



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119987990 A

(43) 申请公布日 2025. 05. 13

(21) 申请号 202411607066.7

(22) 申请日 2024.11.12

(30) 优先权数据

18/389,037 2023.11.13 US

(71) 申请人 SAP欧洲公司

地址 德国瓦尔多夫

(72) 发明人 J·S·法勒布什 F·盖克勒

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

专利代理师 邵亚丽

(51) Int.Cl.

G06F 9/50 (2006.01)

G06F 11/30 (2006.01)

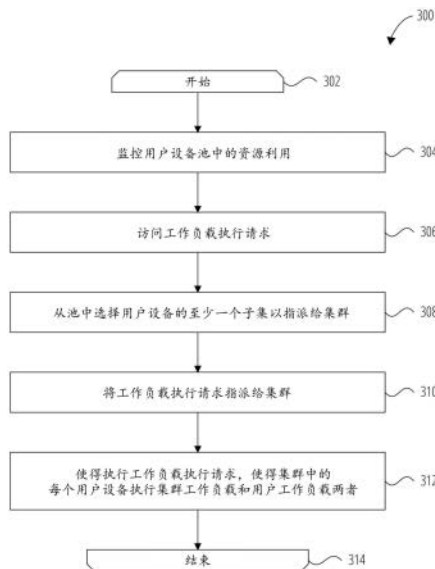
权利要求书2页 说明书22页 附图7页

(54) 发明名称

将用户设备动态地指派给工作负载集群

(57) 摘要

本文描述的系统和方法涉及用户设备到工作负载集群的指派。多个用户设备上的资源利用被监视。每个用户设备上的设备代理可以用于监视资源利用。工作负载执行请求标识集群工作负载的资源要求。基于集群工作负载的资源要求和多个用户设备上的资源利用,工作负载执行请求被指派给集群。集群包括多个用户设备。使得工作负载执行请求在集群上执行。每个用户设备执行用户工作负载和集群工作负载的相应部分。



1. 一种系统,包括:
至少一个存储器,存储指令;以及
一个或多个处理器,由所述指令配置为执行操作,所述操作包括:
经由在多个用户设备中的每一个上执行的设备代理来监视所述多个用户设备上的资源利用;
访问标识集群工作负载的资源要求的工作负载执行请求;
基于集群工作负载的资源要求和所述多个用户设备上的资源利用,将工作负载执行请求指派给包括所述多个用户设备的集群;以及
使得工作负载执行请求在集群上被执行,其中,用户工作负载和集群工作负载的相应部分在所述多个用户设备中的每一个上执行。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中,集群包括所述多个用户设备和一个或多个专用计算节点,并且集群工作负载的相应部分在每个专用计算节点上执行。
3. 根据权利要求1所述的系统,所述操作还包括,对于每个用户设备:
基于用户设备满足一个或多个集群贡献标准来将用户设备指派给集群。
4. 根据权利要求1所述的系统,其中,监视所述多个用户设备上的资源利用包括监视包括所述多个用户设备的用户设备池上的资源利用,所述操作还包括:
从用户设备池中选择所述多个用户设备;以及
将所述多个用户设备指派给集群。
5. 根据权利要求1所述的系统,其中,监视所述多个用户设备上的资源利用包括使用每个用户设备的设备代理来确定用户设备具有可用于对集群做出贡献的多余资源。
6. 根据权利要求1所述的系统,其中,在每个用户设备上执行的设备代理确定在执行用户工作负载时用户设备能够对集群做出贡献的资源。
7. 根据权利要求6所述的系统,其中,监视所述多个用户设备上的资源利用包括:在每个用户设备上执行的设备代理接收在执行用户工作负载时用户设备能够对集群做出贡献的资源的指示。
8. 根据权利要求6所述的系统,其中,在集群上执行的集群代理聚合来自所述多个用户设备的设备代理的资源利用数据,并且监视所述多个用户设备上的资源利用包括从集群代理接收所聚合的资源利用数据。
9. 根据权利要求1所述的系统,其中,使得工作负载执行请求在集群上被执行包括:
向在每个用户设备上执行的设备代理发送指令以将用户设备上的资源的第一部分分配给集群,其中,用户设备上的资源的第二部分是用于执行用户工作负载的。
10. 根据权利要求1所述的系统,其中,使得工作负载执行请求在集群上被执行包括:在每个用户设备上,使得用户工作负载的至少部分和集群工作负载的相应部分的至少部分被同时执行。
11. 根据权利要求1所述的系统,其中,集群工作负载在用户设备上的集群环境中执行,集群环境与用户工作负载在其中执行的用户设备上的用户环境分离。
12. 根据权利要求11所述的系统,其中,集群环境包括虚拟机或容器中的至少一个。
13. 根据权利要求1所述的系统,其中,工作负载执行请求由处理器实现的集群控制器指派给集群,所述处理器实现的集群控制器通信地耦合到集群和分布式计算环境中的多个

其他集群。

14. 根据权利要求1所述的系统,所述操作还包括,对于每个用户设备:
向用户设备发送消息以指示用户设备已被指派给集群。

15. 一种方法,包括:

经由在多个用户设备中的每一个上执行的设备代理来监视所述多个用户设备上的资源利用;

访问标识集群工作负载的资源要求的工作负载执行请求;

基于集群工作负载的资源要求和所述多个用户设备上的资源利用,将工作负载执行请求指派给包括所述多个用户设备的集群;以及

使得工作负载执行请求在集群上被执行,其中,用户工作负载和集群工作负载的相应部分在所述多个用户设备中的每一个上执行。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中,集群包括所述多个用户设备和一个或多个专用计算节点,并且集群工作负载的相应部分在每个专用计算节点上执行。

17. 根据权利要求15所述的方法,其中,集群工作负载在用户设备上的集群环境中执行,集群环境与用户工作负载在其中执行的用户设备上的用户环境分离。

18. 一种存储指令的非暂时性计算机可读介质,所述指令在由一个或多个处理器执行时,使得所述一个或多个处理器执行操作,所述操作包括:

经由在多个用户设备中的每一个上执行的设备代理来监视所述多个用户设备上的资源利用;

访问标识集群工作负载的资源要求的工作负载执行请求;

基于集群工作负载的资源要求和所述多个用户设备上的资源利用,将工作负载执行请求指派给包括所述多个用户设备的集群;以及

使得工作负载执行请求在集群上被执行,其中,用户工作负载和集群工作负载的相应部分在所述多个用户设备中的每一个上执行。

19. 根据权利要求18所述的非暂时性计算机可读介质,其中,集群包括所述多个用户设备和一个或多个专用计算节点,并且集群工作负载的相应部分在每个专用计算节点上执行。

20. 根据权利要求18所述的非暂时性计算机可读介质,其中,集群工作负载的相应部分在每个用户设备上的集群环境中执行,集群环境与用户工作负载在其中执行的用户设备上的用户环境分离。

将用户设备动态地指派给工作负载集群

技术领域

[0001] 本文公开的主题一般涉及分布式计算环境。更具体地但非排他地,本主题涉及在分布式计算环境中将用户设备指派给工作负载集群。

背景技术

[0002] 许多现代企业利用分布式计算环境来满足它们的计算需要。例如,参与开发和提供软件解决方案的企业可以使用包括基于云的计算节点的集合的工作负载集群来处理应用开发、测试和生产期间的各种工作负载。

[0003] 与供应、使用或维护专用集群资源相关联的成本可能相对较高。同时,企业可能在向工作者提供用户设备(诸如膝上型计算机或台式计算机)时带来大量成本。在许多工作负载被指派给基于云的集群资源的情况下,与企业相关联的本地机器可能具有大量未使用的容量。例如,软件开发团队中的工作者可以将各种工作负载卸载到基于云的资源,同时主要使用他们自己的用户设备作为用于访问那些资源或与那些资源通信的终端。这可能导致由企业支付的计算资源(例如,处理、存储器或数据存储资源)的次优或低效使用。

发明内容

[0004] 本公开的一个示例涉及一种系统,包括:至少一个存储器,存储指令;以及一个或多个处理器,由该指令配置为执行操作,该操作包括:经由在多个用户设备中的每一个上执行的设备代理来监视多个用户设备上的资源利用;访问标识集群工作负载的资源要求的工作负载执行请求;基于集群工作负载的资源要求和多个用户设备上的资源利用,将工作负载执行请求指派给包括多个用户设备的集群;以及使得工作负载执行请求在集群上被执行,其中,用户工作负载和集群工作负载的相应部分在多个用户设备中的每一个上执行。

附图说明

[0005] 出于说明而非限制的目的,在附图的图中示出了一些示例。在不一定按比例绘制的附图中,相同的数字可以描述不同视图或示例中的类似组件。为了更容易地标识对任何特定元件或动作的讨论,附图标记中的一个或多个最高有效数字是指其中该元件首先被引入的图号。

[0006] 图1是根据一些示例的包括集群工作负载管理系统的网络环境的图示。

[0007] 图2是根据一些示例的分布式计算环境中的某些组件的框图。

[0008] 图3是示出适合于将用户设备指派给集群并且使用该集群来处理集群工作负载的方法的操作的流程图。

[0009] 图4是根据一些示例的集群控制器和通信地耦合到集群控制器的集群内的某些组件的框图。

[0010] 图5是示出根据一些示例的分别由集群控制器、集群代理和用户设备执行以监视资源利用、向集群指派工作负载执行请求以及履行工作负载执行请求的操作的泳道图。

[0011] 图6是示出根据一些示例的用于计算设备的软件架构的框图。

[0012] 图7是根据一些示例的计算机系统的形式的机器的框图,在该计算机系统内,可以执行指令以使得机器执行本文讨论的任何一种或多种方法。

具体实施方式

[0013] 能够访问用户设备池的实体可能拥有显著的潜在计算能力。本文描述的示例可以允许企业或其他实体更充分地或有效地利用这些可用资源,从而减少总体基础设施成本或基础设施占地面积。在一些示例中,用户设备上的未使用容量被利用来以动态以及可适应的方式形成工作负载集群。这样的未使用的容量可以与专用计算节点一起使用以提供混合集群。

[0014] 如本文在计算工作负载的上下文中所使用的,术语“资源”是指可以被使用或分配以执行工作负载的任何计算资产。例如,可以利用诸如中央处理单元 (CPU) 资源、图形处理单元 (GPU) 资源、存储器、存储装置、网络连接或带宽的资源。

[0015] 术语“工作负载集群(workload cluster)”和“集群(cluster)”在本公开中可互换使用。如本文所使用的,“集群”是指共同工作以处理一个或多个工作负载的(直接或间接)互连的计算资源的群组或集合。相应的计算资源通常被称为“节点”。集群中的节点可以是物理机或虚拟机。相对于指派给集群的工作负载的执行,节点可以在逻辑上被视为单个单元。集群大小的范围可以从几个节点到数百或数千个节点。集群可以共享工作负载处理和存储资源,并且可以通过跨节点分布工作来允许并行处理或高可用性。

[0016] 在一些示例中,一种方法包括监视多个用户设备上的资源利用。例如,可以监视用户设备池以跟踪或评估它们相应的资源利用。在一些示例中,基于资源利用(例如,检测到的资源可用性),从用户设备池中选择一个或多个用户设备并且将其指派给集群,如在别处更详细地描述的。可以动态地或临时地创建集群以处理集群工作负载。

[0017] 如本文所使用的,术语“用户设备”是指能够连接到网络并且由用户直接操作的物理计算设备。例如,企业可以向它们的工作者提供用户设备,诸如台式计算机或膝上型计算机,以用于执行他们的日常工作任务,该日常工作任务可以包括通用任务(例如,使用文字处理或电子邮件应用)或更专用的任务(例如,执行软件开发、数据分析或机器学习任务)。用户设备不是由多个用户远程访问以执行计算任务的共享资源,诸如服务器或依赖于服务器来执行其计算任务的瘦客户端。术语“用户设备”不是指用于集群环境的专用基础设施,诸如服务于处理集群工作负载的主要功能的专用计算节点。用户设备可以被个性化以供特定用户使用(例如,用户设备包含用户的文件和设置,用户设备具有存储在其上的用户的用户简档,或者用户的用户账户与用户设备相关联)。

[0018] 本公开描述了“集群工作负载”和“用户工作负载”两者。如本文所使用的,术语“集群工作负载”是指被指派给集群以供执行的计算工作负载或任务。例如,集群工作负载可以由调度器或编排组件指派给集群,并且跨集群的节点自动分布以进行并行处理。集群工作负载可以包括但不限于高性能计算任务、模拟、分析、批处理作业或其他资源密集型操作。在一些示例中,集群工作负载可以是通用操作,并且因此不限于专用操作。集群工作负载可以例如由最终用户或由正在与集群中的应用一起工作(例如,测试集群中的应用)的软件开发触发或请求。

[0019] 如本文所使用的,术语“用户工作负载”是指基于用户设备的用户做出的指令或选择而在用户设备上执行的计算工作负载或任务。用户工作负载不被指派给集群。例如,用户设备可以运行各种程序和应用以允许用户浏览互联网、访问电子邮件、访问基于云的资源、使用安装在用户设备上的软件来执行任务或查看(例如,流式传输)媒体。因此,用户工作负载是指在用户设备的硬件上运行的用户驱动的工作负载,而集群工作负载被集中地指派给多个节点以供执行。本文描述的示例允许用户设备运行用户工作负载和集群工作负载两者。

[0020] 在本公开的上下文中,专用集群节点不执行用户工作负载。例如,即使管理员可能能够访问专用集群节点以执行诊断或配置应用,但是这样的应用在本公开的上下文中不是“用户工作负载”。此外,可以在集群节点上运行的操作系统、网络驱动器或其他系统级进程不被视为“用户工作负载”。

[0021] 可以监视用户设备上的资源利用以确定用户设备是否具有可用于对集群做出贡献的多余资源。例如,在用户设备上执行的设备代理可以确定用户设备在执行一个或多个用户工作负载时可以对集群做出贡献的资源。该方法可以包括使设备代理安装在用户设备上以监视资源利用。在一些示例中,该方法包括通过从在每个用户设备上执行的设备代理接收用户设备可以对集群做出贡献的资源的指示来监视多个用户设备上的资源利用。

[0022] 集群可以包括集群代理。例如,在集群上执行的集群代理聚合来自集群中的节点的资源利用数据,并且集群控制器从集群代理接收聚合的资源利用数据(参见例如图2和图4,其在下面更详细地讨论)。集群控制器可以是通信地耦合到集群和分布式计算环境中的多个其它集群的处理器实现的组件。集群控制器可以负责例如评估资源利用或可用性,将工作负载执行请求指派给合适的集群,执行调度,创建或调整(例如,缩放)集群,或发送任务指令。

[0023] 可以动态地创建或配置集群。例如,可以将具有多余或备用(spare)资源的用户设备动态地和临时地指派给集群,以用于处理或协助集群工作负载。在一些示例中,与集群的连接由在用户设备上执行的集群代理创建,以允许用户设备向集群提供可用资源。

[0024] 在一些示例中,该方法包括接收或访问标识集群工作负载的资源要求的工作负载执行请求。可以基于集群工作负载的资源要求和多个用户设备上的资源利用来将工作负载执行请求指派给集群。在一些示例中,响应于接收到工作负载执行请求而创建集群。在其他示例中,集群是基于集群工作负载的资源要求和多个用户设备上的资源利用来选择的先前创建或预先存在的集群。

[0025] 集群包括一个或多个用户设备。在一些示例中,集群包括一个或多个用户设备和一个或多个专用计算节点。在集群的上下文中,并且如上所述,用户设备与专用计算节点不同。例如,虽然可以将用户设备指派给集群,使得可以将未使用的容量应用于执行工作负载,但是用户设备仍然可以由用户操作(例如,以执行用户设备被提供给用户的主要任务)。

[0026] 另一方面,专用计算节点可以处理由处理器实现的集群控制器或处理器实现的调度器组件指派给它的集群工作负载,并且不由用户直接操作。换句话说,专用计算节点可以是专门在集群环境内供应的计算资源,以在没有任何其他主要功能的情况下为集群工作负载提供处理能力,而用户设备可以处理用户工作负载,并且在能力允许的情况下处理集群工作负载。

[0027] 该方法可以包括使得工作负载执行请求在所选择或所指派的集群上执行。在集群包括多个用户设备的情况下,用户工作负载和集群工作负载的相应部分两者都在多个用户设备中的每一个上执行。

[0028] 例如,集群中的用户设备可以同时(例如,并行)执行一个或多个用户工作负载和集群工作负载。因此,在一些示例中,用户设备可以执行集群工作负载的一部分,即使当用户设备不是以其他方式“空闲”时(例如,当用户设备正在操作以运行用户应用作为一个或多个用户工作负载的一部分时),前提是用户设备被确定为具有足够的多余资源来对集群做出贡献。在集群附加地包括一个或多个专用计算节点的情况下,集群工作负载的相应部分可以在每个专用计算节点上执行。

[0029] 在一些示例中,可以基于用户设备满足一个或多个集群贡献标准来将特定用户设备指派给集群。集群贡献标准可以包括被检查以确定用户设备是否有资格被选择(或有资格)分配其资源的一部分来执行集群工作负载的预定要求、条件或限制。集群贡献标准的示例可以包括资源可用性(例如,基于用户设备的资源利用数据)、连接性、地理位置、安全协议或使用模式。例如,集群贡献标准可以指定如果用户设备的可用CPU资源和可用存储器资源超过预定阈值,则可以将用户设备添加到集群。集群贡献标准还可以包括用户定义的标准,诸如用户指定的约束(例如,当仅依靠电池电力运行时,用户设备不能被添加到集群)。

[0030] 在一些示例中,集群控制器向作为集群的一部分的用户设备(例如,向在用户设备上执行的设备代理)发送指令以将用户设备上的第一部分资源分配给集群。例如,用户设备的CPU和存储器资源的一部分可以被分配给集群以用于协助集群工作负载,而用户设备上的资源的第二部分用于执行用户工作负载。

[0031] 在一些示例中,用户设备具有集群环境,在该集群环境中执行或处理集群工作负载。集群环境可以与用户工作负载在其中执行的用户设备上的用户环境分离。

[0032] 在一些示例中,集群环境提供被配置在用户设备上以执行集群工作负载的隔离的运行时空,而用户环境是被配置在用户设备上用于用户工作负载的标准运行时空(或空间)。集群环境可以将集群特定任务与标准用户环境分离。集群环境的示例可以包括一个或多个虚拟机、容器、沙盒(sandbox)或其他专用或隔离的运行时空。诸如CPU、存储器和存储装置的资源可以被分配给集群环境。

[0033] 因此,分配给集群环境的资源可以被封顶或限制,以确保集群工作负载可以在不显著影响用户体验的情况下运行。未被分配给分离的集群环境的资源可以保持可用于用户环境以及与集群无关的应用或任务。

[0034] 该方法可以包括向用户设备发送消息以指示用户设备已被指派给集群。例如,集群控制器可以通知设备代理用户设备已被选择作为特定集群的一部分操作,之后用户设备自动地将其一些资源贡献给集群。

[0035] 本文描述的技术或架构可以用于各种应用中。例如,软件组织可以利用集群部署来促进特征和服务的开发和测试。这可以被称为集群应用开发。

[0036] 虽然为每个软件开发者(或开发者团队)供应分离的集群可以提供足够的资源并且防止干扰,但是它也可能导致集群应用开发中的较高的基础设施成本。同时,组织可以访问用户设备池,诸如相应软件开发者的用户设备。软件开发者的用户设备可以是相对强大的机器(例如,与一些同事的机器相比),如果不被高效利用,则具有显著的潜在资源。本文

描述的技术可以用于至少部分地跨本地机器 (例如, 软件开发者的用户设备) 运行集群以更高效地利用资源。

[0037] 设备代理可以安装在每个用户设备上。设备代理可以监视并且连续报告资源利用数据 (例如, 对于特定用户设备, 设备代理可以指示用户设备有多少存储空间、空闲存储器或空闲CPU资源可用)。资源利用数据可以被馈送到集群代理中并且在每集群的基础上被聚合。集群控制器可以基于资源利用数据来确定一个或多个特定用户设备或包括用户设备的特定集群具有备用容量来运行 (或协助) 集群工作负载。在一些示例中, 该方法可以包括基于历史数据生成资源利用预测, 以确定是否可以将用户设备添加到集群。

[0038] 使用用户设备的可用资源来处理集群工作负载可以解锁潜在的或被忽视的资源并且减少云基础设施要求 (例如, 租用费用)。在一些示例中, 本地设备和云资源都可以在同一集群中使用以定义混合集群。集群工作负载因此可以分布在云设备和本地设备两者上, 以便以更低的费用提高集群效率。如上所述, 可以以智能方式利用本地机器, 而不会显著地或明显地影响用户的设备上体验。

[0039] 本文描述的示例可以解决或减轻为软件开发、测试或其他计算操作提供足够的计算资源而不会未充分利用或浪费本地资源的技术问题。可以通过实时监视跨用户设备的资源利用并且基于用户设备的可用资源将工作负载请求指派给包括这些用户设备的集群来解决或减轻该技术问题。这允许利用未使用的用户设备容量, 例如, 以补充专用集群基础设施。因此, 可以更好地利用本地机器 (例如, 跨企业的较少空闲CPU或存储器资源), 同时降低云成本。

[0040] 本文描述的示例还可以解决或减轻将集群工作负载指派给合适的集群的技术问题。可以通过监视用户设备上的资源利用并将它们合并到集群中 (可选地与专用计算节点一起) 来解决或减轻该技术问题。这可以使得工作负载能够被动态地指派给异构集群并且在异构集群 (诸如包括本地用户设备和专用计算节点两者的集群) 上执行。再次, 通过利用其他空闲资产, 可以提高资源利用, 同时降低成本。

[0041] 可以基于对可用本地资源的实时评估来跨集群分配集群工作负载。在一些示例中, 集群工作负载经由隔离集群环境在用户设备上安全地执行。中央集群控制器或调度组件可以自动协调专用计算节点 (例如, 云节点) 和用户设备 (例如, 本地机器) 之间的有效分布。这可以提高效率, 减少与未使用的本地容量相关联的浪费, 并且降低基础设施费用。

[0042] 当总体考虑本公开中的效果时, 本文描述的方法中的一个或多个因此可以消除对某些努力或资源的需要, 否则这些努力或资源将涉及处理集群工作负载。例如, 作为改进的本地机器利用的结果, 可以更高效地利用或减少由系统、设备、数据库或网络利用的计算资源。这样的计算资源的示例可以包括处理器周期、网络流量、存储器使用、GPU资源、数据存储容量、功耗和冷却能力。

[0043] 图1是其中可以实现或部署本公开的一些示例的联网计算环境100的图示。服务器系统104中的一个或多个服务器经由网络102向联网设备提供服务器侧功能, 该联网设备的示例形式是由用户128访问的用户设备106。网络客户端110 (例如, 浏览器) 或编程客户端108 (例如, “app”) 可以在用户设备106上托管和执行。

[0044] 应用程序接口 (API) 服务器118和web服务器120向服务器系统104的组件提供相应的编程和web接口。特定应用服务器116托管集群工作负载管理系统122, 集群工作负载管理

系统122包括组件、模块或应用。

[0045] 用户设备106可以例如经由web服务器120支持的web接口或经由API服务器118提供的编程接口与应用服务器116通信。应当理解,尽管图1中仅示出了单个用户设备106,但是多个用户设备可以通信地耦合到服务器系统104。在一些示例中,并且如参考图2所述,服务器系统104连接到用户设备池,以允许监视用户设备上的资源利用以及用户设备中的至少一些到集群的分配。以此方式,可以将一个或多个用户设备动态地指派给集群以(完全地或部分地)处理集群工作负载。

[0046] 用户设备106(以及在一些情况下,连接到服务器系统104的其他用户设备)可以与企业或组织(诸如软件提供商134)相关联,如图1所示。例如,软件提供商134可以具有多个工作者,诸如软件开发者,并且工作者可以被提供有相应的用户设备,其中,用户设备106是这样的用户设备的非限制性示例。用户设备106可以例如是膝上型计算机或台式计算机。

[0047] 应用服务器116通信地耦合到数据库服务器124,从而促进对一个或多个信息存储库(例如,数据库126)的访问。在一些示例中,数据库126包括存储要由集群工作负载管理系统122处理的信息的存储设备。

[0048] 应用服务器116访问应用数据(例如,由数据库服务器124存储的应用数据)以经由web接口130或app接口132向用户设备106提供一个或多个应用或软件工具。具体地,在一些示例中,应用服务器116使用集群工作负载管理系统122可以提供用于处理或管理集群工作负载的一个或多个工具或功能。

[0049] 集群工作负载管理系统122可以使用硬件(例如,一个或多个机器的一个或多个处理器)或硬件和软件的组合来实现。例如,集群工作负载管理系统122可以由被配置为执行本文针对该组件描述的操作的一个或多个处理器来实现。本文描述的用于集群工作负载管理系统122的功能可以在多个组件之中细分。集群工作负载管理系统122可以由单个机器或设备提供或者分布在多个机器或设备上。

[0050] 在一些示例中,集群工作负载管理系统122管理或协调跨计算节点集群的集群工作负载的执行。如在别处更详细地描述的,集群可以包括用户设备、专用计算节点或它们的组合。

[0051] 集群工作负载管理系统122可以允许监视用户设备(例如,与软件提供商134相关联的用户设备)或包括用户设备的集群上的资源利用。集群工作负载管理系统122还可以通信地耦合到专用计算节点(例如,由软件提供商134租用或拥有的专用的基于云的集群资源),以监视资源利用或在这样的计算节点上可用。

[0052] 集群工作负载管理系统122可以接收工作负载执行请求,并且例如通过将工作负载执行请求中的集群工作负载的资源要求与集群中的资源可用性相匹配来自动地将集群工作负载指派给合适的集群。集群工作负载管理系统122可以提供允许用户提交工作负载执行请求并且监视这样的请求的履行的接口。例如,集群工作负载管理系统122可以经由web接口130提供图形用户界面,其允许用户128提交工作负载执行请求。工作负载执行请求可以例如指示期望或需要具有20个CPU和300千兆字节(GB)存储器的集群来运行与软件开发项目相关联的多个应用。

[0053] 当接收到工作负载执行请求时,集群工作负载管理系统122可以评估跨现有集群或跨可能被添加到集群的其他节点(例如,用户设备或专用计算节点)的资源的当前利用和

可用性。在一些示例中,来自在单独的用户设备上运行的设备代理的资源利用数据被聚合以确定哪些节点或哪些集群具有足够的可用容量来满足所请求的资源要求。集群工作负载管理系统122还可以生成关于未来时段中的资源利用的预测以执行合适的集群指派。

[0054] 在一些示例中,集群工作负载管理系统122被配置为实时构建新集群(例如,响应于工作负载执行请求)。例如,集群工作负载管理系统122可以确定现有集群不具有容纳请求的容量,然后利用其与用户设备池的连接。集群工作负载管理系统122可以识别可以贡献资源的空闲或未充分利用的用户设备(例如,基于从相应设备代理接收的报告)。集群工作负载管理系统122然后可以构建包括合适的用户设备的新的按需集群,可选地与专用计算节点一起,以满足资源要求。

[0055] 一旦识别或创建了适当的集群,集群工作负载管理系统122就可以将工作负载执行请求指派给该集群。集群工作负载管理系统122可以例如通过初始化或选择集群中的用户设备上的集群环境来指示集群分配资源。集群工作负载然后跨集群节点以分布式方式执行,如在别处更详细地描述的。集群工作负载管理系统122可以包括或实现集群控制器,诸如参考图2所示和描述的集群控制器204。集群控制器可以负责集群工作负载管理系统122的一个或多个功能。

[0056] 在工作负载执行期间,集群工作负载管理系统122可以继续监视资源利用数据或其他度量(例如,连接性、带宽或设备位置)。集群工作负载管理系统122可以通过基于波动的资源需求、可用性或限制根据需要添加或移除节点(例如,来自用户设备池的用户设备)来动态地缩放集群。集群工作负载管理系统122因此可以实现资源的鲁棒、按需供应和高效利用。

[0057] 集群工作负载管理系统122可以负责集群供应的一个或多个方面。供应是指获取、分配和部署必要的计算资源以组装集群的过程。这可以包括确定所需资源的类型和数量,请求和配置节点,在节点上安装所需的软件或工具,或者将节点集成或连接到统一的集群环境中。

[0058] 在一些示例中,应用服务器116是由软件提供商134提供的基于云的平台的一部分,其允许用户128利用集群工作负载管理系统122的工具。用户128可以持有软件提供商134的用户账户(例如,企业账户)。用户128可以使用账户凭证来访问web接口130或app接口132。

[0059] 应用服务器116、数据库服务器124、API服务器118、web服务器120和集群工作负载管理系统122中的一个或多个可以各自全部或部分地在计算机系统中实现,如下面关于图7所描述的。在一些示例中,外部应用(其可以是第三方应用或由软件提供商134提供的应用),诸如在外部服务器112上执行的外部应用114,可以经由API服务器118提供的编程接口与应用服务器116通信。举例来说,第三方应用可以支持由第三方托管的网站或平台上的一个或多个特征或功能,或者可以执行某些方法并且将输入或输出信息提供到应用服务器116以用于进一步处理或发布。

[0060] 作为示例,集群工作负载管理系统122可以链接到由云服务提供商提供的一个或多个外部计算节点。外部服务器112可以提供可用于软件提供商134(例如,由软件提供商134租用)的基于云的专用计算节点。集群工作负载管理系统122因此可以与外部服务器112通信(例如,经由外部服务器112的外部应用114),例如,以监视计算节点上的资源利用、指

派工作负载或请求计算节点的调整(例如,缩放)。在一些示例中,集群跨越基于云的资源(诸如外部服务器112的计算节点)和本地资源(诸如软件提供商134的用户设备)。

[0061] 网络102可以是实现机器、数据库和设备之间或之中的通信的任何网络。因此,网络102可以是有线网络、无线网络(例如,移动或蜂窝网络)或其任何合适的组合。网络102可以包括构成私有网络、公共网络(例如,互联网)或其任何合适组合的一个或多个部分。

[0062] 图2是示出根据一些示例的分布式计算环境202中的某些组件的图200。分布式计算环境202包括互连的基础设施,其促进跨节点集群的协调工作负载处理。分布式计算环境202可以包括跨用户设备、本地服务器和云托管系统的物理和虚拟资产。

[0063] 分布式计算环境202被示出为包括集群控制器204,该集群控制器204通信地耦合到集群206、208和210,并且耦合到图1的用户128的用户设备106。集群206被示出为包括计算节点212、计算节点214、用户设备216、用户设备218和集群代理220。集群208被示出为包括计算节点222、用户设备224、用户设备226、用户设备228和集群代理230。集群210被示出为包括用户设备232、用户设备234、用户设备236、用户设备238和集群代理240。

[0064] 集群控制器204监督和控制分布在分布式计算环境202内操作的集群。在一些示例中,集群控制器204由图1的集群工作负载管理系统122提供,以提供在物理或虚拟资源(例如,节点)之中分发负载和任务的公共管理和编排系统。

[0065] 集群控制器204可以接收、聚合和评估关于集群资源利用和可用性的数据。例如,集群控制器204评估新的工作负载请求(例如,从用户128的用户设备106接收的),并且基于实时资源度量和工作负载需要来确定适当的集群指派。集群控制器204可以在整个工作负载执行中管理调度或集群内通信和协调。在一些示例中,集群控制器204提供分布式计算环境202内的集群的集中式智能管理。

[0066] 分布式计算环境202可以包括一个或多个集群,并且图2的集群206-210主要作为示例示出。集群206-210中的每一个被示出为包括四个节点和集群代理(分别为集群代理220、集群代理230和集群代理240)。然而,如上所述,集群可以包括从几个到大量(例如,数百或数千)节点,并且图2中所示的节点主要作为示例示出。

[0067] 集群206包括两个专用计算节点(计算节点212和计算节点214)和也用作集群节点的两个用户设备(用户设备216和用户设备218)。集群208包括一个专用计算节点(计算节点222)和用作集群节点的三个用户设备(用户设备224-228)。集群210包括用作集群节点的四个用户设备(用户设备232-238)。集群206和集群208可以被视为混合集群,而集群210不是混合集群,因为它不包括任何专用计算节点。

[0068] 为了便于参考,下面的描述仅参考图2的集群206作为集群的非限制性示例。集群206提供用于执行集群工作负载的资源的池化集合。集群206可以基于工作负载需求来缩放。例如,可以将附加用户设备添加到集群206以增加其容量,或者可以从集群206移除用户设备(例如,用户设备216)以减少容量。

[0069] 集群206中的专用计算节点(诸如计算节点212)表示专用物理或虚拟机实例。它为在集群206内执行的集群工作负载提供计算资源。计算节点212运行集群工作负载的其指派部分。计算节点212可以缩放以满足工作负载处理需求。在本公开的上下文中,专用集群计算节点(诸如计算节点212)不运行用户工作负载。

[0070] 集群206的集群代理220是监视集群206内的资源的处理器实现的组件。例如,集群

代理220跟踪集群节点的利用度量。集群代理220可以聚合并且向集群控制器204报告关于节点的利用或可用性的数据。集群代理220还可以通过与设备代理接口来促进用户设备集成到集群中,如下面参考图4所述。

[0071] 可以使用各种部署和执行技术来提供集群206。例如,Kubernetes™是用于部署集群的开源系统。在Kubernetes™框架中,集群允许容器跨多个机器和环境运行。与传统虚拟机不同,容器不限于特定操作系统。集群206中的节点(例如,计算节点212、计算节点214、用户设备216和用户设备218)可以使用容器来运行集群206中的应用。

[0072] 在Kubernetes™框架中,当新的工作负载执行请求被指派给集群206时,集群控制器204可以将其细节通信到在集群206中运行的Kubernetes™ API服务器。API服务器可以验证工作负载执行请求并且存储工作负载规范,诸如工作负载所需的应用容器、每个容器的计算资源要求(CPU、存储器等)以及关于容器应该如何运行的策略(重启、复制等)。调度器组件(其可以是集群控制器204或另一组件)应用预定义算法来确定如何跨可用节点分发所需的容器。调度器组件可以被配置为针对性能优化工作负载分布,同时最小化资源争用。

[0073] 仍然参考Kubernetes™框架,每个节点可以运行“kubelet”代理以启动所需的容器。kubelet与容器运行时通信,例如,以拉取相关图像并且启动容器。当工作负载运行时,代理监视这些容器的资源使用并且将度量报告回API服务器。

[0074] 因此,在一些示例中,可以使用Kubernetes™框架,并且可以将相关资源(诸如集群206的计算节点212、计算节点214、用户设备216和用户设备218)注册为加入集群206的节点。然而,应注意,Kubernetes™框架被描述为非限制性示例,并且其他集群部署是可能的。例如,用户设备可以与专用计算节点不同地处理。对于集群中的每个用户设备,可以供应相对较小的虚拟机作为集群的部分以运行集群工作负载以提供与用户工作负载的分离或防止对用户工作负载的干扰。

[0075] 在一些示例中,图2中示出的组件中的至少一些组件被配置为彼此通信以实现本文描述的方面。本文描述的一个或多个组件可以使用硬件(例如,一个或多个机器的一个或多个处理器)或硬件和软件的组合来实现。例如,本文描述的组件可以由被配置为执行本文针对该组件描述的操作的处理器来实现。此外,对于一些组件,两个或更多个组件可以组合成单个组件,或者本文针对单个组件描述的功能可以在多个组件之中细分。

[0076] 图3是示出了适于将用户设备指派给集群并且执行该集群工作负载的方法300的操作的流程图。作为示例而非限制,方法300的各方面可以由图1或图2中所示的组件、设备或系统来执行。因此,下面将图2的集群控制器204和集群206用作非限制性示例。

[0077] 方法300开始于开环元素302并且进行到操作304,其中,集群控制器204监视用户设备池中的资源利用。池中的一些用户设备可以形成预先存在的集群的一部分,而其他用户设备不被指派给集群。用户设备由其相应的用户使用以执行用户工作负载。

[0078] 例如,可以从由集群工作负载管理系统122或集群控制器204连续监视的用户设备池中动态地选择图2中所示的各种用户设备。组织可以监视其工作者的用户设备的资源利用,这些用户设备都经由网络连接,并且使用集群控制器204来动态地将池中具有多余或足够的备用容量的用户设备指派到集群206-210中的一个集群中,从集群中移除用户设备,或者建立包括池中的一个或多个用户设备的新集群。

[0079] 可以以各种方式监视资源利用。例如,诸如当前CPU和存储器利用、可用存储或网

络资源使用的度量可以用于量化资源利用。在用户设备上运行的设备代理可以检查和报告用户设备的资源利用。报告可以集中地聚合在集群中(例如,由集群代理)或由在集群外部操作的集群控制器204聚合。在一些示例中,并且如参考图4进一步描述的,设备代理专门针对预定限制或集群贡献标准检查用户设备的资源利用,以确定(或促进下游确定)用户设备是否具有足够的多余或备用资源来符合集群的资格。

[0080] 在一些示例中,集群控制器204检查从每个用户设备或集群接收的资源利用数据。资源利用数据可以指示或被处理以指示用户设备是否具有足够的多余或备用容量来对集群做出贡献。在预先存在的集群的情况下,资源利用数据可以指示集群处理新工作负载执行请求的能力。例如,来自集群中的所有节点的资源利用数据可以被聚合(例如,由集群代理)并且报告给集群控制器204以进行评估。

[0081] 在操作306处,集群控制器204访问工作负载执行请求。例如,集群控制器204从用户128的用户设备106接收新的工作负载执行请求。工作负载执行请求可以例如指示用户128需要可以处理某个集群工作负载的集群。因此,工作负载执行请求可以包括集群工作负载的资源要求(例如,需要多少某个类型的CPU、存储器资源要求是什么以及预期要利用的存储空间)。

[0082] 可以基于形成集群工作负载的一部分的任务或操作来识别资源要求。例如,工作负载执行请求可以指定用户128希望在集群上运行的一个或多个应用。集群控制器204然后可以基于对要处理的应用的评估来确定资源要求(例如,CPU、GPU、主存储器或存储资源)。

[0083] 在一些情况下,工作负载执行请求可以指定附加资源要求,诸如关于集群的位置的要求。例如,集群可能需要位于欧盟内以符合数据法规,或者用户128可能希望利用具有位于与用户128相同的办公室中的用户设备的集群来减少或最小化延迟。

[0084] 在方法300的操作308处,集群控制器204从池中选择用户设备的至少一个子集以指派给集群。例如,集群控制器204可以检测到图2的用户设备216和用户设备218有资格被添加到集群,并且将它们指派给集群206。如上所述,集群206是混合集群。在其他示例中,可以将用户设备添加到专门由用户设备节点组成的集群(例如,图2的集群210)。

[0085] 方法300进行到操作310,其中,工作负载执行请求被指派给集群206。在一些示例中,如上所述,可以响应于接收到工作负载执行请求而形成或配置集群206,以便匹配或容纳工作负载执行请求的资源要求。在其他示例中,集群206可以是预先存在的集群(在接收到工作负载执行请求时),其由集群控制器204确定为具有足够的自由(free)资源来处理或容纳工作负载执行请求。

[0086] 然后,在操作312处,集群控制器204使得在集群206上执行工作负载执行请求。例如,集群控制器204可以向集群206发送指令以处理工作负载执行请求,在此之后,集群206跨其一个或多个节点自动地分发集群工作负载。集群206可以执行任务的自动调度并且将任务(例如,容器化的应用)指派给相应节点。

[0087] 因此,用户设备216和用户设备218各自继续执行所指派的集群工作负载的相应部分和它们相应的用户工作负载(例如,与集群206无关的用户设备216的正常工作负载)两者。在一些示例中,用户设备216和用户设备218与一个或多个相应集群工作负载同时或至少部分并发地执行其一个或多个相应用户工作负载。这允许用户设备(诸如用户设备216)即使在用户设备不以其他方式“空闲”时(诸如在用户设备由用户直接操作以运行用户驱动

的应用时)也对集群做出贡献。

[0088] 另一方面,作为专用集群资源的计算节点212和计算节点214仅处理集群工作负载而不处理用户工作负载。因此,在集群206的情况下,用户设备用于占用集群工作负载的一部分,而常规的专用计算节点占用集群工作负载的剩余部分。这可以减少对专用计算节点的总体要求以及相关的基础设施成本。

[0089] 当正在集群206上执行集群工作负载时,集群控制器204可以连续地监视集群206内的资源利用,并且将集群206调整到所需的程度。例如,如果集群控制器204确定用户设备216上的用户工作负载已经上升到用户设备216不再能够对集群206做出贡献的程度(例如,用户设备216正在使用其大部分CPU和存储器资源来处理其自己的用户工作负载),则集群控制器204可以自动地从集群206中移除用户设备216并且向集群206添加另一节点。例如,集群控制器204可以将另一用户设备(例如,来自用户设备池)添加到集群206以处理集群工作负载的一部分。方法300在闭环元件314处结束。

[0090] 使用用户设备来协助集群工作负载可能是非常有益的。例如,在集群应用开发场景中,开发团队可以利用组织内可用的用户设备集群来运行具有相对较轻量级资源要求的通用应用,同时使用基于云的专用计算节点来运行更专门的操作,诸如可能需要数百个处理核和太字节的主存储器的存储器内数据库。由用户设备提供的资源可以比例如必须从云服务提供商租用的专用资源更便宜。

[0091] 如所提到的,集群控制器204可以控制多个集群或与多个集群对接。本文描述的示例提供了跨多个集群和用户设备指派资源的协调式和自动化技术。集群控制器204可以具有超出单独的集群边界的全局视图。例如,集群控制器204可以从共享资源池指派用户设备以按需补充特定集群,而不是独立地缩放每个集群。集群控制器204可以确定哪些用户设备具有足够的备用容量来承担附加的工作负载,并且临时将它们添加为集群中的活动参与者。

[0092] 在一些示例中,用户设备的协调池化和指派(可选地与基于云的专用计算节点一起)提供了动态可扩展性。如本文所述的系统可以通过从用户设备池载入资源来弹性地增长集群容量。

[0093] 图4是根据一些示例的集群控制器204和图2的集群206的某些组件的图400。在图400中,仅示出了集群代理220和集群206的节点中的一个(用户设备216)以示出本公开的某些方面。

[0094] 用户设备216被示出为实现用户环境402和集群环境404。用户工作负载406和设备代理408在用户环境402中执行,而集群工作负载410在集群环境404中执行。虽然用户设备216被示为集群206的一部分,但是应当理解,在某些时间点(例如,当用户设备216不具有足够的多余容量时),可以从集群206中移除用户设备216以使其仅运行用户工作负载406。可替代地,用户设备216可以保留在集群206中,但是被标记为不能/无资格对集群工作负载的处理做出贡献。

[0095] 用户环境402可以在用户设备216上提供本地执行空间。用户环境402用于运行用户自己的应用(作为用户工作负载的示例)。例如,用户环境402可以由本地操作系统和安装的应用(诸如“办公”软件、浏览器或集成开发环境(IDE))提供。用户环境402还可以提供用户设备216的后台进程和服务在其中执行的默认空间。

[0096] 在一些示例中,设备代理408被安装在用户环境402中并且在用户环境402中执行。设备代理408可以是安装在用户设备216上以监视资源利用的轻量级软件模块。可替代地或附加地,设备代理408可以处理资源利用数据以确定用户设备216是否有资格被添加到集群(例如,在用户设备216在给定时间点不是集群的一部分的情况下)或者它可以对集群贡献多少(例如,多少数量)资源。

[0097] 如所提到的,集群贡献标准可以指定在某些条件下可以将用户设备添加到集群。例如,设备代理408可以检查可用CPU资源和可用存储器资源是否超过预定阈值。在一些示例中,设备代理408可以考虑特定用户设备216上的自定义配置或设置。例如,用户设备216的用户可以指定某些资源可用性阈值或用户定义的约束。作为示例,在用户设备216以电池电力运行(例如,未连接到电力供应)的情况下,或者当用户在家工作时(例如,以避免由于集群贡献而增加他们的家庭电费),用户可能不想对集群做出贡献。设备代理408(或另一组件,诸如集群代理220或集群控制器204)可以考虑这样的约束或标准并且相应地进行集群分配。设备代理408还可以考虑历史数据来预测或识别集群贡献的合适时间。例如,设备代理408可以检测到用户设备216的用户在大多数日子的某个时段期间(例如,在用户进行午餐休息时的下午1:00和下午2:00之间)是不活跃的或不太活跃的,并且使用、提议或识别该时间段作为集群贡献时间段。

[0098] 设备代理408可以获得资源利用数据并且将这样的数据(例如,以度量的形式)报告给集群代理220。在一些示例中,设备代理408跨关键资源(诸如CPU、存储器、磁盘和网络)收集实时利用数据。设备代理408可以跟踪哪些应用和进程正在消耗资源以确定可用备用容量。配置设置可以控制用户设备216的总容量中的多少可共享或可贡献于集群206。

[0099] 设备代理408可以定期向集群代理220发送报告,诸如利用概要。在一些示例中,设备代理408确定多少潜在容量可以贡献给集群而不显著影响本地用户体验。设备代理408还可以监视临时防止集群贡献的定义的约束(例如,如果数据库126具有有限的互联网连接或位于某个地理区域(诸如欧盟)之外,则设备代理408可以防止集群贡献)。

[0100] 设备代理408的具体实施方式可以具有以下特征中的一个或多个:

[0101] • 设备代理408本地安装在用户设备216上以在用户环境402中运行。

[0102] • 设备代理408收集资源利用数据(例如,利用度量)并且使它们被发送到集群代理220。设备代理408还可以检查除资源利用之外的集群贡献标准,诸如延迟和用户设备位置。

[0103] • 设备代理408具有预配置的设置,其指示用户设备216可以向集群提供的最大CPU资源(例如,总CPU的最大百分比)或最大存储器资源(例如,总存储器的最大百分比)。

[0104] • 设备代理408具有预配置的设置,其指示必须保持可用于用户环境402中的用户工作负载406的最小CPU资源(例如,总CPU的最小百分比)或最小存储器资源(例如,总存储器的最小百分比)。

[0105] • 基于当前资源利用和集群贡献标准(例如,上述最大和最小设置、连接性、延迟或设备位置),设备代理408确定用户设备216是否可以对集群做出贡献。例如,如果用户设备216具有足够的空闲资源并且满足所有其他集群贡献标准,则设备代理408确定用户设备216可以对集群做出贡献。另一方面,如果用户设备216没有足够的资源来提供,或者不满足某个其他集群贡献标准(例如,用户设备没有互联网连接或用户设备处于受限位置),则设

备代理408确定用户设备216不能对集群做出贡献。

[0106] • 设备代理408通知集群代理220 (或集群控制器204) 用户设备216是否可以对集群做出贡献。可替代地或附加地,设备代理408通知集群代理220 (或集群控制器204) 用户设备216可以对集群贡献多少资源。

[0107] • 在一些示例中,设备代理408可以负责建立与所选择或指示的集群的连接,以使得用户设备216能够对集群做出贡献。

[0108] 虽然上面的示例指示设备代理408确定用户设备216是否可以对集群做出贡献,但是在其他示例中,集群控制器204使用反馈 (例如,资源利用数据或与其他集群贡献标准相关的数据) 来确定用户设备216是否可以对集群做出贡献。在任何情况下,如果用户设备216被指定为在给定阶段或时间点没有资格或不能对集群做出贡献,则用户设备216可以暂时从集群206中移除,或者如果用户设备216尚未被指派给集群206,则它可以暂时从候选用户设备池中移除。

[0109] 集群环境404可以提供隔离的执行空间或以其他方式与执行用户工作负载406的一般环境分离的执行空间。集群环境404允许用户设备216对集群贡献资源,同时确保集群工作负载410安全地运行或以其受保护或与用户环境402分离的方式运行。在一些示例中,并且如其他地方所述,用户设备216可以被配置为使用户工作负载406优先于集群工作负载410,使得集群工作负载410仅在用户设备216满足集群贡献标准 (例如,足够的多余资源、连接性、功率或电池寿命以及可用性) 时才被“接管”。

[0110] 集群环境404可以例如由供应给用户设备216的一个或多个虚拟机或一个或多个容器提供。然而,虚拟机和容器是非限制性示例,并且可以利用提供用户设备216上的本地环境与集群206的网络或集群环境之间的分离的其他“沙盒”或虚拟化运行时环境。

[0111] 在操作期间,当用户设备216运行其用户工作负载406时,其资源利用简档可以是动态的。在第一时间点,其资源利用可能足够低以使得设备代理408 (或另一组件,诸如集群代理220或集群控制器204) 将其标记为有资格进行集群贡献 (例如,在数据库 (诸如图1的数据库126) 中维护的池化用户设备的列表中)。在第二时间点,由用户工作负载406占用的容量可以增加,从而导致更少的资源可用于关于集群工作负载的使用。作为响应,设备代理408或集群控制器204可以将用户设备216标记为不合格或不可用,并且可以将其从集群或从可用集群资源列表中移除。

[0112] 在一些示例中,集群工作负载410是在集群环境404内的用户设备216上执行的分布式作业的一部分。集群工作负载410可以与用户工作负载406中的一个或多个用户工作负载同时执行,以提高用户设备216内的总体资源利用。

[0113] 再次转到集群代理220,在一些示例中,集群代理220可以被视为“集群度量代理”。集群代理220可以在集群206中运行以从集群206中的节点收集资源利用度量,从而聚合来自节点的实时资源利用数据。在一些示例中,集群代理220基于来自集群206中的节点的聚合的资源利用数据来确定集群206能够向集群用户 (例如,希望执行集群工作负载的用户128) 提供多少资源。

[0114] 在一些示例中,集群代理220使得集群控制器204能够查询集群206中的节点。例如,集群代理220可以为集群控制器提供API以查询节点状态或容量。集群代理220可以使用算法来预测可用性并且确保节点不会被过度利用。

[0115] 在一些示例中,集群代理220可以根据需要触发集群工作负载的节流或节点的禁用以维护性能。集群代理220还可以基于来自集群控制器204的指示来处理工作负载调度的各方面。

[0116] 如其他地方所提及的,集群控制器204可以控制多个集群(例如,图2的集群206-210)或者与多个集群对接。集群可以被注册到集群控制器204,使得集群控制器204接收资源利用数据和关于集群的其他信息。以这样的方式,当集群控制器204接收到传入的工作负载执行请求时,集群控制器204可以基于集群可用的(或者基于历史数据被预测为可用的)资源来将工作负载执行请求指派给适当的集群。集群控制器204然后将相关集群工作负载分派给集群以供执行。在一些情况下,集群控制器204可以响应于接收到工作负载执行请求而按需创建新集群(例如,在没有与工作负载执行请求的资源要求相匹配的集群可用的情况下)。

[0117] 在一些示例中,集群控制器204可以直接与设备代理408通信。例如,集群控制器204可以向在用户设备216上执行的设备代理408发送指令以发起或触发集群环境404。例如,集群控制器204可以向用户设备216发送指令以经由集群环境404将用户设备216上的资源的第一部分分配给集群206,然后用户设备216上的资源的第二部分被用于执行用户工作负载406。如上所述,资源使用可以是动态的,因此这些“部分”不一定是固定的。

[0118] 集群控制器204可以向用户设备通知它们被包括在集群中。例如,集群控制器204可以从用户设备池中选择用户设备216并将其添加到集群206。集群控制器204然后可以向用户设备216发送消息以指示用户设备216已经被指派给集群206。在一些示例中,用户设备216响应于接收到这样的消息而发起或实现集群环境404。

[0119] 在一些示例中,图4中示出的组件中的至少一些组件被配置为彼此通信以实现本文描述的方面。本文描述的一个或多个组件可以使用硬件(例如,一个或多个机器的一个或多个处理器)或硬件和软件的组合来实现。例如,本文描述的组件可以由被配置为执行本文针对该组件描述的操作的处理器来实现。此外,对于一些组件,两个或更多个组件可以组合成单个组件,或者本文针对单个组件描述的功能可以在多个组件之中细分。

[0120] 图5是示出根据一些示例的方法500中由集群控制器502、集群代理504和用户设备506执行的操作的泳道流程图,该方法500包括监视资源利用、向集群指派工作负载执行请求以及履行工作负载执行请求。集群控制器502可以类似于图2的集群控制器204,集群代理504可以类似于图2的集群代理220、230、240中的一个,并且用户设备506可以类似于图2和图4的用户设备216。

[0121] 用户设备506由用户(例如,图1的软件提供商134的雇员)操作。在图5的示例方法500中,用户设备506已经被指派给包括集群代理504并且由集群控制器502控制的集群(例如,图2的集群206、208或210)。如所提到的,集群可以包括一个或多个其他用户设备、一个或多个专用计算节点或其组合。用户设备506可能已经从用户设备池动态地指派给集群,如其他地方所述。

[0122] 在操作期间,用户设备506执行用户工作负载。在操作508处,用户设备506生成资源利用数据并且将资源利用数据发送到集群代理504。例如,用户设备506可以具有在其上运行的设备代理,诸如图4的设备代理408,该设备代理负责收集资源利用数据并且使得数据被发送到集群代理504。设备代理可以作为后台进程运行,使得资源利用数据被收集并且

发送到集群代理504,而不需要来自用户的任何主动选择或输入。资源利用数据可以指示用户设备506可以向集群提供或贡献多少资源(例如,用户设备506在运行其自己的用户工作负载时可以“备用”多少)。

[0123] 在操作510处,在集群上运行的集群代理504从用户设备506接收资源利用数据,并且还从集群中的其他节点收集资源利用数据。在操作512处,集群代理504聚合集群中所有节点的资源利用数据,并且将聚合的资源利用数据发送到集群控制器502。

[0124] 集群控制器502从集群代理504接收聚合的资源利用数据,并且还接收其控制的其他集群的聚合的资源利用数据。在方法500的操作514处,集群控制器502监视其控制的集群的相应利用(例如,针对每个集群跟踪其可用容量,或者基于历史容量来预测每个集群在未来时段中的预期容量)。

[0125] 在操作516处,集群控制器502接收并且评估新的工作负载执行请求。集群控制器502可以由集群工作负载管理系统(例如,图1的集群工作负载管理系统122)提供或形成集群工作负载管理系统的一部分。工作负载执行请求可以源自希望将一个或多个计算任务指派或卸载到集群的用户,诸如图1的用户128。

[0126] 集群控制器502可以使用工作负载执行请求来确定或识别要指派给其集群中的一个集群的集群工作负载的资源要求。集群控制器502可以将集群工作负载的资源要求与每个集群的可用资源或预测的可用资源进行比较。在图5的方法500中,集群控制器502确定包括用户设备506的集群能够处理新的集群工作负载,并且因此在操作518处将工作负载执行请求指派给集群。

[0127] 在操作520处,集群控制器502向所选择的集群发送工作负载执行指令。换句话说,集群控制器502可以决定将特定工作负载指派给哪个集群,然后将工作负载执行指令转发给该集群。可以应用常规集群技术来确保集群内的相关任务或作业的适当调度,从而跨集群中的至少一些节点(包括用户设备506)分布集群工作负载。然后,在操作522处,用户设备506执行集群工作负载的其相应部分。

[0128] 在用户设备506处执行的设备代理可以限制可以应用于集群工作负载的用户设备506的资源。例如,预定配置或设置可以指示用户设备506可以使用不超过其CPU资源或存储器资源的特定百分比来处理集群工作负载。以这样的方式,用户设备506仍然可以处理其用户工作负载,而用户不会经历显著的影响。

[0129] 本文描述的技术可以使得将用户工作负载作为其主要功能来处理的本地机器能够根据需要动态地对集群工作负载做出贡献,同时以鲁棒的方式为那些设备的用户维护本地性能。在一些示例中,在最小化对向集群贡献资源的用户设备的终端用户的性能影响的同时获得益处。在一些示例中,由于用于用户工作负载和集群工作负载的资源的有效“后台”管理和平衡,用户可能不知道他们的机器的资源正被用于集群工作负载。

[0130] 然而,在一些示例中,集群工作负载管理系统122可以向用户设备发送通知以指示用户设备被指派给或参与集群。例如,系统可以被实现为使得用户设备可以仅在用户已经明确地选择加入或同意允许用户设备被添加到一个或多个集群之后被考虑用于集群贡献。

[0131] 在一些示例中,集群可以被配置为对潜在故障基本上具有弹性。例如,通过将大量用户设备池化到集群中,关闭或脱离网络的单独的设备可能具有最小的影响。集群管理组件(诸如集群控制器204)可以检测节点故障并且自动地将工作负载重新指派给其他可用节

点、添加附加节点或其组合。例如,如果用户设备被用户关闭或以其他方式变得可用,则设备代理可以通知集群节点不再可用。然后可以将用户在用户设备上运行的容器或应用自动重新调度或重新指派给其他节点。

[0132] 鉴于主题的上述实施方式,本申请公开了以下示例列表,其中,单独的示例的一个特征或者示例的一个以上的特征,组合以及可选地与一个或多个进一步示例的一个或多个特征组合的进一步示例也落入本申请的公开内。

[0133] 示例1是一种系统,包括:存储指令的至少一个存储器;以及由指令配置为执行操作的一个或多个处理器,该操作包括:经由在多个用户设备中的每一个上执行的设备代理来监视多个用户设备上的资源利用;访问标识集群工作负载的资源要求的工作负载执行请求;基于集群工作负载的资源要求和多个用户设备上的资源利用,将工作负载执行请求指派给包括多个用户设备的集群;以及使得工作负载执行请求在集群上被执行,其中,用户工作负载和集群工作负载的相应部分在多个用户设备中的每一个上执行。

[0134] 在示例2中,示例1的主题包括:其中,集群包括多个用户设备和一个或多个专用计算节点,并且集群工作负载的相应部分在每个专用计算节点上执行。

[0135] 在示例3中,示例1-2中任一项的主题包括:该操作进一步包括,对于每个用户设备:基于用户设备满足一个或多个集群贡献标准来将用户设备指派给集群。

[0136] 在示例4中,示例1-3中任一项的主题包括,其中,监视多个用户设备上的资源利用包括监视包括多个用户设备的用户设备池上的资源利用,该操作还包括:从用户设备池中选择多个用户设备;以及将多个用户设备指派给集群。

[0137] 在示例5中,示例1-4中任一项的主题包括,其中,监视多个用户设备上的资源利用包括使用每个用户设备的设备代理来确定用户设备具有可用于对集群做出贡献的多余资源。

[0138] 在示例6中,示例1-5中任一项的主题包括:其中,在每个用户设备上执行的设备代理确定用户设备在执行用户工作负载时能够对集群做出贡献的资源。

[0139] 在示例7中,示例6的主题包括,其中,监视多个用户设备上的资源利用包括从在每个用户设备上执行的设备代理接收用户设备在执行用户工作负载时能够对集群做出贡献的资源的指示。

[0140] 在示例8中,示例6-7中任一项的主题包括,其中,在集群上执行的集群代理聚合来自多个用户设备的设备代理的资源利用数据,并且监视多个用户设备上的资源利用包括从集群代理接收所聚合的资源利用数据。

[0141] 在示例9中,示例1-8中任一项的主题包括,其中,使得工作负载执行请求在集群上被执行包括:向在每个用户设备上执行的设备代理发送指令以将用户设备上的第一部分资源分配给集群,其中,用户设备上的第二部分资源是用于执行用户工作负载的。

[0142] 在示例10中,示例未定义的主题包括,其中,使得工作负载执行请求在集群上被执行包括:在每个用户设备上,使得用户工作负载的至少部分和集群工作负载的相应部分的至少部分被同时执行。

[0143] 在示例11中,示例1-10中任一项的主题包括:其中,集群工作负载在用户设备上的集群环境中执行,集群环境与用户设备上的用户工作负载在其中执行的用户环境分离。

[0144] 在示例12中,示例11的主题包括,其中,集群环境包括虚拟机或容器中的至少一

个。

[0145] 在示例13中,示例1-12中任一项的主题包括,其中,工作负载执行请求由处理器实现的集群控制器指派给集群,该处理器实现的集群控制器通信地耦合到集群和分布式计算环境中的多个其他集群。

[0146] 在示例14中,示例1-13中任一项的主题包括:该操作进一步包括,对于每个用户设备:向用户设备发送消息以指示用户设备已被指派给集群。

[0147] 示例15是一种方法,包括:经由在多个用户设备中的每一个上执行的设备代理来监视多个用户设备上的资源利用;访问标识集群工作负载的资源要求的工作负载执行请求;基于集群工作负载的资源要求和多个用户设备上的资源利用,将工作负载执行请求指派给包括多个用户设备的集群;以及使得工作负载执行请求在集群上被执行,其中,用户工作负载和集群工作负载的相应部分在多个用户设备中的每一个上执行。

[0148] 在示例16中,示例15的主题包括:其中,集群包括多个用户设备和一个或多个专用计算节点,并且集群工作负载的相应部分在每个专用计算节点上执行。

[0149] 在示例17中,示例15-16中任一项的主题包括:其中,集群工作负载在用户设备上的集群环境中执行,集群环境与用户设备上的用户工作负载在其中执行的用户环境分离。

[0150] 示例18是一种存储指令的非暂时性计算机可读介质,该指令在由一个或多个处理器执行时,使得一个或多个处理器执行操作,该操作包括:经由在多个用户设备中的每一个用户设备上执行的设备代理来监视多个用户设备上的资源利用;访问标识集群工作负载的资源要求的工作负载执行请求;基于集群工作负载的资源要求和多个用户设备上的资源利用,将工作负载执行请求指派给包括多个用户设备的集群;以及使得工作负载执行请求在集群上被执行,其中,用户工作负载和集群工作负载的相应部分在多个用户设备中的每一个上执行。

[0151] 在示例19中,示例18的主题包括:其中,集群包括多个用户设备和一个或多个专用计算节点,并且集群工作负载的相应部分在每个专用计算节点上执行。

[0152] 在示例20中,示例18-19中任一项的主题包括:其中,集群工作负载的相应部分在每个用户设备上的集群环境中执行,集群环境与用户设备上的所述用户工作负载在其中执行的用户环境分离。

[0153] 示例21是包括指令的至少一种机器可读介质,该指令在由处理电路执行时,使得处理电路执行操作以实现示例1-20中的任一项。

[0154] 示例22是一种装置,包括用于实现示例1-20中任一项的部件。

[0155] 示例23是实现示例1-20中任一项的系统。

[0156] 示例24是实现示例1-20中任一项的方法。

[0157] 图6是示出根据一些示例的用于计算设备的软件架构602的框图600。软件架构602可以与各种硬件架构结合使用,例如,如本文所述。图6仅仅是软件架构的非限制性图示,并且可以实现许多其他架构以促进本文描述的功能。代表性硬件层604被示出并且可以表示例如任何上述引用的计算设备。在一些示例中,硬件层604可以根据图7的计算机系统的架构来实现。

[0158] 代表性硬件层604包括具有相关联的可执行指令608的一个或多个处理单元606。可执行指令608表示软件架构602的可执行指令,包括本文描述的方法、模块、子系统和组件

等的实施方式,并且还可以包括存储器和/或存储模块610,其也具有可执行指令608。硬件层604还可以包括由其他硬件612和其他硬件622指示的其他硬件,其他硬件622表示硬件层604的任何其他硬件,诸如作为软件架构602的一部分示出的其他硬件。

[0159] 在图6的架构中,软件架构602可以被概念化为层的堆栈,其中,每个层提供特定功能。例如,软件架构602可以包括诸如操作系统614、库616、框架/中间件层618、应用620和表示层644的层。在操作上,层内的应用620或其他组件可以通过软件栈调用API调用624,并且响应于API调用624访问被示出为消息626的响应、返回值等。所示出的层本质上是代表性的,并且并非所有软件架构都具有所有层。例如,一些移动或专用操作系统可以不提供框架/中间件层618,而其他操作系统可以提供这样的层。其他软件架构可以包括附加的或不同的层。

[0160] 操作系统614可以管理硬件资源并且提供公共服务。操作系统614可以包括例如内核628、服务630和驱动器632。内核628可以充当硬件和其他软件层之间的抽象层。例如,内核628可以负责存储器管理、处理器管理(例如,调度)、组件管理、联网、安全设置等。服务630可以为其他软件层提供其他公共服务。在一些示例中,服务630包括中断服务。中断服务可以检测中断的接收,并且作为响应,在访问中断时,使得软件架构602暂停其当前处理并且执行中断服务例程(ISR)。

[0161] 驱动器632可以负责控制底层硬件或与底层硬件接口连接。例如,取决于硬件配置,驱动器632可以包括显示器驱动器、相机驱动器、蓝牙(Bluetooth®)驱动器、闪存存储器驱动器、串行通信驱动器(例如,通用串行总线(USB)驱动器)、Wi-Fi®驱动器、近场通信(NFC)驱动器、音频驱动器、功率管理驱动器等。

[0162] 库616可以提供可以由应用620或其他组件或层利用的公共基础设施。库616通常提供允许其他软件模块以比直接与底层操作系统614功能(例如,内核628、服务630或驱动器632)接口连接更容易的方式执行任务的功能。库616可以包括系统库634(例如,C标准库),其可以提供诸如存储器分配功能、字符串操纵功能、数学功能等的功能。另外,库616可以包括API库636,诸如媒体库(例如,用于支持各种媒体格式(诸如MPEG4、H.264、MP3、AAC、AMR、JPG、PNG)的呈现和操纵的库)、图形库(例如,可以用于在显示器上的图形内容中渲染二维和三维的OpenGL框架)、数据库库(例如,可以提供各种关系数据库功能的SQLite)、web库(例如,可以提供web浏览功能的WebKit)等。库616还可以包括各种各样的其他库638,以向应用620和其他软件组件/模块提供许多其他API。

[0163] 框架/中间件层618可以提供可以由应用620或其他软件组件/模块利用的更高级别的公共基础设施。例如,框架/中间件层618可以提供各种图形用户界面(GUI)功能、高级资源管理、高级位置服务等。框架/中间件层618可以提供可以由应用620或其他软件组件/模块利用的广泛范围的其他API,其中一些可以特定于特定操作系统或平台。

[0164] 应用620包括内置应用640或第三方应用642。代表性内置应用640的示例可以包括但不限于联系人应用、浏览器应用、书籍阅读器应用、位置应用、媒体应用、消息收发应用或游戏应用。第三方应用642可以包括任何内置应用以及各种各样的其他应用。在特定示例中,第三方应用642(例如,由除特定平台的供应商之外的实体使用Android™或iOS™软件开发工具包(SDK)开发的应用)可以是在移动操作系统(诸如iOS™、Android™、Windows®电话或其他移动计算设备操作系统)上运行的移动软件。在该示例中,第三方应用642可以调

用由诸如操作系统614的移动操作系统提供的API调用624,以促进本文描述的功能。

[0165] 应用620可以利用内置操作系统功能(例如,内核628、服务630或驱动器632)、库(例如,系统库634、API库636和其他库638)和框架/中间件层618来创建用户界面以与系统的用户交互。可替代地或附加地,在一些系统中,与用户的交互可以通过表示层(诸如表示层644)发生。在这些系统中,应用/模块“逻辑”可以与和用户交互的应用/模块的方面分离。

[0166] 一些软件架构利用虚拟机。在图6的示例中,这由虚拟机648示出。虚拟机创建软件环境,其中,应用/模块可以像它们在硬件计算设备上执行一样执行。虚拟机由主机操作系统(操作系统614)托管,并且通常但不总是具有虚拟机监视器646,其管理虚拟机的操作以及与主机操作系统(例如,操作系统614)的接口。软件架构在虚拟机648内执行,诸如操作系统650、库652、框架/中间件654、应用656或表示层658。在虚拟机648内执行的这些软件架构层可以与先前描述的对应层相同或者可以不同。

[0167] 某些示例在本文中被描述为包括逻辑或多个组件、模块或机制。模块或组件可以构成软件模块/组件(例如,(1)在非暂时性机器可读介质上或(2)在传输信号中体现的代码)或硬件实现的模块/组件。硬件实现的模块/组件是能够执行某些操作的有形单元,并且可以以某种方式配置或布置。在示例中,一个或多个计算机系统(例如,独立、客户端或服务器计算机系统)或一个或多个硬件处理器可以由软件(例如,应用或应用部分)配置为操作以执行如本文所述的某些操作的硬件实现的模块/组件。

[0168] 在各种示例中,硬件实现的模块/组件可以机械地或电子地实现。例如,硬件实现的模块/组件可以包括永久配置为执行某些操作的专用电路或逻辑(例如,作为专用处理器,诸如现场可编程门阵列(FPGA)或专用集成电路(ASIC))。硬件实现的模块/组件还可以包括由软件临时配置以执行某些操作的可编程逻辑或电路(例如,包含在通用处理器或另一可编程处理器内)。应当理解,可以通过成本和时间考虑来驱动在专用和永久配置的电路中或在临时配置的电路(例如,由软件配置)中机械地实现硬件实现的模块/组件的决定。

[0169] 因此,术语“硬件实现的模块”或“硬件实现的组件”应当被理解为涵盖有形实体,即物理构建、永久配置(例如,硬连线)或临时或暂时配置(例如,编程)为以某种方式操作或执行本文描述的某些操作的实体。考虑其中硬件实现的模块/组件被临时配置(例如,编程)的示例,硬件实现的模块/组件中的每一个不需要在任何一个时刻被配置或实例化。例如,在硬件实现的模块/组件包括使用软件配置的通用处理器的情况下,通用处理器可以在不同时间被配置为相应不同的硬件实现的模块/组件。软件可以相应地配置处理器,例如,在一个时刻构成特定的硬件实现的模块/组件,并且在不同的时刻构成不同的硬件实现的模块/组件。

[0170] 硬件实现的模块/组件可以向其他硬件实现的模块/组件提供信息并且从其他硬件实现的模块/组件接收信息。因此,所描述的硬件实现的模块/组件可以被视为通信地耦合。在同时存在多个这样的硬件实现的模块/组件的情况下,可以通过信号传输(例如,通过连接硬件实现的模块/组件的适当电路和总线)来实现通信。在其中在不同时间配置或实例化多个硬件实现的模块/组件的示例中,可以例如通过存储和检索多个硬件实现的模块/组件可访问的存储器结构中的信息来实现这样的硬件实现的模块/组件之间的通信。例如,一个硬件实现的模块/组件可以执行操作,并且将该操作的输出存储在与该通信耦合的存储器设备中。然后,另一硬件实现的模块/组件可以稍后访问存储器设备以检索和处理所存储

的输出。硬件实现的模块/组件还可以发起与输入或输出设备的通信,并且可以对资源(例如,信息的集合)进行操作。

[0171] 本文描述的示例方法的各种操作可以至少部分地由临时配置(例如,通过软件)或永久配置为执行相关操作的一个或多个处理器执行。无论是临时配置还是永久配置,这样的处理器可以构成操作以执行一个或多个操作或功能的处理器实现的模块/组件。在一些示例中,本文提到的模块/组件可以包括处理器实现的模块/组件。

[0172] 类似地,本文描述的方法可以至少部分地由处理器实现。例如,方法的至少一些操作可以由一个或多个处理器或处理器实现的模块/组件执行。某些操作的执行可以分布在一个或多个处理器之中,不仅驻留在单个机器内,而且部署在多个机器上。在一些示例中,一个或多个处理器可以位于单个位置(例如,在家庭环境、办公室环境或服务器群内),而在其他示例中,处理器可以跨多个位置分布。

[0173] 一个或多个处理器还可以操作以支持“云计算”环境中的相关操作的性能或作为“软件即服务(software as a service,SaaS)”。例如,操作中的至少一些可以由一组计算机(作为包括处理器的机器的示例)执行,这些操作可经由网络(例如,互联网)并且经由一个或多个适当的接口(例如,API)访问。

[0174] 示例可以在数字电子电路中实现,或者在计算机硬件、固件或软件中实现,或者在它们的组合中实现。示例可以使用计算机程序产品来实现,例如,有形地体现在信息载体中的计算机程序,例如,在机器可读介质中,用于由数据处理装置(例如,可编程处理器、计算机或多个计算机)执行或控制数据处理装置的操作。

[0175] 计算机程序可以以任何形式的编程语言编写,包括编译或解释语言,并且它可以以任何形式部署,包括作为独立程序或作为模块、子例程或适合于在计算环境中使用的其他单元。计算机程序可以被部署以在一个计算机上或在一个站点处或跨多个站点分布并且通过通信网络互连的多个计算机上执行。

[0176] 在示例中,操作可以由执行计算机程序的一个或多个可编程处理器执行,以通过对输入数据进行操作并且生成输出来执行功能。方法操作也可以由专用逻辑电路(例如,FPGA或ASIC)执行,并且一些示例的装置可以被实现为专用逻辑电路(例如,FPGA或ASIC)。

[0177] 计算系统可以包括客户端和服务端。客户端和服务端通常彼此远离,并且通常通过通信网络进行交互。客户端和服务端的关系借助于在相应计算机上运行并且彼此具有客户端-服务端关系的计算机程序而产生。在部署可编程计算系统的示例中,应当理解,硬件和软件架构两者都值得考虑。具体地,应当理解,是在永久配置的硬件(例如,ASIC)中、在临时配置的硬件(例如,软件和可编程处理器的组合)中还是在永久和临时配置的硬件的组合中实现某些功能的选择可以是设计选择。下面阐述了在各种示例中可以部署的硬件(例如,机器)和软件架构。

[0178] 图7是计算机系统700的示例形式的机器的框图,在该计算机系统700内,可以执行指令724以使得机器执行本文所讨论的任何一种或多种方法。在替代示例中,机器作为独立设备操作或者可以连接(例如,联网)到其他机器。在联网部署中,机器可以在服务器-客户端网络环境中以服务器或客户端机器的能力操作,或者作为对等(或分布式)网络环境中的对等机器操作。机器可以是个人计算机(PC)、平板PC、机顶盒(STB)、个人数字助理(PDA)、蜂窝电话、web设备、网络路由器、交换机或桥接器、或能够执行指定要由该机器采取的动作的

指令(顺序的或以其他方式)的任何机器。此外,虽然仅示出了单个机器,但是术语“机器”还应被视为包括单独或联合执行指令的集合(或多个集合)以执行本文所讨论的任何一种或多种方法的机器的任何集合。

[0179] 示例计算机系统700包括处理器702(例如,中央处理单元(CPU)、GPU或两者)、主要或主存储器704和静态存储器706,它们经由总线708彼此通信。计算机系统700还可以包括视频显示器单元710(例如,液晶显示器(LCD)或阴极射线管(CRT))。计算机系统700还包括字母数字输入设备712(例如,键盘或触敏显示屏)、UI导航(或光标控制)设备714(例如,鼠标)、存储单元716、信号生成设备718(例如,扬声器)和网络接口设备720。

[0180] 存储单元716包括机器可读介质722,其上存储有体现本文所述的任何一种或多种方法或功能或由本文所述的任何一种或多种方法或功能利用的数据结构和指令724(例如,软件)的一个或多个集合。指令724还可以在由计算机系统700执行期间完全地或至少部分地驻留在主存储器704内或处理器702内,其中,主存储器704和处理器702还各自构成机器可读介质722。

[0181] 虽然机器可读介质722根据一些示例被示出为单个介质,但是术语“机器可读介质”可以包括存储一个或多个指令724或数据结构的单个介质或多个介质(例如,集中式或分布式数据库,或相关联的高速缓存和服务器的)。术语“机器可读介质”还应被视为包括能够存储、编码或携带用于由机器执行的指令724并且使机器执行本公开的任何一种或多种方法的任何有形介质,或者能够存储、编码或携带由这样的指令724利用或与这样的指令724相关联的数据结构的任何有形介质。因此,术语“机器可读介质”应被视为包括但不限于固态存储器以及光学和磁性介质。机器可读介质722的具体示例包括非易失性存储器,包括例如半导体存储器设备,例如可擦除可编程只读存储器(EPROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)和闪存存储器设备;磁盘,诸如内部硬盘和可移动盘;磁光盘;以及压缩盘只读存储器(CD-ROM)和数字通用盘只读存储器(DVD-ROM)盘。机器可读介质不是传输介质。

[0182] 指令724还可以使用传输介质在通信网络726上发送或接收。指令724可以使用网络接口设备720和多个公知的传送协议(例如,超文本传输协议(HTTP))中的任何一个来发送。通信网络的示例包括局域网(LAN)、广域网(WAN)、互联网、移动电话网络、普通老式电话(POTS)网络和无线数据网络(例如,Wi-Fi和Wi-Max网络)。术语“传输介质”应被视为包括能够存储、编码或携带用于由机器执行的指令724的任何无形介质,并且包括数字或模拟通信信号或其他无形介质以促进这样的软件的通信。

[0183] 尽管本文描述了具体示例,但是显而易见的是,在不脱离本公开的更广泛的精神和范围的情况下,可以对这些示例进行各种修改和改变。因此,说明书和附图被认为是说明性的而不是限制性的。形成其一部分的附图通过说明而非限制的方式示出了可以实践主题的具体示例。足够详细地描述了所示的示例,以使本领域技术人员能够实践本文公开的教导。可以利用其他示例并从中导出其他示例,使得可以在不脱离本公开的范围的情况下进行结构和逻辑替换和改变。因此,该具体实施方式不应被视为具有限制意义,并且各种示例的范围仅由所附权利要求以及这些权利要求所赋予的等同物的全部范围来限定。

[0184] 本发明主题的这样的示例在本文中可以单独地或共同地由“示例”指代,这仅仅是为了方便,并且不旨在自愿地将本申请的范围限制为任何单个示例或概念(如果实际上公开了多于一个示例或概念)。因此,尽管本文已经示出和描述了具体示例,但是应当理解,被

运算为实现相同目的的任何布置可以代替所示的具体示例。本公开旨在涵盖各种示例的任何和所有改编或变化。在阅读以上描述后,上述示例的组合以及本文未具体描述的其他示例对于本领域技术人员而言将是清晰的。

[0185] 本文讨论的主题的一些部分可以根据对作为位或二进制数字信号存储在机器存储器(例如,计算机存储器)内的数据的操作的算法或符号表示来呈现。这样的算法或符号表示是数据处理领域的普通技术人员用于将他们工作的实质传达给本领域其他技术人员的技术的示例。如本文所使用的,“算法”是导致期望结果的自相一致的操作序列或类似处理。在该上下文中,算法和操作涉及物理量的物理操纵。通常但不一定,这样的量可以采取能够由机器存储、访问、传送、组合、比较或以其他方式操纵的电信号、磁信号或光信号的形式。有时,主要出于通用的原因,使用诸如“数据”、“内容”、“比特”、“值”、“元素”、“符号”、“字符”、“术语”、“数字(number)”、“数字(numeral)”等词语来指代这样的信号是方便的。然而,这些词语仅仅是方便的标签,并且与适当的物理量相关联。

[0186] 除非另有特别说明,否则本文使用诸如“处理”、“计算”、“运算”、“确定”、“呈现”、“显示”等词语的讨论可以指机器(例如,计算机)的动作或过程,该机器操纵或转换在一个或多个存储器(例如,易失性存储器、非易失性存储器或其任何合适的组合)、寄存器或接收、存储、发送或显示信息的其他机器组件内表示为物理(例如,电子、磁性或光学)量的数据。此外,除非另外特别说明,否则如专利文献中常见的,术语“一(a)”和“一(an)”在本文中用于包括一个或多于一个实例。最后,如本文所使用的,除非另外特别说明,否则连词“或”是指非排他性的“或”。

[0187] 除非上下文另有明确要求,否则在整个说明书和权利要求书中,词语“包括(comprise)”、“包括(comprising)”等应被解释为包含性意义,而不是排他性或穷举性意义,例如,“包括但不限于”的意义。如本文所使用的,术语“连接”、“耦合”或其任何变体意指两个或更多个元件之间的直接或间接的任何连接或耦合;元件之间的耦合或连接可以是物理的、逻辑的或其组合。附加地,当在本申请中使用,词语“本文”、“上文”、“下文”和类似含义的词语是指作为整体的本申请,而不是指本申请的任何特定部分。在上下文允许的情况下,使用单数或复数的词语也可以分别包括复数或单数。关于两个或更多个项目的列表的词语“或”涵盖该词语的所有以下解释:列表中的项目中的任何一个、列表中的所有项目以及列表中的项目的任何组合。

[0188] 尽管一些示例(例如,附图中描绘的那些示例)包括特定的操作序列,但是可以在不脱离本公开的范围的情况下改变序列。例如,所描绘的操作中的一些可以并行地或以不会实质上影响如示例中所描述的功能的不同顺序来执行。在其他示例中,实现示例方法的示例设备或系统的不同组件可以基本上同时或以特定顺序执行功能。为了便于参考,术语“操作”用于指代本公开的附图中的元件,并且应当理解,每个“操作”可以标识一个或多个操作、过程、动作或步骤,并且可以由一个或多个组件执行。

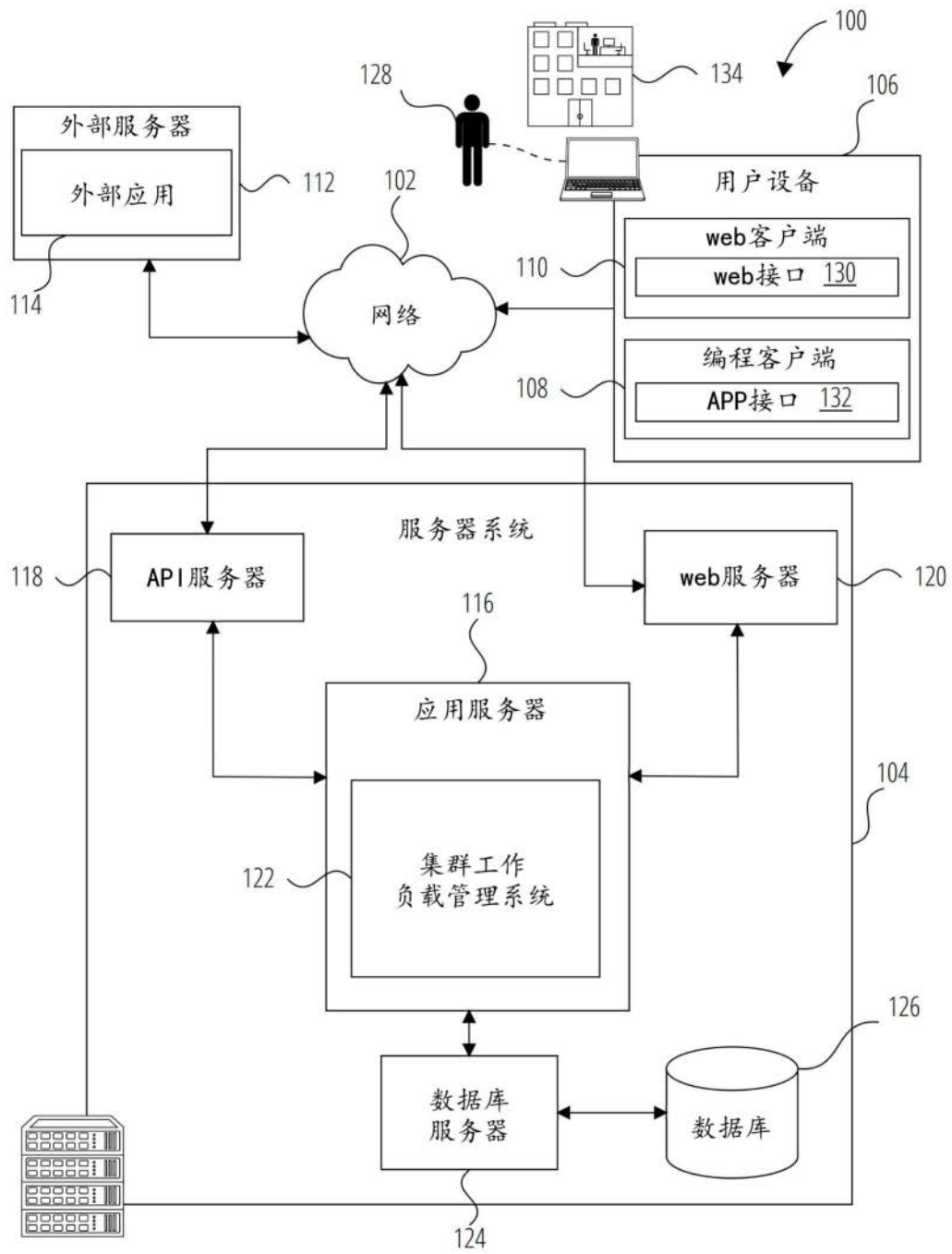


图1

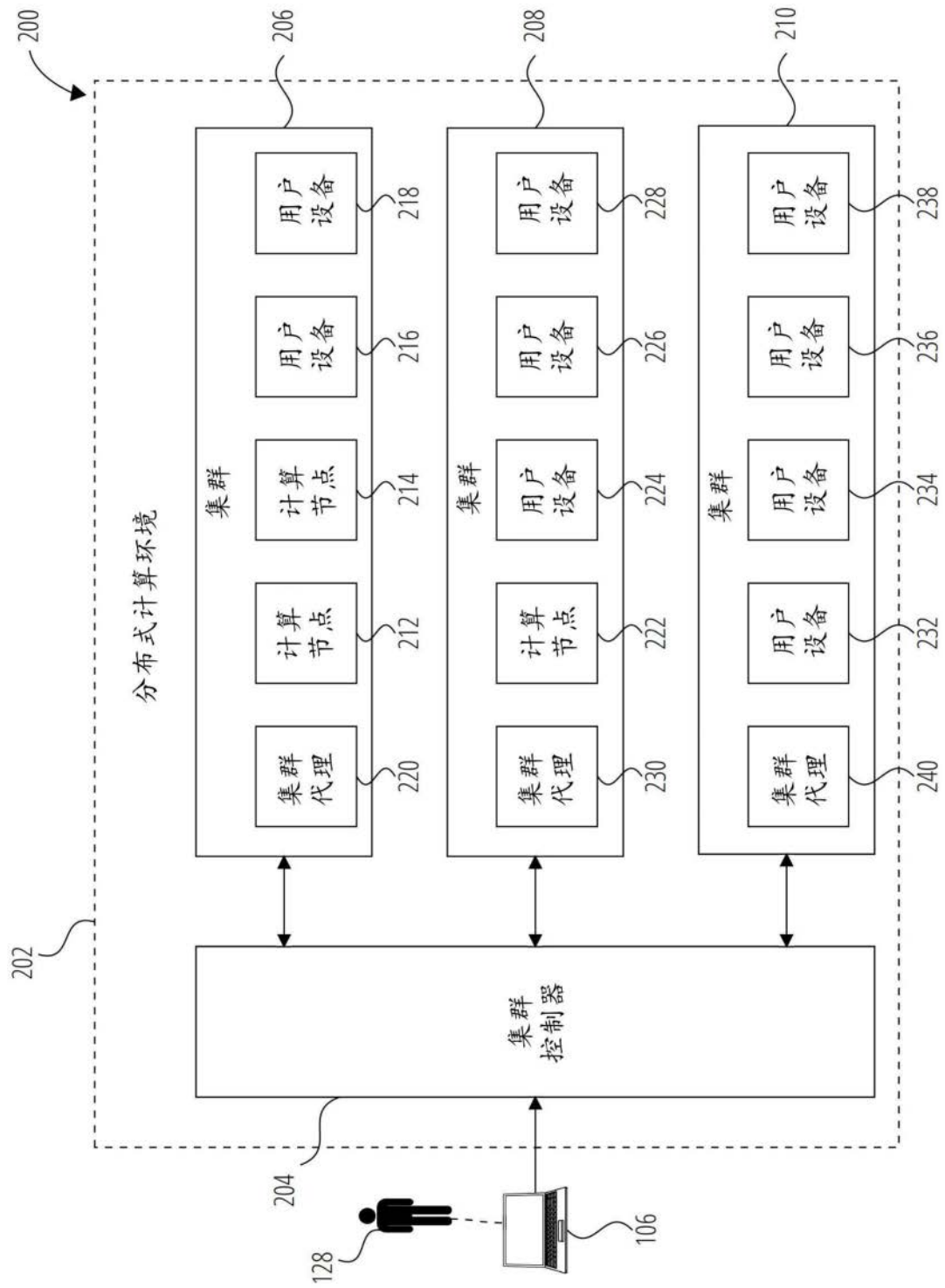


图2

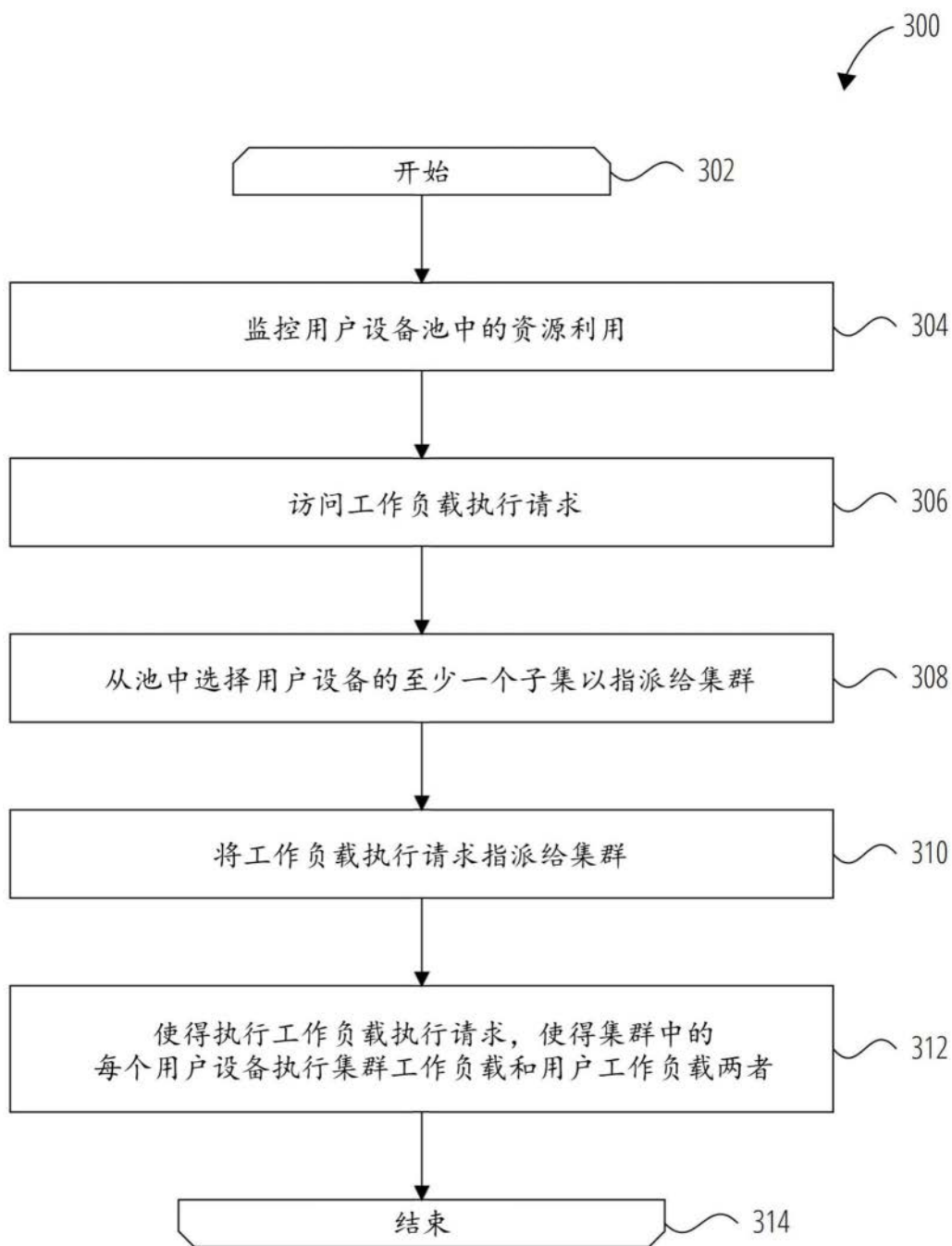


图3

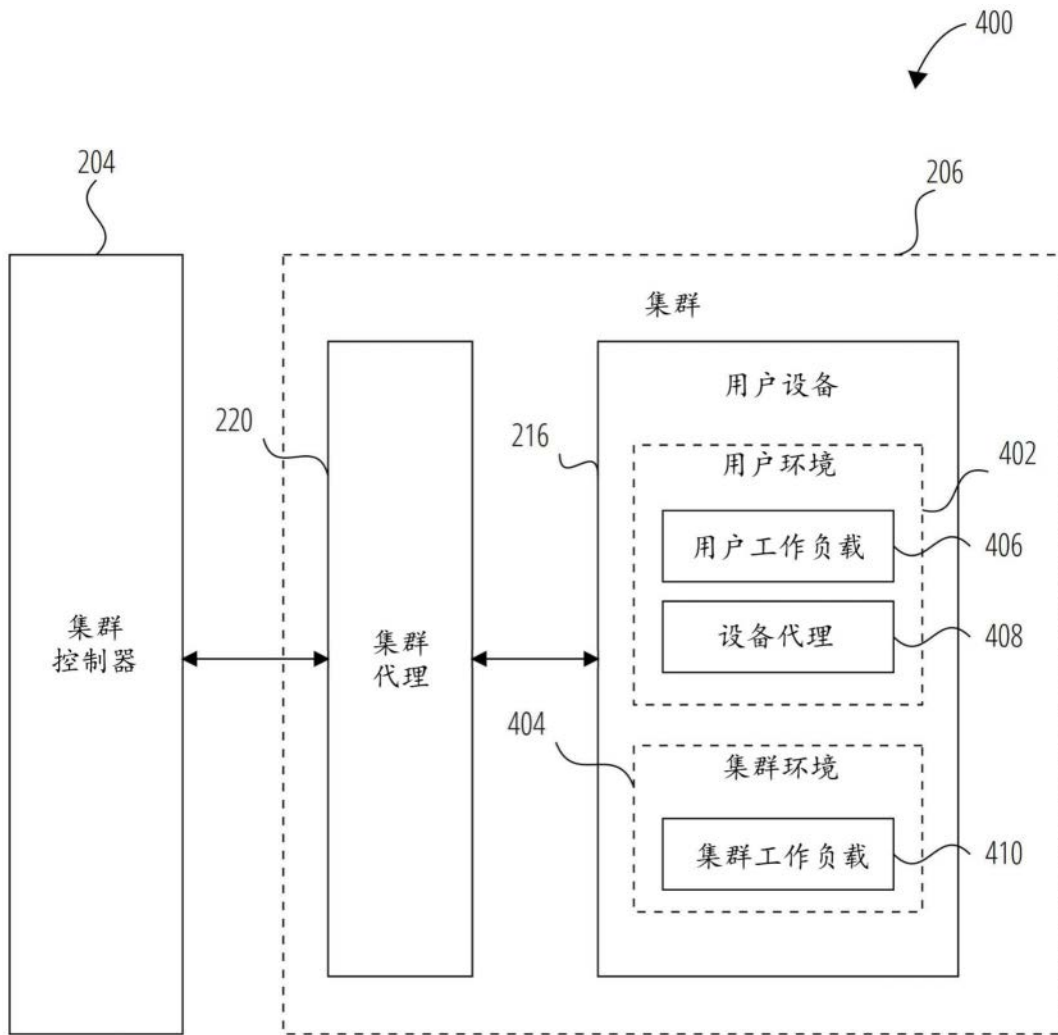


图4

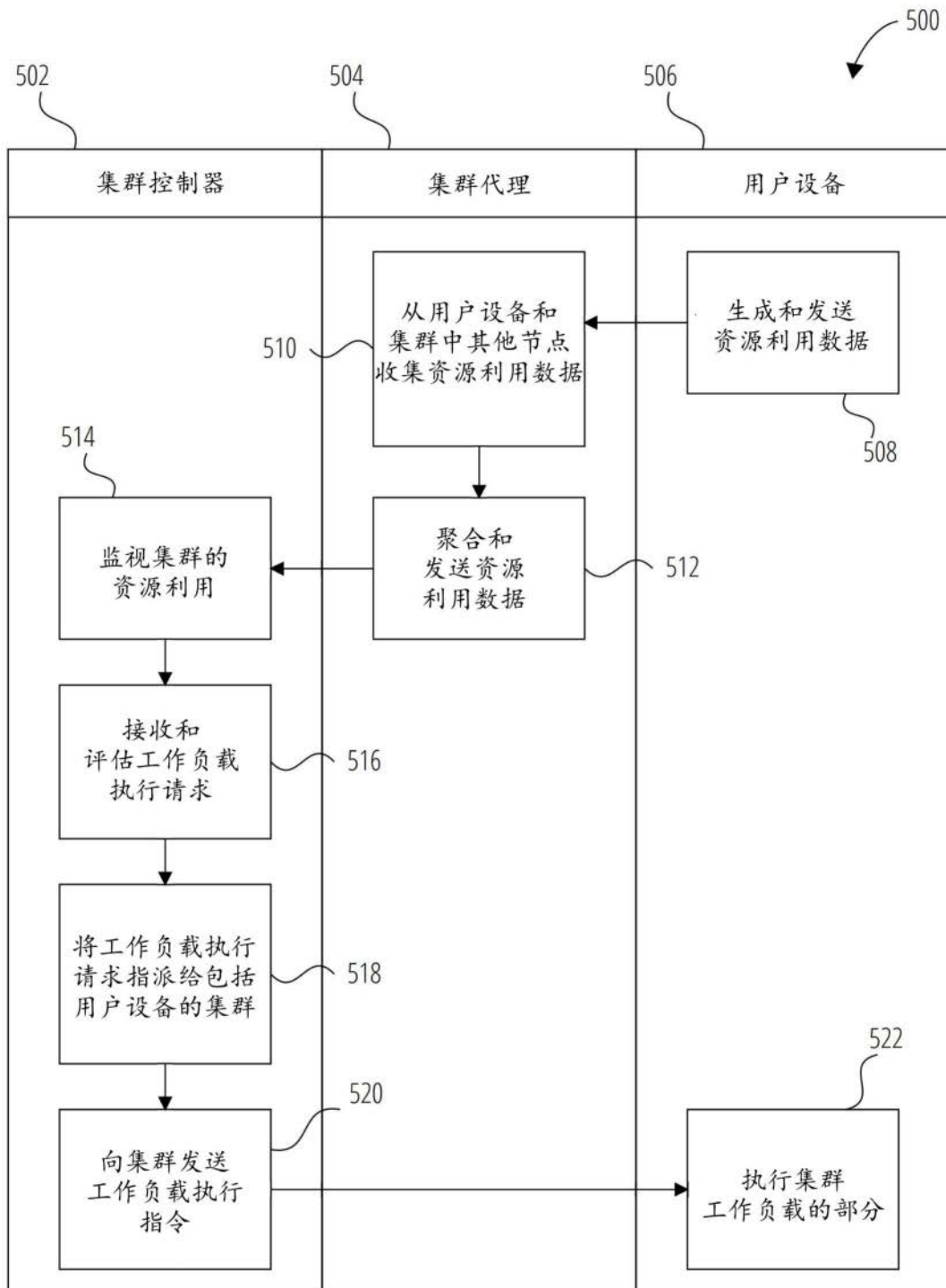


图5

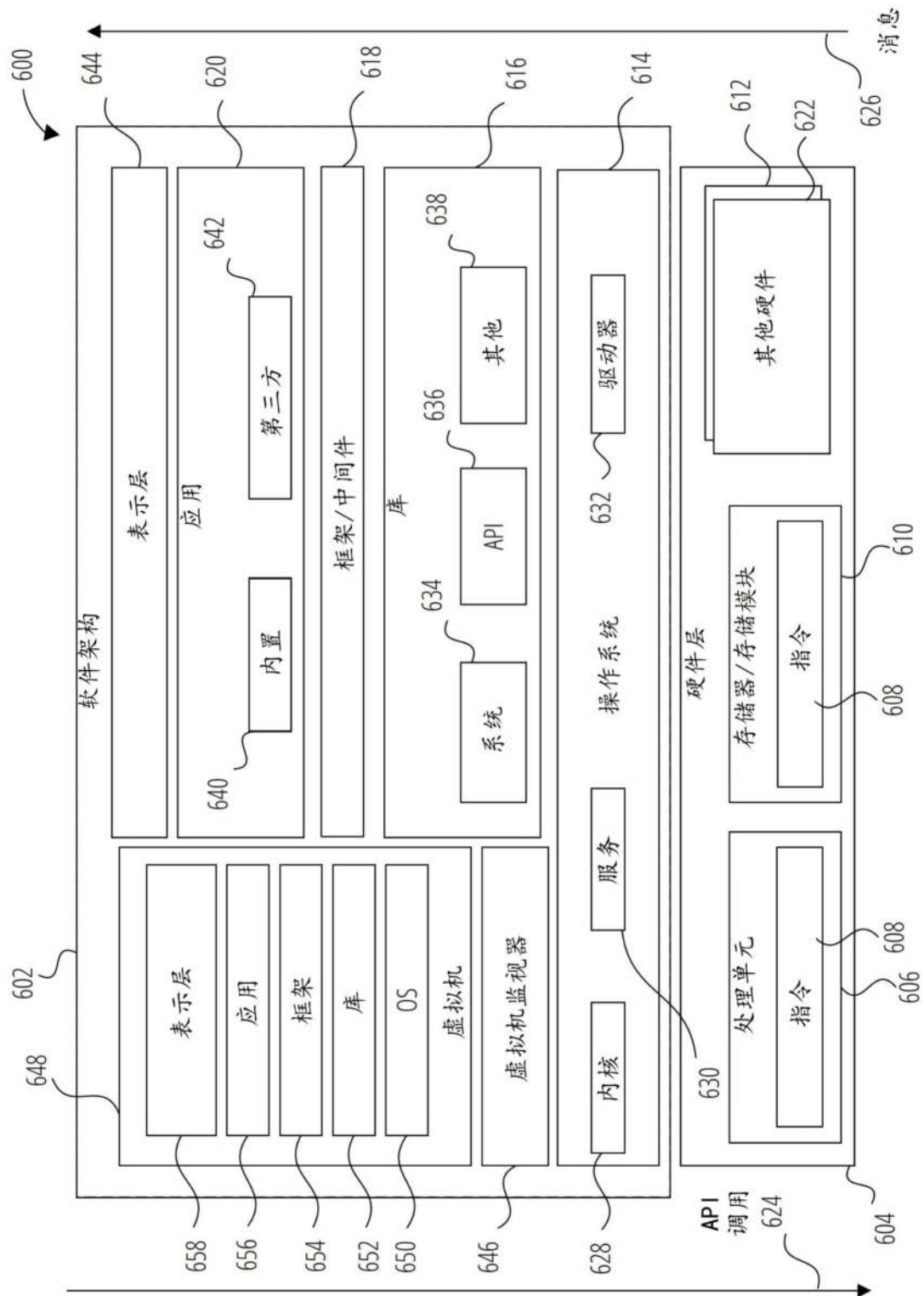


图6

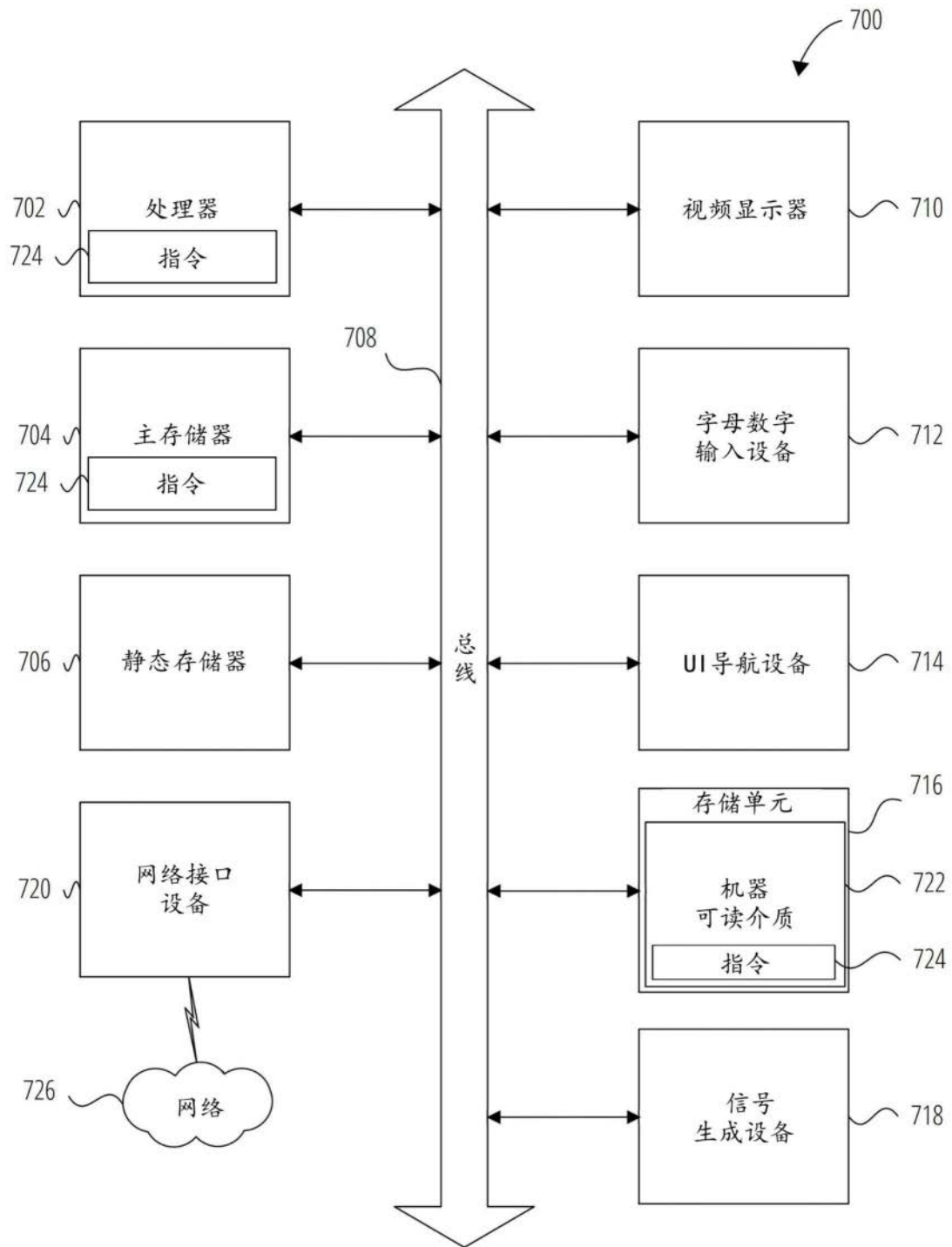


图7