



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101189500 B

(45) 授权公告日 2010.05.19

(21) 申请号 200680019589.3

G07C 5/08(2006.01)

(22) 申请日 2006.05.15

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

102005025520.5 2005.06.03 DE

CN 1185223 A, 1998.06.17, 全文.

DE 4445903 A1, 1996.07.04, 说明书第 1 栏第 30 行至第 2 栏第 60 行.

(85) PCT 申请进入国家阶段日

2007.12.03

CN 1201138 C, 2005.05.11, 全文.

WO 2004104604 A1, 2004.12.02, 说明书第 4

(86) PCT 申请的申请数据

PCT/EP2006/062298 2006.05.15

页 23 行至第 17 页第 11 行.

US 4989146 A, 1991.01.29, 全文.

(87) PCT 申请的公布数据

W02006/128788 DE 2006.12.07

US 5041976 A, 1991.08.20, 全文.

审查员 宋艳杰

(73) 专利权人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

(72) 发明人 W·莱勒 J·阿斯法尔格

M·弗里茨 F·阿尔戈沃

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 刘春元 魏军

(51) Int. Cl.

G01M 15/05(2006.01)

G01R 31/00(2006.01)

G07C 5/00(2006.01)

G05B 23/02(2006.01)

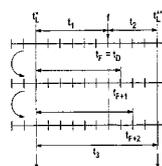
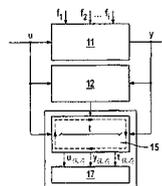
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

基于模型地诊断机械电子系统的方法

(57) 摘要

在用于基于模型地诊断机械电子系统的本发明方法中设置,由机械电子系统之内的控制设备执行故障检测(5),而由机械电子系统之外的计算单元执行故障识别(7)。



1. 用于基于模型地诊断机械电子系统 (11) 的方法, 其中设置, 由所述机械电子系统 (11) 之内的控制设备执行故障检测 (5), 而由所述机械电子系统 (11) 之外的计算单元执行故障识别 (7), 其中, 故障检测 (5) 的数据和故障识别 (7) 的数据被聚集成完整的故障诊断 (3), 其中, 在故障检测 (5) 时, 受检测控制地存储了系统输入端的输入信号的值 (u) 和系统输出端的输出信号的实际值 (y) 以及时间矢量 (t), 其中, 在故障检测 (5) 时, 从机械电子系统 (11) 的输出信号的实际值 (y) 中减去输出量的额定值 (y'), 并且因此构成余项 (r), 其中, 如果余项 (r) 的数额超过最大允许的检测阈值 (r_{MAX}), 则检测到故障 (f, f_1, f_2, f_i)。

2. 按权利要求 1 所述的方法, 其中, 在围绕故障出现的最接近的时刻 (t_f) 的时段 (t_3) 期间, 按照环形存储的原理受检测控制地存储信号。

3. 按权利要求 1 或 2 所述的方法, 其中, 选出在时段 (t_3) 之内出现的信号的含有信息的值 (u, y)。

4. 按权利要求 1 或 2 所述的方法, 其中, 在故障检测 (5) 时从机械电子系统 (11) 之内的控制设备中通过诊断接口读出所记录的数据, 并且将所述数据传送给机械电子系统 (11) 之外的计算单元。

5. 用于基于模型地诊断机械电子系统 (11) 的诊断系统, 该诊断系统具有被布置在机械电子系统 (11) 之内的控制设备和被布置在机械电子系统 (11) 之外的计算单元, 其中, 所述控制设备被构造用于故障检测 (5) 在机械电子系统中出现的故障, 而所述计算单元 (7) 被构造用于故障识别所检测到的故障, 其中, 故障检测 (5) 的数据和故障识别 (7) 的数据被聚集成完整的故障诊断 (3), 其中, 在故障检测 (5) 时, 受检测控制地存储了系统输入端的输入信号的值 (u) 和系统输出端的输出信号的实际值 (y) 以及时间矢量 (t), 其中, 在故障检测 (5) 时, 从机械电子系统 (11) 的输出信号的实际值 (y) 中减去输出量的额定值 (y'), 并且因此构成余项 (r), 其中, 如果余项 (r) 的数额超过最大允许的检测阈值 (r_{MAX}), 则检测到故障 (f, f_1, f_2, f_i)。

基于模型地诊断机械电子系统的方法

[0001] 本发明涉及一种用于基于模型地诊断机械电子系统的方法、一种诊断系统、一种计算机程序和一种计算机程序产品。

背景技术

[0002] 用于处理复杂的机械电子系统的故障诊断要求基于模型的诊断方法。按照是在线 (on-line) 地、即在系统之内还是离线 (off-line) 地、即在系统之外来计算基于模型的诊断函数或基于模型的诊断算法, 区分两种原则性的诊断方案, 即一方面为在线故障诊断而另一方面为离线故障诊断。

[0003] 关于有故障系统的时间特性的完整信息内容所基于的明确的故障诊断由原理决定地只能确保传统的在线故障诊断。可是, 在复杂的机械电子系统中, 该在线故障诊断由于严格的实时要求而在当前控制设备的可供使用的计算能力同时微小的情况下是不能被实现的。

[0004] 在这种情况下, 离线故障诊断是一种折衷方案, 该折衷方案虽然允许在计算技术上甚至转换复杂的诊断算法, 但是由原理决定地只用有故障的系统的時間特性的不完整的信息内容来工作。因而, 离线能达到的诊断质量一般低于在线故障诊断时的诊断质量。不能可靠地诊断偶尔出现的故障, 这些故障诸如由于电气插头接点中的雨水引起的断断续续的中断、冻结机械运动元件、由于未预见的系统需要引起的过热等等, 此外, 离线故障诊断只在某些故障情况下是明确的。

[0005] 文献 DE 10333171A1 说明了一种用于监控机器的子系统的基于模型的诊断方法。在这种情况下采用了子系统的定量的模型, 并且借助定性的值来执行输出信号特性的事件离散的分析处理。

[0006] 在这种背景下, 介绍了一种具有权利要求 1 的特征的方法、一种具有权利要求 8 的特征的诊断系统、一种具有权利要求 9 的特征的计算机程序以及一种具有权利要求 10 的特征的计算机程序产品。

发明内容

[0007] 在用于基于模型地诊断机械电子系统的本发明方法中设置, 由机械电子系统之内的控制设备来执行故障检测, 而由机械电子系统之外的计算单元来执行故障识别。

[0008] 由从属权利要求得到其它有利的改进方案。

[0009] 用于基于模型地诊断机械电子系统的本发明诊断系统具有被布置在机械电子系统之内的控制设备和被布置在机械电子系统之外的计算单元。在此, 控制设备被构造用于故障检测在机械电子系统中出现的故障, 而计算单元被构造用于故障识别所检测到的故障。

[0010] 因此提供了一种新型的诊断方案、即所谓的交叉的在线-离线方案, 该在线-离线方案联合了在线诊断的优点以及离线诊断的那些优点。该方案实现了在线诊断的完整信息内容所基于的诊断, 并且利用该诊断能在计算技术上实现复杂的机械电子系统的故障诊

断。

[0011] 诊断任务被分成在计算上不太密集的故障检测子任务和计算密集的故障识别子任务。在故障检测时,利用机械电子系统之内的控制设备来确定,在某个时刻 t_F 是否存在故障。在故障识别时,利用例如诊断测试器的有效率的外部计算单元,借助诊断函数来明确标识所检测到的故障。

[0012] 本发明的方面在于,能以环形存储持久地记录某个序列的暂时记录的输入量数据和输出量数据以及时间间隔。在临时存储器与固定存储器之间的受检测控制的数据传输允许智能地选出含有信息的数据。以这种方式,在同时有限的要存储的数据量的情况下,对于诊断存在足够的信息。

[0013] 通过分解诊断任务,既能利用在线诊断的优点,又能利用离线诊断的优点。

[0014] 因此在实际的工作状态下,通过考虑例如在车间中不能再现的偶发故障来实现要在线执行的故障检测。此外,能观察故障的随时间变化的发展,由此能确定关于该故障的附加信息。

[0015] 利用机械电子系统之外的计算单元,有足够的计算能力和存储器位置供要离线执行的故障识别来使用。在故障识别时,不存在对诊断函数的实时要求。通过要在外部计算单元上进行的更新能简单地更新诊断函数,因此不必要控制设备的重编程序。

[0016] 具有程序代码装置的本发明计算机程序被设置用于,如果在计算机或相应的计算单元上、尤其是在本发明的诊断系统中实施计算机程序,则执行本发明方法的所有步骤。

[0017] 具有被存储在计算机可读的数据载体上的程序代码装置的本发明计算机程序产品被设置用于,如果在计算机或相应的计算单元上、尤其是在本发明的诊断系统中实施计算机程序,则执行本发明方法的所有步骤。

[0018] 由说明书和附图得出本发明的其它优点和改进方案。

[0019] 应易于理解,不仅能以相应说明的组合、而且也能以其它的组合或单独地使用上述的和以下还要阐述的特征,而不会离开本发明的范围。

具体实施方式

[0020] 借助实施例在附图中示意性示出了本发明,并在以下参考附图详细说明本发明。

[0021] 图 1 示出用于分配诊断任务的图。

[0022] 图 2 示出故障检测的图。

[0023] 图 3 示出用于受检测控制地存储输入信号和输出信号的图。

[0024] 图 4 示出在故障出现时存储过程随时间变化的过程的图。

[0025] 图 1 中的图表明了,如何将故障诊断 3 的任务 1 分成在线故障检测 5 和离线故障识别 7。借助通过环形存储器实现的受检测控制的信号存储 9,存储在机械电子系统之内出现的和在故障检测 5 时所检测到的故障的数据或信号。

[0026] 图 2 示出如何在故障检测的范围内检测在机械电子系统 11 工作时出现的故障 f_1 、 f_2 、 f_3 。在这种情况下,诊断问题被减小到比较实际的有故障系统 11 与无故障系统的检测模型 13。借助输出量的所测量的实际值 y 和输出量的由模型生成的值 y' ,能进行在系统 11 的特性和检测模型 13 之间的调整,用 u 表示输入量的值。不仅基于模型地,而且基于信号地生成了余项。如果余项 r 的数额超过了最大允许的检测阈值 r_{MAX} ,则分别检测到故障 f_1 、

f_2 、 f_1 。

[0027] 由于在故障检测时故障 f_1 , f_2 , f_1 不必在其作用上互相区分, 所以可检测性的系统特性远不如可识别性的系统特性那样严格。如果例如基于模型地进行基于模型的故障检测, 则当检测模型 13 仅反映了系统 11 的输入特性 / 和输出特性方面的主要关系时已经足够。因此利用详细程度微小的被简化的检测模型 13 能够实现检测函数。

[0028] 在图 3 中示出了, 受检测控制地存储系统 11 的系统输入端上的输入信号的值 u 或系统输出端上的输出信号的实际值 y 和相应的时间矢量 t 。在信号的值 u 、 y 中包含关于有故障系统 11 的时间特性的完整信息。因此可以在线地、即在系统 11 之内存储值 u 、 y , 并且随后离线地、即在系统之外分析处理值 u 、 y 。

[0029] 通过比较输出量的实际值 y 与输出量的例如由模型生成的额定值 y' 来实现故障检测。但是不必强制地由模型生成该额定值。临时的信号存储器由于被实施为环形存储器而总是激活的。只要在系统之内发生故障, 并且检测到该故障, 就立即将时间间隔 t_1 的数据 u 、 y 传输到固定存储器上。优选地在第一可能的时刻 t_L^{**} 将时间间隔 t_2 的数据 u 、 y 传输到固定存储器上。

[0030] 因此, 检测消息用来激活时间间隔 t_3 的数据 u 、 y 从总是激活的临时的信号存储器 (环形存储器) 到固定存储器上的传输过程。

[0031] 为了随后的故障识别所设置的、输入量和输出量的值 $u_{\text{保存}}$ 、 $y_{\text{保存}}$ 、 $t_{\text{保存}}$ 以及时间受检测控制地被持续存储在固定存储器 17 中。

[0032] 由于甚至具有很高的存储容量的存储介质在足够精细的信号采样时也迅速碰到其边界, 所以不能在机械电子系统 11 的整个工作时间 t 上存储信号的值 u 、 y 。

[0033] 在如图 4 所示的本诊断方案中, 仅仅围绕故障出现的最接近的时刻 t_F 的那个时段 t_3 是相关的。在适当选择该时段 t_3 时, 该时段 t_3 包含关于相应故障 f 随时间变化的发展的完整信息。在适当综合合成用于故障检测的函数时, 在实际的故障出现 t_F 和检测到该故障的时刻 t_D 之间的延迟时间是可忽略不计得小的, 其中, $t_D \approx t_F$, 因此适用假设 $t_D = t_F$ 。在受检测控制地进行信号存储时设置, 将在时刻 t_D 的检测消息用作存储过程的控制指令, 该存储过程在围绕故障出现时刻 t_D 的相关时段 t_3 中记录了信号的值 u 、 y 。

[0034] 为了实现而为此设置, 机械电子系统之内的控制设备的存储单元一部分由按照环形存储的原理工作的临时的信号存储器 15 (例如缓冲存储器或缓存器) 来构成, 而另一部分由固定存储器 17 来构成。在该受检测控制的数据传输中选出在时段 t_3 之内出现的信号的含有信息的值 u 、 y 或数据。

[0035] 在当前的时刻 t_L^* , 在时间上关于 t_F 偏置到过去地进行环形存储的改写过程。因此确保了, 在时刻 t_D 检测到的故障 f 的、 t_L^* 和 t_F 之间的之前的第一时段 t_1 上, 在 u 、 y 中所包含的信息内容不会通过改写而丢失。

[0036] 此外, 直至时刻 t_L^{**} 记录了跟随 t_D 的其它的第二时段 t_2 的信号的值 u 、 y 。通过检测消息促使, 将含有信息的时段 t_3 的信号的暂时存储的值或数据 u 、 y 从临时存储器 15 改写至固定存储器 17 中, 并且在那里持续地记录, 该时段 t_3 包括时刻 t_L^* 和 t_L^{**} 之间的两个第一固定段 t_1 和 t_2 。

[0037] 在固定存储器 17 中在故障检测的范围内所记录的、各个被证实的故障 f_1 、 f_2 、 f_1 的数据现在能通过诊断接口来读出, 以致从现在起能够实现系统之外的故障识别。相对应的时

间变化过程 u 和 y 以及所记录的时间矢量 t 与有故障的系统特性的模型相结合提出了所有必需的情况,这些情况对于完整解决诊断任务是必要的。

[0038] 本诊断方案适用于以大的件数运行的复杂的机械电子系统的故障诊断。出于成本经济的原因,这样的系统大多利用相对功率弱小的控制设备来工作。由于基于模型的故障诊断目前没有构成传统的控制设备功能块,所以一般只有现存的计算能力和存储容量的微小的部分可用于故障诊断。

[0039] 诊断方案的潜在的应用是载客汽车 / 载货汽车以及用于此的内燃机 (例如空气系统应用、在喷油系统上的应用等等) 的故障诊断、机械电子底盘系统 (例如 ABS、ESP、EHB 等等) 的故障诊断、机械电子的工业设备和自动化设备的故障诊断以及包装技术设备和热技术设备的故障诊断。

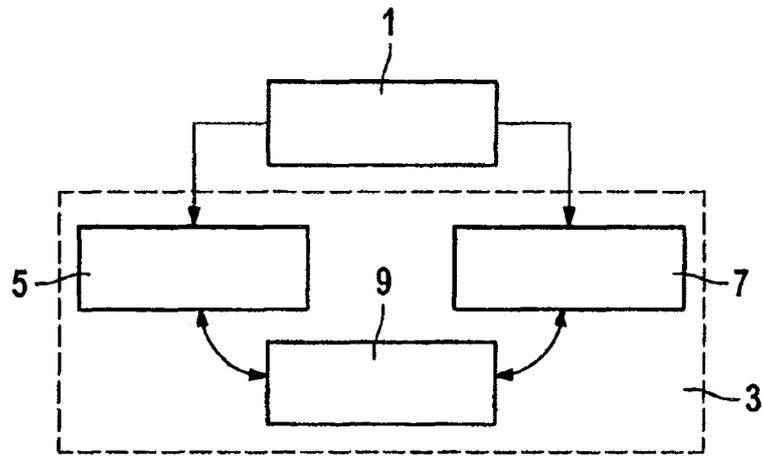


图 1

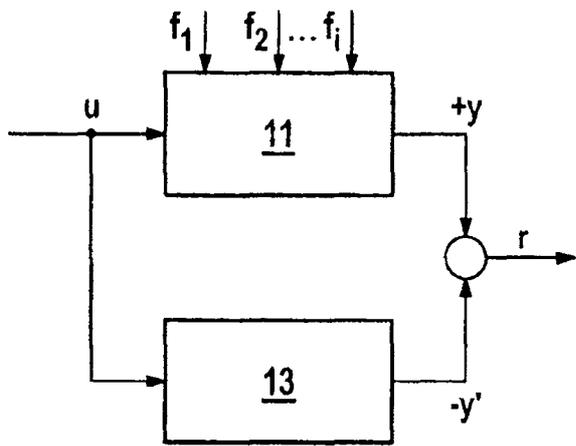


图 2

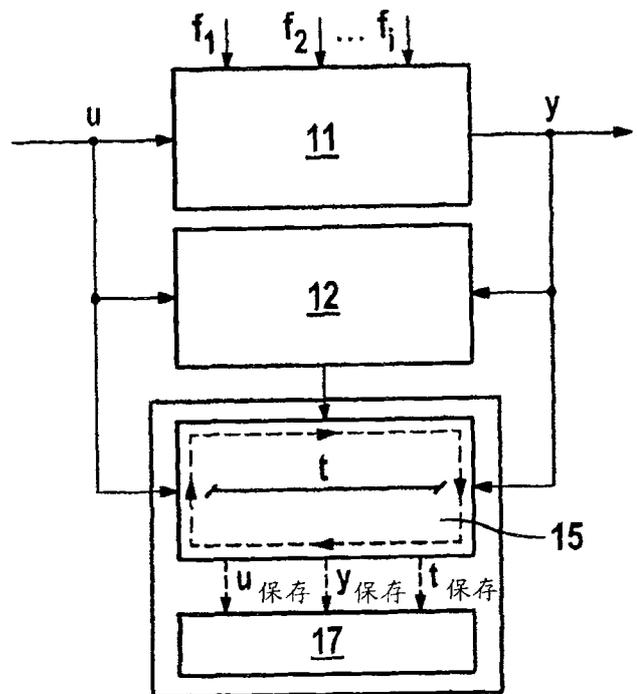


图 3

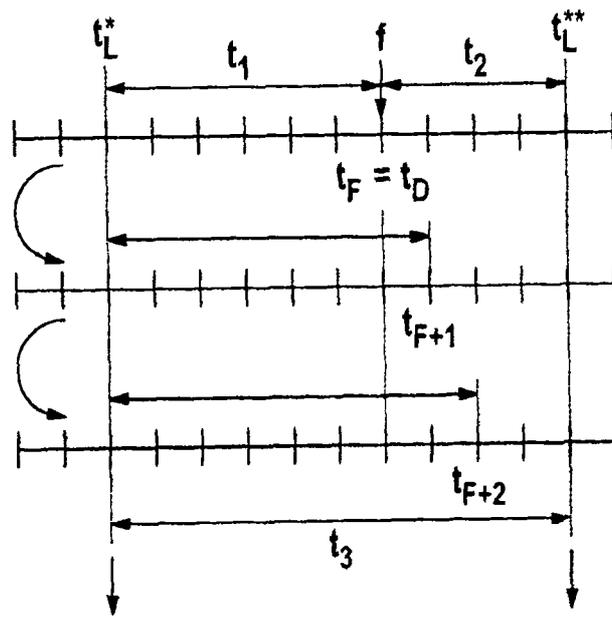


图 4