



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104486096 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 01

(21) 申请号 201410670962. 8

(22) 申请日 2014. 11. 21

(71) 申请人 河南中烟工业有限责任公司
地址 450000 河南省郑州市农业东路 29 号

(72) 发明人 孟瑾 王晖 王德吉 李文伟
张乾 石怀忠 杨云超

(74) 专利代理机构 郑州联科专利事务所(普通合伙) 41104
代理人 时立新

(51) Int. Cl.
H04L 12/24(2006. 01)

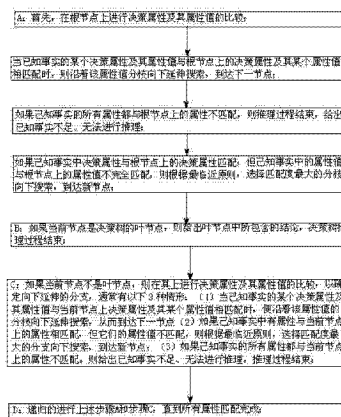
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

基于工业以太网故障诊断方法中决策树的推理方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于工业以太网故障诊断方法中决策树的推理方法,决策树包括决策属性节点、属性值分枝和叶节点,决策属性节点是进行分类的决策属性的集合,属性值分枝是按照决策属性进一步划分的取值特性的属性值的集合,叶节点是决策或分类结果的集合;利用本方法能够为工业以太网故障诊断提供有效的推理决策,保证工业以太网故障诊断的准确实施和工作。



1. 一种基于工业以太网故障诊断方法中决策树的推理方法,其特征在于:所述的决策树包括决策属性节点、属性值分枝和叶节点,决策属性节点是进行分类的决策属性的集合,属性值分枝是按照决策属性进一步划分的取值特性的属性值的集合,叶节点是决策或分类结果的集合;

决策树的推理方法包括以下步骤:

A:首先,将知识库中全局数据库的当前信息作为根节点,在根节点上进行决策属性及其属性值的比较;

A1:当已知事实的某个决策属性及其属性值与根节点上的决策属性及其某个属性值相匹配时,则沿着该属性值分枝向下延伸搜索,到达下一节点;

A2:如果已知事实的所有属性都与根节点上的属性不匹配,则推理过程结束,给出已知事实不足、无法进行推理;

A3:如果已知事实中决策属性与根节点上的决策属性匹配,但已知事实中的属性值与根节点上的属性值不完全匹配,则根据最临近原则,选择匹配度最大的分枝向下搜索,到达新节点;

B:如果当前节点是决策树的叶节点,则给出叶节点中所包含的结论,决策树推理过程结束;

C:如果当前节点不是叶节点,则在其上进行决策属性及其属性值的比较,以确定向下延伸的分支,通常有以下3种情形:

(1) 当已知事实的某个决策属性及其属性值与当前节点上决策属性及其某个属性值相匹配时,便沿着该属性值的分枝向下延伸搜索,从而到达下一节点;

(2) 如果已知事实中有属性与当前节点上的属性相匹配,但它们的属性值不匹配,则根据最临近原则,选择匹配度最大的分支向下搜索,到达新节点;

(3) 如果已知事实的所有属性都与当前节点上的属性不匹配,则给出已知事实不足、无法进行推理,推理过程结束;

D:递归的进行上述步骤A和步骤C,直到所有属性匹配完成。

基于工业以太网故障诊断方法中决策树的推理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及工业以太网控制系统技术领域,尤其涉及一种基于工业以太网故障诊断方法中决策树的推理方法。

背景技术

[0002] PROFINET 由 PROFIBUS 国际组织 (PROFIBUS International, PI) 推出,是新一代基于工业以太网技术的自动化总线标准。作为一项战略性的技术创新,PROFINET 为自动化通信领域提供了一个完整的网络解决方案,囊括了诸如实时以太网、运动控制、分布式自动化、故障安全以及网络安全等当前自动化领域的热点话题,并且,作为跨供应商的技术,可以完全兼容工业以太网和现有的现场总线(如 PROFIBUS) 技术,保护现有投资。

[0003] 在过去的几年间,工业机网络的规模经历了爆炸式的增长。网络的应用已经深入到人们生产的每一个角落,成为必不可少的基础设施。随着对网络依赖性的加强,人们对网络的可靠性也提出了更高的要求:第一,有稳定、高效、安全的网络环境;第二,当网络发生故障时,能够及时的检测出故障原因并修复。可以看出,网络故障诊断对保持网络的健康状态具有重要的意义。然而在当今网络环境下,网络故障诊断遇到了前所未有的困难,其主要表现在以下几个方面:控制器网络无论从规模上,还是从网络复杂性和业务多样性上都有了巨大的发展。大规模网络的故障关系错综复杂,故障原因和故障现象之间的对应关系模糊,大大提高了故障诊断的难度。

[0004] 网络设备的复杂性也提高了故障诊断的难度。网络设备的复杂性有两个含义:第一是新的网络设备不断推出,功能越来越多,越来越复杂;第二是设备提供商数量众多,产品规格和标准不统一。

[0005] 随着 PROFINET 的广泛应用,控制器技术和网络通信技术得到迅速发展,新的数字通信网络不仅拥有多种业务流量,而且采用了多种融合的网络传输技术。不断采用的网络新技术对网络故障诊断提出了越来越高的要求;正是由于上述困难的存在,传统的依靠网络专家人工方式进行的故障诊断已经不能满足需要了。当代网络呼唤智能化的故障诊断技术,以实现网络故障诊断的自动化,将人从繁重的诊断工作中解放出来。

[0006] 智能化网络故障诊断技术有下列四个方面的难点:

第一,故障发现网络故障发生的不确定性和网络软硬件构架的动态变化,使得包括专家在内的知识受到了局限。

[0007] 第二,故障定位一个设备产生故障会影响很多和它相连的设备或子系统,甚至会导致网络的瘫痪,这种现象就叫做故障关联。

[0008] 第三,故障检测常规的故障检测方法需要建立数学模型,而数学模型的复杂性和精确性难以满足高速网络的实时需求;简化的数学模型又导致实际控制效果不能令人满意。

[0009] 第四,故障表示由于网络应用的多样性与不断更新,现在还不能找到一个明确的函数能表示所有的应用层故障。

发明内容

[0010] 本发明的目的是提供一种基于工业以太网故障诊断方法中决策树的推理方法，能够为工业以太网故障诊断提供有效的推理决策，保证工业以太网故障诊断的准确实施和工作。

[0011] 本发明采用的技术方案为：

一种基于工业以太网故障诊断方法中决策树的推理方法，所述的决策树包括决策属性节点、属性值分枝和叶节点，决策属性节点是进行分类的决策属性的集合，属性值分枝是按照决策属性进一步划分的取值特性的属性值的集合，叶节点是决策或分类结果的集合；

决策树的推理方法包括以下步骤：

A：首先，在根节点上进行决策属性及其属性值的比较；

A1：当已知事实的某个决策属性及其属性值与根节点上的决策属性及其某个属性值相匹配时，则沿着该属性值分枝向下延伸搜索，到达下一节点；

A2：如果已知事实的所有属性都与根节点上的属性不匹配，则推理过程结束，给出已知事实不足、无法进行推理；

A3：如果已知事实中决策属性与根节点上的决策属性匹配，但已知事实中的属性值与根节点上的属性值不完全匹配，则根据最临近原则，选择匹配度最大的分枝向下搜索，到达新节点；

B：如果当前节点是决策树的叶节点，则给出叶节点中所包含的结论，决策树推理过程结束；

C：如果当前节点不是叶节点，则在其上进行决策属性及其属性值的比较，以确定向下延伸的分支，通常有以下 3 种情形：

(1) 当已知事实的某个决策属性及其属性值与当前节点上决策属性及其某个属性值相匹配时，便沿着该属性值的分枝向下延伸搜索，从而到达下一节点；

(2) 如果已知事实中有属性与当前节点上的属性相匹配，但它们的属性值不匹配，则根据最临近原则，选择匹配度最大的分支向下搜索，到达新节点；

(3) 如果已知事实的所有属性都与当前节点上的属性不匹配，则给出已知事实不足、无法进行推理，推理过程结束；

D：递归的进行上述步骤 A 和步骤 C，直到所有属性匹配完成。

[0012] 本发明根据建立的决策树进行推理，决策树包括决策属性节点、属性值分枝和叶节点，决策属性节点是进行分类的决策属性的集合，属性值分枝是按照决策属性进一步划分的取值特性的属性值的集合，叶节点是决策或分类结果的集合；通过已知事实的某个决策属性及其属性值与根节点上的决策属性及其某个属性值进行匹配，匹配成功后给出叶节点中所包含的结论，决策树推理过程结束；若当前节点不是叶节点，则在其上进行决策属性及其属性值的比较，以确定向下延伸的分支，通常有以下 3 种情形：

(1) 当已知事实的某个决策属性及其属性值与当前节点上决策属性及其某个属性值相匹配时，便沿着该属性值的分枝向下延伸搜索，从而到达下一节点；

(2) 如果已知事实中有属性与当前节点上的属性相匹配，但它们的属性值不匹配，则根据最临近原则，选择匹配度最大的分支向下搜索，到达新节点；

(3) 如果已知事实的所有属性都与当前节点上的属性不匹配,则给出已知事实不足、无法进行推理,推理过程结束。

[0013] 利用本方法能够为工业以太网故障诊断提供有效的推理决策,保证工业以太网故障诊断的准确实施和工作。

附图说明

[0014] 图 1 为本发明的流程框图;

图 2 为本发明的流程图。

具体实施方式

[0015] 如图 1 所示,本发明所述的决策树包括决策属性节点、属性值分枝和叶节点,决策属性节点是进行分类的决策属性的集合,属性值分枝是按照决策属性进一步划分的取值特性的属性值的集合,叶节点是决策或分类结果的集合;

决策树的推理方法包括以下步骤:

A:首先,在根节点上进行决策属性及其属性值的比较;

A1:当已知事实的某个决策属性及其属性值与根节点上的决策属性及其某个属性值相匹配时,则沿着该属性值分枝向下延伸搜索,到达下一节点;

A2:如果已知事实的所有属性都与根节点上的属性不匹配,则推理过程结束,给出已知事实不足、无法进行推理;

A3:如果已知事实中决策属性与根节点上的决策属性匹配,但已知事实中的属性值与根节点上的属性值不完全匹配,则根据最临近原则,选择匹配度最大的分枝向下搜索,到达新节点;

B:如果当前节点是决策树的叶节点,则给出叶节点中所包含的结论,决策树推理过程结束;

C:如果当前节点不是叶节点,则在其上进行决策属性及其属性值的比较,以确定向下延伸的分支,通常有以下 3 种情形:

(1) 当已知事实的某个决策属性及其属性值与当前节点上决策属性及其某个属性值相匹配时,便沿着该属性值的分枝向下延伸搜索,从而到达下一节点;

(2) 如果已知事实中有属性与当前节点上的属性相匹配,但它们的属性值不匹配,则根据最临近原则,选择匹配度最大的分支向下搜索,到达新节点;

(3) 如果已知事实的所有属性都与当前节点上的属性不匹配,则给出已知事实不足、无法进行推理,推理过程结束;

D:递归的进行上述步骤 A 和步骤 C,直到所有属性匹配完成。

[0016] 工业以太网故障诊断方法中需要给定专家系统,专家系统包括知识库、推理机、知识库管理模块、知识获取模块、解释机和控制中心。其中,推理机的工作原理基于决策树的推测完成,所以,推理机的工作即为决策树的推理过程,决策树的推理与知识库之间相辅相成。

[0017] 专家系统包括两个基本部分:知识库和推理机,知识库由全局数据库与规则库组成的。全局数据库是一组描述过程处理对象的符号的集合。在处理具体问题时,它用于问

题描述和环境描述,包括与特定问题有关的各种临时信息。通常把全局数据库称为短期记忆器。对全局数据库组织、数据表示方法等,系统没有具体规定,一般根据问题领域的特点选择合适的表示方法,如集合、线性表、链表、树结构、图等都可用于表示全局数据库中的数据。在建立全局数据库时,应注意使库中数据便于检索。规则库是由一组诊断规则组成的。在基于决策树的故障诊断系统中,一个规则的条件部分通常是关于全局数据库中某些数据的断言,而结论部分一般是引起这个前提断言的原因、或者是这个前提断言后续将要发生的类似前提与全局数据库不同,规则库中的知识并不是关于某一具体的特定问题,而是针对整个领域问题的。与全局数据库相比,规则库相对稳定,所以称规则库为长期记忆器。一般来说,在选择规则的表示方法时,应该注意,如果可能的话,条件部分和结论部分的表示方法与全局数据库中的数据表示形式保持一致,这样便于条件部分与全局数据库的内容进行比较,判别条件部分是否成立。在有效表达问题领域知识的前提下,尽可能使条件部分和结论部分的表示简化,便于推理机处理规则。推理机负责把规则库的条件部分与全局数据库内容进行比较—通常称为匹配,如果匹配成功,显示结论部分。具体地说,推理机根据全局数据库的当前信息,决定在当前状态下能够与之匹配的所有规则,称这些规则为触发规则,再从被触发的规则中选择一条规则,成为启用规则,推理机执行启用规则,并根据启用规则的动作部分修改全局数据库,经改变的全局数据库又可以触发新的规则,从而问题求解进行到下一状态,如此反复,以实现一个问题的最终求解。由于在问题求解的每一个状态下,被全局数据库匹配的规则可能不止一条,需要推理机采用合适的控制策略以选择究竟哪一条触发规则被启用,这一过程称为冲突消解。推理机的工作即以这种“匹配—冲突消解—操作”的三个周期循环运转,直至解决问题为止。

[0018] 决策树的内部属性节点、属性值分支和叶节点构成了一种树形数据结构。通过决策树的学习算法生成一棵决策树,它就可以实现对未知事例进行分类或进行决策分析。因此可以认为一棵学习完成的决策树中包含了一定的知识,也就是说,决策树具有表达知识的能力。知识表示是一种描述专家知识的约定,以便于把人类的知识表示成机器能够处理的数据结构。良好的知识表示形式不仅可以提高知识存储的有效性和运用效率,而且也可以提高智能系统的推理效率。决策树的内部节点是属性的集合,分支是属性值的集合,而叶节点是决策或分类结果的集合。决策树就是利用属性及其取值来表示知识的条件部分,而用叶节点表示知识的结论部分,从而把专家知识以决策树的形式表示出来。一条决策树分类规则就是确定故障分类决策的一个知识,也就是说基于这个知识即可判定故障的类型。这正是利用决策树建立网络故障诊断专家系统知识库的基本依据。

[0019] 决策树是由内部的属性节点、属性值构成的边和用于保存结果的叶节点组成,那么它的推理过程就是利用其内部所蕴含的知识进行问题求解的过程。也就是说,决策树推理就是从根节点开始,通过重复的在内部节点上进行属性及其取值的比较,确定决策树向下延伸(即搜索)的分支,最终到达叶节点,得到所要的结论(决策树的推理过程结束)。事实上,决策树的推理过程就是对决策树按深度优先策略进行遍历的过程,只要到达叶节点,便结束它的推理(或遍历)过程。

[0020] 结合知识库,下面详细说明决策树的推理过程:

步骤一,将知识库中全局数据库的当前信息作为根节点,决定在当前状态下能够与之匹配的所有规则库中的条件规则,称这些匹配的条件规则为触发规则。

[0021] 步骤二,再根据控制策略,从触发规则中选择一条规则,成为启用规则。

[0022] 步骤三,推理机执行启用规则。

[0023] 步骤四,根据启用规则的动作,修改全局数据库。

[0024] 步骤五,经改变的全局数据库又可以触发新的规则,从而问题求解进行到下一状态。步骤六,如此反复,以实现一个问题的最终求解,推理完毕。

[0025] 如前文所述,在推理的过程中根据事实寻找匹配规则时,如果有且仅有一条规则匹配成功,则系统可以直接执行这条规则;但往往匹配成功的规则会超过一条,这时必须进行冲突消解,从多条规则中选取一条进行执行。由于本项目的专家系统采用基于决策树的知识获取机制,获得的每个规则在数据库中都对对应着被使用的频率。那么使用频率高的规则,在网络事件中存在的可能性也就越大。这就是采用支持度排序进行冲突消解的基本思想。冲突消解具体的做法是,当多条规则匹配成功时,将所有匹配成功的规则全部按被使用的频率从大到小的顺序排列,选取支持度最高的规则,建立其规则对象以执行下一步推理过程。

[0026] 控制策略主要解决整个问题求解过程的功能模块的选择和应用顺序,即决定先做什么,后做什么,并根据问题求解的当前状态分别作不同的工作,还能确定一旦出现异常情况如何处理等。系统有两个流程:第一个流程是推理机根据故障表现去推理故障原因,如果诊断出的故障原因不正确或者诊断不出原因,即是一个新的故障原因,那么就需要管理员自己判断解决,待验证维修后可以将故障表现和故障原因输入到知识库中的问题库,再调用知识获取模块更新诊断规则表。第二个流程是当知识库中的记录累计达到一定数目后才会发生,这时有足够的数据库用来产生新的更适合现在的规则并且更新旧的规则以及删除已经失效的数据。系统需要统计自上次更新知识库后知识库中的记录数,是否达到指定的数目。如果未达到指定数目,那么继续统计,如果已达到则调用知识获取模块采用本系统提出的决策树分类算法挖掘出新的诊断知识,更新知识库,并且将上次更新时间作为下次更新的失效时间,将当前时间作为下次更新的上次更新时间。

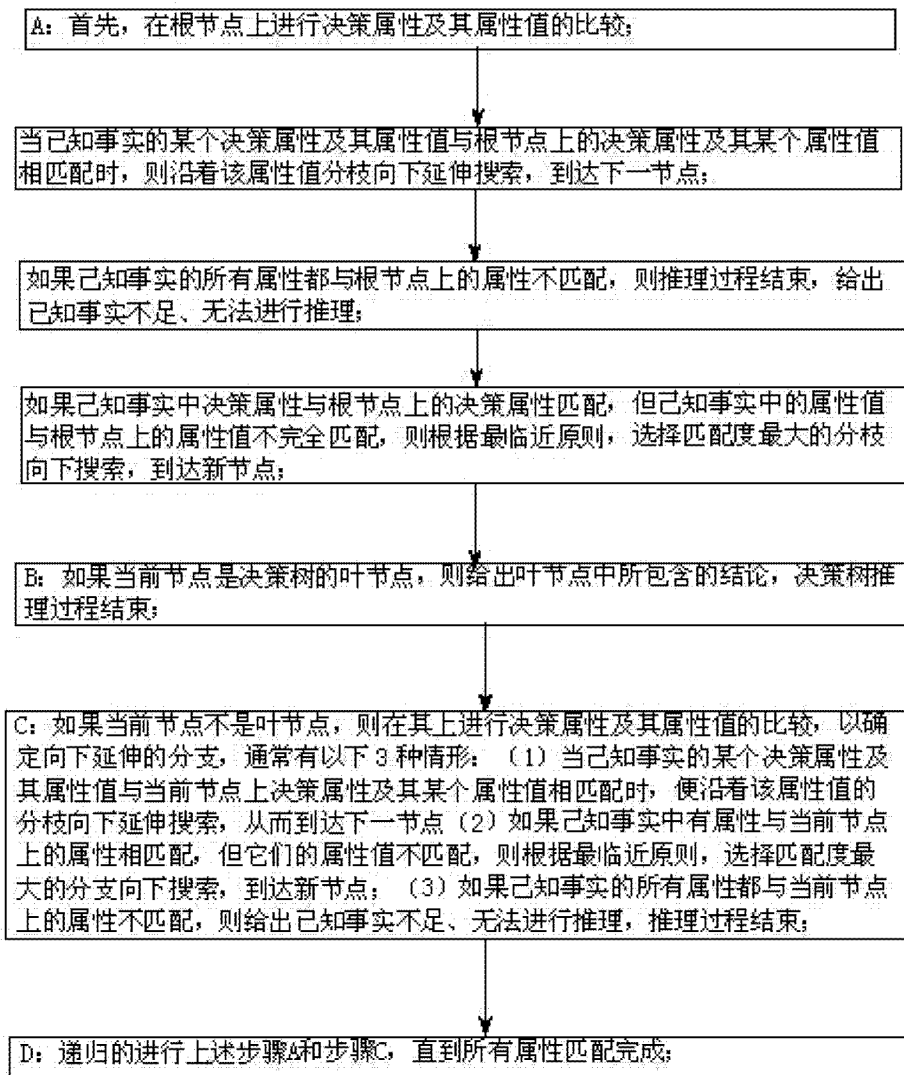


图 1

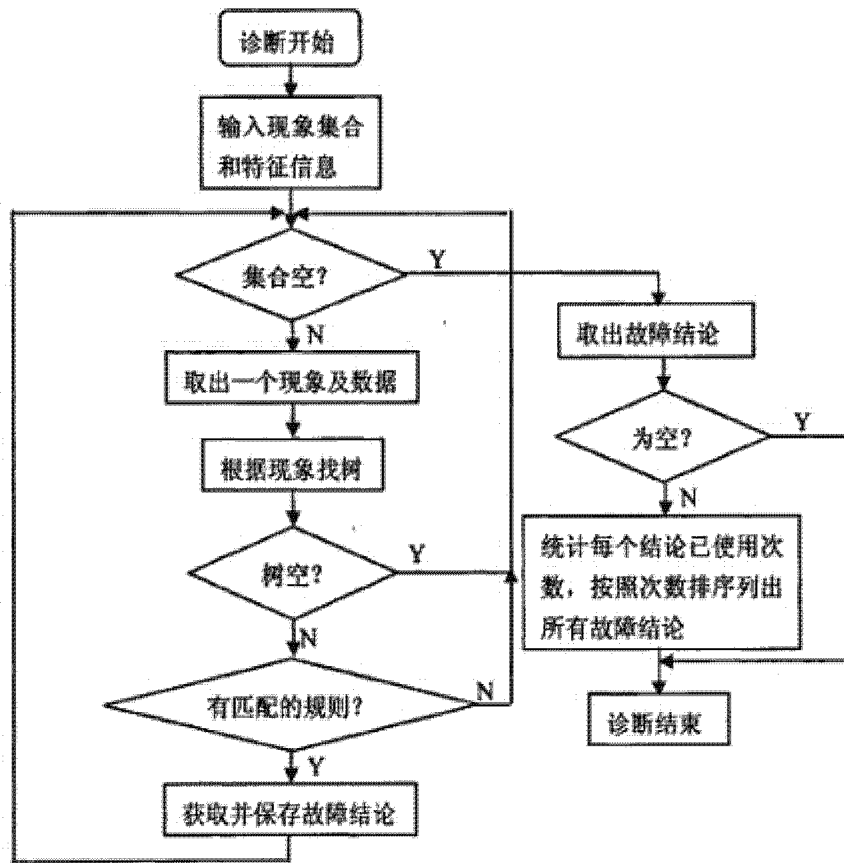


图 2