



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112261690 B

(45) 授权公告日 2022.04.01

(21) 申请号 202011077834.4

H04B 7/185 (2006.01)

(22) 申请日 2020.10.10

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112261690 A

CN 108833271 A, 2018.11.16
US 2016191194 A1, 2016.06.30
WO 2017118431 A1, 2017.07.13
CN 108494601 A, 2018.09.04

(43) 申请公布日 2021.01.22

(73) 专利权人 北京航空航天大学
地址 100191 北京市海淀区学院路37号

审查员 卢榕榕

(72) 发明人 张涛 刘盼 龚思龙

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 苗晓静

(51) Int. Cl.

H04W 28/08 (2009.01)

H04W 40/02 (2009.01)

H04W 84/06 (2009.01)

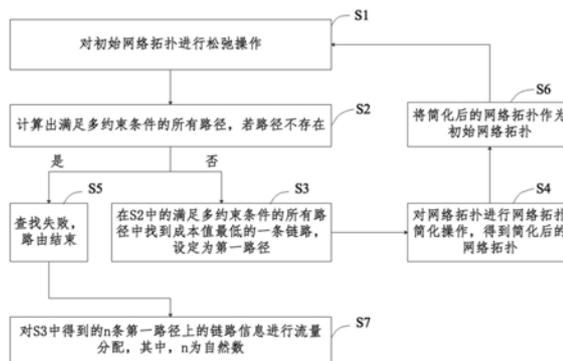
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

卫星网络约束多路径路由设定方法、电子设备及存储介质

(57) 摘要

本发明实施例提供一种卫星网络约束多路径路由设定方法、电子设备及存储介质,包括S1:对初始网络拓扑进行松弛操作;S2:计算出满足多约束条件的所有路径,若路径不存在,则执行S5;若路径存在,则执行S3;S3:在S2中的满足多约束条件的所有路径中找到成本值最低的一条链路,设定为第一路径,并执行S4;S4:对网络拓扑进行网络拓扑简化操作,得到简化后的网络拓扑,执行S6;S5:查找失败,路由结束,执行S7;S6:将简化后的网络拓扑作为初始网络拓扑,返回S1;S7:对S3中得到的n条第一路径上的链路信息进行流量分配,其中,n为自然数。本案实施例提出的设定方法在丢包率、平均时延等方面更优。



1. 一种卫星网络约束多路径路由设定方法,其特征在于,包括:

S1:对初始网络拓扑进行松弛操作;

S2:计算出满足多约束条件的所有路径,若路径不存在,则执行S5;若路径存在,则执行S3;

S3:在S2中的满足多约束条件的所有路径中找到成本值最低的一条链路,设定为第一路径,并执行S4;

S4:对网络拓扑进行网络拓扑简化操作,得到简化后的网络拓扑,执行S6;

S5:查找失败,路由结束,执行S7;

S6:将简化后的网络拓扑作为初始网络拓扑,返回S1;

S7:对S3中得到的n条第一路径上的链路信息进行流量分配,其中,n为自然数;

所述对网络拓扑进行网络拓扑简化操作具体包括:

分别找出源节点所在的子网络和目的节点所在的子网络;

在计算得出满足约束条件的第一路径后,找出第一路径上除了源节点与目的节点以外的每个中间节点所在的子网络;

判断每个所述中间节点所在的子网络是否与源节点所在的子网络或目的节点所在的子网络相同;若是,则删除所述中间节点以及与所述中间节点相关联的链路;若否,则删除所述中间节点所在的子网络内的所有节点以及所述中间节点所在的子网络中每个节点相关联的链路。

2. 根据权利要求1所述的卫星网络约束多路径路由设定方法,其特征在于,在所述S1之前,还包括对网络拓扑进行初始化,并将初始化后的网络拓扑作为S1中的初始网络拓扑,对网络拓扑进行初始化具体包括更新网络拓扑中的节点信息,所述节点信息包括位置信息、链路连接信息。

3. 根据权利要求1所述的卫星网络约束多路径路由设定方法,其特征在于,所述对初始网络拓扑进行松弛操作具体包括:若初始网络拓扑中的预设两个节点之间存在第二路径,并且第二路径的距离小于预设两个节点之间的当前距离,则将预设两个节点之间的最短路径长度更新为第二路径的距离。

4. 根据权利要求1所述的卫星网络约束多路径路由设定方法,其特征在于,所述多约束条件为根据网络中的状态信息对QoS度量参数的要求,选择出满足多种约束条件的可行路径的一种路由机制,所述QoS度量参数的要求包括加性度量参数、乘性度量参数、凹性度量参数的要求中的至少一种。

5. 根据权利要求4所述的卫星网络约束多路径路由设定方法,其特征在于,所述QoS度量参数的要求包括乘性度量参数中的可靠性以及加性度量参数中的跳数和时延,其中:

乘性度量参数中的可靠性为实际通信链路的条件;

加性度量参数中的跳数为从源节点到目的节点,数据包要通过的路由节点输出端口的个数;

加性度量参数中的时延为数据包传输的总时延,所述总时延为传播时延、发送时延、排队时延和等待时延的总和;

其中,所述传播时延为源节点到目的节点之间的物理距离除以光速得到;所述发送时延为链路层处理数据时间;所述排队时延为要转发数据之前所有等待转发的数据传输时延

之和;所述等待时延为等待链路连通可转发数据的时间。

6. 根据权利要求1所述的卫星网络约束多路径路由设定方法,其特征在于,所述对S3中得到的n条第一路径上的链路信息进行流量分配具体包括:

根据路径带宽利用率,分别给n条第一路径按照比例赋权值,得到每条第一路径的均衡权值;

根据每条第一路径的均衡权值,对n条第一路径上的链路信息进行流量分配。

7. 根据权利要求6所述的卫星网络约束多路径路由设定方法,其特征在于,所述路径带宽利用率为:

$$\text{对于 } \forall(i, j) \in P_1, \text{ 路径 } P_1 \text{ 的带宽利用率为 } U(P_1) = \max_{(i,j) \in P_1} U_{ij},$$

其中,链路带宽利用率 U_{ij} 为:对于 $\forall(i, j) \in E$,链路 (i, j) 的带宽利用率为 $U_{ij} = [1 - (R_{ij} - b) / C_{ij}] \times 100$, R_{ij} 表示链路的剩余带宽, b 为呼叫请求的带宽数, C_{ij} 为链路的容量。

8. 一种电子设备,包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述程序时实现如权利要求1-7任一所述的卫星网络约束多路径路由设定方法的步骤。

9. 一种非暂态计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,该计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1-7任一所述的卫星网络约束多路径路由设定方法的步骤。

卫星网络约束多路径路由设定方法、电子设备及存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及一种卫星网络约束多路径路由设定方法、电子设备及存储介质,属于网络路由技术领域。

背景技术

[0002] 卫星通信系统具有覆盖范围广、不受地理形势和气候情况影响,现已得到人们的广泛关注。卫星网络的卫星节点高速移动导致的网络拓扑频繁变化、在人口多的地方接收高密度和短突发的数据、流量分布不均等特点导致网络中存在大量丢包和业务失效等问题。目前很多学者针对这一问题提出了多种路由设定方法。多路径路由是解决负载均衡问题的基础,它能充分利用网络中的资源减缓拥塞,但同时应考虑节点是否满足QoS要求,避免因节点质量引起的链路频繁断裂和拥塞。

[0003] 关于如何解决因为卫星网络链路发生变化导致的丢包和业务失效等问题,很多学者也提出了不同的路由设定方法。当前主要的多径路由设定方法列举如下:

[0004] (1) 能量感知多路径负载均衡路由设定方法

[0005] 能量感知多路径负载均衡路由设定方法是利用能量感知选择满足条件的节点作为路由节点,建立多条连接源节点和目的节点的有效路径,通过分析路径的跳数、节点缓冲区的占用情况选出优质路径,来对流量进行传输。但并未考虑到QoS指标的优化。

[0006] (2) 提出一种基于蚁群的LEO负载均衡路由设定方法

[0007] 提出一种基于蚁群的LEO负载均衡路由设定方法是通过收集物理层信息做出路由决策,使用多目标优化模型来实现负载均衡,在平衡流量负载和提高报文传输速率方面表现良好,但却同样未考虑到QoS指标。多路径路由是解决负载均衡问题的基础,它能充分利用网络中的资源减缓拥塞,但同时应考虑节点是否满足QoS要求,避免因节点质量引起的链路频繁断裂和拥塞。

[0008] (3) 自适应多约束路由设定方法—SAMCRA方法

[0009] SAMCRA方法在可行路径存在的前提下,一定可以查找到该可行路径,此外它可以自适应地调整每个节点的存储路径数目K,但是该方法在最坏的情况下可能会导致K的指数增长。

[0010] (4) Fallback方法

[0011] Fallback方法每次仅计算关于一个QoS度量参数的最短路径,如果当前路径满足所有约束要求,那么方法停止;否则,选用另一个 QoS度量参数重复搜索,直到找到一条可行路径或者所有QoS度量参数均已试过。在该方法中,关于单个QoS度量参数的最优路径不一定满足所有约束要求,即不能保证该最优路径为可行路径。

发明内容

[0012] 本发明实施例提供一种满足约束条件的多路径传输,且丢包率、平均时延等方面更优的卫星网络约束多路径路由设定方法、电子设备及存储介质。

- [0013] 本发明实施例提供一种卫星网络约束多路径路由设定方法,包括:
- [0014] S1:对初始网络拓扑进行松弛操作;
- [0015] S2:计算出满足多约束条件的所有路径,若路径不存在,则执行S5;若路径存在,则执行S3;
- [0016] S3:在S2中的满足多约束条件的所有路径中找到成本值最低的一条链路,设定为第一路径,并执行S4;
- [0017] S4:对网络拓扑进行网络拓扑简化操作,得到简化后的网络拓扑,执行S6;
- [0018] S5:查找失败,路由结束,执行S7;
- [0019] S6:将简化后的网络拓扑作为初始网络拓扑,返回S1;
- [0020] S7:对S3中得到的n条第一路径上的链路信息进行流量分配,其中,n为自然数。
- [0021] 根据本发明实施例所述的卫星网络约束多路径路由设定方法,其中,在所述S1之前,还包括对网络拓扑进行初始化,并将初始化后的网络拓扑作为S1中的初始网络拓扑,对网络拓扑进行初始化具体包括更新网络拓扑中的节点信息,所述节点信息包括位置信息、链路连接信息。
- [0022] 根据本发明实施例所述的卫星网络约束多路径路由设定方法,其中,所述对初始网络拓扑进行松弛操作具体包括:若初始网络拓扑中的预设两个节点之间存在第二路径,并且第二路径的距离小于预设两个节点之间的当前距离,则将预设两个节点之间的最短路径长度更新为第二路径的距离。
- [0023] 根据本发明实施例所述的卫星网络约束多路径路由设定方法,其中,所述多约束条件为根据网络中的状态信息对QoS度量参数的要求,选择出满足多种约束条件的可行路径的一种路由机制,所述QoS度量参数的要求包括加性度量参数、乘性度量参数、凹性度量参数的要求中的至少一种。
- [0024] 根据本发明实施例所述的卫星网络约束多路径路由设定方法,其中,所述QoS度量参数的要求包括乘性度量参数中的可靠性以及加性度量参数中的跳数和时延,其中:
- [0025] 乘性度量参数中的可靠性为实际通信链路的条件;
- [0026] 加性度量参数中的跳数为从源节点到目的节点,数据包要通过的路由节点输出端口的个数;
- [0027] 加性度量参数中的时延为数据包传输的总时延,所述总时延为传播时延、发送时延、排队时延和等待时延的总和;
- [0028] 其中,所述传播时延为源节点到目的节点之间的物理距离除以光速得到;所述发送时延为链路层处理数据时间;所述排队时延为要转发数据之前所有等待转发的数据传输时延之和;所述等待时延为等待链路连通可转发数据的时间。
- [0029] 根据本发明实施例所述的卫星网络约束多路径路由设定方法,其中,所述对网络拓扑进行网络拓扑简化操作具体包括:
- [0030] 分别找出源节点所在的子网络和目的节点所在的子网络;
- [0031] 在计算得出满足约束条件的第一路径后,找出第一路径上除了源节点与目的节点以外的每个中间节点所在的子网络;
- [0032] 判断每个所述中间节点所在的子网络是否与源节点所在的子网络或目的节点所在的子网络相同;若是,则删除所述中间节点以及与所述中间节点相关联的链路;若否,则

删除所述中间节点所在的子网络内的所有节点以及所述中间节点所在的子网络中每个节点相关联的链路。

[0033] 根据本发明实施例所述的卫星网络约束多路径路由设定方法,其中,所述对S3中得到的n条第一路径上的链路信息进行流量分配具体包括:

[0034] 根据路径带宽利用率,分别给n条第一路径按照比例赋权值,得到每条第一路径的均衡权值;

[0035] 根据每条第一路径的均衡权值,对n条第一路径上的链路信息进行流量分配。

[0036] 根据本发明实施例所述的卫星网络约束多路径路由设定方法,其中,所述路径带宽利用率为:

[0037] 对于 $\forall(i, j) \in P_1$, 路径 P_1 的带宽利用率为 $U(P_1) = \max_{(i,j) \in P_1} U_{ij}$,

[0038] 其中,链路带宽利用率 U_{ij} 为:对于 $\forall(i, j) \in E$, 链路 (i, j) 的带宽利用率为 $U_{ij} = [1 - (R_{ij} - b) / C_{ij}] \times 100$, R_{ij} 表示链路的剩余带宽, b 为呼叫请求的带宽数, C_{ij} 为链路的容量。

[0039] 本发明实施例提供一种电子设备,包括存储器、处理器及存储在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程序时实现所述的卫星网络约束多路径路由设定方法的步骤。

[0040] 本发明实施例提供一种非暂态计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现所述的卫星网络约束多路径路由设定方法的步骤。

[0041] 本案实施例通过对网络拓扑进行松弛操作后,根据多约束条件选出满足条件的所有路由路径,从路径中选出成本值最低的路径。根据已选出的路由路径对网络拓扑进行网络拓扑简化操作,使得各条路径之间互不干扰,提高了多条路径的可靠性,使得当某一条路径上的节点失效时,其他路径也能正常进行流量传输。对简化后的网络拓扑进行以上的迭代操作选出多条符合约束条件的第一路径,直到没有满足多约束条件的路径为止,最后根据一定的流量分配比进行流量分配。本案实施例的方法利用筛选迭代,加入了节点是否有效的考虑,对路径进行筛选,分批选出成本值最低的几条路径,构建满足约束条件的多路径传输,相比较于传统的最短多路径路由设定方法,本案实施例提出的设定方法在丢包率、平均时延等方面更优。

附图说明

[0042] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0043] 图1是本发明实施例提供的卫星网络约束多路径路由设定方法的示意图;

[0044] 图2是本发明实施例提供的松弛操作的顶点已收敛的示意图;

[0045] 图3是本发明实施例提供的简化操作的简化之前的网络拓扑的示意图;

[0046] 图4是本发明实施例提供的简化操作的简化之后的网络拓扑的示意图;

[0047] 图5是本发明实施例提供的一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0048] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0049] 图1为本发明实施例提供的卫星网络约束多路径路由设定方法的示意图，如图1所示，包括：

[0050] S1：对初始网络拓扑进行松弛操作；

[0051] S1中，第一次执行S1的初始网络拓扑是在所述S1之前，还包括对网络拓扑进行初始化，并将初始化后的网络拓扑作为第一次执行 S1中的初始网络拓扑，对网络拓扑进行初始化具体包括更新网络拓扑中的节点信息，所述节点信息包括位置信息、链路连接信息。第二次执行S1的初始网络拓扑是经过了执行一次S1至S6之后得到的简化后的网络拓扑，以此类推，第n次执行S1的初始网络拓扑是经过了执行n-1次S1至S6之后得到的简化后的网络拓扑，直到查找失败，路由结束，迭代结束，最终得到n条第一路径。

[0052] 所述对初始网络拓扑进行松弛操作具体包括：若初始网络拓扑中的预设两个节点之间存在第二路径，并且第二路径的距离小于预设两个节点之间的当前距离，则将预设两个节点之间的最短路径长度更新为第二路径的距离。若存在顶点无法再进行松弛操作，则称该顶点已收敛。在图2中，a点到b点的距离原本为5，但由于从a点出发经由c点也能到达b点，但，即新路径的距离小于原始路径距离，因此将 A点到B点之间的距离更新为3，此时图中各点均已收敛。

[0053] S2：计算出满足多约束条件的所有路径，若路径不存在，则执行 S5；若路径存在，则执行S3；

[0054] S2中，根据贝尔曼_福特路由设定方法计算出满足多约束条件的所有路径，若路径不存在，则查找失败，路由结束。所述多约束条件为根据网络中的状态信息对QoS度量参数的要求，选择出满足多种约束条件的可行路径的一种路由机制，所述QoS度量参数的要求包括加性度量参数、乘性度量参数、凹性度量参数的要求中的至少一种。常用的QoS度量参数包括三类：加性度量参数，如典型的有代价、跳数、时延、抖动和转发跳数等；乘性度量参数，如丢失率，可靠性等；凹性度量参数，常用的是带宽。网络中的一条路径P，假如 $w(e)$ 是路径P上每条链路的加性度量参数，那么路径P的QoS度量参数值为其上各条链路的QoS度量参数的累加值，即：

$$[0055] \quad w(P) = \sum_{e \in P} w(e)$$

[0056] 假如 $w(e)$ 是路径P上每条链路的乘性度量参数，那么路径P的 QoS度量参数值为其上各条链路的QoS度量参数的乘积，即：

$$[0057] \quad w(P) = \prod_{e \in P} w(e)$$

[0058] 假如 $w(e)$ 是路径P上每条链路的凹性度量参数，那么路径P的 QoS度量参数值为其上各条链路的QoS度量参数的最小值，即：

$$[0059] \quad w(P) = \min_{e \in P} w(e)$$

[0060] 经典的多约束路由设定方法如启发式多约束最优路径路由设定方法H_MCOP方法。H_MCOP方法是保证找到满足多种约束条件且花费最小的路径。其综合度量参数如下：

$$[0061] \quad g_{\lambda}(p) = \left(\frac{w_1(p)}{c_1} \right)^{\lambda} + \left(\frac{w_2(p)}{c_2} \right)^{\lambda} + \dots + \left(\frac{w_k(p)}{c_k} \right)^{\lambda}$$

[0062] 其中 $w_k(p)$ 表示路径 p 的第 k 个度量参数, c_k 表示第 k 个约束参数。随着 λ 从1趋向正无穷,该方法找到满足多个约束且花费最小路径的成功率也在提高。

[0063] 假定 $G(V, E)$ 为卫星网络拓扑的基本模型,其中 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 代表的是 n 个交换节点的集合, $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ 代表的是卫星网络拓扑中 n 条链路,替每条链路添加约束参数。在本文中,约束参数包括乘性度量参数中的可靠性,用 $d(e)$ 表示,和加性度量参数中的跳数和时延,用 $w_k(e)$ 表示, $k=1, 2, \dots, K$ 。各参数为:

[0064] 乘性度量参数中的可靠性:实际通信链路的条件;

[0065] 加性度量参数中的跳数:从源节点到目的节点,数据包要通过的路由节点输出端口的个数;

[0066] 加性度量参数中的时延:数据包传输的总时延,所述总时延为传播时延、发送时延、排队时延和等待时延的总和;

[0067] 其中,所述传播时延为源节点到目的节点之间的物理距离除以光速得到;所述发送时延为链路层处理数据时间;所述排队时延为要转发数据之前所有等待转发的数据传输时延之和;所述等待时延为等待链路连通可转发数据的时间。

[0068] 如果卫星网络拓扑中,源节点为 s ,目的节点为 t ,对于 k 个约束参数为 $C(C_1, C_2, \dots, C_k)$,设 $P1, P2$ 为源节点 s 到目的节点 t 的路径, (i, j) 为路径 $P1$ 上的子路径, (a, b) 为路径 $P2$ 上的子路径,则路径 $P1$ 的花费为

$$[0069] \quad \text{cost}(P1) = \sum_{(i,j) \in P1} \text{cost}(i, j),$$

[0070] 所以 $P1$ 路径约束条件为

$$[0071] \quad w_k(P1) = \sum_{(i,j) \in P1} w_k(i, j) \leq C_k, k=1, 2, \dots, K。$$

[0072] 同理得出 $P2$ 路径约束条件为

$$[0073] \quad w_k(P2) = \sum_{(i,j) \in P2} w_k(a, b) \leq C_k, k=1, 2, \dots, K。$$

[0074] 最后根据 $P1$ 和 $P2$ 的整体可靠性度量参数来再次筛选路径。

[0075] S3:在 $S2$ 中的满足多约束条件的所有路径中找到成本值最低的一条链路,设定为第一路径,并执行 $S4$;

[0076] S4:对网络拓扑进行网络拓扑简化操作,得到简化后的网络拓扑,执行 $S6$;

[0077] 由于卫星网络拓扑变化,为了降低因为卫星链路发生变化和节点失效引起的路由路径无法正常传输数据的影响,本案实施例设计了网络拓扑简化。网络拓扑简化就是在选出一条路由路径过后,根据该路径对网络拓扑进行删除某些链路或者某些节点,使得简化后的网络拓扑计算出的路由路径与简化前的网络拓扑计算出的路由路径没有公共链路。这也就实现了当某一路由路径上链路发生变化或者节点失效时,不会造成多条路径均无法正常传输数据。所述对网络拓扑进行网络拓扑简化操作具体包括:

[0078] 分别找出源节点所在的子网络和目的节点所在的子网络;

[0079] 在计算得出满足约束条件的第一路径后,找出第一路径上除了源节点与目的节点

以外的每个中间节点所在的子网络；

[0080] 判断每个所述中间节点所在的子网络是否与源节点所在的子网络或目的节点所在的子网络相同；若是，此处的是是指所述中间节点所在的子网络与源节点所在的子网络或目的节点所在的子网络相同，则删除所述中间节点以及与所述中间节点相关联的链路；若否，否是指所述中间节点所在的子网络与源节点所在的子网络不同且与目的节点所在的子网络也不相同，则删除所述中间节点所在的子网络内的所有节点以及所述中间节点所在的子网络中每个节点相关联的链路。举例说明，如果网络拓扑如图3所示，简化后得到的新的网络拓扑如图4所示。

[0081] S5: 查找失败，路由结束，执行S7；

[0082] 路由结束表示S2中没有找到满足多约束条件的路径之后，结束上述迭代过程。

[0083] S6: 将简化后的网络拓扑作为初始网络拓扑，返回S1；

[0084] 每一轮迭代得到的简化后的网络拓扑作为下一轮迭代的初始网络拓扑。

[0085] S7: 对S3中得到的n条第一路径上的链路信息进行流量分配，其中，n为自然数。

[0086] 为了避免拥塞产生，实现流量均衡，在进行多路径路由传输数据时，需要根据路径上的链路信息进行流量分配。

[0087] 所述对S3中得到的n条第一路径上的链路信息进行流量分配具体包括：

[0088] 根据路径带宽利用率，分别给n条第一路径按照比例赋权值，得到每条第一路径的均衡权值；

[0089] 根据每条第一路径的均衡权值，对n条第一路径上的链路信息进行流量分配。

[0090] 所述路径带宽利用率为：

[0091] 对于 $\forall(i, j) \in P_1$ ，路径 P_1 的带宽利用率为 $U(P_1) = \max_{(i,j) \in P_1} U_{ij}$ ，

[0092] 其中，链路带宽利用率 U_{ij} 为：对于 $\forall(i, j) \in E$ ，链路 (i, j) 的带宽利用率为 $U_{ij} = [1 - (R_{ij} - b) / C_{ij}] \times 100$ ， R_{ij} 表示链路的剩余带宽， b 为呼叫请求的带宽数， C_{ij} 为链路的容量。链路带宽利用率反映了某条链路上的带宽使用情况，通常也反映该链路的负载情况。路径带宽利用率在这里由该路径上负载最重的链路的带宽利用率来表示。

[0093] 本发明实施例为了能更好的均衡流量，根据路径带宽利用率，给路径按照比例赋权值，将该权值成为路径均衡权值，记为 W 。 W 越小说明该路径负载较轻，反之则说明该链路负载较重。最后根据 W 来进行流量分配。

[0094] 本案实施例设计了一种约束下多路径路由设定方法，通过对网络拓扑进行松弛操作后，根据多约束条件选出满足条件的所有路由路径，从路径中选出成本值最低的路径。根据已选出的路由路径对网络拓扑进行网络拓扑简化操作，使得各条路径之间互不干扰，提高了多条路径的可靠性，使得当某一条路径上的节点失效时，其他路径也能正常进行流量传输。对简化后的网络拓扑进行以上的迭代操作选出多条符合约束条件的第一路径，直到没有满足多约束条件的路径为止，最后根据一定的流量分配比进行流量分配。本案实施例的方法利用筛选迭代，加入了节点是否有效的考虑，对路径进行筛选，分批选出成本值最低的几条路径，构建满足约束条件的多路径传输，相比较于传统的最短多路径路由设定方法，本案实施例提出的设定方法在丢包率、平均时延等方面更优，并且，对于网络拓扑越复杂的情形，使用本案实施例的方法效果越好。

[0095] 图5示例了一种电子设备的实体结构示意图,该电子设备可以包括:处理器(processor)510、通信接口(Communications Interface)520、存储器(memory)530和通信总线540,其中,处理器510,通信接口520,存储器530通过通信总线540完成相互间的通信。处理器510可以调用存储器530中的逻辑指令,以执行一种卫星网络约束多路径路由设定方法,该方法包括:

[0096] S1:对初始网络拓扑进行松弛操作;

[0097] S2:计算出满足多约束条件的所有路径,若路径不存在,则执行S5;若路径存在,则执行S3;

[0098] S3:在S2中的满足多约束条件的所有路径中找到成本值最低的一条链路,设定为第一路径,并执行S4;

[0099] S4:对网络拓扑进行网络拓扑简化操作,得到简化后的网络拓扑,执行S6;

[0100] S5:查找失败,路由结束,执行S7;

[0101] S6:将简化后的网络拓扑作为初始网络拓扑,返回S1;

[0102] S7:对S3中得到的n条第一路径上的链路信息进行流量分配,其中,n为自然数。

[0103] 此外,上述的存储器530中的逻辑指令可以通过软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0104] 另一方面,本发明实施例还提供一种计算机程序产品,所述计算机程序产品包括存储在非暂态计算机可读存储介质上的计算机程序,所述计算机程序包括程序指令,当所述程序指令被计算机执行时,计算机能够执行一种卫星网络约束多路径路由设定方法,该方法包括:

[0105] S1:对初始网络拓扑进行松弛操作;

[0106] S2:计算出满足多约束条件的所有路径,若路径不存在,则执行S5;若路径存在,则执行S3;

[0107] S3:在S2中的满足多约束条件的所有路径中找到成本值最低的一条链路,设定为第一路径,并执行S4;

[0108] S4:对网络拓扑进行网络拓扑简化操作,得到简化后的网络拓扑,执行S6;

[0109] S5:查找失败,路由结束,执行S7;

[0110] S6:将简化后的网络拓扑作为初始网络拓扑,返回S1;

[0111] S7:对S3中得到的n条第一路径上的链路信息进行流量分配,其中,n为自然数。

[0112] 又一方面,本发明实施例还提供一种非暂态计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现以执行一种卫星网络约束多路径路由设定方法,该方法包括:

[0113] S1:对初始网络拓扑进行松弛操作;

[0114] S2:计算出满足多约束条件的所有路径,若路径不存在,则执行 S5;若路径存在,则执行S3;

[0115] S3:在S2中的满足多约束条件的所有路径中找到成本值最低的一条链路,设定为第一路径,并执行S4;

[0116] S4:对网络拓扑进行网络拓扑简化操作,得到简化后的网络拓扑,执行S6;

[0117] S5:查找失败,路由结束,执行S7;

[0118] S6:将简化后的网络拓扑作为初始网络拓扑,返回S1;

[0119] S7:对S3中得到的n条第一路径上的链路信息进行流量分配,其中,n为自然数。

[0120] 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性的劳动的情况下,即可以理解并实施。

[0121] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到各实施方式可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现,当然也可以通过硬件。基于这样的理解,上述技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品可以存储在计算机可读存储介质中,如ROM/RAM、磁碟、光盘等,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。

[0122] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

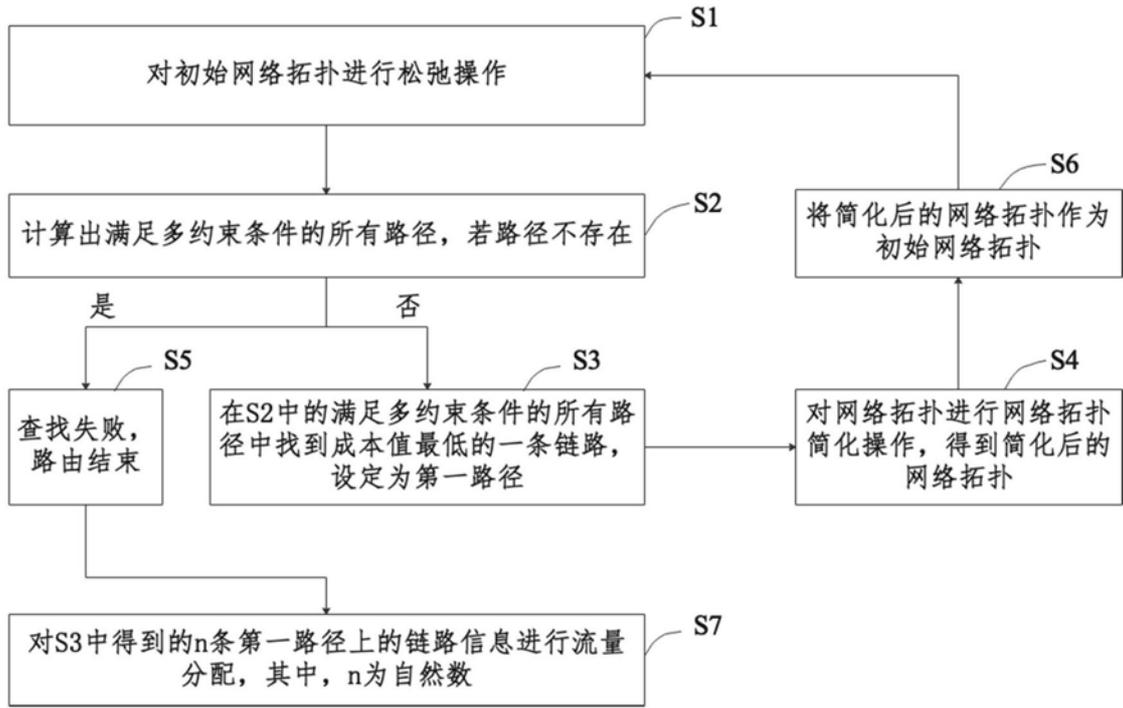


图1

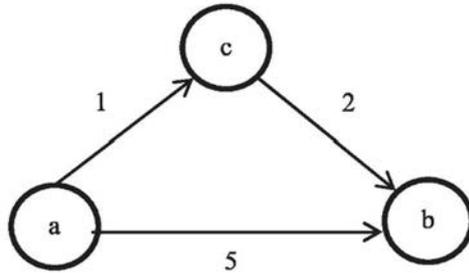


图2

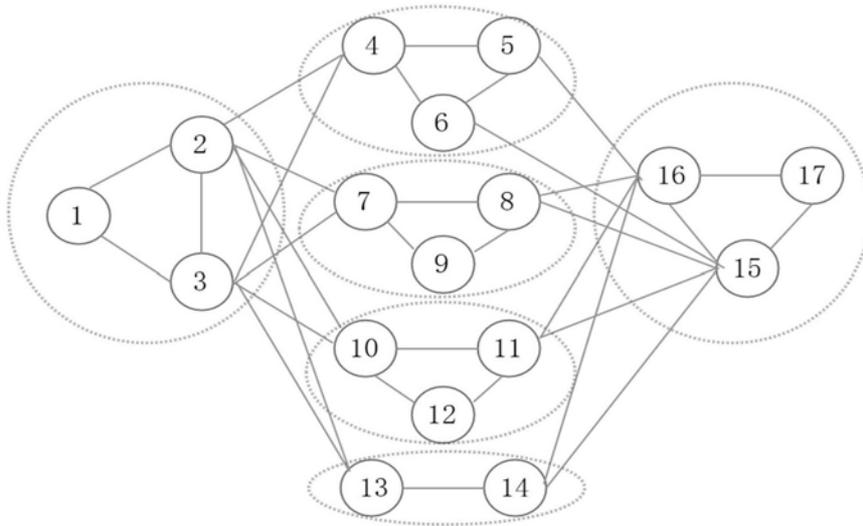


图3

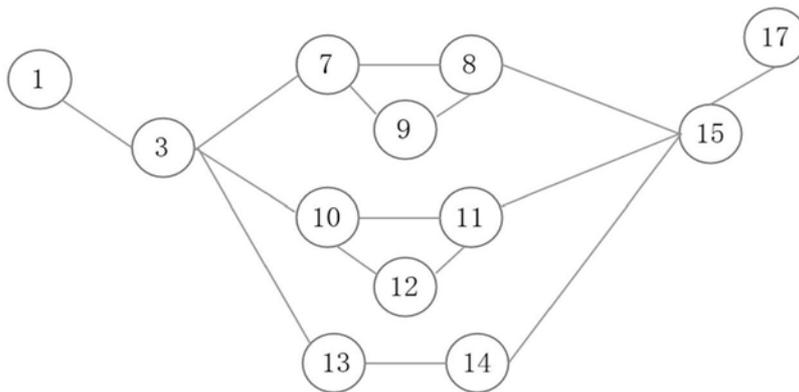


图4

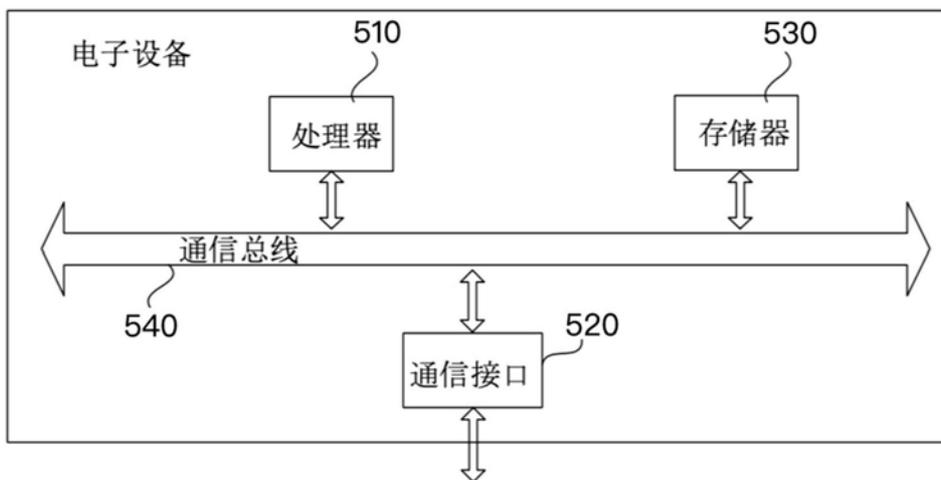


图5