

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04L 12/56 (2006.01)

H04L 12/24 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510074423.9

[45] 授权公告日 2009 年 7 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 100512209C

[22] 申请日 2005.5.24

[21] 申请号 200510074423.9

[73] 专利权人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

[72] 发明人 张仁海

[56] 参考文献

CN1296687A 2001.5.23

WO2004/111847A1 2004.12.23

CN1466296A 2004.1.7

WO03/044665A1 2003.5.30

审查员 孙方涛

[74] 专利代理机构 北京凯特来知识产权代理有限公司

代理人 郑立明

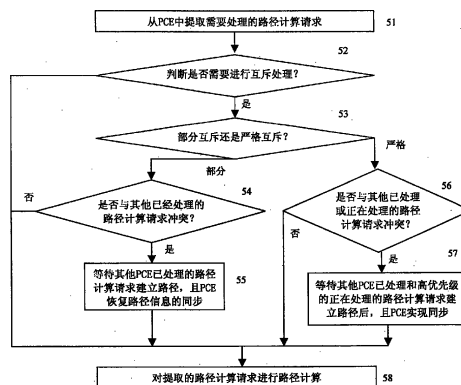
权利要求书 4 页 说明书 13 页 附图 3 页

[54] 发明名称

分布式路径计算中解决资源冲突的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种分布式路径计算中解决资源冲突的方法。该方法主要包括：首先，在分布式路径计算网络节点中，建立本网络域内的实时更新的全局路径计算请求信息；之后，根据所述的全局路径计算请求信息对无资源冲突的路径计算请求进行路径计算处理。因此，本发明有效的防止了在分布式路径计算过程中，基于路径计算结果建立路径过程中可能出现的资源冲突问题。本发明能够有效提高 PCE 处理计算任务的正确性，避免了由于路径计算错误而导致 PCC 需要针对一次路径的建立多次发送路径计算请求，减少了协议交互的次数，提高协议的运行效率。



1、一种分布式路径计算中解决资源冲突的方法，其特征在于，包括：

A、向本网络域内所有的分布式路径计算网络节点发送路径计算请求信息，所述路径计算网络节点通过将接收到的所述路径计算请求信息保存在全局路径计算请求列表中来建立本网络域内的全局路径计算请求信息；

B、根据所述的全局路径计算请求信息，判断需要进行路径计算处理的路径计算请求是否与其它路径计算网络节点上的路径计算请求信息发生资源冲突，若发生资源冲突则等待所述其它路径计算网络节点上的路径计算请求处理完成后对路径计算请求进行路径计算处理，若未发生资源冲突则对无资源冲突的路径计算请求进行路径计算处理。

2、根据权利要求1所述的分布式路径计算中解决资源冲突的方法，其特征在于，所述的全局路径计算请求信息保存于所述全局路径计算请求列表中，且所述的全局路径计算请求列表包括：

本地计算列表：用于保存需要在本地进行路径计算处理的路径计算请求信息；

远端计算列表：包括至少一个列表，每个列表用于保存网络域内的一个远端路径计算网络节点需要进行路径计算处理的路径计算请求信息。

3、根据权利要求2所述的分布式路径计算中解决资源冲突的方法，其特征在于，所述的列表中的路径计算请求的状态包括：

正在处理状态、已经处理状态和路径建立完成状态，或者，正在处理状态和路径建立完成状态，其中：

当网络节点收到路径计算请求时，将其设置为正在处理状态，当经过路径计算获得路径计算获得路径计算结果时，将其设置为已经处理状态，当根据路径计算结果的路径建立过程结束，则将其设置路径建立完成状态。

4、根据权利要求3所述的分布式路径计算中解决资源冲突的方法，其特征在于，该方法还包括：

当路径计算请求变为路径建立完成状态时，将其从列表中删除。

5、根据权利要求2所述的分布式路径计算中解决资源冲突的方法，其特

征在于，所述的步骤A包括：

A1、当客户端实体需要建立路径时，客户端实体选择确定一个路径计算网络节点，并向所述的网络节点发送路径计算请求，所述网络节点接收并保存所述路径计算请求信息。

6、根据权利要求5所述的分布式路径计算中解决资源冲突的方法，其特征在于，所述的步骤A1具体包括：

A11、当客户端实体需要建立路径时，客户端实体选择确定一个路径计算网络节点；

A12、客户端实体向自治系统中所有的路径计算网络节点发送路径计算请求消息，消息中携带着选择确定的路径计算网络节点的标识信息；

A13、各个路径计算网络节点接收所述路径计算请求后，根据所述的路径计算网络节点的标识信息将其保存于相应的远端计算列表中。

7、根据权利要求5所述的分布式路径计算中解决资源冲突的方法，其特征在于，所述的步骤A包括：

在网络域中的路径计算网络节点上，根据路径计算请求的优先级信息依次将其保存于本地计算列表或远端计算列表中。

8、根据权利要求1至7任一项所述的分布式路径计算中解决资源冲突的方法，其特征在于，所述的步骤B包括：

B1、提取需要进行路径计算处理的路径计算请求；

B2、获取路径计算网络节点保存的其他节点的路径计算请求信息，判断该路径计算请求信息是否与其他路径计算网络节点上路径计算请求信息发生资源冲突，如果是，则执行步骤B3，否则，执行步骤B4；

B3、等待所述其他路径计算网络节点上的路径计算请求处理完成，且路径计算网络节点基于相应计算结果实现路径信息同步后，执行步骤B4；

B4、在该路径计算网络节点中进行路径计算请求的路径计算。

9、根据权利要求8所述的分布式路径计算中解决资源冲突的方法，其特征在于，所述的步骤B2包括：

判断网络域中待处理的路径计算请求及与所述其他路径计算请求是否将对某一资源同时进行占用而该资源无法同时满足需要，如果是，则确定产生资源冲突，否则，确定未产生资源冲突。

10、根据权利要求8所述的分布式路径计算中解决资源冲突的方法，其特征在于，所述的步骤B2具体包括：

B21、路径计算网络节点判断该路径计算请求信息是否与远端计算列表中的已经处理状态的路径计算请求信息发生资源冲突；

或者，

B22、路径计算网络节点判断该路径计算请求信息是否与远端计算列表中的正在处理状态和已经处理状态的路径计算请求信息发生资源冲突。

11、根据权利要求10所述的分布式路径计算中解决资源冲突的方法，其特征在于，所述的步骤B3包括：

当与该路径计算请求发生资源冲突的路径计算请求变为路径建立完成状态时，则执行步骤B4。

12、根据权利要求11所述的分布式路径计算中解决资源冲突的方法，其特征在于，所述的步骤B3包括：

当确定该路径计算请求与正在处理状态的路径计算请求发生资源冲突时，则当优先级高于该路径计算请求的所述的正在处理状态的路径计算请求变为路径建立完成状态时，执行步骤B4。

13、根据权利要求1至7任一项所述的分布式路径计算中解决资源冲突的方法，其特征在于，该方法还包括：

当路径计算网络节点将路径计算结果返回给客户端实体时，同时还将所述路径计算结果发送给网络域内的其他各个路径计算网络节点；

各个路径计算网络节点根据接收到的路径计算结果信息更新其保存的全局路径计算请求列表信息。

14、根据权利要求1至7任一项所述的分布式路径计算中解决资源冲突的方法，该方法还包括：

路径计算网络节点将路径计算结果返回给相应的客户端实体，并由客户端实体根据返回的路径计算结果进行路径的建立；

当路径创建成功时，客户端实体将建立的路径信息发布给网络域中的所有路径计算网络节点，所述路径计算网络节点根据接收的路径信息更新其保存的全局路径计算信息中的路径信息和路径计算请求信息。

分布式路径计算中解决资源冲突的方法

技术领域

本发明涉及网络通信技术领域，尤其涉及一种分布式路径计算中解决资源冲突的方法。

背景技术

流量工程关注网络整体性能的优化，其主要目标是方便地提供高效的、可靠的网络服务，优化网络资源的使用，优化网络流量。具体可以分为两个层面：一是面向流量的，即关注如何提高网络的服务质量；二是面向资源的，即关注如何优化网络资源的使用，最主要是带宽资源的有效利用。随着部署范围的扩大，GMPLS（通用的多协议标签交换）技术的发展，域间流量工程将会跨越不同的运营商，涵盖GMPLS网络。

约束路径计算，如CSPF（基于约束的最短路径优先）计算，是MPLS（多协议标签交换）和GMPLS流量工程的重要组成部分。对于多自治系统间的路径计算将非常复杂，需要不同自治系统的计算实体相互协作，共同完成。基于PCE（路径计算网络节点）模型的路径计算方法可以应用于域间流量工程，该计算方法并不影响计算出来的路径的使用，如LSP（标签交换路径）的建立，维护和拆除，只是针对于这样的LSP路径的计算。

在基于PCE模型的路径计算方法中，当ingress LSR（入口标签交换路由器）等PCC（向PCE发起路径计算请求的客户端实体）希望建立LSP路径时，首先发送请求信息给PCE，请求信息中会含有路径的目的地和各种约束条件等基本信息。PCE收到所述请求后，会根据与网络同步的拓扑，TED

(流量工作数据库)等信息计算出满足该请求中的约束条件的路径,并将所述路径通过响应报文返回给PCC,作为PCC建立LSP的ERO(显式路径对象)参数。所述的计算出的路径可以含有精确节点(一个路由器)和松散节点(一个网段,一个区域,一个自治系统)。

在基于PCE模型的路径计算方法中,每个PCE负责的计算范围通常是一个自治系统,所述的自治系统具体为IGP(内部网关协议)扩散TED(流量工作数据库)信息的范围。

在PCE模型中,需要两个基本协议:PCE发现协议,负责PCC发现PCE的存在和计算能力,在PCC有计算请求时,根据该协议得到的信息,选择合适的PCE发送计算请求进行计算;PCE通信协议,主要负责PCC和PCE之间传送计算请求和响应信息,PCC在发送计算请求时,包含各种约束条件,当某一PCE接收到路径计算请求是由本地处理,则由其进行相应的路径计算处理。

目前,对于PCE通信协议提供了相应的总体需求,但是,并没有对需要中涉及的一些具体面临的问题提出相应的解决方法,同时也没有对需要中提出的可能遇到的问题给予解决的办法。

发明内容

鉴于上述现有技术所存在的问题,本发明的目的是提供一种分布式路径计算中解决资源冲突的方法,从而保证了分布式PCE在进行路径计算过程中可以充分考虑并避免可能出现的路径建立过程中的资源冲突问题,提高了网络中路径建立的效率。

本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

本发明提供了一种分布式路径计算中解决资源冲突的方法,包括:

A、向本网络域内所有的分布式路径计算网络节点发送路径计算请求信息,所述路径计算网络节点通过将接收到的所述路径计算请求信息保存在全局路径计算请求列表中来建立本网络域内的全局路径计算请求信息;

B、根据所述的全局路径计算请求信息，判断需要进行路径计算处理的路径计算请求是否与其它路径计算网络节点上的路径计算请求信息发生资源冲突，若发生资源冲突则等待所述其它路径计算网络节点上的路径计算请求处理完成后对路径计算请求进行路径计算处理，若未发生资源冲突则对路径计算请求进行路径计算处理。

所述的全局路径计算请求信息保存于所述全局路径计算请求列表中，且所述的全局路径计算请求列表包括：

本地计算列表：用于保存需要在本地进行路径计算处理的路径计算请求信息；

远端计算列表：包括至少一个列表，每个列表用于保存网络域内的一个远端路径计算网络节点需要进行路径计算处理的路径计算请求信息。

所述的列表中的路径计算请求的状态包括：

正在处理状态、已经处理状态和路径建立完成状态，或者，正在处理状态和路径建立完成状态，其中：

当网络节点收到路径计算请求时，将其设置为正在处理状态，当经过路径计算获得路径计算获得路径计算结果时，将其设置为已经处理状态，当根据路径计算结果的路径建立过程结束，则将其设置路径建立完成状态。

所述的分布式路径计算中解决资源冲突的方法还包括：

当路径计算请求变为路径建立完成状态时，将其从列表中删除。

所述的步骤A包括：

A1、当客户端实体需要建立路径时，客户端实体选择确定一个路径计算网络节点，并向所述的网络节点发送路径计算请求，所述网络节点接收并保存所述路径计算请求信息。

所述的步骤A1具体包括：

A11、当客户端实体需要建立路径时，客户端实体选择确定一个路径计算网络节点；

A12、客户端实体向自治系统中所有的路径计算网络节点发送路径计算

请求消息，消息中携带着选择确定的路径计算网络节点的标识信息；

A13、各个路径计算网络节点接收所述路径计算请求后，根据所述的路径计算网络节点的标识信息将其保存于相应的远端计算列表中。

所述的步骤A包括：

在网络域中的路径计算网络节点上，根据路径计算请求的优先级信息依次将其保存于本地计算列表或远端计算列表中。

所述的步骤B包括：

B1、提取需要进行路径计算处理的路径计算请求；

B2、获取路径计算网络节点保存的其他节点的路径计算请求信息，判断该路径计算请求信息是否与其他路径计算网络节点上路径计算请求信息发生资源冲突，如果是，则执行步骤B3，否则，执行步骤B4；

B3、等待所述其他路径计算网络节点上的路径计算请求处理完成，且路径计算网络节点基于相应计算结果实现路径信息同步后，执行步骤B4；

B4、在该路径计算网络节点中进行路径计算请求的路径计算。

所述的步骤B2包括：

判断网络域中待处理的路径计算请求及与所述其他路径计算请求是否将对某一资源同时进行占用而该资源无法同时满足需要，如果是，则确定产生资源冲突，否则，确定未产生资源冲突。

所述的步骤B2具体包括：

B21、路径计算网络节点判断该路径计算请求信息是否与远端计算列表中的已经处理状态的路径计算请求信息发生资源冲突；

或者，

B22、路径计算网络节点判断该路径计算请求信息是否与远端计算列表中的正在处理状态和已经处理状态的路径计算请求信息发生资源冲突。

所述的步骤B3包括：

当与该路径计算请求发生资源冲突的路径计算请求变为路径建立完成状态时，则执行步骤B4。

所述的步骤B3包括：

当确定该路径计算请求与正在处理状态的路径计算请求发生资源冲突时，则当优先级高于该路径计算请求的所述的正在处理状态的路径计算请求变为路径建立完成状态时，执行步骤B4。

所述的分布式路径计算中解决资源冲突的方法还包括：

当路径计算网络节点将路径计算结果返回给客户端实体时，同时还将所述路径计算结果发送给网络域内的其他各个路径计算网络节点；

各个路径计算网络节点根据接收到的路径计算结果信息更新其保存的全局路径计算请求列表信息。

所述的分布式路径计算中解决资源冲突的方法还包括：

路径计算网络节点将路径计算结果返回给相应的客户端实体，并由客户端实体根据返回的路径计算结果进行路径的建立；

当路径创建成功时，客户端实体将建立的路径信息发布给网络域中的所有路径计算网络节点，所述路径计算网络节点根据接收的路径信息更新其保存的全局路径计算信息中的路径信息和路径计算请求信息。

由上述本发明提供的技术方案可以看出，本发明有效的防止了在分布式路径计算过程中，基于路径计算结果建立路径过程中可能出现的资源冲突问题。因此，本发明有效提高了PCE处理计算任务的正确性，避免了由于路径计算错误而导致PCC需要针对一次路径的建立多次发送路径计算请求，减少了协议交互的次数，提高协议的运行效率。

附图说明

图1为PCE模式组网结构示意图；

图2为全局路径计算请求列表的维护处理流程图；

图3为全局路径计算请求列表的结构示意图；

图4为本发明中防止资源冲突的处理流程图；

图5为本发明所述方法的流程图。

具体实施方式

本发明的核心是网络域内，每个负责完成路径计算的路径计算网络实体上保存了当前域内所有的路径计算请求信息，从而可以有效的避免分布式计算可能会遇到的资源冲突问题，在确保针对不同的路径计算请求的处理结果不会产生资源冲突。

下面将以在流量工程网络域，即PCE的自治系统域中实现本发明为例，对本发明的实现进行说明。

本发明中所述的PCE可以实现于路由器中，或者实现于一台指定的服务器中，用于实现自治系统内部的路径计算。

在一个自治系统内部，相应的路径计算可以由一个或者多个PCE实现。当自治系统内部只有一个PCE时，所有自治系统内部的计算请求都将发送给这个PCE，称为集中式的路径计算方法。如图1所示，当自治系统中有多个PCE存在时，所有的自治系统内部的计算请求可以被分布到不同的PCE上实现，从而实现路径计算的负载分担，以减少计算请求由于PCE阻塞导致失败的可能，称为分布式的路径计算方法。

在分布式路径计算方法中，PCC在发出路径计算请求前，需要知道每个PCE具备的计算能力，如具备哪些QOS（服务质量）计算的能力，是否可以计算保护链路和计算负载分担的路径，TED（流量工程数据库）同步能力和速度等，以便于其从中选出一个适合的PCE，并发送其计算请求。对于这些要求，在本发明之前的一些技术已经可以满足。

因此，本发明主要关注的是在满足上述要求的条件下，PCE侧如何实现

更为合理的路径计算，以及快速地获得更为准确的计算结果。为此，本发明需要解决在路径计算过程中可能出现的资源冲突问题。

在分布式PCE网络中，多个PCE可能同时处理不同的路径计算请求，例如，某一链路失效后重新恢复，可能引起多个ingress LSR（入口标签交换路由器）同时向不同的PCE发布计算请求，导致多个PCE在计算路径时同时对某一资源使用和分配，并由此导致某些LSP（标签交换路径）在建立时的失败，从而再次向PCE申请计算，降低了PCE通信协议的效率。

为对本发明有进一步的理解，下面将结合附图对本发明所述的方法的具体实现方式进行详细的说明。

为解决PCE路径计算过程中的资源冲突及负载分担问题，本发明中需要在各个PCE上建立维护相应全局路径计算请求列表，用于记录网络域内的所有路径计算请求信息。下面将对本发明所述的方法中涉及的全局路径计算请求列表的具体维护实现方式及其应用进行详细说明。

全局路径计算请求列表的维护处理过程如图2所示，具体包括：

在PCE中建立并维护着全局路径计算请求列表，用于保存自治系统内的所有PCE需要处理的路径计算请求信息，根据该路径计算请求信息，PCE可以准确地完成相应路径计算；

如图3所示，所述的全局路径计算请求列表GCT具体为在每个PCE上维护着当前全网中的路径计算请求的一张总表，全局路径计算请求列表GCT（Global Computing Table），并按照计算请求所属的PCE保留每个PCE当前正在处理和将要处理的计算请求信息。

以下举例具体说明在PCE上如何维护全局路径计算请求列表：

如图1所示，图中虚线内为一个自治系统，其中有三台路由器：RTA，RTB，RTC，按照PCE发现协议，每台路由器都知道自治系统内部有两个PCE：PCE1，PCE2；

如图2所示，具体的全局路径计算请求列表的更新处理过程包括：

步骤21：当三台路由器有路径计算请求时，则根据每个路径计算请求的约束条件和PCE处理计算的能力，选择其中一个确定的PCE；

步骤22：路由器向自治系统内的所有PCE发送路径计算请求信息，请求信息中携带着确定的PCE的标识信息；

具体为：向确定的PCE发送路径计算请求的同时，还将该路径计算请求信息发布给自治系统内的其它PCE，如当RTA向PCE1发送路径计算请求时，同时，还需要将该路径计算请求信息发送给PCE2；

在所述的路径计算请求信息中需要包含处理该请求的PCE的标识信息，例如，相应的PCE的IP地址信息等，该IP信息段不是作为报文的目的地址，而是作为将要处理这个请求的PCE标识；当然，也可以采用其他标识信息作为区分不同PCE的标识信息；

步骤23：通过每个PCC向所有PCE发布请求信息，所有的PCE都将收到自治系统内所有路径计算请求信息；

步骤24：各个PCE根据路径计算请求信息中的PCE标识，将所述的路径计算请求加入到全局路径计算请求列表中相应的PCE需要处理的路径计算请求队列中；

具体为各个PCE需要根据PCE标识判断自己是否需要处理该路径计算请求，并对需要自己进行处理的路径计算请求进行相应的路径计算处理，同时，还根据PCE标识按照优先次序，将各个路径计算请求信息加入相应的队列，这样自治系统内所有的PCE将有一个同样的全局路径计算请求列表；

以PCE1为例，其全局路径计算请求列表如图3所示，在图3中local_computing_table（本地计算列表）记录了当前PCE（即PCE1）本地负责处理的计算列表，其中有三个计算请求，分别来自RTA，RTC，RTB，排列次序按照每个请求的优先级，并不代表接收请求的时间次序；PCE将顺序

的从列表中提取路径计算请求并进行路径计算处理；在图3中，Remote_computing_table（远端计算列表）用于记录自治系统内的其他所有PCE（即远端PCE）的路径计算请求信息，其中，PCE2_computing_table（PCE2计算列表）记录了PCE2当前的路径计算请求，如果自治系统中还有PCE3，则还将有PCE3_computing_table（PCE3计算列表），依次类推，这样每一个PCE均可以知道其他PCE正在处理的路径计算请求，反之亦然；

步骤25：PCE对相应的路径计算请求进行路径计算处理后，除了需要将结果返回给PCC外，还需要将计算结果发送给域内的其他PCE；

步骤26：PCE根据收到的其他PCE的路径计算结果更新其保存的其他PCE的路径计算请求列表中各个路径计算请求的状态信息；

也就是说，在全局路径计算请求列表中各个PCE下的路径计算请求分别设置有相应的状态，如图4所示，所述的状态包括：路径计算请求正在处理或将要处理的Computing状态和已经被处理的Computed状态；或者，也可以仅设置正处理或将要处理的Computing状态；

其中：Computing状态是指：请求正在处理或将要处理，当PCE接收到PCC发送的计算请求，放入全局路径计算请求列表中时，设置为该状态；Computed状态是指：计算请求被处理，并得到计算结果，而且PCE已经向PCC发回响应信息，同时还将该结果通告给其他PCE，其他的PCE根据收到的该消息更新计算请求状态，此时 的路径计算请求则由Computing变为Computed状态；

设置相应状态的目的是为了在进行资源冲突时检查应用，即当需要进行路径计算时，首先需要检查一下是否与其他处于Computing状态的路径计算请求产生资源冲突，以避免资源冲突的出现；

同时，仍如图4所示，针对全局路径计算请求列表中的各个PCE下的路径计算请求还可以设置一个路径建立过程结束Done的状态，当PCC根据PCE

返回的路径计算结果建立了相应的路径或建立过程失败后，则向PCE返回相应的消息，PCE收到相应的消息则将相应的路径计算请求设置为该Done状态，并将其从全局路径计算请求列表中删除；

在自治系统中所有的PCE的计算列表合起来构成了全局路径计算请求列表，由于PCE通信协议是基于可靠传输的，该全局路径计算请求列表在所有的PCE上都是一致的。如果自治系统内当前没有任何路径计算请求，则该表记录为空。

上述步骤25和步骤26也可以采用以下处理过程实现：

PCE对相应的路径计算请求进行路径计算处理后，将结果返回给PCC，PCC通过RSVP-TE（资源预留协议-流量工程）等信令，将PCE的计算结果作为ERO（显式路径对象）参数，向下游发起建立LSP（标签交换路径）的信令；当LSP建立成功，PCC通过返回消息中的RRO（路径记录对象）参数，将已经建立的LSP信息发布给所有PCE，以使所有的PCE更新其维护的LSP状态信息，保持网络状态同步，同时更新全局路径计算请求列表中的路径计算请求信息的状态，对于负责处理这个计算请求的PCE，在计算结束时，相应的路径计算请求可以立即在local_computing_table中被删除，对于其他PCE，该路径计算请求存在remote_computing_table表中，当收到该消息，则从相应队列中删除该路径计算请求信息。

建立并维护了上述全局路径计算请求列表后，本发明中，可以利用该表解决路径计算过程中可能出现的资源冲突问题，具体的解决办法如图5所示，具体包括以下步骤：

步骤51：PCE从本地计算列表，即本地PCE路径计算请求队列中，提取需要进行处理的路径计算请求信息；

步骤52：判断该路径计算请求信息的对应的路径计算方式，并选择执行相应的处理过程；

具体为，将路径计算方式分为三种：直接计算方式、部分互斥计算方式和严格互斥计算方式；在PCE上当需要对某一路径计算请求进行路径计算时，则需要根据该路径计算请求对应的计算方式选择相应的计算处理过程，从而实现根据需要解决路径计算过程中可能出现的资源冲突问题；

针对各个路径计算请求需要采用的路径计算方式可以由PCC确定，并在其向PCE发送路径计算请求时携带路径计算方式信息，即每个PCC在发送路径计算请求给PCE之前，需要确定PCE处理该请求的路径计算方式，告知PCE在处理本次计算请求时是否需要为解决资源冲突进行互斥处理；

因此，在该步骤中，需要判断是否进行互斥处理，如果不采用互斥处理，即采用直接计算方式，则执行步骤58，否则，即采用部分互斥计算方式或者采用严格互斥计算方式，则执行步骤53；

步骤53：判断是采用部分互斥计算方式还是采用严格互斥计算方式，如果采用部分互斥计算方式，则执行步骤54，如果采用严格互斥计算方式，则执行步骤56；

步骤54：遍历其他PCE的路径计算请求队列，根据其他PCE的已经处理的路径计算请求信息，即根据处于Computed状态的路径计算请求，判断本次将要进行的计算是否与其他PCE的路径计算请求产生资源冲突，具体可以根据路径计算请求的资源类型信息和可能的路径信息判断是否产生资源冲突，如果可能产生资源冲突，则执行步骤55，否则，即判断不存在资源冲突，则直接执行步骤58，而无需等待其他PCE计算任务的完成；

也就是说，在PCE处理路径计算请求时，根据请求中的目的地址，限制的路径，申请资源的类型等信息，对GCT中的所有处于Computed状态的计算请求进行比较，如果判断发生资源冲突，则执行步骤55，否则，直接执行步骤58；

步骤55：该路径计算请求将被延时处理，具体为等待处于Computed状

态的计算请求变为Done状态时，执行步骤58，即已经由PCE计算的路径目前正在PCC建立中，需要等待路径建立的结果反馈给PCE，且PCE实现了路径信息的同步后，使得资源冲突的可能性消失时，才会执行步骤58，对该路径计算请求进行处理；

在部分互斥计算中，PCE之间仍可以并行处理计算请求，但本地计算表和远端计算表中的计算有可能产生冲突；

步骤56：判断该路径计算请求是否与其他PCE计算列表中的已经处理的或正在处理的路径计算请求发生资源冲突，如果发生资源冲突，则执行步骤57，否则，直接执行步骤58；

具体是在部分互斥计算处理基础上，考虑各remote_computing_table中的Computing状态的路径计算请求，判断是否与该路径计算请求冲突，如果判断与处于Computing状态的计算请求有冲突，则执行步骤57；

步骤57：等待与该路径计算请求可能发生资源冲突的优先级较高的正在处理的（处于Computing状态的路径计算请求）或已经处理的路径计算请求均在PCC中完成了路径的建立中，且路径建立的结果反馈给PCE，PCE实现了路径信息的同步后，执行步骤58

根据路径计算请求的优先级，确定优先级高于该路径计算请求的正在处理的路径计算请求。例如：如果某个在remote_computing_table表中处于Computing状态的计算请求优先级高于目前local_computing_table表中的计算请求，则本地请求将被延时，等待远端的路径计算请求状态由Computing变为Done时再处理；

在严格互斥计算中，只有资源不会产生冲突的计算请求可以在PCE之间并行处理，有冲突可能的将在PCE之间通过该机制控制顺序处理。

步骤58：对步骤51中提取的路径计算请求进行路径计算，具体的路径计算方式可以与现有技术相同，或者其他适用的计算方式，故不详述。

综上所述，本发明可以实现在分布式PCE进行路径计算时，有效降低因资源冲突导致的路径建立过程失败的可能性，从而提高了路径建立的效率，进而提高了网络通信的效率

以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

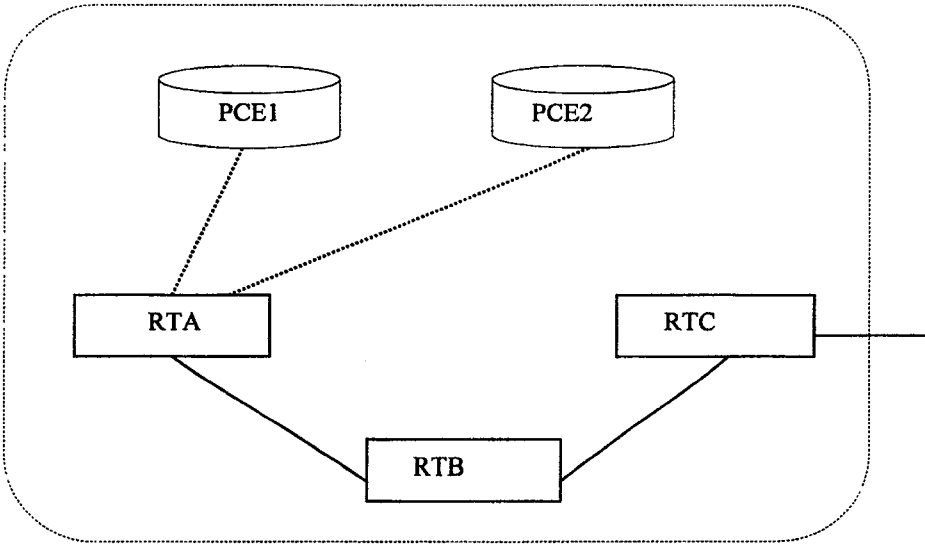


图1

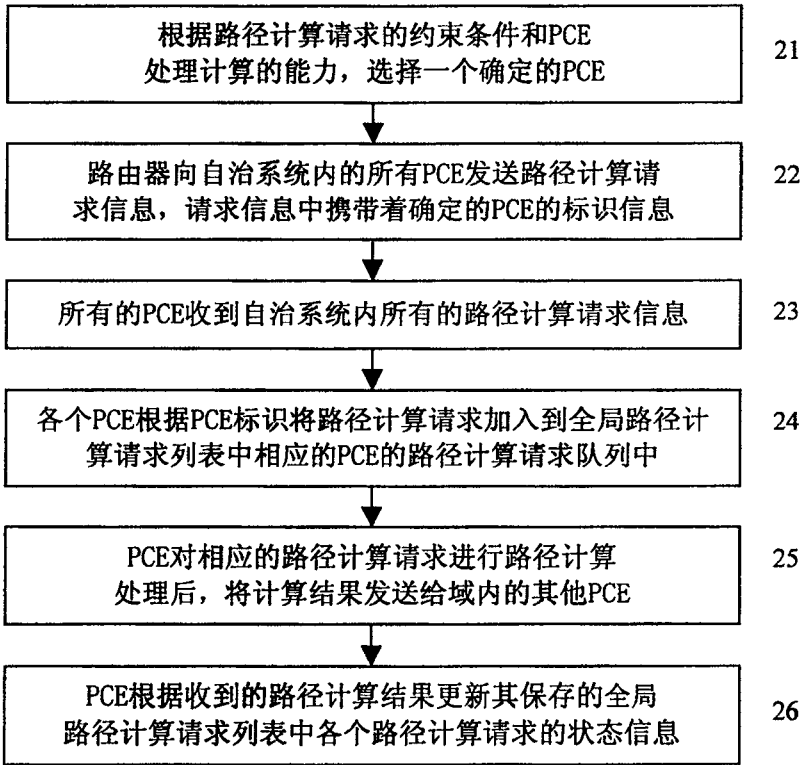


图2

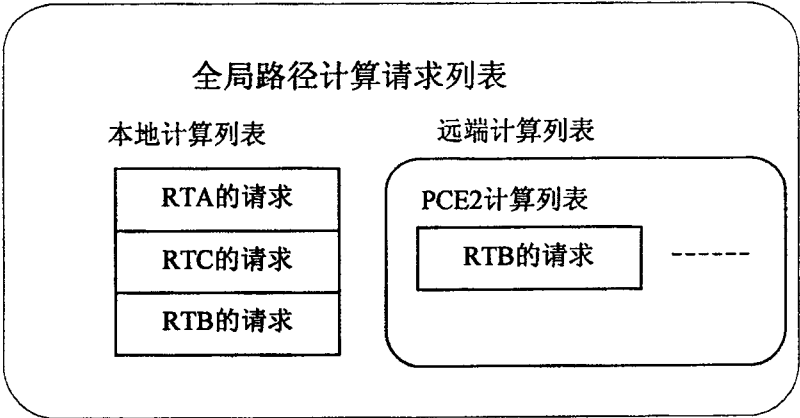


图 3

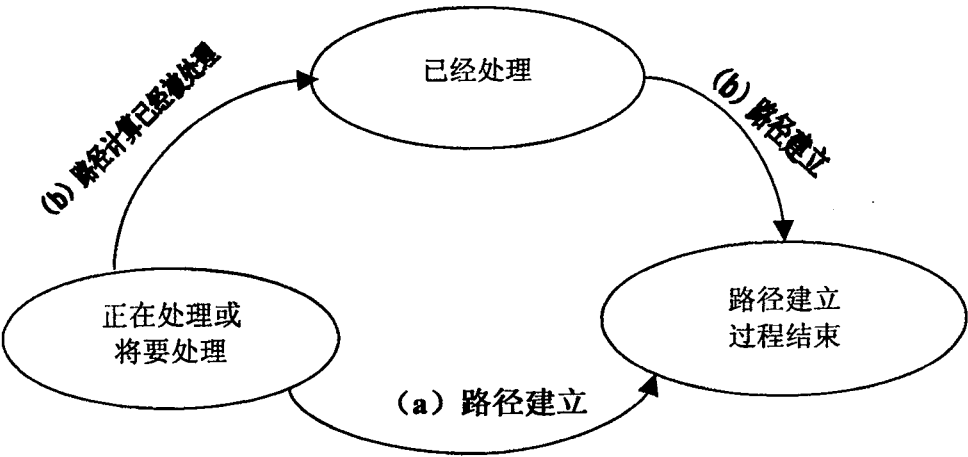


图 4

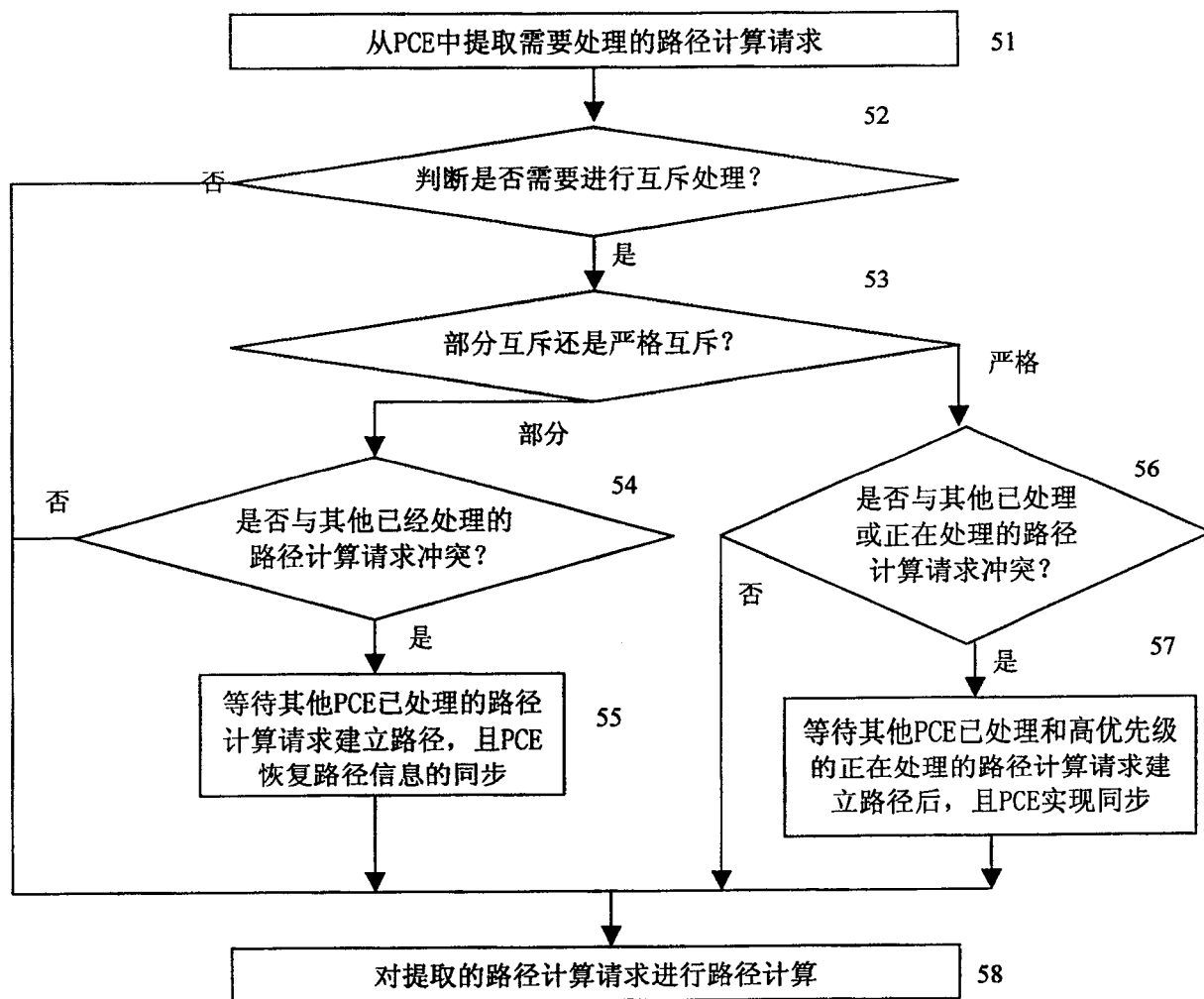


图5