



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112395161 A

(43) 申请公布日 2021.02.23

(21) 申请号 202011345754.2

(22) 申请日 2020.11.26

(71) 申请人 国网天津市电力公司

地址 300000 天津市河北区五经路39号

申请人 华北电力大学

国网经济技术研究院有限公司

国网青海省电力公司

国家电网有限公司

(72) 发明人 李娜 王旭东 陈竟成 闫大威

高毅 曾鸣 冀凯琳 贾昆

(74) 专利代理机构 北京思睿峰知识产权代理有限公司 11396

代理人 谢建云 赵爱军

(51) Int.Cl.

G06F 11/30 (2006.01)

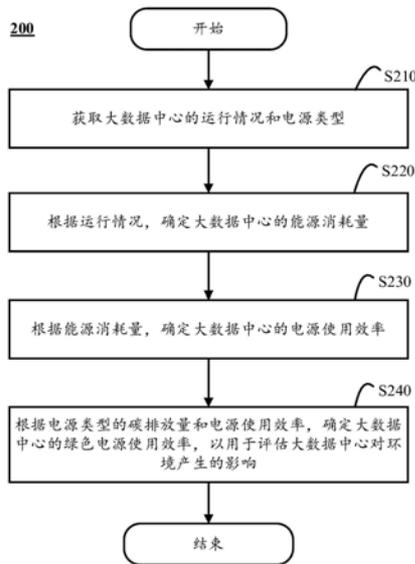
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

大数据中心能耗分析方法及计算设备

(57) 摘要

本发明公开了一种大数据中心能耗分析方法,在计算设备中执行,包括:获取大数据中心的运行情况和电源类型;根据运行情况,确定大数据中心的能源消耗量;根据能源消耗量,确定大数据中心的电源使用效率;根据电源类型的碳排放量和电源使用效率,确定大数据中心的绿色电源使用效率,以便评估大数据中心对环境产生的影响。本发明一并公开了相应的计算设备。



1. 一种大数据中心能耗分析方法,在计算设备中执行,包括:  
 获取大数据中心的运行情况和电源类型;  
 根据所述运行情况,确定所述大数据中心的能源消耗量;  
 根据所述能源消耗量,确定所述大数据中心的电源使用效率;  
 根据所述电源类型的碳排放量和所述电源使用效率,确定所述大数据中心的绿色电源使用效率,以便评估所述大数据中心对环境产生的影响。

2. 如权利要求1所述的方法,其中,所述能源消耗量按照以下公式计算:

$$P = P_{\min} + \sum_{i=0}^n (k * P_{idle}^i + (1 - k) * P_{active}^i) + P_{cooling} + \sum_{i=0}^n P_{Migration}^i$$

其中, $P_{\min}$ 为维护云计算环境、开启和关闭主机的能源消耗;

$n$ 为服务器的数量;

$k$ 为空闲服务器资源所占的比例;

$P_{idle}^i$ 为第*i*台服务器的空闲资源所消耗的电能;

$P_{active}^i$ 为第*i*台服务器中参与计算任务的资源所消耗的电能;

$P_{cooling}$ 为冷却系统的能耗;

$P_{Migration}^i$ 为第*i*台服务器上进行数据迁移所消耗的电能,所述数据迁移包括数据发送和数据接收。

3. 如权利要求2所述的方法,其中,第*i*台服务器中参与计算任务的资源包括CPU、内存、带宽和存储,参与计算任务的资源所消耗的电能 $P_{active}^i$ 按照以下公式计算:

$$P_{active}^i = P_{CPU} * Utilization_{CPU} + P_{Memory} * Utilization_{Memory} + P_{Bandwidth} * Utilization_{Bandwidth} + P_{Storage} * Utilization_{Storage}$$

其中, $P_{CPU}$ 、 $P_{Memory}$ 、 $P_{Bandwidth}$ 、 $P_{Storage}$ 分别为CPU、内存、带宽和存储的整体能耗, $Utilization_{CPU}$ 、 $Utilization_{Memory}$ 、 $Utilization_{Bandwidth}$ 、 $Utilization_{Storage}$ 分别为CPU、内存、带宽和存储的利用率。

4. 如权利要求3所述的方法,其中,CPU的整体能耗按照以下公式计算:

$$P_{CPU} = mCFV^2$$

其中, $m$ 为CPU核数, $C$ 为电容, $F$ 为工作频率, $V$ 为工作电压。

5. 如权利要求3或4所述的方法,其中,内存、带宽和存储资源的整体能耗为该资源工作电压与电流强度的乘积。

6. 如权利要求1-5中任一项所述的方法,其中,所述电源使用效率为所述能源消耗量与所述大数据中心的服务器计算设备的能耗的比值。

7. 如权利要求1-6中任一项所述的方法,其中,所述绿色电源使用效率为不同电源类型的单位发电碳排放量的加权和与所述电源使用效率的乘积。

8. 一种计算设备,包括:

至少一个处理器;和

存储有程序指令的存储器;

当所述程序指令被所述处理器读取并执行时,使得所述计算设备执行如权利要求1-7中任一项所述的方法。

9.一种存储有程序指令的可读存储介质,当所述程序指令被计算设备读取并执行时,使得所述计算设备执行如权利要求1-7中任一项所述的方法。

## 大数据中心能耗分析方法及计算设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及大数据中心建设技术领域,尤其涉及一种大数据中心能耗分析方法及计算设备。

### 背景技术

[0002] 云计算技术使共享网络基础设施、计算、应用和存储成为一种实用工具。许多服务供应商采用以效用方式提供服务,以提高用户资源需求的可伸缩性(即客户对资源的需求可能会随时间而变化)。云环境中服务需求的不断增长需要大量的服务器或基础设施,这些服务器的集合被称为大数据中心。

[0003] 在大数据中心最初实现的时候,主要目标是提高资源利用率的效率。但随着时间的推移,能源消耗成为关键问题,对于大规模计算资源,它变得更糟。能源消耗大,运行成本高,能耗成本可能高于硬件成本。大数据中心高能耗的原因不仅在于服务器数量庞大,还在于计算资源的低效利用。随着数据量和计算量的飞速增长,服务器需要在有限的时间内处理它们,降低大数据中心的能源消耗成为一个复杂且具有挑战性的问题。

[0004] 为了降低大数据中心的能耗,构建可持续的大数据中心,首先需要对大数据中心的能源消耗情况进行评估。因此,有必要提出一种大数据中心的能耗分析方法。

### 发明内容

[0005] 为此,本发明提供一种大数据中心能耗分析方法及计算设备,以力图解决或至少缓解上面存在的问题。

[0006] 根据本发明的第一个方面,提供一种大数据中心能耗分析方法,该方法在计算设备中执行,包括:获取大数据中心的运行情况 and 电源类型;根据所述运行情况,确定所述大数据中心的能源消耗量;根据所述能源消耗量,确定所述大数据中心的电源使用效率;根据所述电源类型的碳排放量和所述电源使用效率,确定所述大数据中心的绿色电源使用效率,以便评估所述大数据中心对环境产生的影响。

[0007] 可选地,在根据本发明的大数据中心能耗分析方法中,能源消耗量按照以下公式计算:

$$[0008] \quad P = P_{\min} + \sum_{i=0}^n (k * P_{idle}^i + (1 - k) * P_{active}^i) + P_{cooling} + \sum_{i=0}^n P_{Migration}^i$$

[0009] 其中, $P_{\min}$ 为维护云计算环境、开启和关闭主机的能源消耗; $n$ 为服务器的数量; $k$ 为空闲服务器资源所占的比例; $P_{idle}^i$ 为第*i*台服务器的空闲资源所消耗的电能; $P_{active}^i$ 为第*i*台服务器中参与计算任务的资源所消耗的电能; $P_{cooling}$ 为冷却系统的能耗; $P_{Migration}^i$ 为第*i*台服务器上进行数据迁移所消耗的电能,所述数据迁移包括数据发送和数据接收。

[0010] 可选地,在根据本发明的大数据中心能耗分析方法中,第*i*台服务器中参与计算任务的资源包括CPU、内存、带宽和存储,参与计算任务的资源所消耗的电能 $P_{active}^i$ 按照以下公

式计算：

$$[0011] \quad P_{active}^i = P_{CPU} * Utilization_{CPU} + P_{Memory} * Utilization_{Memory} \\ + P_{Bandwidth} * Utilization_{Bandwidth} + P_{Storage} * Utilization_{Storage}$$

[0012] 其中， $P_{CPU}$ 、 $P_{Memory}$ 、 $P_{Bandwidth}$ 、 $P_{Storage}$ 分别为CPU、内存、带宽和存储的整体能耗， $Utilization_{CPU}$ 、 $Utilization_{Memory}$ 、 $Utilization_{Bandwidth}$ 、 $Utilization_{Storage}$ 分别为CPU、内存、带宽和存储的利用率。

[0013] 可选地，在根据本发明的大数据中心能耗分析方法中，CPU的整体能耗按照以下公式计算：

$$[0014] \quad P_{CPU} = mCFV^2$$

[0015] 其中， $m$ 为CPU核数， $C$ 为电容， $F$ 为工作频率， $V$ 为工作电压。

[0016] 可选地，在根据本发明的大数据中心能耗分析方法中，内存、带宽和存储资源的整体能耗为该资源工作电压与电流强度的乘积。

[0017] 可选地，在根据本发明的大数据中心能耗分析方法中，电源使用效率为所述能源消耗量与所述大数据中心的服务器计算设备的能耗的比值。

[0018] 可选地，在根据本发明的大数据中心能耗分析方法中，绿色电源使用效率为不同电源类型的单位发电碳排放量的加权和与所述电源使用效率的乘积。

[0019] 根据本发明的第二个方面，提供一种计算设备，包括：至少一个处理器；和存储有程序指令的存储器，当上述程序指令被处理器读取并执行时，使得计算设备执行上述大数据中心能耗分析方法。

[0020] 根据本发明的第三个方面，提供一种存储有程序指令的可读存储介质，当上述程序指令被计算设备读取并执行时，使得该计算设备执行上述大数据中心能耗分析方法。

[0021] 本发明的大数据中心能耗分析方法，根据大数据中心的运行情况来确定大数据中心的能源消耗量，根据能源消耗量确定电源使用效率。根据电源使用效率和大数据中心所使用的电源类型的碳排放量，进一步确定大数据中心的绿色电源使用效率，从而评估数据中心对环境产生的影响。

[0022] 进一步地，本发明的大数据中心能耗分析方法在计算大数据中心的能源消耗量时，不仅计入了服务器中CPU的能耗，还计入了内存、带宽、存储等多种其他资源的能耗，从而使计算出的能源消耗量更准确，更具有参考价值。

[0023] 上述说明仅是本发明技术方案的概述，为了能够更清楚了解本发明的技术手段，而可依照说明书的内容予以实施，并且为了让本发明的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂，以下特举本发明的具体实施方式。

## 附图说明

[0024] 为了实现上述以及相关目的，本文结合下面的描述和附图来描述某些说明性方面，这些方面指示了可以实践本文所公开的原理的各种方式，并且所有方面及其等效方面旨在落入所要求保护的主题的范围内。通过结合附图阅读下面的详细描述，本公开的上述以及其它目的、特征和优势将变得更加明显。遍及本公开，相同的附图标记通常指代相同的部件或元素。

- [0025] 图1示出了根据本发明一个实施例的计算设备100的示意图；  
[0026] 图2示出了根据本发明一个实施例的大数据中心能耗分析方法200的流程图；以及  
[0027] 图3示出了根据本发明一个实施例的可持续能源模型架构的示意图。

### 具体实施方式

[0028] 下面将参照附图更详细地描述本公开的示例性实施例。虽然附图中显示了本公开的示例性实施例，然而应当理解，可以以各种形式实现本公开而不应被这里阐述的实施例所限制。相反，提供这些实施例是为了能够更透彻地理解本公开，并且能够将本公开的范围完整的传达给本领域的技术人员。

[0029] 为评估大数据中心的能源消耗情况，本发明提供一种大数据中心能耗分析方法，该方法在计算设备中执行。计算设备例如可以是桌面计算机、笔记本计算机等个人配置的计算机，也可以是手机、平板电脑、智能可穿戴设备等移动终端，还可以是工业控制设备、智能音箱、智能门禁等物联网设备，但不限于此。

[0030] 图1示出了根据本发明一个实施例的计算设备100的示意图。需要说明的是，图1所示的计算设备100仅为一个示例，在实践中，用于实施本发明的大数据中心能耗分析方法的计算设备可以是任意型号的设备，其硬件配置情况可以与图1所示的计算设备100相同，也可以与图1所示的计算设备100不同。实践中用于实施本发明的大数据中心能耗分析方法的计算设备可以对图1所示的计算设备100的硬件组件进行增加或删减，本发明对计算设备的具体硬件配置情况不做限制。

[0031] 如图1所示，在基本的配置102中，计算设备100典型地包括系统存储器106和一个或者多个处理器104。存储器总线108可以用于在处理器104和系统存储器106之间的通信。

[0032] 取决于期望的配置，处理器104可以是任何类型的处理，包括但不限于：微处理器(μP)、微控制器(μC)、数字信息处理器(DSP)或者它们的任何组合。处理器104可以包括诸如一级高速缓存110和二级高速缓存112之类的一个或者多个级别的高速缓存、处理器核心114和寄存器116。示例的处理器核心114可以包括运算逻辑单元(ALU)、浮点数单元(FPU)、数字信号处理核心(DSP核心)或者它们的任何组合。示例的存储器控制器118可以与处理器104一起使用，或者在一些实现中，存储器控制器118可以是处理器104的一个内部部分。

[0033] 取决于期望的配置，系统存储器106可以是任意类型的存储器，包括但不限于：易失性存储器(诸如RAM)、非易失性存储器(诸如ROM、闪存等)或者它们的任何组合。计算设备中的物理内存通常指的是易失性存储器RAM，磁盘中的数据需要加载至物理内存中才能够被处理器104读取。系统存储器106可以包括操作系统120、一个或者多个应用122以及程序数据124。在一些实施方式中，应用122可以布置为在操作系统上由一个或多个处理器104利用程序数据124执行指令。操作系统120例如可以是Linux、Windows等，其包括用于处理基本系统服务以及执行依赖于硬件的任务的程序指令。应用122包括用于实现各种用户期望的功能的程序指令，应用122例如可以是浏览器、即时通讯软件、软件开发工具(例如集成开发环境IDE、编译器等)等，但不限于此。当应用122被安装到计算设备100中时，可以向操作系统120添加驱动模块。

[0034] 在计算设备100启动运行时，处理器104会从存储器106中读取操作系统120的程序指令并执行。应用122运行在操作系统120之上，利用操作系统120以及底层硬件提供的接口

来实现各种用户期望的功能。当用户启动应用122时,应用122会加载至存储器106中,处理器104从存储器106中读取并执行应用122的程序指令。

[0035] 计算设备100还可以包括有助于从各种接口设备(例如,输出设备142、外设接口144和通信设备146)到基本配置102经由总线/接口控制器130的通信的接口总线140。示例的输出设备142包括图形处理单元148和音频处理单元150。它们可以被配置为有助于经由一个或者多个A/V端口152与诸如显示器或者扬声器之类的各种外部设备进行通信。示例外设接口144可以包括串行接口控制器154和并行接口控制器156,它们可以被配置为有助于经由一个或者多个I/O端口158和诸如输入设备(例如,键盘、鼠标、笔、语音输入设备、触摸输入设备)或者其他外设(例如打印机、扫描仪等)之类的外部设备进行通信。示例的通信设备146可以包括网络控制器160,其可以被布置为便于经由一个或者多个通信端口164与一个或者多个其他计算设备162通过网络通信链路的通信。

[0036] 网络通信链路可以是通信介质的一个示例。通信介质通常可以体现为在诸如载波或者其他传输机制之类的调制数据信号中的计算机可读指令、数据结构、程序模块,并且可以包括任何信息递送介质。“调制数据信号”可以这样的信号,它的数据集中的一个或者多个或者它的改变可以在信号中编码信息的方式进行。作为非限制性的示例,通信介质可以包括诸如有线网络或者专线网络之类的有线介质,以及诸如声音、射频(RF)、微波、红外(IR)或者其他无线介质在内的各种无线介质。这里使用的术语计算机可读介质可以包括存储介质和通信介质二者。

[0037] 计算设备100还包括与总线/接口控制器130相连的存储接口总线134。存储接口总线134与存储设备132相连,存储设备132适于进行数据存储。示例的存储设备132可以包括可移除存储器136(例如CD、DVD、U盘、可移动硬盘等)和不可移除存储器138(例如硬盘驱动器HDD等)。

[0038] 在根据本发明的计算设备100中,应用122包括用于执行本发明的大数据中心能耗分析方法200的指令,该指令可以指示处理器104执行本发明的大数据中心能耗分析方法200,以准确评估大数据中心的能源消耗情况和对环境的影响,为建设可持续的大数据中心奠定基础。

[0039] 图2示出了根据本发明一个实施例的大数据中心能耗分析方法200的流程图,方法200在计算设备(例如前述计算设备100)中执行。

[0040] 为了更便于理解本发明的技术方案,在介绍大数据中心能耗分析方法200之前,首先对大数据中心的能源消耗影响因素、减少能源消耗的主要技术或措施以及可持续能源模型架构进行说明。

[0041] 1、大数据中心能源消耗影响因素

[0042] 大数据中心由连接到虚拟网络的数千台服务器组成,它们共同工作以完成用户请求,这些服务器是消耗能源的主要因素。服务器由计算、存储、网络单元和计算单元(即CPU)消耗的最大能量组成,即使服务器处于空闲状态,它也消耗约其峰值负载的75%的功率。因此,服务器资源利用效率低下可能会增加能源消耗。

[0043] 大数据中心能源消耗的另一个因素是冷却和空调单元,它有助于冷却计算单元或服务器散发的热量。在云环境中,冷却单元消耗的能量约占总能量消耗的40%。

[0044] 大数据中心能源消耗的第三个影响因素是电力分配系统和电源备份(如UPS)的功

率转换需求,因为大多数UPS效率低下,即它们工作到最大容量的40%。

[0045] 2、减少能源消耗的主要技术或措施

[0046] 云环境下大数据中心能耗增加的原因有很多。为了提高能量效率,国内外相关学者已经提出了许多技术和方法。

[0047] 一是确定空闲服务器最大能耗,建议有效利用活动主机并关闭空闲主机,建议在任何新请求到达时,在活动主机上分配该请求,而不是使任何新主机活动。但是一段时间之后,主机可能会过度使用,从而导致性能下降和违反服务水平协议。因此,建议分析活动主机的当前利用率,然后决定是打开新主机还是关闭空闲服务器。

[0048] 二是在不违反服务等级协议(Service Level Agreement,SLA)的前提下减少活动主机的数量。即可以通过使用调度技术,最大程度地利用可用资源。在任务和虚拟机上执行调度之后,由于动态特性,对资源的需求可能会有所不同。在这种情况下虚拟机(VM)整合是有用的虚拟机从一台机器转移到另一个改善利用活跃的主机或虚拟机从一台机器移到让它闲置和关机。

[0049] 三是在具有良好的冷却环境的地方建设数据中心,从而通过自然冷却既可以减少能源成本,又可减少对冷却单元的需求。

[0050] 3、可持续能源模型架构

[0051] 本发明所构建的可持续能源行是用于能源分析的能源模型架构,如图3所示。

[0052] 其中,能量分析单元负责计算能量消耗,包括来自不同单元(如冷却单元)的能量消耗、空闲机和有功机消耗的功率以及迁移。为了计算这些单元的功率,能量分析单元以不同资源的利用率和VM从一个主机发送和接收到另一个主机的成本为输入参数,通过能量消耗计算公式计算出大数据中心的能耗。

[0053] 基于上述内容,本发明提供一种大数据中心能耗分析方法200。如图2所示,方法200始于步骤S210。

[0054] 在步骤S210中,获取大数据中心的运行情况和电源类型。

[0055] 根据一种实施例,大数据中心的运行情况包括服务器的总数量,每台服务器的CPU、内存、带宽、存储利用率,空闲服务器资源所占的比例,冷却系统的数量等。步骤S210中获取到的运行情况用于在步骤S220中计算大数据中心的能源消耗量。换言之,在步骤S220计算能源消耗量所需要的各项参数均属于大数据中心的运行情况。

[0056] 电源类型指的是大数据中心的供电来源,其例如包括可再生能源、燃气锅炉、燃气轮机、电制冷机、热泵等。不同能源设备的碳排放量不同,即对于环境的影响不同。例如,如果数据中心拥有可再生能源或购买了可再生能源发电量,则这与使用传统化石燃料(例如煤炭)产生的电力的其他数据中心具有很大差别。不同能源设备的碳排放量的一个示例如下表1所示。

[0057] 表1

设备	CO <sub>2</sub> (kg/kW·h)
燃气锅炉	0.46
燃气轮机	0.72
[0058] 余热锅炉	0.4
电制冷机	0.18
热泵	0.16
吸收式制冷机	0.33
电网	0.95

[0059] 在步骤S220中,根据运行情况,确定大数据中心的能源消耗量。

[0060] 根据一种实施例,能源消耗量按照以下公式(1)计算:

$$[0061] \quad P = P_{\min} + \sum_{i=0}^n (k * P_{idle}^i + (1 - k) * P_{active}^i) + P_{cooling} + \sum_{i=0}^n P_{Migration}^i \quad (1)$$

[0062] 其中, $P_{\min}$ 为维护云计算环境、开启和关闭主机的能源消耗,即占用的空闲系统的最小功耗值;

[0063]  $n$ 为服务器的数量;

[0064]  $k$ 为空闲服务器资源所占的比例;

[0065]  $P_{idle}^i$ 为第 $i$ 台服务器的空闲资源所消耗的电能;

[0066]  $P_{active}^i$ 为第 $i$ 台服务器中参与计算任务的资源所消耗的电能;

[0067]  $P_{cooling}$ 为冷却系统的能耗;

[0068]  $P_{Migration}^i$ 为第 $i$ 台服务器上进行数据迁移(虚拟机迁移)所消耗的电能,所述数据迁移包括数据发送和数据接收。

[0069] 其中,第 $i$ 台服务器中参与计算任务的资源包括CPU、内存、带宽和存储,参与计算任务的资源所消耗的电能 $P_{active}^i$ 按照下式(2)计算:

$$[0070] \quad P_{active}^i = P_{CPU} * Utilization_{CPU} + P_{Memory} * Utilization_{Memory} + P_{Bandwidth} * Utilization_{Bandwidth} + P_{Storage} * Utilization_{Storage} \quad (2)$$

[0071] 其中, $P_{CPU}$ 、 $P_{Memory}$ 、 $P_{Bandwidth}$ 、 $P_{Storage}$ 分别为CPU、内存、带宽和存储的整体能耗, $Utilization_{CPU}$ 、 $Utilization_{Memory}$ 、 $Utilization_{Bandwidth}$ 、 $Utilization_{Storage}$ 分别为CPU、内存、带宽和存储的利用率。

[0072] CPU的整体能耗按照下式(3)计算:

$$[0073] \quad P_{CPU} = mCFV^2 \quad (3)$$

[0074] 其中, $m$ 为CPU核数, $C$ 为电容, $F$ 为工作频率, $V$ 为工作电压。

[0075] 内存、带宽和存储资源的整体能耗为该资源工作电压与电流强度的乘积,即,内存、带宽和存储资源的整体能耗按照下式(4)计算:

$$[0076] \quad P_{resource} = V * I \quad (4)$$

[0077] 其中,resource可以是Memory、Bandwidth或Storage。 $V$ 表示资源的工作电压, $I$ 为

资源的电流强度。

[0078] 各资源的利用率按照下式 (5) 计算：

$$[0079] \quad Utilization_{resource} = \frac{\text{当前资源分配量}}{\text{资源总量}} \quad (5)$$

[0080] 其中, resource可以是CPU、Memory、Bandwidth或Storage。

[0081] 将式 (3) - (5) 代入式 (2), 得到式 (6)：

$$[0082] \quad P_{active} = nCFV^2 * \frac{\text{MIPS分配量}}{\text{总MIPS}} \\ + V * I * \frac{\text{内存分配量}}{\text{总内存}} \\ + V * I * \frac{\text{带宽分配量}}{\text{总带宽}} \\ + V * I * \frac{\text{存储分配量}}{\text{总存储}} \quad (6)$$

[0083] 其中,MIPS全称为Million Instructions Per Second,即单字长定点指令平均执行速度,是一种可用于衡量CPU利用率的指标。

[0084] 第*i*台服务器上进行数据迁移所消耗的电能  $P_{Migration}^i$  按照下式 (7) 计算：

$$[0085] \quad P_{Migration}^i = t_t^i + t_r^i \quad (7)$$

[0086] 其中,  $t_t^i$ 、 $t_r^i$  分别为第*i*台服务器上发送、接收数据的总消耗。

[0087] 在步骤S230中,根据能源消耗量,确定大数据中心的电源使用效率。

[0088] 电源使用效率(Power Usage Effectiveness,PUE)是能效分析中的常用指标。在本发明的实施例中,电源使用效率为大数据中心的能源消耗量与大数据中心的服务器计算设备的能耗的比值,即PUE是数据中心总设备能耗与IT负载使用的能耗之比：

$$[0089] \quad PUE = \frac{P}{\text{服务器计算设备能耗}} \quad (8)$$

[0090] 在步骤S240中,根据电源类型的碳排放量和电源使用效率,确定大数据中心的绿色电源使用效率,以便评估大数据中心对环境产生的影响。

[0091] 步骤S230计算得出的电源使用效率虽然能够评价大数据中心的能效,但其并不侧重于评估数据中心单位能源消耗量的二氧化碳排放量。因此,在本发明的实施例中,根据电源使用效率,结合大数据中心的电源类型的碳排放量,进一步计算得出绿色电源使用效率(Green Power Usage Effectiveness,GPUE),以便评估大数据中心对环境产生的影响。

[0092] 根据一种实施例,绿色电源使用效率为不同电源类型的单位发电碳排放量的加权和与电源使用效率的乘积,即：

$$[0093] \quad GPUE = G * PUE \quad (9)$$

[0094] 其中,G为不同电源类型的单位发电碳排放量的加权和,即：

$$[0095] \quad G = \sum_i \text{电源 } i \text{ 的单位发电碳排放量} * (1 + \text{电源 } i \text{ 的权重}) \quad (10)$$

[0096] 通过计算大数据中心的GPUE指标,可以得到不同数据中心的碳排放量以及其碳足迹,从而分析出该大数据中心的环保性。

[0097] 以下采用本发明的大数据中心能耗分析方法对某大数据中心的能耗进行评价。该大数据中心的配置如表2所示。

[0098] 表2

基础设施	技术说明	耗电量 (w)
[0099] 非 IT 设备	从太阳能电池板 (DC) 到 IT 设备 (AC) 的电源转换*	太阳能电池板产生的能量的 2%
	高压交流电 (92% 自然冷却)	100-2.3 千瓦
	监视服务器 (四核 Xeon 服务器)**	80 瓦
IT 计算设备	64 个基于 Atom 的服务器	1.920 千瓦 (每 30 瓦)
	Cisco 交换机	84 瓦 (每个 42 瓦)

[0100] \*PUE评估中不包括DC-to-AC。

[0101] \*\*虽然此服务器是一种IT设备,但它不是数据中心中的计算资源。该服务器的功耗为80瓦。

[0102] 由上表,计算该大数据中心的电源使用效率为:

$$\begin{aligned}
 PUE &= \frac{P}{IT \text{ 设备能耗}} = \frac{\text{非 IT 设备能耗} + IT \text{ 设备能耗}}{IT \text{ 设备能耗}} \\
 [0103] \quad &= \frac{(8\% * 2.3Kw) + (80w) + (64 * 30w) + 2 * 42w}{(64 * 30w) + (2 * 42w)} \\
 &= 1.092
 \end{aligned}$$

[0104] 可以看出,该数据中心的PUE指标为1.092,接近1,说明能效水平较高。

[0105] 为计算该大数据中心的GPUE,假定该大数据中心的能量主要由分布式风电、光伏等可再生能源和电网来提供,可再生能源占比为70%,且清洁无污染,从而得出,该数据中心的GPUE为 $30\% \times 0.95 \times 1.092 = 0.31$ 。

[0106] 本发明的大数据中心能耗分析方法,根据大数据中心的运行情况来确定大数据中心的能源消耗量,根据能源消耗量确定电源使用效率。根据电源使用效率和大数据中心所使用的电源类型的碳排放量,进一步确定大数据中心的绿色电源使用效率,从而评估数据中心对环境产生的影响。

[0107] 本发明的大数据中心能耗分析方法在计算大数据中心的能源消耗量时,不仅计入了服务器中CPU的能耗,还计入了内存、带宽、存储等多种其他资源的能耗,从而使计算出的能源消耗量更准确,更具有参考价值。

[0108] 这里描述的各种技术可结合硬件或软件,或者它们的组合一起实现。从而,本发明的方法和设备,或者本发明的方法和设备的某些方面或部分可采取嵌入有形媒介,例如可移动硬盘、U盘、软盘、CD-ROM或者其它任意机器可读的存储介质中的程序代码(即指令)的

形式,其中当程序被载入诸如计算机之类的机器,并被所述机器执行时,所述机器变成实践本发明的设备。

[0109] 在程序代码在可编程计算机上执行的情况下,计算设备一般包括处理器、处理器可读的存储介质(包括易失性和非易失性存储器和/或存储元件),至少一个输入装置,和至少一个输出装置。其中,存储器被配置用于存储程序代码;处理器被配置用于根据该存储器中存储的所述程序代码中的指令,执行本发明的大数据中心能耗分析方法。

[0110] 以示例而非限制的方式,可读介质包括可读存储介质和通信介质。可读存储介质存储诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其它数据等信息。通信介质一般以诸如载波或其它传输机制等已调制数据信号来体现计算机可读指令、数据结构、程序模块或其它数据,并且包括任何信息传递介质。以上的任一种的组合也包括在可读介质的范围之内。

[0111] 在此处所提供的说明书中,算法和显示不与任何特定计算机、虚拟系统或者其它设备固有相关。各种通用系统也可以与本发明的示例一起使用。根据上面的描述,构造这类系统所要求的结构是显而易见的。此外,本发明也不针对任何特定编程语言。应当明白,可以利用各种编程语言实现在此描述的本发明的内容,并且上面对特定语言所做的描述是为了披露本发明的优选实施方式。

[0112] 在此处所提供的说明书中,说明了大量具体细节。然而,能够理解,本发明的实施例可以在没有这些具体细节的情况下被实践。在一些实例中,并未详细示出公知的方法、结构和技术,以便不模糊对本说明书的理解。

[0113] 类似地,应当理解,为了精简本公开并帮助理解各个发明方面中的一个或多个,在上面对本发明的示例性实施例的描述中,本发明的各个特征有时被一起分组到单个实施例、图、或者对其的描述中。然而,并不应将该公开的方法解释成反映如下意图:即所要求保护的本发明要求比在每个权利要求中所明确记载的特征更多特征。更确切地说,如下面的权利要求书所反映的那样,发明方面在于少于前面公开的单个实施例的所有特征。因此,遵循具体实施方式的权利要求书由此明确地并入该具体实施方式,其中每个权利要求本身都作为本发明的单独实施例。

[0114] 本领域那些技术人员应当理解在本文所公开的示例中的设备的模块或单元或组件可以布置在如该实施例中所描述的设备中,或者可替换地可以定位在与该示例中的设备不同的一个或多个设备中。前述示例中的模块可以组合为一个模块或者此外可以分成多个子模块。

[0115] 本领域那些技术人员可以理解,可以对实施例中的设备中的模块进行自适应性地改变并且把它们设置在与该实施例不同的一个或多个设备中。可以把实施例中的模块或单元或组件组合成一个模块或单元或组件,以及此外可以把它分成多个子模块或子单元或子组件。除了这样的特征和/或过程或者单元中的至少一些是相互排斥之外,可以采用任何组合对本说明书(包括伴随的权利要求、摘要和附图)中公开的所有特征以及如此公开的任何方法或者设备的所有过程或单元进行组合。除非另外明确陈述,本说明书(包括伴随的权利要求、摘要和附图)中公开的每个特征可以由提供相同、等同或相似目的的替代特征来代替。

[0116] 此外,本领域的技术人员能够理解,尽管在此所述的一些实施例包括其它实施例中包括的某些特征而不是其它特征,但是不同实施例的特征的组合意味着处于本发明的

范围之内并且形成不同的实施例。例如，在下面的权利要求书中，所要求保护的实施例的任意之一都可以以任意的组合方式来使用。

[0117] 此外，所述实施例中的一些在此被描述成可以由计算机系统的处理器或者由执行所述功能的其它装置实施的方法或方法元素的组合。因此，具有用于实施所述方法或方法元素的必要指令的处理器形成用于实施该方法或方法元素的装置。此外，装置实施例的在此所述的元素是如下装置的例子：该装置用于实施由为了实施该发明的目的的元素所执行的功能。

[0118] 如在此所使用的那样，除非另行规定，使用序数词“第一”、“第二”、“第三”等等来描述普通对象仅仅表示涉及类似对象的不同实例，并且并不意图暗示这样被描述的对象必须具有时间上、空间上、排序方面或者以任意其它方式的给定顺序。

[0119] 尽管根据有限数量的实施例描述了本发明，但是受益于上面的描述，本技术领域内的技术人员明白，在由此描述的本发明的范围内，可以设想其它实施例。此外，应当注意，本说明书中使用的语言主要是为了可读性和教导的目的而选择的，而不是为了解释或者限定本发明的主题而选择的。因此，在不偏离所附权利要求书的范围和精神的情况下，对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。对于本发明的范围，对本发明所做的公开是说明性的而非限制性的，本发明的范围由所附权利要求书限定。

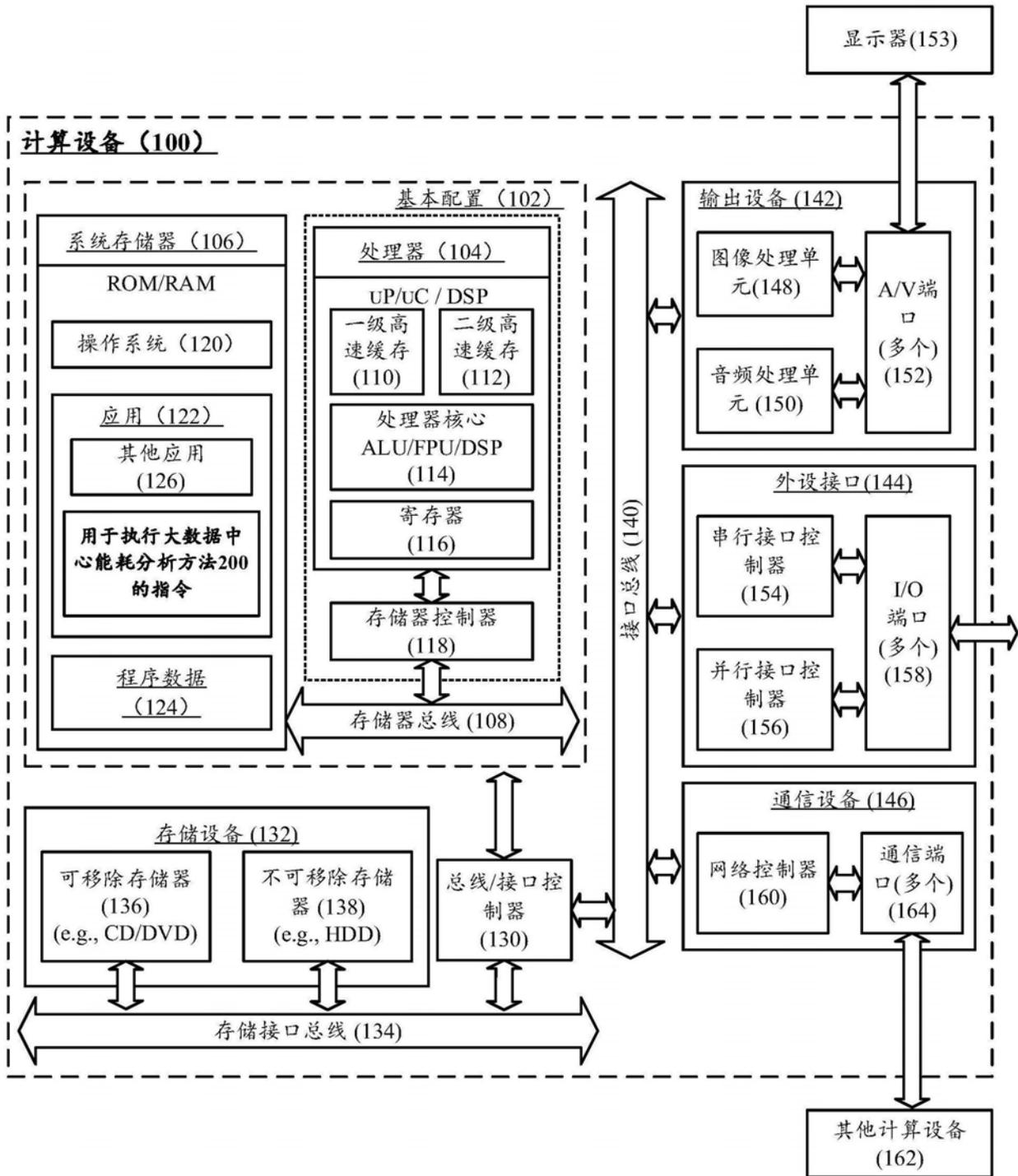


图1

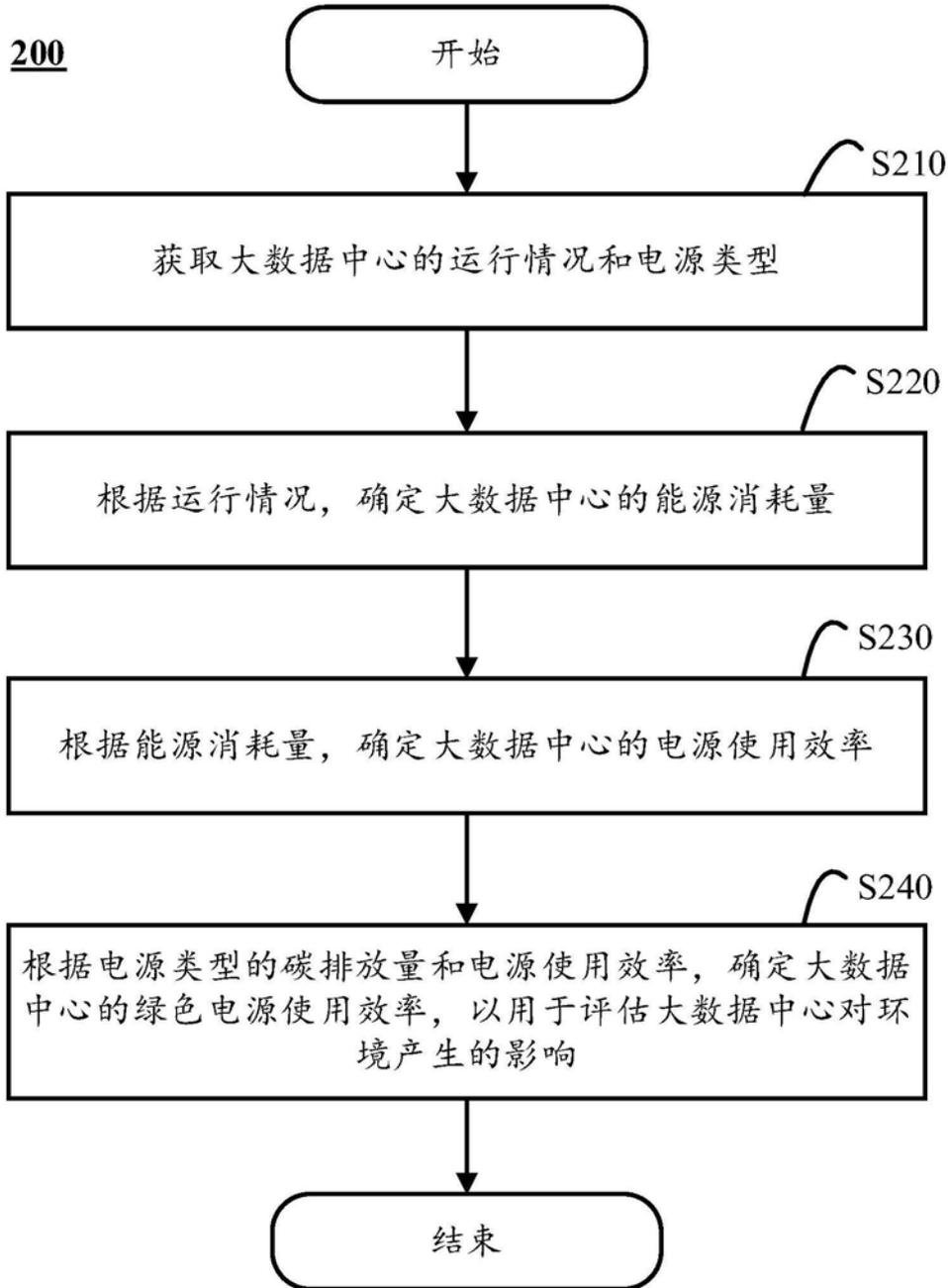


图2

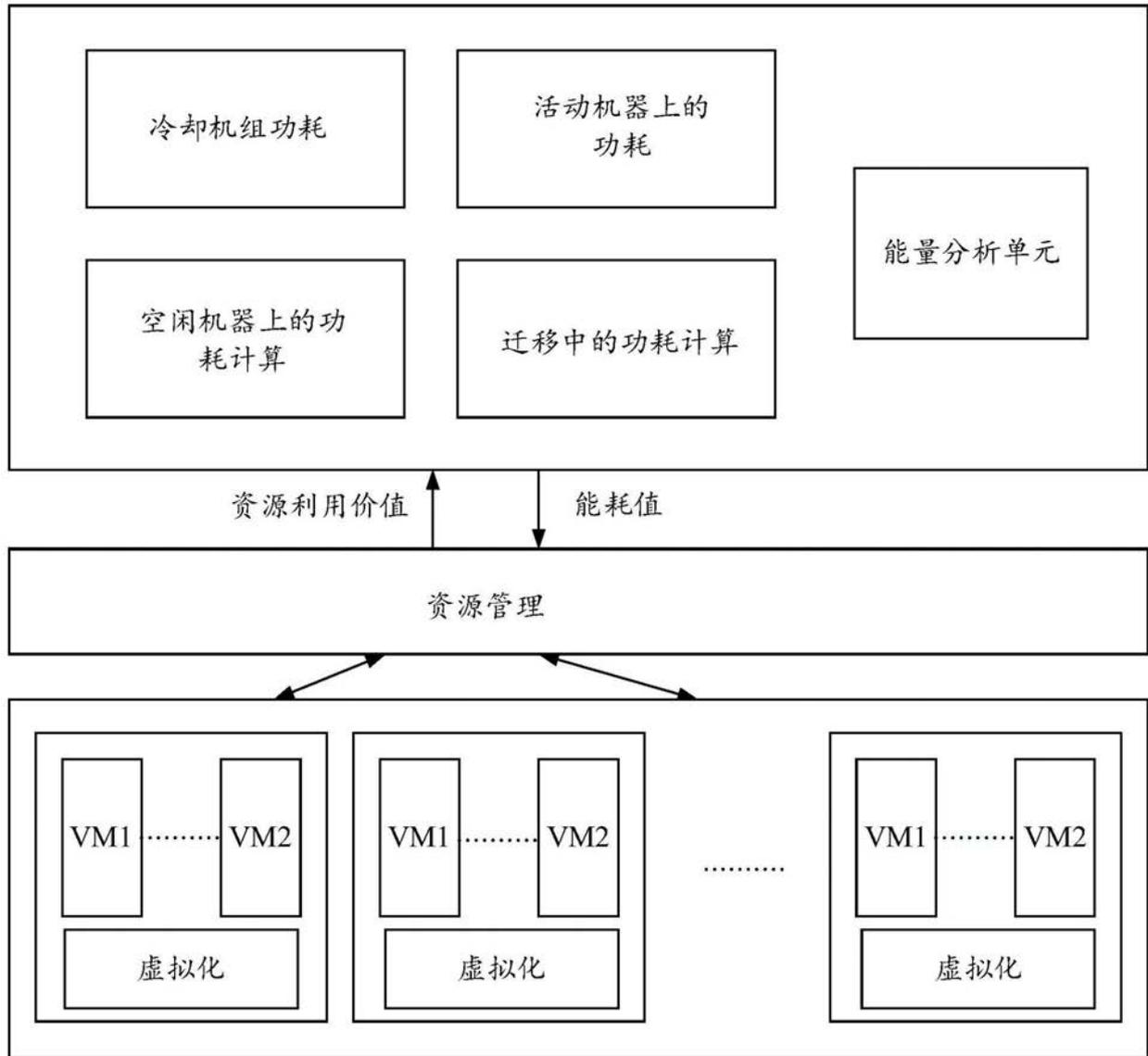


图3