



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103091112 B

(45) 授权公告日 2015.04.01

(21) 申请号 201310039235.7

(22) 申请日 2013.01.31

(73) 专利权人 林惠堂

地址 美国加利福尼亚州奥克兰市学校路 3114 号

专利权人 广州华工邦元信息技术有限公司

(72) 发明人 林惠堂 洪家龙

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245

代理人 李卫东

(51) Int. Cl.

G01M 15/10(2006.01)

G06N 3/02(2006.01)

(56) 对比文件

CN 101145297 A, 2008.03.19,

CN 201392336 Y, 2010.01.27,

CN 201852706 U, 2011.06.01,

CN 101761406 A, 2010.06.30,

US 2009198408 A1, 2009.08.06,

US 7734400 B2, 2010.06.08,

US 5414645 A, 1995.05.09,

李玺等. “基于模糊推理和自学习的工程机械故障诊断专家系统”. 《计算机工程与应用》. 2005, (第 15 期),

卫绍元等. “基于排气分析的发动机故障诊断模糊神经网络模型”. 《机械设计与制造》. 2007, (第 3 期),

审查员 皮婉素

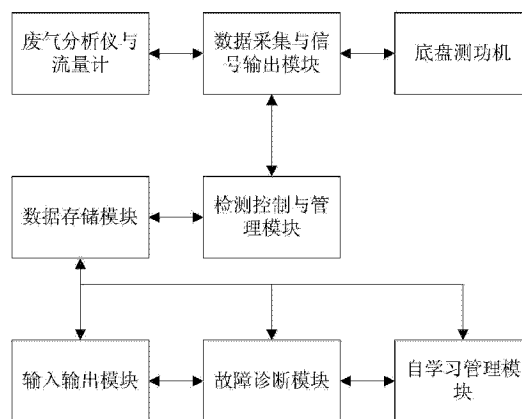
权利要求书3页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

基于模糊推理和自学习的汽车排放故障检诊方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种基于模糊推理和自学习的汽车排放故障检诊装置及方法,属于汽车检修诊断领域。该方法是采集各工况下待检测车辆排放尾气中的各数据值,跟标准值作比较,如果达标,则诊断结束;如果不达标,则通过模糊推理算法,根据已建立的模糊诊断矩阵确定该待检测车辆可能对应的故障原因,输出诊断结果;工作人员根据诊断结果进行维修,直到达标;最后将车辆档案信息、诊断结果属于正确的故障诊断信息对应更新至数据库,用于自学习、调节模糊诊断矩阵。本发明通过模糊推理对汽车尾气排放的故障实例进行学习,从大量的样本中提取故障特征,检测准确度高,对操作人员的技术程度依赖性不高,且操作简便。



CN 103091112 B

1. 基于模糊推理和自学习的汽车排放故障检诊装置,其特征在於,包括:

用于输出控制参数到汽车底盘测功机,采集废气分析仪和流量计数据的数据采集与信号输出模块;

用于控制检测流程,接收汽车排放数据并对数据进行运算、修正的检测控制与管理模块;

用于存储汽车排放数据库、诊断维修记录库、车辆档案数据库、判定标准限值库的数据存储模块;

用于从数据存储模块中的汽车排放数据库中读取检测结果信息,然后通过模糊推理算法,依据模糊诊断矩阵判断此检测结果对应的样本在不同故障原因中的隶属度,确定该样本可能对应的故障原因,然后根据故障原因隶属度大小输出诊断结果的故障诊断模块;

用于将诊断结果属于正确的故障诊断信息写入诊断维修记录库,并根据历史样本进行自学习的自学习管理模块,自学习管理模块和数据存储模块相连;

用于提供人机交互的输入输出模块,输入输出模块也与数据存储模块相连;

同时,所述检测控制与管理模块分别与数据采集与信号输出模块、数据存储模块相连接,故障诊断模块分别与数据存储模块、自学习管理模块、输入输出模块相连接。

2. 根据权利要求 1 所述的基于模糊推理和自学习的汽车排放故障检诊装置,其特征在於,所述数据采集与信号输出模块包括单片机芯片及相应的外围器件,通过输出的电流控制汽车底盘测功机,以 RS-232-C 接口方式与废气分析仪和流量计进行数据交互。

3. 根据权利要求 1 所述的基于模糊推理和自学习的汽车排放故障检诊装置,其特征在於,所述输入输出模块包括键盘输入接口、液晶屏输出接口,用于提供检测信息输入和检测操作指引、检测结果输出和诊断结果输出。

4. 一种基于权利要求 1-3 任一项所述的基于模糊推理和自学习的汽车排放故障检诊装置的故障检诊方法,其特征在於,包括以下步骤:

(1) 对底盘测功机、废气分析仪、流量计进行调零和初始化,记录待检测车辆的车辆档案信息;

(2) 检测开始,采集各工况下待检测车辆排放尾气中的各成分含量值、流量值,跟标准值作比较,如果达标,则直接进入步骤(4);如果不达标,则通过模糊推理算法,依据模糊诊断矩阵判断这组检测结果在不同故障原因中的隶属度,确定该待检测车辆可能对应的故障原因,然后输出诊断结果,并进入步骤(3),同时记录此诊断结果;

(3) 工作人员根据诊断结果进行维修,维修后再次进行步骤(2)的检测;

(4) 维修完成,将车辆档案信息更新至对应数据库,同时将诊断结果属于正确的故障诊断信息更新至对应数据库,用于自学习、调节模糊诊断矩阵。

5. 根据权利要求 4 所述的故障检诊方法,其特征在於,包括以下步骤:

(1) 检测控制与管理模块负责调度并完成底盘测功机、废气分析仪器与流量计的调零和初始化工作;工作人员通过输入输出模块输入待检车辆的车辆档案信息,并存入数据存储模块中的车辆档案数据库;

(2) 检测开始后,检测控制与管理模块通过数据采集与信号输出模块采集底盘测功机、废气分析仪、流量计的信号,并发出控制信号,控制底盘测功机涡轮机的输出按规定的流程完成检测工作,检测结果存储在数据存储模块中的汽车排放数据库;

(3) 故障诊断模块从数据存储模块中取出检测结果,将此检测结果与数据存储模块中的判定标准限值库中的值进行比对,如果达到标准,则进入步骤(5);如果没有达到标准,则故障诊断模块通过模糊推理算法,依据模糊诊断矩阵判断该样本在不同故障原因中的隶属度,确定该样本可能对应的故障原因,然后根据故障原因隶属度大小输出诊断结果;

(4) 工作人员根据诊断结果进行维修,维修后再次上线检测,如检测结果达到标准,则进入步骤(5);若不满意则根据故障诊断模块输出的诊断结果进行再次维修,直到达到标准,然后进入步骤(5);

(5) 维修完成,将诊断结果属于正确的故障诊断信息对应更新至数据存储模块中的诊断维修记录库,自学习管理模块根据历史样本进行自学习,调节模糊诊断矩阵。

6. 根据权利要求5所述的故障检诊方法,其特征在于,所述步骤(3)中,故障诊断模块采用基于模糊推理的方法进行故障诊断是应用模糊变换原理和最大隶属度原则,根据各故障原因与故障征兆之间的不同程度的因果关系,在综合考虑所有征兆的基础上,来诊断汽车发生故障的可能原因,包括以下步骤:

(1) 构造模糊诊断矩阵:设一个系统中所有可能发生各种故障原因为原因集,用向量 $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ 表示,其中, n 表示系统故障原因种类的总数;设故障原因可能引起各种故障症状为征兆集,用向量 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ 表示,其中, m 表示故障征兆种类的总数;

(2) 对故障原因集 Y 中的故障原因 $y_j (j = 1, 2, \dots, n)$ 作出故障评判,确定该故障原因对征兆 $x_i (i = 1, 2, \dots, m)$ 的隶属度或发生症状 x_i 时故障原因是 y_j 的可信度 r_{ij} ; n 个故障原因对应 m 个征兆的评价集就构成了模糊诊断矩阵 R , 如下所示:

$$R = \begin{Bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{Bmatrix} = (r_{ij})_{m \times n}$$

其中, $0 \leq r_{ij} \leq 1, 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$, R 表示了故障征兆现象 X 到故障原因 Y 上的一个模糊关系;

(3) 经过模糊运算 $Y = X \cdot R$ 后,得到故障原因模糊向量 $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$, 将 y_j 从大到小进行排列,认为待诊断的目标最可能是隶属度最大的,其次是隶属度次之的,依次类推,最后根据故障原因隶属度大小输出诊断结果。

7. 根据权利要求5所述的故障检诊方法,其特征在于,所述步骤(4)根据当前诊断信息进行自学习的具体步骤是:将故障征兆现象 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$, 作为模糊神经网络的输入,神经网络通过合成运算,得到实际输出 $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$, 其运算公式为:

$$(y_j)' = \sum_{i=1}^m (x_i \cdot r_{ij})$$

其中, $0 \leq r_{ij} \leq 1, 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$, r_{ij} 是网络中输入模式与输出模式之间的各个权值,即故障现象到故障原因的隶属度值,权值调整过程就是隶属度值的调节过程,具体调节过程为:

令 $b_j = (y_j)' - y_j$, 式中 y_j 为期望输出, $(y_j)'$ 为实际输出, b_j 表示输出误差,采用下面的

公式来求取 r_{ij} ;

$$r_{ij}(t+1) = r_{ij}(t) - ab_j x_i;$$

其中, $r_{ij}(t)$ 表示时刻 t 的权值, $r_{ij}(t+1)$ 表示对时刻 t 的权值修正一次后得到的新的权值, a 为比例因子, 满足 $0 \leq a \leq 1$, 采用上述的方法进行收敛, 完成对各个权值 r_{ij} 即隶属度值的调整, 实现自学习。

基于模糊推理和自学习的汽车排放故障检诊方法及装置

技术领域

[0001] 本发明属于汽车检修领域,特别涉及一种基于模糊推理和自学习的汽车排放故障检诊方法及装置。

背景技术

[0002] 随着人民生活水平的不断提高和生活方式的不断改变,机动车已成为社会的主要交通工具,在其给人们生活带来便利的同时,其所产生的废气污染对环境和人们的身体健康也造成了不可估量的损害。环保部公报的全国污染源普查数据显示,城市空气污染首要元凶就是机动车的废气排放。同时产生废气的机动车对应的耗油量也会增加。国家在“十二五规划”中,重点明确了汽车节能减排,并首次将机动车减排量项目纳入国家污染源总量核查范围,由于采用强制报废和提高油品质量等方法进行节能减排的空间有限,因此加强检测、强制维修管理就成为机动车节能减排方式的重中之重。

[0003] 目前我国在这方面还处于初级阶段,对于管理相对简单的检测方面,环保部门经过多年的测试、完善,加上政府在政策和资金上的支持已逐渐构筑雏形。但是在维修方面,由于车辆发动机的燃油系统故障与润滑、供油、排气、冷却等子系统的运行状态紧密相关,与燃油的输送、加热、雾化、喷射、燃烧等多个分过程也密切联系,这使得发动机的故障信息是随机的和不确定的,其故障呈现多部位、多现象、非线性等特点,因此故障诊断较为困难。目前人们还未能准确了解故障发生的机理,也不能通过足够精确的模型来描述发动机故障系统。目前维修行业仍然沿用凭经验、碰运气或依赖添加剂等低效的方法进行维修。汽车的型号有成千上万,不同的发动机工况、使用环境都会造成各种各样的故障,而产生汽车废气,可以说每一台汽车产生废气的原因都可能不一样。凭经验、碰运气或依赖添加剂的方法,容易出现维修不彻底、不到位的问题,达不到治理尾气的目的。

[0004] 因此,如何能够摆脱凭经验、碰运气这种人为汽车诊断方式,使汽车维修,尤其是通过汽车尾气排放来进行故障诊断实现智能化成为一个亟待解决的技术问题。

发明内容

[0005] 本发明的主要目的在于克服现有技术的缺点与不足,提供一种基于模糊推理和自学习的汽车排放故障检诊方法,该方法根据汽车排放尾气中的各种气体含量来指导判断汽车排放出现的故障,通过模糊推理对汽车尾气排放的故障实例进行学习,从大量的样本中提取故障特征,然后对待检测汽车进行检测,根据故障特征快速地确定故障原因并提供相应的解决方案,检测准确度高,对操作人员的技术程度依赖性不高,且操作简便。该方法不仅能够提高汽车检修行业的检修效率,同时也能够保证汽车检修后的汽车排放尾气能够达标,进而降低城市空气污染。

[0006] 本发明的另一个目的在于提供一种实现上述基于模糊推理和自学习的汽车排放故障检诊方法的装置,该装置根据待检测汽车在各种工况、环境下排放尾气中的各种气体含量来指导判断待检测汽车可能出现的故障,检测准确度高,对操作人员的技术程度依赖

性不高。

[0007] 本发明所述的基于模糊推理和自学习的汽车排放故障检诊方法和装置基于以下的检测诊断机构,该检测诊断机构包括:

[0008] 用于给待检测汽车进行加载以模拟各种工况的底盘测功机;

[0009] 用于采集汽车排放尾气数据的汽车排放测量单元,该单元包括用于采集汽车排放尾气中各气体成分的浓度的废气分析仪、用于采集汽车排放尾气流量的流量计以及用于获取当前环境温度、湿度和大气压力的电子环境测试仪;

[0010] 用于根据汽车排放测量单元所采集的数据进行汽车排放检测和故障诊断的数据处理装置;

[0011] 在检测时,待检测汽车放置于底盘测功机上,汽车排放测量单元设置于待检测汽车排气口处,汽车排放测量单元与数据处理装置信号连接。

[0012] 优选的,所述数据处理装置包括单片机芯片及相应的外围器件,通过输出的电流控制汽车底盘测功机,以 RS-232-C 接口方式与废气分析仪和流量计进行数据交互。

[0013] 优选的,所述底盘测功机还与一反馈控制单元相连,该反馈控制单元包括用于实时采集底盘测功机所加载力信号和车速信号的采集模块以及用于根据加载力信号和车速信号对底盘测功机所加载功率进行调整的反馈单元控制器。

[0014] 更进一步的,所述反馈单元控制器还与数据处理装置信号连接,用于由数据处理装置控制反馈单元控制器实现反馈控制。从而使整体结构更加简单,节省成本。

[0015] 优选的,所述反馈单元控制器为单片机。

[0016] 在上述检测诊断机构的基础上,本发明的目的通过以下的技术方案来实现:

[0017] 一种基于模糊推理和自学习的汽车排放故障检诊装置,包括:

[0018] 用于输出控制参数到汽车底盘测功机,采集废气分析仪和流量计数据的数据采集与信号输出模块;

[0019] 用于控制检测流程,接收汽车排放数据并对数据进行运算、修正的检测控制与管理模块;

[0020] 用于存储汽车排放数据库、诊断维修记录库、车辆档案数据库、判定标准限值库的数据存储模块;

[0021] 用于从数据存储模块中的汽车排放数据库中读取检测结果信息,然后通过模糊推理算法,依据模糊诊断矩阵判断该样本在不同故障原因中的隶属度,确定该样本可能对应的故障原因,然后根据故障原因隶属度大小输出诊断结果的故障诊断模块;

[0022] 用于将诊断结果属于正确的诊断项目记录写入诊断维修记录库,并根据历史样本进行自学习的自学习管理模块,自学习管理模块和数据存储模块相连。

[0023] 用于提供人机交互的输入输出模块,输入输出模块也与数据存储模块相连。

[0024] 同时,所述检测控制与管理模块分别与数据采集与信号输出模块、数据存储模块相连接,故障诊断模块分别与数据存储模块、自学习管理模块、输入输出模块相连接。

[0025] 优选的,所述数据采集与信号输出模块包括单片机芯片及相应的外围器件,通过输出的电流控制汽车底盘测功机,以 RS-232-C 接口方式与废气分析仪和流量计进行数据交互。

[0026] 优选的,所述自学习管理模块从汽车排放数据库中提取经过专家确认的历史样本

进行自学习,进一步修正模糊诊断矩阵。

[0027] 优选的,所述输入输出模块包括键盘输入接口、液晶屏输出接口,用于提供检测信息输入和检测操作指引、检测结果输出和诊断结果输出。

[0028] 一种基于上述基于模糊推理和自学习的汽车排放故障检诊装置的故障检诊方法,包括以下步骤:

[0029] (1)对底盘测功机、废气分析仪、流量计进行调零和初始化,记录待检测车辆的车辆档案信息;

[0030] (2)检测开始,采集各工况下待检测车辆排放尾气中的各成分含量值、流量值,跟标准值作比较,如果达标,则直接进入步骤(4);如果不达标,则通过模糊推理算法,依据模糊诊断矩阵判断这组检测结果在不同故障原因中的隶属度,确定该待检测车辆可能对应的故障原因,然后输出诊断结果,并进入步骤(3),同时记录此诊断结果;

[0031] (3)工作人员根据诊断结果进行维修,维修后再次进行步骤(2)的检测;

[0032] (4)维修完成,将车辆档案信息、诊断结果属于正确的故障诊断信息对应更新至数据库,用于自学习、调节模糊诊断矩阵。

[0033] 更具体的,包括以下步骤:

[0034] (1)检测控制与管理模块负责调度并完成底盘测功机、废气分析仪器与流量计的调零和初始化工作;工作人员通过输入输出模块输入待检车辆的车辆档案信息,并存入数据存储模块中的车辆档案数据库;

[0035] (2)检测开始后,检测控制与管理模块通过数据采集与信号输出模块采集底盘测功机、废气分析仪、流量计的信号,并发出控制信号,控制底盘测功机涡流机的输出按规定的流程完成检测工作,检测结果存储在数据存储模块中的汽车排放数据库;

[0036] (3)故障诊断模块从数据存储模块中取出检测结果,将此检测结果与数据存储模块中的判定标准限值库中的值进行比对,如果达到标准,则进入步骤(5);如果没有达到标准,则故障诊断模块通过模糊推理算法,依据模糊诊断矩阵判断该样本在不同故障原因中的隶属度,确定该样本可能对应的故障原因,然后根据故障原因隶属度大小输出诊断结果;

[0037] (4)工作人员根据诊断结果进行维修,维修后再次上线检测,如检测结果达到标准,则进入步骤(5);若不满意则根据故障诊断模块输出的诊断结果进行再次维修,直到达到标准,然后进入步骤(5);

[0038] (5)维修完成,将诊断结果属于正确的故障诊断信息对应更新至数据存储模块中的诊断维修记录库,自学习管理模块根据历史样本进行自学习,调节模糊诊断矩阵。

[0039] 优选的,所述步骤(3)中,故障诊断模块采用基于模糊推理的方法进行故障诊断是应用模糊变换原理和最大隶属度原则,根据各故障原因与故障征兆之间的不同程度的因果关系,在综合考虑所有征兆的基础上,来诊断汽车发生故障的可能原因,具体包括以下步骤:

[0040] (1)构造模糊诊断矩阵:设一个系统中所有可能发生各种故障原因为原因集,用向量 $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ 表示,其中, n 表示系统故障原因种类的总数;设故障原因可能引起各种故障症状为征兆集,用向量 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ 表示,其中, m 表示故障征兆种类的总数;

[0041] (2)对故障原因集 Y 中的故障原因 $y_j (j = 1, 2, \dots, n)$ 作出故障评判,确定该故障

原因对征兆 x_i ($i=1, 2, \dots, m$) 的隶属度或发生症状 x_i 时故障原因是 y_j 的可信度 r_{ij} ; n 个故障原因对应 m 个征兆的评价集就构成了模糊诊断矩阵 R , 如下所示:

$$[0042] \quad R = \begin{Bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{Bmatrix} = (r_{ij})_{m \times n}$$

[0043] 其中, $0 \leq r_{ij} \leq 1, 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$, R 表示了故障征兆现象 X 到故障原因 Y 上的一个模糊关系;

[0044] (3) 经过模糊运算 $Y=X \cdot R$ 后, 得到故障原因模糊向量 $Y=\{y_1, y_2, \dots, y_n\}$, 将 y_j 从大到小进行排列, 认为待诊断的目标最可能是隶属度最大的, 其次是隶属度次之的, 依次类推, 最后根据故障原因隶属度大小输出诊断结果。

[0045] r_{ij} 的可靠性决定了诊断结果的优劣与成败, 其初值可根据经验和专家统计等方法综合评定, 然后在实时应用中通过专家系统学习机制的自学习逐步修改完善。

[0046] 故障诊断专家系统对经过专家确认的历史样本进行自学习, 从而进一步修正模糊诊断矩阵, 使其更准确地反映各个子系统中故障现象与故障原因之间的相关程度。神经网络模仿人脑神经元的功能, 具有强大的自学习能力和数据的直接处理能力。由于诊断系统采用的方法以模糊诊断为主, 因此自学习将通过与之对应的模糊神经网络进行。神经网络自学习的主要方法是: 提供包含输入和输出向量的迭代学习样本数据, 网络学习过程就是对权值不断进行调整, 使网络收敛, 误差值达到最小的过程。具体是, 所述步骤(4) 根据当前诊断信息进行自学习的具体步骤是: 将故障征兆现象 $X=\{x_1, x_2, \dots, x_m\}$, 作为模糊神经网络的输入, 神经网络通过合成运算, 得到实际输出 $Y=\{y_1, y_2, \dots, y_n\}$, 其运算公式为:

$$[0047] \quad (y_j)' = \sum_{i=1}^m (x_i \cdot r_{ij}),$$

[0048] 其中, $0 \leq r_{ij} \leq 1, 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$, r_{ij} 是网络中输入模式与输出模式之间的各个权值, 即故障现象到故障原因的隶属度值, 权值调整过程就是隶属度值的调节过程, 权值调整的基本思想是利用神经网络的期望输出和实际输出之间的偏差作为连接权值调整的参考, 并最终减少这种偏差, 具体调节过程为:

[0049] 令 $b_j=(y_j)' - y_j$, 式中 y_j 为期望输出, $(y_j)'$ 为实际输出, b_j 表示输出误差, 采用下面的公式来求取 r_{ij} :

$$[0050] \quad r_{ij}(t+1)=r_{ij}(t)-ab_j x_i;$$

[0051] 其中, $r_{ij}(t)$ 表示时刻 t 的权值, $r_{ij}(t+1)$ 表示对时刻 t 的权值修正一次后得到的新的权值, a 为比例因子, 满足 $0 \leq a \leq 1$, 采用上述的方法最终总能收敛, 从而完成对各个权值 r_{ij} , 即隶属度值的调整, 达到自学习的效果。

[0052] 本发明与现有技术相比, 具有如下优点和有益效果:

[0053] 1、本发明是以工况法检测为基础, 通过测功机的涡流电机作用, 产生模拟机动车在路面行驶时的真实路面阻力, 使机动车的排放接近在路面行驶时的状况, 并采集其过程中的十多项检测数据, 从而确保数据的科学性、准确性, 为故障诊断提供有效可靠的数据。

[0054] 2、故障诊断以美国十多年治理汽车排放各种污染物对应的维修项目概率库为基础构建模糊诊断矩阵,进一步提出采用基于模糊推理和自学习的专家系统,诊断速度快,诊断正确率高,便于维护和升级。专家系统通过神经网络对经过专家确认的历史样本进行自学习,从而进一步修正模糊诊断矩阵。从而克服了凭经验、碰运气这种人为汽车诊断方式,使汽车维修,尤其是通过汽车尾气排放来进行故障诊断实现智能化,并且通过自学习功能,能够使建立的整个模糊诊断矩阵愈加精确,对后续汽车部件改进、行业标准的制定等都可提供参考价值。

附图说明

[0055] 图 1 是本发明装置结构示意图;

[0056] 图 2 是本发明方法的流程图。

具体实施方式

[0057] 下面结合实施例及附图对本发明作进一步详细的描述,但本发明的实施方式不限于此。

[0058] 实施例 1

[0059] 如图 1 所示,一种基于模糊推理和自学习的汽车排放故障检诊装置,包括底盘测功机、废气分析仪、流量计、用于实现汽车排放检测和排放故障诊断的计算机系统。计算机系统又包括检测控制与管理(CM)模块、数据采集与信号输出(CO)模块、数据存储(DS)模块、故障诊断(FD)模块、自学习管理(MM)模块和输入输出(IO)模块。数据采集与信号输出模块与底盘测功机、废气仪、流量计相连,用于输出控制参数到汽车底盘测功机,采集废气分析仪和流量计数据;检测控制与管理模块用于控制检测流程,接收汽车排放数据并对数据进行运算、修正;数据存储模块用于存储汽车排放数据库、诊断维修记录库、车辆档案数据库、判定标准限值库等数据;故障诊断模块用于通过模糊推理算法,依据模糊诊断矩阵判断该样本在不同故障原因中的隶属度,确定该样本可能对应的故障原因,然后根据故障原因隶属度大小输出诊断结果;自学习管理模块用于将诊断结果属于正确的诊断项目记录写入诊断维修记录库,并根据历史样本进行自学习;输入输出模块用于提供人机交互。所述检测控制与管理模块分别与数据采集与信号输出模块、数据存储模块相连接,故障诊断模块分别与数据存储模块、自学习管理模块、输入输出模块相连接。

[0060] 本实施例中,所述数据采集与信号输出模块包括单片机芯片及相应的外围器件,通过输出的电流控制汽车底盘测功机,以 RS-232-C 接口方式与废气分析仪和流量计进行数据交互。所述输入输出模块包括键盘输入接口、液晶屏输出接口,用于提供检测信息输入和检测操作指引、检测结果输出和诊断结果输出。

[0061] 图 2 是本实施例基于模糊推理和自学习的汽车排放故障检诊装置的检测方法流程,具体包括以下步骤:

[0062] (1) 检测控制与管理模块负责调度并完成底盘测功机、废气分析仪器与流量计的调零和初始化工作;工作人员通过输入输出模块输入待检车辆的车辆档案信息,并存入数据存储模块中的车辆档案数据库;

[0063] (2) 检测开始后,检测控制与管理模块通过数据采集与信号输出模块采集底盘测

功机、废气分析仪、流量计的信号,并发出控制信号,控制底盘测功机涡流机的输出按规定的流程完成检测工作,检测结果存储在数据存储模块中的汽车排放数据库;

[0064] (3) 故障诊断模块从数据存储模块中取出检测结果,将此检测结果与数据存储模块中的判定标准限值库中的值进行比对,如果达到标准,则进入步骤(5);如果没有达到标准,则故障诊断模块通过模糊推理算法,依据模糊诊断矩阵判断该样本在不同故障原因中的隶属度,确定该样本可能对应的故障原因,然后根据故障原因隶属度大小输出诊断结果;

[0065] (4) 工作人员根据诊断结果进行维修,维修后再次上线检测,如检测结果达到标准,则进入步骤(5);若不满意则根据故障诊断模块输出的诊断结果进行再次维修,直到达到标准,然后进入步骤(5);

[0066] (5) 维修完成,将诊断结果属于正确的故障诊断信息对应更新至数据存储模块中的诊断维修记录库,自学习管理模块根据历史样本进行自学习,调节模糊诊断矩阵。

[0067] 其中,所述步骤(3)中,故障诊断模块采用基于模糊推理的方法进行故障诊断,基于模糊推理的汽车发动机故障诊断是应用模糊变换原理和最大隶属度原则,根据各故障原因与故障征兆之间的不同程度的因果关系,在综合考虑所有征兆的基础上,来诊断汽车发生故障的可能原因。模糊诊断需要解决的问题是:①模糊诊断矩阵的构造;②隶属度(可信度)的确定;③模糊诊断算法和原则的确立。

[0068] 原因集:设用一个集合来定义一个系统(汽车发动机或某个子系统)中所有可能发生的各种故障原因。如三元催化器故障、氧传感器故障、点火系统故障、废气循环阀故障、真空管故障等等。它可用一个向量 $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ 表示。其中, n 表示发动机或某个子系统故障原因种类的总数。

[0069] 征兆集:这些故障原因可能引起各种故障症状,如 CO 排放超标,HC 排放超标等等,被定义为一个集合,并用一个向量表示 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$,其中, m 表示发动机故障征兆种类的总数。

[0070] 模糊诊断矩阵:发动机的原因与征兆之间存在着错综复杂的模糊关系,同一种故障征兆,可能由多种故障原因造成,同一故障原因,又可能造成多种故障征兆。对故障原因集 Y 中的故障原因 $y_j (j = 1, 2, \dots, n)$ 作出故障评判,确定该故障原因对征兆 $x_i (i = 1, 2, \dots, m)$ 的隶属度(或发生症状 x_i 时故障原因是 y_j 的可信度) r_{ij} 。这样 n 个故障原因对应 m 个征兆的评价集就构成模糊诊断矩阵 R ,如下所示:

$$[0071] \quad R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{pmatrix} = (r_{ij})_{m \times n}$$

[0072] 其中, $0 \leq r_{ij} \leq 1, 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$, R 表示了故障征兆现象 X 到故障原因 Y 上的一个模糊关系。模糊诊断矩阵 R 是 $m \times n$ 维矩阵,其中行表示故障征兆,列表示故障原因。 r_{ij} 表示故障征兆现象 x_i 与故障原因 y_j 相关程度的量化模糊值,即发生症状 x_i 时故障原因是 y_j 的可信度。 r_{ij} 越大,说明故障原因 y_j 对于发生故障征兆现象 x_i 所起到的作用越大,即两者的相关程度就越大。该值的可靠性决定了诊断结果的优劣与成败,其初值可根据

经验和专家统计等方法综合评定,然后在实时应用中通过专家系统学习机制的自学习逐步修改完善。

[0073] 故障诊断的模糊推理方法就是通过故障现象的隶属度和故障征兆向量与故障原因向量之间的模糊诊断矩阵来求出各种故障原因的隶属度。

[0074] 假设故障征兆模糊向量 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$, 经过模糊运算 $Y = X \cdot R$ 后, 得到故障原因模糊向量 $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$, 将 y_j 从大到小进行排列, 认为待诊断的目标最可能是隶属度最大的, 其次是隶属度次之的, 依次类推。最后根据故障原因隶属度大小输出诊断结果。

[0075] 所述步骤(4)根据当前诊断信息进行自学习的具体步骤是:将故障征兆现象 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$, 作为模糊神经网络的输入, 神经网络通过合成运算, 得到实际输出 $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$, 其运算公式为:

$$[0076] \quad (y_j)' = \sum_{i=1}^m (x_i \cdot r_{ij});$$

[0077] 其中, $0 \leq r_{ij} \leq 1, 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$, r_{ij} 是网络中输入模式与输出模式之间的各个权值, 即故障现象到故障原因的隶属度值, 权值调整过程就是隶属度值的调节过程, 权值调整的基本思想是利用神经网络的期望输出和实际输出之间的偏差作为连接权值调整的参考, 并最终减少这种偏差, 具体调节过程为:

[0078] 令 $b_j = (y_j)' - y_j$, 式中 y_j 为期望输出, $(y_j)'$ 为实际输出, b_j 表示输出误差, 采用下面的公式来求取 r_{ij} :

$$[0079] \quad r_{ij}(t+1) = r_{ij}(t) - ab_j x_i;$$

[0080] 其中, $r_{ij}(t)$ 表示时刻 t 的权值, $r_{ij}(t+1)$ 表示对时刻 t 的权值修正一次后得到的新的权值, a 为比例因子, 满足 $0 \leq a \leq 1$, 采用上述的方法最终总能收敛, 从而完成对各个权值 r_{ij} , 即隶属度值的调整, 达到自学习的效果。

[0081] 上述实施例为本发明较佳的实施方式, 但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制, 其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化, 均应为等效的置换方式, 都包含在本发明的保护范围之内。

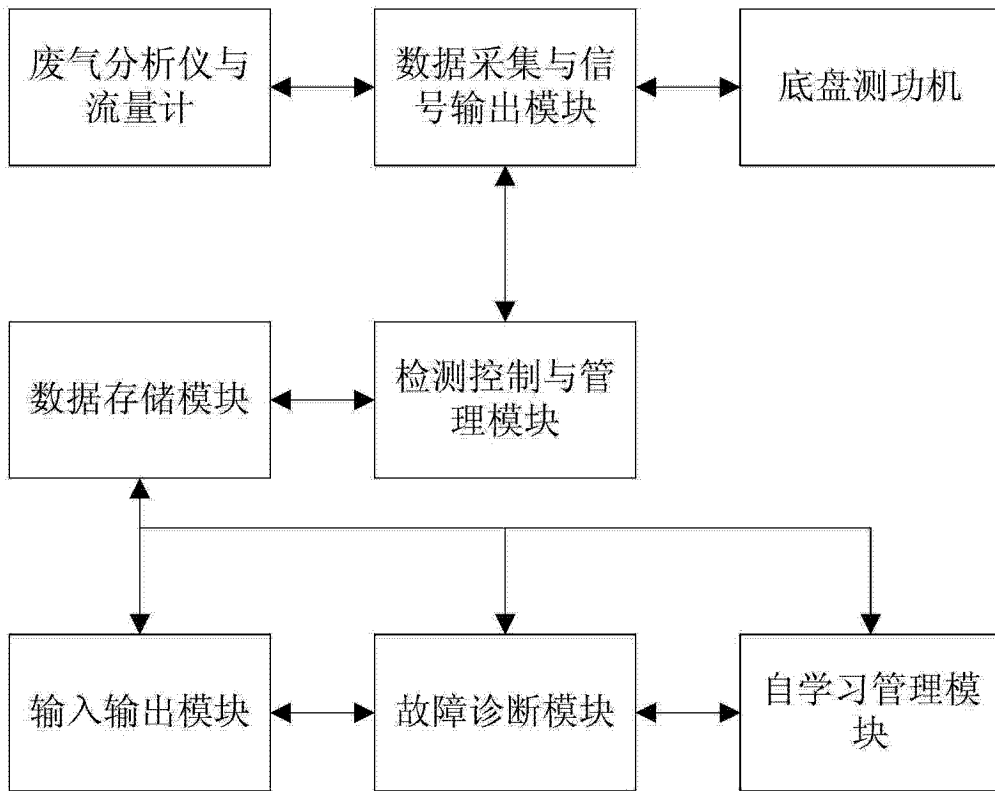


图 1

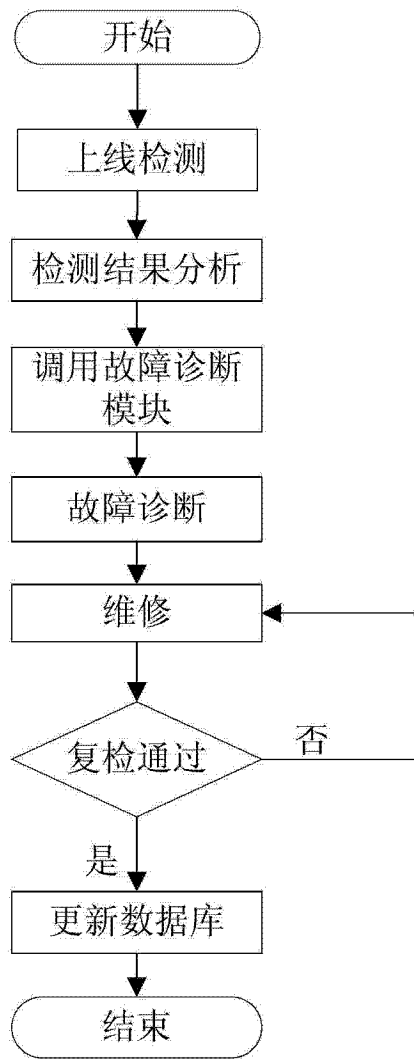


图 2