

基于库所有色 Petri 网的故障诊断算法研究

马良荔^{1a}, 刘永葆^{1b}, 汪丽华²

(1. 海军工程大学 a. 电子工程学院; b. 训练部, 武汉 430033; 2. 91960 部队, 广东 汕头 515074)

摘要: 基于库所有色 Petri 网的故障诊断技术充分利用 Petri 网在故障分析和诊断中的优势, 以船舶电站故障数据集为基础构造模型; 并结合故障诊断实际对传统有色 Petri 网作适当改进, 实现图形化故障树的分层分类着色显示, 并以简单的矩阵运算实现故障诊断, 从而有效弥补了传统 Petri 网在实际应用中的缺陷, 适应了故障诊断的分析和建模需要。

关键词: 故障诊断; 有色 Petri 网; 船舶电站

中图分类号: TP301.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-3695(2012)03-0941-03

doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2012.03.039

Research on fault diagnosis based on place color Petri net

MA Liang-li^{1a}, LIU Yong-bao^{1b}, WANG Li-hua²

(1. a. College of Electronic Engineering, b. Dept. of Training, Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China; 2. Unit of 91960, Shantou Guangdong 515074, China)

Abstract: This paper formed the fault diagnosis technology based on place color Petri net (PCPN) by the advantages. It changed the traditional color Petri net after studying the rules of the power failure occurred. To represent power failure Petri nets in a graphical way with hierarchical classification and color display, the Petri net could be applied in the complex diagnosis of power system, and used a simple matrix operation in the fault diagnosis. It made up the traditional Petri net's flaw effectively, adapted to the fault diagnosis of actual modeling and analysis needs.

Key words: fault diagnosis; color Petri net; ship plant

目前电力系统故障诊断主要采用智能化方法, 在新模型的基础上实现自动诊断。国内外专家在此领域进行了大量的研究, 取得了一些有价值的研究成果和理论, 提出了许多解决方法, 主要有专家系统、模糊理论、人工神经网络、优化技术等^[1]。传统研究大都建立在被诊断系统的网络拓扑结构模型上, 根据发生故障时系统结构和参数的变化, 采用传统的数学方法集中求解, 从而判断故障发生的情况。但因系统规模、复杂程度和不确定因素等限制, 无法适应目前电力系统故障诊断的发展趋势, 系统故障诊断难以达到理想的效果^[2]。

Petri 网既是图形表示的组合模型, 又是严格定义的数学对象。因此, 将 Petri 网及其改进算法用于故障诊断系统的分析建模中, 不仅可以很好地表示系统状态及行为的变化关系, 准确地描述系统的产生和传播特性, 而且可以借助 Petri 网分析方法和技术, 很好地描述系统结构及系统中并列、次序及循环发生的行为^[3,4]。

1 有色 Petri 网概述

Petri 网理论^[5,6] (Petri net theory) 是德国科学家 Petri 于 1962 年在其博士论文中首次提出的, 是描述系统组织结构和系统状态动态变化的一种系统模型。它由库所(用圆圈表示)、变迁(用小方块表示)、连接库所和变迁的有向弧及初始标志构成。基本 Petri 网中托肯只计个数不计个性, 对个体变

化细节描述过多, 导致模型中库所节点过多, 缺乏描述组合效果的能力, 也限制了基本 Petri 网的抽象能力和直接模拟复杂过程的能力。有色 Petri 网^[7,8] (CPN) 把系统中具有同类行为特性的元素归属到一个库所节点或一个变迁节点中, 并通过所属托肯的不同颜色来进行区别, 从而使 Petri 网的结构得到很大程度的简化。

定义 1 有色 Petri 网^[6,8]。 $\Sigma = (P, T, F, C, I, M_0)$ 成为有色 Petri 网(CPN)的充分必要条件是:

a) $\{P, T, F\}$ 为有向网, 称为 Σ 的基网。

b) C 是颜色集合, 对 $\forall p \in P, C(p)$ 是库所 p 上所有可能的托肯色集合, 对 $\forall t \in T, C(t)$ 是变迁 t 上所有可能的出现色集合。

c) I 为系统中托肯数, $I = I_+ - I_-$ 。其中 I_- 和 I_+ 是负函数和正函数, 用来确定变迁的发生方式和库所中托肯的变化, 对于所有的 $(p, t) \in P \times T: I_-(p, t) \in [C(t)_{MS} \rightarrow C(p)_{MS}]_L$ 且 $I_-(p, t) = 0$, 当且仅当 $(p, t) \notin F; I_+(p, t) \in [C(t)_{MS} \rightarrow C(p)_{MS}]_L$ 且 $I_+(p, t) = 0$, 当且仅当 $(t, p) \notin F$ 。

d) M_0 称为 Σ 的初始标志, 集合 C 上所有的有限多重集组成的集合表示为 C_{MS} , 它必须满足条件 $\forall p \in P: M_0(p) \in C(p)_{MS}$ 。

2 有色 Petri 网故障诊断模型

Petri 网以研究系统的组织结构和动态行为为目标, 着眼

收稿日期: 2011-07-26; 修回日期: 2011-08-31

作者简介: 马良荔(1968-), 女, 辽宁沈阳人, 教授, 博导, 主要研究方向为软件工程及应用、故障诊断技术(maliangli@163.com); 刘永葆(1967-), 男, 博导, 主要研究方向为装备故障诊断理论及应用。

为在 {8,14} 范围内是不可接受的。

$$G_{irr} = \{ \{1,7\}, \{8,14\} \}$$

基于如上观点,定义四组数据库如表 3 所示。

表 3 定义组

教师	表现	违规行为
{2, 9,11, 12}	{优秀,良好}	{4,6,7}
{9, 11, 12}	{优秀,良好}	{8,10}
{4}	{中等}	{5}
{1, 4, 5, 6}	{中等,差}	{9,10,11}

通过减少组得到的矩阵如图 1 所示。从图 1 中可知,根据每个教师所属的组就能知道应对他们采取什么样的行动。但此矩阵存在一个问题,即使教师提高了自己的表现,并在一定程度上减少了违规行为,他们还是在同一类中。为了解决这个问题,可采用具有属性表现和违规行为的二叉树集。

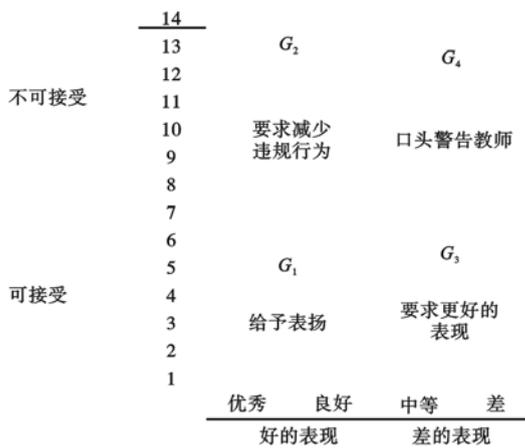


图1 矩阵

4 结束语

数据库查询优化问题比较复杂,数据冗余存储的增加以及各个节点性能的不同,使得数据库查询复杂费时。本文为了降低大数据库的复杂性,提出了一种基于粒子群算法优化数据库

查询技术方案。算法提出了一种数据库查询执行计划代价模型,主要包括了查询多链接次序以及副本的选择问题,准确定义了数据库查询执行代价,然后采用本文提出的粒子群算法来优化并求解该执行代价问题,从而使得分组数目更少、数据定位更精确。最后的实例验证结果表明,通过属性表现和违规行为为任何教师都可以被准确定位,减少了分组,为数据库查询提供了优化。

参考文献:

- [1] ĆIRIĆ M, IGNIJATOVIĆ J, BOGDANOVIĆ S. Fuzzy equivalence relations and their equivalence classes[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2007,158(12):1295-1313.
- [2] BONEH D, GENTRY C, WATERS B. Collusion resistant broadcast encryption with short ciphertexts and private keys[C]//Proc of Advances in Cryptology-Crypto. 2005:258- 275.
- [3] 蔡永泉,张雪迪,姜楠. 一种新的基于身份的门限签名方案[J]. 电子学报, 2009(S1):102- 105.
- [4] GALINDO J, PIATTNI M, URRUTIA A. Fuzzy database modeling design & implementation[M]. Pennsylvania:IGI,2005.
- [5] SONG B S, LEE K M, LEE S U. Model-based object recognition using geometric invariants of oints and lines[J]. Computer Vision and Image Understanding,2001,84(3):361-381.
- [6] BARKAOUI K, BENAMARA R. On concurrency control in multidatabase systems with an extended transaction model [J]. Journal of Supercomputing,2003,24(2):193-202.
- [7] 肖卫军,卢正鼎,李兵,等. 一种多数据库事务模型[J]. 小型微型计算机系统, 2008,24(12):2224-2227.
- [8] WEIKUM G, VOSSEN G. Transactional information systems: theory, algorithms, and the practice of concurrency control and recovery [M]. San Francisco:Morgan Kaufmann,2011.
- [9] 易和平. 分布式多数据库高校学籍管理系统研究与应用[J]. 西安石油大学学报, 2009,24(4):93-95.
- [10] 张敏,冯登国,徐震. 多级多版本数据库管理系统全局串行化(英文)[J]. 软件学报, 2007,18(2):346-347.

(上接第 943 页)

$$M_1 = M_0 + S_1 \times I \times U_1 = (100100000000000000) \quad (7)$$

相应的 $R_2 = \{P_4\}$, 根据故障传播路径计算公式 $R = R + R_j$, 此时 $R = \{P_1, P_4\}$ 。如此依次向下推导, 得到最终的状态 M_3 为

$$M_3 = M_2 + S_3 \times I \times U_3 = (100100001000000010) \quad (8)$$

此时目标库所 P_{17} 所代表的接线端子接线不良故障为底故障, 将 P_{17} 加入到可能故障发生原因列表中, 并将其故障传播路径 $R = \{P_1, P_4, P_9, P_{17}\}$ 保存在数据结构中。

故障发生原因具有多样性和复杂性, 因此, 如果列表中的故障原因无法实现故障的排除, 则需按照上述步骤重新寻找可能的故障发生原因, 直到获得最终的故障发生原因, 并依次显示故障传播路径集合 R 中所有库所, 至此故障诊断过程结束。

4 结束语

本文在有色 Petri 网基本理论的基础上, 结合故障诊断的实际, 对有色 Petri 网的关联矩阵和状态方程进行改进, 将库所作为故障发生和诊断的主要依据, 同时动态地更新故障的传播

路径, 从而形成了新的基于库所的有色 Petri 网故障诊断模型, 并将其应用于船舶电站的故障诊断过程中, 实例验证了算法的实用性和高效性。

参考文献:

- [1] 魏晓宾, 马小平, 李亚朋. 故障诊断技术综述[J]. 煤矿机电, 2009(1):63-65.
- [2] 张海艳, 夏飞. 基于 Petri 网的船舶电力系统故障诊断[J]. 哈尔滨工程大学学报, 2008, 29(9):933-937.
- [3] 刘勇, 武昌, 陈校平. 随机 Petri 网对装备维修保障的建模与分析[J]. 空军工程大学学报, 2007, 8(2):43-45.
- [4] 王燕平. 基于 Petri 网的舰艇装备故障诊断方法研究[D]. 武汉: 海军工程大学, 2009.
- [5] PETRI C A. Kommunikation mit automaton[D]. Bonn: Institut Fur Instrumentelle Mathematik Technische Universitat Dannastadt, 1962.
- [6] 袁崇义. Petri 网原理[M]. 北京: 电子工业出版社, 1998.
- [7] 高方方. 基于着色 Petri 网模型的案例推理研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2008.
- [8] 王海新. 基于有色 Petri 网舰艇编队 C_31 系统的建模与仿真研究[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2005.