

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04B 10/20 (2006.01)

H04B 10/08 (2006.01)

H04Q 3/52 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03134778.9

[45] 授权公告日 2006年8月30日

[11] 授权公告号 CN 1272924C

[22] 申请日 2003.9.30 [21] 申请号 03134778.9

[71] 专利权人 烽火通信科技股份有限公司
地址 430074 湖北省武汉市洪山区邮科院路88号

[72] 发明人 王志峰 陈晓辉 孙刚

审查员 崔宪丽

[74] 专利代理机构 北京同恒源知识产权代理有限公司
代理人 倪骏

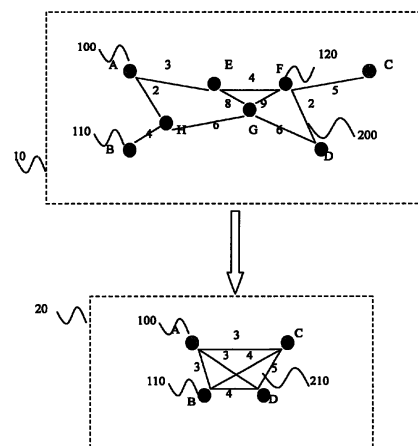
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 2 页

[54] 发明名称

确定光网络层次式路由的抽象拓扑链路属性的方法

[57] 摘要

本发明提供确定自动交换光网络层次路由中抽象拓扑的链路属性的方法，包括步骤：网络配置路由域并确定路由域的边界节点和代言者节点；经过路由协议的“泛洪”过程，路由域内的所有节点均获得该路由域的完整拓扑信息；代言者节点根据边界节点配置信息和本路由域内网络拓扑信息生成本路由域的全连接聚合拓扑，得到聚合拓扑网路和节点之间连接的抽象链路；计算抽象链路的可预留带宽属性；代言者节点将聚合拓扑和抽象链路信息在上一层次的路由域中进行“泛洪”处理。该拓扑聚合和确定抽象链路属性方法能快速有效确定路由域的业务传送能力，每一个节点通过咨询其所属不同层次路由域的代言者节点可了解全网任意一个路由域的业务传送能力。



1、一种对一个路由域进行拓扑聚合和确定抽象链路属性的方法，该方法包括步骤：

网络配置路由域，并确定路由域的边界节点和代言者节点；

经过路由协议的“泛洪”过程，路由域内的所有节点均获得该路由域的完整拓扑信息；

代言者节点根据边界节点配置信息和本路由域内网络拓扑信息，生成本路由域的全连接聚合拓扑，得到聚合拓扑网路和节点之间连接的抽象链路；

计算抽象链路的可预留带宽属性 λ ；

代言者节点将聚合拓扑和抽象链路信息在上一层的路由域中进行“泛洪”处理；

其特征在于，其中所述计算抽象链路的可预留带宽属性的步骤包括：

确定一个边界节点所连接的所有内部链路的可预留带宽的最大值 $\alpha 1$ ；

确定另一个边界节点所连接的所有内部链路的可预留带宽的最大值 $\alpha 2$ ；

确定两个边界节点所连接的所有内部链路的可预留带宽的最小值 β ；

确定域内除边界节点连接的内部链路外的所有内部链路的可预留带宽的最小值 γ ；

取最大值 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 中的较小值，记为 λ ；

取最小值 β 和 γ 中的较小值，记为 ϵ ；

在网络中寻找两个边界节点间带宽为 λ 的路由，如果搜索到路由，则两个边界节点间的抽象链路的可预留带宽值为 λ ，同时记录路由，结束计算；

如果没有搜索到路由，则将 λ 减少一个单位带宽，并重复在网络中寻找两个边界节点间带宽为 λ 的路由的步骤；

当 λ 减少到与 ϵ 值相等时，如果仍然没有搜索到路由，则两个边界节点间的抽象链路的可预留带宽值为0，结束计算。

2、根据权利要求1的对一个路由域进行拓扑聚合和确定抽象链路属性的方法，其中生成本路由域的全连接聚合拓扑，得到聚合拓扑网路和节点之间连接的抽象链路的步骤包括从实际网络的单向链路抽象得到抽象的单向链路或从实际网络的双向链路抽象得到抽象的双向链路的步骤。

3、由边界节点分别计算聚合拓扑和确定与之相连的抽象链路属性的方法，该方法包括步骤：

网络配置路由域，并确定路由域的边界节点和代言者节点；

经过路由协议的“泛洪”过程，路由域内的所有节点均获得该路由域的完整拓扑信息；

边界节点各自根据边界节点配置信息和本路由域内网络拓扑信息,生成本路由域的全连接聚合拓扑,得到聚合拓扑网路和节点之间连接的抽象链路;

计算边界节点相连的抽象链路的可预留带宽属性;

边界节点计算抽象链路的可预留带宽属性完成后,将结果送到代言者节点;

代言者节点接收到所有边界节点的结果后,汇总得到本路由域的聚合拓扑和抽象链路信息;

代言者节点将聚合拓扑和抽象链路信息在上一层的路由域中进行“泛洪”处理;

其特征在于,其中所述计算抽象链路的可预留带宽属性的步骤包括:

确定一个边界节点所连接的所有内部链路的可预留带宽的最大值 $\alpha 1$;

确定另一个边界节点所连接的所有内部链路的可预留带宽的最大值 $\alpha 2$;

确定两个边界节点所连接的所有内部链路的可预留带宽的最小值 β ;

确定域内除边界节点连接的内部链路外的所有内部链路的可预留带宽的最小值 γ ;

取最大值 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 中的较小值,记为 λ ;

取最小值 β 和 γ 中的较小值,记为 ϵ ;

在网络中寻找两个边界节点间带宽为 λ 的路由,如果搜索到路由,则两个边界节点间的抽象链路的可预留带宽值为 λ ,同时记录路由,结束计算;

如果没有搜索到路由,则将 λ 减少一个单位带宽,并重复在网络中寻找两个边界节点间带宽为 λ 的路由的步骤;

当 λ 减少到与 ϵ 值相等时,如果仍然没有搜索到路由,则两个边界节点间的抽象链路的可预留带宽值为 0,结束计算。

4、根据权利要求 3 的由边界节点分别计算聚合拓扑和确定与之相连的抽象链路属性的方法,其中所述生成本路由域的全连接聚合拓扑,得到聚合拓扑网路和节点之间连接的抽象链路的步骤包括从实际网络的单向链路抽象得到抽象的单向链路或从实际网络的双向链路抽象得到抽象的双向链路的步骤。

5、根据权利要求 3 的由边界节点分别计算聚合拓扑和确定与之相连的抽象链路属性的方法,其中在所述抽象链路是双向链路时,所述汇总得到本路由域的聚合拓扑和抽象链路信息的步骤包括剔除一半的重复计算结果的步骤。

确定光网络层次式路由的抽象拓扑链路属性的方法

技术领域

本发明涉及光传输技术中确定链路属性的方法,特别涉及在光网络层次式路由中确定链路属性的方法。

背景技术

自动交换光网络(ASON)技术是当前光网络的发展方向。ASON从逻辑上分为三个平面,即传送平面、控制平面和管理平面。传送平面负责用户数据的端到端传送,可以基于SDH,也可以基于光传输网络(OTN)。控制平面功能主要包括快速建立和拆除端到端连接,分布式修改和维护拓扑数据库以及分布式链路资源管理。管理平面提供对其他两个平面的管理。

控制平面采用三种协议实现,即链路管理协议(LMP)、路由协议和信令协议。LMP用于发现光网络邻居,管理本地链路资源,并将光链路属性传递给光层路由协议用于全网络泛洪。路由协议泛洪光网络拓扑,用于条件约束路径计算。ASON中的路由协议采用针对光传送网特征进行扩展的开放最短路径优先协议(OSPF)或者中间系统到中间系统协议(IS-IS)协议。信令协议根据路由计算的结果执行端到端连接建立过程。

在传统的光网络中,业务的指配和连接的建立是基于“集中管理”模式进行的,即由全网统一的网络管理系统进行连接路由的计算和选择,网络管理系统知道全网的拓扑信息和链路属性信息,因此并不讨论拓扑聚合和链路抽象问题。

在ASON网络技术出现后,ASON网络中分布式的连接建立取代了传统光网络中的集中式连接建立,在每一个节点均具有连接路由的计算和选择能力,这样,就要求使用路由协议来传播网络拓扑信息。为解决网络规模扩大后,路由域(Routing Area)内传播的网络拓扑信息急剧增加而严重影响网络性能的问题,提出了层次式路由的方案,也就是是将网络划分为不同层次的路由域,限制通过泛洪进行的路由信息交换的范围,这样,也就引出了拓扑聚合和链路抽象的问题。

目前,光互连论坛(OIF)提出了一个使用OSPF扩展的层次路由草案,该草案就层次路由的基本框架进行了说明。在自动交换光网络层次式路由技术中使用以下几个概念:

边界节点(Border Node):一类特殊的控制域(RCD)内节点,它有一条或多条流量工程(TE)链路连接至在其它RCD中的节点。

外部链路:两个端点分别在不同路由域(RA)的TE链路。

内部链路:两个端点均在同一路由域(RA)的TE链路。

代言人(Speaker):某一路由层次上指定RA中担当路由控制器(RC)的OSPF节点,除了和同域其它OSPF节点一样完成常规的路由协议任务以外,代言人节点也负责和上一路由层次上的RC通信。

目前,确定抽象链路的属性没有现存的方法可资利用。

发明内容:

本发明的目的是提供确定自动交换光网络层次路由中抽象拓扑的链路属性的方法,也就是确定该抽象拓扑中两边界节点间网络承载能力的参数---可预留带宽。

根据本发明提供一种对一个路由域进行拓扑聚合和确定抽象链路属性的方法。该方法包括步骤:

网络配置路由域,并确定路由域的边界节点和代言人节点;

经过路由协议的“泛洪”过程,路由域内的所有节点均获得该路由域的完整拓扑信息;

代言人节点根据边界节点配置信息和本路由域内网络拓扑信息,生成本路由域的全连接聚合拓扑,得到聚合拓扑网路和节点之间连接的抽象链路;

计算抽象链路的可预留带宽属性;

代言人节点将聚合拓扑和抽象链路信息在上一层的路由域中进行“泛洪”处理。

根据本发明还提供由边界节点分别计算聚合拓扑和确定与之相连的抽象链路属性的方法。该方法包括步骤:

网络配置路由域，并确定路由域的边界节点和代言者节点；
 经过路由协议的“泛洪”过程，路由域内的所有节点均获得该路由域的完整拓扑信息；
 边界节点各自根据边界节点配置信息和本路由域内网络拓扑信息，生成本路由域的全连接聚合拓扑，得到聚合拓扑网路和节点之间连接的抽象链路；
 计算边界节点相连的抽象链路的可预留带宽属性；
 边界节点计算完成后，将结果送到代言者节点；
 代言者节点接收到所有边界节点的结果后，汇总得到本路由域的聚合拓扑和抽象链路信息；

代言者节点将聚合拓扑和抽象链路信息在上一层的路由域中进行“泛洪”处理。

使用本发明的拓扑聚合和确定抽象链路属性方法能快速有效地确定一个路由域的业务传送能力，这样，在任意一个路由域中，每一个节点通过咨询其所属不同层次路由域的代言者节点，均能了解全网任意一个路由域的业务传送能力。这也就解决了业务源节点在多层路由域体系环境中进行源路由计算的问题，为ASON的大规模组网建立了基础。

附图说明

图1是网络全连接拓扑抽象的方法。

图2是一个实际网络进行拓扑聚合和确定抽象链路属性的例子。

具体实施方式

拓扑聚合和链路抽象技术是层次路由中的核心技术之一。通过拓扑聚合技术，本域内的拓扑被抽象，复杂的拓扑变得相对简单，然后域内的代言者节点将此拓扑在高层路由域中进行广播。一般说来，RA的边界节点间从逻辑上讲均是可达的，因此拓扑聚合方法一般选择“全连接抽象”。全连接抽象对网络限制和约束较少，也有利于上层网络路由的计算。

网络全连接拓扑抽象方法如图1所示。图中网络10为实际的网络拓扑，节点B 101、节点C 102、节点D 103、节点E 104为边界节点，代言者的节点A 110，节点R 121、节点S 122、节点T 123为网络内的一般节点。网络中的链路200为实际物理链路。

网络10经过全连接拓扑聚合过程后，得到聚合拓扑网路20。在聚合后的网络20中，边界节点B 101、节点C 102、节点D 103、节点E 104仍然存在，它们之间连接的链路变为抽象链路210。

抽象链路的属性在上层网络进行路由计算时必须使用的信息，因此必须确定抽象链路的流量工程特性。在进行路由计算的过程中，一般是先在高层确定路由的大致方向，再到低层进行较细致的路由计算。因此，被抽象的拓扑信息的作用在于，在路由计算中表明自己所代表的下一层的域中所能承载数据的能力。

在时分复用(TDM)系统中，与链路属性相关的能表示链路承载数据能力的指标有：最大带宽、最大可预留带宽以及可预留带宽。其中最大带宽表示链路能提供的最大带宽。最大可预留带宽表示链路能接受的带宽预留请求的总和，这是可配置的，在这里我们将其设为与最大带宽相同，并且在下面的讨论中不再考虑该指标。可预留带宽表示该链路还能提供的带宽，它等于最大带宽减去已预留的带宽。其中可预留带宽代表了链路当前能为一个连接提供的最大的带宽。由于拓扑抽象的作用在于表明自己所代表的整个区域所能承载数据的能力，因此在进行抽象的过程中被抽象后的链路最重要的属性应该是可预留带宽，以此来表明其能为一个连接提供的最大的带宽。

在不同的路由层次间传递的路由信息是经过拓扑聚合后的精简信息，每个域的代言者节点的主要任务是对本域的拓扑进行抽象并在高一层进行广播。

图2是一个实际网络进行拓扑聚合和确定抽象链路属性的例子。

在图2中，网络10是实际网络，网络20是网络10经过全连接抽象后形成的网络。图中的字母A~H代表节点名称，其中节点A、B、C和D为边界节点100，节点E、F、G、H为中间节点120。节点间的链路均为双向链路，各链路上的数字代表此时该链路的可预留带宽(在这里不考虑其单位)的例子。网络10拓扑聚合后形成的概念网络20中的链路称之为抽象链路，它们是在边界节点之间或边界节点和代言者之间虚构出来的TE链路。我们需要抽象出的抽象链路210有A-B、A-C、A-D、B-C、B-D、C-D，共6条。

下面结合图 2 具体叙述根据本发明对一个路由域进行拓扑聚合和确定抽象链路属性的方法和过程。

首先配置网络 10 为一个路由域，该路由域包括 A、B、C、D、E、F、G、H 八个节点，确定该路由域的节点 A100、B110、C100、D 100 为边界节点，确定节点 B 110 为本路由域的代言者节点。节点 B110 配置为边界节点后，它可同时担当本路由域的代言者节点。在本路由域的路由协议运行后，经过“泛洪”过程，所有节点均获得本路由域的完整拓扑信息。所谓“泛洪”是指邻接节点通过链路状态数据库的同步过程，最后全网所有节点链路状态数据库达到同步的过程。本路由域代言者节点 B 110 进行拓扑聚合处理，生成如网络 20 所示的本路由域的全连接聚合网络拓扑，包括边界节点 A、B、C、D 和代言者节点 B，以及它们之间互连的抽象链路 210。然后计算每一条抽象链路 210 的可预留带宽属性。最后代言者节点 B 110 将聚合拓扑和抽象链路信息在上一层次的路由域中进行“泛洪”处理。

根据本发明的一个实施例，下面叙述计算抽象链路 210 的可预留带宽属性的方法。下面以 A-D 抽象链路 210 为例叙述计算可预留带宽属性的步骤：

- a) 确定一个边界节点 A 所连接的所有内部链路的可预留带宽的最大值 $\alpha 1$ ，确定 $\alpha 1$ 值为 3。
- b) 确定另一个边界节点 D 所连接的所有内部链路的可预留带宽的最大值 $\alpha 2$ ，确定 $\alpha 2$ 值为 6
- c) 确定两个边界节点所连接的所有内部链路的可预留带宽的最小值 β ，确定 β 值为 2；
- d) 确定域内除边界节点连接的内部链路外的所有内部链路的可预留带宽的最小值 γ ，确定 γ 值为 4；
- e) 取最大值 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 中的较小值，记为 $\lambda = 3$ ；
- f) 取最小值 β 和 γ 中的较小值，记为 $\epsilon = 2$ ；
- g) 在网络中寻找两个边界节点 A 到 D 间的可预留带宽为 λ 的路由，如果搜索到路由，则两个边界节点间的抽象链路的可预留带宽值为 λ ，同时记录路由，结束计算，在本例子中搜索的可预留带宽为 λ 的路由为 A-E-G-D，因此 A-D 抽象链路 210 的可预留带宽为 $\lambda = 3$ ，结束计算；
- h) 如果没有搜索到路由，则将 λ 减少一个单位带宽，重复步骤 g)；
- i) 当 λ 减少到与 ϵ 值相等时，如果仍然没有搜索到路由，则两个边界节点间的抽象链路的可预留带宽值为 0，结束计算。

同样按上述方法进行计算可得到：

A-B 抽象链路 210：可预留带宽为 3，路由为 A-E-G-H-B；

A-C 抽象链路 210：可预留带宽为 3，路由为 A-E-F-C；

B-C 抽象链路 210：可预留带宽为 4，路由为 B-H-G-F-C；

B-D 抽象链路 210：可预留带宽为 4，路由为 B-H-G-D；

C-D 抽象链路 210：可预留带宽为 5，路由为 C-F-G-D。

上述计算得到的各条抽象链路 210 的可预留带宽表示在相应的链路上，如图中所示。

根据本发明由边界节点分别计算聚合拓扑和确定与之相连的抽象链路属性的方法是充分利用边界节点的计算能力，由边界节点分别计算聚合拓扑和确定与之相连的抽象链路属性，最后将计算结果分别送到代言者节点，由代言者节点汇总记录。

下面结合图 2 叙述按照这种方法进行拓扑聚合和确定抽象链路属性的过程和方法。该方法的步骤如下：

1) 配置网络 10 为一个路由域，确定节点 A100、B110、C100、D 100 为边界节点，确定节点 B 110 为本路由域的代言者节点，节点 B110 配置为边界节点后，它可同时担当本路由域的代言者节点。

2) 本路由域的路由协议运行后，经过“泛洪”过程，路由域内的所有节点均获得本路由域的完整拓扑信息；

3) 本路由域的各个边界节点各自根据边界节点配置信息和本路由域内网络拓扑信息进行拓扑聚合处理，生成如网络 20 所示的本路由域的全连接聚合网络拓扑和节点之间连接的抽象链路；

4) 边界节点 A 100、节点 B110、节点 C 100 和节点 D 100 分别计算各自相连的每一条抽象链路的可预留带宽属性，计算完成后，各节点分别将计算结果送至路由域代言者节

点 B 110;

5) 代言者节点 B 110 接收到所有边界节点的结果后, 汇总得到本路由域的聚合拓扑和抽象链路信息;

6) 代言者节点 B 110 将聚合拓扑和抽象链路信息在上一层的路由域中进行“泛洪”处理。

根据本发明的实施例, 计算各个边界节点相连的抽象链路的可预留带宽属性可按上述的步骤 a) 到 i) 进行。

如果网络是双向链路组成的网络, 则在这种方法中, 代言者节点 B 110 汇总边界节点计算的信息时需要剔除一半的重复计算结果。

下面以节点 A 100 为例说明计算各自相连的每一条抽象链路 A-B、A-C 和 A-D 的可预留带宽属性的方法。

计算 A-D 抽象链路 210 的可预留带宽属性的步骤如下:

- a) 确定边界节点 A 所连接的所有内部链路的可预留带宽的最大值 $\alpha 1$ 为 3;
- b) 确定边界节点 D 所连接的所有内部链路的可预留带宽的最大值 $\alpha 2$ 为 6;
- c) 确定两个边界节点 A、D 所连接的所有内部链路的可预留带宽的最小值 β 为 2;
- d) 确定域内除边界节点连接的内部链路外的所有内部链路的可预留带宽的最小值 γ 值为 4;
- e) 取最大值 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 中的较小值 $\lambda = 3$;
- f) 取最小值 β 和 γ 中的较小值 $\varepsilon = 2$;
- g) 在网络中寻找两个边界节点 A 到 D 间的可预留带宽为 λ 的路由, 如果搜索到路由, 则两个边界节点间的抽象链路的可预留带宽值为 λ , 同时记录路由, 结束计算, 在本例子中搜索的可预留带宽为 λ 的路由为 A-E-G-D, 因此 A-D 抽象链路 210 的可预留带宽为 $\lambda = 3$, 结束计算。

同样按上述方法计算可得到:

A-B 抽象链路 210: 可预留带宽为 3, 路由为 A-E-G-H-B;

A-C 抽象链路 210: 可预留带宽为 3, 路由为 A-E-F-C。

然后在节点 B 100 上计算 B-A、B-C 和 B-D 的抽象链路的属性, 得到:

B-A 抽象链路 210: 可预留带宽为 3, 路由为 B-H-G-E-A;

B-C 抽象链路 210: 可预留带宽为 4, 路由为 B-H-G-F-C;

B-D 抽象链路 210: 可预留带宽为 4, 路由为 B-H-G-D;

接着在节点 C 100 上计算 C-A、C-B 和 C-D 的抽象链路的属性, 得到:

C-A 抽象链路 210: 可预留带宽为 3, 路由为 C-F-E-A;

C-B 抽象链路 210: 可预留带宽为 4, 路由为 C-F-G-H-B;

C-D 抽象链路 210: 可预留带宽为 5, 路由为 C-F-G-D。

在节点 D 100 上计算 D-A、D-B 和 D-C 的抽象链路属性, 得到:

D-A 抽象链路 210: 可预留带宽为 3, 路由为 D-G-E-A;

D-B 抽象链路 210: 可预留带宽为 4, 路由为 D-G-H-B;

D-C 抽象链路 210: 可预留带宽为 5, 路由为 D-G-F-C。

由于这些抽象链路是双向链路, 在剔除一半重复信息后, 得到网络完整的抽象链路属性信息如下:

A-B 抽象链路 210: 可预留带宽为 3, 路由为 A-E-G-H-B;

A-C 抽象链路 210: 可预留带宽为 3, 路由为 A-E-F-C;

A-D 抽象链路 210: 可预留带宽为 3, 路由为 A-E-G-D;

B-C 抽象链路 210: 可预留带宽为 4, 路由为 B-H-G-F-C;

B-D 抽象链路 210: 可预留带宽为 4, 路由为 B-H-G-D;

C-D 抽象链路 210: 可预留带宽为 5, 路由为 C-F-G-D。

当 RA 内的拓扑发生变化或链路的可预留带宽值发生变化时, 聚合拓扑的抽象链路的可预留带宽值均应重新计算。

上述链路既可以是单向链路, 也可是双向链路。实际网络链路是单向链路, 抽象得到的抽象链路也是单向链路; 实际网络链路是双向链路, 抽象得到的抽象链路也是双向链路。

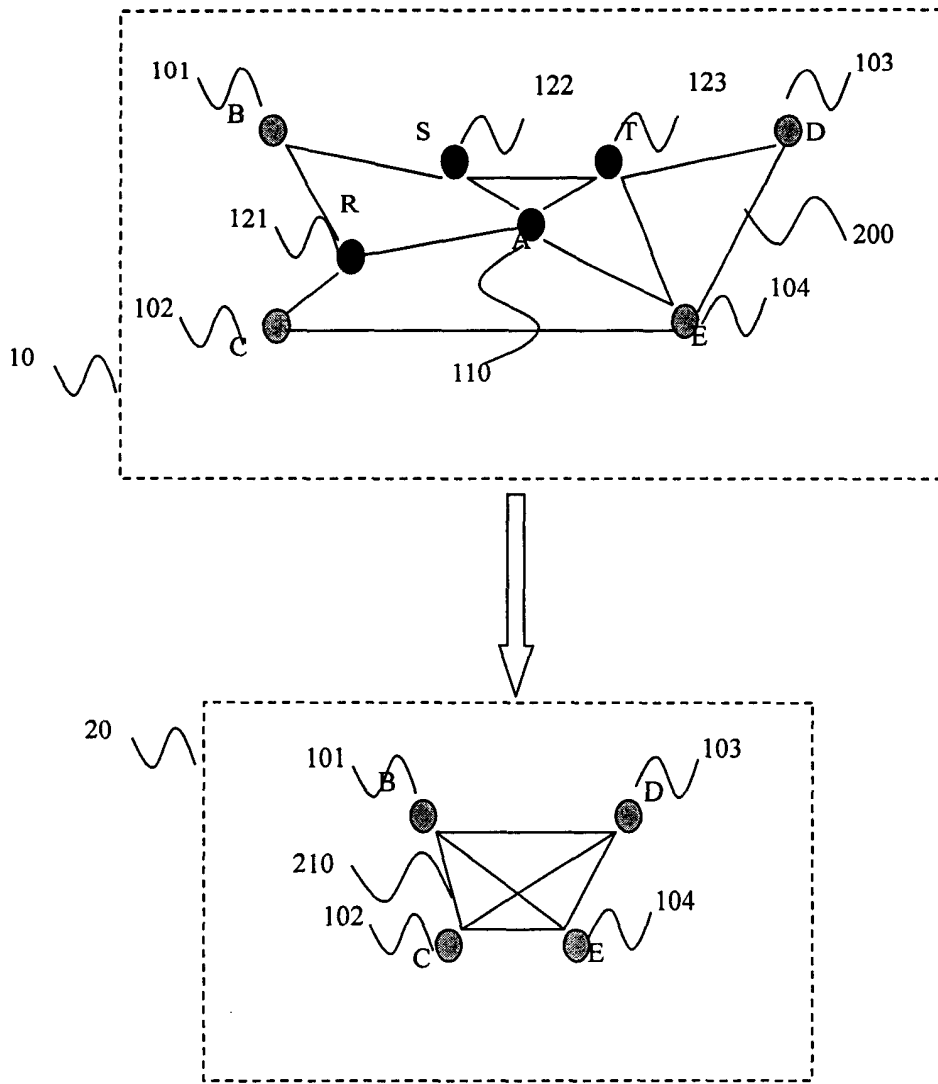


图 1

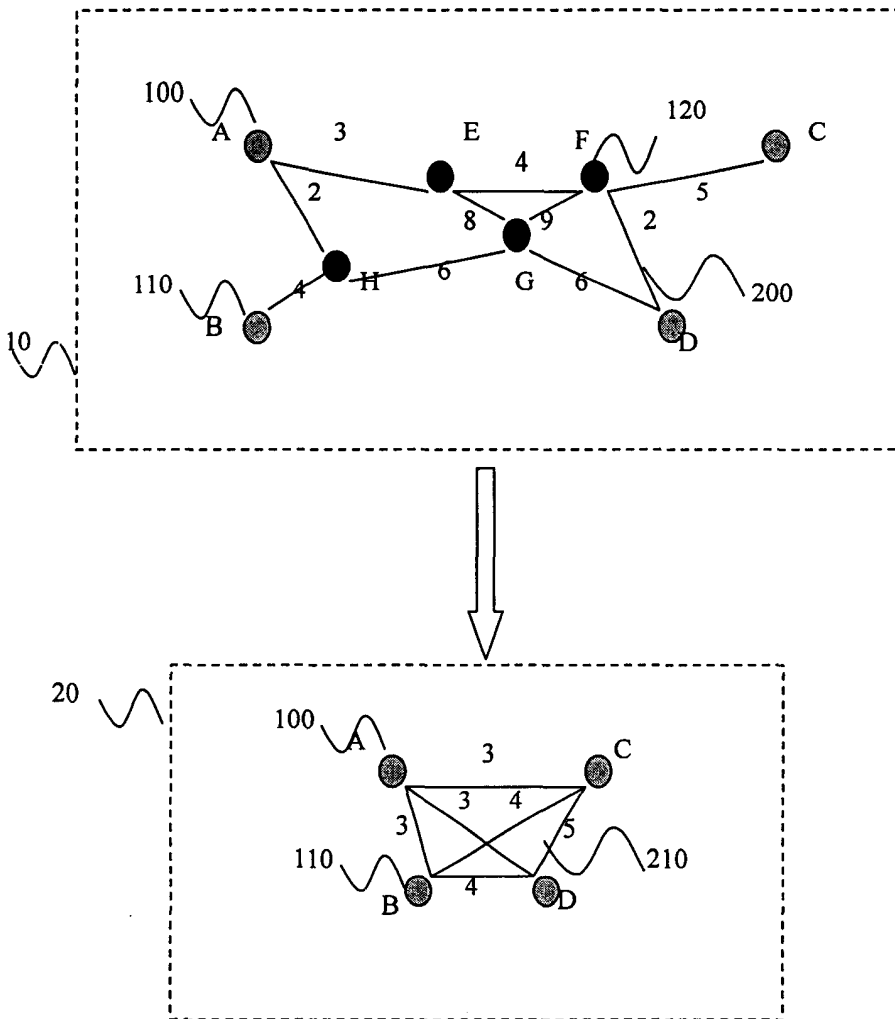


图 2