structure's advantages and disadvantages based on a local area network experiment is analyzed and compared.

[Key words] Peer to Peer client/server JXTA data processing system

(上接第 4505 页)

The Expert System of Default Diagnosis of Power Transformer Based on Relational Database

SUO Hong-jun
(Department of Computer Science, Weinan Teachers College, Weinan 714000,P. R. China)

[Abstract] The features of fault diagnosis of power transformer are summarized and according to these features, the form of knowledge representation based on the fields and the inference rules based on the records are introduced. According to the characteristics of transformer fault diagnosis, an inference mechanism based on mature relational database is designed to search, replace and construct the tables that correspond the faults to diagnosis. The expert system is developed to resolve the intelligent fault diagnosis of power transformer based on the object-oriented technology.

[Key words] relational database fault of power transformer diagnosis expert system