



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116431110 A

(43) 申请公布日 2023. 07. 14

(21) 申请号 202310023090.5

G06F 8/71 (2018.01)

(22) 申请日 2023.01.06

(30) 优先权数据

22150953.2 2022.01.11 EP

(71) 申请人 西门子股份公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 V·库马尔 K·日

S·蒂亚加拉让 P·乌庞达

M·维特

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

专利代理师 张凌苗 刘春元

(51) Int. Cl.

G06F 8/30 (2018.01)

G06F 8/61 (2018.01)

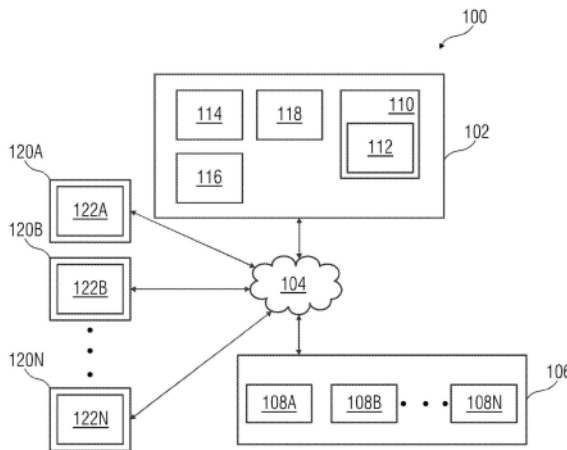
权利要求书3页 说明书10页 附图7页

(54) 发明名称

用于使用多学科方法在技术安装中生成自动化工程项目的的方法和系统

(57) 摘要

用于使用多学科方法在技术安装中生成自动化工程项目的的方法和系统。本发明提供了一种用于在技术安装(106)中生成自动化工程项目的的方法和系统。该方法包括由处理单元(202)接收生成用于技术安装(106)的自动化工程项目的请求。该方法还包括基于关于与自动化工程项目相关联的硬件配置的信息生成第一名称图。该方法还包括由处理单元(202)基于对技术安装(106)的硬件配置的一个或多个修改的分析来生成第二名称图。该方法还包括由处理单元(202)基于第一名称图与第二名称图的比较从多个工程对象生成自动化工程项目。



1. 一种用于使用多学科方法在技术安装(106)中生成自动化工程项目的方法,所述方法包括:

由处理单元(202)接收生成用于技术安装(106)的第一自动化工程项目(504B)的请求,其中,所述请求包括与所述技术安装(106)中的多个硬件设备(108A-N)相关联的硬件配置的信息(502A);

由所述处理单元(202)基于所述多个硬件设备(108A-N)的硬件配置的所述信息(502A)和第二自动化工程项目(504A)生成第一名称图(508),其中

所述第二自动化工程项目(504A)被配置成使多个工程对象自动化,以及

所述第一名称图(508)包括关于所述多个硬件设备(108A-N)的硬件配置和与所述第二自动化工程项目(504A)相关联的所述多个工程对象之间的关系的的信息;

由所述处理单元(202)从用户(510)接收关于多个硬件设备(108A-N)的所述硬件配置中的一个或多个修改(502B)的信息;

由所述处理单元(202)分析所述第一名称图(508)和所述多个硬件设备(108A-N)的所述硬件配置中的所述一个或多个修改(502B);

由所述处理单元(202)基于对所述技术安装(106)的所述硬件配置的所述一个或多个修改(502B)的分析来生成第二名称图(514),其中,所述第二名称图(514)包括关于所述技术安装(106)的修改的硬件配置与所述多个工程对象之间的关系的的信息;

由所述处理单元(202)基于所述第一名称图(508)与所述第二名称图(514)的比较从所述多个工程对象生成所述第一自动化工程项目(504B);

由所述处理单元(202)生成用于工业环境(100)的仿真实例;以及

由所述处理单元(202)通过在生成的仿真实例上执行所述第一自动化工程项目的的一个或多个功能来仿真所生成的第一自动化工程项目在所述工业环境(100)中的部署。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,关于所述硬件配置的所述信息(502A)被编码为第一自动化标记语言脚本(506)。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中,生成所述第一名称图包括:

由所述处理单元(202)分析所述第一自动化标记语言脚本(506)以检测所述第一自动化标记语言脚本中的多个节点;

由所述处理单元(202)将所述多个节点中的每个节点转换为一个或多个知识图三元组;以及

由所述处理单元(202)从所述一个或多个知识图三元组生成所述第一名称图(508),其中,所述第一名称图(508)包括所述第一自动化标记语言脚本(506)中的所述多个节点中的每个节点之间的层级关系的基于知识图的语义表示。

4. 根据权利要求1至3所述的方法,其中,生成所述第二名称图包括:

由所述处理单元(202)将所述多个硬件设备(108A-N)的所述硬件配置中的所述一个或多个修改(502B)转换成第二自动化标记语言脚本(512);

由所述处理单元(202)将所述第二自动化标记语言脚本(512)生成为知识图实例;

由所述处理单元(202)将所述知识图实例集成到所述第一名称图(508)中;以及

由所述处理单元(202)基于所述知识图实例到所述第一名称图中的集成来生成所述第二名称图(514)。

5. 根据权利要求1至3所述的方法,其中,生成所述自动化工程项目包括:

由所述处理单元(202)确定所述第一名称图(508)与所述第二名称图(514)之间的多个差异;

由所述处理单元(202)将所确定的多个差异映射到所述多个工程对象中的一个或多个工程对象;

由所述处理单元(202)基于所确定的多个差异来修改所述多个工程对象中的所述一个或多个工程对象;以及

由所述处理单元(202)从所述多个工程对象中的所述一个或多个修改的工程对象生成所述第一自动化工程项目(504B)。

6. 根据权利要求4所述的方法,其中,确定所述第一名称图(508)与所述第二名称图(514)之间的所述多个差异包括:

由所述处理单元(202)确定所述第一名称图的至少两个节点之间的第一层级路径和所述第二名称图的对应节点之间的第二层级路径;

由所述处理单元(202)比较所确定的第一层级路径和所述第二层级路径;以及

由所述处理单元(202)基于比较来确定所述第一名称图(508)与所述第二名称图(514)之间的所述多个差异。

7. 根据权利要求1至6所述的方法,还包括:

由所述处理单元(202)分析所述第二名称图以确定用于修改所述第一自动化工程项目(504B)的一个或多个用户建议;以及

由所述处理单元(202)向一个或多个用户显示所述一个或多个用户建议。

8. 根据权利要求1至7所述的方法,其中,所述一个或多个工程对象(108A-N)是程序文件、开放文件、自动化标记语言(AML)文件、存储器对象、物理工程设备以及管道和仪器图中的一个。

9. 根据权利要求1至7所述的方法,还包括:

由所述处理单元(202)生成用于工业环境(100)的仿真实例;以及

由所述处理单元(202)通过在所生成的仿真实例上执行所述第一自动化工程项目的的一个或多个功能来仿真所生成的第一自动化工程项目在所述工业环境(100)中的部署。

10. 根据权利要求9所述的方法,还包括:

由所述处理单元(202)基于所生成的第一自动化工程项目(504B)的仿真执行的结果来确定所述所生成的第一自动化工程项目(504B)是否有效;

由处理单元(202)基于确定所述所生成的第一自动化工程项目是有效的将所述第一自动化工程项目实时部署到所述工业环境(100)上;以及

由所述处理单元(202)在显示设备(120a-n)中的一个上显示所述第一自动化工程项目(504B)。

11. 一种用于在技术安装(106)中生成自动化工程项目的工程系统,其中,所述工程系统包括:

一个或多个处理单元(202);以及

耦合到所述一个或多个处理单元的存储器(204),其中,所述存储器包括以可由所述一个或多个处理单元执行的机器可读指令的形式存储的自动化模块,其中,所述自动化模块

(112) 能够执行根据权利要求1-10中任一项所述的方法。

12. 一种工业环境(100), 包括:

根据权利要求11所述的工程系统(102);

包括一个或多个物理部件的技术安装; 以及

一个或多个客户端设备(120A-N), 经由网络(104) 通信地耦合到所述工程系统(102), 其中, 所述工程系统(102) 被配置成执行根据权利要求1至10中任一项所述的方法。

13. 一种计算机程序产品, 具有存储在其中的机器可读指令, 所述机器可读指令在由处理单元(202) 执行时使得所述处理单元执行根据权利要求1-10中任一项所述的方法。

用于使用多学科方法在技术安装中生成自动化工程项目的方 法和系统

[0001] 本发明涉及计算机辅助编程的领域,并且更特别地涉及用于使用多学科方法在技术安装中生成自动化工程项目的的方法和系统。

[0002] 典型地,技术安装中包括了多个硬件设备。多个硬件设备的示例包括电动机、机器人、逻辑控制器、人机接口、传送带和机器车床。将多个硬件设备部署到技术安装中需要来自多个工程学科的专业人员的专业知识。例如,为了配置与硬件设备相关联的硬件配置,需要硬件工程师的专业知识。类似地,为了对被配置成使多个硬件设备自动化的多个工程对象(诸如程序文件、开放(openness)文件、自动化标记语言(AML)文件、存储器对象)进行编码,需要自动化工程师的专业知识。因此,硬件工程师和自动化工程师需要彼此合作地工作,以便在技术安装中部署和自动化多个硬件设备。因此,在硬件工程师和自动化工程师之间的技术信息(关于技术安装)的健康交换是至关重要的。然而,自动化工程师可能发现难以理解硬件工程师提供的技术信息,尤其是当以自动化工程师不熟悉的数据格式提供技术信息时。

[0003] 因此,通过使用诸如自动化标记语言(AML)之类的共同达成一致的格式,在硬件和自动化工程师之间交换关于多个硬件设备的技术信息。在一个示例中,共同达成一致的格式是在电气工程应用与自动化工程应用之间定义的信息交换格式。在这种情况下,硬件工程师可能必须将与多个硬件设备相关联的技术信息手动编码为交换数据文件。然后,交换数据文件被导入并由自动化工程师使用以生成多个工程对象。

[0004] 通常,技术安装可以具有数千个硬件设备,每个硬件设备都具有特定的硬件配置。因为数千个硬件设备中的每一个的硬件配置可能必须被编码为交换数据文件。因此,硬件工程师可能必须手动地对数千行代码进行编码以与自动化工程师交换技术信息。

[0005] 在一种使用情况下,在由自动化工程师导入交换数据文件之后由硬件工程师修改技术安装的硬件配置。在这种情况下,硬件工程师必须手动地通知自动化工程师关于修改的内容。硬件工程师可能必须基于硬件工程师通知的修改来手动修改交换数据文件。交换数据文件包括了大量的数据项。因此,对于硬件工程师而言修改交换数据文件使得保持交换数据文件的完整性是费力的。然后,自动化工程师可能必须手动重新导入修改的交换数据文件或手动适配多个工程对象中的修改。自动化工程师可能发现在保持自动化工程项目的完整性的同时修改多个工程对象是极其困难的。

[0006] 此外,交换数据文件不能提供IT(信息技术)工具,IT工具将使IT工程师能够将OT(操作技术)数据与IT用例集成。因此,确保在不同工程学科的专业人员之间交换技术信息,并且由此确保自动化工程项目的平滑生成是费力的。

[0007] 鉴于上述情况,存在对于一种用于使用多学科方法在技术安装中生成自动化工程项目的高效方法和系统的需要。

[0008] 因此,本发明的目的是提供一种用于使用多学科方法在技术安装中生成自动化工程项目的的方法和系统。本发明的目的通过一种用于使用多学科方法在技术安装中生成自动化工程项目的的方法来实现。该方法包括由处理单元接收生成用于技术安装的第一自动化工

程项目的请求。该请求包括关于与技术安装的多个硬件设备相关联的硬件配置的信息。多个硬件设备的示例包括电动机、机器人、逻辑控制器、人机接口、传送带和机器车床。关于硬件配置的信息被编码成第一自动化标记语言脚本或诸如此类。在一个示例中，硬件配置是由处理单元转换成第一自动化标记语言脚本的。硬件配置包括与技术安装中的多个硬件设备相关联的额定功率、额定电压、耐用性、强度、电气部件配置、符号定义、电压和布线方面。

[0009] 在优选实施例中，第一自动化标记语言脚本被编码在用于在硬件工程师和自动化工程师之间交换技术信息的交换数据文件中。硬件配置以层级结构编码在第一自动化标记语言脚本中。第一自动化标记语言脚本包括关于多个硬件设备与第二自动化工程项目的多个工程对象之间的相互关系的信息。多个工程对象包括软件对象，诸如程序文件、开放文件、编程块或存储器对象。第二自动化工程项目是被配置成控制技术安装中的多个硬件设备并使其自动化的现有工程项目。在一个示例中，第二自动化工程项目被配置成使多个工程对象自动化。

[0010] 在优选实施例中，该方法还包括由处理单元分析第一自动化标记语言脚本以检测第一自动化标记语言脚本中的多个节点。该方法还包括由处理单元将多个节点中的每一个转换成一个或多个知识图三元组 (triple)。因此，第一自动化标记语言脚本内的层级关系被转换成一个或多个知识图三元组的语义表示。该方法还包括由处理单元从一个或多个知识图三元组生成第一名称图。第一名称图包括第一自动化标记语言脚本中的多个节点中的每个节点之间的层级关系的基于知识图的语义表示。

[0011] 第一名称图包括关于多个硬件设备的硬件配置和与自动化工程项目相关联的多个工程对象之间的关系的的信息。该方法还包括由处理单元从用户接收关于多个硬件设备的硬件配置中的一个或多个修改的信息。在一个示例中，用户可以使用电气设计者应用来修改多个硬件设备的硬件配置。在另一示例中，用户可以重新布置多个硬件设备，并且在多个硬件设备之间重新布线互连以修改多个硬件设备的硬件配置。在这种情况下，多个硬件设备的布置中的修改被编码为第二自动化标记语言脚本。第二自动化标记语言脚本包括关于在修改多个硬件设备的硬件配置之后多个硬件设备之间的层级关系的信息。

[0012] 在优选实施例中，该方法还包括由处理单元分析第一名称图和多个硬件设备的硬件配置中的一个或多个修改。该方法还包括由处理单元基于对技术安装的硬件配置的一个或多个修改的分析来生成第二名称图。第二名称图包括关于技术安装的修改的硬件配置与多个工程对象之间的关系的的信息。

[0013] 该方法还包括由处理单元确定第一名称图的至少两个节点之间的第一层级路径和第二名称图的对应节点之间的第二层级路径。该方法还包括由处理单元比较所确定的第一层级路径和第二层级路径。

[0014] 在优选实施例中，方法还包括由处理单元基于比较来确定所述第一名称图和所述第二名称图之间的多个差异。在一个示例中，多个差异是由处理单元通过使用知识图查询过程来确定的。该方法还包括由处理单元将所确定的多个差异映射到多个工程对象中的一个或多个工程对象。该方法还包括由处理单元基于第二名称图修改多个工程对象中的一个或多个工程对象。该方法还包括由处理单元从包括一个或多个修改的工程对象的多个工程对象生成自动化工程项目。

[0015] 在优选实施例中，该方法还包括由处理单元分析第二名称图以生成用于修改自动

化工程项目的一个或多个用户建议。该方法还包括由处理单元向一个或多个用户显示一个或多个用户建议。

[0016] 在优选实施例中,该方法包括由处理单元生成用于工业环境的仿真实例。该方法还包括由处理单元通过所生成的仿真实例上执行第一自动化工程项目的一个或多个功能性来仿真所生成的第一自动化工程项目在工业环境中的部署。

[0017] 在优选实施例中,该方法还包括由处理单元基于所生成的第一自动化工程项目的仿真执行的结果来确定所生成的第一自动化工程项目是否有效。该方法还包括由处理单元基于所生成的第一自动化工程项目有效的确定,将第一自动化工程项目实时部署到工业环境中。该方法还包括由处理单元在显示设备之一上显示自动化工程项目。

[0018] 本发明的目的还通过一种用于在技术安装中生成自动化工程项目的工程系统来实现。工程系统包括一个或多个处理单元和耦合到处理单元的存储器。存储器包括以可由处理单元执行的机器可读指令的形式存储的自动化模块。自动化模块被配置用于执行如上所述的方法。

[0019] 本发明的目的还通过工业环境来实现。该工业环境包括工程系统、包括一个或多个物理部件的技术安装以及通信地耦合到工程系统和技术安装的一个或多个客户端设备。工程系统被配置成执行上述方法步骤。

[0020] 本发明的目的还通过一种计算机程序产品来实现,该计算机程序产品具有存储在其中的机器可读指令,当由一个或多个处理单元执行时,该机器可读指令使一个或多个处理单元执行如上所述的方法步骤。

[0021] 现在将参照本发明的附图来阐述本发明的上述和其他特征。所说明的实施例旨在说明而不是限制本发明。

[0022] 下面将参照附图中所示的示出实施例进一步描述本发明,其中:

[0023] 图1是根据本发明的实施例的能够使用多学科方法在技术安装中生成自动化工程项目的工业环境的框图;

[0024] 图2是诸如图1中所示之类的工程系统的框图,其中,可以实现本发明的实施例;

[0025] 图3是诸如图2中所示之类的自动化模块的框图,其中,可以实现本发明的实施例;

[0026] 图4A-D是示出根据本发明的实施例的生成自动化工程项目的示例性方法的过程流程图;以及

[0027] 图5是示出根据本发明的实施例的生成自动化工程项目的示例性方法的过程流程图。

[0028] 参考附图描述了各种实施例,其中,相同的参考标号用于指示附图,其中,相同的参考标号贯穿全文用于指示相同的要素。在以下描述中,出于解释的目的,阐述了许多具体细节以便提供对一个或多个实施例的透彻理解。显然,也可以在没有这些具体细节的情况下实践此类实施例。

[0029] 图1是根据本发明的实施例的能够在技术安装106中生成自动化工程项目的工业环境100的框图。在图1中,工业环境100包括工程系统102,其可由第一自动化工程项目、第二自动化工程项目和一个或多个客户端设备120A-N中的一个控制。如本文所使用的,“工业环境”是指包括可配置的物理和逻辑资源的处理环境,例如网络、服务器、存储装置、应用、服务等,以及在诸如云计算平台之类的平台上分布的数据。第一自动化工程项目和第二

自动化工程项目是程序、软件配置、硬件配置和布线相关文档的集合,其使能技术安装106的多个硬件设备108A-N的自动化。多个硬件设备108A0N的示例包括服务器、机器人、交换机、自动化设备、可编程逻辑控制器(PLC)、人机接口(HMI)、电动机、阀、泵、致动器、传感器和(一个或多个)其他硬件设备。工业环境100提供对可配置计算物理和逻辑资源的共享池的按需网络访问。工程系统102经由网络104(诸如局域网(LAN)、广域网(WAN)、Wi-Fi、因特网、任何短距离或长距离通信)通信地连接到技术安装106的多个硬件设备108A-N。工程系统102还经由网络104连接到一个或多个客户端设备120A-N。

[0030] 第一自动化工程项目和第二自动化工程项目包括多个工程对象。多个工程对象中的每一个包括与技术安装106的多个硬件设备108A-N的特定方面或特定工业过程相关联的设计信息和源代码。多个工程对象的示例包括设计文件、程序逻辑控制器块、标签表、警报对象、工厂自动化对象、程序文件、开放文件、自动化标记语言(AML)文件、存储器对象以及技术安装106的管道和仪器图。多个工程对象中的每一个可以具有多个规范中的不同规范。工程对象的规范定义了工程对象的目的。规范包括编码语言、编码约定、软件配置、处理速度限制、存储器限制以及与工程对象相关联的关键过程指示符。一个或多个工程对象中的每一个包括控制技术安装106的多个硬件设备108A-N中的特定硬件设备所需的信息和源代码。

[0031] 多个工程对象还可以包括与技术安装106的多个硬件设备108A-N中的每一个的硬件配置相关联的源代码。多个硬件设备108A-N可以经由物理连接而彼此连接或者连接到若干其他部件(图1中未示出)。物理连接可以是多个硬件设备108A-N之间的通过布线(through wiring)。替代地,多个硬件设备108A-N也可以经由非物理连接(诸如物联网(IOT))和5G网络连接。但是,图1示出了连接到多个硬件设备108A-N的工程系统102。本领域技术人员可以想到,第一和第二自动化工程项目可以存储在工程系统102的存储器存储设备中,或者存储在位于不同地理位置的一个或多个服务器中。

[0032] 客户端设备120A-N可以是台式计算机、膝上型计算机、平板计算机、智能电话以及诸如此类。每个客户机设备120A-N都配备有工程工具122A-N,用于分别生成和/或编辑多个工程项目。多个工程项目包括被设计用于控制技术安装106的工程项目。技术安装106的示例包括但不限于制造厂、发电厂和回收厂。

[0033] 客户端设备120A-N可以访问工程系统102,以便自动生成工程项目。客户端设备120A-N可以访问云应用(诸如经由web浏览器提供一个或多个工程对象的性能可视化)。贯穿说明书,术语“客户端设备”和“用户设备”可互换使用。

[0034] 工程系统102可以是部署在控制站处的独立服务器,或者可以是云计算平台上的远程服务器。在优选实施例中,工程系统102可以是基于云的工程系统。工程系统102能够递送用于管理包括一个或多个工程对象的自动化工程项目的应用(诸如云应用)。工程系统102可包括平台110(诸如云计算平台)、自动化模块112、包括硬件资源和操作系统(OS)的服务器114、网络接口116和数据库118。网络接口116使能工程系统102和(一个或多个)客户端设备120A-N之间的通信。该接口(诸如云接口)(图1中未示出)可以允许在一个或多个客户端设备120A-N处的工程师访问存储在工程系统102处的多个工程项目文件,并且作为同一实例对多个工程项目文件执行一个或多个动作。服务器114可以包括其上安装OS的一个或多个服务器。服务器114可以包括一个或多个处理单元、一个或多个存储设备,诸如存储器

单元,例如用于存储数据和机器可读指令、应用和应用编程接口(API)、以及提供计算(诸如,云计算)功能所需的其他外围设备。平台110使用硬件资源和服务器114的OS来使能诸如数据接收、数据处理、数据呈现、数据通信等之类的功能,并使用部署在其中的应用编程接口来递送前述服务。平台110可以包括专用硬件和在硬件和OS的顶部上构建的软件的组合。在示例性实施例中,平台110可以对应于集成开发环境(IDE),其包括允许客户端设备120A-N的用户生成工程项目的程序编辑器和编译器。平台110还可包括被配置用于生成工程项目的自动化模块112。图3中解释了自动化模块112的细节。

[0035] 数据库118存储与自动化工程项目和客户端设备120A-N有关的信息。数据库118例如是SPARQL、结构化查询语言(SQL)数据存储或不仅是SQL(NoSQL)数据存储。在示例性实施例中,数据库118可以被配置为在工业环境100中实现的基于云的数据库,其中,计算资源作为服务通过平台110来递送。根据本发明的另一实施例,数据库118是可由自动化模块112直接访问的文件系统上的位置。数据库118被配置成存储工程项目文件、工程项目、对象行为模型、与一个或多个工程对象相关联的参数值、测试结果、仿真结果、状态消息、一个或多个仿真实例、图形程序、程序逻辑、程序逻辑模式、一个或多个工程对象和工程对象性质、一个或多个工程对象块、一个或多个工程对象之间的关系信息、要求、程序更新消息以及诸如此类。

[0036] 图2是诸如图1所示的那些之类的工程系统102的框图,其中,可以实现本发明的实施例。在图2中,工程系统102包括处理单元202、可访问存储器204、存储单元206、通信接口208、输入输出单元210、网络接口212和总线214。

[0037] 如本文所使用的,处理单元202表示任何类型的计算电路,诸如但不限于,微处理单元单元、微控制器、复杂指令集计算微处理单元单元、精简指令集计算微处理单元单元、超长指令字微处理单元单元、显式并行指令计算微处理单元单元、图形处理单元、数字信号处理单元或任何其他类型的处理电路。处理单元202还可以包括嵌入式控制器,诸如通用或可编程逻辑器件或阵列、专用集成电路、单芯片计算机以及诸如此类。

[0038] 存储器204可以是非暂时性易失性存储器和非易失性存储器。存储器204可以被耦合用于与处理单元202通信,诸如作为计算机可读存储介质。处理单元202可以执行存储在存储器204中的机器可读指令和/或源代码。各种机器可读指令可以存储在存储器204中并从其访问。存储器204可以包括用于存储数据和机器可读指令的任何合适的元件,诸如只读存储器、随机存取存储器、可擦除可编程只读存储器、电可擦除可编程只读存储器、硬盘驱动器、用于处理光盘、数字视频盘、磁盘、磁带盒、存储卡以及诸如此类的可移动介质驱动器。在本实施例中,存储器204包括集成开发环境(IDE)216。IDE 216包括以机器可读指令的形式存储在任何上述存储介质上的自动化模块112,并且可以与处理单元202通信并由其执行。在一个示例中,第一和第二自动化工程项目可以存储在存储器204内。

[0039] 存储单元206可以是配置用于存储数据库(诸如数据库118)的非暂时性存储介质,该数据库包括与自动化工程项目相关联的一个或多个工程对象108A-N的服务器版本。

[0040] 通信接口208被配置用于在一个或多个客户端设备120A-N与工程系统102之间建立通信会话。通信接口208允许在客户端设备120A-N上运行的一个或多个工程应用将工程项目文件导入/导出到工程系统102中。在实施例中,通信接口208与一个或多个客户端设备120A-N处的接口交互,用于允许工程师访问与自动化工程项目文件相关联的自动化工程项

目,并对存储在工程系统102中的自动化工程项目执行一个或多个动作。

[0041] 输入输出单元210可以包括能够接收诸如处理工程项目文件的用户命令之类的一个或多个输入信号的输入设备,键盘、触敏显示器、照相机(诸如接收基于手势的输入的照相机)等。此外,输入输出单元210可以是用于显示图形用户接口的显示单元,该图形用户接口可视化与修改的工程项目相关联的行为模型,并且还显示与在图形用户接口上执行的动作的每个集合相关联的状态信息。动作的集合可以包括执行预定义测试、下载、编译和部署图形程序。总线214充当处理单元202、存储器204和输入输出单元210之间的互连。

[0042] 网络接口212可以被配置成处理工程系统102、客户端设备120A-N与自动化工程项目之间的网络连接性、带宽和网络流量。

[0043] 本领域普通技术人员将理解,图2中描绘的硬件可以针对特定实现而变化。例如,除了所示硬件之外或代替所示硬件,还可以使用其他外围设备,诸如光盘驱动器以及诸如此类、局域网(LAN)、广域网(WAN)、无线(例如Wi-Fi)适配器、图形适配器、盘控制器、输入/输出(I/O)适配器。所描绘的示例仅出于解释的目的而提供,并且不意味着暗示关于本公开的架构限制。

[0044] 本领域技术人员将认识到,为了简单和清楚起见,在此没有描绘或描述适合于与本公开一起使用的所有数据处理系统的全部结构和操作。代之以,仅描绘和描述了工程系统102的对于本公开唯一的或对于理解本公开必要的那么多。工程系统102的构造和操作的其余部分可以符合本领域已知的各种当前实现和实践中的任何实现和实践。

[0045] 图3是诸如图2中所示那些之类的自动化模块112的框图,其中,可以实现本发明的实施例。在图3中,自动化模块112包括请求处理器模块302、本体(ontology)生成器模块304、分析模块306、修改器模块308、自动化工程项目数据库310、验证模块312和部署模块314。结合图1和图2来解释图3。

[0046] 请求处理器模块302被配置用于接收生成自动化工程项目的请求。例如,经由网络从工业环境100外部的一个或多个用户之一接收请求。在替代实施例中,经由网络从一个或多个客户端设备120A-N接收请求。

[0047] 本体生成器模块304被配置用于从与多个硬件设备108A-N相关联的硬件配置文件生成名称图。在实施例中,本体生成器模块304被配置成从硬件配置文件生成知识图。硬件配置文件被编码为自动化标记语言脚本。本体生成器模块304被配置成分析自动化标记语言脚本以检测第一自动化标记语言脚本中的多个节点。本体生成器模块304被配置成将多个节点中的每一个转换成一个或多个知识图三元组。本体生成器模块304被配置成从一个或多个知识图三元组生成第一名称图。第一名称图包括自动化标记语言脚本中的多个节点中的每一个之间的层级关系的基于知识图的语义表示。在一个示例中,本体生成器模块304被配置成通过在硬件配置上应用自然语言处理算法来分析自动化标记语言脚本。

[0048] 分析模块306被配置用于分析本体生成器模块304生成的名称图。具体地,分析模块306被配置用于将名称图的多个节点映射到技术安装106的多个硬件设备108A-N。此外,分析模块306被配置用于基于所生成的名称图来分析多个硬件设备108A-N的行为。

[0049] 修改器模块308被配置用于基于名称图的分析结果来修改一个或多个工程对象。基于对名称图的分析来修改一个或多个工程对象。修改包括一个或多个工程对象中的一个或多个变量、代码行、类、函数或注释的任何改变,诸如添加、删除、更新、替换或修订。因此,

基于对应于与多个工业过程和自动化工程项目相关联的多个关键过程指示符的变量的集合之间的关系,修改一个或多个工程对象。因此,基于对应于一个或多个工程对象中的每个逻辑块的变量的集合、与一个或多个工程对象相关联的关键过程指示符的集合以及自动化工程项目的工业域之间的关系生成多个工程项目。

[0050] 自动化工程项目数据库310被配置用于存储包括多个工程项目和所生成的名称图的自动化工程项目库。自动化工程项目数据库310被配置用于用优化的工程项目的更新版本来连续更新自动化工程项目库。此外,自动化工程项目数据库310被配置用于维护所生成的名称图中的自动化工程项目库。

[0051] 验证模块312被配置成生成用于工业环境100的仿真实例。在一个示例中,仿真实例是在工业环境100的技术安装106中运转的多个硬件设备108A-N的数字孪生。验证模块312被配置成通过在所生成的仿真实例上执行所生成的第一工程对象来仿真在仿真环境中在多个硬件设备108A-N上的第一自动化工程项目的执行。

[0052] 部署模块314被配置用于基于验证将优化的工程项目部署到工业环境100上。有利地,仅在确定优化的工程项目有效之后部署优化的工程项目。

[0053] 自动化模块112使得处理单元202接收生成用于技术安装的第一自动化工程项目的请求。该请求包括关于与技术安装106的多个硬件设备108A-N相关联的硬件配置的信息。

[0054] 关于硬件配置的信息被编码为第一自动化标记语言脚本或诸如此类。在一个示例中,硬件配置被处理单元202转换成第一自动化标记语言脚本。硬件配置包括与技术安装106中的多个硬件设备108A-N相关联的额定功率、额定电压、耐用性、强度、电气部件配置、符号定义、电压和布线方面。

[0055] 第一自动化标记语言脚本被编码在用于在硬件工程师和自动化工程师之间交换技术信息的交换数据文件中。硬件配置以层级结构编码在第一自动化标记语言脚本中。第一自动化标记语言脚本包括关于多个硬件设备108A-N与存储在数据库114中的第二自动化工程项目的多个工程对象之间的相互关系的信息。多个工程对象包括软件对象,诸如程序文件、开放文件、编程块或存储器对象。第二自动化工程项目是被配置成控制和自动化技术安装106中的多个硬件设备108A-N的现有工程项目。

[0056] 自动化模块112还使处理单元202分析第一自动化标记语言脚本以检测第一自动化标记语言脚本中的多个节点。

[0057] 自动化模块112还使处理单元202将多个节点中的每一个转换成一个或多个知识图三元组。因此,第一自动化标记语言脚本内的层级关系被转换成一个或多个知识图三元组的语义表示。自动化模块112还使处理单元202从一个或多个知识图三元组生成第一名称图。第一名称图包括第一自动化标记语言脚本中的多个节点中的每个节点之间的层级关系的基于知识图的语义表示。

[0058] 第一名称图包括关于多个硬件设备108A-N的硬件配置和与第二自动化工程项目相关联的多个工程对象之间的关系的信息。自动化模块112还使得处理单元202通过处理单元从用户接收关于多个硬件设备108A-N的硬件配置中的一个或多个修改的信息。在一个示例中,用户可以使用电气设计者应用来修改多个硬件设备108A-N的硬件配置。在另一示例中,用户可以重新布置多个硬件设备108A-N,并且重新布线多个硬件设备108A-N之间的互连以修改多个硬件设备108A-N的硬件配置。在这种情况下,多个硬件设备108A-N的布置中

的修改被编码为第二自动化标记语言脚本。第二自动化标记语言脚本包括关于在修改多个硬件设备108A-N的硬件配置之后的多个硬件设备108A-N的硬件配置的信息。

[0059] 自动化模块112还使处理单元202分析第一名称图和多个硬件设备的硬件配置中的一个或多个修改。自动化模块112还使得处理单元202基于对技术安装的硬件配置的一个或多个修改的分析来生成第二名称图。第二名称图包括关于技术安装的修改的硬件配置与多个工程对象之间的关系的的信息。

[0060] 自动化模块112还使处理单元202确定第一名称图的至少两个节点之间的第一层级路径和第二名称图的对应节点之间的第二层级路径。自动化模块112还使处理单元202比较所确定的第一层级路径和第二层级路径。

[0061] 自动化模块112还使处理单元202基于该比较来确定第一名称图和第二名称图之间的多个差异。在一个示例中,多个差异由处理单元通过使用知识图查询过程来确定。自动化模块112还使处理单元202将所确定的多个差异映射到多个工程对象中的一个或多个工程对象。

[0062] 自动化模块112还使处理单元202基于第二名称图修改多个工程对象中的一个或多个工程对象。自动化模块112还使得处理单元202从包括一个或多个修改的工程对象的多个工程对象生成第一自动化工程项目。

[0063] 自动化模块112还使处理单元202分析第二名称图以生成用于修改第一自动化工程项目的的一个或多个用户建议。自动化模块112还使处理单元202向一个或多个用户显示一个或多个用户建议。

[0064] 自动化模块112还使处理单元202生成工业环境100的仿真实例。自动化模块112还使得处理单元202通过在所生成的仿真实例上执行第一自动化工程项目的的一个或多个功能来仿真所生成的第一自动化工程项目在工业环境100中的部署。

[0065] 自动化模块112还使得处理单元202基于所生成的第一自动化工程项目的仿真执行的结果来确定所生成的第一自动化工程项目是否有效。自动化模块112还使处理单元202基于所生成的第一自动化工程项目有效的确定将第一自动化工程项目实时部署到工业环境100上。该方法还包括由处理单元在显示设备之一上显示第一自动化工程项目。

[0066] 图4A-D是示出根据本发明的实施例的使用多学科方法在工程系统102中生成自动化工程项目的示例性方法400的过程流程图。

[0067] 在步骤402处,接收请求以生成用于技术安装106的第一自动化工程项目。该请求包括关于与技术安装106的多个硬件设备108A-N相关联的硬件配置的信息。关于硬件配置的信息被编码为第一自动化标记语言脚本或诸如此类。在一个示例中,硬件配置由处理单元202转换成第一自动化标记语言脚本。硬件配置包括与技术安装106中的多个硬件设备108A-N相关联的额定功率、额定电压、耐用性、强度、电气部件配置、符号定义、电压和布线方面。

[0068] 第一自动化标记语言脚本被编码在用于在硬件工程师和自动化工程师之间交换技术信息的交换数据文件中。硬件配置以层级结构编码在第一自动化标记语言脚本中。第一自动化标记语言脚本包括关于多个硬件设备108A-N与存储在数据库114中的第二自动化工程项目的多个工程对象之间的相互关系的的信息。多个工程对象包括软件对象,诸如程序文件、开放文件、编程块或存储器对象。第二自动化工程项目是被配置成控制和自动化技术

安装106中的多个硬件设备108A-N的现有工程项目。

[0069] 在步骤404处,处理单元202分析第一自动化标记语言脚本以检测第一自动化标记语言脚本中的多个节点。

[0070] 在步骤406处,多个节点中的每一个是由处理单元202转换为一个或多个知识图三元组的。因此,第一自动化标记语言脚本内的层级关系被转换成一个或多个知识图三元组的语义表示。

[0071] 在步骤408处,由处理单元202从一个或多个知识图三元组生成第一名称图。第一名称图包括第一自动化标记语言脚本中的多个节点中的每个节点之间的层级关系的基于知识图的语义表示。第一名称图包括关于多个硬件设备108A-N的硬件配置和与第二自动化工程项目相关联的多个工程对象之间的关系的信息。

[0072] 在步骤410处,处理单元202接收关于多个硬件设备108A-N的硬件配置中的一个或多个修改的信息。在一个示例中,用户可以使用电气设计者应用来修改多个硬件设备108A-N的硬件配置。在另一示例中,用户可以重新布置多个硬件设备108A-N,并且在多个硬件设备108A-N之间重新布线互连以修改多个硬件设备108A-N的硬件配置。在这种情况下,多个硬件设备108A-N的布置的修改被编码为第二自动化标记语言脚本。第二自动化标记语言脚本包括关于在修改多个硬件设备108A-N的硬件配置之后的多个硬件设备108A-N的硬件配置的信息。

[0073] 在步骤412处,由处理单元202分析第一名称图以及多个硬件设备的硬件配置中的一个或多个修改。

[0074] 在步骤414处,由处理单元202基于对技术安装的硬件配置的一个或多个修改的分析来生成第二名称图。第二名称图包括关于技术安装的修改的硬件配置与多个工程对象之间的关系的信息。

[0075] 在步骤416处,由处理单元202确定第一名称图的至少两个节点之间的第一层级路径,以及第二名称图的对应节点之间的第二层级路径。

[0076] 在步骤418处,处理单元202比较所确定的第一层级路径和第二层级路径。

[0077] 在步骤420处,基于该比较,由处理单元202确定第一名称图和第二名称图之间的多个差异。在一个示例中,多个差异由处理单元通过使用知识图查询过程来确定。

[0078] 在步骤422处,所确定的多个差异由处理单元202映射到多个工程对象中的一个或多个工程对象。

[0079] 在步骤424处,由处理单元202基于第二名称图修改多个工程对象中的一个或多个工程对象。

[0080] 在步骤426处,由处理单元202从包括一个或多个修改的工程对象的多个工程对象生成第一自动化工程项目。

[0081] 在步骤428处,处理单元202分析第二名称图,以生成用于修改第一自动化工程项目的用户建议。

[0082] 在步骤430处,由处理单元202经由诸如液晶显示器(LCD)面板之类的显示设备向一个或多个用户显示一个或多个用户建议。

[0083] 在步骤432处,由处理单元202生成用于工业环境100的仿真实例。

[0084] 在步骤434处,通过在所生成的仿真实例上执行第一自动化工程项目的用户建议。

个功能,由处理单元202仿真所生成的第一自动化工程项目在工业环境100中的部署。

[0085] 在步骤436处,由处理单元202基于所生成的第一自动化工程项目的仿真执行的结果来确定所生成的第一自动化工程项目是否有效。

[0086] 在步骤438处,基于确定所生成的第一自动化工程项目有效,由处理单元202将第一自动化工程项目实时部署到工业环境100上。该方法还包括由处理单元在显示设备之一上显示第一自动化工程项目。

[0087] 图5是示出了根据本发明的实施例的生成自动化工程项目的示例性方法的过程流程图500。结合图1、2、3和4A-D来解释图5。

[0088] 过程流程图500示出了第一硬件配置文件502A和第一自动化工程项目504A。第一自动化工程项目504A包括被配置成控制技术安装106中的多个硬件设备108A-N的多个工程对象。第一硬件配置文件502A包括关于技术安装106中的多个硬件设备108A-N中的每一个的硬件配置的信息,诸如布线方面、额定功率、额定电压以及诸如此类。第一自动化工程项目504B包括被配置成控制多个硬件设备108A-N的多个工程对象。多个工程对象包括编程块、源代码、程序文件以及诸如此类。

[0089] 第一硬件配置文件502A由处理单元202转换成第一自动化标记语言脚本506。处理单元202还配置成从第一工程程序和第一自动化标记语言脚本506生成第一名称图508。

[0090] 在一个示例中,用户510可向第一硬件配置文件502A引入一个或多个修改502B。处理单元202还被配置成将一个或多个修改502B转换成第二自动化标记语言脚本512。第二自动化标记语言脚本进一步由处理单元202转换成第二名称图514。处理单元202还配置成基于第一名称图508和第二名称图514之间的多个差异生成第二自动化工程项目504B。

[0091] 本发明可以采取计算机程序产品的形式,该计算机程序产品包括可从计算机可用或计算机可读介质访问的程序模块,该计算机可用或计算机可读介质存储由一个或多个计算机、处理单元或指令执行系统使用或与其结合使用的程序代码。为了该描述的目的,计算机可用介质或计算机可读介质是可以包含、存储、传送、传播或传输由指令执行系统、装置或设备使用或与其结合使用的程序的任何装置。介质就其本身而言可以是电、磁、光、电磁、红外或半导体系统(或装置或设备)或传播介质,因为信号载体不包括在物理计算机可读介质的定义中,物理计算机可读介质包括半导体或固态存储器、磁带、可移动计算机盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、刚性磁盘和光盘,诸如光盘只读存储器(CD-ROM)、光盘读/写和DVD。如本领域技术人员所知,用于实现本技术的每个方面的处理单元和程序代码两者都可以是集中式的或分布式的(或其组合)。

[0092] 尽管已经参考某些实施例详细描述了本发明,但是应当理解,本发明并不局限于那些实施例。鉴于本公开,对于本领域技术人员来说,在不背离如本文所述的本发明的各种实施例的范围的情况下,本身可以存在许多修改和变化。因此,本发明的范围是由所附权利要求而不是由前面的描述来指示的。在权利要求书的等同物的含义和范围内的所有改变、修改和变化都被认为在其范围内。在方法权利要求中要求保护的所有有利实施例也可以应用于系统/装置权利要求。

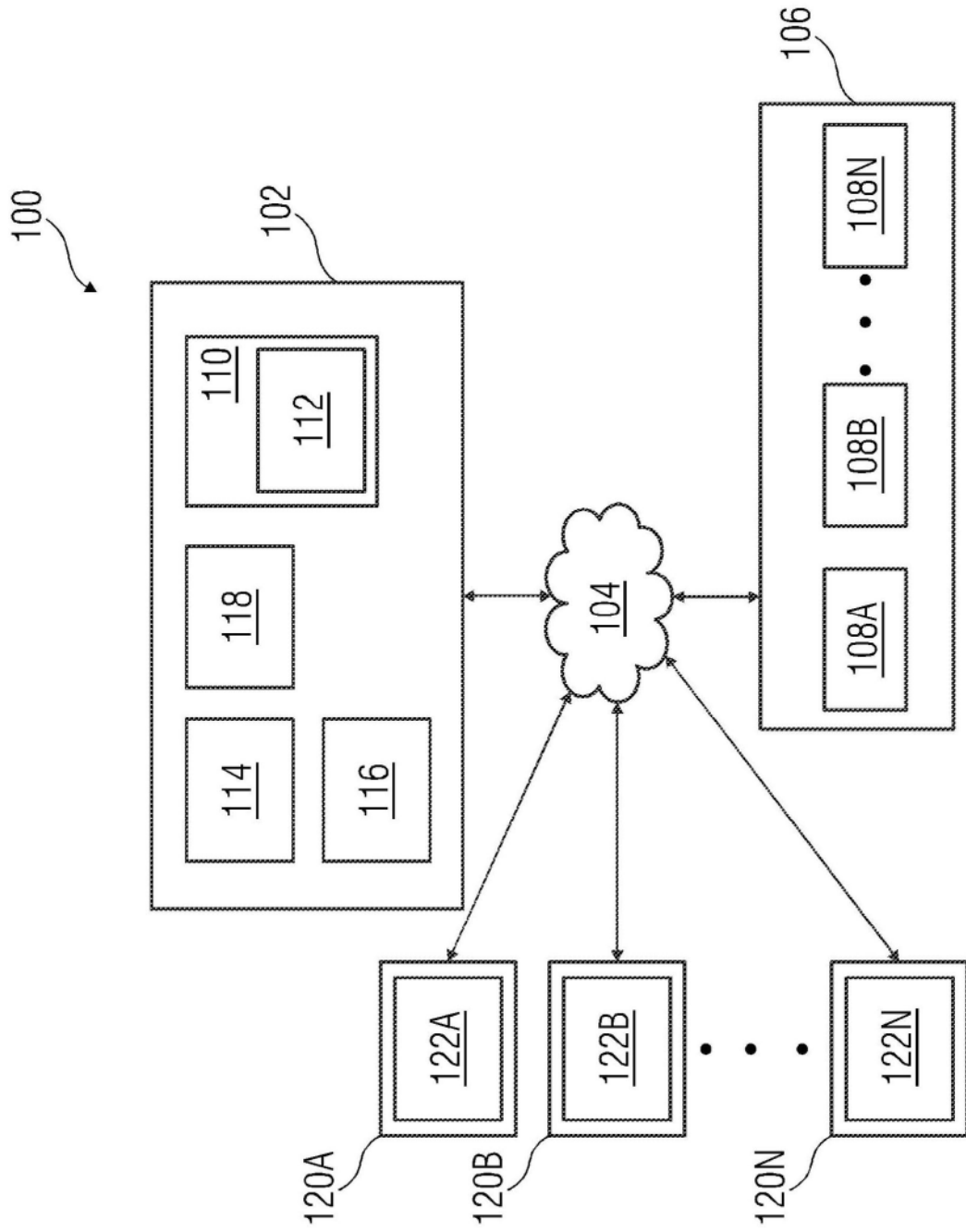


图1

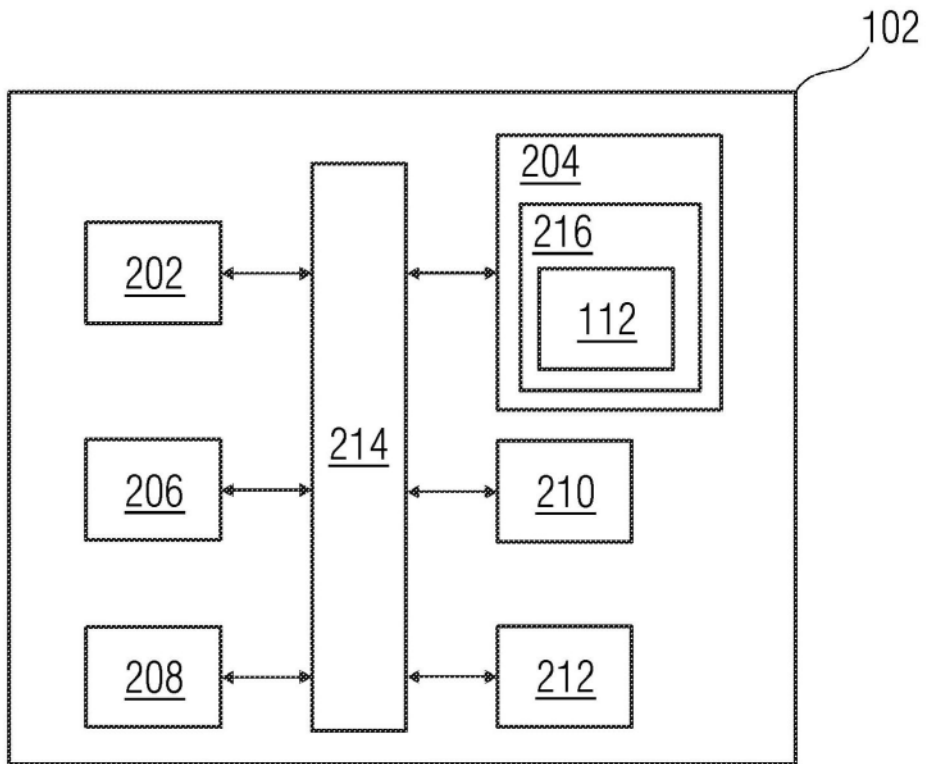


图2

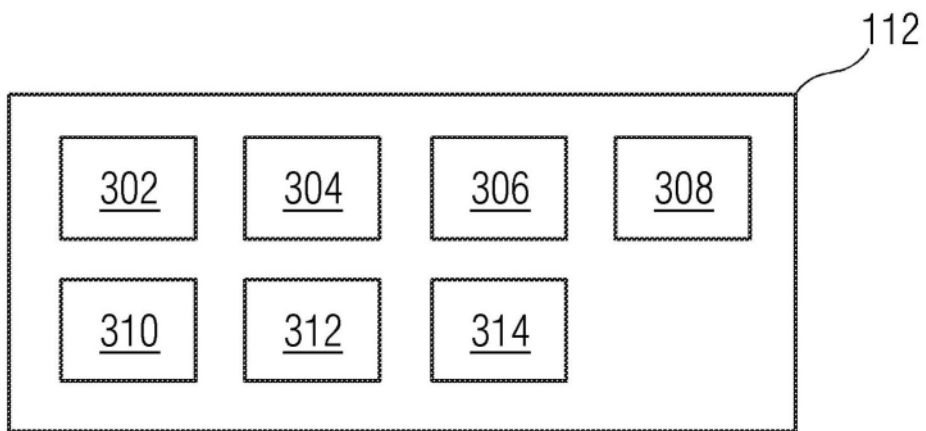


图3

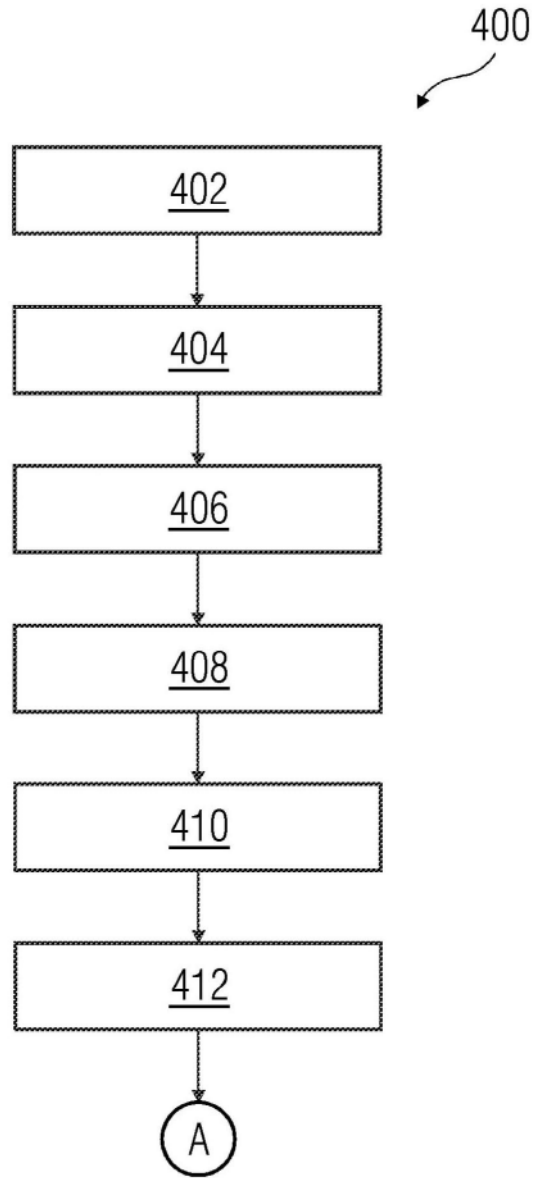


图4A

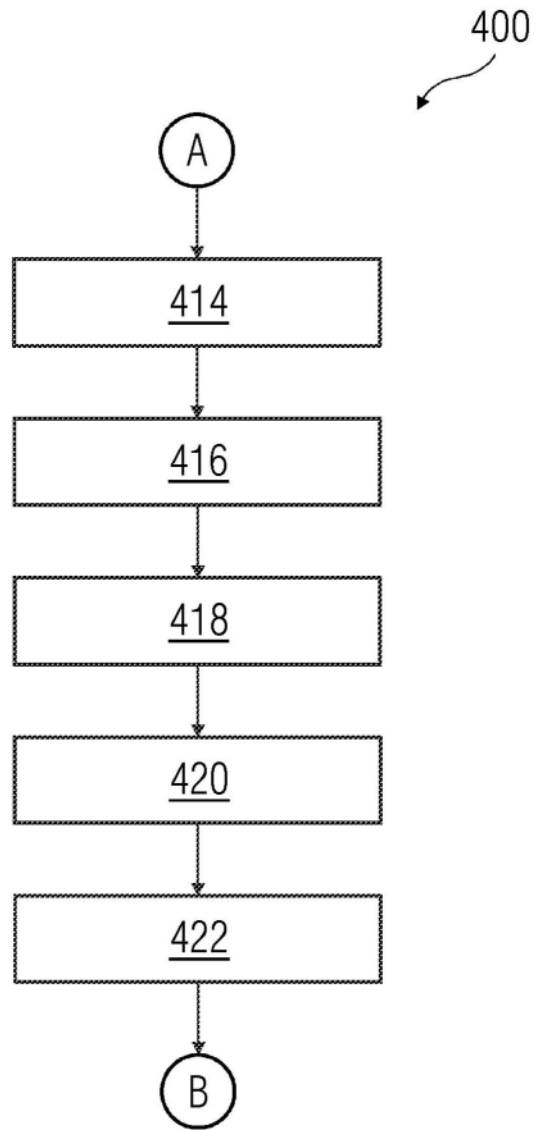


图4B

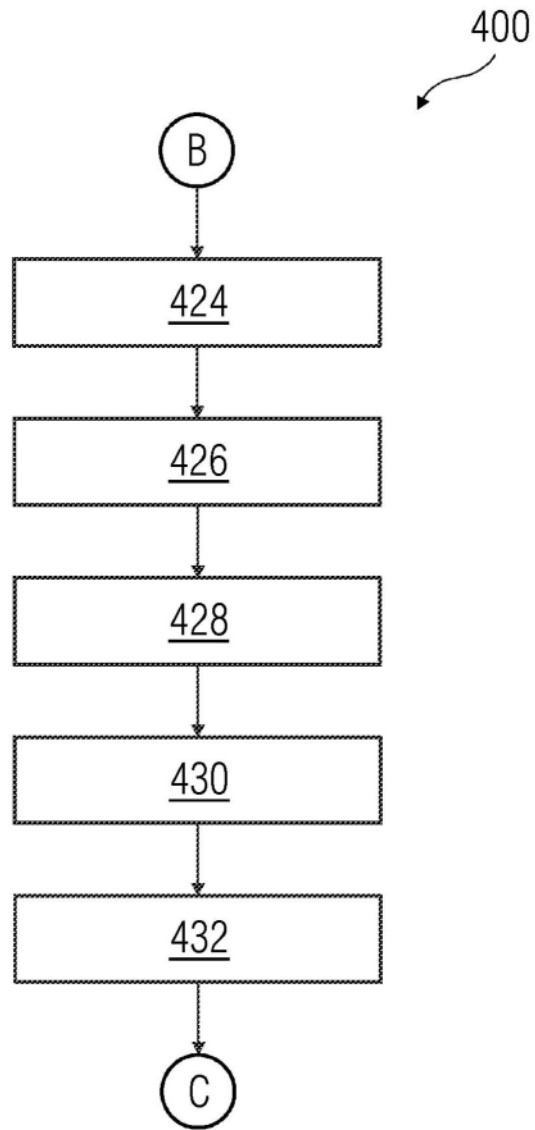


图4C

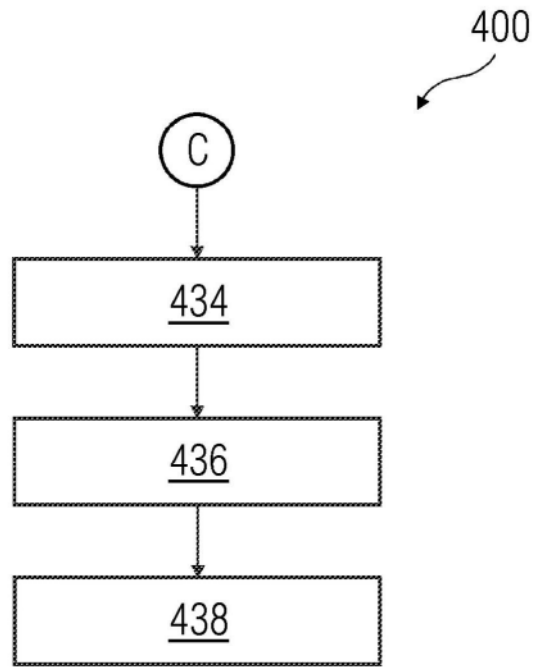


图4D

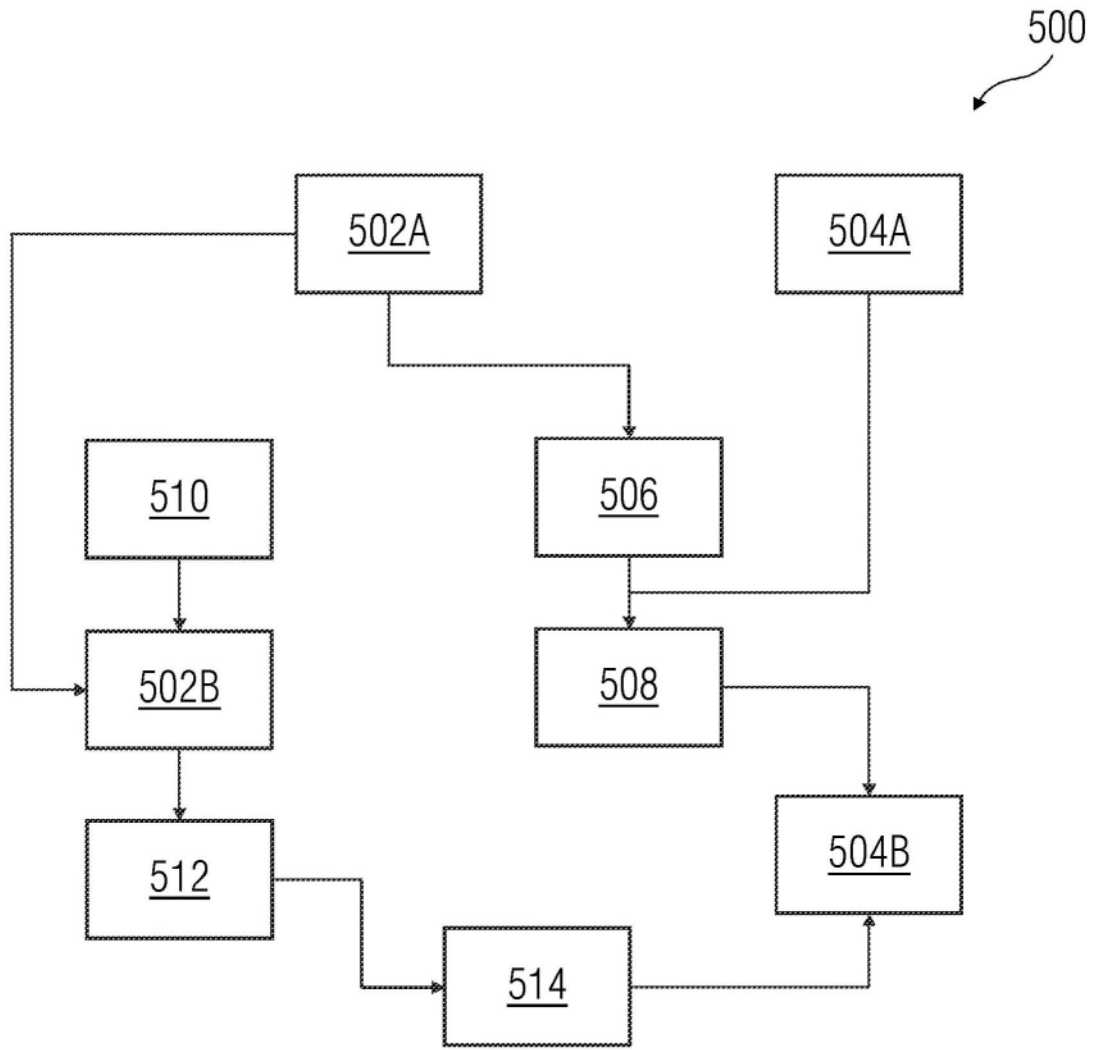


图5