



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111698152 B

(45) 授权公告日 2021.09.14

(21) 申请号 201910199321.1

H04L 12/707 (2013.01)

(22) 申请日 2019.03.15

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 104618233 A, 2015.05.13

申请公布号 CN 111698152 A

US 9660897 B1, 2017.05.23

(43) 申请公布日 2020.09.22

CN 107438026 A, 2017.12.05

(73) 专利权人 华为技术有限公司

CN 107888496 A, 2018.04.06

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华

CN 103475578 A, 2013.12.25

为总部办公楼

WO 2013/044408 A1, 2013.04.04

审查员 朱星杰

(72) 发明人 陈什 陈小敏

(74) 专利代理机构 深圳市深佳知识产权代理事

务所(普通合伙) 44285

代理人 王仲凯

(51) Int. Cl.

H04L 12/703 (2013.01)

H04L 12/721 (2013.01)

权利要求书3页 说明书13页 附图6页

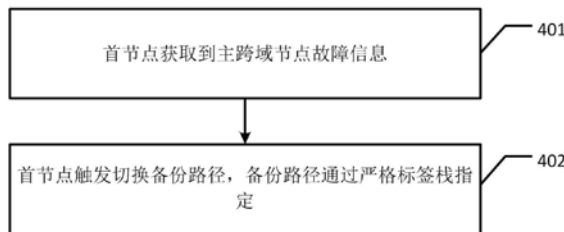
(54) 发明名称

一种故障保护方法、节点及存储介质

(57) 摘要

本申请公开了一种故障保护方法,包括:第一节点确定第一跨域节点发生节点故障,第一节点为段路由尽力而为服务SR-BE隧道的头节点,SR-BE隧道为经过第一IGP域和第二IGP域的跨域隧道,SR-BE隧道经过第一跨域节点,第一跨域节点为第一IGP域和第二IGP域的跨域节点。第一节点将业务的传输路径由SR-BE隧道切换到备用隧道,备用隧道不经过第一跨域节点,备用隧道为经过第一IGP域和第二IGP域的跨域隧道,备用隧道为严格显示路径的隧道。本申请实施例还提供相应的节点以及存储介质。本申请技术方案预先计算出不经过主跨域节点的路径作为备用隧道,并且该备用隧道为严格显示路径的隧道,当主跨域节点发生故障时,将业务的传输路径直接切换到备用隧道,提高网络可靠性。

400



1. 一种故障保护方法,其特征在于,包括:

第一节点确定第一跨域节点发生节点故障,所述第一节点为段路由尽力而为服务SR-BE隧道的头节点,所述SR-BE隧道为经过第一IGP域和第二IGP域的跨域隧道,所述SR-BE隧道经过所述第一跨域节点,所述第一跨域节点为所述第一IGP域和所述第二IGP域的跨域节点;

所述第一节点将业务的传输路径由所述SR-BE隧道切换到备用隧道,所述备用隧道不经过所述第一跨域节点,所述备用隧道为经过所述第一IGP域和所述第二IGP域的跨域隧道,所述备用隧道为严格显示路径的隧道。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

所述第一节点根据第一节点集合,得到所述备用隧道,所述第一节点集合不包括所述第一跨域节点。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述第一节点根据第一节点集合,得到所述备用隧道,包括:

所述第一节点根据所述第一节点集合,确定从所述第一节点到尾节点的第一最短路径,所述第一最短路径为所述备用隧道。

4. 根据权利要求1-3任一项所述的方法,其特征在于,所述第一节点将业务的传输路径由所述SR-BE隧道切换到备用隧道之后,还包括:

所述第一节点通过所述备用隧道发送第一报文,所述第一报文封装标签栈,所述标签栈指定所述备用隧道所经过的每一个节点。

5. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述第一节点根据第一节点集合,得到所述备用隧道,包括:

所述第一节点根据所述第一节点集合,确定从所述第一节点到第二跨域节点的第二最短路径,所述第二最短路径和所述第二跨域节点到尾节点的第三最短路径共同构成所述备用隧道,所述第三最短路径不经过所述第一跨域节点,所述第二跨域节点为所述第一IGP域和所述第二IGP域的跨域节点。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述第一节点将业务的传输路径由所述SR-BE隧道切换到备用隧道之后,还包括:

所述第一节点通过所述第二最短路径发送第二报文,所述第二报文封装标签栈,所述标签栈指定所述第二最短路径所经过的每一个节点。

7. 根据权利要求1-3任一项所述的方法,其特征在于:所述第一节点确定所述第一跨域节点发生节点故障之前,所述方法还包括:

所述第一节点和所述第一跨域节点之间建立双向转发检测BFD会话;

所述第一节点确定所述第一跨域节点发生节点故障,包括:

所述第一节点根据所述BFD会话,确定所述第一跨域节点发生节点故障。

8. 根据权利要求1-3任一项所述的方法,其特征在于,在所述第一节点确定第一跨域节点发生节点故障之前,所述方法还包括:

所述第一节点通过所述SR-BE隧道发送第三报文,所述第三报文的外层标签为下一跳到目的地址的节点标签。

9. 一种第一节点,其特征在于,包括:

存储器，

与所述存储器相连的处理器，所述处理器用于执行所述存储器中的计算机可读指令，从而使得所述第一节点执行以下操作：

确定第一跨域节点发生节点故障，所述第一节点为段路由尽力而为服务SR-BE隧道的头节点，所述SR-BE隧道为经过第一IGP域和第二IGP域的跨域隧道，所述SR-BE隧道经过所述第一跨域节点，所述第一跨域节点为所述第一IGP域和所述第二IGP域的跨域节点；

在所述第一跨域节点发生节点故障后，将业务的传输路径由所述SR-BE隧道切换到备用隧道，所述备用隧道不经过所述第一跨域节点，所述备用隧道为经过所述第一IGP域和所述第二IGP域的跨域隧道，所述备用隧道为严格显示路径的隧道。

10. 根据权利要求9所述的第一节点，其特征在于，所述处理器还用于执行所述存储器中的计算机可读指令，从而使得所述第一节点执行以下操作：

根据第一节点集合，得到所述备用隧道，所述第一节点集合不包括所述第一跨域节点。

11. 根据权利要求10所述的第一节点，其特征在于，所述处理器具体用于执行所述存储器中的计算机可读指令，从而使得所述第一节点执行以下操作：

根据所述第一节点集合，确定从所述第一节点到尾节点的第一最短路径，所述第一最短路径为所述备用隧道。

12. 根据权利要求9至11任一项所述的第一节点，其特征在于，还包括：

与所述处理器和所述存储器相连的通信接口，

所述通信接口，用于通过所述备用隧道发送第一报文，所述第一报文封装标签栈，所述标签栈指定所述备用隧道所经过的每一个节点。

13. 根据权利要求10所述的第一节点，其特征在于，所述处理器具体用于执行所述存储器中的计算机可读指令，从而使得所述第一节点执行以下操作：

根据所述第一节点集合，确定从所述第一节点到第二跨域节点的第二最短路径，所述第二最短路径和所述第二跨域节点到尾节点的第三最短路径共同构成所述备用隧道，所述第三最短路径不经过所述第一跨域节点，所述第二跨域节点为所述第一IGP域和所述第二IGP域的跨域节点。

14. 根据权利要求13所述的第一节点，其特征在于，所述处理器还用于执行所述存储器中的计算机可读指令，从而使得所述第一节点执行以下操作：

在将业务的传输路径由所述SR-BE隧道切换到备用隧道之后，通过所述第二最短路径发送第二报文，所述第二报文封装标签栈，所述标签栈指定所述第二最短路径所经过的每一个节点。

15. 根据权利要求9至11任一项所述的第一节点，其特征在于，所述处理器还用于执行所述存储器中的计算机可读指令，从而使得所述第一节点执行以下操作：

确定所述第一跨域节点发生节点故障之前和所述第一跨域节点之间建立双向转发检测BFD会话；

根据所述BFD会话，确定所述第一跨域节点发生节点故障。

16. 根据权利要求9至11任一项所述的第一节点，其特征在于，所述处理器还用于执行所述存储器中的计算机可读指令，从而使得所述第一节点执行以下操作：

在确定第一跨域节点发生节点故障之前，通过所述SR-BE隧道发送第三报文，所述第三

报文的外层标签为下一跳到目的地址的节点标签。

17. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,当指令在计算机装置上运行时,使得所述计算机装置执行如权利要求1至8任一所述的方法。

一种故障保护方法、节点及存储介质

技术领域

[0001] 本申请涉及通信技术领域,具体涉及一种故障保护方法。

背景技术

[0002] 段路由(segment routing,SR)是一种控制平面采用内部网关协议(interior gateway protocol,IGP)来传递SR路由器对应的具有全局意义或本地意义的多协议标签交换(mutl-protocol label switching,MPLS)标签的方法。段路由尽力而为服务(segment routing best effort,SR-BE)是段路由方法中的一种,由IGP使用最短路径优先(shortest path first,SPF)算法计算得到的最优段路由标签交换路径(SR label switching path,SR LSP)。

[0003] 目前,对于SR-BE来说,若路径中的节点处在同一个IGP域中,备用隧道计算方法可以为拓扑无关的无环替换路径快速重路由(topology Independent Loop-free-alternate algorithm,TI-LFA)算法,TI-LFA算法根据保护路径计算扩展P空间,Q空间,post-convergence最短路径树,以及根据不同场景计算修复列表repair list,并在头节点与PQ节点之间建立SR-BE隧道形成备份下一跳保护。当路径中的节点发生故障时,业务自动切换到备用隧道,继续转发,从而提高网络可靠性。

[0004] 但是,当路径中的节点处于两个或两个以上IGP域的场景下,每两个IGP域之间包括主跨域节点和备跨域节点,优先通过主跨域节点将一个IGP域的路由通告给另一个IGP域,当主跨域节点发生故障时,适用TI-LFA算法无法自动使报文的转发切换到备跨域节点,通常通过IGP收敛的方式感知主跨域节点的故障,在IGP收敛的过程中,选路会仍然优先向主跨域节点转发,导致长时间丢包,网络可靠性差。

发明内容

[0005] 本申请实施例提供一种故障保护方法、节点及存储介质,预先计算出不经过主跨域节点的路径作为备用隧道,并且该备用隧道为严格显示路径的隧道,当主跨域节点发生故障时,将业务的传输路径直接切换到备用隧道,提高网络可靠性。

[0006] 为解决上述技术问题,本申请实施例提供以下技术方案:

[0007] 本申请第一方面提供一种故障保护方法,可以包括:第一节点确定第一跨域节点发生节点故障,第一节点为段路由尽力而为服务SR-BE隧道的头节点。SR-BE隧道为经过第一IGP域和第二IGP域的跨域隧道,第一IGP域和第二IGP域不同。SR-BE隧道经过第一跨域节点,第一跨域节点为第一IGP域和第二IGP域的跨域节点,用于将第一IGP域的路由通告给第二IGP域或者将第二IGP域的路由通告给第一IGP域。第一节点将业务的传输路径由SR-BE隧道切换到备用隧道,备用隧道不经过第一跨域节点,备用隧道为经过第一IGP域和第二IGP域的跨域隧道,备用隧道为严格显示路径的隧道,也就是说,该备用隧道通过严格标签栈指定,使得业务的报文可以沿着该备用隧道转发。由上述第一方面可知,第一节点确定第一跨域节点发生节点故障时,可以将业务的传输路径直接切换到备用隧道,提高网络可靠性。

[0008] 可选地,结合上述第一方面,在第一种可能的实现方式中,还可以包括:第一节点根据第一节点集合,得到备用隧道,第一节点集合不可以包括第一跨域节点。

[0009] 可选地,结合上述第一方面第一种可能的实现方式,在第二种可能的实现方式中,第一节点根据第一节点集合,得到备用隧道,可以包括:第一节点根据第一节点集合,确定从第一节点到尾节点的第一最短路径,第一最短路径为备用隧道。第一方面第二种可能的实现方式提供了一种具体的确定备用隧道的方式。

[0010] 可选地,结合上述第一方面或第一方面第一种或第一方面第二种可能的实现方式,在第三种可能的实现方式中,第一节点将业务的传输路径由SR-BE隧道切换到备用隧道之后,还可以包括:第一节点通过备用隧道发送第一报文,第一报文封装标签栈,标签栈指定备用隧道所经过的每一个节点。

[0011] 可选地,结合上述第一方面第一种可能的实现方式,在第四种可能的实现方式中,第一节点根据第一节点集合,得到备用隧道,可以包括:第一节点根据第一节点集合,确定从第一节点到第二跨域节点的第二最短路径,第二最短路径和第二跨域节点到尾节点的第三最短路径共同构成备用隧道,第三最短路径不经过第一跨域节点,第二跨域节点为第一IGP域和第二IGP域的跨域节点。

[0012] 可选地,结合上述第一方面第四种可能的实现方式,在第五种可能的实现方式中,第一节点将业务的传输路径由SR-BE隧道切换到备用隧道之后,还可以包括:第一节点通过第二最短路径发送第二报文,第二报文封装标签栈,标签栈指定第二最短路径所经过的每一个节点。

[0013] 可选地,结合上述第一方面或第一方面第一种至第一方面第五种可能的实现方式,在第六种可能的实现方式中,在第一节点确定第一跨域节点发生节点故障之前,还可以包括:第一节点和第一跨域节点之间建立双向转发检测BFD会话。第一节点确定第一跨域节点发生节点故障,可以包括:第一节点根据BFD会话,确定第一跨域节点发生节点故障。

[0014] 可选地,结合上述第一方面或第一方面第一种至第一方面第六种可能的实现方式,在第七种可能的实现方式中,在第一节点确定第一跨域节点发生节点故障之前,还可以包括:第一节点通过SR-BE隧道发送第三报文,第三报文的外层标签为下一跳到目的地址的节点标签。

[0015] 本申请第二方面提供一种节点,该节点具有实现上述第一方面或第一方面任意一种可能实现方式的方法的功能。该功能可以通过硬件实现,也可以通过硬件执行相应的软件实现。该硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的模块。

[0016] 本申请第三方面提供一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质中存储有指令,当其在计算机上运行时,使得计算机可以执行上述第一方面或第一方面任意一种可能实现方式的故障保护方法。

[0017] 本申请第四方面提供一种包含指令的计算机程序产品,当其在计算机上运行时,使得计算机可以执行上述第一方面或第一方面任意一种可能实现方式的故障方法。

[0018] 本申请第五方面提供一种系统,可以包括:第一节点和第一跨域节点和第二跨域节点,其中该第一节点为上述第一方面或第一方面任意一种可能实现方式中描述的第一节点,第一跨域节点为上述第一方面或第一方面任意一种可能实现方式中描述的第一跨域节点,第二跨域节点为上述第一方面或第一方面任意一种可能实现方式中描述的第二跨域节

点。

[0019] 本申请实施例预先计算出不经过主跨域节点的路径作为备用隧道,并且该备用隧道为严格显示路径的隧道,当主跨域节点发生故障时,将业务的传输路径直接切换到备用隧道,提高网络可靠性。

附图说明

[0020] 图1为同一个IGP域场景下SR-BE隧道的转发流程示意图;

[0021] 图2为同一个IGP域场景下TI-LFA的实现过程示意图;

[0022] 图3为双IGP域场景下SR-BE隧道的转发流程示意图;

[0023] 图4为本申请实施例中故障保护方法400的流程示意图;

[0024] 图5为本申请实施例中故障保护方法500的流程示意图;

[0025] 图6为本申请实施例中故障保护方法600的流程示意图;

[0026] 图7为本申请实施例提供的适用备用隧道计算方法的组网结构示意图;

[0027] 图8为本申请实施例中故障保护方法700的流程示意图;

[0028] 图9为本申请实施例提供的通信设备的硬件结构的另一个示意图;

[0029] 图10为本申请实施例提供的节点的结构示意图。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图,对本申请的实施例进行描述,显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分的实施例,而不是全部的实施例。本领域普通技术人员可知,随着技术的发展和场景的出现,本申请实施例提供的技术方案对于类似的技术问题,同样适用。

[0031] 本申请实施例提供一种故障保护的方法、节点及存储介质,预先计算出不经过主跨域节点的路径作为备用隧道,该备用隧道为严格显示路径的隧道,当主跨域节点发生故障时,将业务的传输路径切换到备用隧道,提升网络的可靠性。以下分别进行详细说明。

[0032] 本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的实施例能够以除了在这里图示或描述的内容以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或模块的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或模块,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或模块。在本申请中出现的对步骤进行的命名或者编号,并不意味着必须按照命名或者编号所指示的时间/逻辑先后顺序执行方法流程中的步骤,已经命名或者编号的流程步骤可以根据要实现的技术目的变更执行次序,只要能达到相同或者相类似的技术效果即可。本申请中所出现的模块的划分,是一种逻辑上的划分,实际应用中实现时可以有另外的划分方式,例如多个模块可以结合成或集成在另一个系统中,或一些特征可以忽略,或不执行,另外,所显示的或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,模块之间的间接耦合或通信连接可以是电性或其他类似的形式,本申请中均不作限定。并且,作为分离部件说明的模块或子模块可以是也可以不是物理上的分离,可以是也可以不是物理模块,或者可以分布到多个电路模块中,可以根据实际的需要选择其中的部分或全部模块

来实现本申请方案的目的。

[0033] 段路由(segment routing,SR)是一种控制平面采用内部网关协议(interior gateway protocol,IGP)来传递SR路由器对应的具有全局意义或本地意义的多协议标签交换(multi-protocol label switching,MPLS)标签的方法。通过头节点对报文增加段标识,控制整个报文在网络中的传输路径。SR的基本理念是把网络分为不同的段(Segment),然后拼接起来,用于指导报文按指定的路径转发。段路由尽力而为服务(segment routing best effort,SR-BE)是段路由方法中的一种,由IGP使用最短路径优先(shortest path first,SPF)算法计算得到的最优段路由标签交换路径(SR label switching path,SR LSP)。在同一个IGP域内,SR-BE隧道的转发过程为头节点通过SR-BE隧道发送报文,该报文的外层标签为下一跳到目的地址的节点标签。如图1所示,为同一个IGP域内,SR-BE隧道的转发流程示意图。如图1所示,该IGP域内包括节点A,节点B,节点C,节点D,节点E,节点F,节点G,节点H以及节点I,当节点A向节点E发送报文时,节点E首先发布自身的前缀标识prefix sid到IGP域内的各个路由器,每个路由器再根据自身的分段路由全局块(segment routing global block,SRGB)和prefix sid计算出到节点E在本地链路状态数据库(link state data base,LSDB)中的标识。假设经过计算节点A,节点B,节点C,节点D到节点E的标识分别为5005、4005、3005、2005。假设根据IGP的最短路径生成的隧道为节点A至节点B至节点C至节点D至节点E,转发时,根据IGP的最短路径生成的隧道进行转发,具体的,转发时候封装下一跳到目的地址的节点标签指导转发,即节点A封装标签4005,节点B收到4005的标签知道是往节点E转发,剥掉原标签,换成3005,发给节点C,节点C收到3005的标签知道是往节点E转发,剥掉原标签,换成2005,最终发往节点E。

[0034] 对于SR-BE来说,若路径中的节点处在同一个IGP域中,若中间节点发生故障,备用隧道计算方法可以为拓扑无关的无环替换路径快速重路由(topology Independent Loop-free-alternate algorithm,TI-LFA)算法,TI-LFA算法根据保护路径计算扩展P空间,Q空间,最短路径树,以及根据不同场景计算修复列表repair list,并在头节点与PQ节点之间建立SR-BE隧道形成备份下一跳保护。当保护链路发生故障时,将业务的传输路径自动切换到备用隧道,继续转发,从而提高网络可靠性。

[0035] 本申请实施例中所述的“节点”可以指对业务的报文进行转发的设备,比如“节点”可以是路由器、交换机、光传送网(optical transport network,OTN)设备、分组传送网(packet transport network,PTN)设备或者波分复用(wavelength division multiplexing,WDM)设备。下面介绍TI-LFA的实现过程,如图2所示,为同一个IGP域场景下TI-LFA的实现过程示意图,假设业务传输路径为PE1至P1至P5至PE3,为避免P1节点故障导致报文丢失,TI-LFA会计算出扩展P空间,Q空间,以及修复列表Repair List,最终生成备用转发表项,即备用隧道。具体过程为,首先计算扩展P空间,扩展P空间为以头节点的所有邻居为根节点分别建立SPF树,所有从根节点不经过故障节点可达的节点集合称为扩展P空间。如图2所示,头节点为PE1,PE1的邻居为P1和PE2,因为P1为故障节点,不予考虑。以PE2为根节点建立SPF树,路径成本COST值为参考基数与物理带宽的比值。其中,参考基数是一个设定数值,通常设定时要大于最大链路带宽,而物理带宽是指为链路分配的总带宽。根据公式得出每条链路的COST值后,将到达目的地的各条链路的COST值相加,得到最小COST值所在的链路集合就是最短路径。假设PE1和PE2之间的COST值为40,PE1和P1之间的COST值为

10, PE2和P2之间的COST值为10, P2和P1之间的COST值为15, P2和P3之间的COST值为20, P3和P4之间的COST值为40, P4和P5之间的COST值为40, P4和P1之间的COST值为20, P5和PE3之间的COST值为10, P5和P1之间的COST值为39, 则P2、P3到PE2的最短路径无需经过故障节点, P4、P5到PE2的最短路径需要经过故障节点, 所以扩展P空间包含PE2、P2以及P3。接下来, 计算Q空间的步骤为以尾节点为根节点, 生成反向SPF树, P5、P4到PE3的最短路径无需经过故障节点, P3、P2以及PE2到PE3的最短路径需要经过故障节点, 所以Q空间包含P4和P5。在图2中, 扩展P空间与Q空间不重合, 其路径相距最短的P点和Q点分别为P3、P4, repair List是一个约束路径, 用来指示如何到达Q节点, repair List由“P节点标签+P到Q路径上的邻接标签”组成, 在图2中repair List为P3的节点标签100, 加上P3到P4的邻接标签9304, 如此, 备用隧道生成完毕, 即PE1至PE2至P2至P3至P4至P5至PE3。

[0036] 但是, 在一些场景下, TI-LFA算法无法适用, 比如路径中的节点处于两个或两个以上的IGP的场景。为了说明这一问题, 以双IGP域场景以及双IGP域场景中的主备跨域节点为例进行介绍。如图3所示, 为双IGP域场景下SR-BE隧道的转发流程示意图, 其中, 基站侧网关(cell site gateway, CSG) CSG1和CSG2以及汇聚侧网关(aggregation site gateway, ASG) ASG1和ASG2属于第一IGP域。ASG1、ASG2和无线网络控制器网关(radio network controller site gateway, RSG) RSG1和RSG2属于第二IGP域。ASG1和ASG2为跨域节点, CSG1和CSG2的路由会优先通过主跨域节点分别传递给RSG1和RSG2, 主跨域节点和备跨域节点的选举由COST值决定。举例说明, 在图3所设定的场景下, 从RSG上看CSG路由的COST值, 通过ASG1引入的路由的COST值为 $100+20=120$, 通过ASG2引入路由的COST值为 $100+100+10+20=230$, 120小于230, 这样会优先ASG1作为主跨域节点, ASG2作为备跨域节点。可以理解, 在双IGP域场景的基础上进一步可发展出多IGP域的场景, 即网络中包括两个以上的IGP域, 每两个IGP域之间存在主跨域节点和备跨域节点。举例说明, 若网络中有3个IGP域, 分别为第一IGP域, 第二IGP域和第三IGP域, 其中, 第一IGP域和第二IGP域的跨域节点为第一节点和第二节点, 第一节点为主跨域节点, 第二节点为备跨域节点, 第二IGP域和第三IGP域的跨域节点为第三节点和第四节点, 第三节点为主跨域节点, 第四节点为备跨域节点。需要理解, 多IGP域场景与双IGP域的场景十分类似。因此, 多IGP域场景是双IGP域场景的一种扩展的应用场景或一种具体的应用模式。

[0037] 下面结合图3, 对双IGP域场景下适用TI-LFA算法进行说明, 假设报文由RSG1向CSG1发送, 即头节点为RSG1, 尾节点为CSG1。为避免主跨域节点ASG1故障导致报文丢失, 按照TI-LFA算法, 首先计算扩展P空间。如图3所示, 头节点为RSG1, RSG1的邻居为ASG1和RSG2, 因为ASG1为故障节点, 不予考虑。以RSG2为根节点建立SPF树, ASG2、CSG2、CSG1到RSG2的最短路径无需经过故障节点, 所以扩展P空间包含ASG2、CSG2、CSG1以及RSG2。接下来, 计算Q空间的步骤为以尾节点为根节点, 生成反向SPF树, CSG2、ASG2以及RSG2到CSG1的最短路径无需经过故障节点, 所以Q空间包含ASG2、CSG2以及RSG2。在图3中, 扩展P空间与Q空间重合, RSG2为PQ节点, PQ节点是指既在扩展P空间又在Q空间的节点, PQ节点会作为保护隧道的目的端。由于TI-LFA算法是头节点与PQ节点之间建立SR-BE隧道形成备用下一跳保护, 而故障节点为主跨域节点ASG1。对于RSG2来说, ASG1是远端故障, RSG2只能通过IGP收敛来感知ASG1故障, 收敛是指网络上的路由器在一条路径不能使用时必须经历决定替代路径的过程, 是在最佳路径的判断上所有路由器达到一致的过程。当某个网络事件引起路由可用或

不可用时,路由器就发出更新信息,路由更新信息遍及整个网络,引发重新计算最佳路径,最终达到所有路由器一致公认的最佳路径。在图3对应的场景中,RSG2通过IGP的更新消息将故障信息逐跳通知域内所有节点。在IGP收敛的过程中,RSG2的选路一直会优先ASG1,报文会在一段时间内往ASG1转发,导致长时间丢包。

[0038] 为了解决上述问题,本申请实施例提供一种故障保护方法,图4为本申请实施例提供的一种故障保护方法400的流程示意图。

[0039] 如图4所示,本申请实施例提供的一种故障保护方法400,可以包括如下步骤:

[0040] 401、头节点确定主跨域节点发生节点故障。

[0041] 头节点为SR-BE隧道的头节点,在该SR-BE隧道所在的网络中包括两个IGP域,该SR-BE隧道为经过两个IGP域的跨域隧道,每两个IGP域的路由可以通过跨域节点互相通告,SR-BE隧道经过跨域节点。比如,在图3对应的场景下,ASG1和ASG2为跨域节点,CSG1和CSG2的路由可以通过ASG1或ASG2分别传递给RSG1和RSG2,RSG1和RSG2的路由也可以通过ASG1或ASG2分别传递给CSG1和CSG2。在本申请实施例中,头节点获取到主跨域节点的节点故障信息。结合图3进一步说明,若业务的传输路径为RSG1至CSG1,头节点获取到主跨域节点的节点故障信息,即RSG1获取到ASG1的故障信息,关于ASG1和ASG2的主备跨域节点的选举过程参照上文进行理解,此处及以下不再赘述。需要说明的是,头节点也可以称为首节点或源节点,本申请并不对节点的名称进行限制。

[0042] 在一个具体的实施方式中,头节点可以通过双向转发检测协议(bidirectional forwarding detection,BFD)获取主跨域节点的故障信息。具体的,头节点可以预先与主跨域节点建立双向转发检测(seamless bidirectional forwarding detection seamless,S-BFD)等检测节点故障的BFD,以确定主跨域节点发生节点故障。

[0043] 402、头节点将业务的传输路径切换到备用隧道,该备用隧道为严格显示路径的隧道。

[0044] 头节点获取到主跨域节点发生节点故障后,切换备用隧道。备用隧道为头节点预设生成的不经过主跨域节点的隧道,该备用隧道也是经过两个IGP域的隧道,该备用隧道为严格显示路径的隧道,也就是说,该备用隧道通过严格标签栈指定,使得业务的报文可以沿着该备用隧道转发。

[0045] 由方法400可知,备用隧道需要预先存储在头节点中,以使得头节点确认主跨域节点发生节点故障后,可以直接切换到备用隧道。需要说明的是,可以通过不同的方法确定备用隧道。在一些实施例中,备用隧道为从头节点到尾节点的最短路径,在一些实施例中,备用隧道为由从头节点到各跨域节点的最短路径以及各跨域节点到尾节点的最短路径共同组成的路径。此外,针对不同的备用隧道的计算方法,切换到备用隧道后的报文转发过程也有所不同。在一些实施例中,头节点切换到备份路径后发送封装标签栈的报文,该报文通过标签栈指定备用隧道从头节点到尾节点所经过的每一个节点。在一些实施例中,头节点切换到备份路径后发送封装标签栈的报文,该报文通过标签栈指定备用隧道从头节点到各跨域节点所经过的每一个节点。下面将对以上几种情形进行具体的介绍。

[0046] 第一种情形:备用隧道为从头节点到尾节点的最短路径。

[0047] 图5为本申请实施例中故障保护方法500的流程示意图。

[0048] 如图5所示,本申请实施例中另一个故障保护方法500,可以包括:

[0049] 501、头节点确定从头节点到尾节点且不经过主跨域节点的最短路径。

[0050] 头节点计算第一集合中从头节点到尾节点的最短路径,第一集合为SR-BE网络中除主跨域节点之外的其他节点,即第一集合不包括主跨域节点。该最短路径即为备用隧道,该备用隧道通过严格标签栈指定,使得报文沿着该备用隧道转发至尾节点。

[0051] 在一个具体的实施方式中,头节点可以根据SPF算法计算第一集合中从头节点到尾节点的最短路径,下面结合如图3所示的场景举例说明,假设报文由RSG1转发至CSG1,即RSG1为头节点,CSG1为尾节点。假设其中RSG1和RSG2之间的COST值为20,RSG2和ASG2之间的COST值为20,ASG2和CSG2之间的COST值为100,CSG2和CSG1之间的COST值为100,RSG1和ASG1之间的COST值为20,CSG1和ASG1之间的COST值为100,ASG1和ASG2之间的COST值为110,可以包括如下步骤:

[0052] 第一步,将所有节点分为两个集合,分别为S集合和U集合,将头节点RSG1选入S集合中,此时S集合包括RSG1。删除主跨域节点ASG1,将其他节点选入U集合,即此时U集合包括RSG2、ASG2、CSG2、CSG1四个节点。则头节点RSG1到RSG2的COST值为20,RSG1到ASG2的COST值为40,RSG1到网络中其他节点的COST值均大于到RSG2的COST值。确定RSG1到RSG2的COST值最小。

[0053] 第二步,将RSG2选入到S集合中,即此时S集合包括RSG1、RSG2两个节点。U集合中删除RSG2,即此时U集合包括ASG2、CSG2、CSG1三个节点。因为第一步中RSG1到RSG2的COST值最小,则从这条路径继续查找,RSG1到RSG2到ASG2的COST值为100,RSG1到RSG2到其他节点的COST值均大于100,确定RSG1到RSG2到ASG2的COST值最小。

[0054] 第三步,将ASG2选入到S集合中,即此时S集合包括RSG1、RSG2、ASG2三个节点。U集合中删除ASG2,即此时U集合包括CSG2、CSG1两个节点。因为第二步中RSG1到RSG2到ASG2的COST值最小,则从这条路径继续查找,RSG1到RSG2到ASG2到CSG2的COST值为140,RSG1到RSG2到ASG2到其他节点的COST值均大于140,确定RSG1到RSG2到ASG2到CSG2的COST值小。

[0055] 第四步,将CSG2选入到S集合中,即此时S集合包括RSG1、RSG2、ASG2、CSG2四个节点,U集合中删除CSG2,即此时U集合中包括CSG1,因为第三步中RSG1到RSG2到ASG2到CSG2的COST值小,则从该条路径继续查找,RSG1到RSG2到ASG2到CSG2到CSG1的COST值最小。

[0056] 第五步,将CSG1选入到S集合中,即此时S集合包括RSG1、RSG2、ASG2、CSG2以及CSG1,确定查找到从头节点RSG1到尾节点CSG1的最短路径,即RSG1到RSG2到ASG2到CSG2到CSG1,结束查找。

[0057] 通过以上查找过程,确定备用隧道为RSG1到RSG2到ASG2到CSG2到CSG1,该备用隧道为严格显示路径的路径,通过严格标签栈指定,即[adj(RSG1->RSG2),adj(RSG2->ASG2),adj(ASG2->CSG2),adj(CSG2->CSG1)]。

[0058] 502、头节点确定主跨域节点发生节点故障。

[0059] 503、头节点将业务的传输路径切换到备用隧道,该备用隧道为严格显示路径的隧道。

[0060] 在一个具体的实施方式中,还可以包括504、头节点通过该备用隧道发送报文,该报文封装标签栈。进一步的,该报文通过标签栈指定备用隧道从头节点到尾节点所经过的每一个节点。

[0061] 本实施例中的步骤502和503可以参阅图4对应的实施例中的401和402进行理解,

此处不再赘述。

[0062] 第二种情形:备用隧道为由从头节点到各跨域节点的最短路径以及各跨域节点到尾节点的最短路径共同组成的路径。

[0063] 图6为本申请实施例中故障保护方法600的示意图。

[0064] 如图6所示,本申请实施例中另一个故障保护方法600,可以包括:

[0065] 601、头节点确定从头节点到各跨域节点且不经过主跨域节点的最短路径。

[0066] 头节点计算第二集合中从头节点到各跨域节点且不经过主跨域节点的最短路径,第二集合包括头节点所在的IGP域中除主跨域节点之外的全部节点或第二集合包括SR-BE网络中除主跨域节点之外的其他节点,即第二集合不包括主跨域节点。该备用隧道通过严格标签栈指定,使得报文沿着该备用隧道转发至各跨域节点。

[0067] 在一个具体的实施方式中,头节点可以根据SPF算法计算第二集合中从头节点到各跨域节点的最短路径,下面结合如图3所示的场景,以第二集合包括头节点所在的IGP域中除主跨域节点之外的全部节点为例,进行说明。假设ASG1是主跨域节点,ASG2为各跨域节点。假设其中RSG1和RSG2之间的COST值为20,RSG2和ASG2之间的COST值为20,RSG1和ASG1之间的COST值为20,ASG1和ASG2之间的COST值为110,可以包括如下步骤:

[0068] 第一步,将所有节点分为两个集合,分别为S集合和U集合,将头节点RSG1选入S集合中,此时S集合包括RSG1。删除主跨域节点ASG1,将其他节点选入U集合,即此时U集合包括RSG2、ASG2两个节点。则头节点RSG1到RSG2的COST值为20,RSG1到ASG2的COST值为40。确定RSG1到RSG2的COST值最小。

[0069] 第二步,将RSG2选入到S集合中,即此时S集合包括RSG1、RSG2两个节点。U集合中删除RSG2,即此时U集合包括ASG2一个节点。因为第一步中RSG1到RSG2的COST值最小,则从这条路径继续查找,RSG1到RSG2到ASG2的COST值为100。

[0070] 第三步,将ASG2选入到S集合中,即此时S集合包括RSG1、RSG2、ASG2,确定查找到从头节点RSG1到各跨域节点ASG2的最短路径,即RSG1到RSG2到ASG2,结束查找。

[0071] 通过以上查找过程,确定备用隧道为RSG1到RSG2到ASG2,该备用隧道通过严格标签栈指定,即[adj (RSG1->RSG2),adj (RSG2->ASG2)]

[0072] 602、头节点确定主跨域节点发生节点故障。

[0073] 步骤602可以参阅图4对应的实施例中的步骤401进行理解,此处不再赘述。

[0074] 603、头节点将业务的传输路径切换到备用隧道,该备用隧道为严格显示路径的隧道。

[0075] 在一个具体的实施方式中,还可以包括604、头节点通过该备用隧道发送报文,该报文封装标签栈。进一步的,该报文通过标签栈指定从头节点到各跨域节点所经过的每一个节点。

[0076] 在一个具体的实施方式中,还可以包括605、各跨域节点确定主跨域节点发生节点故障。

[0077] 进一步的,各跨域节点可以通过BFD获取主跨域节点的故障信息。头节点可以预先与主跨域节点建立双向转发检测(seamless bidirectional forwarding detection seamless,S-BFD)等检测节点故障的BFD,以确定主跨域节点发生节点故障。在一些实施例中,若报文已经转发至各跨域节点,且从各跨域节点到尾节点的最短路径无需经过主跨域

节点时,备跨域节点可以将报文可靠的转发至尾节点,当从备跨域节点到尾节点的最短路径仍然需要经过主跨域节点时,此时可以预先在主跨域节点和备跨域节点之间建立BFD,当报文转发至备跨域节点时,备跨域节点可以通过BFD获取主跨域节点此时是否节点故障,若备跨域节点通过BFD获取到主跨域节点故障,备跨域节点在转发报文至尾节点时将不经过主跨域节点。在一个具体的实施方式中,备跨域节点确定主跨域节点发生故障后,可以按照备跨域节点预先建立的备用路径转发报文至尾节点。

[0078] 为了更好的对本申请提供的计算备用隧道的算法进行说明,下面结合图7举例说明。如图7所示,假设SR-BE网络中包括路由器节点A,节点B,节点C,节点D,节点E,节点F。假设节点A和节点B之间的COST值为6,节点A和节点C之间的COST值为3,节点B和节点C之间的COST值为2,节点B和节点F之间的COST值为6,节点B和节点D之间的COST值为5,节点B和节点E之间的COST值为1,节点C和节点D之间的COST值为3,节点C和节点E之间的COST值为4,节点D和节点E之间的COST值为2,节点D和节点F之间的COST值为3,节点E和节点F之间的COST值为5。假设需要计算的目标路径为自节点A转发到节点E且不经过节点D,该目标路径相当于图5对应的实施例中的从头节点到尾节点且不经过主跨域节点的最短路径。或者该目标路径相当于图6对应的实施例中的从头节点到备跨域节点且不经过主跨域节点的最短路径。备跨域节点计算从备跨域节点到尾节点的最短路径的方法与头节点计算最短路径的方法类似,此处不再赘述。可以包括如下步骤:

[0079] 第一步,将所有节点分为两个集合,分别为S集合和U集合,将头节点节点A选入S集合中,此时S集合包括节点A节点。删除节点D,将其他节点选入U集合,即此时U集合包括节点B、节点C、节点E、节点F四个节点。节点A到节点C的COST值为3,节点A到节点B的COST值为6,则节点A到节点C之间的COST值最小。

[0080] 第二步,将节点C选入到S集合中,即此时S集合包括节点A、节点C两个节点。从节点A到C这条路径继续查找。删除节点C,即此时U集合包括节点B、节点E、节点F三个节点,节点A到节点C到节点B的COST值为5,小于第一步中的节点A到节点B的COST值6,此时更新最短路径,即节点A到节点C到节点B。节点A到节点C到节点E的COST值为7,节点A到C到U集合中的其他节点的COST值视为无穷大,确定节点A到节点C到节点B的COST值最小。

[0081] 第三步,将节点B选入S集合中,即此时S集合包括节点A、节点C、节点B三个节点,从节点A到节点C到节点B这条路径继续查找。删除节点节点B,即此时U集合包括节点E、节点F两个节点,节点A到节点C到节点B到节点E的COST值为6,比第二步的节点A到节点C到节点E的COST值小,更新最短路径为节点A到节点C到节点B到节点E,节点A到节点C到节点B到节点F为11,节点A到节点C到节点B到U集合中的其他节点视为无穷大,确定节点A到节点C到节点B到节点E的COST值最小。

[0082] 第四步,将节点E选入S集合中,即此时S集合包括节点A、节点C、节点B、节点E四个节点,此时已经找到以节点A为起始节点到尾节点节点E且不经过节点D的最短路径,即节点A到节点C到节点B到节点E,至此查找完毕。

[0083] 通过以上查找过程,确定目标路径为节点A到节点C到节点B到节点E,该目标路径通过严格标签栈指定,即[adj(节点A->节点C),adj(节点C->节点B),adj(节点B->节点E)]。

[0084] 图8为本申请实施例中故障保护方法700的流程示意图。

[0085] 如图8所示,本申请实施例中另一个故障保护方法700,方法700可以适用于图3对

应的场景中,可以包括:

[0086] 701、第一节点确定第一跨域节点发生节点故障。

[0087] 该第一节点为段路由尽力而为服务SR-BE隧道的头节点,SR-BE隧道为经过第一IGP域和第二IGP域的跨域隧道,SR-BE隧道经过第一跨域节点,第一跨域节点为第一IGP域和第二IGP域的跨域节点。方法700用于执行方法400或方法500或方法600时,第一节点相当于方法400或方法500或方法600中的头节点,以及第一跨域节点相当于方法400或方法500或方法600中的主跨域节点,以及第一IGP域和第二IGP域可以相当于图3对应的场景中的第一IGP域和第二IGP域,以下不再赘述。

[0088] 702、第一节点将业务的传输路径由SR-BE隧道切换到备用隧道。

[0089] 备用隧道不经过第一跨域节点,备用隧道为经过第一IGP域和第二IGP域的跨域隧道,备用隧道为严格显示路径的隧道。方法700用于执行方法400或方法500或方法600时,备用隧道相当于方法400或方法500或方法600中的备用隧道,以下不再赘述。

[0090] 在一个具体的实施方式中,还包括:703、第一节点根据第一节点集合,得到备用隧道,第一节点集合不包括第一跨域节点。方法700用于执行方法500或方法600时,第一节点集合相当于方法500中的第一集合,相当于方法600中的第二集合,以下不再赘述。

[0091] 在一个具体的实施方式中,第一节点根据第一节点集合,得到备用隧道,具体包括:第一节点根据第一节点集合,确定从第一节点到尾节点的第一最短路径,第一最短路径为备用隧道。

[0092] 在一个具体的实施方式中,第一节点将业务的传输路径由SR-BE隧道切换到备用隧道之后,还包括:704、第一节点通过备用隧道发送第一报文,第一报文封装标签栈,标签栈指定备用隧道所经过的每一个节点,方法700用于执行方法500或方法600时,第一报文相当于方法500中的步骤504中所描述的报文。

[0093] 在一个具体的实施方式中,第一节点根据第一节点集合,得到备用隧道,具体包括:第一节点根据第一节点集合,确定从第一节点到第二跨域节点的第二最短路径,第二最短路径和第二跨域节点到尾节点的第三最短路径共同构成备用隧道,第三最短路径不经过第一跨域节点,第二跨域节点为第一IGP域和第二IGP域的跨域节点。方法700用于执行方法500或方法600时,第二跨域节点相当于方法400或方法500或方法600中的备跨域节点。第二最短路径相当于方法600中的从头节点到备跨域节点且不经过主跨域节点的最短路径,第三最短路径相当于方法600中的从备跨域节点到尾节点且无需经过主跨域节点的路径或者相当于方法600中的备跨域节点预先建立的备用路径。

[0094] 在一个具体的实施方式中,第一节点将业务的传输路径由SR-BE隧道切换到备用隧道之后,还包括:705、第一节点通过第二最短路径发送第二报文,第二报文封装标签栈,标签栈指定第二最短路径所经过的每一个节点。方法700用于执行方法500或方法600时,第二报文相当于方法600中的步骤604中所描述的报文。

[0095] 在一个具体的实施方式中,第一节点确定第一跨域节点发生节点故障之前,还包括:706、第一节点和第一跨域节点之间建立双向转发检测BFD会话,第一节点确定第一跨域节点发生节点故障,具体可以包括:第一节点根据BFD会话,确定第一跨域节点发生节点故障。

[0096] 在一个具体的实施方式中,在第一节点确定第一跨域节点发生节点故障之前,还

包括:707、第一节点通过SR-BE隧道发送第三报文,第三报文的外层标签为下一跳到目的地址的节点标签。

[0097] 上述主要从各个节点之间交互的角度对本申请实施例提供的方案进行了介绍。可以理解的是,上述头节点为了实现上述功能,其包含了执行各个功能相应的硬件结构和/或软件模块。本领域技术人员应该很容易意识到,结合本文中公开的实施例描述的各示例的模块及算法步骤,本申请能够以硬件或硬件和计算机软件的结合形式来实现。某个功能究竟以硬件还是计算机软件驱动硬件的方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

[0098] 从硬件结构上来描述,图4至图6中的头节点以及图8中的第一节点可以由一个实体设备实现,也可以由多个实体设备共同实现,还可以是一个实体设备内的一个逻辑功能模块,本申请实施例对此不作具体限定。

[0099] 例如,头节点可以通过图9中的通信设备来实现。图9所示为本申请实施例提供的通信设备的硬件结构示意图。包括:通信接口901和处理器902,还可以包括存储器903。

[0100] 通信接口901可以使用任何收发器一类的装置,用于与其他设备或通信网络通信,如以太网,无线接入网(radio access network,RAN),无线局域网(wireless local area networks,WLAN)等。

[0101] 处理器902包括但不限于中央处理器(central processing unit,CPU),网络处理器(network processor,NP),专用集成电路(application-specific integrated circuit,ASIC)或者可编程逻辑器件(programmable logic device,PLD)中的一个或多个。上述PLD可以是复杂可编程逻辑器件(complex programmable logic device,CPLD),现场可编程逻辑门阵列(field-programmable gate array,FPGA),通用阵列逻辑(generic array logic,GAL)或其任意组合。处理器902负责通信线路904和通常的处理,还可以提供各种功能,包括定时,外围接口,电压调节,电源管理以及其他控制功能。存储器903可以用于存储处理器902在执行操作时所使用的数据。

[0102] 存储器903可以是包括但不限于内容寻址存储器(content-addressable memory,CAM),例如三态内容寻址存储器(ternary CAM,TCAM),随机存取存储器(random-access memory,RAM)。

[0103] 存储器903也可以集成在处理器902中。如果存储器903和处理器902是相互独立的器件,存储器903和处理器902相连,例如存储器903和处理器902可以通过通信线路通信。网络接口901和处理器902可以通过通信线路通信,网络接口901也可以与处理器902直连。

[0104] 通信线路904可以包括任意数量的互联的总线和桥,通信线路904将包括由处理器902代表的一个或多个处理器902和存储器903代表的存储器的各种电路链接在一起。通信线路904还可以将诸如外围设备、稳压器和功率管理电路等之类的各种其他电路链接在一起,这些都是本领域所公知的,因此,本申请不再对其进行进一步描述。

[0105] 在一个具体的实施方式中,该第一节点包括存储器903,和与该存储器903相连的处理器902。

[0106] 处理器902,用于执行存储器903中的计算机可读指令从而执行以下操作:确定第一跨域节点发生节点故障。该第一节点为段路由尽力而为服务SR-BE隧道的头节点,SR-BE

隧道为经过第一IGP域和第二IGP域的跨域隧道,SR-BE隧道经过第一跨域节点,第一跨域节点为第一IGP域和第二IGP域的跨域节点。

[0107] 处理器902,还用于执行存储器903中的计算机可读指令从而执行以下操作:将业务的传输路径由SR-BE隧道切换到备用隧道。备用隧道不经过第一跨域节点,备用隧道为经过第一IGP域和第二IGP域的跨域隧道,备用隧道为严格显示路径的隧道。

[0108] 在一个具体的实施方式中,处理器902,还用于执行存储器903中的计算机可读指令从而执行以下操作:根据第一节点集合,得到备用隧道,第一节点集合不包括第一跨域节点。

[0109] 在一个具体的实施方式中,处理器902,具体用于执行存储器903中的计算机可读指令从而执行以下操作:根据第一节点集合,确定从第一节点到尾节点的第一最短路径,第一最短路径为备用隧道。

[0110] 在一个具体的实施方式中,还包括通信接口901,用于处理器902将业务的传输路径由所述SR-BE隧道切换到备用隧道之后,通过备用隧道发送第一报文,第一报文封装标签栈,标签栈指定备用隧道所经过的每一个节点。

[0111] 在一个具体的实施方式中,处理器902具体用于执行存储器903中的计算机可读指令从而执行以下操作:根据第一节点集合,确定从第一节点到第二跨域节点的第二最短路径,第二最短路径和第二跨域节点到尾节点的第三最短路径共同构成备用隧道,第三最短路径不经过第一跨域节点,第二跨域节点为第一IGP域和第二IGP域的跨域节点。

[0112] 在一个具体的实施方式中,通信接口901,还用于在处理器902将业务的传输路径由所述SR-BE隧道切换到备用隧道之后,通过第二最短路径发送第二报文,第二报文封装标签栈,标签栈指定第二最短路径所经过的每一个节点。

[0113] 在一个具体的实施方式中,处理器902,还用于执行存储器903中的计算机可读指令从而执行以下操作:在确定第一跨域节点发生节点故障之前和第一跨域节点之间建立双向转发检测BFD会话,根据该BFD会话确定第一跨域节点发生节点故障。

[0114] 在一个具体的实施方式中,通信接口901,还用于在处理器902确定第一跨域节点发生节点故障之前,通过SR-BE隧道发送第三报文,第三报文的外层标签为下一跳到目的地址的节点标签。

[0115] 本申请实施例可以根据上述方法示例对头节点进行功能模块的划分,例如,可以对应各个功能划分各个功能模块,也可以将两个或两个以上的功能集成在一个处理模块中。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。需要说明的是,本申请实施例中对模块的划分是示意性的,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式。

[0116] 比如,以采用集成的方式划分各个功能模块的情况下,图10示出了一种头节点的结构示意图。

[0117] 如图10所示,本申请实施例提供的节点可以包括确定单元1001、切换单元1002,

[0118] 确定单元1001,用于执行上述方法400中的步骤401,上述方法500中的步骤501,502,上述方法600中的步骤601,602,上述方法700中的步骤701,703,706。

[0119] 切换单元1002,用于执行上述方法400中的步骤402,上述方法500中的步骤503,上述方法600中的步骤603,上述方法700中的步骤702。

[0120] 在一个具体的实施方式中,还可以包括发送单元1003,用于执行上述方法500中的步骤504,上述方法600中的步骤604,上述方法700中的步骤704,705,707。

[0121] 上述实施例中,头节点以采用集成的方式划分各个功能模块的形式来呈现。当然,本申请实施例也可以对应各个功能划分头节点的各个功能模块,本申请实施例对此不作具体限定。

[0122] 在一个具体的实施方式中,本申请实施例提供了一种芯片系统,该芯片系统包括处理器,用于支持头节点实现上述故障保护的方法。在一种可能的设计中,该芯片系统还包括存储器。该存储器,用于保存头节点必要的程序指令和数据。该芯片系统,可以由芯片构成,也可以包含芯片和其他分立器件,本申请实施例对此不作具体限定。

[0123] 在上述实施例中,可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件实现时,可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。

[0124] 所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行所述计算机程序指令时,全部或部分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中,或者从一个计算机可读存储介质向另一计算机可读存储介质传输,例如,所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线(例如同轴电缆、光纤、数字用户线(DSL))或无线(例如红外、无线、微波等)方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存储的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质,(例如,软盘、硬盘、磁带)、光介质(例如,DVD)、或者半导体介质(例如固态硬盘Solid State Disk(SSD))等。

[0125] 本领域普通技术人员可以理解上述实施例的各种方法中的全部或部分步骤是可以通过程序来指令相关的硬件来完成,该程序可以存储于一计算机可读存储介质中,存储介质可以包括:ROM、RAM、磁盘或光盘等。

[0126] 以上对本申请实施例所提供的故障保护方法、节点以及存储介质进行了详细介绍,本文中应用了具体个例对本申请的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本申请的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本申请的限制。

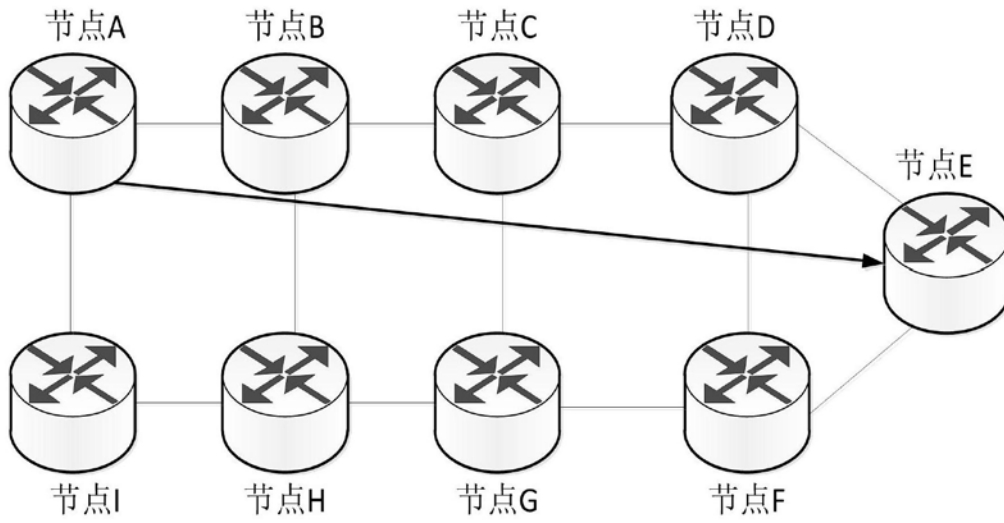


图1

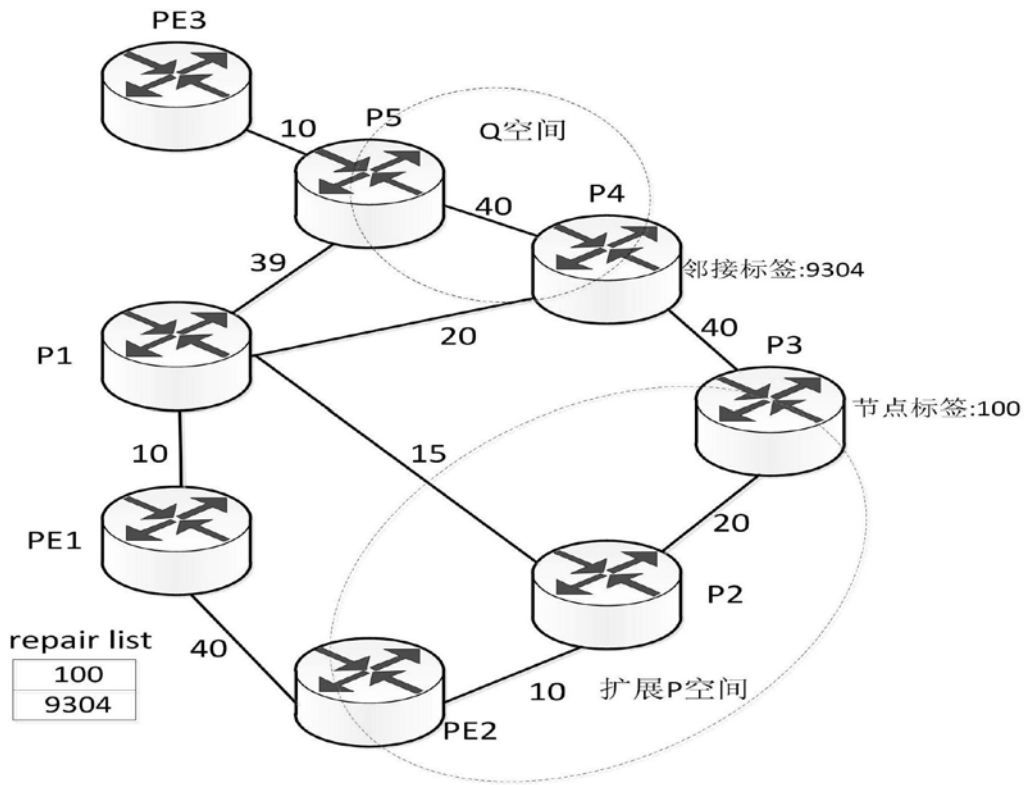


图2

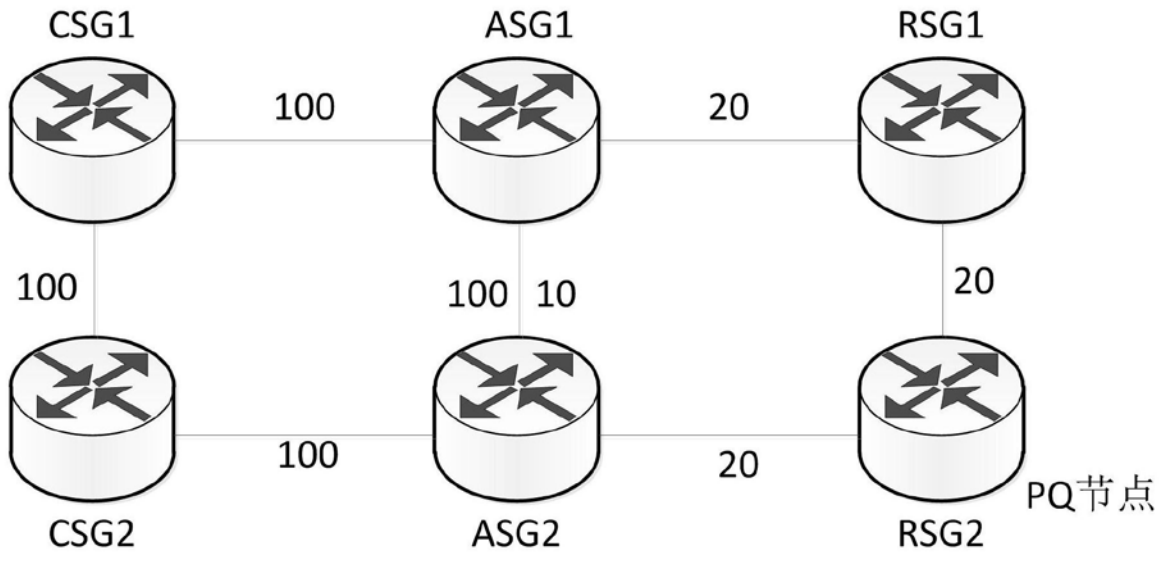


图3

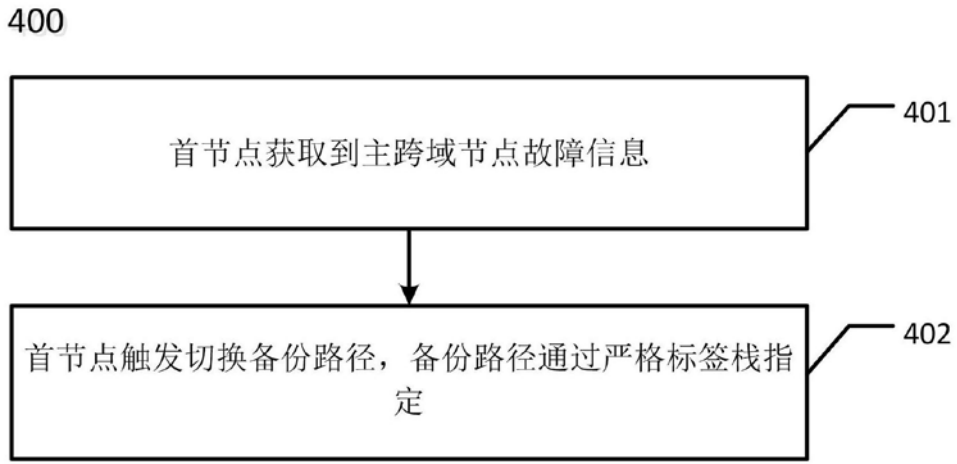


图4

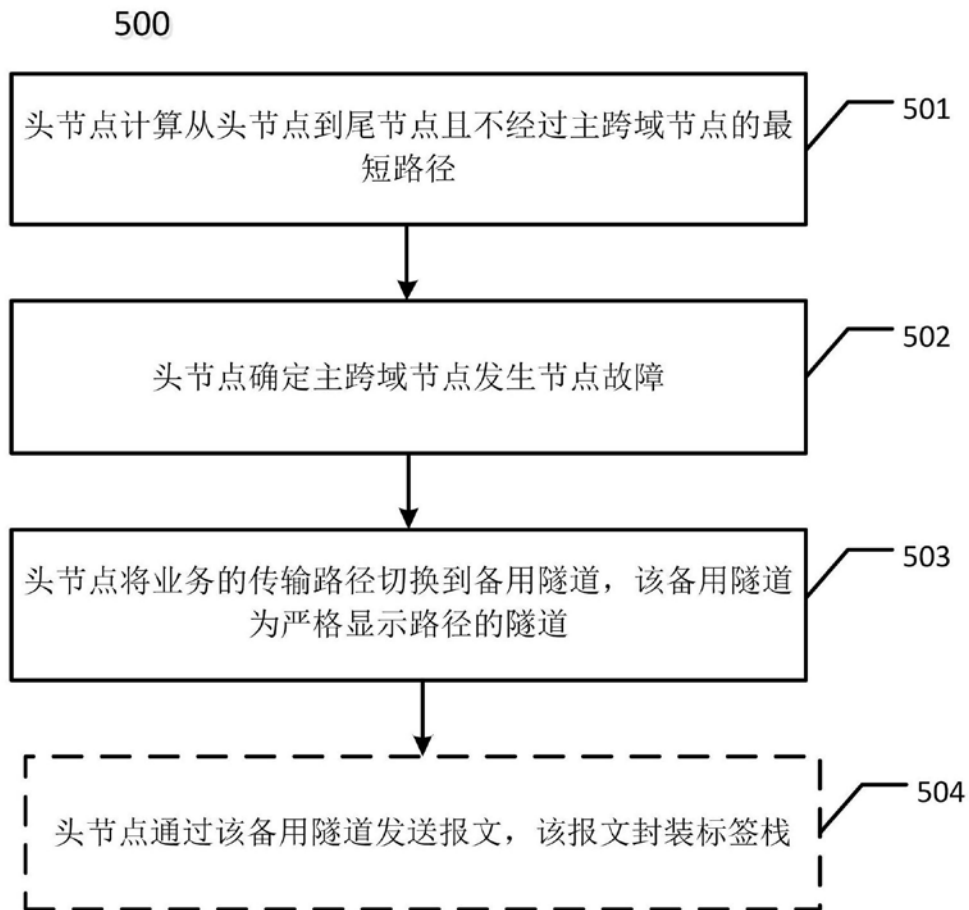


图5

600

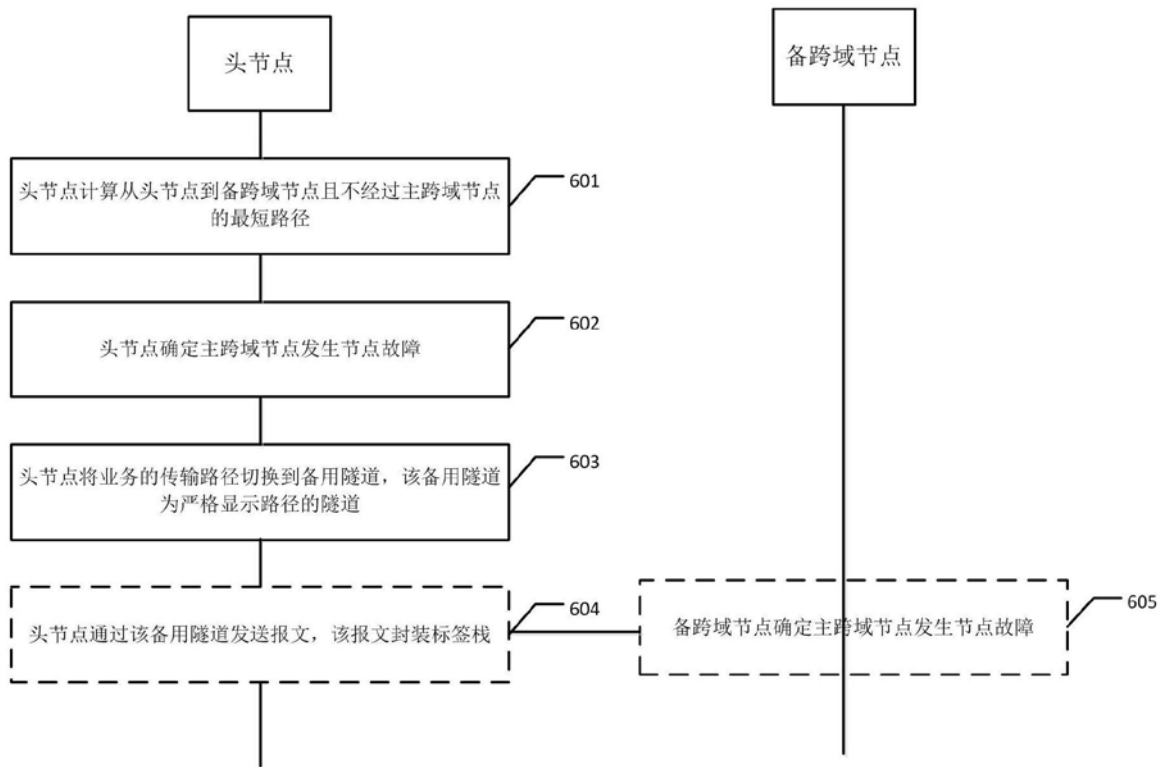


图6

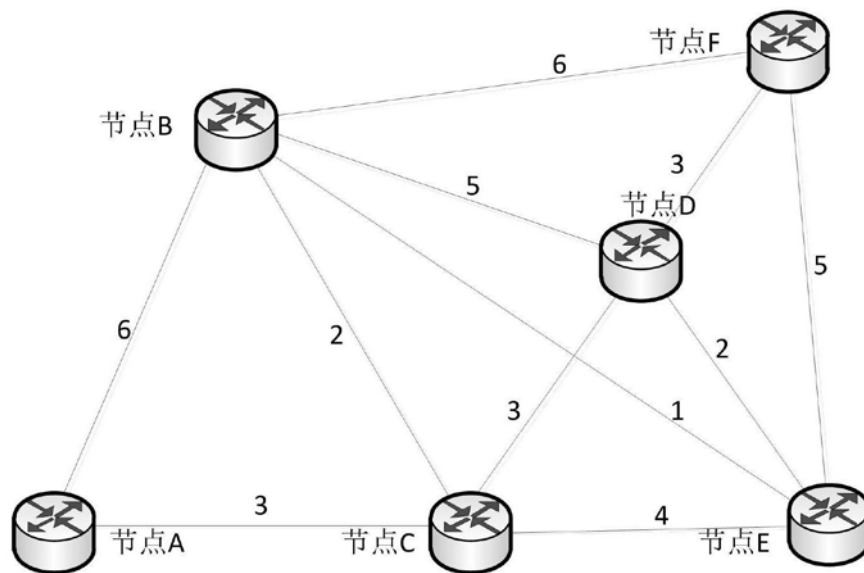


图7

700

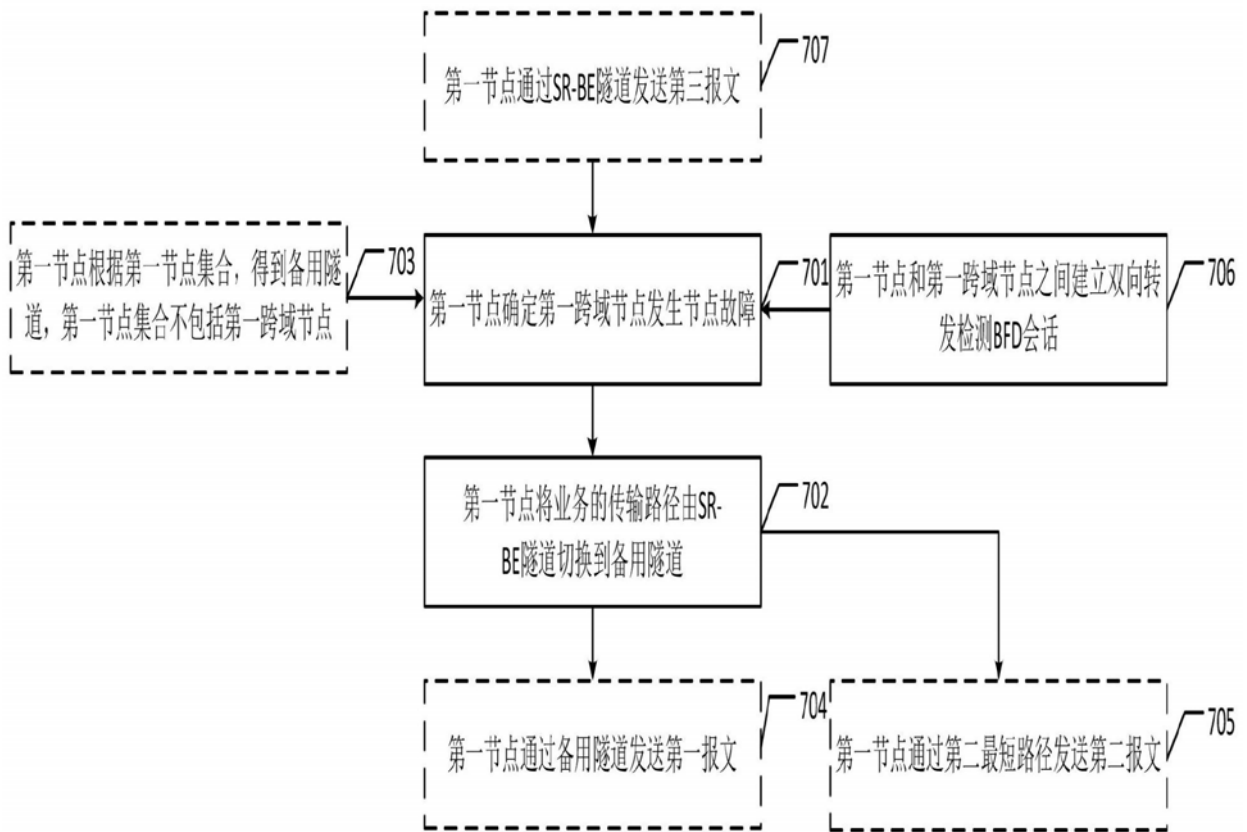


图8

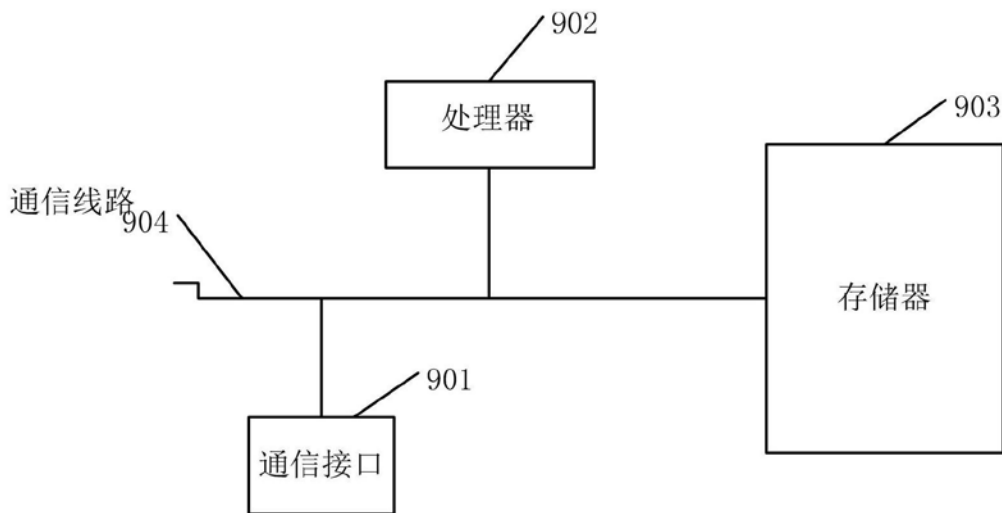


图9

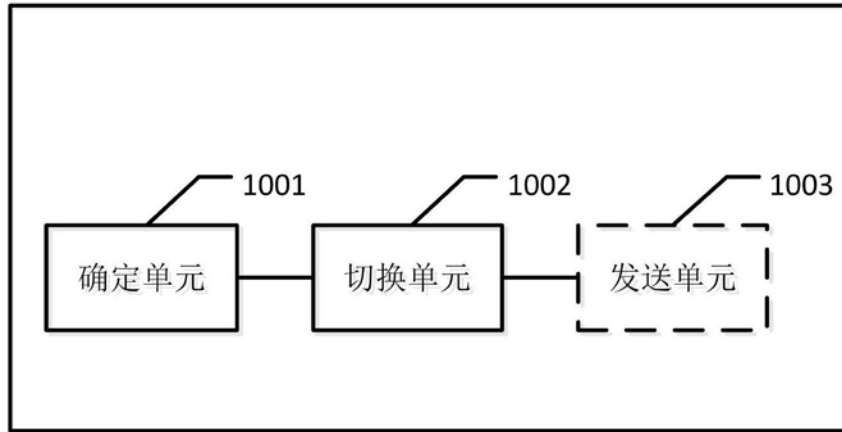


图10