(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2020 年 6 月 4 日 (04.06.2020)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2020/108537 A1

(51) 国际专利分类号:
G06F 9/50 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/121299

(22) 国际申请日: 2019 年 11 月 27 日 (27.11.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811453945.3 2018年11月30日 (30.11.2018) CN

(71) 申请人: 深圳先进技术研究院 (**SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY**) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 王洋 (**WANG, Yang**); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。 叶志勇 (**YE, Zhiyong**); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。 须成忠 (**XU, Chengzhong**); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市科进知识产权代理事务所 (普通合伙) (**SHENZHEN KEJIN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE**); 中国广东省深圳市南山区粤兴三道二号虚拟大学园产业化基地A701室, Guangdong 518055 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,

(54) **Title:** SOFTWARE-DEFINED VIRTUAL NETWORK-BASED RESOURCE ALLOCATION SYSTEM

(54) 发明名称: 一种基于软件定义的虚拟网络资源分配系统

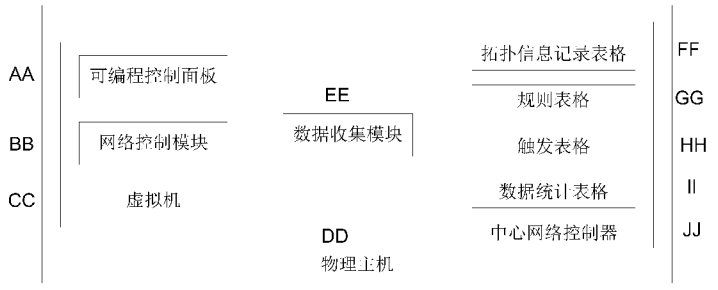


图 1

AA Programmable control panel
BB Network control module
CC Virtual machine
DD Physical host
EE Data collecting module
FF Topology information record table
GG Rule table
HH Trigger table
II Data statistics table
JJ Central network controller

(57) **Abstract:** The present application relates to a software-defined virtual network-based resource allocation system. The software-defined virtual network-based resource allocation system comprises a physical host. The physical host comprises a virtual machine and a central network controller. The central network controller is used for configuring a programmable control panel for a network I/O operation of the virtual machine. A network card resource allocation state of the virtual machine is identified via the programmable control panel and the programmable control panel is installed in the virtual machine. The central network controller controls the network I/O

WO 2020/108537 A1

[见续页]

CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

operation of the virtual machine via a software-defined means on the basis of the identifier of the virtual machine. The present application combines the respective advantages of semi-virtualization and single thread I/O virtualization, allows the use of any scheduling policy to sense a load state of the virtual machine on the basis of data of the virtual machine and the dynamic scheduling of network card resources of the virtual machine, thus not only increasing the network performance of the virtual machine, but also ensuring the scalability and manageability of the virtual machine.

(57) 摘要：本申请涉及一种基于软件定义的虚拟网络资源分配系统。所述基于软件定义的虚拟网络资源分配系统，包括物理主机，所述物理主机包括虚拟机和中心网络控制器；所述中心网络控制器用于为所述虚拟机的网络I/O操作设置可编程控制面板，通过所述可编程控制面板对所述虚拟机的网卡资源分配情况进行标记，并将所述可编程控制面板安装到虚拟机上，所述中心网络控制器基于虚拟机的标记，通过软件定义的方式控制所述虚拟机的网络I/O操作。本申请结合了半虚拟化和单根I/O虚拟化各自的优点，可以使用任何调度策略根据虚拟机的数据感知虚拟机的负载状态，并动态调度虚拟机的网卡资源，既能提升虚拟机的网络性能，又保证了虚拟机的可扩展性和管理性。

一种基于软件定义的虚拟网络资源分配系统

技术领域

本申请属于计算机虚拟化技术领域，特别涉及一种基于软件定义的虚拟网络资源分配系统。

背景技术

在数据中心，网络资源是一种稀缺、引起高度竞争的资源。由于数据中心计算节点之间的关联性，集群中多个计算节点之间需要节点间的数据传输和通信协作以共同完成计算任务，特别是针对基于大数据的应用服务，为了完成一个请求，需要在应用服务器间频繁通信和数据交换，这使得多个服务器之间在原本稀缺的网络资源存在高度竞争。此外，由于数据中心计算节点与存储节点的分离，数据存储与读取本质上也变成了对网络访问操作，加重了网络I/O的负重。因此，对数据中心网络资源的合理调度和网络性能的提升是急需解决的一个问题。

针对于数据中心网络性能的提升，网络I/O虚拟化是解决这一问题的关键技术。目前几种主流的网络I/O虚拟化方式包括：

1)、半虚拟化方式具有良好的网络管理性和可扩展性，但因为其I/O请求路径较长导致其性能较差；

2)、硬件辅助的虚拟化方式无论是Pass-through技术还是单根I/O虚拟化技术都绕过了虚拟机监控器的干预，能够达到接近物理机的I/O性能，但其使虚拟机单独占用I/O设备降低了硬件复用性和软件的可扩展性。

3)、基于混合I/O模式的方法被提出以优化数据中心的网络性能，主要是想寻找一种方式以结合半虚拟化灵活的网络管理功能和单根I/O虚拟化的高性

能。但是由于数据中心网络环境的复杂性以及缺乏对网络数据的总体感知，用户或网络管理员很难对虚拟网络资源进行合理的调度和优化。

综上所述，现有技术中，对于数据中心网络 I/O 虚拟化的部署在以下两个方面存在着一些局限：首先是虚拟机监控器的网络 I/O 操作缺少自身在网络数据中的全局角色感知，失去了提升某些网络密集型虚拟机网络性能的机会，而使其他一些非网络密集型的虚拟机没必要占用性能更好的单根I/O虚拟化网卡资源；其次，数据中心的网络I/O操作对网络环境的感知应对策略缺乏灵活性，即目前很多数据中心为虚拟机分配网卡资源时是采样静态固定分配的方式，缺少灵活的动态控制，不能根据网络环境的变化而给不同网络类型的虚拟机分配不同的网卡资源，从而影响了系统整体的网络性能。

发明内容

本申请提供了一种基于软件定义的虚拟网络资源分配系统，旨在至少在一定程度上解决现有技术中的上述技术问题之一。

为了解决上述问题，本申请提供了如下技术方案：

一种基于软件定义的虚拟网络资源分配系统，包括物理主机，所述物理主机包括虚拟机和中心网络控制器；所述中心网络控制器用于为所述虚拟机的网络 I/O 操作设置可编程控制面板，通过所述可编程控制面板对所述虚拟机的网卡资源分配情况进行标记，并将所述可编程控制面板安装到虚拟机上，所述中心网络控制器基于虚拟机的标记，通过软件定义的方式控制所述虚拟机的网络 I/O 操作。

本申请实施例采取的技术方案还包括：所述可编程控制面板通过中心网络控制器制定规则表格和触发表格进行虚拟机的网络I/O控制：

规则表格：用于基于标签机制记录所述虚拟机网卡资源的分配规则和策略，并使用标签对所述虚拟机的网卡资源分配情况进行标记；

触发表格：用于基于动作触发机制记录性能触发器。

本申请实施例采取的技术方案还包括：所述虚拟机还包括网络控制模块，所述网络控制模块用于根据可编程控制面板中的规则表格和触发表格调度和分配虚拟机的网卡资源。

本申请实施例采取的技术方案还包括：所述虚拟机的网卡资源包括单根 I/O 虚拟化 VF 网卡和半虚拟化网卡，所述虚拟机使用 Bonding 驱动技术将单根 I/O 虚拟化 VF 网卡和半虚拟化网卡绑定为一个逻辑网卡，并将单根 I/O 虚拟化 VF 网卡设置为主设备，将半虚拟化网卡被设置为从设备，所述网络控制模块通过单根 I/O 虚拟化 VF 网卡热插拔对所述单根 I/O 虚拟化 VF 网卡和半虚拟化网卡进行切换。

本申请实施例采取的技术方案还包括：所述网络控制模块通过单根 I/O 虚拟化 VF 网卡热插拔对所述单根 I/O 虚拟化 VF 网卡和半虚拟化网卡进行切换具体为：移除虚拟机的 VF 时，所述网络控制模块通知物理主机的虚拟热插拔控制器触发选定虚拟机单根 I/O 虚拟化设备的虚拟热移除事件；所述虚拟机关闭该虚拟机单根 I/O 虚拟化设备的驱动并停止使用虚拟机单根 I/O 虚拟化设备以回应虚拟热移除事件； Bonding 驱动技术的激活网卡由单根 I/O 虚拟化 VF 网卡自动切换为半虚拟化网卡；为所述虚拟机分配 VF 时，所述网络控制模块通知物理主机的虚拟热插拔控制器触发虚拟机单根I/O虚拟化设备的虚拟热添加事件；所述虚拟机加载单根 I/O 虚拟化 VF 网卡驱动并选择新的 VF 开始工作。

本申请实施例采取的技术方案还包括：所述虚拟机的标签包括 VF 和 vNet，

其中，VF 表示所述虚拟机是否使用单根 I/O 虚拟化 VF 网卡，如果 VF 为真，表明所述虚拟机使用单根 I/O 虚拟化 VF 网卡，如果 VF 为假则表明所述虚拟机不使用单根 I/O 虚拟化 VF 网卡；vNet 表示所述虚拟机是否使用半虚拟化网卡，如果 vNet 为真，表明所述虚拟机使用半虚拟化网卡，如果 vNet 为假，则表明所述虚拟机不使用半虚拟化网卡；如果 VF 和 vNet 同时为真，表明所述虚拟机仅使用单根 I/O 虚拟化 VF 网卡。

本申请实施例采取的技术方案还包括：所述物理主机还包括数据收集模块，所述数据收集模块用于获取虚拟机的网络信息和运行状态数据，并将所述网络信息和运行状态数据传输至中心网络控制器，其中，所述运行状态数据包括虚拟机的运行时间、虚拟机的阻塞时间和虚拟机的等待时间。

本申请实施例采取的技术方案还包括：所述数据收集模块获取网络信息的方式为：所述虚拟机读取 Linux 系统提供的接口文件获取虚拟机的网络信息，在每个采样周期结束时将获取的网络信息发送给数据收集模块；所述数据收集模块将本次发送和接收总流量减去上次发送和接收总流量得到本次采样周期的发送和接收流量总和，将所述本次采样周期的发送和接收流量总和除以网卡带宽得到本次采样周期的虚拟机的带宽利用率。

本申请实施例采取的技术方案还包括：所述中心网络控制器还包括拓扑信息记录表格，所述拓扑信息记录表格用于记录虚拟机状态以及各个虚拟机之间数据交换的拓扑结构信息。

本申请实施例采取的技术方案还包括：所述中心网络控制器还包括数据统计表格，所述数据统计表格用于记录所述数据收集模块获取的虚拟机网络信息和运行状态数据。

相对于现有技术，本申请实施例产生的有益效果在于：本申请实施例的基

于软件定义的虚拟网络资源分配系统通过 Bonding 驱动技术对虚拟机的硬件网卡资源进行整合，并以软件的方式对这些资源进行定义，结合了半虚拟化和单根 I/O 虚拟化各自的优点，可以使用任何调度策略根据虚拟机的数据感知虚拟机的负载状态，并动态调度虚拟机的网卡资源，既能提升虚拟机的网络性能，又保证了虚拟机的可扩展性和管理性。另外，本申请结合热插拔技术和 Bonding 驱动技术的激活备份模式，动态切换单根 I/O 虚拟化网卡和半虚拟化网卡，解决了单根 I/O 虚拟化设备的虚拟机在线迁移问题。

附图说明

图 1 是本申请实施例的基于软件定义的虚拟网络资源分配系统的结构示意图。

具体实施方式

为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

针对现有技术存在的问题，本申请实施例的基于软件定义的虚拟网络资源分配系统通过将数据中心集群的节点网络 I/O (input/output，输入/输出)操作的控制面板与数据面板解耦合，对数据节点的网卡资源进行统一的管理，允许控制面板与中心网络控制器以可编程的方式进行交换，达到同时控制网络 I/O 操作和虚拟网络资源分配的目的。

具体地，请参阅图 1，是本申请实施例的基于软件定义的虚拟网络资源分配系统的结构示意图。本申请实施例的基于软件定义的虚拟网络资源分配系统包括物理主机，物理主机包括多个虚拟机、数据收集模块和中心网络控制器。

具体地，虚拟机包括可编程控制面板和网络控制模块；

可编程控制面板：在标签机制的基础上，通过物理主机的中心网络控制器为每个虚拟机的网络I/O操作分别设置一个可编程控制面板，通过可编程控制面板对各个虚拟机的网络资源分配情况进行标记，中心网络控制器根据各个虚拟机的标记控制相应的网络I/O操作。本申请实施例中，可编程控制面板通过中心网络控制器制定两种表格进行网络I/O控制：

1）规则表格，用于记录虚拟机网卡资源的分配规则和策略，即指定每个虚拟机的网卡资源分配情况；

2）触发表格，用于记录性能触发器，即记录针对网络资源的各类触发事件。每个虚拟机的可编程控制面板都被中心网络控制器使用软件定义的方式控制该虚拟机网络I/O的操作。

网络控制模块：用于根据可编程控制面板中制定的表格调度和分配每个虚拟机的网卡资源。其中，虚拟机的网卡资源包括单根 I/O 虚拟化 VF 网卡和半虚拟化网卡两种类型，本申请使用 Bonding 驱动技术的激活备份模式将两种网卡绑定为一个逻辑网卡，并将单根 I/O 虚拟化 VF 网卡设置为主设备，将半虚拟化网卡被设置为从设备，网络控制模块通过单根 I/O 虚拟化 VF 网卡热插拔来切换该虚拟机具体使用的网卡资源，实现单根 I/O 虚拟化 VF 网卡与半虚拟化网卡的动态切换。当网络控制模块对网卡资源进行分配时，如果可编程控制面板规定虚拟机使用单根 I/O 虚拟化 VF 网卡工作，则将半虚拟化网卡切换为单根 I/O 虚拟化 VF 网卡，如果可编程控制面板规定虚拟机使用半虚拟化网卡工作，则剥夺其 VF 使其使用半虚拟化网卡工作。

具体地，虚拟机单根 I/O 虚拟化 VF 网卡的热插拔过程如下：(1)当需要移除虚拟机的 VF 时，网络控制模块通知物理主机的虚拟热插拔控制器触发选定

虚拟机单根 I/O 虚拟化设备的虚拟热移除事件；(2)虚拟机关闭该虚拟机单根 I/O 虚拟化设备的驱动并停止使用虚拟机单根 I/O 虚拟化设备以回应虚拟热移除事件；（3）Bonding 驱动技术的激活网卡由单根 I/O 虚拟化 VF 网卡自动切换为半虚拟化网卡；(4)当需要给虚拟机分配 VF 时，网络控制模块通知物理主机的虚拟热插拔控制器触发虚拟机单根 I/O 虚拟化设备的虚拟热添加事件；(5)虚拟机加载单根 I/O 虚拟化 VF 网卡驱动并选择新的 VF 开始工作。

数据收集模块：用于获取所有虚拟机的网络信息，通过Xenmon获取所有虚拟机的运行状态数据，并将网络信息和运行状态数据传输至中心网络控制器。数据收集模块获取网络信息的方式具体为：物理主机上的虚拟机读取Linux系统提供的接口文件/proc/net/dev获取虚拟机的网络信息，在每个采样周期结束时将获取的网络信息通过Xenstore发送给数据收集模块。数据收集模块获取的运行状态数据包括getten_time（虚拟机的运行时间）、blocked_time（虚拟机的阻塞时间）和waiting_time（虚拟机的等待时间）等。本申请实施例中，数据收集模块将本次发送和接收总流量减去上次发送和接收总流量即为本次采样周期发送和接收流量总和，将本次采样周期发送和接收流量总和除以网卡带宽即为本次采样周期的该虚拟机的带宽利用率。

中心网络控制器：中心网控制器向下与虚拟机的可编程控制面板连接，向上与虚拟网络调度器相连，用于根据各个虚拟机的网卡资源分配情况控制各个虚拟机的网络I/O操作；其中，虚拟网络调度器是提供给用户或者管理员以调度虚拟机的网卡资源。

具体地，中心网络控制器包括：

拓扑信息记录表格：用于记录物理主机中所有虚拟机状态以及各个虚拟机之间数据交换的拓扑结构信息；

规则表格：用于基于标签机制记录管理员或用户为优化系统网络性能而定义的虚拟机网卡资源的分配规则和策略，并使用标签对各个虚拟机的网卡资源分配情况进行相应的标记；规则表格会被安装到各个虚拟机的可编程控制面板，虚拟机中的网络控制模块会根据虚拟机的标记提供相应的网络I/O操作；从数据中心节点的整体性能来说，不同虚拟机负载对网络资源的需求是不同的，对于网络资源需求大的虚拟机，对其分配性能更好的单根I/O虚拟化网卡，从而通过提升网络密集型的虚拟机可以提升系统的整体网络性能。相反，对于非网络密集型的虚拟机，只需为其分配性能更差的半虚拟化网卡，因此，在标签机制的基础上，通过对不同虚拟机的网卡资源分配情况进行标记，在虚拟机的网络I/O操作中根据各个虚拟机的标记进行相应的操作。

本申请实施例中，虚拟机的标签包括VF和vNet两个类型，其中，VF规定该虚拟机是否使用单根I/O虚拟化VF网卡，如果VF为真，表明虚拟机使用单根I/O虚拟化VF网卡，如果VF为假则表明虚拟机不使用单根I/O虚拟化VF网卡；vNet表示虚拟机是否使用半虚拟化网卡，如果vNet为真，表明虚拟机使用半虚拟化网卡，如果vNet为假，则表明虚拟机不使用半虚拟化网卡；如果VF和vNet同时为真，表明虚拟机仅使用单根I/O虚拟化VF网卡工作。

触发表格：用于基于动作触发机制记录性能触发器，即记录针对网络资源的各类触发事件，为网卡资源提供主动规则，并将触发表格传达给各个虚拟机的可编程控制面板，虚拟机中的网络控制模块会根据触发表格中的主动规则进行具体的网络I/O操作；其中，触发表格可以视为对规则表格的一个扩充。为了帮助用户或管理员定义资源管理策略以及对可编程控制面板进行控制，本申请通过触发动作方式进行可编程控制，性能触发器基于性能指标的变化控制各个虚拟机的具体网络I/O操作，例如：当虚拟机的带宽利用率大于50%时则将

该虚拟机使用的网卡切换为单根I/O虚拟化VF网卡，从而达到优化或管理系统网络资源的目的。

数据统计表格：用于记录从数据收集模块获取的所有虚拟机的网络信息和运行状态数据。

综上所述，本申请不会修改虚拟机监控器本身的调度程序，是对虚拟机监控器调度系统的补充，可应用于任何虚拟化平台，如Xen和KVM等。

本申请实施例的基于软件定义的虚拟网络资源分配系统通过Bonding驱动技术对虚拟机的硬件网卡资源进行整合，并以软件的方式对这些资源进行定义，结合了半虚拟化和单根I/O虚拟化各自的优点，可以使用任何调度策略根据虚拟机的数据感知虚拟机的负载状态，并动态调度虚拟机的网卡资源，既能提升虚拟机的网络性能，又保证了虚拟机的可扩展性和管理性。另外，本申请结合热插拔技术和Bonding驱动技术的激活备份模式，动态切换单根I/O虚拟化网卡和半虚拟化网卡，解决了单根I/O虚拟化设备的虚拟机在线迁移问题。

以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

权 利 要 求

1、一种基于软件定义的虚拟网络资源分配系统，包括物理主机，其特征在于，所述物理主机包括虚拟机和中心网络控制器；所述中心网络控制器用于为所述虚拟机的网络 I/O 操作设置可编程控制面板，通过所述可编程控制面板对所述虚拟机的网卡资源分配情况进行标记，并将所述可编程控制面板安装到虚拟机上，所述中心网络控制器基于虚拟机的标记，通过软件定义的方式控制所述虚拟机的网络 I/O 操作。

2、根据权利要求1所述的基于软件定义的虚拟网络资源分配系统，其特征在于，所述可编程控制面板通过中心网络控制器制定规则表格和触发表格进行虚拟机的网络I/O控制：

规则表格：用于基于标签机制记录所述虚拟机网卡资源的分配规则和策略，并使用标签对所述虚拟机的网卡资源分配情况进行标记；

触发表格：用于基于动作触发机制记录性能触发器。

3、根据权利要求 2 所述的基于软件定义的虚拟网络资源分配系统，其特征在于，所述虚拟机还包括网络控制模块，所述网络控制模块用于根据可编程控制面板中的规则表格和触发表格调度和分配虚拟机的网卡资源。

4、根据权利要求 3 所述的基于软件定义的虚拟网络资源分配系统，其特征在于，所述虚拟机的网卡资源包括单根 I/O 虚拟化 VF 网卡和半虚拟化网卡，所述虚拟机使用 Bonding 驱动技术将单根 I/O 虚拟化 VF 网卡和半虚拟化网卡绑定为一个逻辑网卡，并将单根 I/O 虚拟化 VF 网卡设置为主设备，将半虚拟化网卡被设置为从设备，所述网络控制模块通过单根 I/O 虚拟化 VF 网卡热插拔对所述单根 I/O 虚拟化 VF 网卡和半虚拟化网卡进行切换。

5、根据权利要求 4 所述的基于软件定义的虚拟网络资源分配系统，其特征在于，所述网络控制模块通过单根 I/O 虚拟化 VF 网卡热插拔对所述单根 I/O 虚拟化 VF 网卡和半虚拟化网卡进行切换具体为：移除虚拟机的 VF 时，所述网络控制模块通知物理主机的虚拟热插拔控制器触发选定虚拟机单根 I/O 虚拟化设备的虚拟热移除事件；所述虚拟机关闭该虚拟机单根 I/O 虚拟化设备的驱动并停止使用虚拟机单根 I/O 虚拟化设备以回应虚拟热移除事件；Bonding 驱动技术的激活网卡由单根 I/O 虚拟化 VF 网卡自动切换为半虚拟化网卡；为所述虚拟机分配 VF 时，所述网络控制模块通知物理主机的虚拟热插拔控制器触发虚拟机单根 I/O 虚拟化设备的虚拟热添加事件；所述虚拟机加载单根 I/O 虚拟化 VF 网卡驱动并选择新的 VF 开始工作。

6、根据权利要求 4 或 5 所述的基于软件定义的虚拟网络资源分配系统，其特征在于，所述虚拟机的标签包括 VF 和 vNet，其中，VF 表示所述虚拟机是否使用单根 I/O 虚拟化 VF 网卡，如果 VF 为真，表明所述虚拟机使用单根 I/O 虚拟化 VF 网卡，如果 VF 为假则表明所述虚拟机不使用单根 I/O 虚拟化 VF 网卡；vNet 表示所述虚拟机是否使用半虚拟化网卡，如果 vNet 为真，表明所述虚拟机使用半虚拟化网卡，如果 vNet 为假，则表明所述虚拟机不使用半虚拟化网卡；如果 VF 和 vNet 同时为真，表明所述虚拟机仅使用单根 I/O 虚拟化 VF 网卡。

7、根据权利要求 6 所述的基于软件定义的虚拟网络资源分配系统，其特征在于，所述物理主机还包括数据收集模块，所述数据收集模块用于获取虚拟机的网络信息和运行状态数据，并将所述网络信息和运行状态数据传输至中心网络控制器，其中，所述运行状态数据包括虚拟机的运行时间、虚拟机的阻塞时间和虚拟机的等待时间。

8、根据权利要求 7 所述的基于软件定义的虚拟网络资源分配系统，其特征

在于，所述数据收集模块获取网络信息的方式为：所述虚拟机读取 Linux 系统提供的接口文件获取虚拟机的网络信息，在每个采样周期结束时将获取的网络信息发送给数据收集模块；所述数据收集模块将本次发送和接收总流量减去上次发送和接收总流量得到本次采样周期的发送和接收流量总和，将所述本次采样周期的发送和接收流量总和除以网卡带宽得到本次采样周期的虚拟机的带宽利用率。

9、根据权利要求 7 所述的基于软件定义的虚拟网络资源分配系统，其特征在于，所述中心网络控制器还包括拓扑信息记录表格，所述拓扑信息记录表格用于记录虚拟机状态以及各个虚拟机之间数据交换的拓扑结构信息。

10、根据权利要求 9 所述的基于软件定义的虚拟网络资源分配系统，其特征在于，所述中心网络控制器还包括数据统计表格，所述数据统计表格用于记录所述数据收集模块获取的虚拟机网络信息和运行状态数据。

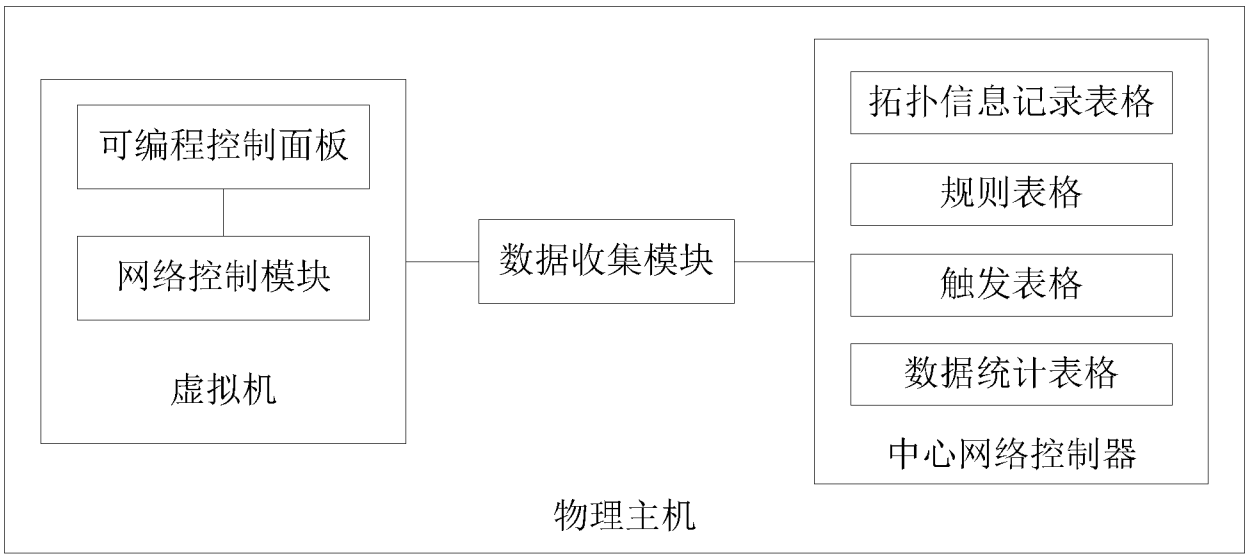

可编程控制面板
网络控制模块
虚拟机
数据收集模块
拓扑信息记录表格
规则表格
触发表格
数据统计表格
中心网络控制器
物理主机

图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2019/121299

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 9/50(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT; CNKI: 软件定义, 虚拟, 资源, 分配, 网络, 网卡, 编程, 标记, 记录, 规则, 动态, SDN, virtual, resource, allocation, network, network card, programme, mark, record, rule, dynamic

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109614229 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 12 April 2019 (2019-04-12) entire document	1-10
X	CN 106656867 A (PEKING UNIVERSITY INFORMATION TECHNOLOGY INSTITUTE (TIANJIN BINHAI)) 10 May 2017 (2017-05-10) description, paragraphs 2-25 and 29-48	1-3
Y	CN 106656867 A (PEKING UNIVERSITY INFORMATION TECHNOLOGY INSTITUTE (TIANJIN BINHAI)) 10 May 2017 (2017-05-10) description, paragraphs 2-25 and 29-48	4-10
Y	CN 106815067 A (CHINA MOBILE COMMUNICATIONS CORPORATION) 09 June 2017 (2017-06-09) description, paragraphs 8-36 and 47-89	4-10
A	CN 108206790 A (CHONGQING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 26 June 2018 (2018-06-26) entire document	1-10

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 February 2020	**21 February 2020**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088** **China**	
Facsimile No. **(86-10)62019451**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2019/121299

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2014379928 A1 (ELECT & TELECOMM RESEARCH INST) 25 December 2014 (2014-12-25) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2019/121299

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 109614229 A	12 April 2019	None	
CN 106656867 A	10 May 2017	WO 2018086569 A1	17 May 2018
		CN 106656867 B	05 November 2019
CN 106815067 A	09 June 2017	None	
CN 108206790 A	26 June 2018	None	
US 2014379928 A1	25 December 2014	KR 20150000160 A	02 January 2015

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2019/121299

A. 主题的分类

G06F 9/50(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G06F

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNABS;CNTXT;VEN;USTXT;WOTXT;EPTXT;CNKI：软件定义，虚拟，资源，分配，网络，网卡，编程，标记，记录，规则，动态，SDN, virtual, resource, allocation, network, network card, programme, mark, record, rule, dynamic

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 109614229 A (深圳先进技术研究院) 2019年 4月 12日 (2019-04-12) 全文	1-10
X	CN 106656867 A (北京大学天津滨海新一代信息技术研究院) 2017年 5月 10日 (2017-05-10) 说明书第2-25、29-48段	1-3
Y	CN 106656867 A (北京大学天津滨海新一代信息技术研究院) 2017年 5月 10日 (2017-05-10) 说明书第2-25、29-48段	4-10
Y	CN 106815067 A (中国移动通信集团公司) 2017年 6月 9日 (2017-06-09) 说明书第8-36、47-89段	4-10
A	CN 108206790 A (重庆邮电大学) 2018年 6月 26日 (2018-06-26) 全文	1-10
A	US 2014379928 A1 (ELECT & TELECOMM RESEARCH INST) 2014年 12月 25日 (2014-12-25) 全文	1-10

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2020年 2月 11日	2020年 2月 21日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	邢丽超
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-(20)-28950382

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2019/121299

检索报告引用的专利文件	公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN 109614229 A	2019年 4月 12日	无	
CN 106656867 A	2017年 5月 10日	WO 2018086569 A1	2018年 5月 17日
		CN 106656867 B	2019年 11月 5日
CN 106815067 A	2017年 6月 9日	无	
CN 108206790 A	2018年 6月 26日	无	
US 2014379928 A1	2014年 12月 25日	KR 20150000160 A	2015年 1月 2日