



(10)授权公告号 CN 105745585 B

(45)授权公告日 2018.05.08

(21)申请号 201480064578.1

(22)申请日 2014.05.08

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105745585 A

(43)申请公布日 2016.07.06

(30)优先权数据
61/908,918 2013.11.26 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.05.26

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/037229 2014.05.08

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/080764 EN 2015.06.04

(73)专利权人 西门子公司
地址 德国慕尼黑

(72)发明人 王凌云 A.马丁内斯卡内多
H.施特罗贝尔

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公
司 72001

代理人 王健 陈岚

(51)Int.Cl.
G05B 19/406(2006.01)

(56)对比文件
US 2004260518 A1,2004.12.23,
CN 1558574 A,2004.12.29,
CN 101123619 A,2008.02.13,
WO 2012112302 A2,2012.08.23,
金宏,王宏安,王强,戴国忠.一种任务优先
级的综合设计方法.《软件学报》.2003,第14卷
(第3期),

审查员 梁丽

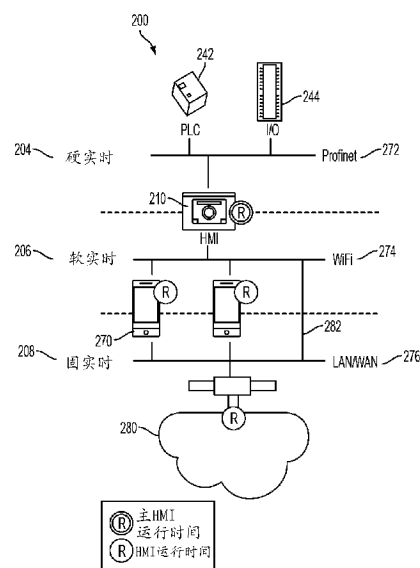
权利要求书3页 说明书12页 附图19页

(54)发明名称

卸载人机交互任务

(57)摘要

在工业自动化环境中,三层架构用于将人机交互(HMI)自动化任务卸载到本地移动设备,并且然后卸载到云计算,以利用分布式计算和处理资源并将新特征添加到HMI面板系统。基于HMI任务的特性的调度算法在本地HMI面板、移动设备和云之间智能地分布这些任务,以最好地利用每层的优点。



1. 一种用于从工业自动化系统中的人机交互面板卸载人机交互任务的方法,该方法包括:

根据实时计算要求,将每个人机交互任务分类成至少高优先级的任务类型和第二任务类型之一;

由人机交互面板计算调度,用于由高优先级的人机交互任务的人机交互面板执行;

由人机交互面板根据调度执行高优先级的人机交互任务;

识别对人机交互面板可用的卸载目的地资源;

由人机交互面板将第二任务类型的人机交互任务卸载到卸载目的地资源,用于由卸载目的地资源执行;以及

与卸载目的地资源周期性地通信,以检查卸载的人机交互任务的状态。

2. 如权利要求1中所述的方法,其中分类多个人机交互任务进一步根据数据传输成本。

3. 如权利要求1中所述的方法,其中高优先级的任务类型的人机交互任务是不可以错过最后期限的硬实时任务。

4. 如权利要求1中所述的方法,其中第二任务类型的人机交互任务包括:具有用于在最后期限之后完成的惩罚的软实时任务;以及具有用于在最后期限之前完成的奖励的固实时任务。

5. 如权利要求4中所述的方法,其中用于在最后期限之后完成的惩罚是执行时间超过最后期限的时间的增函数。

6. 如权利要求4中所述的方法,其中用于在最后期限之前完成的奖励是执行时间在最后期限之前的时间的增函数。

7. 如权利要求1中所述的方法,其中第二任务类型的人机交互任务包括软实时任务和固实时任务,并且其中将第二任务类型的人机交互任务卸载到卸载目的地资源以用于由卸载目的地资源执行进一步包括:

由人机交互面板计算第二调度,用于由卸载目的地资源的智能通信设备执行软实时任务;

由人机交互面板将软实时任务卸载到智能通信设备,用于由智能通信设备根据第二调度执行;

由人机交互面板计算第三调度,用于由卸载目的地资源的云计算环境执行固实时任务;以及

由人机交互面板卸载固实时任务,用于由云计算环境根据第三调度执行。

8. 如权利要求7中所述的方法,其中根据卸载目的地资源的性能特性、在人机交互面板和卸载目的地资源之间的通信延迟以及在卸载目的地资源上的现有负载,第二和第三调度优先软实时任务和固实时任务。

9. 如权利要求7中所述的方法,其中卸载固实时任务以用于由云计算环境执行进一步包括:将固实时任务卸载到智能通信设备中的至少一个,用于由云计算环境执行。

10. 如权利要求7中所述的方法,其中卸载固实时任务以用于由云计算环境执行进一步包括:将固实时任务直接卸载到云计算环境。

11. 如权利要求1中所述的方法,其中卸载的人机交互任务的状态指示卸载的人机交互任务已被放弃,该方法进一步包括:

由人机交互面板通过本地执行任务而抢占放弃的卸载的人机交互任务。

12. 如权利要求1中所述的方法,进一步包括:

由人机交互面板接收警报通知;以及

对于每个卸载目的地资源,由人机交互面板:

确定资源的用户凭据是否具有对警报的访问权;以及

只有卸载目的地资源具有访问权,才从人机交互面板向卸载目的地资源发送警报。

13. 一种用于与工业自动化设备交互的人机交互面板,包括:

处理器;

输入/输出模块,连接到处理器并且可连接用于与工业自动化设备的通信;

网络通信模块,连接到处理器并且可连接用于与卸载目的地资源的通信;

非临时性计算机可用介质,具有在其上存储的计算机可读指令,该计算机可读指令由处理器执行时使得处理器执行用于从处理器卸载人机交互任务的操作,该操作包括:

根据实时计算要求,将每个人机交互任务分类成至少高优先级的任务类型和第二任务类型之一;

计算调度,用于由高优先级的人机交互任务的人机交互面板执行;

根据调度执行高优先级的人机交互任务;

识别可用的卸载目的地资源,以经由网络通信模块与人机交互面板通信;

将第二任务类型的人机交互任务经由网络通信模块卸载到卸载目的地资源,用于由卸载目的地资源执行;以及

经由网络通信模块与卸载目的地资源周期性地通信,以检查卸载的人机交互任务的状态。

14. 如权利要求13中所述的人机交互面板,其中分类多个人机交互任务进一步根据数据传输成本。

15. 如权利要求13中所述的人机交互面板,其中高优先级类别的人机交互任务是不可以错过最后期限的硬实时任务。

16. 如权利要求13中所述的人机交互面板,其中第二任务类型的人机交互任务包括:具有用于在最后期限之后完成的惩罚的软实时任务;以及具有用于在最后期限之前完成的奖励的固实时任务。

17. 如权利要求16中所述的人机交互面板,其中用于在最后期限之后完成的惩罚是执行时间超过最后期限的时间的增函数。

18. 如权利要求16中所述的人机交互面板,其中用于在最后期限之前完成的奖励是执行时间在最后期限之前的时间的增函数。

19. 如权利要求13中所述的人机交互面板,其中第二任务类型的人机交互任务包括软实时任务和固实时任务,并且其中将第二任务类型的人机交互任务卸载到卸载目的地资源以用于由卸载目的地资源执行进一步包括:

计算第二调度,用于由卸载目的地资源的智能通信设备执行软实时任务;

将软实时任务经由网络通信模块卸载到智能通信设备,用于由智能通信设备根据第二调度执行;

计算第三调度,用于由卸载目的地资源的云计算环境执行固实时任务;以及

经由网络通信模块卸载固实时任务,用于由云计算环境根据第三调度执行。

20.如权利要求19中所述的人机交互面板,其中根据卸载目的地资源的性能特性、在人机交互面板和卸载目的地资源之间的通信延迟以及在卸载目的地资源上的现有负载,第二和第三调度优先软实时任务和固实时任务。

21.如权利要求19中所述的人机交互面板,其中卸载固实时任务以用于由云计算环境执行进一步包括:将固实时任务卸载到智能通信设备中的至少一个,用于由云计算环境执行。

22.如权利要求19中所述的人机交互面板,其中卸载固实时任务以用于由云计算环境执行进一步包括:将固实时任务直接卸载到云计算环境。

23.如权利要求13中所述的人机交互面板,其中卸载的人机交互任务的状态指示卸载的人机交互任务已被放弃,该操作进一步包括:

通过本地执行任务而抢占放弃的卸载的人机交互任务。

24.如权利要求13中所述的人机交互面板,其中该操作进一步包括:

接收警报通知;以及

对于每个卸载目的地资源:

确定资源的用户凭据是否具有对警报的访问权;以及

只有卸载目的地资源具有访问权,才从人机交互面板经由网络通信模块向卸载目的地资源发送警报。

卸载人机交互任务

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2013年11月26日提交的序列号61/908918的美国临时申请的优先权，其公开通过引用整体并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及在工业自动化环境中使用的人机交互(HMI)面板，并且更具体地涉及将任务从HMI卸载到诸如智能手机和平板电脑之类的计算/通信设备。

背景技术

[0004] HMI面板通常用在工业自动化环境中，尤其是在苛刻和极端的条件下，以可视化过程值并经由工业现场总线而与机器通信。HMI面板是人工操作者和执行自动化任务的机器之间的接口。然而，面板技术已经缓慢地演变，而关于诸如3D可视化之类的HMI任务的预期已经指数级地增长。差距继续增长。

[0005] 另一方面，消费者移动技术(硬件和软件)在过去的十年间已经蓬勃发展。智能手机和平板电脑呈现自然的人类输入和输出接口。那些设备典型地具有比大多数HMI面板更强大的处理器和图形系统。智能手机和平板电脑能力可以满足并且甚至超越许多自动化任务的要求。

[0006] 云计算的趋势添加另一层的能力。云提供更多的在线和离线计算能力和可访问性。

发明内容

[0007] 在本发明的示范性实施例中，提供有一种用于从工业自动化系统中的人机交互面板卸载人机交互任务的方法。根据实时计算要求，每个人机交互任务被分类成至少高优先级的任务类型和第二任务类型之一。由人机交互面板计算调度，用于由高优先级的人机交互任务的人机交互面板执行。然后由人机交互面板根据调度执行高优先级的人机交互任务。

[0008] 识别对人机交互面板可用的卸载目的地资源。然后由人机交互面板将第二任务类型的人机交互任务卸载到卸载目的地资源，用于由卸载目的地资源执行。人机交互面板与卸载目的地资源周期性地通信，以检查卸载的人机交互任务的状态。

[0009] 在该公开的一个方面，第二任务类型的人机交互任务包括软实时任务和固实时任务。在该情况下，将第二任务类型的人机交互任务卸载到卸载目的地资源以用于由卸载目的地资源执行可进一步包括下列额外的操作。计算第二调度，用于由卸载目的地资源的智能通信设备执行软实时任务，并且将软实时任务卸载到智能通信设备，用于由智能通信设备根据第二调度执行。计算第三调度，用于由卸载目的地资源的云计算环境执行固实时任务，并且卸载固实时任务，用于由云计算环境根据第三调度执行。

[0010] 在该公开的另一个方面，如果卸载的人机交互任务的状态指示卸载的人机交互任

务已被放弃,则可通过本地执行任务而抢占放弃的卸载的人机交互任务。

[0011] 在该发明的另一个方面,提供有一种HMI面板,具有:处理器;输入/输出模块,连接到处理器并且可连接用于与工业自动化设备的通信;网络通信模块,连接到处理器并且可连接用于与卸载目的地资源的通信;以及非临时性计算机可用介质,具有在其上存储的计算机可读指令,该指令用于由处理器执行以执行如上所述的操作。

附图说明

[0012] 图1是根据本发明的示范性实施例示出三层架构的图;

[0013] 图2是根据本发明的示范性实施例示出HMI运行时间实例的互连的系统图;

[0014] 图3是根据本发明的示范性实施例示出HMI运行时间循环的流程图;

[0015] 图4是根据本发明的示范性实施例示出任务卸载操作的流程图;

[0016] 图5是根据本发明的示范性实施例示出分派操作的警报任务的流程图;

[0017] 图6是根据本发明的示范性实施例示出卸载的任务抢占操作的流程图;

[0018] 图7a图示根据本发明的示范性实施例的任务表;图7b图示根据本发明的示范性实施例的资源表;

[0019] 图8是根据发明的一个实施例图示卸载方法的时间线;

[0020] 图9是根据发明的另一个实施例图示卸载方法的时间线;

[0021] 图10是示出在发明的一个实施例的演示中使用的设备的框图;

[0022] 图11a是在警报控制任务的执行期间HMI面板显示的屏幕截图;图11b是根据发明的一个实施例、在从HMI面板卸载的警报通知任务的执行期间移动设备显示的屏幕截图;

[0023] 图12a是示出屏幕对象的HMI面板显示的屏幕截图;图12b是根据发明的一个实施例示出从HMI面板卸载到移动设备的屏幕对象的移动设备显示的屏幕截图;

[0024] 图13a是示出额外的屏幕对象的HMI面板显示的屏幕截图;图13b是根据发明的一个实施例示出从HMI面板卸载到移动设备的额外屏幕对象的移动设备显示的屏幕截图;

[0025] 图14是执行从HMI面板卸载的趋势控制可视化任务的移动设备的屏幕截图;

[0026] 图15是根据发明的一个实施例示出方法的流程图;

[0027] 图16是根据发明的一个实施例示出装置的示意图。

具体实施方式

[0028] 图1中示出根据本公开的架构的概要。总之,三层架构100将HMI自动化任务从HMI面板110卸载到本地移动设备170,并且还通过本地移动设备170卸载到云计算环境180。架构100利用分布式计算和处理资源,并且允许使用新特征,诸如不(或者还没有)在传统HMI面板设备中可用的触摸输入和HD分辨率。所述的架构还向自动化系统提供额外的增强,诸如操作者合作。

[0029] 基于HMI任务的特性,所述的系统利用调度算法。那些任务智能地分布在本地HMI面板110、移动设备170和云180之间,以最好地利用每层的优点。所得的系统提高性能,并且增强工业HMI系统的能力。

[0030] HMI面板中的创新受由工业应用施加的实时和安全要求的限制。这已经引起计算能力和HMI面板的HMI特征落后于可用于手机和平板电脑中的那些。通过将移动设备和云的

功能性和可用性扩展到HMI面板,目前公开的系统桥接实时和安全关键HMI面板以及移动设备之间的该间隙。那被实现,同时满足传统HMI系统的环境、通信和实时要求。同时,使用在移动设备和云中发现的可用性、计算能力以及先进HMI特征(触摸、手势、运动传感器输入)来增强传统HMI系统的能力。

[0031] 已经进行了尝试以利用与HMI面板系统连接的移动设备和云的优点。例如,屏幕共享技术已经使用Web(环球网)来在移动设备上显示正在HMI面板中显示的屏幕。那些屏幕共享实现方式不充分利用移动设备中先进的HMI功能性。相反,在移动设备上简单地再现HMI面板屏幕,并且用户与在HMI面板中而不在移动设备中运行的HMI实现方式直接交互。不卸载正由HMI面板执行的任务。例如,仍然由HMI面板本地执行在生成屏幕时执行的计算。通过网络简单地共享屏幕,并且从移动设备选择和点击简单地中继回到HMI面板以用于处理。

[0032] 另一个现有技术是基于Web的HMI的使用,其中用基于web的HMI运行时间系统替换HMI面板。然而,基于Web的HMI不提供实时保证。执行完全取决于Web技术(例如Web浏览器是必要的)。虽然一些应用可利用这样的非实时HMI,但是该想法不可以被普通化为工业强度HMI系统。

[0033] HMI任务的基于云的处理也已经用于完全消除来自HMI系统的那些任务。基于云的处理需要在面板设备上实现的云接口。任务被静态分配和先验计划,并且由云拥有。HMI面板不具有对那些任务的任何控制。

[0034] 通过根据其性质和实时要求系统地分类HMI任务,并且向设备提供任务的动态调度以卸载计算和改善HMI系统的整体性能,目前描述的系统克服以上缺点。计算被卸载,而不是仅仅共享远程设备上的屏幕,允许移动设备或云利用其本地资源来在设备中本地最好地改善用户体验和任务的计算。

[0035] 目前描述的系统不替换HMI面板。它代替使用网络、移动设备和云来改善系统的整体性能。HMI面板一直是主设备并且检查分布式/卸载的任务的执行。通过不消除HMI面板,系统保证工业HMI应用的实时和安全关键要求。

[0036] 目前描述的系统动态地对环境做出反应,并且在它们变得可用时检测新的设备。它动态地卸载/调度在可用资源中的任务,并且基于任务的实时要求而优先任务卸载/调度。系统因此可以充分利用移动设备中先进的HMI特征,诸如手势、多点触摸、传感器输入等,以及利用云的高可用性和处理能力,同时允许HMI面板监控和做出关于卸载的任务的决定。

[0037] 目前描述的系统不替代Web接口。相反,Web接口仅仅是用于卸载的通信接口的一个选项。

[0038] 设计传统的HMI面板,用于在自动化环境中使用,该环境经常是可包括极端温度、极端振动条件等的苛刻的工业环境。HMI面板是利用诸如Modbus、PROFINET或Profibus之类的特殊的工业通信现场总线连接到机器(经由可编程逻辑控制器(PLC)、输入输出模块(I/O)、执行器等)的专用计算机。

[0039] 但是,面板不太强大,并且具有比其它大多数现代计算设备少的能力。面板还具有较长的开发周期。例如,典型的HMI面板仅配备具有不同分辨率的几个固定的屏幕尺寸。对于自动化供应商,典型地花费几年来开发具有更大屏幕尺寸和更高分辨率的下一代面板。

[0040] 期望HMI面板设备处理典型的可视化和通信任务,其复杂性已指数级增长。如触摸

和手势的现代输入方法和3D图形由每天使用智能手机的HMI面板操作者所期望。复杂的屏幕设计是自动化工厂的标志。

[0041] 总之,HMI面板不够强大并且不够快地演化来处理所有那些任务或者满足用户的期望。

[0042] 另一方面,智能手机和平板电脑是可以用作通用计算机的消费者产品,并且每天变得越来越强大。那些设备的每个新一代提供更多计算能力、更好的图形能力、存储器、电池寿命、传感器和交互技术,诸如语音、触摸、多点触摸等。该设备“始终连接”,并且在我们的社会中无处不在。重要的是,那些设备使得信息随时随地可用。

[0043] 移动消费者设备对于通过执行移动设备中而不是集中式HMI面板中的一些HMI任务而增强HMI面板功能性是理想的。通过允许新的人机交互方法(诸如多点触摸、语音命令、3D可视化等),它们将HMI系统的能力扩展到新的水平。这些特征对于工业自动化领域有许多好处,在工业自动化领域中可以将关键信息以比可能利用现有HMI面板更高效的方式呈现给用户。在本公开中,移动设备和云的使用被提议作为用于执行诸如3D渲染之类的HMI任务的替代方案。另外,根据本公开,移动设备使得HMI系统能够在多个HMI上具有多个用户。那在多个用户之间提供新的合作机会。

[0044] 云计算提供额外的计算能力和存储。它还具有高可用性。通过提供共享的数据,通过利用额外的计算能力和存储,并且通过添加新的合作机会,将HMI任务卸载到云添加值。

[0045] 本公开提议将HMI任务从HMI面板卸载到移动设备,并且然后卸载到云。这增强和扩展传统HMI面板系统的能力,以包括来自移动设备和云的特征。

[0046] 现在将相当详细地描述根据本公开的分布式架构。将HMI任务卸载到移动设备扩展传统的集中式HMI系统的功能性,在传统的集中式HMI系统中用户达到在工厂的固定屏幕上呈现的HMI信息。在分布式架构中,信息相反地达到用户。该范例移位需要新的HMI架构,其中根据它们的实时要求并且还根据从其它设备发送和接收数据的成本来处理HMI任务。形式上,HMI实时系统可以被定义如下:考虑包括一组任务 $T=\{\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n\}$ 的系统,其中每个任务 $\tau_i \in T$ 的最坏情况执行时间是 C_i 。如果存在落入以下任务类型之一中的至少一个任务 $\tau_i \in T$,该系统据说是实时的:

[0047] ·硬实时任务(HRT):不能错过任何最后期限,否则系统的完整性受到损害(例如人的生命)的任务。也就是说,任务 τ_i 的执行应当由给定的最后期限 D_i 完成;换句话说, $C_i \leq D_i$ 。例如,必须实时执行机器控制算法以确保系统的正确操作。

[0048] ·软实时任务(SRT):可能错过一些最后期限并且系统将仍然正常工作的任务。然而,为SRT任务错过一些最后期限将导致支付惩罚。为任务定义惩罚函数 $P(\tau_i)$ 。如果 $C_i \leq D_i$,惩罚函数 $P(\tau_i)=0$,否则 $P(\tau_i)>0$ 。 $P(\tau_i)$ 的值是 C_i-D_i 的增函数。例如,比预期更慢地执行的可视化算法可导致正呈现给用户的退化的图形的惩罚。

[0049] ·固实时任务(FRT):当在最后期限之前完成它们的计算时导致奖励的任务。任务完成越提前,获得奖励越多。为任务定义奖励函数 $R(\tau_i)$ 。如果 $C_i > D_i$,奖励函数 $R(\tau_i)=0$ 。否则 $R(\tau_i)>0$ 。 $R(\tau_i)$ 的值是 D_i-C_i 的增函数。例如,如果提前完成报告生成任务,早报告的奖励可导致系统的整体操作的更佳用户印象。

[0050] 图2中所示的架构200图示根据包括硬实时(HRT)任务204、软实时(SRT)任务206和固实时(FRT)任务208的其实时要求的HMI任务的分类和执行。如图2中所示,目前所述的架

构200的重要组成部分仍然是HMI面板210,被称为“主HMI运行时间”,因为它处理与诸如PLC 242,I/O 244和现场总线网络272(例如Profinet)之类的现场级设备相关联的HRT任务204。诸如SRT任务206和FRT任务208之类的其它实时任务可以由HMI面板210经由诸如WiFi网络之类的无线网络274卸载到移动设备270,并且最终经由局域网或广域网276卸载到云280。移动设备270和云280要求HMI运行时间来执行由系统卸载到它们的任务。在HMI面板210中的主HMI运行时间与在移动设备270和云280中的HMI运行时间之间唯一区别是主HMI运行时间具有最高的授权,并且其调度决定是整个系统中的最终决定。该架构选择基于事实:HMI面板210必须一直保持控制整个系统。该机制还避免死锁和活锁,从而保证HMI系统中所要求的确定性执行。

[0051] 注意的是:随着设备变得离现场级和HRT要求越来越远,可靠性以及因此实时要求得到放松。例如,通过WiFi网络274连接到HMI 210的移动设备270可能具有比使用Profinet网络272连接到HMI 210的设备高的通信等待时间。类似地,通过LAN/WAN网络276连接到移动设备270的云280可能具有比WiFi 274更高的通信等待时间。在本公开的优选实施例中,SRT任务因此被卸载到移动设备,并且FRT任务被卸载到云。

[0052] HMI面板210、移动设备270和云280中的各种运行时间系统彼此通信,并且同步它们的工作。在一个实施例中,为了减少通信带宽,仅允许连续的设备彼此直接交谈。在该示例中,HMI面板210能够与现场级设备(例如PLC 242、I/O 244)和移动设备270通信,但是不可以与云280中的HMI运行时间直接通信。类似地,移动设备270中的HMI运行时间可以与HMI面板和云280通信,但是不可以与现场级设备242、244直接通信。该布置不仅改善网络利用,而且提供用于访问控制和安全的机制。

[0053] 在替代实施例中,在不连续的设备之间允许通信。例如,如果HMI面板210是如所描绘地由通信总线282云使能,允许HMI面板与云280通信。在该布置中,驻留在HMI面板210中的主调度程序可以与包括云的所有注册设备直接通信。

[0054] 重要的是注意:虽然图2示出单个HMI面板210,但本发明公开还可适用于监控级SCADA系统,以及在其它领域中的任何通用HMI系统。

[0055] 图3中示出在主HMI运行时间(图2)上运行的HMI运行时间循环300。在初始启动310之后,执行前四个动作以读取来自不同源的输入数据。首先,在块312处读取来自现场级设备的I/O数据,随后是在块314处的用户输入数据,在块316处的卸载的数据以及在块318处的反馈数据。卸载的数据是指来自其它卸载设备的数据或请求(在这种情况下没有,由于主HMI运行时间是主设备)。反馈数据是指监视卸载的任务的状态以确定系统是否正在做设想它所做的消息。这四个动作312、314、316、318更新任务表326以反映来自不同源的最新请求。具体地,读取I/O动作312可更新任务表326,任务表326具有从现场级设备接收的新的或现有的HRT任务。读取用户输入动作314可更新任务表326,任务表326具有由诸如推按钮之类的用户触发的事件所请求的新的或现有的任务。读取卸载的数据动作316可更新任务表,该任务表具有从其它卸载设备(例如主设备或对等设备)请求的新的或现有的任务。读取反馈数据动作318可更新任务表326,任务表326具有正在移动设备或云中执行的新的或现有的任务。调度循环300被设计成通用的,因此它可以用在每一层的设备中。四个动作312、314、316、318中的一个或多个可能是任选的。

[0056] 调度硬实时任务动作320根据它们的优先级和实时要求调度主HMI运行时间内的

HRT任务。从任务表326获得该信息。注意：调度硬实时任务动作320还更新任务表326，以维持整个系统中的任务的最新状态。

[0057] 类似地，卸载软和 固实时任务动作322根据它们的优先级、状态（通过反馈数据获得）和实时要求而将SRT和FRT任务调度到移动设备和云。从任务表326获得该信息。与调度硬实时任务动作320一样，卸载软和固实时任务动作322更新任务表326以维持整个系统中的任务的最新状态，分配任务的所有权，并且为卸载的任务建立状态监控政策。

[0058] 最后，回写动作324为下一次迭代的执行准备HMI面板。

[0059] 通过资源表328特征化移动设备和云的可用性、预订和性能能力。每当移动设备变得对HMI系统可用时，它向HMI面板发送I/O消息，该HMI面板运行时间宣布其可用性，请求预订系统并提供性能特性。在该阶段，HMI面板可以执行访问控制和安全任务，以仅允许授权的用户和设备连接到HMI系统。在信任的设备准备接收卸载的任务之后，条目被添加到资源表238。该信息由卸载软和 固实时任务动作322使用，以决定哪些设备适合于执行哪些任务。资源表328总是包含至少一个条目，因为HMI面板本身总是资源，该资源可以执行包括HRT、SRT和FRT任务的所有任务。

[0060] 图3的卸载软和 固实时活动（或“调度活动”）322的更详细的讨论参考图4的流程图400如下。在块410处开始活动之后，任务 T_i 是在动作420处任务表中分类的优先级。不是在每次迭代中分类，该表可在数据结构中来实现，该数据结构诸如维持根据其实时要求排序的任务的优先级队列或均衡树。然后以下列方式处理每个任务 T_i ：

[0061] 更新任务表动作450将 T_i 标记为正在任务表中被处理。在动作460处，然后从资源表选择资源R，使得由R执行 T_i 最大化服务质量（QoS）。在该动作中，调度活动400不仅考虑可用设备的性能特性，而且考虑通信延迟、任务的传输以及设备中的负载。在已经选择资源R之后，执行向R发送任务 T_i 的动作470。该动作将任务 T_i 标记为准备分派到R。在HMI面板中运行的分派程序线程向R发送任务 T_i 。最后，在动作480处创建计时器回调以周期性地检查卸载的任务的状态。通过主HMI循环300（图3）中的读取反馈数据动作318可用状态信息。调度活动的执行继续，直到任务表中的最后一个任务 T_i 被处理（判定430），然后在块440处结束。

[0062] 目前描述的具有多个用户的HMI架构需要将使命关键警报信息递送到移动设备和云的新HRT任务。其是在处理本地HRT任务时由HMI面板中的警报分派活动500完成的，如由图5的流程图所示。一旦该活动始于510，每当从I/O接收诸如警报之类的使命关键任务时（判定520），通知资源表中预订的所有设备D（块530, 540）：D的用户是否具有对有关警报的信息的正确访问权（判定560）。在HMI面板中运行的分派程序线程的帮助下使用图5的任务传输动作570执行警报A到设备D的传输。在已经处理所有设备之后，活动结束（块550）。

[0063] 卸载任务抢占活动600由图6的流程图来图示。例如，如果到其中正在执行任务的资源的连接性丢失，或者任务没有取得进展，活动600防止卸载的任务通过本地抢占HMI面板中的任务而没有完成。执行始于块610，并且基于在判定620处检查的时间而周期性前进。在判定块630处，与卸载的任务相关联的反馈回调周期性地检查：与设备的连接性是否丢失，或者任务是否没有取得进展。在那些情况下，在块640处在HMI面板中本地抢占任务，并且根据其实时要求分配优先级。任务的抢占意味着：必须识别并且适当丢弃移动设备中任务的部分执行。本地抢占的任务从头开始执行，或者如果可能的话，从其中它的状态是一致的并且可以导致正确执行的状态恢复执行。

[0064] 图7a中示出在任务表326(图3)中可用的信息的示例。任务ID字段710表示分配给系统中每个任务的唯一标识符。在字段712中示出HMI对象,并且可以根据其在典型HMI系统中的功能来区分。在典型系统中,那些对象可包括:

[0065] ·屏幕对象:表示在屏幕中显示的元素,诸如按钮、签条、标签、柜台、图像、视频、图表等。

[0066] ·警报:表示已经发生在系统中、在过程中或者在HMI设备本身上的事件或状态。

[0067] ·标签:表示HMI运行时间用其与其它设备交换信息的变量。例如,PLC中的过程值可以被表示为HMI系统中的标签。

[0068] ·配方:表示诸如配置数据或生产数据之类的相关联数据的集合。该数据可在HMI和PLC设备之间转移。

[0069] ·报告:表示HMI系统中的数据或事件的摘要。可以在HMI项目中指定报告的布局。

[0070] ·日志记录:表示在日志文件中存储警报事件和过程值。

[0071] ·归档:表示在HMI系统中的数据或事件的存储。

[0072] ·脚本:表示用户定义的程序的执行。

[0073] ·分析:表示数据或事件的处理以发现关于HMI系统的重要信息。例如,分析传感器数据可从振动历史中预测系统中潜在的故障。

[0074] HMI对象可以被分为四个主要类别之一,四个主要类别出现在HMI类别字段714中的任务表326中:

[0075] ·可视化:是指屏幕(例如按钮)上的HMI任务的实际表示。

[0076] ·处理:是指与不同的HMI任务相关联的动作(例如在由用户按下按钮之后触发的动作)。

[0077] ·日志记录:是指在与任务相关的数据或事件的盘上记录。

[0078] ·同步:是指由设备交换以与环境通信其状态的消息(例如读写值和警报状态改变到PLC)。

[0079] 如上所讨论的,HMI任务可以被分类为三种类型之一:硬、软和固。在任务类型字段716中列出该分类。通常,可根据下表来分类以上列出的HMI对象:

[0080]

HMI对象	分类
屏幕对象	软
警报	硬/软
标签	硬
配方	固
报告	固
日志记录	固
归档	固
脚本	软
分析	固

[0081] 上表中所示的示例根据上述标准演示分类,其中必须准时完成的关键任务被分类为“硬”,而具有灵活完成时间的任务被分类为“软”或“固”。在来自图7a的任务表的一个示

例——任务3——中,警报的处理被分类为“硬”任务,因为分配的最后期限必须满足待保存的系统的完整性。该任务由HMI面板本地执行,以维持由HMI面板控制。在另一个示例中,任务7是报告的处理。该任务被分类为“固”任务,因为如果早完成,则存在奖励,在于增强整个系统性能的用户感知。任务7被卸载到云中。如果HMI面板是云使能的,如由图2的连接282所图示,则任务7仍然对驻留在HMI面板中的主调度程序可见,但是由云执行。替代地,任务7可由HMI面板卸载到移动设备,移动设备随后将它卸载到云。

[0082] 优先级字段718包含1和10之间的正整数,该正整数确定用于执行系统中的任务的优先级。例如,具有优先级=1的高优先级的任务被典型地分配给HRT任务,诸如警报,而具有优先级=10的低优先级任务被典型地分配给FRT任务,诸如存档。

[0083] 最后期限字段720包含时间,该时间指定预期何时完成任务。

[0084] 执行时间字段722包含任务的最坏情况执行时间。

[0085] 可靠性存储在可靠性字段724中,并且是定义准时完成的任务的概率的度量。可靠性可以是高、中等或低。例如,在HMI面板中执行的HRT任务将可能具有高可靠性。由于网络中的等待时间、断开的概率等,在移动设备中执行的SRT任务将可能具有中等可靠性。由于网络中的等待时间、云中的负载等,在云中执行的FRT任务将可能具有低可靠性。

[0086] 用于特定任务的所有者设备确定哪个设备负责执行任务。所有者设备列在所有者设备字段726中,并且可以是本地(HMI面板)、移动设备(例如移动1、移动2、移动3)或云。所有者任务字段728存储由所有者设备使用的每个任务的识别。

[0087] 锁定字段730包含布尔值,当调度程序正在对任务进行调度/卸载判定时,布尔值为真。该值用于防止其它线程更新任务表并创建存储器不一致问题或争用条件。

[0088] 反馈计时器字段732指定剩余时间以检查卸载的任务的状态。状态字段734指定任务的最后已知状态。状态字段的值的示例包括:

[0089] ·运行:任务正在正常执行。

[0090] ·停止:任务停止。

[0091] ·完成:任务完成。

[0092] ·等待:任务正在等待。

[0093] ·阻塞:任务阻塞。

[0094] ·链路下行:到远程设备(例如移动或云)的连接丢失。

[0095] ·请求所有权:设备正在请求任务的所有权。

[0096] 在图7b中示出资源表328(图3)的示例。资源ID字段752包含分配给HMI系统中的设备的唯一标识符。名称字段754列出用于设备的别名。

[0097] 包含在类型字段756中的数据识别设备是HMI面板、移动设备还是云。性能字段758指定设备在其数据处理能力方面的能力。负载字段760包含表示正由设备执行的工作量的百分比。该值被利用移动设备/云和HMI面板之间的同步消息保持最新。

[0098] 在等待时间字段762中表示到设备的通信等待时间。用户ID字段764列出登录到HMI系统的用户的身份。授权的字段766包含布尔值,当设备被授权为HMI系统的部分时,布尔值为真,并且当设备未被授权或不是已知的时,布尔值为假。

[0099] 使用图7a中列出的任务1至8的卸载示例由图8的时间线800表示。注意:HMI面板816频繁地服务来自用户814和I/O 812的请求和现场级通信。从左边开始,云824和移动1设

备818与HMI面板认证并且预定,如由箭头830、832所示。在HMI面板816中执行的第一任务是任务5。任务5然后由HMI面板暂停,以从移动2设备820接收预订请求834。在移动2设备820已经被预订并且添加到资源表之后,HMI面板816将任务5从HMI面板卸载(由箭头836示出)到移动2设备820。任务7是可以由移动2设备820卸载到云824(箭头838)的FRT任务。随着在云824上执行任务7,它定期更新在移动2设备820中执行的任务8(箭头840),任务8依赖于任务7。类似地,将任务4从HMI面板816卸载(箭头842)到移动1设备818。

[0100] 在任务6的情况下,在移动3设备822被预订并添加到资源表(箭头837)之后,HMI面板816将任务6卸载到移动3设备822(箭头844)。然而,在该示例中,HMI面板失去与移动3设备的连接性(箭头846),并且HMI面板需要抢占HMI面板本身中的任务6以保证系统的完整性。一旦移动3设备822再次可用并且预订到HMI面板(箭头848),则任务6被再次卸载(箭头850)到移动3设备822。

[0101] 注意:在HMI面板中执行HRT任务:任务1、任务2和任务3。那些任务由HMI面板保留而不是卸载,以避免连接性损失和超出HMI面板控制的其它问题的影响。该布置允许将一些任务卸载到移动设备和云,同时满足传统HMI系统的环境、通信、安全和实时要求。

[0102] 图8的时间线800图示一种系统,其中HMI面板816不是云使能的。具体地,虽然HMI面板816具有与移动设备818、820、822的直接连接,但它不具有与云824的直接连接,并且因此不与云直接通信。该布置减少通信带宽,改善网络利用,并提供用于访问控制和安全的机制。

[0103] 图9中所示的时间线900图示替代实施例,其中允许不连续的设备之间的通信。在该实施例中,HMI面板916是云使能的,允许云924预定并认证(箭头930)到HMI面板916。

[0104] HMI面板916然后能够直接卸载(箭头936)任务5,用于在云924中执行。来自云924的反馈数据被直接提供给HMI面板916(箭头940),使得HMI面板能够随着在云924中执行任务5而监控任务5的进展,并且在执行任务1时利用来自任务5的更新。

[0105] 虽然图9的布置可能需要增加的带宽和网络利用以及更复杂的访问控制和安全措施,但该布置具有更快和更直接地访问云的优点,这有效地提供无限的计算能力。以前必须由本地工作站上的HMI面板调度的数据分析被更快地执行,并且具有云中的更大可用性。HMI面板的远程用户此外更可访问由云执行的任务。例如,来自由云执行的任务的数据对高级程序可用,诸如用来确定用于由HMI面板控制的过程的生产物流(logistics)的那些。

[0106] 为了演示卸载概念,演示自动化Web框架(AWF)已经由发明人使用Web技术来实现,以将一些HMI任务(例如屏幕对象、警报)从传统HMI系统(Siemens SIMATIC WinCC)卸载到诸如iPhone和iPad之类的移动设备上的Web浏览器。原型使用WinCC的现有WinCC涡轮发电机监控器HMI项目。

[0107] 如由图10的架构图1000所示,Web技术被用作在本地HMI系统(例如HMI面板1040)和移动设备1050、1051之间的通信技术。Web技术在包括Web客户端1052的移动设备1050、1051中被良好地支持,并且也在包含web服务器1042的HMI面板1040中被良好地支持。演示系统将WiFi网络1010用于物理连接。

[0108] 演示系统1000用于演示将WinCC中的警报控制卸载到移动设备。图11中所示的屏幕截图1110图示如由HMI面板呈现的传统警报控制。在图11b中所示的屏幕截图1120图示在由警报通知任务的移动设备执行期间的移动设备屏幕,警报通知任务由HMI面板卸载到移

动设备。

[0109] 图10中所示的演示系统1000类似地用于演示将数据分析和可视化任务从WinCC卸载到移动设备。图12a中所示的屏幕截图1210图示在WinCC中生成并由HMI面板呈现的多个屏幕对象,包括照片、I/O字段和趋势控制。图12b中所示的屏幕截图1220图示移动平板屏幕,该移动平板屏幕示出由移动平板在数据分析和可视化任务的执行期间生成的屏幕对象,数据分析和可视化任务由HMI面板卸载到移动平板。

[0110] 图13a和13b图示另一个示例,其中将数据分析和可视化任务从HMI面板下载到移动设备。图13a中所示的屏幕截图1310图示在WinCC中生成并由HMI面板呈现的多个屏幕对象。图13b中所示的屏幕截图1320图示移动设备屏幕,该移动设备屏幕示出卸载到移动设备的屏幕对象,包括I/O字段和标签。

[0111] 图14示出屏幕截图1400,屏幕截图1400描绘在移动设备上示出的趋势控制的可视化。趋势控制任务被卸载到云,并且可视化被卸载到移动设备。

[0112] 根据本公开的用于从工业自动化系统中的HMI面板卸载HMI任务的方法由图15的流程图1500图示。根据实时计算要求,每个HMI任务最初被分类1510成至少高优先级的任务类型和第二任务类型之一。

[0113] 然后由HMI面板计算1520调度,用于由高优先级的HMI任务的HMI面板执行,并且高优先级的HMI任务由HMI面板根据调度执行1530。

[0114] 在1540处识别对HMI面板可用的卸载目的地资源。第二任务类型的HMI任务然后由HMI面板卸载1550到卸载目的地资源,用于由卸载目的地资源执行。HMI面板周期性地与卸载目的地资源通信1560,以检查卸载的HMI任务的状态。

[0115] 如将由本领域技术人员所理解的,本发明的方面可被体现为系统、方法或计算机程序产品。相应地,本发明的方面可采用在本文中通常可全部被称为“电路”、“模块”或“系统”的完全硬件实施例、完全软件实施例(包括固件、驻留软件、微代码等)或者组合软件和硬件方面的实施例的形式。此外,本发明的方面可采用在一个或多个计算机可读介质中体现的计算机程序产品的形式,一个或多个计算机可读介质具有在其上体现的计算机可读程序代码。

[0116] 可利用一个或多个计算机可读介质的任何组合。计算机可读介质例如可以是但不限于电、磁、光、电磁、红外或半导体系统、装置或设备,或者前述的任何合适的组合。计算机可读介质的更具体的示例(非穷举列表)将包括以下:便携式计算机磁盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM或闪存)、便携式光盘只读存储器(CD-ROM)、光存储设备、磁存储设备或前述的任何合适的组合。在本文档的上下文中,计算机可读介质可能是可以包含或存储程序的任何有形的非临时性介质,该程序用于由指令执行系统、装置或设备使用或与指令执行系统、装置或设备结合。

[0117] 用于执行本发明的方面的操作的计算机程序代码可用一个或多个编程语言的任何组合撰写,一个或多个编程语言包括:面向对象的编程语言,诸如Java、Smalltalk、C++等等,以及常规的过程编程语言,诸如“C”编程语言或类似的编程语言。程序代码可作为独立的软件包而完全在用户的计算机上、部分地在用户的计算机上执行,部分地在用户的计算机上并且部分地在远程计算机上或完全在远程计算机或服务器上执行。在后一场景中,可通过包括局域网(LAN)或广域网(WAN)的任何类型的网络而将远程计算机连接到用户的

计算机,或者可做出到外部计算机的连接(例如通过使用因特网服务提供商的因特网)。

[0118] 参考根据发明的实施例的方法、装置(系统)和计算机程序产品的流程图图示和/或框图描述本发明的方面。将理解的是:流程图图示和/或框图的每个块以及流程图图示和/或框图中块的组合可以由计算机程序指令来实现。这些计算机程序指令可被提供给通用计算机、专用计算机或其它可编程数据处理装置的处理器以产生机器,使得经由计算机或其它可编程数据处理装置的处理器执行的指令创建用于实现在流程图和/或一个或多个框图块中指定的功能/动作的装置。

[0119] 这些计算机程序指令还可存储在可以引导计算机、其它可编程数据处理装置或其它设备以特定方式起作用的计算机可读介质中,使得存储在计算机可读介质中的指令产生物品或产品,包括实现在流程图和/或一个或多个框图块中指定的功能/动作的指令。

[0120] 计算机程序指令还可被加载到计算机、其它可编程数据处理装置或其它设备上,以使得在计算机、其它可编程装置或其它设备上执行一系列操作,以产生计算机实现的过程,使得在计算机或其它可编程装置上执行的指令提供用于实现在流程图和/或一个或多个框图块中指定的功能/动作的过程。

[0121] 现在参考图16,根据本发明的示范性实施例,计算机系统1605此外还可以包括一个或多个中央处理单元或处理器(CPU)1620、存储器1629、输入/输出(I/O)接口模块1627和网络通信接口模块1628。CPU 1620执行一个或多个程序模块,一个或多个程序模块执行具体任务并与计算机系统1605的环境交互。一个这样的模块是监视自动化环境的控制的自动化控制模块1622。经由I/O通信模块1627和自动化硬化网络(诸如Modbus、PROFINET或Profibus)自动化控制模块1622连接到传感器、执行器和其它控制器。

[0122] 驻留在CPU1620上的另一个模块是管理人类用户和自动化环境之间的交互的人机交互(HMI)模块1610。HMI模块1610通常耦合到显示器和各种输入设备,诸如鼠标和键盘(未示出)。另外,本公开的HMI模块耦合到网络通信模块1628,用于与远程移动设备和云的通信,网络通信模块1628支持与诸如WiFi网络之类的无线局域网以及与诸如蜂窝无线网络或因特网之类的广域网的通信。

[0123] 存储器1629可以包括RAM、ROM、盘驱动器、磁带驱动器等或其组合。本发明的示范性实施例可被实现为存储在存储器1629或其它非临时性计算机可读存储介质1626中并且由CPU 1620执行以控制工业自动化系统的例程。因此,计算机系统1605是通用计算机系统,该通用计算机系统在执行本公开的方法时变成专用计算机系统。

[0124] 计算机系统1605还包括操作系统和微指令代码。本文所述的各种过程和功能或者可能是微指令代码的一部分,或者是经由操作系统执行的应用程序(或其组合)的一部分。另外,各种其它外围设备可连接到计算机系统1605,诸如额外的数据存储设备和打印设备。

[0125] 图中的流程图和框图图示根据本发明的各种实施例的系统、方法和计算机程序产品的可能实现方式的架构、功能性和操作。在这方面,流程图或框图中的每个块可表示模块、片段或代码部分,其包括用于实现一个或多个指定的逻辑功能的一个或多个可执行指令。还应当注意的是:在一些替代实现方式中,在块中指出的功能可能不以图中指出的次序出现。例如,实际上可基本上同时执行连续示出的两个块,或者有时可以相反的次序执行块,这取决于涉及的功能性。还将注意的是:框图和/或流程图图示的每个块以及框图和/或流程图图示中块的组合可以由执行指定功能或动作的基于专用硬件的系统或者专用硬件

和计算机指令的组合来实现。

[0126] 本文使用的术语仅用于描述特定实施例的目的,并且不旨在限制该发明。如本文所使用,单数形式“一”、“一个”和“该”旨在也包括复数形式,除非上下文另有清楚地指示之外。将进一步理解的是:当在本说明书中使用时,术语“包括”和/或“包含”指定陈述的特征、整数、步骤、操作、元件和/或组件的存在,但是不排除一个或多个其它特征、整数、步骤、操作、元件、组件和/或它们的组的存在或添加。

[0127] 以下权利要求中所有装置或步骤加功能元件的相应的结构、材料、动作和等同物旨在包括用于与如特别要求保护的其它要求保护的元件结合执行功能的任何结构、材料或动作。已经为了图示和描述的目的而呈现本发明的描述,但是并不旨在是详尽的或以公开的形式限制到本发明。许多修改和变化将对本领域技术人员显而易见,而不脱离发明的范围和精神。选择和描述实施例以最好地解释发明的原理和实际应用,并且使得本领域技术人员能够理解发明用于具有适合于预期的特定用途的各种修改的各种实施例。

[0128] 前述的详细描述将被理解为在每个方面是图示性的和示范性的,但不是限制性的,并且本文的公开的范围将不从描述中确定,而是从根据由专利法允许的完全广度所解释的权利要求中确定。将理解的是:各种修改将由本领域技术人员实现,而不脱离公开的范围和精神。

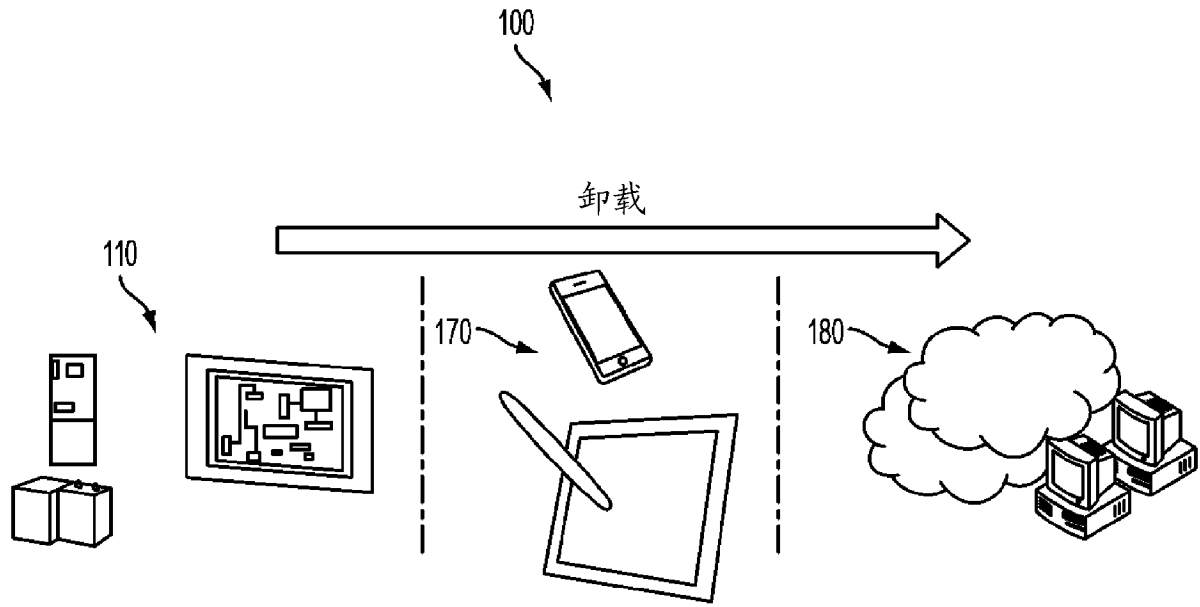


图 1

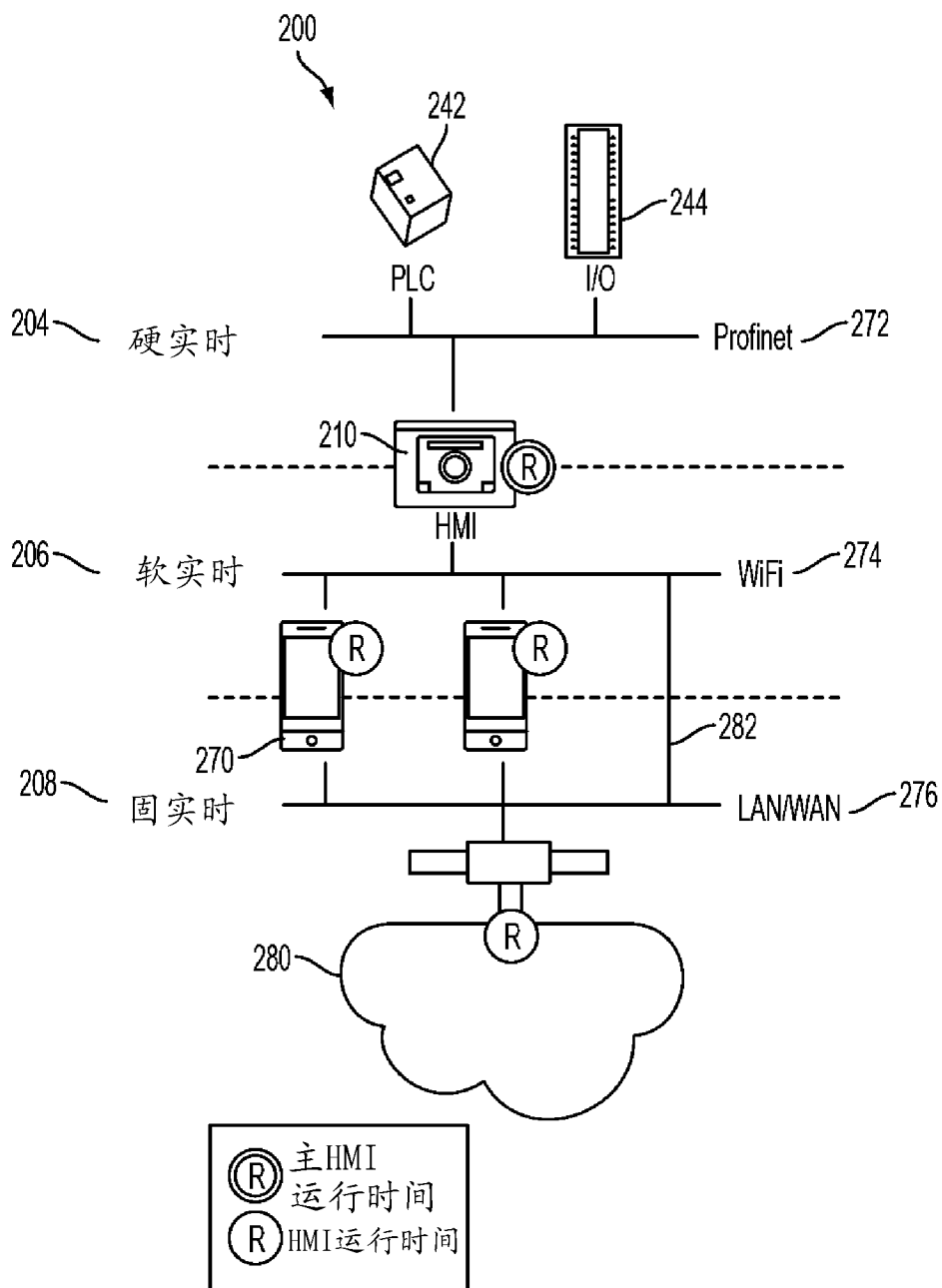


图 2

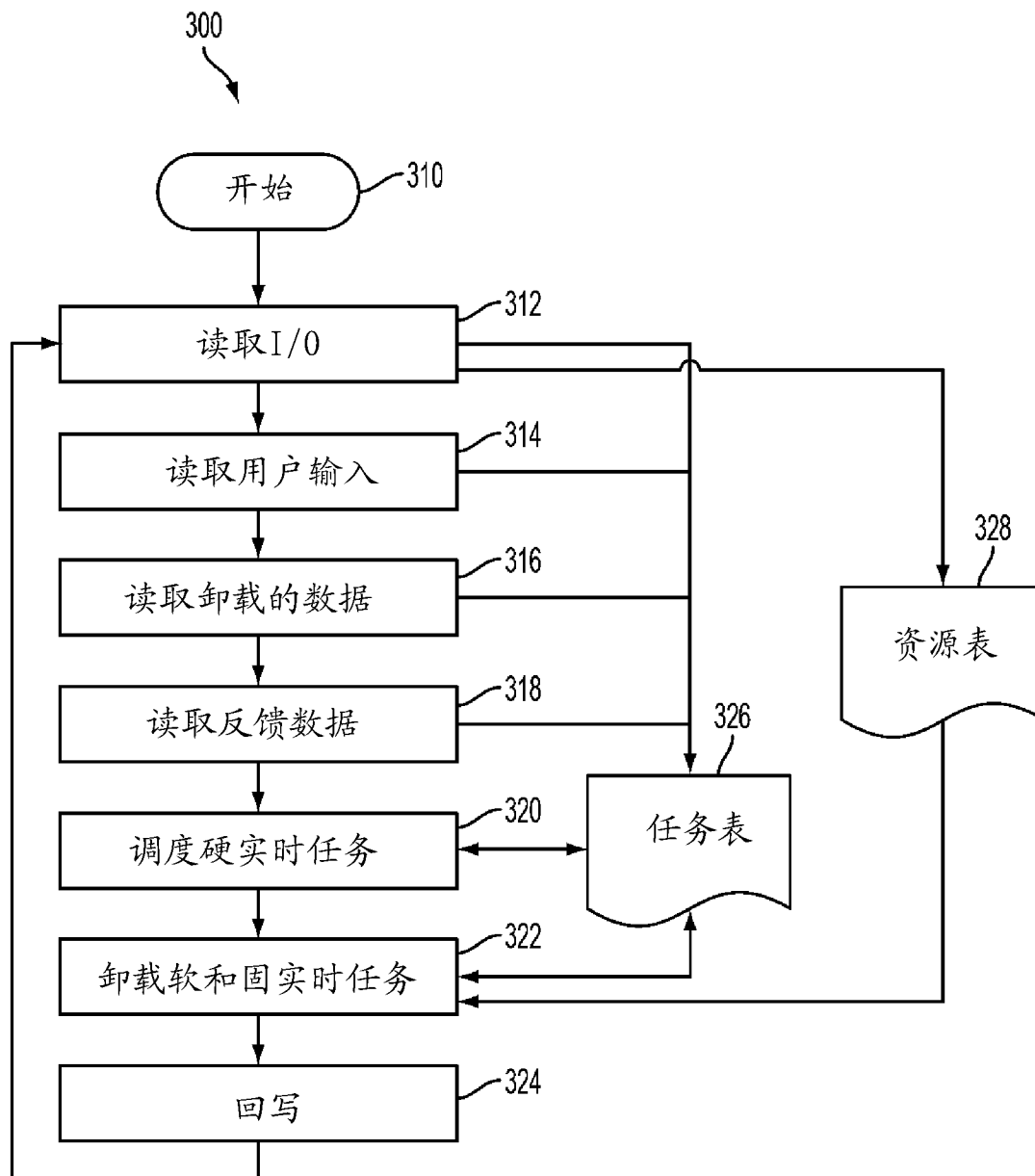


图 3

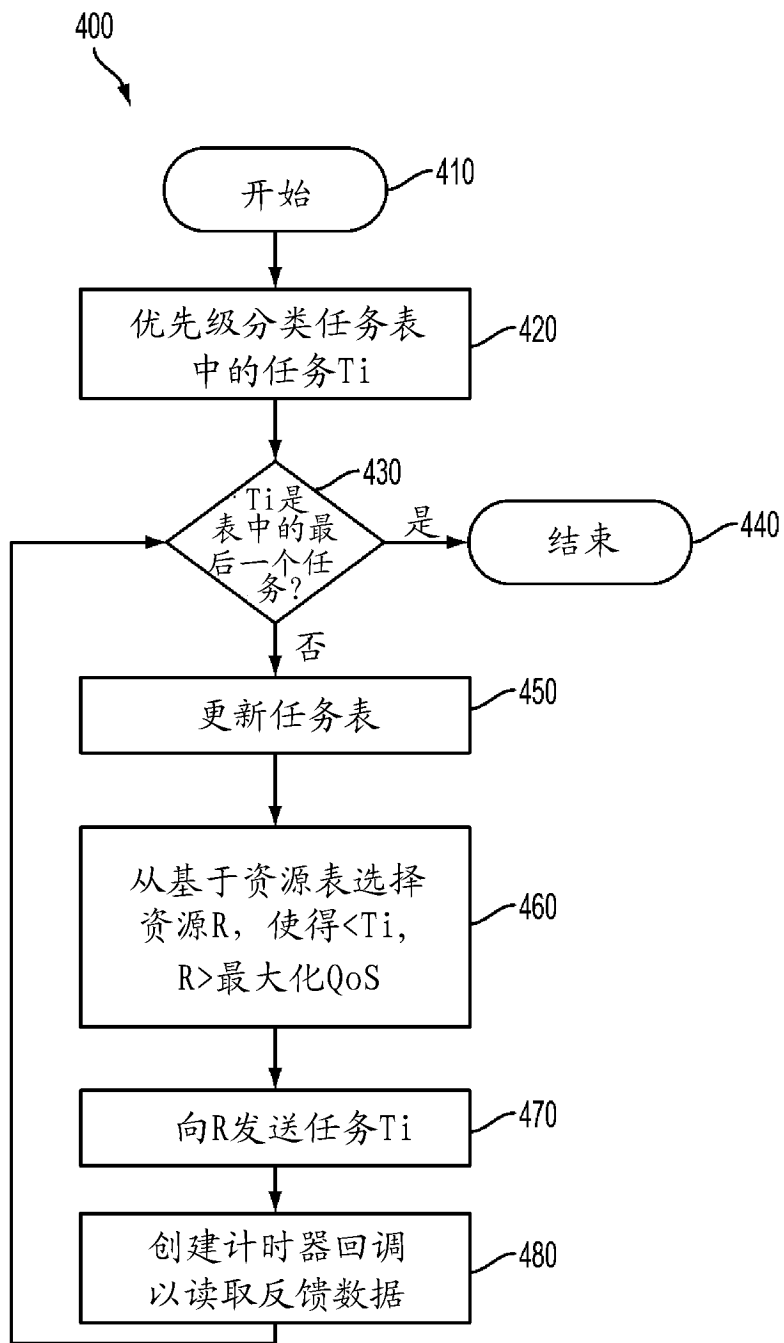


图 4

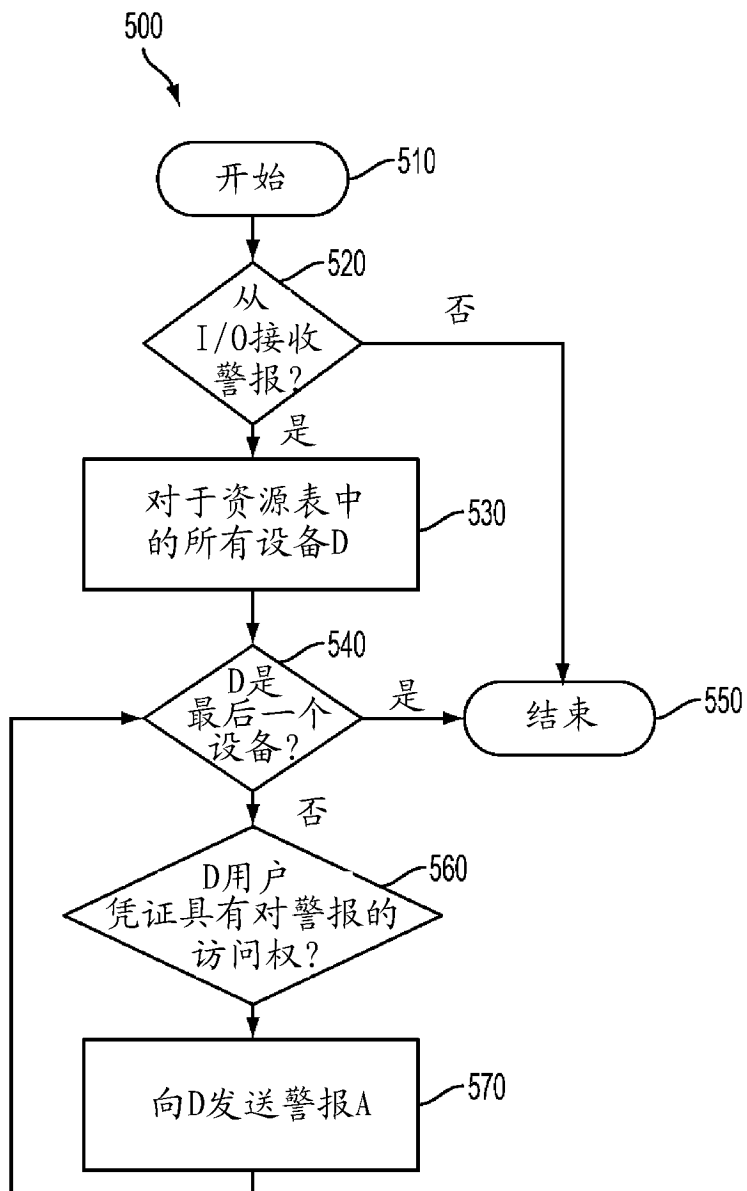


图 5

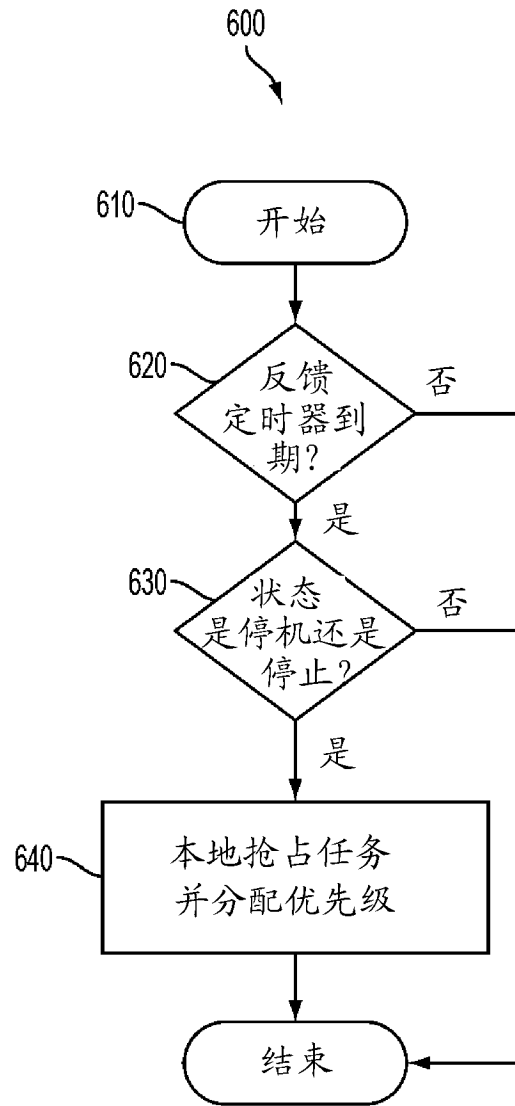


图 6

326

任务表

710	712	714	716	718	720	722	724	726	728	730	732	734
任务ID	HMI对象	HMI类别	任务类型	优先级	最后期限	执行时间	可靠性	所有者设备	所有者任务	锁定	反馈定时器	状态
1	屏幕对象	可视化	软	5	100ms	50ms	中等	本地	1	假	0	运行
2	屏幕对象	处理	软	5	30ms	20ms	高	本地	1	假	0	运行
3	警报	处理	硬	1	10ms	10ms	高	本地	2	假	0	运行
4	警报	可视化	软	2	20ms	10ms	中等	移动1	2	假	10ms	运行
5	警报	可视化	软	2	20ms	10ms	中等	移动2	2	假	10ms	运行
6	警报	可视化	软	2	20ms	10ms	中等	移动3	2	假	5ms	链路
7	报告	处理	固	8	10h	5h	低	云	7	假	10ms	等待
8	报告	处理	固	8	5h	2h	低	移动2	7	假	2m	运行

图 7a

328 ↗

资源表

752 资源ID	754 名称	756 类型	758 性能	760 负载	762 等待时间	764 用户ID	766 授权
1	本地	HMI面板	中等	50%	0	-	真
2	移动1	移动	高	10%	100ms	约翰	真
3	移动2	移动	高	90%	110ms	爱丽丝	真
4	移动3	移动	高	50%	90ms	鲍勃	真
5	云	云	高	5%	400ms	-	真

图 7b

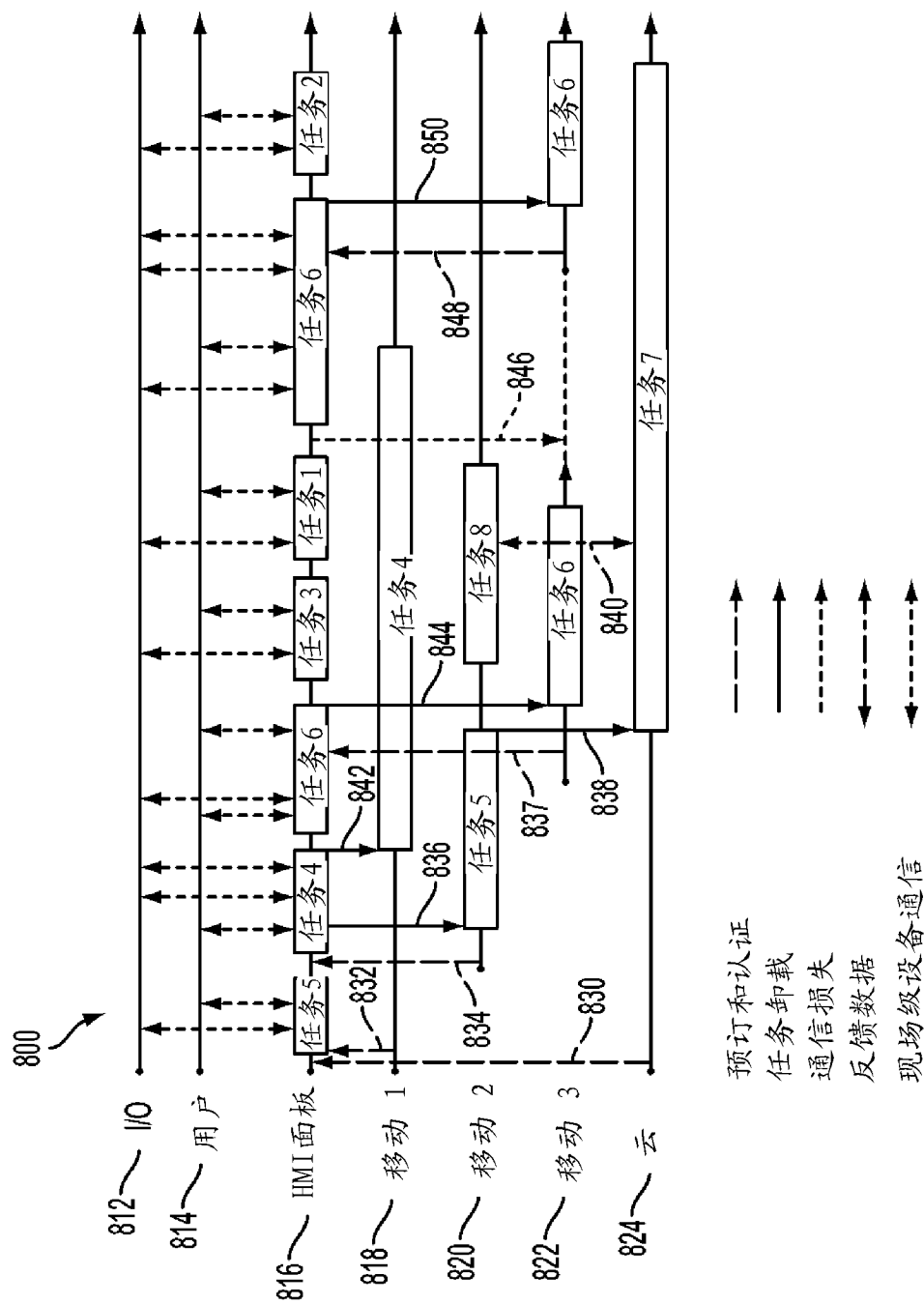


图 8

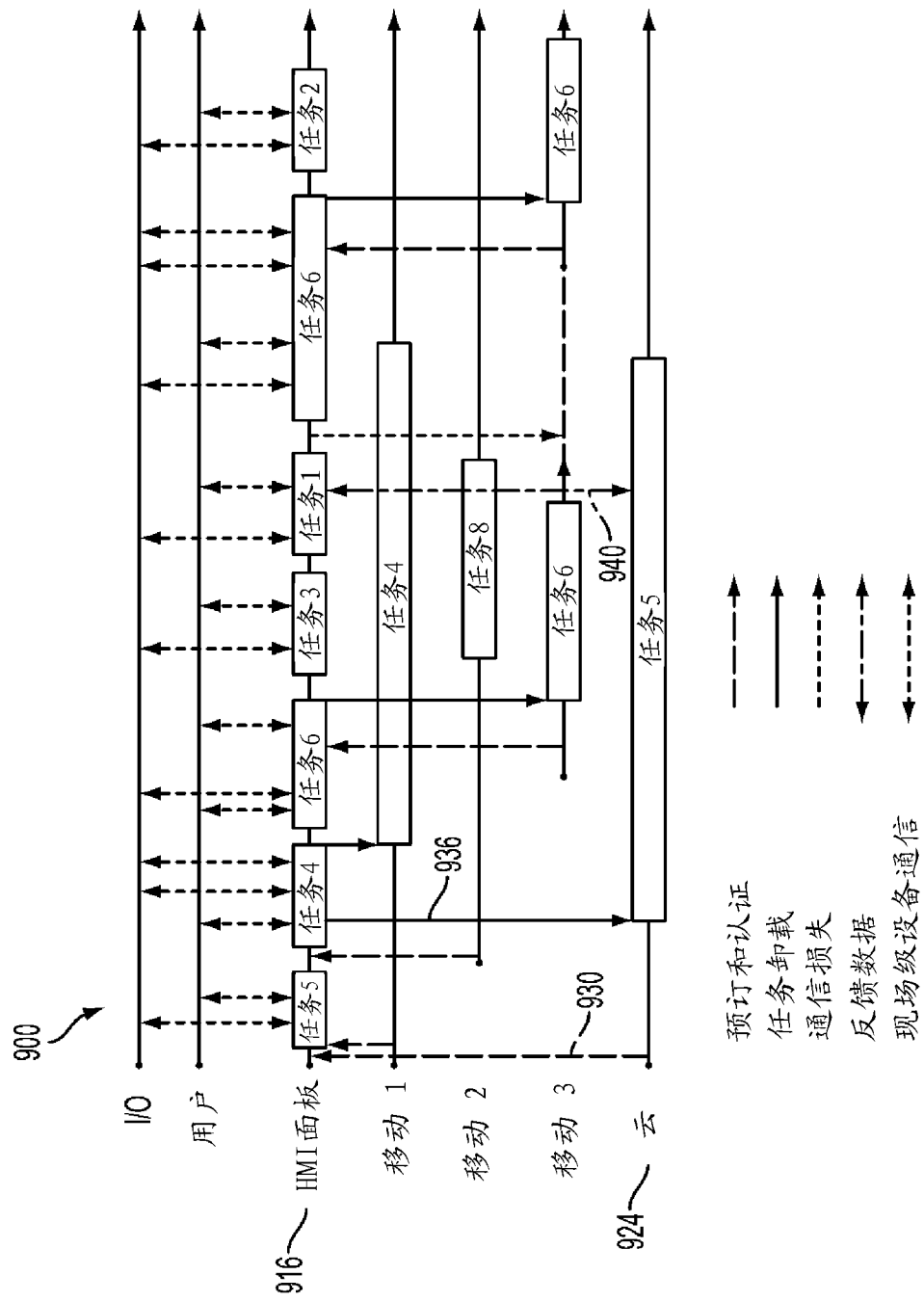


图 9

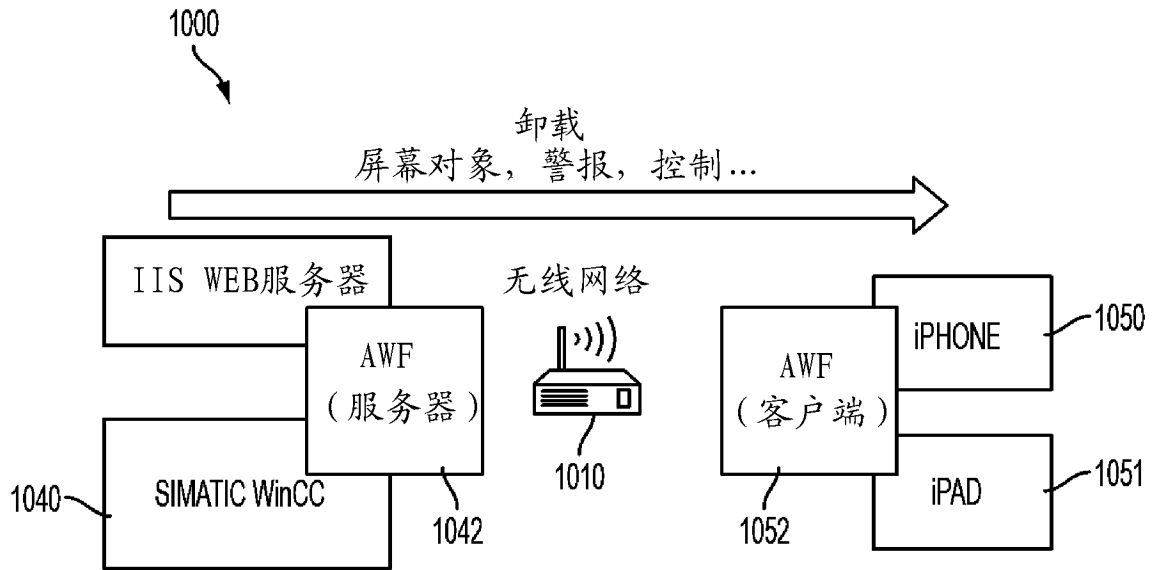


图 10

1110

✓

WinCC 警报控制					
报警历史记录表					
	日期	时间	号码	确认	消息文本
1	1/20/2014	11:31:31 AM	161062		发电机冷却器水泄漏
2	1/20/2012	12:25:21 PM	161062		其它故障
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
准备	待决: 2	确认: 2	列表2		1:40:29 PM

涡轮	发电机定子	发电机电刷	发电机电压	振动	辅助设备	故障
----	-------	-------	-------	----	------	----

图 11a

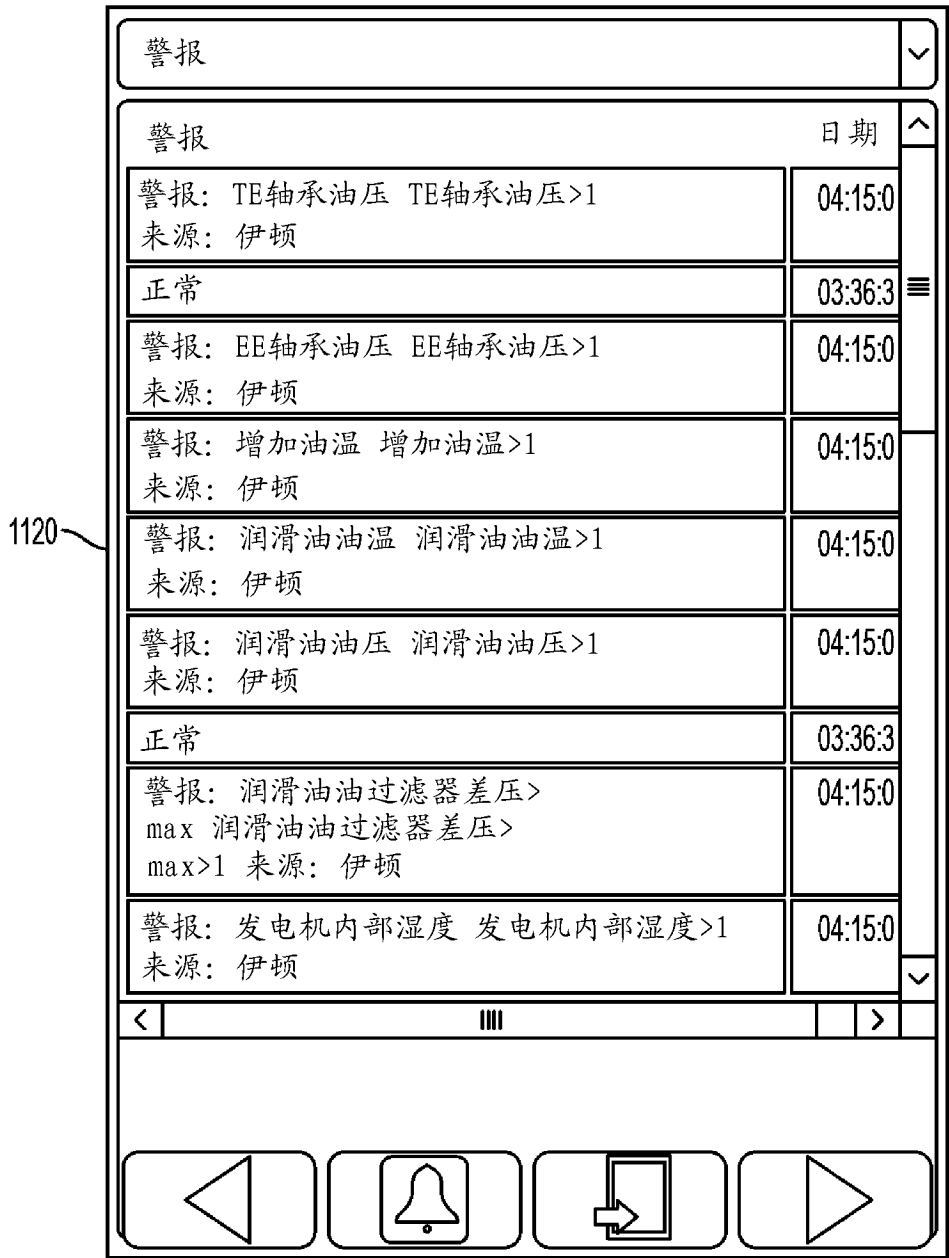


图 11b

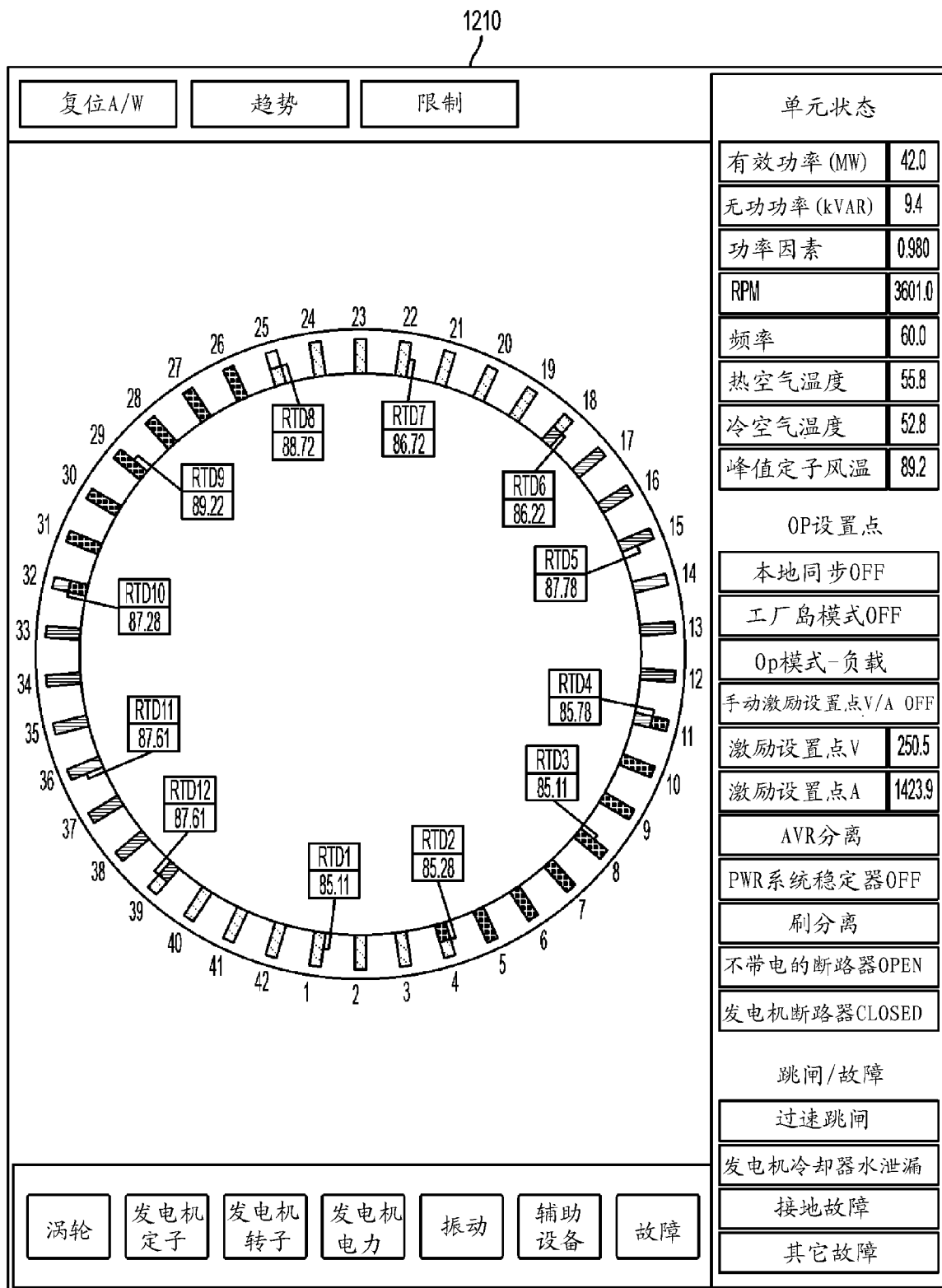


图 12a

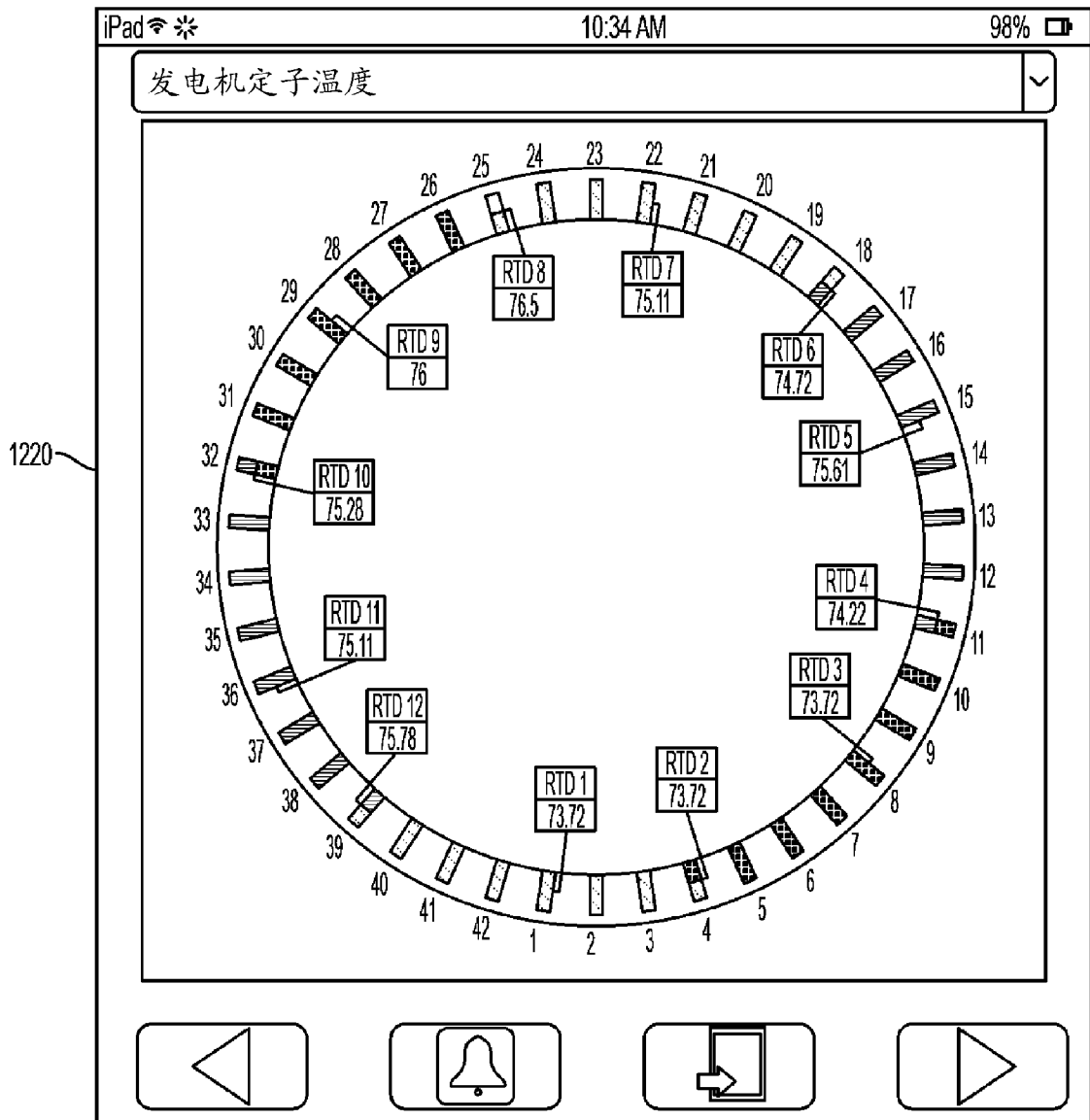


图 12b

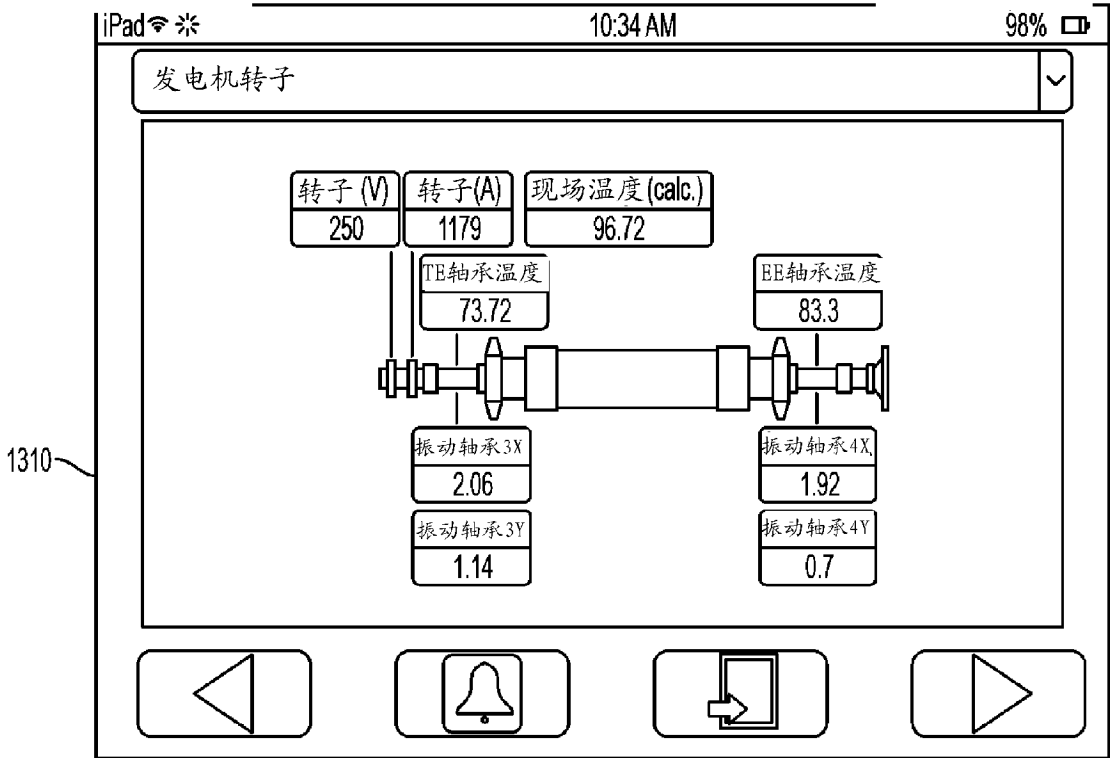


图 13a



图 13b

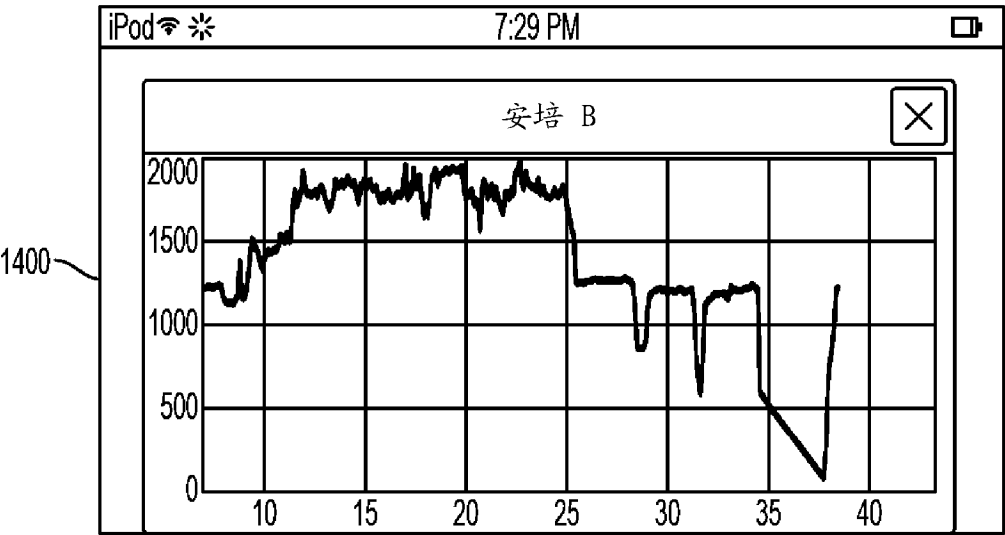


图 14

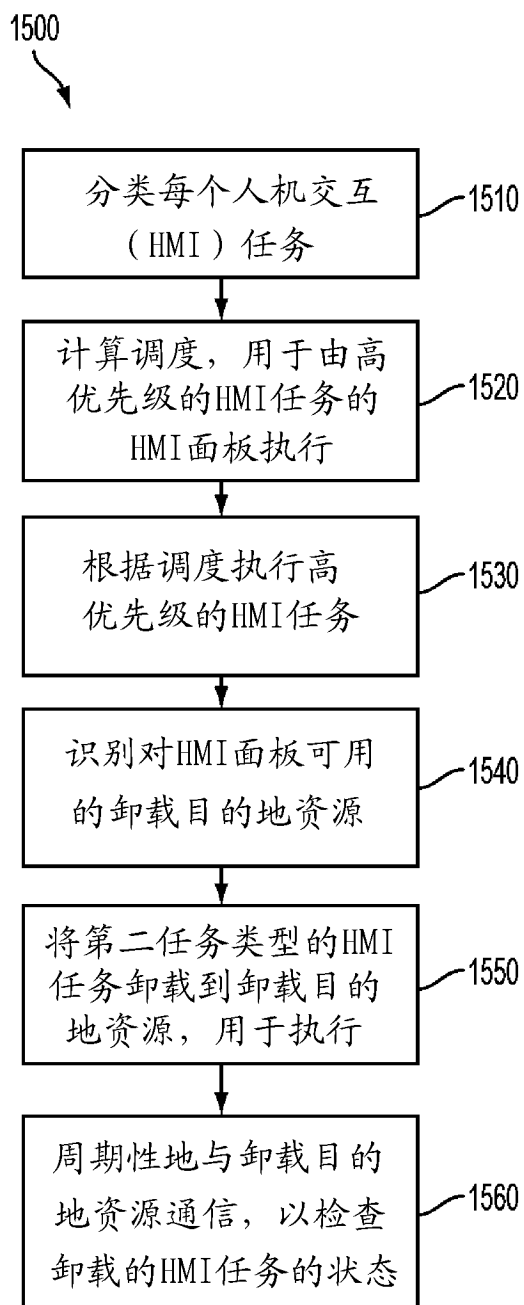


图 15

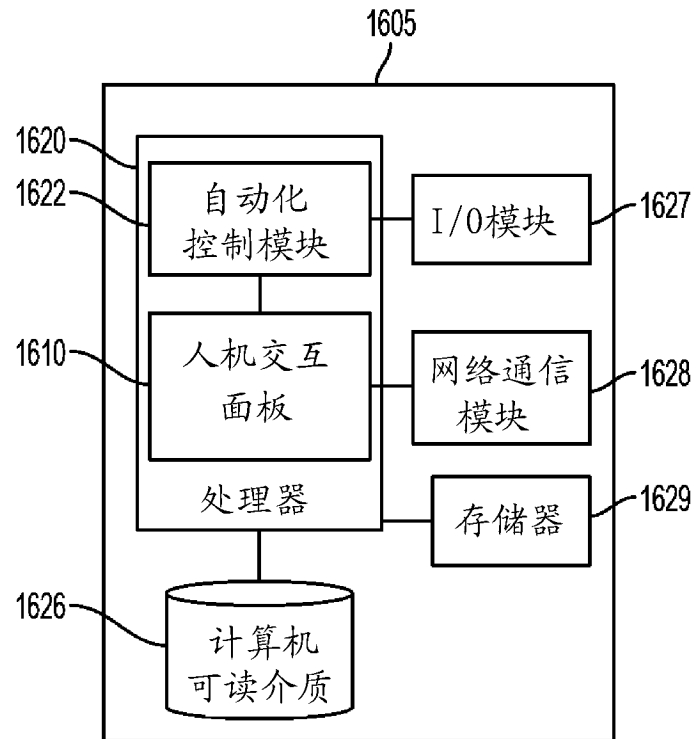


图 16