



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109990803 A

(43)申请公布日 2019.07.09

(21)申请号 201810002086.X

(22)申请日 2018.01.02

(71)申请人 西门子(中国)有限公司  
地址 100102 北京市朝阳区望京中环南路7号

(72)发明人 王焦剑 田鹏伟 吴超华

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240  
代理人 赵冬梅

(51)Int.Cl.  
G01D 3/02(2006.01)

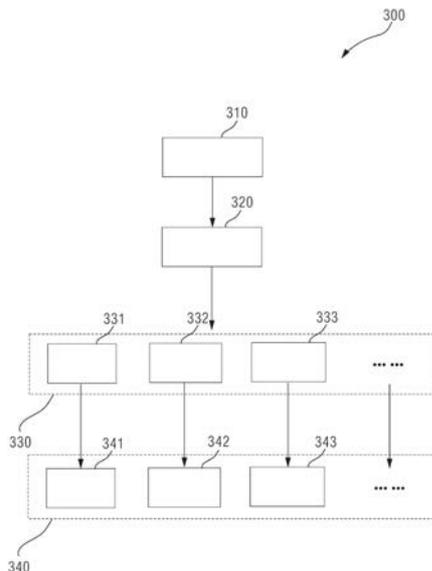
权利要求书2页 说明书13页 附图5页

(54)发明名称

检测系统异常的方法、装置及传感器处理的方法、装置

(57)摘要

本发明实施例中公开了一种检测系统异常的方法,包括:对检测一系统的异常所需的复数个传感器,根据所述复数个传感器检测所述系统在正常状态下得到的历史检测数据,计算所述复数个传感器两两之间的相关性系数;根据所述相关性系数对所述复数个传感器进行聚类,形成至少一个传感器集,其中,每个传感器集用于检测所述系统的一个子系统;针对每个传感器集,根据所述历史检测数据,生成所述子系统的模型;根据每个传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,利用生成的每一个模型对所述系统进行异常检测。本发明实施例中的技术方案能够有针对性的检测系统,节省排查异常的时间,高效的完成系统的维护工作。



1. 检测系统异常的方法,其特征在于,包括:

对检测一系统的异常所需的复数个传感器,根据所述复数个传感器检测所述系统得到的历史检测数据,计算所述复数个传感器两两之间的相关性系数,其中,所述相关性系数用于指示每两个传感器检测所述系统得到的历史检测数据的相互影响程度;

根据所述相关性系数对所述复数个传感器进行聚类,形成至少一个传感器集,其中,每个传感器集用于检测所述系统的一个子系统;

针对每个传感器集,根据所述历史检测数据,生成所述子系统的一个模型;

根据每个传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,利用生成的每一个模型对所述系统进行异常检测。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,根据所述相关性系数对所述复数个传感器进行聚类,形成至少一个传感器集,包括:

利用所述相关性系数衡量所述复数个传感器聚类时距离的远近,根据所述距离的远近,对所述复数个传感器聚类,得到复数种传感器聚类结果;每种传感器聚类结果包含至少一个传感器集,每个传感器集包括至少一个传感器;

针对每种传感器聚类结果,以传感器聚类结果中包含的传感器集间的距离越远,而每个传感器集中包含的传感器的距离越近为原则,从中确定一种传感器聚类结果作为最终的传感器聚类结果。

3. 根据权利要求1-2所述的任一项方法,其特征在于,所述根据每个传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,利用生成的每一个模型对所述系统进行异常检测包括:

针对每个传感器集,根据所述传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,利用所述子系统的模型对所述子系统进行异常检测。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,根据所述传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,利用所述子系统的模型对所述子系统进行异常检测,包括:

根据所述传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,基于所述子系统的模型计算得到所述子系统的运行状态值,其中,所述子系统的运行状态值越小,所述子系统运行状态异常的概率越大;

将计算得到的所述子系统的运行状态值与预先设置的所述子系统的运行状态阈值进行比较;

若计算得到的所述子系统的运行状态值小于预先设置的所述子系统的运行状态阈值,则确定所述子系统的运行状态异常。

5. 检测系统异常的装置,其特征在于,包括:

一相关性系数计算模块,用于对检测一系统的异常所需的复数个传感器,根据所述复数个传感器检测所述系统在正常状态下得到的历史检测数据,计算所述复数个传感器两两之间的相关性系数,其中,所述相关性系数用于指示每两个传感器检测所述系统得到的历史检测数据的相互影响程度;

一传感器集获取模块,用于根据所述相关性系数对所述复数个传感器进行聚类,形成至少一个传感器集,其中,每个传感器集用于检测所述系统的一个子系统;

一模型获取模块,用于针对每个传感器集,根据所述历史检测数据,生成所述子系统的一个模型;

一检测模块,用于根据每个传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,利用生成的每一个模型对所述系统进行异常检测。

6. 根据权利要求5所述的装置,其特征在于:所述传感器集获取模块包括:

一传感器集聚类单元,用于利用所述相关性系数衡量所述复数个传感器聚类时距离的远近,根据所述距离的远近,对所述复数个传感器聚类,得到复数种传感器聚类结果;每种传感器聚类结果包含至少一个传感器集,每个传感器集包括至少一个传感器;

一选择单元,用于针对每种传感器聚类结果,以每个传感器聚类结果包含的传感器集间的距离越远,而每个传感器集中包含的传感器的距离越近为原则,从中确定一种传感器聚类结果作为最终的传感器聚类结果。

7. 根据权利要求5或6所述的装置,其特征在于:所述检测模块包括:

一子系统检测单元,用于针对每个传感器集,根据所述传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,利用所述子系统的模型对所述子系统进行异常检测。

8. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于:所述检测模块还包括:

一运行状态值获取单元,用于根据所述传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,基于所述子系统的模型计算得到所述子系统的运行状态值,其中,所述子系统的运行状态值越小,所述子系统运行状态异常的概率越大;

一异常判断单元,用于将计算得到的所述子系统的运行状态值与预先设置的所述子系统的运行状态阈值进行比较;若计算得到的所述子系统的运行状态值小于预先设置的所述子系统的运行状态阈值,则确定所述子系统的运行状态异常。

9. 传感器处理的方法,其特征在于,包括:

对检测一系统的异常所需的复数个传感器,根据所述复数个传感器检测所述系统在正常状态下得到的历史检测数据,计算所述复数个传感器两两之间的相关性系数,其中,所述相关性系数用于指示每两个传感器检测所述系统得到的历史检测数据的相互影响程度;

根据所述相关性系数对所述复数个传感器进行聚类,形成至少一个传感器集,其中,每个传感器集用于检测所述系统的一个子系统。

10. 传感器处理的装置,其特征在于,包括:

一相关性系数计算模块,用于对检测一系统的异常所需的复数个传感器,根据所述复数个传感器检测所述系统在正常状态下得到的历史检测数据,计算所述复数个传感器两两之间的相关性系数,其中,所述相关性系数用于指示每两个传感器检测所述系统得到的历史检测数据的相互影响程度;

一传感器集获取模块,用于根据所述相关性系数对所述复数个传感器进行聚类,形成至少一个传感器集,其中,每个传感器集用于检测所述系统的一个子系统。

11. 检测系统异常的装置,其特征在于,包括:至少一个存储器和至少一个处理器,其中:

所述至少一个存储器用于存储计算机程序;

所述至少一个处理器用于调用所述至少一个存储器中存储的计算机程序,执行如权利要求1至4中任一项或9所述的检测系统异常的方法。

12. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被一处理器执行时被配置为能够实现如权利要求1-4中或9所述方法的步骤。

## 检测系统异常的方法、装置及传感器处理的方法、装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种系统检测方法,尤其是一种检测系统异常的方法及装置,以及一种传感器处理的方法及装置。

### 背景技术

[0002] 系统的实时状态监测是工业、医学、经济等领域的一项亟待解决的难题。目前基本上是通过分析检测数据来判断系统是否存在异常。检测数据可以由各种传感器对系统进行检测而获得。以制造业为例,在工厂里布置种类繁多、数目庞大的传感器,对工厂内的机器或装配线进行监控,例如机器的主轴转速、电机温度、管内水温等。

[0003] 目前的一个异常检测的方法是,根据该系统中的所有传感器所测得的历史数据建立一个总的模型,再将所有传感器实时测量的数据利用该总的模型进行整个系统的异常检测。

[0004] 上述方法的一个问题是,由于传感器数量巨大,种类繁多,模型的生成过程较复杂,耗时较长。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明实施例中提出了一种检测系统异常的方法,用以实时监测系统的异常。

[0006] 本发明实施例中的一种检测系统异常的方法,包括:对检测一系统的异常所需的复数个传感器,根据所述复数个传感器检测所述系统在正常状态下得到的历史检测数据,计算所述复数个传感器两两之间的相关性系数,其中,所述相关性系数用于指示每两个传感器检测所述系统得到的历史检测数据的相互影响程度;根据所述相关性系数对所述复数个传感器进行聚类,形成至少一个传感器集,其中,每个传感器集用于检测所述系统的一个子系统;针对每个传感器集,根据所述历史检测数据,生成所述子系统的模型;根据每个传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,利用生成的每一个模型对所述系统进行异常检测。

[0007] 本发明实施例中的一种检测系统异常的方法可以将检测一个复杂系统的任务分成一个个子任务,每个子任务间可以并行运行。而且由于每个传感器集中的传感器的数据少于传感器的总数,那么处理数据时的计算复杂度要小得多。并且用于生成对应子系统的模型的数据是同一个传感器集得到的,所以使得每个模型的生成过程变得简单;通过分析每个传感器集的测量数据,即可判断其对应的子系统运行状态是否存在异常。若存在异常,则维修人员只维修运行状态异常的子系统就可,不用再对整个复杂系统进行排查,可以节省排查异常的时间,高效的完成复杂系统的维护工作。

[0008] 在一个实施方式中,根据所述相关性系数对所述复数个传感器进行聚类,形成至少一个传感器集,包括:

[0009] 利用所述相关性系数衡量所述复数个传感器聚类时距离的远近,根据所述距离的

远近,对所述复数个传感器聚类,得到复数种传感器聚类结果;每种传感器聚类结果包含至少一个传感器集,每个传感器集包括至少一个传感器;

[0010] 针对每种传感器聚类结果,以传感器聚类结果中包含的传感器集间的距离越远,而每个传感器集中包含的传感器的距离越近为原则,从中确定一种传感器聚类结果作为最终的传感器聚类结果。

[0011] 上述方法可以将复数个传感器聚类成多个传感器集,每个传感器集中的传感器的个数少于传感器的总数,使得处理数据时的计算复杂度要小得多。而且获取一个最优的传感器聚类的结果可以保证聚类的精准度,减少测量误差。

[0012] 在一个实施方式中,所述根据每个传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,利用生成的每一个模型对所述系统进行异常检测包括:

[0013] 针对每个传感器集,根据所述传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,利用所述子系统的模型对所述子系统进行异常检测。

[0014] 上述方法可以将一个整体系统分成互相不影响的多个子系统,再分别对每个子系统进行检测,可以快速获知每个子系统的检测数据。

[0015] 在一个实施方式中,根据所述传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,利用所述子系统的模型对所述子系统进行异常检测,包括:

[0016] 根据所述传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,基于所述子系统的模型计算得到所述子系统的运行状态值,其中,所述子系统的运行状态值越小,所述子系统运行状态异常的概率越大;

[0017] 将计算得到的所述子系统的运行状态值与预先设置的所述子系统的运行状态阈值进行比较;

[0018] 若计算得到的所述子系统的运行状态值小于预先设置的所述子系统的运行状态阈值,则确定所述子系统的运行状态异常。

[0019] 上述方法可以根据每个子系统对应的传感器集检测的数据,获取与子系统对应的运行状态值,通过与状态运行阈值的比较,快速判断每个子系统的运行状态是否异常。

[0020] 本发明的实施例还提出了一种检测系统异常的装置,包括:

[0021] 一相关性系数计算模块,用于对检测一系统的异常所需的复数个传感器,根据所述复数个传感器检测所述系统在正常状态下得到的历史检测数据,计算所述复数个传感器两两之间的相关性系数,其中,所述相关性系数用于指示每两个传感器检测所述系统得到的历史检测数据的相互影响程度;

[0022] 一传感器集获取模块,用于根据所述相关性系数对所述复数个传感器进行聚类,形成至少一个传感器集,其中,每个传感器集用于检测所述系统的一个子系统;

[0023] 一模型获取模块,用于针对每个传感器集,根据所述历史检测数据,生成所述系统的一个模型;

[0024] 一检测模块,用于根据每个传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,利用生成的每一个模型对所述系统进行异常检测。

[0025] 本发明实施例中的一种检测系统异常的装置可以将检测一个复杂系统的任务分成一个个子任务,每个子任务间可以并行运行。而且由于每个传感器集中的传感器的数据少于传感器的总数,那么处理数据时的计算复杂度要小得多。并且用于生成对应子系统的

模型的数据是同一个传感器集得到的,所以使得每个模型的生成过程变得简单;通过分析每个传感器集的测量数据,即可判断其对应的子系统运行状态是否存在异常。若存在异常,则维修人员只维修运行状态异常的子系统就可,不用再对整个复杂系统进行排查,可以节省排查异常的时间,高效的完成复杂系统的维护工作。

[0026] 在一个实施方式中,所述传感器集获取模块包括:

[0027] 一传感器集聚类单元,用于利用所述相关性系数衡量所述复数个传感器聚类时距离的远近,根据所述距离的远近,对所述复数个传感器聚类,得到复数种传感器聚类结果;每种传感器聚类结果包含至少一个传感器集,每个传感器集包括至少一个传感器;

[0028] 一选择单元,用于针对每种传感器聚类结果,以每个传感器聚类结果包含的传感器集间的距离越远,而每个传感器集中包含的传感器的距离越近为原则,从中确定一种传感器聚类结果作为最终的传感器聚类结果。

[0029] 本实施例中的传感器集获取模块中的传感器集聚类单元可以将复数个传感器聚类成多个传感器集,每个传感器集中的传感器的个数少于传感器的总数,使得处理数据时的计算复杂度要小得多;选择单元用于获取一个最优的传感器聚类的结果以保证聚类的精准度,减少测量误差。

[0030] 在一个实施方式中,所述检测模块包括:

[0031] 一子系统检测单元,用于针对每个传感器集,根据所述传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,利用所述子系统的模型对所述子系统进行异常检测。

[0032] 上述检测模块中的子系统检测单元分别对每个子系统进行检测,可以快速获知每个子系统的检测数据。

[0033] 在一个实施方式中,所述检测模块还包括:

[0034] 一运行状态值获取单元,用于根据所述传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,基于所述子系统的模型计算得到所述子系统的运行状态值,其中,所述子系统的运行状态值越小,所述子系统运行状态异常的概率越大;

[0035] 一异常判断单元,用于将计算得到的所述子系统的运行状态值与预先设置的所述子系统的运行状态阈值进行比较;若计算得到的所述子系统的运行状态值小于预先设置的所述子系统的运行状态阈值,则确定所述子系统的运行状态异常。

[0036] 上述检测模块中的运行状态值获取单元可以根据每个子系统对应的传感器集检测的数据,获取与子系统对应的运行状态值,异常判断单元用于通过比较运行状态值与状态运行阈值,快速判断每个子系统的运行状态是否异常。

[0037] 本发明的实施例还提出了一种传感器处理的方法,包括:

[0038] 对检测一系统的异常所需的复数个传感器,根据所述复数个传感器检测所述系统在正常状态下得到的历史检测数据,计算所述复数个传感器两两之间的相关性系数,其中,所述相关性系数用于指示每两个传感器检测所述系统得到的历史检测数据的相互影响程度;

[0039] 根据所述相关性系数对所述复数个传感器进行聚类,形成至少一个传感器集,其中,每个传感器集用于检测所述系统的一个子系统。

[0040] 本发明实施例中的一种传感器处理的方法可以将检测一个复杂系统的任务分成一个个子任务,每个子任务间可以并行运行。而且由于每个传感器集中的传感器的数据少

于传感器的总数,那么处理数据时的计算复杂度要小得多。

[0041] 在一个实施方式中,根据所述相关性系数对所述复数个传感器进行聚类,形成至少一个传感器集,包括:

[0042] 利用所述相关性系数衡量所述复数个传感器聚类时距离的远近,根据所述距离的远近,对所述复数个传感器聚类,得到复数种传感器聚类结果;每种传感器聚类结果包含至少一个传感器集,每个传感器集包括至少一个传感器;

[0043] 针对每种传感器聚类结果,以传感器聚类结果中包含的传感器集间的距离越远,而每个传感器集中包含的传感器的距离越近为原则,从中确定一种传感器聚类结果作为最终的传感器聚类结果。

[0044] 本实施例中的方法可以将复数个传感器聚类成多个传感器集,每个传感器集中的传感器的个数少于传感器的总数,使得处理数据时的计算复杂度要小得多。而且获取一个最优的传感器聚类的结果可以保证聚类的精准度,减少测量误差。

[0045] 本发明的实施例还提出了一种传感器处理的装置,包括:

[0046] 一相关性系数计算模块,用于对检测一系统的异常所需的复数个传感器,根据所述复数个传感器检测所述系统在正常状态下得到的历史检测数据,计算所述复数个传感器两两之间的相关性系数,其中,所述相关性系数用于指示每两个传感器检测所述系统得到的历史检测数据的相互影响程度;

[0047] 一传感器集获取模块,用于根据所述相关性系数对所述复数个传感器进行聚类,形成至少一个传感器集,其中,每个传感器集用于检测所述系统的一个子系统。

[0048] 本发明实施例中的一种传感器处理的装置可以将检测一个复杂系统的任务分成一个个子任务,每个子任务间可以并行运行。而且由于每个传感器集中的传感器的数据少于传感器的总数,那么处理数据时的计算复杂度要小得多。

[0049] 在一个实施方式中,所述传感器集获取模块包括:

[0050] 一传感器集聚类单元,用于利用所述相关性系数衡量所述复数个传感器聚类时距离的远近,根据所述距离的远近,对所述复数个传感器聚类,得到复数种传感器聚类结果;每种传感器聚类结果包含至少一个传感器集,每个传感器集包括至少一个传感器;

[0051] 一选择单元,用于针对每种传感器聚类结果,以传感器聚类结果中包含的传感器集间的距离越远,而每个传感器集中包含的传感器的距离越近为原则,从中确定一种传感器聚类结果作为最终的传感器聚类结果。

[0052] 本实施例中的传感器集获取模块中的传感器集聚类单元可以将复数个传感器聚类成多个传感器集,每个传感器集中的传感器的个数少于传感器的总数,使得处理数据时的计算复杂度要小得多;选择单元可以从不同的聚类结果中选取一个最优的传感器聚类的结果,可以保证聚类的精准度,减少测量误差。

[0053] 本发明的实施例还提出了一种检测系统异常的装置,包括:至少一个存储器和至少一个处理器,其中:所述至少一个存储器用于存储计算机程序;所述至少一个处理器用于调用所述至少一个存储器中存储的计算机程序,执行上述的检测系统异常的方法。

[0054] 本发明的实施例还提出了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被一处理器执行时被配置为能够实现上述方法的步骤。

[0055] 本发明实施例的技术方案可以:根据复数个传感器检测的数据,判断每两个传感

器测得的数据是否相互影响。将测得数据相互影响的传感器聚类在同一个传感器集中,则复数个传感器被聚类为多个传感器集。每个传感器集用于测量复杂系统中的一个子系统,并且每个子系统的运行状态并不影响其他子系统。在实时检测中,每一个传感器集对应测量一个子系统,通过分析每个传感器集的测量数据,即可判断其对应的子系统运行状态是否存在异常。若存在异常,则维修人员只维修运行状态异常的子系统就可,不用再对整个复杂系统进行排查,可以节省排查异常的时间,高效的完成复杂系统的维护工作。并且该方案可以在发生任何实际损坏之前发现设备故障的早期迹象,保证加工质量和降低设备维修成本。

### 附图说明

[0056] 下面将通过参照附图详细描述本发明的优选实施例,使本领域的普通技术人员更清楚本发明的上述及其它特征和优点,附图中:

[0057] 图1为本发明实施例中一种检测系统异常方法的应用场景示意图。

[0058] 图2为本发明实施例中一种检测系统异常方法的示例性流程图。

[0059] 图3为本发明实施例中一种检测系统异常方法的训练部分的原理图。

[0060] 图4为本发明实施例中一种检测系统异常的装置的示例性模块结构图。

[0061] 图5为本发明实施例中又一种检测系统异常的装置的示例性模块结构图。

[0062] 图6为本发明实施例中一种传感器处理的装置的示例性模块结构图。

[0063] 其中,附图标记如下:

标号	含义
100	应用场景
110	系统
111、112、113...	子系统
120	复数个传感器
[0064] 121、122、123... 331、332、333...	传感器集
1211、1212、1213... 1221、1222、1223... 1231、1232、1233...	传感器
130	数据

[0065]	131、132、133...	每个传感器集的数据
	210、220、230、240	步骤
	300	训练过程
	310	历史检测数据
	320	相关性系数
	330	复数个传感器集
	340、341、342、343...	模型
	400	检测系统异常的装置
	410	相关性系数计算模块
	420	传感器集获取模块
	421	传感器集聚类单元
	422	选择单元
	430	模型获取模块
	440	检测模块
	441	子系统检测单元
	442	运行状态值获取单元
	443	异常判断单元
	501、601	存储器
	502、602	处理器
	503、603	端口
	504、604	总线

### 具体实施方式

[0066] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，以下举实施例对本发明进一步详细说明。

[0067] 本发明实施例中的检测系统异常的方法可应用于对任何系统的异常检测，尤其对于系统组件较多，连接关系较复杂的大型系统，则更能显示本发明实施例中的检测系统异常的方法的优势，其可以更快速准确地检测出大型复杂系统中的早期异常迹象等。图1为本

发明实施例中一种检测系统异常方法的应用场景示意图。如图1所示,通过在系统110中配置复数个传感器120对系统110进行检测,分析复数个传感器120检测系统110得到的检测数据130判断系统是否异常。例如,一个系统110可以被分成若干个子系统,如一号子系统111,二号子系统112,三号子系统113...等,其中,各子系统之间可以是相对独立的或有较小交叉的,例如每个子系统的运行状态对其他子系统的运行状态影响较小或不影响等。例如,一号子系统111在运行异常时一般不会导致二号子系统112运行异常等。然后,针对每个子系统,配置能够测量该子系统运行状态的一个传感器集,其中,每个传感器集中可以包含复数个传感器,用于对子系统内的不同零件、部件、设备或其他装置进行检测。例如一号传感器集121可以包含传感器1211、传感器1212、传感器1213...等,用于检测一号子系统111的运行状态,二号传感器集122可以包含传感器1221、传感器1222、传感器1223...等,用于检测二号子系统112的运行状态,三号传感器集123可以包含传感器1231、传感器1232、传感器1233...等,用于检测三号子系统113的运行状态。针对传感器集检测的数据130,其中,数据130包括一号传感器集121检测一号子系统111得到的第一数据131、二号传感器集122检测二号子系统112得到的第二数据132、三号传感器集123检测三号子系统113得到的第三数据133...等,根据每组检测数据判断每个传感器集检测的子系统是否存在异常。若存在异常,维修人员只维修运行状态异常的子系统就可,不用再对整个复杂系统进行排查,可以节省排查异常的时间,高效的完成复杂系统的维护工作。

[0068] 下面通过图2来具体说明本发明实施例中的一种检测系统异常方法。如图2所示,为本发明实施例的一种检测系统异常方法的示例性流程图,该方法可包括如下步骤:

[0069] 步骤210,对检测一个系统的异常需要的复数个传感器,根据所述复数个传感器检测所述系统在正常状态下得到的历史检测数据,计算所述复数个传感器两两之间的相关性系数。

[0070] 这里,所述系统在正常状态下的意义并不仅用于表示该系统的运行状态良好、无故障的状态,也可以用于表示该系统根据实际需要应该处于的一个目标状态。所以,一个系统的异常的状态也不仅用于表示该系统的运行状态不好或存在故障的状态,也可以用于表示该系统的状态与目标状态间存在的差异,即与目标状态不同的状态都可以看作是异常状态。

[0071] 其中,用于检测系统异常所需的传感器可以包括但不限于下面一些传感器,例如,温度传感器、距离传感器、压力传感器、液位传感器、红外传感器、光敏传感器、电流传感器、电压传感器以及扭矩传感器等。

[0072] 在本发明实施例中,根据传感器检测系统在正常状态下获得的历史检测数据,可以通过Spearman秩相关系数的方法,计算每两个传感器间的相关性系数。其中,相关性系数可以用于指示每两个传感器检测系统得到的历史检测数据的相互影响程度。这里结合图1,对相关性系数进行详细说明。例如,传感器1211的检测数据对传感器1212的检测数据有影响,则这两个传感器具有相关性,即这两个传感器检测的部件、设备或生产线等可以看作是一个系统中的一个子系统121。根据影响程度,判断相关性系数,相关性系数的绝对值越大,代表每两个传感器检测系统得到的检测数据间的相互影响越严重,则这两个传感器间的相关性越强,这里相关性系数的绝对值的最大值可以设置为1,最小值可以设置为0。例如,若传感器1211的检测数据对传感器1221的检测数据没有影响,则表示这两个传感器不具有相

关性,可以看作相关性系数为0,而这两个传感器检测的部件、设备或生产线等可以看作是一个复杂系统中的两个子系统,例如传感器1211用于检测子系统121,而传感器1221用于检测子系统122,则子系统121和子系统122也是不相关的或者相关性较小的,意味着子系统121的运行状态对子系统122的运行状态不影响或者影响较小。

[0073] 在其他实施例中,还可以通过其他的方法计算每两个传感器间的相关性系数。例如,广义加性模型(Generalized additive model)。

[0074] 在本发明实施例中,可以将每两个传感器间的相关性系数组成相关性矩阵,以矩阵形式表示若干个相关性系数。

[0075] 例如,用于检测系统异常的N个传感器中,每两个传感器的相关性系数分别为 $M_{11}$ 、 $M_{12}$ 、 $\dots$ 、 $M_{1N}$ ,则由上述相关性系数构成的相关性系数矩阵 $M_{n \times n}$ 为:

$$[0076] \quad M_{n \times n} = \begin{bmatrix} M_{11} & \dots & M_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ M_{n1} & \dots & M_{nn} \end{bmatrix}$$

[0077] 采用矩阵形式表示相关性系数有助于后续计算中的数据传递。

[0078] 步骤220,根据复数个传感器中每两个传感器的相关性系数对复数个传感器进行聚类,形成至少一个传感器集,其中,每个传感器集用于检测系统中的一个子系统。

[0079] 通过步骤210,可以获得复数个传感器两两之间的相关性系数。其中,每个相关性系数代表产生该相关性系数的两个传感器聚类时的距离。以上述距离作为复数个传感器聚类时的聚类标准。例如,相关性系数的绝对值越大,则代表产生相关性系数的两个传感器间的聚类距离越近,对复数个传感器聚类时,这两个传感器可能被聚为一类。若相关性系数的绝对值越小,则代表产生相关性系数的两个传感器间的聚类距离越远,对复数个传感器聚类时,则这两个传感器可能被聚为不同类。以相关性系数绝对值的大小衡量复数个传感器聚类时的聚类距离远近,根据聚类距离远近,将复数个传感器聚为至少一个类,每一类可以看作一个传感器集,每个传感器集还可以包含若干个传感器。其中,每个传感器集用于检测系统中的一个子系统,每个子系统的运行状态跟其他的子系统的运行状态无关或者彼此影响较小,这样,就将一个系统,例如一个复杂系统分成了若干个相互并不影响或影响较小的子系统。每个子系统可以通过与其对应的传感器集进行异常检测。

[0080] 但是根据上述方法对复数个传感器进行聚类时,可能会产生很多种的传感器聚类结果。其中,每种传感器聚类结果可以包含至少一个传感器集,每个传感器集包括至少一个传感器。

[0081] 例如,根据步骤220中的以相关性系数衡量传感器聚类时的聚类距离的原理,对传感器进行聚类时,该方法会根据复数个传感器聚为同一类时的相关性系数的绝对值的选取范围不同,产生不同的传感器聚类结果。例如可以将复数个传感器聚类成不同个数的传感器集。由前文可知,本发明实施例的相关性系数的绝对值的范围可以为 $[0, 1]$ ,例如,将产生相关性系数的绝对值处于范围 $[0, 0.5]$ 和范围 $[0.5, 1]$ 的传感器聚类,将产生相关性系数的绝对值处于范围 $[0, 0.5]$ 内的传感器聚为一类,将产生的相关性系数的绝对值处于范围 $[0.5, 1]$ 内的传感器聚为另一类,则复数个传感器被聚为两类,形成两个传感器集。同样地,复数个传感器可以根据相关性系数的绝对值的范围划分的不同可以聚类成三个传感器集、四个传感器集或者是其他个数的传感器集。这样,对复数个传感器聚类可以形成多种聚类

结果,每种聚类结果可以包含不同个数的传感器集。

[0082] 针对每种传感器聚类结果,本发明的实施例还包括一种如何在多种传感器聚类结果中选取一种最优的传感器聚类结果的方法。

[0083] 例如,针对每种传感器聚类结果,可以以每个传感器聚类结果中包含的传感器集间的距离越远,而每个传感器集中包含的传感器的距离越近为原则,从中确定一种传感器聚类结果作为最终的传感器聚类结果。其中,传感器聚类结果中包含的每个传感器集间的距离越远代表每个传感器集间的相关性低,意味着每个传感器集中的传感器测得的数据对其他传感器集中的传感器测得的数据影响相对较小,所以聚类为不同的传感器集。而每个传感器集中包含的传感器的距离越近代表传感器集内的每个传感器的相关性系数的绝对值较大,意味着传感器集中的每个传感器测得的数据对该传感器集中的其他传感器测得的数据影响较大,所以被聚类在一个传感器集中。

[0084] 在本发明实施例中,可以通过Silhouette算法,以上述原则为标准,选取一种最优的聚类结果为最终的聚类结果。

[0085] 在其他实施例中,也可以通过肘部法则(Elbow method),贝叶斯信息度量(BIC, Bayesian information criterion)算法等方法,在多种聚类结果中选取一种传感器集聚类个数最合适的聚类结果。

[0086] 步骤230:针对每个传感器集,根据所述系统在正常运行状态下所述传感器集中的传感器检测的所述历史检测数据,生成与所述传感器集对应的一个模型。

[0087] 在本发明实施例中,根据传感器集中的传感器检测的历史检测数据,可以利用神经云(Neural Clouds)模型算法生成一个与传感器集以及与子系统对应的一个模型。

[0088] 可见,根据对复数个传感器聚类形成的每个传感器集,将复杂系统也聚类成了与每个传感器集一一对应的子系统后,本步骤230中根据每个传感器集测量其对应的子系统得到的检测数据,生成了与每个传感器集以及与子系统对应的模型。

[0089] 在本发明其他实施例中,还可以通过高斯混合模型算法生成与每个传感器集以及与子系统一一对应的模型。

[0090] 上述步骤210、步骤220、步骤230可以看作是本发明实施例的检测系统异常方法的训练过程,用于训练检测过程即步骤240所需的模型。下面可以通过图3所示的一个例子,对本发明实施例中的上述训练过程进行举例说明。

[0091] 如图3所示,可以先通过复数个传感器检测一个处于所需目标状态下的系统,并获得历史检测数据310,该历史检测数据310为训练模型所需的数据。再根据该历史检测数据310,计算每两个传感器间的相关性系数320。然后根据相关性系数320,对复数个传感器进行聚类,形成复数个传感器集330,其中,复数个传感器集330可以包括一号传感器集331、二号传感器集332、三号传感器集333...等。再根据每个传感器集中的传感器测量得到的历史检测数据生成对应每个传感器集的模型340,例如,根据一号传感器集331的历史检测数据生成对应一号传感器集331的一号模型341,根据二号传感器集332的历史检测数据生成对应二号传感器集332的二号模型342,根据三号传感器集333的历史检测数据生成对应三号传感器集333的三号模型343...等。以上为本发明实施例的一种训练过程的方法,将复数个传感器聚类成至少一个传感器集,每个传感器集对应一个子系统,还生成了对应子系统的模型。这样,可以将检测一个复杂系统的任务分成一个个子任务,每个子任务间可以并行运

行。而且由于每个传感器集中的传感器的数量少于传感器的总数,那么处理数据时的计算复杂度要小得多。并且用于生成对应子系统的模型的数据是同一个传感器集测量该子系统得到的,所以使得每个模型的生成过程变得简单。此外,针对每个子系统有针对性地生成的模型相比于应用所有传感器检测整体系统得到的测量数据生成一个总体的模型更为精确。下面对本发明实施例的检测系统异常方法中的检测过程进行详细说明。

[0092] 步骤240:根据每个传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,利用生成的每一个模型对所述系统进行异常检测。其中,利用生成的每一个模型对所述系统进行异常检测可以包括:利用每个子系统的模型对该子系统进行异常检测。由步骤230可知,每一个模型对应一个传感器集,每一个传感器集用于检测一个系统中的子系统。所以,可以通过分析每个传感器集检测其对应的子系统得到的检测数据,利用该子系统的模型对该子系统进行异常检测,判断该子系统是否正常。

[0093] 在本发明实施例中,具体的检测方法为:根据所述传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,基于所述子系统的模型计算得到所述子系统的运行状态值。

[0094] 其中,运行状态值可以表示传感器集测量与其对应的一个子系统的运行状态,例如,运行状态值的范围可以是 $[0, 1]$ ,子系统的运行状态值越小,表示子系统运行状态异常的概率越大。例如,当运行状态值为1时,表示子系统运行良好,也可以表示与目标状态差距越小;当运行状态值为0时,表示子系统运行状况不良,也可以表示与目标状态差距越大。

[0095] 在本发明实施例中,可以根据每个模型对应的各个子系统的情况,分别对每个子系统设置一个运行状态阈值。其中,运行状态阈值用于衡量其对应的子系统运行状态是否异常。

[0096] 相应地,计算运行状态值可以通过以下方法:先将每个传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,输入至与所述传感器集对应的模型中;每个模型再根据输入至其中的所述实时数据输出一个对应所述模型的子系统的运行状态值。

[0097] 将计算得到的所述子系统的运行状态值与预先设置的所述子系统的运行状态阈值进行比较,若计算得到的所述子系统的运行状态值小于预先设置的所述子系统的运行状态阈值,则确定所述子系统的运行状态异常。进而维修人员可以仅对存在异常的子系统进行检查。

[0098] 例如:将每个运行状态值与对应的运行状态阈值进行比较,当运行状态值小于运行状态阈值时,表示输出所述运行状态值的所述模型对应的子系统的运行状态异常。由于每个子系统的运行状态不受其他子系统的运行状态的影响,所以子系统的运行异常是由于其内部自身的原因引起,维修人员就可以单独对有异常的子系统进行检查,例如检查子系统中包含的零件,部件,设备或生产线等。

[0099] 以上对本发明实施例中的系统的异常检测的方法进行了详细描述,下面再对本发明实施例中的系统的异常检测装置进行详细描述,对于本发明系统实施例中未披露的细节可参见对应的方法实施例中的描述。

[0100] 本发明的另一个实施例提出了一种检测系统异常的装置400,用于检测系统的运行状态是否异常。如图4所示,该装置400可以包括一个相关性系数计算模块410,一个传感器集获取模块420,一个模型获取模块430以及一个检测模块440。

[0101] 其中,相关性系数计算模块410用于对检测一系统的异常所需的复数个传感器,根

据所述复数个传感器检测所述系统在正常状态下得到的历史检测数据,计算所述复数个传感器两两之间的相关性系数,其中,所述相关性系数用于指示每两个传感器检测所述系统得到的历史检测数据的相互影响程度。

[0102] 传感器集获取模块420用于根据所述相关性系数对所述复数个传感器进行聚类,形成至少一个传感器集,其中,每个传感器集用于检测所述系统的一个子系统。

[0103] 在本发明实施例中,传感器集获取模块420还可以包括一个传感器集聚类单元421和一个选择单元422。

[0104] 其中,传感器集聚类单元421用于利用所述相关性系数衡量所述复数个传感器聚类时距离的远近,根据所述距离的远近,对所述复数个传感器聚类,得到复数种传感器聚类结果;每种传感器聚类结果包含至少一个传感器集,每个传感器集包括至少一个传感器。

[0105] 选择单元422用于针对每种传感器聚类结果,以每个传感器聚类结果包含的传感器集间的距离越远,而每个传感器集中包含的传感器的距离越近为原则,从中确定一种传感器聚类结果作为最终的传感器聚类结果。

[0106] 模型获取模块430用于针对每个传感器集,根据所述系统在正常运行状态下所述传感器集检测对应的子系统得到的所述历史检测数据,生成所述系统的一个模型。

[0107] 检测模块440用于根据每个传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,利用生成的每一个模型对所述系统进行异常检测。

[0108] 在本发明实施例中,检测模块440还可以包括一个子系统检测单元441。子系统检测单元441用于针对每个传感器集,根据所述传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,利用所述子系统的模型对所述系统进行异常检测。

[0109] 在本发明实施例中,检测模块440还可以包括一个运行状态值获取单元442和一个异常判断单元443。其中:

[0110] 运行状态值获取单元442用于根据所述传感器集检测对应的子系统得到的实时数据,基于所述子系统的模型计算得到所述子系统的运行状态值,其中,所述子系统的运行状态值越小,所述子系统运行状态异常的概率越大。

[0111] 异常判断单元443用于将计算得到的所述子系统的运行状态值与预先设置的所述子系统的运行状态阈值进行比较;若计算得到的所述子系统的运行状态值小于预先设置的所述子系统的运行状态阈值,则确定所述子系统的运行状态异常。

[0112] 对于本发明的系统的异常检测装置实施例中未披露的细节可参见说明书对检测系统异常方法200中的详细描述。

[0113] 本发明实施例中还提出的一种传感器处理的方法。所述方法的详细过程可以参见步骤210和步骤220。

[0114] 通过步骤210和步骤220所述的方法,先计算复数个传感器中每两个传感器间的相关性系数。相关性系数用于表示每两个传感器检测系统得到的历史检测数据的相互影响程度。然后将相关性系数的绝对值较高的传感器聚为同一类,将相关性系数的绝对值较低的传感器聚为不同类,这样就可以将复数个传感器聚类成多个传感器集。

[0115] 可以应用上述传感器处理的方法,对一个复杂的系统进行异常检测。例如,根据上述传感器处理方法对传感器进行聚类,得到多个传感器集,每个传感器集可以用于测量系统中的一个子系统。由于传感器集测量对应子系统得到的数据相互不影响,所以可知子系

统间的运行也相互不影响,即每个子系统的运行状态不受其他子系统的运行状态的影响。通过上述传感器聚类的方法,可以将一个复杂系统分成了多个互相不影响的子系统,在检测时,可以根据需求对一个复杂系统进行有针对性的检测,例如可以仅对可能发生异常的子系统进行检测。或者根据检测数据异常的传感器集,找到该传感器集对应的子系统。大大节省了排查系统异常的时间,提高了检测效率。

[0116] 本发明实施例中还提出的一种传感器处理的装置,该装置可以包括一个相关性系数计算模块410和一个传感器集获取模块420。其中,传感器集获取模块420还可以包括一个传感器集聚类单元421和一个选择单元422。

[0117] 其中,传感器处理的装置中包含的相关性系数计算模块410、传感器集获取模块420、以及传感器集获取模块420中包含的传感器集聚类单元421和选择单元422的功能分别与本发明实施例提出的一种检测系统异常的装置400中包含的相关性系数计算模块410、传感器集获取模块420、以及传感器集获取模块420中包含的传感器集聚类单元421和选择单元422的功能相同。

[0118] 对于本发明的传感器处理的装置实施例中未披露的细节可参见说明书对检测系统异常的装置400中包含的相关性系数计算模块410、传感器集获取模块420、以及传感器集获取模块420中包含的传感器集聚类单元421和选择单元422的详细描述。

[0119] 图5为本发明实施例中又一种检测系统异常的装置的示例性结构图。如图5所示,该装置可包括:至少一个存储器501、至少一个处理器502和至少一个端口503。这些组件通过总线504进行通信。

[0120] 其中,至少一个存储器501用于存储计算机程序。该计算机程序可以理解为包括图4所示的各个模块。

[0121] 此外,至少一个存储器501还可存储操作系统等。操作系统包括但不限于:Android操作系统、Symbian操作系统、Windows操作系统、Linux操作系统等等。

[0122] 至少一个端口503用于发送和接收数据。

[0123] 至少一个处理器502用于调用至少一个存储器501中存储的计算机程序,以基于至少一个端口503发送和接收数据的功能执行本发明实施例中所述的检测系统异常的方法。处理器502可以为CPU,处理单元/模块,ASIC,逻辑模块或可编程门阵列等。

[0124] 图6为本发明实施例中又一种传感器处理的装置的示例性结构图。如图6所示,该装置可包括:至少一个存储器601、至少一个处理器602和至少一个端口603。这些组件通过总线604进行通信。

[0125] 其中,至少一个存储器601用于存储计算机程序。该计算机程序可以理解为包括图4所示的相关性系数计算模块410、传感器集获取模块420、以及传感器集获取模块420中包含的传感器集聚类单元421和选择单元422。

[0126] 此外,至少一个存储器601还可存储操作系统等。操作系统包括但不限于:Android操作系统、Symbian操作系统、Windows操作系统、Linux操作系统等等。

[0127] 至少一个端口603用于发送和接收数据。

[0128] 至少一个处理器602用于调用至少一个存储器601中存储的计算机程序,以基于至少一个端口603发送和接收数据的功能执行本发明实施例中所述的传感器处理的方法。处理器602可以为CPU,处理单元/模块,ASIC,逻辑模块或可编程门阵列等。

[0129] 此外,本发明实施例中还提供一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序;所述计算机程序能够被一处理器执行并实现本发明实施例中所述的检测系统异常的方法或传感器处理方法。

[0130] 上述的本发明实施例中的检测系统异常的方法可以分为训练过程和检测过程。其中,训练过程可以根据复数个传感器检测的数据,判断每两个传感器测得的数据是否相互影响。将测得数据相互影响的传感器聚类在同一个传感器集中,则复数个传感器被聚类为多个传感器集。每个传感器集用于测量系统中的一个子系统,并且每个子系统的运行状态并不影响其他子系统。这样,可以将检测一个复杂系统的任务分成一个个子任务,每个子任务间可以并行运行。而且由于每个传感器集中的传感器的数据少于传感器的总数,那么处理数据时的计算复杂度要小得多。并且用于生成对应子系统的模型的数据是同一个传感器集得到的,所以使得每个模型的生成过程变得简单。此外,针对每个子系统有针对性的生成的模型相比于应用所有传感器检测整体系统得到的测量数据生成一个总体的模型更为精确。在检测过程中,通过分析每个传感器集的测量数据,即可判断其对应的子系统运行状态是否存在异常。若存在异常,则维修人员只维修运行状态异常的子系统就可,不用再对整个复杂系统进行排查,可以节省排查异常的时间,高效的完成复杂系统的维护工作。

[0131] 以上仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

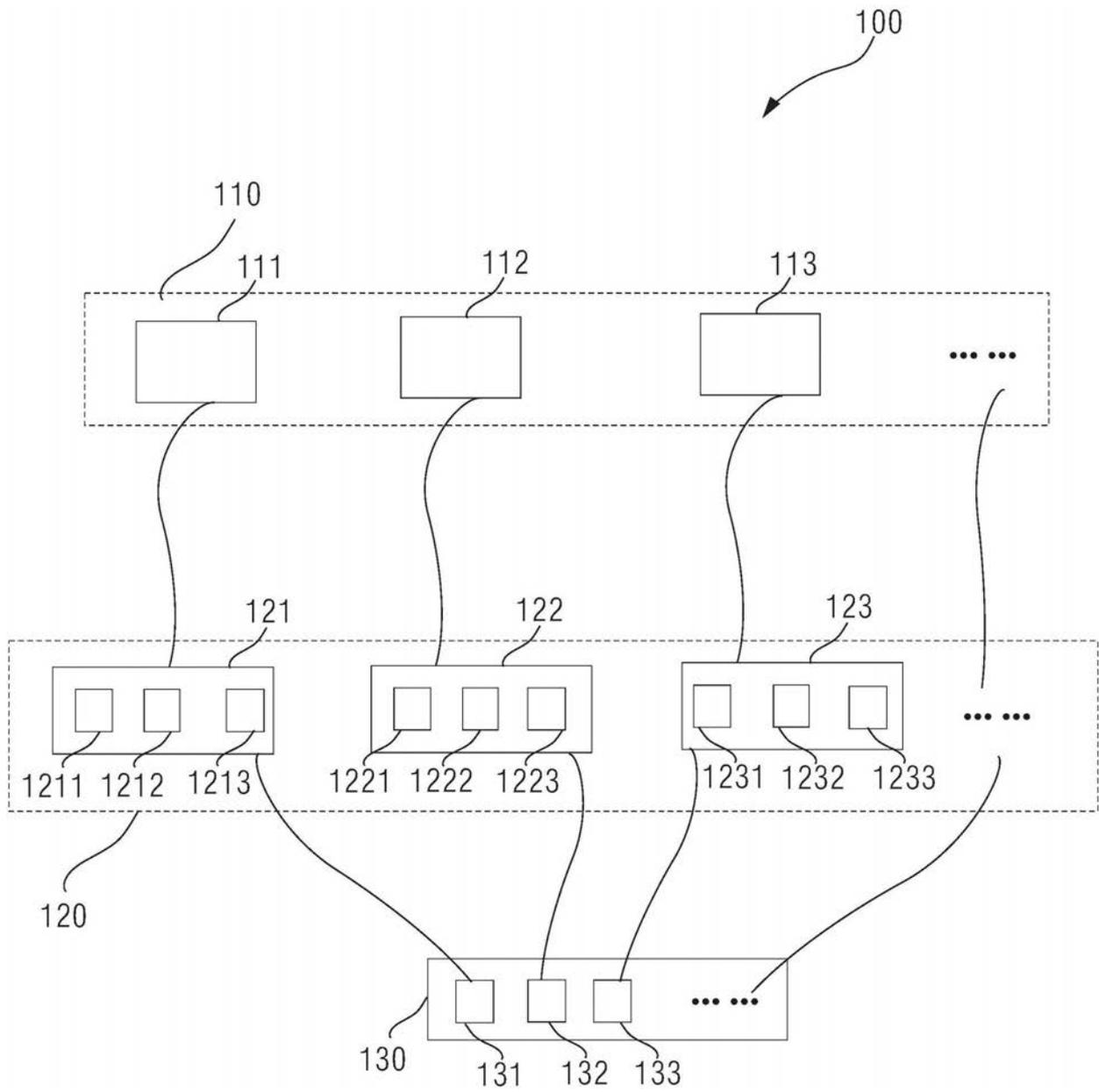


图1

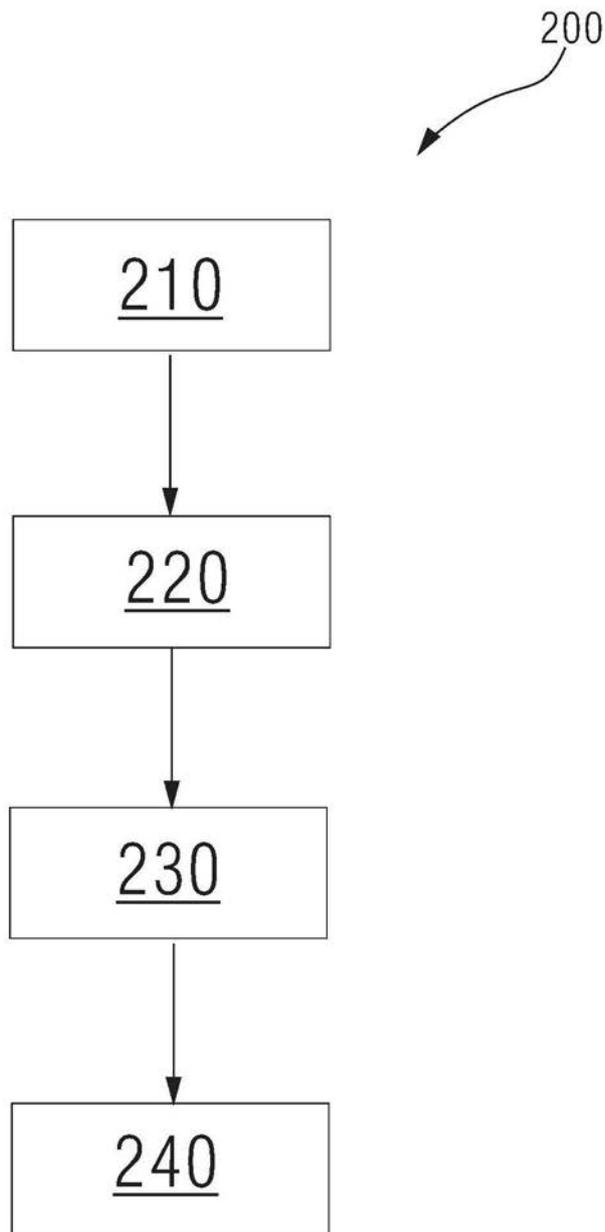


图2

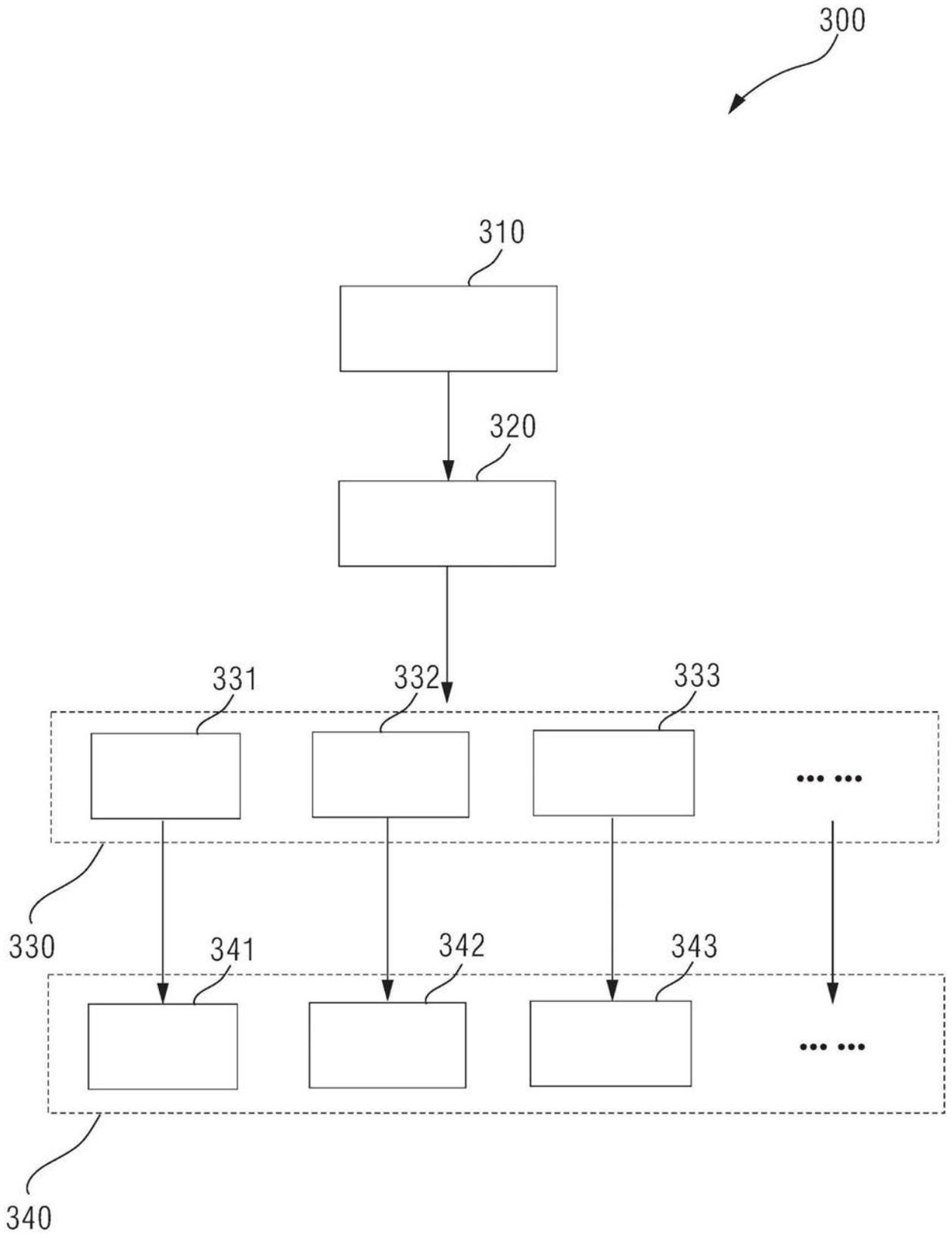


图3

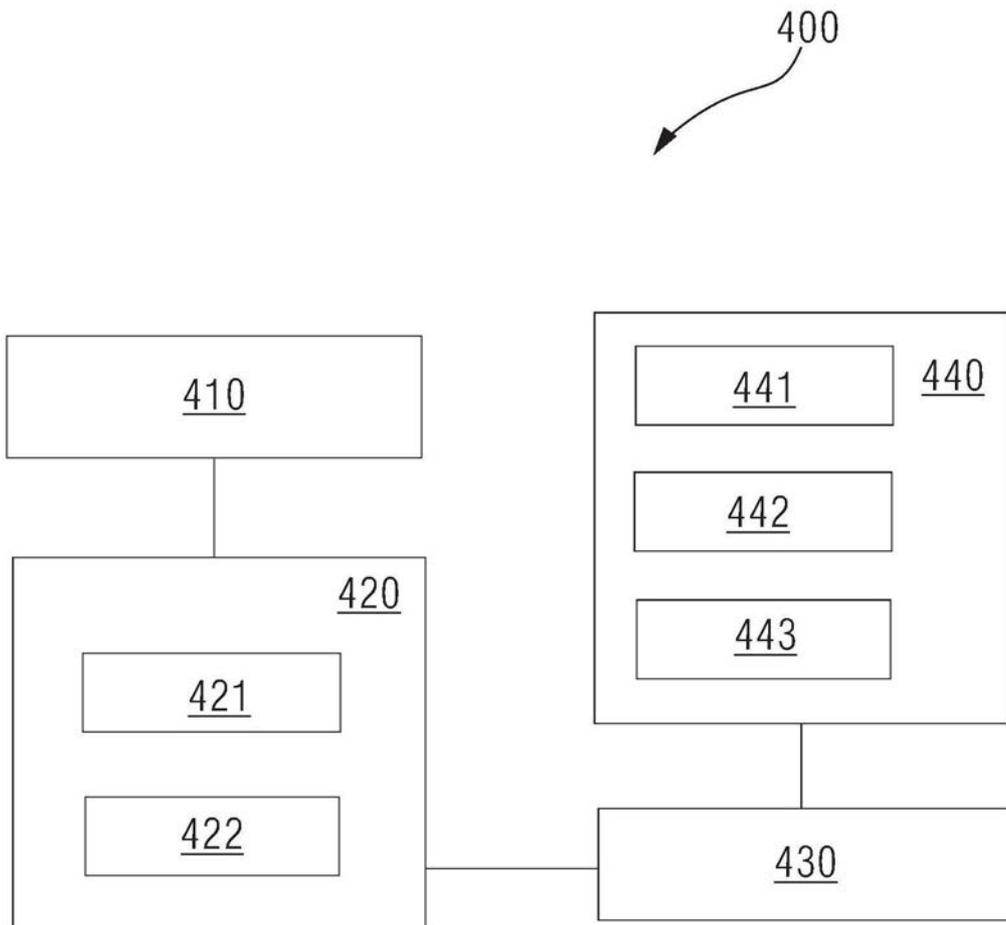


图4

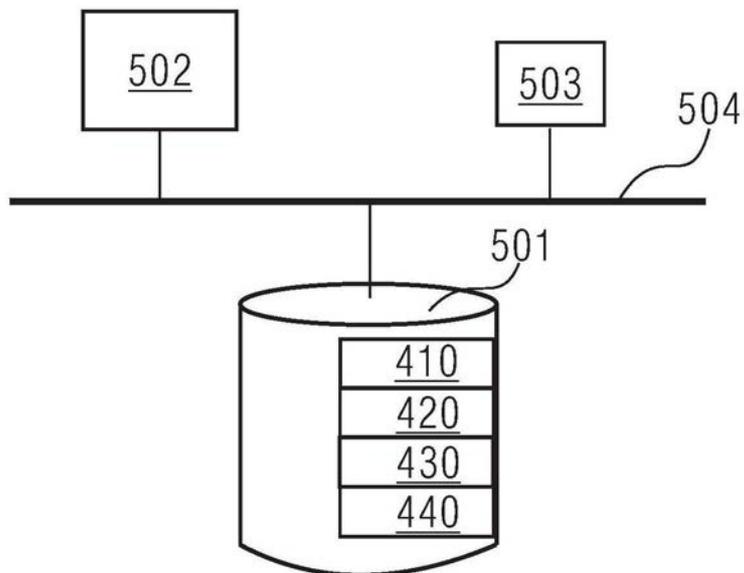


图5

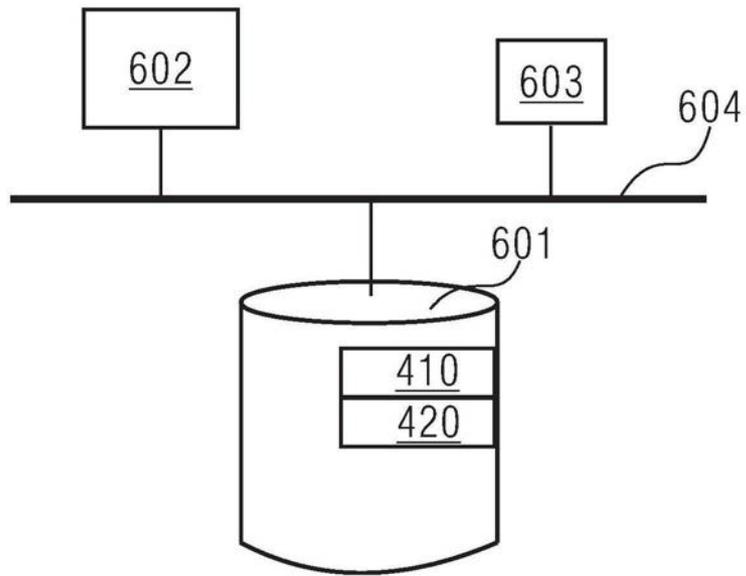


图6