



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113296894 A

(43) 申请公布日 2021.08.24

(21) 申请号 202110619375.6

(22) 申请日 2021.06.03

(71) 申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园

(72) 发明人 王之梁 程鑫 杨家海

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事

务所(普通合伙) 11201

代理人 王萌

(51) Int. Cl.

G06F 9/455 (2006.01)

G06F 9/50 (2006.01)

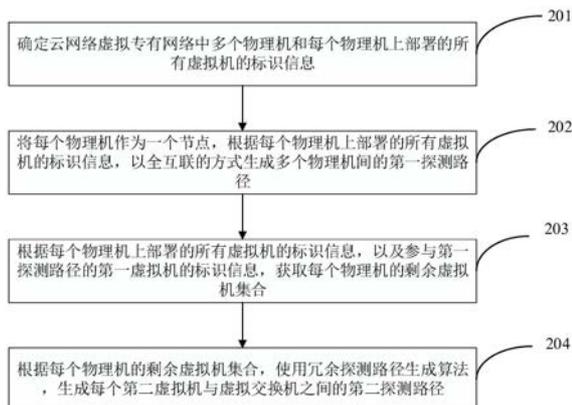
权利要求书3页 说明书14页 附图6页

(54) 发明名称

云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法及装置

(57) 摘要

本申请提出一种云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法及装置,其中,具体实现方案为:确定云网络虚拟专有网络中多个物理机和每个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息;将每个物理机作为一个节点,根据每个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息,以全互联的方式生成多个物理机间的第一探测路径;根据每个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息,以及参与第一探测路径的第一虚拟机的标识信息,获取每个物理机的剩余虚拟机集合;根据每个物理机的剩余虚拟机集合,使用冗余探测路径生成算法,生成每个第二虚拟机与虚拟交换机之间的第二探测路径。本申请达到了使用尽可能少的探测路径能覆盖网络中出现故障的地方的效果。



1. 一种云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法,其特征在于,包括:

确定所述云网络虚拟专有网络中多个物理机和每个所述物理机上部署的所有虚拟机的标识信息;

将每个所述物理机作为一个节点,根据每个所述物理机上部署的所有虚拟机的标识信息,以全互联的方式生成所述多个物理机间的第一探测路径;

根据所述每个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息,以及参与所述第一探测路径的第一虚拟机的标识信息,获取每个所述物理机的剩余虚拟机集合;其中,每个所述物理机的剩余虚拟机集合是指每个所述物理机之中未参与所述第一探测路径的第二虚拟机的集合;

根据每个所述物理机的剩余虚拟机集合,使用冗余探测路径生成算法,生成每个所述第二虚拟机与虚拟交换机之间的第二探测路径。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,将每个所述物理机作为一个节点,根据每个所述物理机上部署的所有虚拟机的标识信息,以全互联的方式生成所述多个物理机间的第一探测路径,包括:

将每个所述物理机作为一个节点,以全互联的方式得到各所述节点之间的链路;

根据每个所述物理机上部署的所有虚拟机的标识信息以及所述节点之间的链路,在每条所述节点之间的链路对应的两个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息中,分别选择一个所述虚拟机的标识信息;

将其中一个所述虚拟机的标识信息对应的虚拟机作为当前节点间探测的源端,将另一个所述虚拟机的标识信息对应的虚拟机为所述当前节点间探测的目的端,生成所述第一探测路径。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,根据每个所述物理机的剩余虚拟机集合,使用冗余探测路径生成算法,生成每个所述第二虚拟机与虚拟交换机之间的第二探测路径,包括:

判断多个所述剩余虚拟机集合中是否存在满足预设条件的目标剩余虚拟机集合;

若存在所述目标剩余虚拟机集合,则将所述目标剩余虚拟机集合放入源队列,将其他剩余虚拟机集合放入目的队列;其中,所述其他剩余虚拟机集合是指在多个所述剩余虚拟机集合中,除所述目标剩余虚拟机集合之外的剩余虚拟机集合。

若不存在所述目标剩余虚拟机集合,则将多个所述剩余虚拟机集合按照各集合中的元素数量大小降序依次放入源队列和目的队列中队列高度较低的队列;

根据所述源队列和所述目的队列的高度,将所述源队列和所述目的队列中高度较低的队列中的元素的顺序重新排列;

依次从所述源队列和所述目的队列中各取出一个虚拟机,分别将所述各取出的虚拟机作为探测的源端和目的端,生成第二探测路径。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述判断多个所述剩余虚拟机集合中是否存在满足预设条件的目标剩余虚拟机集合,包括:

获取多个所述剩余虚拟机集合中每个集合的元素数量;

将每个所述剩余虚拟机集合中的元素数量相加,得到剩余虚拟机总数;

将所述剩余虚拟机总数分别与每个所述剩余虚拟机集合的元素数量的相减,得到每个所述剩余虚拟机集合对应的其他虚拟机数量;

将当前剩余虚拟机集合的元素数量与所述当前剩余虚拟机集合对应的其他虚拟机数量进行比对；

若所述当前剩余虚拟机集合的元素数量大于所述当前剩余虚拟机集合对应的其他虚拟机数量，则将所述当前剩余虚拟机集合作为目标剩余虚拟机集合。

5. 根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述根据所述源队列和所述目的队列的高度，将所述源队列和所述目的队列中高度较低的队列中的元素的顺序重新排列，包括：

将所述源队列和所述目的队列的队列高度进行对比，获取队列高度较小的队列；

将所述队列高度较小的队列中各元素按不同物理机交替的方式进行排序。

6. 根据权利要求3所述的方法，其特征在于，在所述依次从所述源队列和所述目的队列中各取出一个虚拟机的标识信息，分别将所述虚拟机的标识信息对应的虚拟机作为探测的源端和目的端之前，还包括：

判断所述源队列和所述目的队列的队列高度差的绝对值是否小于等于1；

若所述高度差的绝对值不小于等于1，则将所述源队列和目的队列中高度较高的队列的顶部元素放入高度较低的队列的底部。

7. 一种云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划装置，其特征在于，包括：

确定模块，用于确定所述云网络虚拟专有网络中多个物理机和每个所述物理机上部署的所有虚拟机的标识信息；

第一生成模块，用于将每个所述物理机作为一个节点，根据每个所述物理机上部署的所有虚拟机的标识信息，以全互联的方式生成所述多个物理机间的第一探测路径；

获取模块，用于根据所述每个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息，以及参与所述第一探测路径的第一虚拟机的标识信息，得到每个所述物理机的剩余虚拟机集合；其中，每个所述物理机的剩余虚拟机集合是指每个所述物理机之中未参与所述第一探测路径的第二虚拟机的集合；

第二生成模块，用于根据每个所述物理机的剩余虚拟机集合，使用冗余探测路径生成算法，生成每个所述第二虚拟机与虚拟交换机之间的第二探测路径。

8. 根据权利要求7所述的装置，其特征在于，所述第二生成模块还用于：

判断多个所述剩余虚拟机集合中是否存在满足预设条件的目标剩余虚拟机集合；

若存在所述目标剩余虚拟机集合，则将所述目标剩余虚拟机集合放入源队列，将其他剩余虚拟机集合放入目的队列；其中，所述其他剩余虚拟机集合是指在多个所述剩余虚拟机集合中，除所述目标剩余虚拟机集合之外的剩余虚拟机集合。

若不存在所述目标剩余虚拟机集合，则将多个所述剩余虚拟机集合按照各集合中的元素数量大小降序依次放入源队列和目的队列中队列高度较低的队列；

根据所述源队列和所述目的队列的高度，将所述源队列和所述目的队列中高度较低的队列中的元素的顺序重新排列；

依次从所述源队列和所述目的队列中各取出一个虚拟机，分别将所述各取出的虚拟机作为探测的源端和目的端，生成第二探测路径。

9. 一种计算机设备，其特征在于，包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，所述处理器执行所述计算机程序时，实现如权利要求1至6中任一项所述的云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法。

10. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至6中任一项所述的云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法。

云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法及装置

技术领域

[0001] 本申请涉及计算机技术领域,具体涉及云计算领域,尤其涉及一种云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法及装置。

背景技术

[0002] 云网络是由大量的虚拟网络资源(例如,虚拟路由器,虚拟交换机等)组成的,它们位于物理基础网络之上。在应用了网络虚拟化技术之后,云数据中心(最初由数十万台物理服务器以及数千台物理交换机和路由器组成)可能会生成数百万个虚拟机(Virtual Machine,简称VM)和虚拟NIC(network interface controller,网络接口控制器),以及大量的虚拟交换机和路由器。

[0003] 虚拟专有网络(Virtual Private Cloud,简称VPC)是用户创建的自定义私有网络,不同的专有网络之间二层逻辑隔离,用户可以在自己创建的专有网络内创建和管理云产品实例,比如云服务器、负载均衡等。为了能够对VPC进行故障诊断,需要在VPC内部发起主动探测获得虚拟机之间的连通性以及可能的故障位置等。然而,一个VPC内可能包含大量的虚拟机,每个虚拟机之间都发起主动探测将消耗大量的资源,进而会影响到原有的网络的使用。

发明内容

[0004] 本申请为了使用尽可能少的探测来覆盖网络中出现故障的链路,提供了一种云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法及装置。

[0005] 根据本申请的第一方面,提供了一种云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法,包括:

[0006] 确定所述云网络虚拟专有网络中多个物理机和每个所述物理机上部署的所有虚拟机的标识信息;

[0007] 将每个所述物理机作为一个节点,根据每个所述物理机上部署的所有虚拟机的标识信息,以全互联的方式生成所述多个物理机间的第一探测路径;

[0008] 根据所述每个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息,以及参与所述第一探测路径的第一虚拟机的标识信息,获取每个所述物理机的剩余虚拟机集合;其中,每个所述物理机的剩余虚拟机集合是指每个所述物理机之中未参与所述第一探测路径的第二虚拟机的集合;

[0009] 根据每个所述物理机的剩余虚拟机集合,使用冗余探测路径生成算法,生成每个所述第二虚拟机与虚拟交换机之间的第二探测路径。

[0010] 其中,将每个所述物理机作为一个节点,根据每个所述物理机上部署的所有虚拟机的标识信息,以全互联的方式生成所述多个物理机间的第一探测路径的实现方式可以包括:

[0011] 将每个所述物理机作为一个节点,以全互联的方式得到各所述节点之间的链路;

[0012] 根据每个所述物理机上部署的所有虚拟机的标识信息以及所述节点之间的链路，在每条所述节点之间的链路对应的两个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息中，分别选择一个所述虚拟机的标识信息；

[0013] 将其中一个所述虚拟机的标识信息对应的虚拟机作为当前节点间探测的源端，将另一个所述虚拟机的标识信息对应的虚拟机为所述当前节点间探测的目的端，生成所述第一探测路径。

[0014] 在本申请的一些实施例中，根据每个所述物理机的剩余虚拟机集合，使用冗余探测路径生成算法，生成每个所述第二虚拟机与虚拟交换机之间的第二探测路径，包括：

[0015] 判断多个所述剩余虚拟机集合中是否存在满足预设条件的目标剩余虚拟机集合；

[0016] 若存在所述目标剩余虚拟机集合，则将所述目标剩余虚拟机集合放入源队列，将其他剩余虚拟机集合放入目的队列；其中，所述其他剩余虚拟机集合是指在多个所述剩余虚拟机集合中，除所述目标剩余虚拟机集合之外的剩余虚拟机集合。

[0017] 若不存在所述目标剩余虚拟机集合，则将多个所述剩余虚拟机集合按照各集合中的元素数量大小降序依次放入源队列和目的队列中队列高度较低的队列；

[0018] 根据所述源队列和所述目的队列的高度，将所述源队列和所述目的队列中高度较低的队列中的元素的顺序重新排列；

[0019] 依次从所述源队列和所述目的队列中各取出一个虚拟机，分别将所述各取出的虚拟机作为探测的源端和目的端，生成第二探测路径。

[0020] 其中，所述判断多个所述剩余虚拟机集合中是否存在满足预设条件的目标剩余虚拟机集合，包括：

[0021] 获取多个所述剩余虚拟机集合中每个集合的元素数量；

[0022] 将每个所述剩余虚拟机集合中的元素数量相加，得到剩余虚拟机总数；

[0023] 将所述剩余虚拟机总数分别与每个所述剩余虚拟机集合的元素数量的相减，得到每个所述剩余虚拟机集合对应的其他虚拟机数量；

[0024] 将当前剩余虚拟机集合的元素数量与所述当前剩余虚拟机集合对应的其他虚拟机数量进行比对；

[0025] 若所述当前剩余虚拟机集合的元素数量大于所述当前剩余虚拟机集合对应的其他虚拟机数量，则将所述当前剩余虚拟机集合作为目标剩余虚拟机集合。

[0026] 在本申请的一些实施例中，所述根据所述源队列和所述目的队列的高度，将所述源队列和所述目的队列中高度较低的队列中的元素的顺序重新排列，包括：

[0027] 将所述源队列和所述目的队列的队列高度进行对比，获取队列高度较小的队列；

[0028] 将所述队列高度较小的队列中各元素按不同物理机交替的方式进行排序。

[0029] 可选地，在本申请实施例中，在所述依次从所述源队列和所述目的队列中各取出一个虚拟机的标识信息，分别将所述虚拟机的标识信息对应的虚拟机作为探测的源端和目的端之前，还包括：

[0030] 判断所述源队列和所述目的队列的队列高度差的绝对值是否小于等于1；

[0031] 若所述高度差的绝对值不小于等于1，则将所述源队列和目的队列中高度较高的队列的顶部元素放入高度较低的队列的底部。

[0032] 根据本申请的第二方面，提供了一种云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划

装置,包括:

[0033] 确定模块,用于确定所述云网络虚拟专有网络中多个物理机和每个所述物理机上部署的所有虚拟机的标识信息;

[0034] 第一生成模块,用于将每个所述物理机作为一个节点,根据每个所述物理机上部署的所有虚拟机的标识信息,以全互联的方式生成所述多个物理机间的第一探测路径;

[0035] 获取模块,用于根据所述每个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息,以及参与所述第一探测路径的第一虚拟机的标识信息,得到每个所述物理机的剩余虚拟机集合;其中,每个所述物理机的剩余虚拟机集合是指每个所述物理机之中未参与所述第一探测路径的第二虚拟机的集合;

[0036] 第二生成模块,用于根据每个所述物理机的剩余虚拟机集合,使用冗余探测路径生成算法,生成每个所述第二虚拟机与虚拟交换机之间的第二探测路径。

[0037] 在本申请的一些实施例中,所述第一生成模块具体用于:

[0038] 将每个所述物理机作为一个节点,以全互联的方式得到各所述节点之间的链路;

[0039] 根据每个所述物理机上部署的所有虚拟机的标识信息以及所述节点之间的链路,在每条所述节点之间的链路对应的两个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息中,分别选择一个所述虚拟机的标识信息;

[0040] 将其中一个所述虚拟机的标识信息对应的虚拟机作为当前节点间探测的源端,将另一个所述虚拟机的标识信息对应的虚拟机为所述当前节点间探测的目的端,生成所述第一探测路径。

[0041] 在本申请实施例中,所述第二生成模块具体用于:

[0042] 判断多个所述剩余虚拟机集合中是否存在满足预设条件的目标剩余虚拟机集合;

[0043] 若存在所述目标剩余虚拟机集合,则将所述目标剩余虚拟机集合放入源队列,将其他剩余虚拟机集合放入目的队列;其中,所述其他剩余虚拟机集合是指在多个所述剩余虚拟机集合中,除所述目标剩余虚拟机集合之外的剩余虚拟机集合。

[0044] 若不存在所述目标剩余虚拟机集合,则将多个所述剩余虚拟机集合按照各集合中的元素数量大小降序依次放入源队列和目的队列中队列高度较低的队列;

[0045] 根据所述源队列和所述目的队列的高度,将所述源队列和所述目的队列中高度较低的队列中的元素的顺序重新排列;

[0046] 依次从所述源队列和所述目的队列中各取出一个虚拟机,分别将所述各取出的虚拟机作为探测的源端和目的端,生成第二探测路径。

[0047] 在本申请的一些实施例中,所述第二生成模块还用于:

[0048] 获取多个所述剩余虚拟机集合中每个集合的元素数量;

[0049] 将每个所述剩余虚拟机集合中的元素数量相加,得到剩余虚拟机总数;

[0050] 将所述剩余虚拟机总数分别与每个所述剩余虚拟机集合的元素数量的相减,得到每个所述剩余虚拟机集合对应的其他虚拟机数量;

[0051] 将当前剩余虚拟机集合的元素数量与所述当前剩余虚拟机集合对应的其他虚拟机数量进行比对;

[0052] 若所述当前剩余虚拟机集合的元素数量大于所述当前剩余虚拟机集合对应的其他虚拟机数量,则将所述当前剩余虚拟机集合作为目标剩余虚拟机集合。

[0053] 此外,在本申请的一些实施例中,所述第二生成模块还用于:

[0054] 将所述源队列和所述目的队列的队列高度进行对比,获取队列高度较小的队列;

[0055] 将所述队列高度较小的队列中各元素按不同物理机交替的方式进行排序。

[0056] 可选地,在本申请的一些实施例中,所述云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划装置还包括:

[0057] 判断模块,用于依次从所述源队列和所述目的队列中各取出一个虚拟机的标识信息,分别将所述虚拟机的标识信息对应的虚拟机作为探测的源端和目的端之前,判断所述源队列和所述目的队列的队列高度差的绝对值是否小于等于1;

[0058] 调整模块,在所述高度差的绝对值不小于等于1时,用于将所述源队列和目的队列中高度较高的队列的顶部元素放入高度较低的队列的底部。

[0059] 根据本申请的第三方面,提供了一种计算机设备,包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时,实现本申请第一方面实施例所述的方法。

[0060] 根据本申请的第四方面,提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现本申请第一方面所述的方法。

[0061] 根据本申请实施例的技术方案,通过将云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划分为两个阶段,先以全互联的方式生成多个物理机间的探测路径,再根据冗余探测路径生成算法生成虚拟机与虚拟交换机之间的探测路径,达到使用尽可能少的探测路径就能覆盖网络中出现故障的地方的效果,既节省了资源又不会影响网络的使用。此外,剩余虚拟机集合的引入,使所有的虚拟机都至少一次参与探测,从而能全面覆盖到网络故障链路,进一步地提高了检测、定位以及诊断网络故障的效率。

[0062] 本申请附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本申请的实践了解到。

附图说明

[0063] 本申请上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0064] 图1为本申请实施例提供的一种云网络虚拟专有网络内部故障示意图;

[0065] 图2为本申请实施例提供的一种云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法的流程图;

[0066] 图3为本申请实施例提供的一种全互联的方式生成多个物理机间的第一探测路径的示意图;

[0067] 图4为本申请实施例提供的一种生成第二探测路径的流程图;

[0068] 图5为本申请实施例提供的一种判断是否存在满足预设条件的目标剩余虚拟机集合的流程图;

[0069] 图6为本申请实施例提供的一种生成第二探测路径的示意图;

[0070] 图7为本申请实施例提供的另一种生成第二探测路径的流程图;

[0071] 图8为本申请实施例提供的又一种生成第二探测路径的示意图;

[0072] 图9为本申请实施例提供的一种云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划装置

的结构框图；

[0073] 图10为本申请实施例提供的另一种云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划装置的结构框图；

[0074] 图11为本申请实施例提供的一种计算机设备的框图；

具体实施方式

[0075] 下面详细描述本申请的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本申请，而不能理解为对本申请的限制。

[0076] 随着云计算的兴起，公有云 (Public Cloud) 作为一种提供方便安全的数据共享服务的云计算模型得到了快速普及和发展，公有云通常指第三方云提供商为用户提供的能够使用的云。虚拟专有网络 (Virtual Private Cloud, 简称VPC) 是基于公有云构建出的一个隔离的网络环境，企业用户可以按需对网络环境进行规划和管理，比如，选择自有IP地址范围、划分网段、配置路由表和网关等。

[0077] 在一个VPC内部，由于采用了虚拟化技术，每个物理机之上都会虚拟化出数个虚拟机，这些虚拟机都通过同一个虚拟交换机 (vSwitch) 与外部进行通信。所以，在VM与VM之间的通信过程中，如图1所示，有可能出现故障的地方有两个，分别为VM到vSwitch之间的链路和PM (Physical Machine, 物理机) 和PM之间的链路。为了能对VPC进行故障诊断，需要在VPC内部发起主动探测来发现链路之间的连通性及可能的故障位置等。由于一个VPC内可能包含大量的虚拟机，所以若每个虚拟机之间都发起主动探测将消耗大量的资源，甚至会影响原有网络的使用。

[0078] 基于上述问题，本申请提出了一种云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法及装置，通过使用尽可能少的探测以覆盖到可能出现故障的地方，一方面确保物理机之间的链路覆盖性，另一方面确保虚拟机与虚拟交换机之间的链路覆盖性。

[0079] 图2为本申请实施例提出的一种云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法的流程图。需要说明的是，本申请实施例的云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法可应用于本申请实施例的云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划装置，该装置可被配置于计算机设备。如图2所示，该云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法包括以下步骤：

[0080] 步骤201，确定云网络虚拟专有网络中多个物理机和每个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息。

[0081] 可以理解，本申请提出的云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法，应用于云网络中某个虚拟专有网络出现连通性问题的场景中。也就是说，当云网络用户报告某一个虚拟专有网络出现连通性问题时，管理员针对该虚拟专有网络使用本申请提出的云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法，生成需要进行主动探测的探测路径集合。

[0082] 为了进行探测路径的规划，需要确定当前虚拟专有网络中有哪些物理机，以及每个物理机中部署了哪些虚拟机。在本申请实施例中，针对每个物理机中部署了哪些虚拟机，通过虚拟机的标识信息确定。其中，虚拟机的标识信息可以为虚拟机的ID (Identity Document, 身份标识)，或者其他可以唯一地标识每个虚拟机的信息，在本申请实施例中将

以虚拟机的ID为例进行介绍。

[0083] 步骤202,将每个物理机作为一个节点,根据每个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息,以全互联的方式生成多个物理机间的第一探测路径。

[0084] 也就是说,将每个物理机作为节点,以全互联的方式实现多个物理机之间链路的探测,从而确保探测路径覆盖到多个物理机之间的所有链路。

[0085] 由于每次主动探测都是由一个虚拟机发送至另一个虚拟机,所以每个物理机节点参与探测时,都需要在每个物理机内选择一个虚拟机作为探测的源端或目的端,从而生成多个物理机间的第一探测路径。

[0086] 在本申请实施例中,图3为以全互联的方式生成多个物理机间的第一探测路径的示意图,如图3所示,生成第一探测路径的具体实现方式可以为:将每个物理机作为一个节点,以全互联的方式得到各节点之间的链路;根据每个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息以及节点之间的链路,在每条节点之间的链路对应的两个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息中,分别选择一个虚拟机的标识信息;将其中一个虚拟机的标识信息对应的虚拟机作为当前节点间探测的源端,将另一个虚拟机的标识信息对应的虚拟机为当前节点间探测的目的端,生成所述第一探测路径。

[0087] 其中,如图3所示,根据每个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息以及节点之间的链路,在每条节点之间的链路对应的两个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息中,分别选择一个虚拟机的标识信息的具体实现方式可以为:将每个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息进行排序,例如按照虚拟机ID从小到大进行排序;针对各节点之间的链路对应的物理机,在每个物理机上选择虚拟机时按照虚拟机ID排序依次进行选择。从而尽可能让每一个物理机内部的所有虚拟机都尽可能参与探测,以发现更多潜在的故障。

[0088] 步骤203,根据每个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息,以及参与第一探测路径的第一虚拟机的标识信息,获取每个物理机的剩余虚拟机集合。

[0089] 需要说明的是,每个物理机的剩余虚拟机集合是指每个物理机之中未参与第一探测路径的第二虚拟机的集合。其中,第一虚拟机为参与第一探测路径的虚拟机,即已经参与主动探测的虚拟机。第二虚拟机为未参与第一探测路径的虚拟机,即未参与主动探测的虚拟机。

[0090] 也就是说,在规划虚拟机与虚拟交换机之间链路的探测路径之前,需要确定,每个物理机上部署的所有虚拟机中,哪些虚拟机已经参与了主动探测,哪些虚拟机还没有参与主动探测,接下来将只需要为未参与主动探测的虚拟机规划探测路径,以使探测路径的规划覆盖到每个虚拟机。

[0091] 在本申请实施例中,获取每个物理机的剩余虚拟机集合的实现方式可以为:将每个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息与参与第一探测路径的第一虚拟机的标识信息进行比对;找到每个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息中与第一探测路径的第一虚拟机的标识信息相同的虚拟机标识信息;在每个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息中去掉该相同的虚拟机标识信息;将每个物理机中剩余的虚拟机的标识信息对应的虚拟机,作为每个物理机的剩余虚拟机集合。

[0092] 步骤204,根据每个物理机的剩余虚拟机集合,使用冗余探测路径生成算法,生成每个第二虚拟机与虚拟交换机之间的第二探测路径。

[0093] 也就是说,接下来将为每个物理机中未参与过主动探测的剩余虚拟机,规划虚拟机与虚拟交换机之间的探测路径。

[0094] 需要说明的是,本申请假设在同一物理机的虚拟机之间不会存在连通问题,因此根据冗余探测路径生成算法生成的第二探测路径的源端虚拟机和目的端虚拟机不能在一个物理机。

[0095] 在本申请实施例中,使用冗余探测路径生成算法生成每个第二虚拟机与虚拟交换机之间的第二探测路径。其中,冗余探测路径生成算法的目标是:使所有剩余的虚拟机至少一次参与探测;使探测路径尽量少;使探测尽可能跨越不同的物理机,以发现更多的潜在故障。

[0096] 根据本申请实施例提出的云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法,通过将云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划分为两个阶段,先以全互联的方式生成多个物理机间的探测路径,再根据冗余探测路径生成算法生成虚拟机与虚拟交换机之间的探测路径,达到使用尽可能少的探测路径就能覆盖网络中出现故障的地方的效果,既节省了资源又不会影响网络的使用。此外,剩余虚拟机集合的引入,使所有的虚拟机都至少一次参与探测,从而能全面覆盖到网络故障链路,进一步地提高了检测、定位以及诊断网络故障的效率。

[0097] 为了实现对本申请提出的云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法的详细描述,接下来针对生成每个第二虚拟机与虚拟交换机之间的第二探测路径的方法提出了又一个实施例。

[0098] 图4为本申请实施例提出的一种生成每个第二虚拟机与虚拟交换机之间的第二探测路径的流程图。如图4所示,生成第二探测路径包括以下步骤:

[0099] 步骤401,判断多个剩余虚拟机集合中是否存在满足预设条件的目标剩余虚拟机集合。

[0100] 可以理解,若某个剩余虚拟机集合中的元素数量很多,也就是说某个物理机部署的虚拟机中未参与主动探测的虚拟机的数量很多,以至于需要与其他所有物理机对应的剩余虚拟机集合中的虚拟机进行主动探测进行故障诊断,为了减少计算量,该剩余虚拟机集合中的第二虚拟机与虚拟交换机之间探测路径的规划需要特殊处理,所以在生成第二规划路径之前,首先需要判断是否存在该类型的剩余虚拟机集合。

[0101] 作为一种示例,图5为本申请实施例提出的一种判断是否存在满足预设条件的目标剩余虚拟机集合的流程图。如图5所示,该判断的实现方式可以包括:

[0102] 步骤501,获取多个剩余虚拟机集合中每个集合的元素数量。

[0103] 步骤502,将每个剩余虚拟机集合中的元素数量相加,得到剩余虚拟机总数。

[0104] 步骤503,将剩余虚拟机总数分别与每个剩余虚拟机集合的元素数量的相减,得到每个剩余虚拟机集合对应的其他虚拟机数量。

[0105] 也就是说,将剩余虚拟机总数分别与每个剩余虚拟机集合的元素数量的相减,这样,每个剩余虚拟机集合得到一个其他虚拟机数量,该其他虚拟机数量为除了自身剩余虚拟机集合中的虚拟机之外,其他的未参与过主动探测的虚拟机的数量。

[0106] 步骤504,将当前剩余虚拟机集合的元素数量与当前剩余虚拟机集合对应的其他虚拟机数量进行比对。

[0107] 步骤505,若当前剩余虚拟机集合的元素数量大于当前剩余虚拟机集合对应的其他虚拟机数量,则将当前剩余虚拟机集合作为目标剩余虚拟机集合。

[0108] 可以理解,若当前剩余虚拟机集合的元素数量大于当前剩余虚拟机集合对应的其他虚拟机数量,也就是说若当前剩余虚拟机集合中虚拟机的数量大于其余未参与过主动探测的所有虚拟机的数量之和,则当前剩余虚拟机集合中的虚拟机需要与每一个其余未参与过主动探测的虚拟机进行主动探测,以满足每个虚拟机至少参与一次探测的目的。此时,将该剩余虚拟机集合作为目标剩余虚拟机集合。

[0109] 步骤402,若存在目标剩余虚拟机集合,则将目标剩余虚拟机集合放入源队列,将其他剩余虚拟机集合放入目的队列。

[0110] 其中,其他剩余虚拟机集合是指在多个剩余虚拟机集合中,除目标剩余虚拟机集合之外的剩余虚拟机集合。由于目标剩余虚拟机集合中的虚拟机,需要与每一个其他剩余虚拟机集合中的虚拟机进行主动探测,所以可以直接将目标剩余虚拟机集合放在源队列,将其他剩余虚拟机集合放入目的队列,即可满足上述冗余探测路径生成算法的三个目标。

[0111] 步骤403,若不存在目标剩余虚拟机集合,则将多个剩余虚拟机集合按照各集合中的元素数量大小降序依次放入源队列和目的队列中队列高度较低的队列。

[0112] 图6为本申请实施例提出的生成第二探测路径的示意图。如图6所示,本申请实施例中将多个剩余虚拟机集合按照各集合中的元素数量大小进行降序排列,根据该排序依次取出对应剩余虚拟机集合中的虚拟机放入源队列和目的队列中队列高度较低的队列中,以减小源队列和目的队列的队列高度差异,从而尽可能地减少探测路径的数量。

[0113] 步骤404,根据源队列和目的队列的高度,将源队列和目的队列中高度较低的队列中的元素的顺序重新排列。

[0114] 为了避免源队列和目的队列中的虚拟机一一对应生成的探测路径时,存在多次探测集中在某一对物理机之间的情况,如图6所示,在本申请实施例中,将源队列和目的队列中高度较低的队列中的元素的顺序重新排列,使探测路径尽可能跨越不同的物理机,从而利于发现更多的潜在故障。此外,将高度较低的队列进行重新排列可以减少调整的范围,同时减少由于重新排列需要的计算量,提高路径规划的效率。

[0115] 作为一种示例,将源队列和目的队列中高度较低的队列中的元素的顺序重新排列的实现方式可以为:将源队列和目的队列的队列高度进行对比,获取队列高度较小的队列;将队列高度较小的队列中各元素按不同物理机交替的方式进行排序。其中,按不同物理机交替的方式进行排序可以理解为,使队列中不同物理机的虚拟机交替排列,以使队列中相邻的元素尽可能地不是同一个物理机的虚拟机。

[0116] 步骤405,依次从源队列和目的队列中各取出一个虚拟机,分别将各取出的虚拟机作为探测的源端和目的端,生成第二探测路径。

[0117] 如图6所示,源队列和目的队列中各虚拟机直接按当前队列中的顺序依次成对,成对的虚拟机中一个作为探测的源端,另一个作为探测的目的端,从而实现各第二虚拟机与虚拟交换机之间链路的探测路径。需要说明的是,若源队列与目的队列的队列高度不一致,其中高度较高的队列采用按顺序成对时,会存在未成对的虚拟机,此时可以在队列高度较低的队列中随机选择虚拟机与其成对。

[0118] 根据本申请实施例提出的云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法,首先

判断所有剩余虚拟机集合中是否存在目标剩余虚拟机集合,针对判断结果分别执行第二探测路径的规划,减少了路径划分时由于不必要的计算造成的资源浪费。另外,将所有剩余虚拟机集合按照各集合中的元素数量大小降序依次放入源队列和目的队列中队列高度较低的队列,可以有效地减少探测路径的数量,节省资源的消耗。此外,将源队列和目的队列中高度较低的队列中的元素的顺序重新排列,可以使探测尽可能跨越不同的物理机,避免出现多次探测集中在某一对物理机之间的情况,同时有利于发现更多潜在的故障。

[0119] 为了进一步优化路径规划,使探测路径数量尽可能小,本申请在上述实施例的基础上提出了另一种云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法,图7为本申请实施例提出该方法中根据冗余探测路径生成算法生成第二探测路径的流程图。如图7所示,根据冗余探测路径生成算法生成第二探测路径的实现方式中还包括:

[0120] 步骤705,判断源队列和目的队列的队列高度差的绝对值是否小于等于1。

[0121] 可以理解,针对剩余虚拟机集合中不存在目标剩余虚拟机集合的情况,源队列和目的队列的队列高度差越小,对应的探测路径数量就会越少。

[0122] 本申请实施例中,为了尽量的减少探测路径的数量,首先需要判断源队列和目的队列的队列高度差是否已经是最小,也就是说,判断源队列和目的队列的队列高度差的绝对值是否小于等于1。若两个队列的高度差的绝对值小于等于1,此时已无需继续优化,直接执行步骤707即可;若两个队列的高度差的绝对值大于1,则说明当前源队列和目的队列的队列高度差不是最小,还有优化的空间,需要执行步骤706减少队列的高度差。

[0123] 步骤706,若高度差的绝对值不小于等于1,则将源队列和目的队列中高度较高的队列的顶部元素放入高度较低的队列的底部。

[0124] 可以理解,当源队列和目的队列的高度差的绝对值不小于等于1时,将原队列和目的队列中高度较高的队列的颈部元素放入高度低的队列底部,这样,高度较高的队列高度减1,高度较低的队列高度加1,从而使高度差减小。此外,将高度较高的队列的颈部元素放入高度低的队列底部,也避免了出现同一物理机的不同虚拟机进行探测的情况,同时也使探测能跨越更多的物理机。

[0125] 在本申请实施例中,将源队列和目的队列中高度较高的队列的顶部元素放入高度较低的队列的底部的具体实现方式可以为:对比源队列和目的队列的高度,将高度较高的队列的顶部元素移动到高度较低的队列的底部,然后将较低的队列所有元素向上移动一个元素位置。需要说明的是,若两个队列的高度差的绝对值大于2时,需要移动多次才能满足高度差最小的条件,在本申请实施例中,步骤706执行完毕后,继续执行步骤705,直至两个队列的高度差绝对值满足小于等于1时,再执行步骤707。

[0126] 为了使上述实现方式更为直观,将以图8作为一种示例进行描述。如图8所示,原探测路径数为8,两个队列的高度差为2,通过将高度较高的队列的顶部元素移动至高度较低的队列底部,且高度较低的队列所有元素均向上移动一个元素位之后,得到的探测路径数减小为7,且两个队列的高度差减小为0。

[0127] 步骤707,依次从源队列和目的队列中各取出一个虚拟机,分别将各取出的虚拟机作为探测的源端和目的端,生成第二探测路径。

[0128] 需要说明的是,在本申请实施例中图7中的步骤701~704与图4中的步骤401~404的实现方式一致,图7中的步骤707与图4中的步骤405的实现方式一致,此处不再赘述。

[0129] 根据本申请实施例提出的云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法,在生成第二探测路径之前,针对剩余虚拟机集合中不存在目标剩余虚拟机集合的情况,增加了源队列和目的队列的高度差的判断。若高度差的绝对值大于1,则将源队列和目的队列中高度较高的队列的顶部元素放入高度较低的队列的底部,直至两个队列的高度差的绝对值小于等于1时,才生成第二探测路径。通过以上队列高度的调整,进一步地减少了探测路径的数量,同时也能节省资源的消耗。此外,将源队列和目的队列中高度较高的队列的顶部元素放入高度较低的队列的底部,也能进一步地使探测跨越不同的物理机,从而发现更多潜在的故障,进而提高主动探测的故障诊断的效率。

[0130] 为了实现上述实施例,本申请提出了一种云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划装置。

[0131] 图9为本申请实施例提出的一种云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划装置的结构框图。如图9所示,该装置包括:

[0132] 确定模块910,用于确定云网络虚拟专有网络中多个物理机和每个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息;

[0133] 第一生成模块920,用于将每个物理机作为一个节点,根据每个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息,以全互联的方式生成多个物理机间的第一探测路径;

[0134] 获取模块930,用于根据每个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息,以及参与第一探测路径的第一虚拟机的标识信息,得到每个物理机的剩余虚拟机集合;其中,每个物理机的剩余虚拟机集合是指每个物理机之中未参与第一探测路径的第二虚拟机的集合;

[0135] 第二生成模块940,用于根据每个物理机的剩余虚拟机集合,使用冗余探测路径生成算法,生成每个第二虚拟机与虚拟交换机之间的第二探测路径。

[0136] 在本申请的一些实施例中,第一生成模块920具体用于:

[0137] 将每个物理机作为一个节点,以全互联的方式得到各节点之间的链路;

[0138] 根据每个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息以及节点之间的链路,在每条节点之间的链路对应的两个物理机上部署的所有虚拟机的标识信息中,分别选择一个虚拟机的标识信息;

[0139] 将其中一个虚拟机的标识信息对应的虚拟机作为当前节点间探测的源端,将另一个虚拟机的标识信息对应的虚拟机为当前节点间探测的目的端,生成第一探测路径。

[0140] 在本申请实施例中,第二生成模块940具体用于:

[0141] 判断多个剩余虚拟机集合中是否存在满足预设条件的目标剩余虚拟机集合;

[0142] 若存在目标剩余虚拟机集合,则将目标剩余虚拟机集合放入源队列,将其他剩余虚拟机集合放入目的队列;其中,其他剩余虚拟机集合是指在多个剩余虚拟机集合中,除目标剩余虚拟机集合之外的剩余虚拟机集合。

[0143] 若不存在目标剩余虚拟机集合,则将多个剩余虚拟机集合按照各集合中的元素数量大小降序依次放入源队列和目的队列中队列高度较低的队列;

[0144] 根据源队列和目的队列的高度,将源队列和目的队列中高度较低的队列中的元素的顺序重新排列;

[0145] 依次从源队列和目的队列中各取出一个虚拟机,分别将各取出的虚拟机作为探测的源端和目的端,生成第二探测路径。

- [0146] 在本申请的一些实施例中,第二生成模块940还用于:
- [0147] 获取多个剩余虚拟机集合中每个集合的元素数量;
- [0148] 将每个剩余虚拟机集合中的元素数量相加,得到剩余虚拟机总数;
- [0149] 将剩余虚拟机总数分别与每个剩余虚拟机集合的元素数量的相减,得到每个剩余虚拟机集合对应的其他虚拟机数量;
- [0150] 将当前剩余虚拟机集合的元素数量与当前剩余虚拟机集合对应的其他虚拟机数量进行比对;
- [0151] 若当前剩余虚拟机集合的元素数量大于当前剩余虚拟机集合对应的其他虚拟机数量,则将当前剩余虚拟机集合作为目标剩余虚拟机集合。
- [0152] 此外,在本申请的一些实施例中,第二生成模块940还用于:
- [0153] 将源队列和目的队列的队列高度进行对比,获取队列高度较小的队列;
- [0154] 将队列高度较小的队列中各元素按不同物理机交替的方式进行排序。
- [0155] 根据本申请实施例提出的云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划装置,通过将云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划分为两个阶段,先以全互联的方式生成多个物理机间的探测路径,再根据冗余探测路径生成算法生成虚拟机与虚拟交换机之间的探测路径,达到使用尽可能少的探测路径就能覆盖网络中出现故障的地方的效果,既节省了资源又不会影响网络的使用。此外,剩余虚拟机集合的引入,使所有的虚拟机都至少一次参与探测,从而能全面覆盖到网络故障链路,进一步地提高了检测、定位以及诊断网络故障的效率。
- [0156] 为了尽可能地减少探测路径数量,本申请提出了另一种云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划装置。
- [0157] 图10为本申请实施例提出的另一种云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划装置的结构框图。如图10所示,该装置还包括:
- [0158] 判断模块1050,用于依次从源队列和目的队列中各取出一个虚拟机的标识信息,分别将虚拟机的标识信息对应的虚拟机作为探测的源端和目的端之前,判断源队列和目的队列的队列高度差的绝对值是否小于等于1;
- [0159] 调整模块1060,在高度差的绝对值不小于等于1时,用于将源队列和目的队列中高度较高的队列的顶部元素放入高度较低的队列的底部。
- [0160] 需要说明的是,图10中的1010~1040与图9中的910~940具有相同的结构,此处不再赘述。
- [0161] 根据本申请实施例提出的云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划装置,增加了判断模块和调整模块,用于在生成第二探测路径之前,针对剩余虚拟机集合中不存在目标剩余虚拟机集合的情况,进行源队列和目的队列的高度差的判断。若高度差的绝对值大于1,则将源队列和目的队列中高度较高的队列的顶部元素放入高度较低的队列的底部,直至两个队列的高度差的绝对值小于等于1时,才生成第二探测路径。通过以上队列高度的调整,进一步地减少了探测路径的数量,同时也能节省资源的消耗。此外,将源队列和目的队列中高度较高的队列的顶部元素放入高度较低的队列的底部,也能进一步地使探测跨越不同的物理机,从而发现更多潜在的故障,进而提高主动探测的故障诊断的效率。
- [0162] 需要说明的是,关于上述实施例中的装置,其中各个模块执行操作的具体方式已

经在有关该方法的实施例中进行了详细描述,此处将不做详细阐述说明。

[0163] 为了实现上述实施例,本申请还提供了一种计算机设备和一种计算机可读存储介质。

[0164] 图11为根据本申请实施例的用于实现云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划的计算机设备的框图。计算机设备旨在表示各种形式的数字计算机,诸如,膝上型计算机、台式计算机、工作台、个人数字助理、服务器、刀片式服务器、大型计算机、和其它适合的计算机。电子设备还可以表示各种形式的移动装置,诸如,个人数字处理、蜂窝电话、智能电话、可穿戴设备和其它类似的计算装置。本文所示的部件、它们的连接和关系、以及它们的功能仅作为示例,并且不意在限制本文中描述的和/或者要求的本申请的实现。

[0165] 如图11所示,该计算机设备包括:存储器1110、处理器1120及存储在所述存储器上并可在处理器上运行的计算机程序1130。各个部件利用不同的总线互相连接,并且可以被安装在公共主板上或者根据需要以其它方式安装。处理器可以对在电子设备内执行的指令进行处理,包括存储在存储器中或者存储器上以在外部输入/输出装置(诸如,耦合至接口的显示设备)上显示GUI的图形信息的指令。在其它实施方式中,若需要,可以将多个处理器和/或多条总线与多个存储器和多个存储器一起使用。同样,可以连接多个电子设备,各个设备提供部分必要的操作(例如,作为服务器阵列、一组刀片式服务器、或者多处理器系统)。

[0166] 存储器1110即为本申请所提供的非瞬时计算机可读存储介质。其中,存储器存储有可由至少一个处理器执行的指令,以使所述至少一个处理器执行本申请所提供的云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法。本申请的非瞬时计算机可读存储介质存储计算机指令,该计算机指令用于使计算机执行本申请所提供的云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法。

[0167] 存储器1110作为一种非瞬时计算机可读存储介质,可用于存储非瞬时软件程序、非瞬时计算机可执行程序以及模块,如本申请实施例中的云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法对应的程序指令/模块(例如,附图9所示的确定模块910、第一生成模块920、获取模块930、第二生成模块940)。处理器1120通过运行存储在存储器1120中的非瞬时软件程序、指令以及模块,从而执行服务器的各种功能应用以及数据处理,即实现上述方法实施例中的云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法。

[0168] 存储器1110可以包括存储程序区和存储数据区,其中,存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需要的应用程序;存储数据区可存储根据用以云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法的计算机设备的使用所创建的数据等。此外,存储器1110可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非瞬时存储器,例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非瞬时固态存储器件。在一些实施例中,存储器1110可选包括相对于处理器1120远程设置的存储器,这些远程存储器可以通过网络连接至用以实现云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法的电子设备。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

[0169] 用以云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法的计算机设备还可以包括:输入装置1140和输出装置1150。处理器1120、存储器1110、输入装置1140和输出装置1150可以通过总线或者其他方式连接,图11中以通过总线连接为例。

[0170] 输入装置1140可接收输入的数字或字符信息,以及产生与用以实现云网络虚拟专有网络内部主动探测路径规划方法的电子设备的用户设置以及功能控制有关的键信号输入,例如触摸屏、小键盘、鼠标、轨迹板、触摸板、指示杆、一个或者多个鼠标按钮、轨迹球、操纵杆等输入装置。输出装置1150可以包括显示设备、辅助照明装置(例如,LED)和触觉反馈装置(例如,振动电机)等。该显示设备可以包括但不限于,液晶显示器(LCD)、发光二极管(LED)显示器和等离子体显示器。在一些实施方式中,显示设备可以是触摸屏。

[0171] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本申请的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0172] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本申请的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0173] 流程图中或在此以其他方式描述的任何过程或方法描述可以被理解为,表示包括一个或更多个用于实现定制逻辑功能或过程的步骤的可执行指令的代码的模块、片段或部分,并且本申请的优选实施方式的范围包括另外的实现,其中可以不按所示出或讨论的顺序,包括根据所涉及的功能按基本同时的方式或按相反的顺序,来执行功能,这应被本申请的实施例所属技术领域的技术人员所理解。

[0174] 在流程图中表示或在此以其他方式描述的逻辑和/或步骤,例如,可以被认为是用于实现逻辑功能的可执行指令的定序列表,可以具体实现在任何计算机可读介质中,以供指令执行系统、装置或设备(如基于计算机的系统、包括处理器的系统或其他可以从指令执行系统、装置或设备取指令并执行指令的系统)使用,或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用。就本说明书而言,“计算机可读介质”可以是任何可以包含、存储、通信、传播或传输程序以供指令执行系统、装置或设备或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用的装置。计算机可读介质的更具体的示例(非穷尽性列表)包括以下:具有一个或多个布线的电连接部(电子装置),便携式计算机盘盒(磁装置),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(EEPROM或闪存存储器),光纤装置,以及便携式光盘只读存储器(CDROM)。另外,计算机可读介质甚至可以是可在其上打印所述程序的纸或其他合适的介质,因为可以例如通过对纸或其他介质进行光学扫描,接着进行编辑、解译或必要时以其他合适方式进行处理来以电子方式获得所述程序,然后将其存储在计算机存储器中。

[0175] 应当理解,本申请的各部分可以用硬件、软件、固件或它们的组合来实现。在上述实施方式中,多个步骤或方法可以用存储在存储器中且由合适的指令执行系统执行的软件或固件来实现。如果用硬件来实现和在另一实施方式中一样,可用本领域公知的下列技术中的任一项或他们的组合来实现:具有用于对数据信号实现逻辑功能的逻辑门电路的离散逻辑电路,具有合适的组合逻辑门电路的专用集成电路,可编程门阵列(PGA),现场可编程

门阵列 (FPGA) 等。

[0176] 本技术领域的普通技术人员可以理解实现上述实施例方法携带的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件完成,所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,该程序在执行时,包括方法实施例的步骤之一或其组合。

[0177] 此外,在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理模块中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能模块的形式实现。所述集成的模块如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用,也可以存储在一个计算机可读取存储介质中。

[0178] 上述提到的存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等。尽管上面已经示出和描述了本申请的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本申请的限制,本领域的普通技术人员在本申请的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

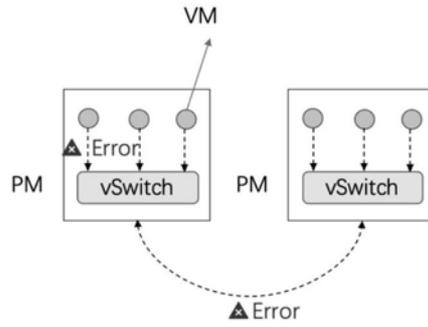


图1

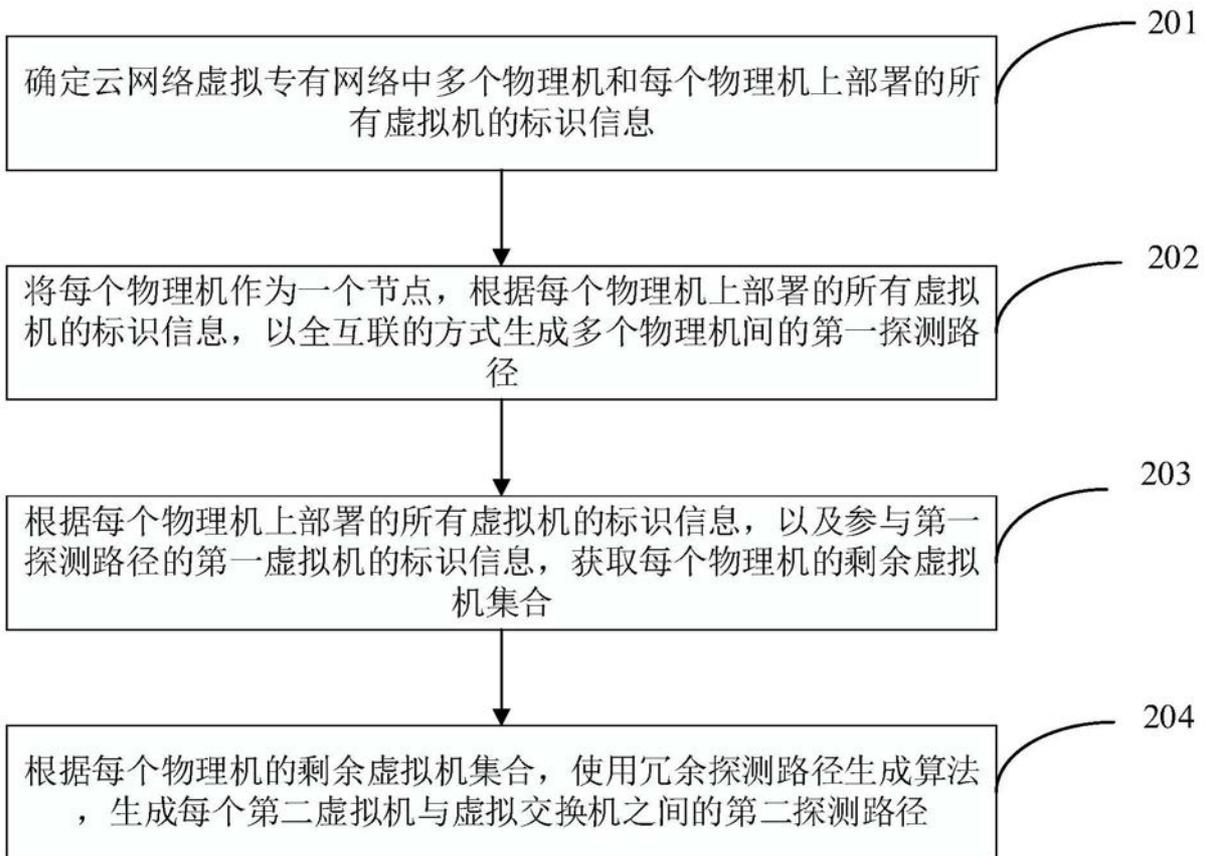


图2

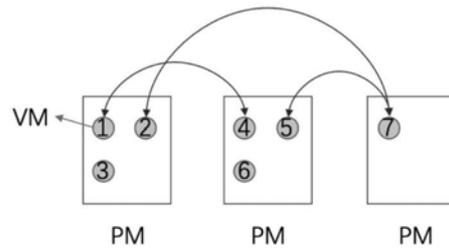


图3

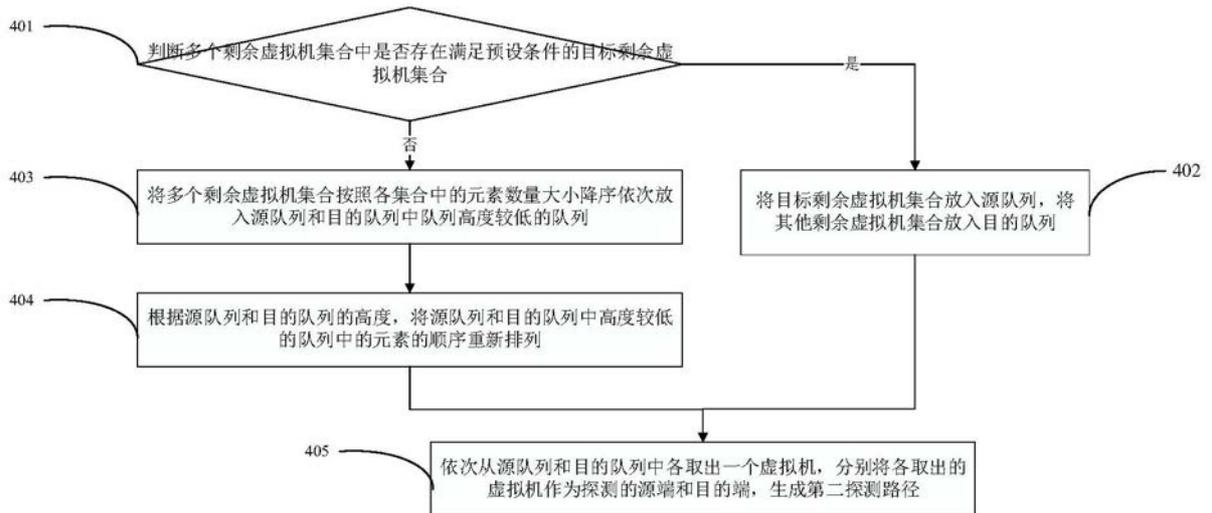


图4

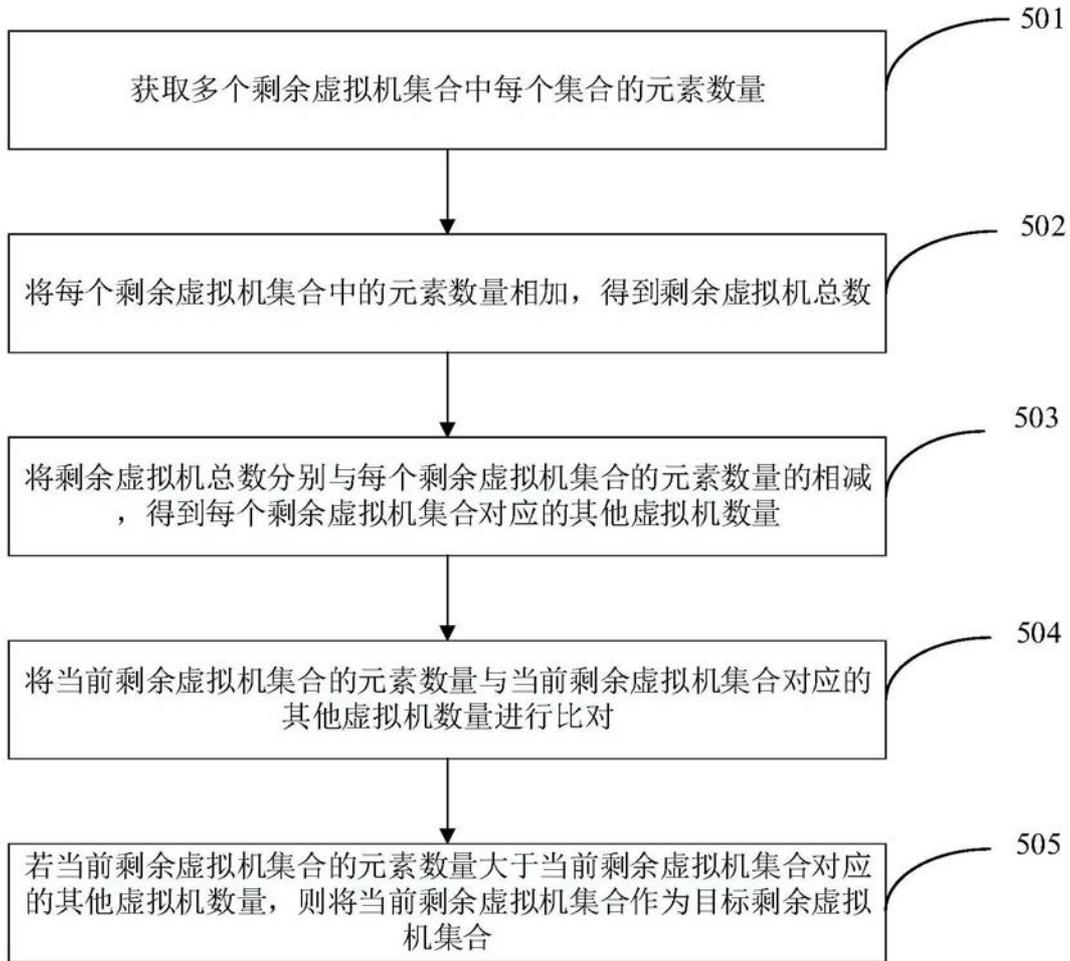


图5

相同字母的VM代表在同一个PM上

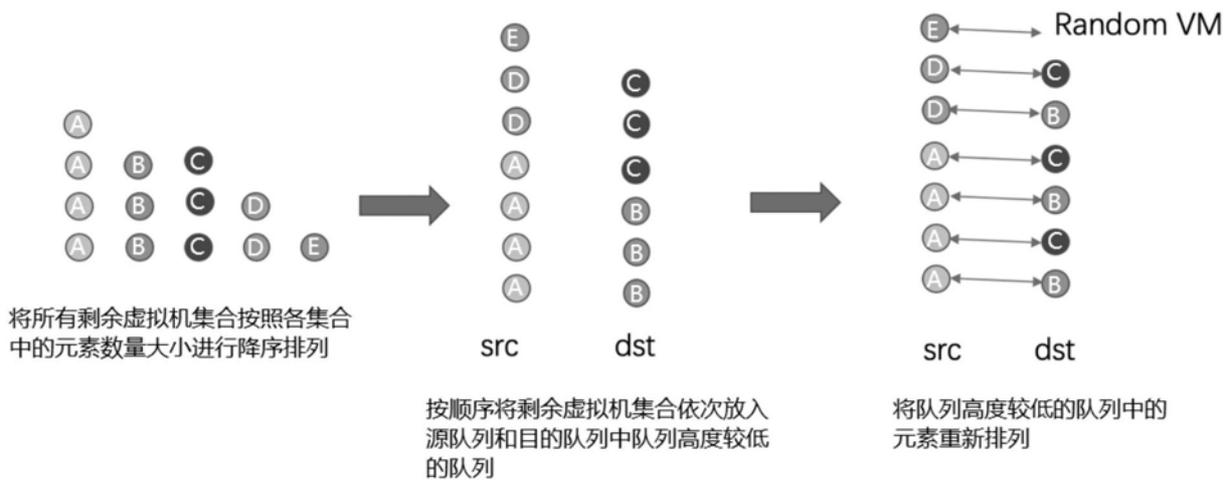


图6

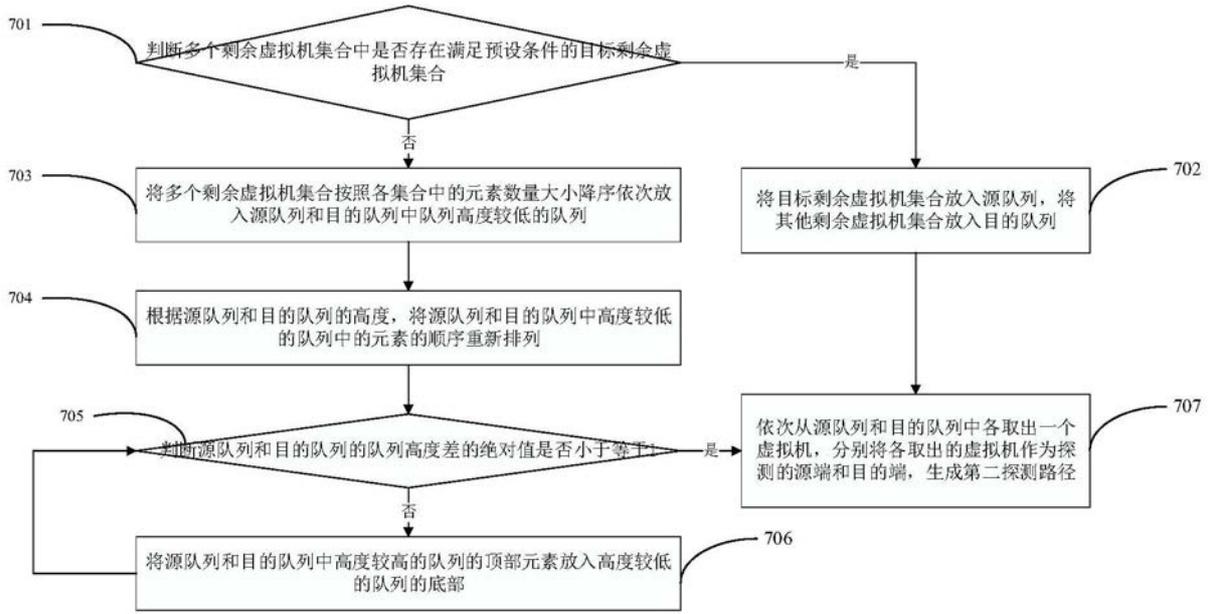


图7

相同字母的VM代表在同一个PM上

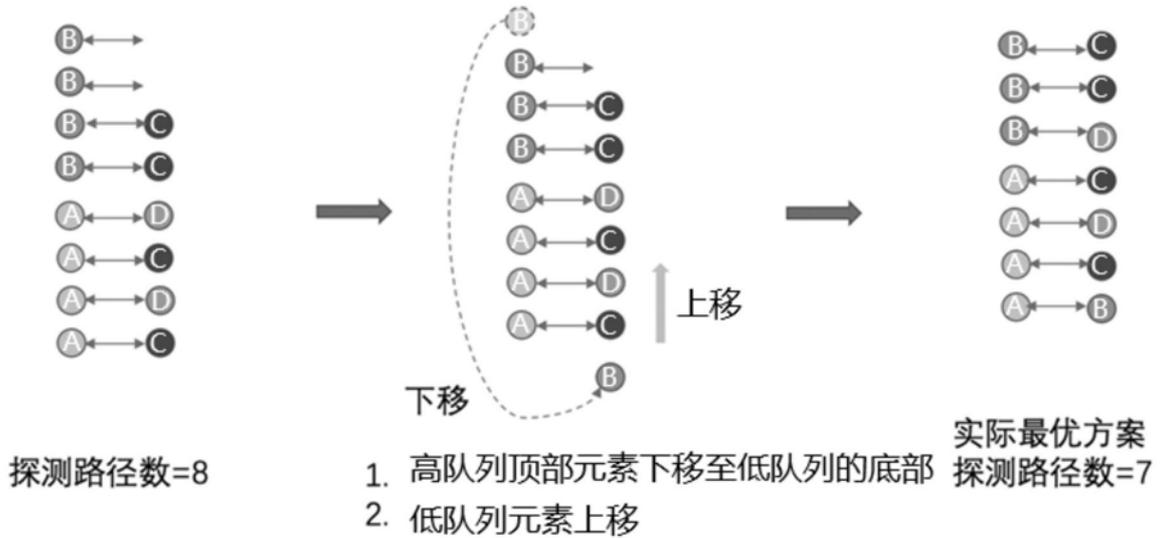


图8

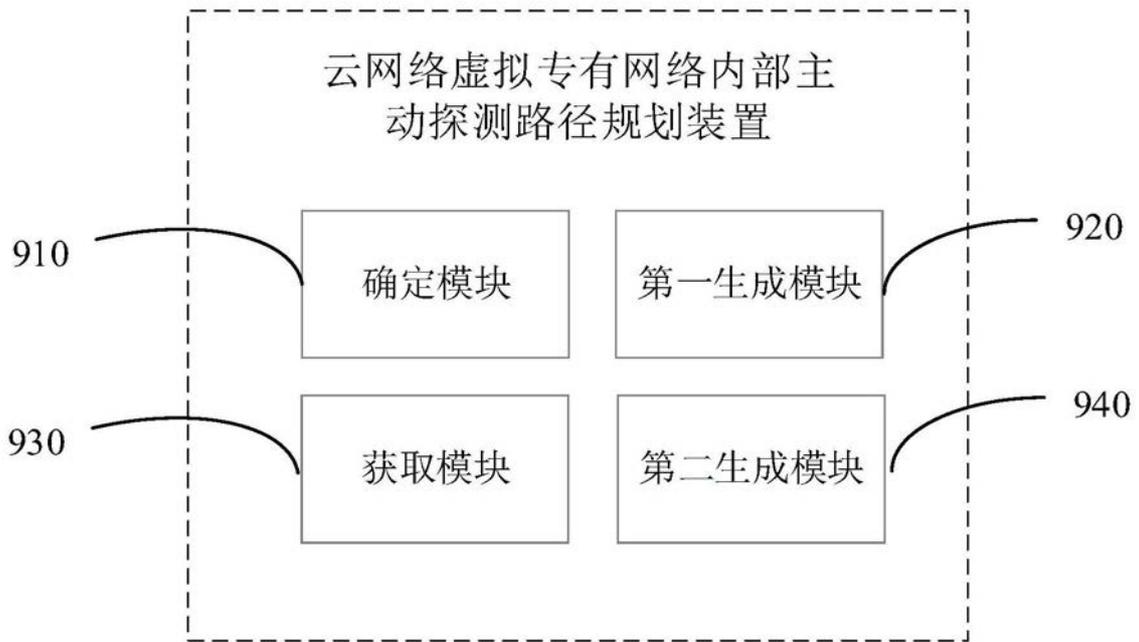


图9

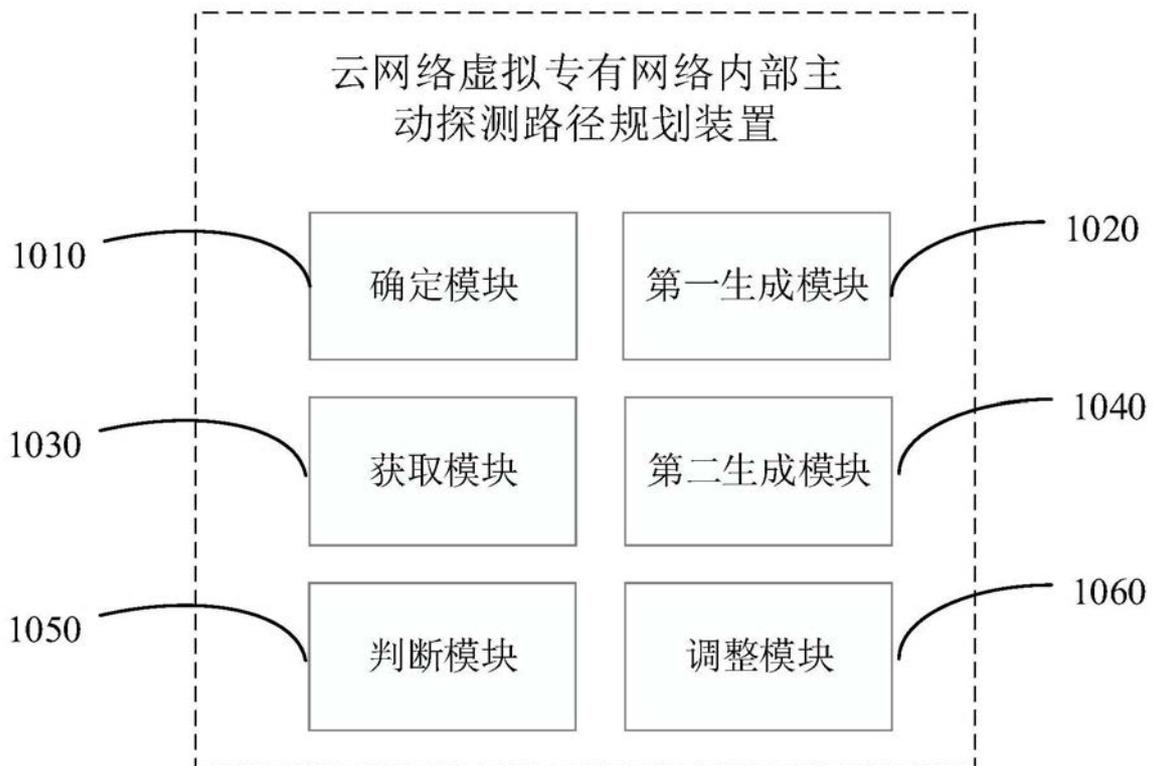


图10

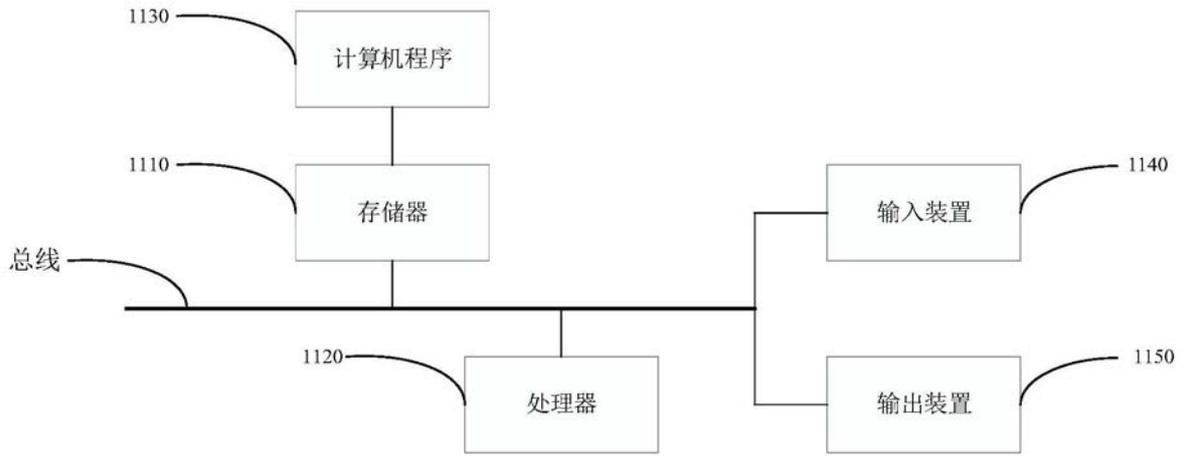


图11