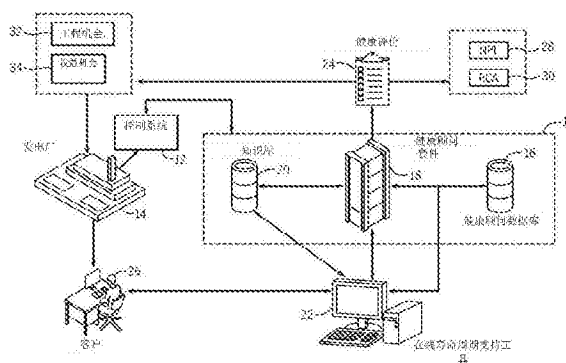




(45)授权公告日 2017.09.12



1. 一种用于控制可靠性操作的系统,包括:
数据收集系统,所述数据收集系统被配置成采集与控制系统相关的数据;
配置管理系统,所述配置管理系统被配置成基于所述数据来管理用于所述控制系统的硬件配置和软件配置;
规则引擎,所述规则引擎被配置成通过使用规则数据库,使用所述数据作为输入并且输出健康评价;以及
报告发生器,所述报告发生器被配置成为所述控制系统提供健康评价,所述健康评价包括准备状态度量,所述准备状态度量说明所述控制系统的百分比准备状态。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述用于控制可靠性操作的系统包括控制器,其中所述控制器被配置成为所述控制系统提供控制操作。
3. 根据权利要求2所述的系统,其中,所述控制器包括具有R核、S核和T核的三重模块冗余控制器,并且其中所述三重模块冗余控制器被配置成为所述控制系统提供冗余控制操作。
4. 根据权利要求2所述的系统,其中,所述数据包括配置文件,所述配置文件被配置成存储于所述控制器中,并且其中所述配置文件包括控制代码、控制器参数、或其组合。
5. 根据权利要求4所述的系统,其中,所述控制代码包括梯形逻辑、顺序功能图、功能块、或其组合。
6. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述数据收集系统被配置成提供所述数据的离线收集。
7. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述数据收集系统被配置成提供所述数据的在线收集,并且其中所述数据包括由控制器使用或产生的数据,所述控制器被配置成为所述控制系统提供控制操作。
8. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述规则数据库包括多个健康评价“如果……那么……”规则,并且其中所述规则引擎被配置成使用所述多个健康评价“如果……那么……”规则来输出所述健康评价。
9. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述用于控制可靠性操作的系统包括在线寿命周期支持工具,所述在线寿命周期支持工具被配置成使用所述健康评价来更新知识库,并且其中所述知识库包括对与所述控制系统的健康相关的客户问题的多个回答。
10. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述健康评价包括三重模块冗余准备状态报告、控制器推荐、配置报告、预警报告、基于存取的报告、或其任意组合。
11. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述用于控制可靠性操作的系统包括具有所述控制系统的发电系统。
12. 一种用于控制可靠性操作的方法,包括:
采集与控制系统相关的数据;
对所述数据进行分析以通过使用多个健康评价规则来获得数据分析结果;
基于所述数据分析结果来得到控制系统健康评价;以及
提供所述控制系统健康评价,其中所述控制系统健康评价被配置成为所述控制系统得到工程机会,所述健康评价包括准备状态度量,所述准备状态度量说明所述控制系统的百分比准备状态。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中,所述健康评价包括三重模块冗余准备状态报告、控制器推荐、自动配置报告、预警报告、基于存取的报告、或其任意组合。

14. 根据权利要求12所述的方法,其中,采集所述数据包括与所述控制系统离线地采集数据、与所述控制系统在线地采集数据、或其组合。

15. 根据权利要求12所述的方法,其中,所述工程机会包括移除、更新、或更换所述控制系统的硬件部件或软件部件。

16. 一种用于控制可靠性操作的系统,包括:

采集与控制系统相关的数据的模块;

对所述数据进行分析以获得数据分析结果的模块;

基于所述数据分析结果来得到控制系统健康评价的模块,其中,所述健康评价包括准备状态度量,所述准备状态度量说明所述控制系统的百分比准备状态;以及

基于所述控制系统健康评价来为所述控制系统得到工程机会的模块。

17. 根据权利要求16所述的系统,其中,对所述数据进行分析以获得数据分析结果的模块包括:使用控制器健康评价规则数据库来对所述数据进行分析的模块。

18. 根据权利要求16所述的系统,包括:使用知识库来提供对与所述控制系统的健康相关的客户问题的多个回答的模块。

19. 根据权利要求16所述的系统,其中,基于所述数据分析结果来得到所述控制系统健康评价的模块包括:得到三重模块冗余准备状态报告、得到控制器推荐、得到自动配置报告、得到预警报告、得到基于存取的报告、或其组合的模块。

20. 根据权利要求16所述的系统,其中,所述用于控制可靠性操作的系统包括工业系统,所述工业系统包括气化系统、涡轮系统、气体处理系统、发电系统、或其组合。

用于控制可靠性操作的系统和方法

技术领域

[0001] 本文中所公开的主题涉及可靠性操作,并且更具体地,涉及控制器可靠性操作。

背景技术

[0002] 包括工业控制系统在内的控制系统可以包括参与过程的多个部件和子系统。例如,控制器可以包括一个或多个处理器、I/O子系统、存储器等。控制器可以操作性地联接到多个系统并且例如用于控制工业过程。然而,控制系统可能是复杂的,包括很多相关的部件和子系统。因此,识别或预报控制系统操作的可靠性可能是困难并且耗费时间的。

发明内容

[0003] 下文对与原始要求保护的发明的范围相符的某些实施例进行概述。并不期望这些实施例对所要求保护的发明的范围构成限制,相反,这些实施例仅仅旨在提供对本发明的可能形式的简要概括。事实上,本发明可以包括多种形式,这些形式可以与下文所阐述的实施例相似或不同。

[0004] 在第一实施例中,一种系统包括数据收集系统,该数据收集系统被配置成从控制系统收集数据。该系统还包括配置管理系统,该配置管理系统被配置成基于数据来管理用于控制系统的硬件配置和软件配置。该系统还包括:规则引擎,该规则引擎被配置成通过使用规则数据库,使用数据作为输入并且输出健康评价;以及报告发生器,该报告发生器被配置成为控制系统提供健康评价。

[0005] 在第二实施例中,一种方法包括采集与控制系统相关的数据。该方法还包括对数据进行分析以通过使用多个健康评价规则来获得数据分析结果。该方法还包括:基于数据分析结果来得到控制系统健康评价;以及提供该控制系统健康评价,其中该控制系统健康评价被配置成为控制系统得到工程机会。

[0006] 在第三实施例中,一种系统包括非短暂性机器可读介质,该非短暂性机器可读介质包括代码,该代码被配置成:采集与控制系统相关的数据;以及对所采集到的数据进行分析以获得数据分析结果。该代码还被配置成基于该数据分析结果来得到控制系统健康评价;以及基于该控制系统健康评价来为控制系统得到工程机会。

附图说明

[0007] 当结合附图阅读以下详细描述时,本发明的这些和其它的特征、方面、以及优点将变得更好理解,其中相似的附图标记在全部附图中代表相似的元件,在附图中:

[0008] 图1是控制系统健康顾问的实施例的信息流程图,该控制系统健康顾问通信地联接到包括控制系统的工厂;

[0009] 图2是图1的控制系统健康顾问的实施例的示意图,该控制系统健康顾问通信地联接到控制系统;

[0010] 图3是图1的控制系统健康顾问的实施例的方框图;以及

[0011] 图4是用于得到对控制系统的健康评价的过程的实施例的流程图。

具体实施方式

[0012] 下文将对本发明的一个或多个特定实施例进行描述。为了提供对这些实施例的简明描述,说明书中可能不会对实际实施方式的所有特征进行描述。应当领会,在开发任何这种实际实施方式的过程中,像在任何工程或设计项目中一样,必须进行多种实施方式特定的判定,以实现开发者的特定目标(例如遵守系统相关和商业相关的约束),所述特定目标可能随着实施方式的不同而发生变化。此外,应当领会,这种开发工作可能是复杂和耗费时间的,但是无论如何,对于受益于本发明的本领域普通技术人员而言,这是设计、加工和制造的常规任务。

[0013] 当引入本发明的各个实施例的元件时,冠词“一”和“所述”意在表示具有元件中的一个或多个元件。术语“包括”、“包含”和“具有”旨在包含性的并且意味着除了所列出的元件还可能具有另外的元件。

[0014] 在某些实施例中,对工业过程以及相关机械设备的操作的控制可以由控制系统来提供。在这些实施例中,控制系统可以被实施成适于接收输入(例如,过程输入)、对输入进行处理、以及得到用于控制机械设备或过程(例如发电过程)的某些控制动作的硬件和软件部件的组合,如下文更详细地描述的。然而,控制系统可能例如由于较旧的硬件和软件而不是那样可靠。

[0015] 可以使用某些校正维护(CM)技术,用于在意外维护事件之后修复或更新控制器。然而,由于CM技术典型地在意外事件之后应用,因此控制过程可能停止直到控制系统被带回到期望操作条件为止。本文中所描述的创新技术,包括预测健康监测(PHM)技术使得在其识别控制系统问题发生之前识别该问题的预防性或预报性方法成为可能。因此,可以优先执行例如控制系统更新、部件更换、供应链下单等的维护动作,并且控制系统可以被保持在操作状态下较长的持续时间。事实上,控制过程和相关机械设备的停止可以基本被最小化或消除。

[0016] 在某些实施例中,基于规则的系统可以被包括在控制器健康顾问工具套件中,并且用于分析和得到对控制系统的健康评价。健康评价可以包括控制器准备状态、控制器推荐(例如,更新推荐、部件更换推荐、部件订货推荐)、配置报告、预警报告(例如,预警停机报告)和基于访问的报告(例如,基于角色的访问报告)。健康顾问套件还可以包括在线和离线部件,用于在健康顾问套件通信地直接联接到控制系统、或者间接联接到控制系统的同时执行健康评价。此外,可以实时或接近实时地提供健康评价。可以连续得到健康评价并且将其用于更新或改进控制系统,因此提供对控制系统的健康的最新预测。

[0017] 考虑到上文并且现在参照图1,附图是示出了控制器健康顾问系统10的实施例的信息流程图,该控制器健康顾问系统10可以通信地联接到控制系统12。健康顾问系统10可以包括存储于机器可读介质中并且被计算装置(例如,计算机、平板电脑、膝上型电脑、笔记本、手机、个人数字助理)用于实施本文中所公开的技术的非短暂性代码或指令。控制系统12例如可以用于控制电厂14。电厂14可以是任何类型的发电厂14,并且可以包括涡轮机械,例如燃气轮机、蒸汽轮机、风力轮机、水轮机、泵、和/或压缩机。应当注意到,在某些实施例中,控制系统12可以用于控制多种其它的机械设备,并且可以布置于任何工业厂房

(例如,制造厂、化工厂、炼油厂)中。此外,控制系统12可以用于控制工业系统,包括气化系统、涡轮系统、气体处理系统、发电系统、或其组合。

[0018] 健康顾问系统10可以包括健康顾问数据库16、健康顾问套件(例如,软件和/或硬件工具套件)18和知识库20。健康顾问数据库16可以存储例如基于规则的信息,所述基于规则的信息详细说明控制系统12的工作和可能配置的专家知识、以及用于对控制系统12的健康进行推导或预报的知识。例如,健康顾问数据库16可以包括可用于预报与控制系统12相关的健康、配置、和/或发生不期望维护事件(例如,电源故障、处理器核故障、输入/输出[I/O]包故障、内存不足、总线连接松动)的概率的专家系统规则(例如,前向链接专家系统、反向链接专家系统)、回归模型(例如,线性回归、非线性回归)、模糊逻辑模型(例如,预报模糊逻辑模型)、以及其它的预报模型(例如,马尔可夫链模型、贝叶斯模型、支持向量机模型)。

[0019] 知识库20可以包括对控制系统12提问或问题的一个或多个回答,包括与控制器配置、意外问题、已知硬件或软件问题、服务更新、和/或用户手册相关的回答。健康顾问套件18可以基于新的信息来更新知识库20,例如控制系统健康评价24。此外,提供在线寿命周期支持工具22。在线寿命周期支持工具22可以使用健康顾问套件18和知识库20来提供对电厂14的客户26的支持。例如,客户26可以通过使用网页浏览器、客户端、虚拟专用网络(VPN)连接等来连接到在线寿命周期支持工具22,并且通过在线寿命周期支持工具22来访问由知识库20、以及健康顾问套件18和/或健康评价24提供的回答。

[0020] 在线寿命周期支持工具22可以被其它实体类似地使用,例如担任对提供给工厂14的合同服务进行管理的工作的合同履行管理者(CPM)、和/或担任向工厂14提供信息技术和/或其它的系统支持的工作的技术助理(TA)。例如,可以向工厂14提供由CPM和TA支持的合同维护服务(例如,检测、修复、改造、部件更换、部件更新)、服务等级协定(SLA)等。

[0021] 健康评价24例如可以用于允许新产品导入(NPI)28和/或根本原因分析(RCA)30。例如,在健康评价24中发现的问题可以有助于识别与用于控制系统12的新的硬件或软件部件的导入(例如,NPI28)、或者控制系统12的较新版本的导入相关的问题。被识别出的问题随后可以用于得到RCA30。例如,健康顾问套件18可以使用例如故障树分析、线性回归分析、非线性回归分析、马尔可夫建模、可靠性框图(RBD)、风险图、和/或保护层分析(LOPA)的技术。RCA30随后可以用于重组或以其它方式更新控制系统12从而解决所发现的任何问题。

[0022] 健康评价24和/或知识库20还可以用于得到工程机会32和收益机会34。例如,控制器使用模式(处理器使用、存储器使用、网络使用、程序日志)、问题发现、常见问题等可以用于得到控制系统12的工程变化。所述工程变化可以包括改变存储器分页方案、存储器分配算法、应用CPU优化(例如,指定进程优先级、指定线程优先级)、应用编程优化(例如,识别和重写程序瓶颈、使用改进的存储器分配、使用处理器专用指令)、应用网络优化(例如,改变传输/接收速率、帧尺寸、保有时间(TTL)限制)等。

[0023] 收益机会34也可以被识别和执行。例如,健康评价24可以基于适于改进控制系统12的性能的期望的成本或预算结构来详细说明对控制系统12的某些更新。更新可以包括软件和/或硬件更新,例如集散控制系统(DCS)、制造执行系统(MES)、监控与数据采集(SCADA)系统、人机界面(HMI)系统、输入/输出系统(例如,I/O包)、存储器、处理器、网络接口、电源、和/或通信总线的较新版本。通过使用健康顾问组件18来得到健康评价24,本文中所描述的技术可以允许更高效和安全的电厂14、以及使操作成本最小化。

[0024] 图2是示意图,其中示出了通信地联接到健康顾问套件18的控制系统12的实施例。控制系统12可以包括计算机系统36,该计算机系统36适于执行多种控制和监测应用、以及提供工程师或技术人员可以通过其监测控制系统12的部件的操作者接口。因此,计算机36包括可以用于对计算机指令进行处理的处理器38、以及可以用于存储计算机指令和其它数据的存储器40。计算机系统36可以包括适于运行软件应用的任何类型的计算装置,例如膝上型电脑、工作站、平板电脑、或手持便携式装置(例如,个人数字助理或手机)。事实上,计算机系统36可以包括多种硬件和/或操作系统平台中的任何一个。根据一个实施例,计算机36可以主控工业控制软件,例如人机界面(HMI)软件42、制造执行系统(MES)44、集散控制系统(DCS)46、和/或监控与数据采集(SCADA)系统48。HMI42、MES44、DCS46、和/或SCADA50可以被存储成存储于非短暂性可触计算机可读介质(例如计算机36的存储器40)上的可执行编码指令。例如,计算机36可以主控可购自纽约斯卡奈塔第的通用电气公司的ControlST™和/或ToolboxST™软件。

[0025] 健康顾问18可以通过直接或间接技术通信地联接到计算机系统36。例如,信号管道(例如,电缆、无线路由器)可以用于将健康顾问18直接联接到计算机38。类似地,文件传输机制(例如,远程桌面协议(rdp)、文件传输协议(ftp)、手动传输)可以用于间接发送或接收数据,例如文件。此外,当健康顾问18定位在云50中并且与计算机系统36直接或间接通信时,可以使用云50计算技术。

[0026] 健康顾问套件18可以包括数据收集子系统54、配置管理系统56和规则引擎58。在某些实施例中,数据收集子系统54可以收集和存储数据,例如代表控制系统12的状态、健康和操作条件的数据。数据收集子系统54可以连续操作,并且可以包括关系数据库、网络数据库、文件等,有助于存储数据和更新所存储的数据。配置管理系统56可以用于管理用于构造控制系统12的软件和/或硬件部件的各种配置。事实上,控制系统12可以包括多个软件和/或硬件部件,每一个部件都具有一个或多个版本。这些版本的部件可以作为合同服务协定的一部分被制造商包装到控制系统12中,并且/或者可以被提供成交易服务协定(例如,单独购买)的一部分。规则引擎58可以用于允许得到健康评价24,如下文参照图3和图4更详细地描述的。

[0027] 此外,计算机系统36和健康顾问18可以通信地连接至工厂数据高速通道60,该工厂数据高速通道60适于允许图示的计算机36与其它计算机36和/或健康顾问18之间的通信。事实上,工业控制系统12可以包括通过工厂数据高速通道60、或者通过其它数据总线(例如,局域网、广域网)互连的多个计算机系统36。在图示实施例中,计算机系统36和健康顾问18可以进一步通信地连接至单位数据高速通道62,该单位数据高速通道62适于将计算机系统36和健康顾问18通信地联接到工业控制器系统64。在其它实施例中,其它的数据总线(例如,直接布线、局域网、广域网)可以用于将计算机系统36和健康顾问18联接到工业控制器64。

[0028] 在一个实施例中,工业控制器64可以包括处理器66,该处理器66适于执行有助于使多个工厂设备(例如涡轮系统68、温度传感器70、阀72和泵74)自动化的计算机指令或控制逻辑。工业控制器64还可以包括存储器76,该存储器76用于存储例如控制代码(例如,计算机指令和其它数据)。例如,控制器64可以存储以国际电工委员会(IEC)61804语言标准、顺序功能图(SFC)、梯形逻辑编写的一个或多个功能块,或者以其它的编程语言、以控制代

码编写的程序。在一个实施例中,控制代码可以被包含在配置文件65中。除此之外或备选地,配置文件65可以包括用于控制器的配置参数,例如实例化功能块(例如,将被装载到存储器中的功能块)、网络参数、编码同步和定时、I/O配置、将使用的内存的量、存储器分配参数(例如,存储器分页参数)等。

[0029] 在另一个实施例中,控制器64可以是适于提供故障转移或冗余操作的冗余控制器。在该实施例中,控制器64可以包括三核(或单独的控制器)R、S、T并且可以被称为三重模块冗余(TMR)控制器64。核R、S、T可以基于每一个核R、S、T的状态信息来“投票”以确定控制逻辑中将执行的下一个动作(例如,步骤)。大多数投票确定选定的动作。例如,在使用状态投票算法的过程中,具有相同状态的控制器中的两个控制器(例如控制器R和T)可以“投票胜出”具有不同状态的第三控制器(例如,控制器S)。通过该方式,控制器64系统可以在为被监测和控制的系统提供更可靠的状态(和动作)的同时依赖大多数核。

[0030] 工业控制器64可以与多个现场装置通信,包括但不限于流量计、pH传感器、温度传感器、振动传感器、间隙传感器(例如,测量旋转部件与静止部件之间的距离)、压力传感器、泵、致动器、阀等。在一些实施例中,工业控制器64可以是可购自纽约斯卡奈塔第的通用电气公司的三重模块冗余(TMR) MarkTMVIe控制器系统。通过包括三个处理器,TMR控制器64可以提供冗余或容错操作。在其它实施例中,控制器64可以包括单个处理器、或双处理器。

[0031] 在图示实施例中,涡轮系统68、温度传感器70、阀72和泵74通过使用适于I/O网络82与H1网络84之间接口的连接装置78和80来通信地连接至工业控制器64和/或健康顾问18。例如,连接装置78和80可以包括可购自德国哈尔的Softing AG公司的FG-100连接装置。额外的现场装置86(例如,传感器、泵、阀、致动器)可以通过使用一个或多个输入/输出(I/O)包88经由I/O网络82通信地联接到控制器64和/或健康顾问18。I/O包88均可以包括用于执行实时操作系统的微处理器90,例如可购自加拿大安大略滑铁卢的QNX Software Systems/Research in Motion(RIM)公司的QNX[®]。每一个I/O包88还可以包括用于存储计算指令和其它数据的存储器92、以及用于监测I/O包88中的环境温度的一个或多个传感器94,例如温度传感器。在其它实施例中,涡轮系统68、温度传感器70、阀72、泵74、和/或现场装置86可以通过使用直接布线(例如,通过接线板)或者间接装置(例如,文件传输)连接至控制器64和/或健康顾问18。

[0032] 如图所示,连接装置78和80可以分别包括用于执行计算机指令的处理器96和98,并且还可以包括用于存储计算机指令和具它数据的存储器100和102。在一些实施例中,I/O网络82可以是100兆比特(MB)高速以太(HSE)网络,并且H1网络84可以是31.25千比特/秒的网络。因此,通过I/O网络82传输和接收的数据随后可以由H1网络84传输和接收。即,连接装置78和80可以用作I/O网络82与H1网络84之间的纽带。例如,I/O网络82上的较高速的数据可以被缓冲,并且随后以合适的速度在H1网络84上传输。因此,多个现场装置可以连接到工业控制器64、计算机36、和/或健康顾问18。例如,现场装置68、70、72和74可以包括或者可以是工业装置,例如包括对Foundation H1双向通信协议的支持的Fieldbus FoundationTM装置。现场装置68、70、72、74和86还可以包括对其它通信协议的支持,例如在HART[®] Communication Foundation(HCF)协议和Profibus Nutzer Organization e.V.(PNO)协议中找到的通信协议。

[0033] 图3是健康顾问套件18的实施例的方框图,其中示出了将输入106转化成健康评价

24。通过使用输入106来得到健康评价24,健康顾问套件18可以允许对控制系统12的健康的最新预测,并且可以用于得到工厂14的NPI28、RCA30、工程机会32、和/或收益机会34。如上所述,健康顾问套件18可以包括存储于非短暂机器可读介质(例如计算机、平板电脑、笔记本、工作站、手机、和/或其它计算装置的存储器)中的计算机指令。在图示实施例中,输入106可以包括网站软件108、规则110、和/或过程动力学112。

[0034] 网站软件108可以包括由图2的控制系统12的部件(例如,HMI42、MES44、DCS46、计算机36、控制器64、连接装置78、80、I/O包88、工厂数据高速通道60、I/O网络82、H1网络84、和现场装置68、70、72、74、86)使用的所有软件(例如,软件工具、操作系统、网络软件、固件、微代码、显示驱动器、声音驱动器、网络驱动器、I/O系统驱动器)。

[0035] 规则110可以包括“如果……那么……”规则,其中“如果”部分被设定成先行条件,并且“那么”部分被设定成先行条件的结果。规则还可以包括模糊逻辑规则、专家系统规则(例如,前向链接专家系统、反向链接专家系统)、递归规则(例如,Prolog规则)、贝叶斯推理退则、动态逻辑规则(例如,模态逻辑)、神经网络规则、遗传算法规则、或其组合。可以通过咨询领域内的一个或多个专家(例如控制器系统健康专家)来得到规则,或者例如通过使用机器学习技术(例如,强化学习、决策树学习、归纳逻辑编程、神经网络训练、聚类、支持向量机)来自动得到规则。

[0036] 过程动力学112可以包括在健康顾问18通信地联接到控制系统12时接收到的数据。过程动力学112数据可以包括控制器64、和/或HMI42、MES44、DCS46、SCADA48所发出的警报。类似地,过程动力学112可以包括存储器40、76、92、100、102的利用数据(例如,百分比利用、总体利用)、处理器38、66、90、96、98的利用数据(例如,被软件过程利用、被软件应用利用)、控制系统12的部件所使用的当前配置参数(例如,存储器页尺寸、虚拟存储器页、线程优先级、进程优先级)、控制器64参数(例如,主/从配置、I/O参数)、总线60、62、和84参数、I/O包88参数、连接装置78、80参数、现场装置68、70、72、74、86参数。

[0037] 在图示实施例中,健康顾问套件18包括在线114和离线116操作模式,所述在线114和离线116操作模式可以单独或彼此结合使用。在在线操作模式114中,健康顾问可以例如通过使用健康顾问套件18的数据收集子系统54来不断接收输入106,随后例如通过使用健康顾问套件18的配置管理56和规则引擎58来对输入106进行处理,以产生健康评价24。在离线操作模式116下,输入106例如可以被提供成文件集或者被提供成“分批作业”。即,文件或“分批作业”可以被提供给数据收集子系统54作为预收集数据,该预收集数据随后可以被用于产生健康评价24。通过提供离线模式116,健康顾问套件18例如可以用于计算装置,该计算装置可以与控制器系统12分开。还示出了用户输入118。用户输入118可以包括与控制系统12相关并且由用户手动输入的数据。此外,用户输入118可以包括涉及健康顾问18的使用输入(例如,键盘、鼠标、声音),以执行某些期望的操作,例如得到健康评价24的操作,包括TMR准备状态报告120、推荐报告122、自动配置报告124、预警126、和/或基于存取的报告128。

[0038] TMR准备状态报告120可以详细说明TMR控制器64的状态,包括任何检测到的故障状态、基于报警日志数据的报警报告、基于错误日志数据的错误报告,并且还可以通过使用输入106来得到全部准备状态度量。例如,准备状态度量可以详细说明总体控制系统12、以及控制系统12的每一个部件的近似百分比准备状态(0%-100%)。百分比准备状态的较高

数量可以表明控制系统12(或部件)更适于连续操作,而百分比准备状态的较低数量可以表明控制系统12(或部件)较不适于连续操作。可以通过使用关注确定控制系统12(或部件)的总体操作健康的规则110中的某些规则来得到百分比准备状态。还可以通过使用基于输入的统计或历史分析结果来得到百分比准备状态,例如泊松分布模型、线性回归分析、非线性回归分析、Weibull分析、故障树分析、马尔可夫链建模等。

[0039] 推荐报告122可以包括对控制系统12的改进的推荐。例如,可以推荐某些硬件和软件更新或增加。硬件更新可以包括存储器更新、网络设备更新、处理器更新、更换控制系统12的部件、更换布线、更换电源等。推荐还可以包括增加某些部件或相关子系统,例如以使得能够较快地控制并且/或者较快地处理数据。软件推荐可以包括更新或更换控制系统12的软件部件(例如,HMI42、MES44、DCS46、SCADA48)、操作系统、软件工具、固件、微代码、应用等。

[0040] 自动配置报告124可以包括控制系统12的配置的细节。配置细节可以包括控制系统12所使用的所有的软件和硬件部件的清单,包括部件36、38、40、42、44、46、48、50、60、62、64、66、68、70、72、74、76、78、80、82、84、86、88、90、92、94、96、98、100、和/或102的细节。细节可以包括控制系统12所使用的上述部件中的每一个的数量、每一个部件的版本信息(硬件版本、固件版本、软件版本、微码版本)、部件之间的互连(例如,网络图、电路图、信息流程图、程序设计流程图、数据库图)、采购信息(成本、配送次数、供应商信息)。

[0041] 预警报告126可以包括可能导致不期望状况的事件的清单,例如意外维护事件或控制系统12的停止。例如,预警报告126可以包括例如内存40、76、92、100、102不足、控制器64冗余丢失、总线60、62、84的低带宽容量、处理器38、66、90、96、98处理能力不足、部件36、38、40、42、44、46、48、50、60、62、64、66、68、70、72、74、76、78、80、82、84、86、88、90、92、94、96、98、100和102中的任何一个的故障、软件错误、硬件错误等。

[0042] 基于存取的报告128可以是能够由特定角色(例如系统管理员、工厂经营者、调试工程师、管理者、程序员、控制工程师、采购人员、会计人员等)读取的报告,并且用于执行与上述角色相关的工作。在一个实施例中,基于读取的报告128可以基于关注期望的角色的用于TMR准备状态报告120、122、124、和/或126中的数据。例如,控制工程师角色可以基于TMR准备状态报告120、122、124和126中所使用的所有的数据来接收报告128,同时基于采购的报告128可以提炼数据并且展示与采购活动相关的数据(例如,制造信息、成本信息、配送次数信息)。通过该方式,来自TMR准备状态报告120、122、124和126的数据可以被提炼并且用于更高效地支持例如系统管理员、工厂经营者、调试工程师、管理者、程序员、控制工程师、采购人员、会计人员的角色。

[0043] 图4是用于对控制系统12进行分析并且得到健康评价24的过程130的实施例的流程图。可以通过使用存储于非短暂性机器可读介质(例如,计算机、膝上型电脑、笔记本、平板电脑、手机、和/或个人数字助理(PDA)的存储器)中的计算机指令来实施过程130。通过对输入106进行分析并且得到健康评价24(例如,TMR准备状态报告120、推荐122、自动配置报告124、预警126、基于存取的报告128),过程130可以允许更高效、可靠和安全的控制系统12。

[0044] 过程130可以采集与控制系统12相关的数据(方框132),例如输入106。如上所述,可以直接(例如,通过电缆或其它管道)或者间接(例如,通过被加载到存储介质上的文件,

例如CD、DVD、闪存卡、拇指驱动)来采集数据。随后可以对所采集到的数据进行分析(方框134)。例如,健康评价套件18可以使用引擎58和规则110来对数据进行分析。也可以使用包括统计和历史分析技术在内的其它技术,例如故障树分析、线性回归分析、非线性回归分析、马尔可夫建模、RBD、风险图、LOPA、泊松分布模型、Weibull分析、和/或马尔可夫链建模。

[0045] 过程130随后可以例如通过使用如上所述的控制系统健康评价套件18来得到(方框136)控制系统健康评价24。健康评价24随后可以被提供(方框138)给控制系统12操作者和/或制造商并且被提供给用户角色(例如,系统管理员、工厂经营者、调试工程师、管理者、程序员、控制工程师、采购人员、会计人员),并且被存储在例如能够由在线寿命周期支持工具22存取的知识库20中。如上所述,健康评价报告可以包括TMR准备状态报告120、推荐报告122、自动配置报告124、预警报告126和基于存取的报告128。

[0046] 过程130随后可以使用所提供的TMR准备状态报告120、122、124、126、和/或128来改进(方框140)控制系统12和/或工厂14。例如,控制系统12的部件可以被更换、增加、或升级。类似地,可以得到NPI28和RCA30、工程机会32和/或收益机会34并且将其用于更高效和安全地操作控制系统12和/或工厂14。

[0047] 本发明的技术效果包括在线和离线采集控制系统信息。所采集到的控制系统信息随后可以用于例如通过使用通信地联接到健康评价数据库的规则引擎来得到控制系统健康评价。可以通过使用规则编辑器来编辑规则引擎中的规则。健康评价可以包括适于改进和/或优化控制系统的三重模块冗余(TMR)准备状态报告、控制器推荐、自动配置报告、预警报告、基于存取的报告、或其组合。

[0048] 本书面描述使用例子对本发明进行了公开(其中包括最佳模式),并且还使本领域技术人员能够实施本发明(其中包括制造和使用任何装置或系统并且执行所包含的任何方法)。本发明的可专利范围通过权利要求进行限定,并且可以包括本领域技术人员能够想到的其它的例子。如果这种其它的例子具有与权利要求的字面语言没有区别的结构元件,或者如果这种其它的例子包括与权利要求的字面语言没有实质区别的等同结构元件,则期望这种其它的例子落入权利要求的范围内。

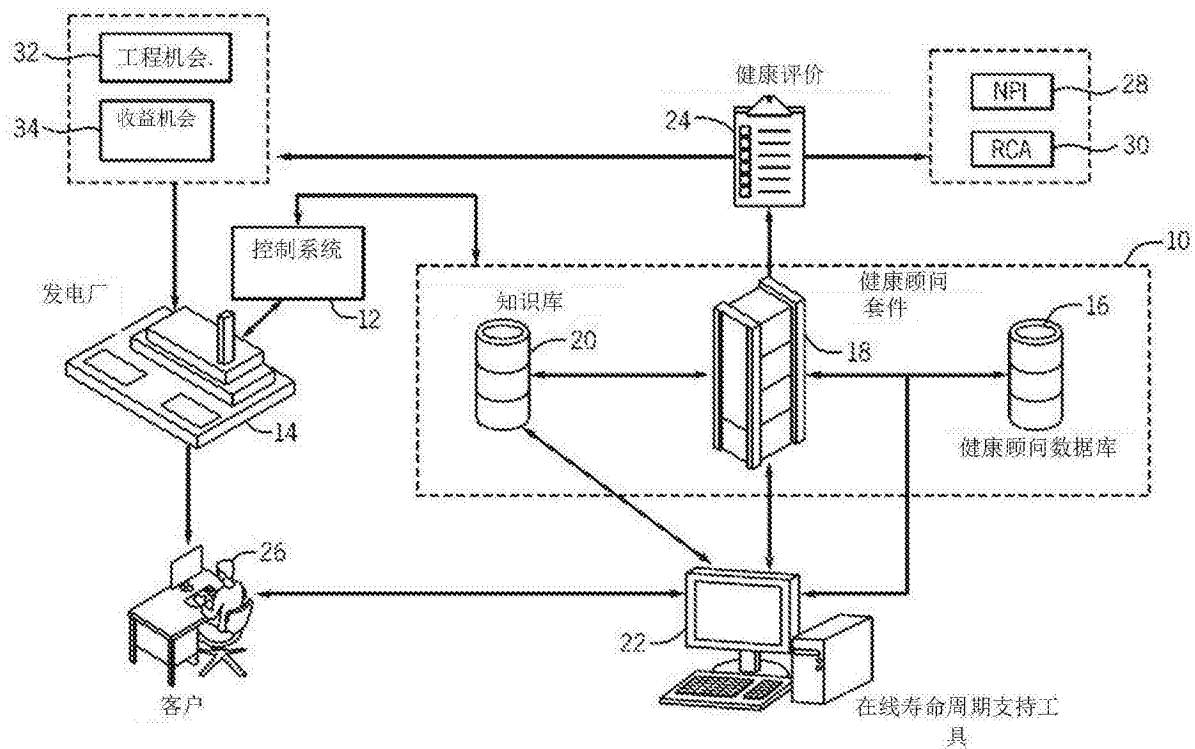


图 1

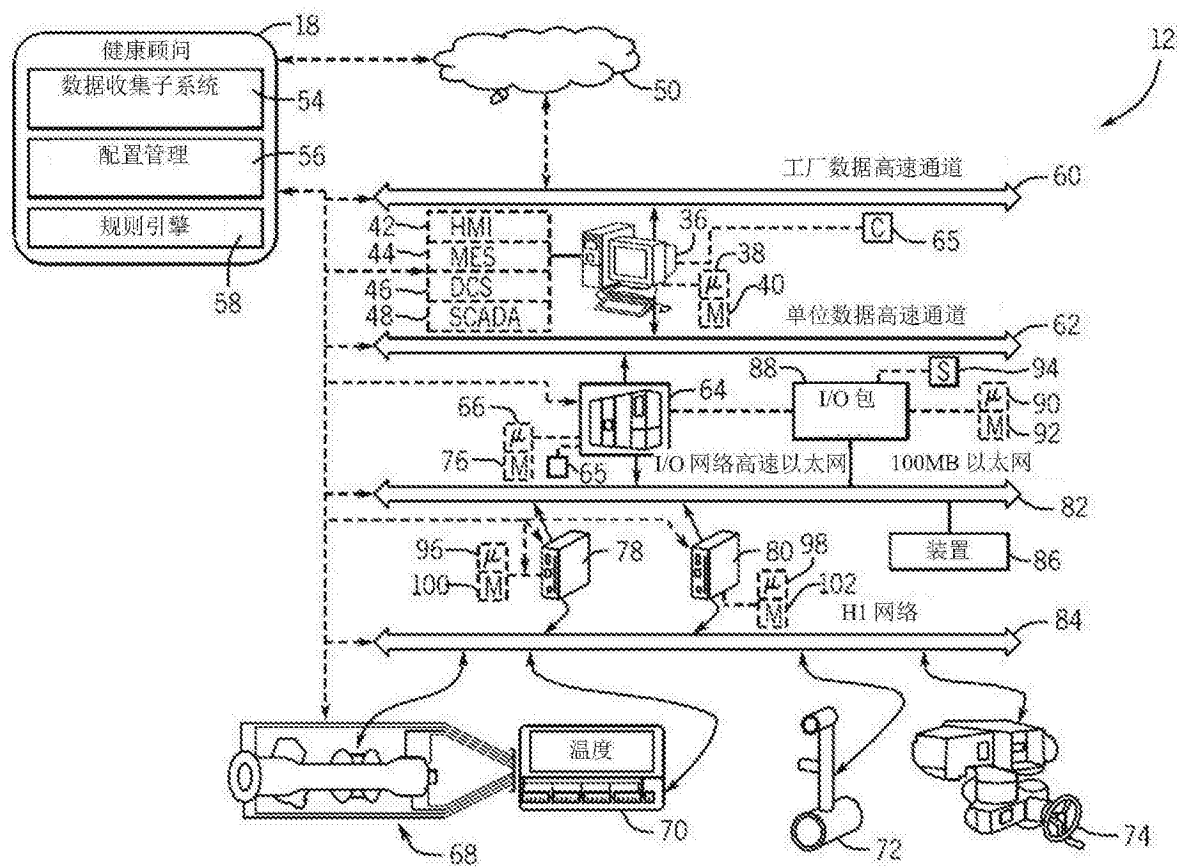


图2

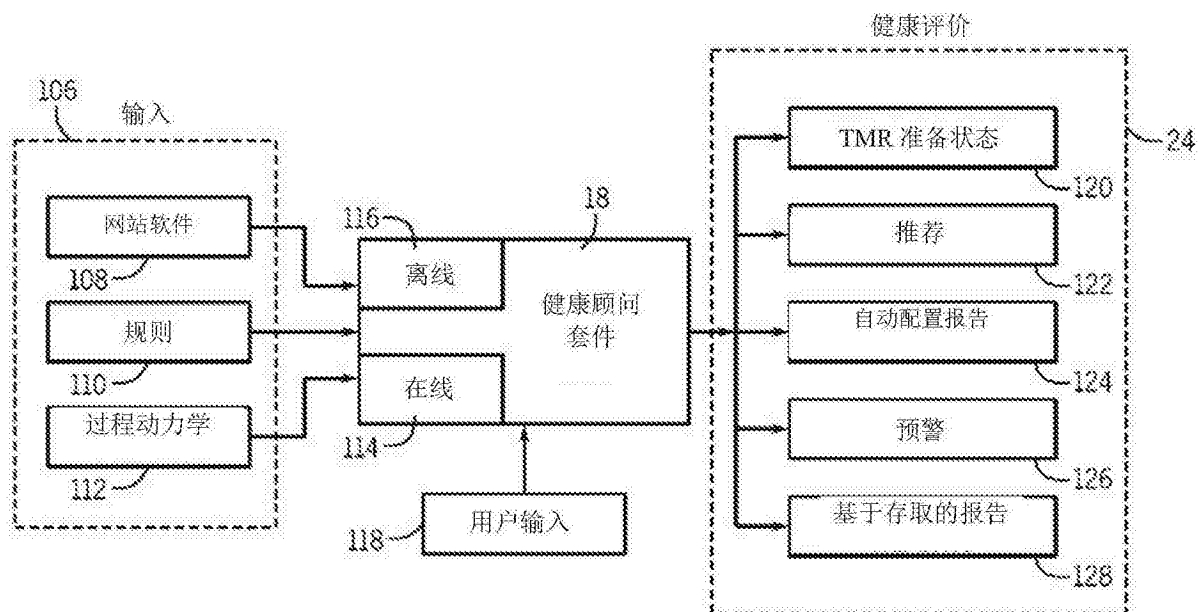


图3

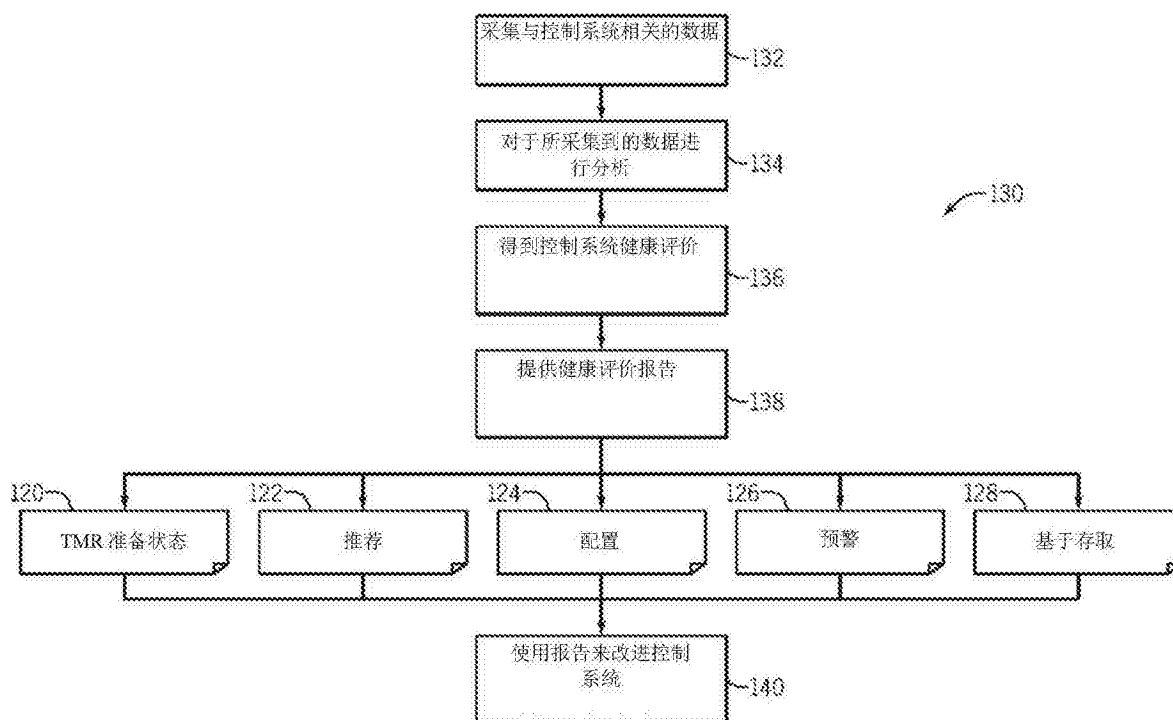


图4