



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101065677 B

(45) 授权公告日 2012. 09. 05

(21) 申请号 200580006998. 5

代理人 王怡

(22) 申请日 2005. 02. 28

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H04L 12/56 (2006. 01)

10/790, 204 2004. 03. 02 US

H04L 12/26 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2006. 09. 04

CN 1161119 A, 1997. 10. 01, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

US 2003/0090996 A1, 2003. 05. 15, 全文.

PCT/US2005/006167 2005. 02. 28

US 2003/0107992 A1, 2003. 06. 12, 全文.

(87) PCT申请的公布数据

US 2003/0137974 A1, 2003. 07. 24, 全文.

W02005/084232 EN 2005. 09. 15

审查员 刘佳音

(73) 专利权人 思科技术公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 度尼·万·塞韦支

唐纳德·厄尔·小斯莱斯

罗伊·迈克尔·布罗克斯

马修·亨利·比尔科纳尔

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理

有限责任公司 11258

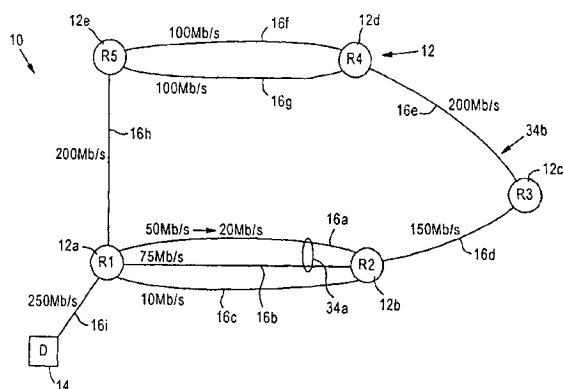
权利要求书 4 页 说明书 8 页 附图 7 页

(54) 发明名称

被配置用于根据规定路由协议输出指定了所连接的活动路径的检测到的属性变化的更新消息的路由器

(57) 摘要

第一路由器被配置用于监视连接到第一路由器的活动路径的规定属性,并根据诸如增强内部网关路由协议 (EIGRP) 之类的规定路由协议将更新消息提供给第二路由器,更新消息指定了由第一路由器检测到的所连接的活动路径的规定属性中的至少一种的变化。因而,第二路由器响应于接收到更新消息,可以基于所检测的连接到第一路由器的活动路径中的变化来更新内部拓扑表,并基于所检测的与规定数据流的排队策略有关的变化来选择性地调整内部路由表。



1. 一种路由器中的方法,所述方法包括:

所述路由器识别连接到所述路由器的活动路径,所述活动路径至少包括第一活动链路和第二活动链路,该第一活动链路和第二活动链路中的每一条被所述路由器所端接并且将所述路由器连接到端接该第一活动链路和第二活动链路的第一相邻路由器;

所述路由器监视所述活动路径的规定属性,所述活动路径使得所述路由器能够经由所述第一相邻路由器到达一目的地,所述活动路径的规定属性基于所述第一活动链路和所述第二活动链路的规定属性中的至少选定属性的聚集;

所述路由器检测所连接的活动路径的规定属性中的至少一种的变化,所述变化与所述活动路径的可用性不同并且不改变所述活动路径的可用性;以及

响应于检测到的变化并且根据规定路由协议,所述路由器将指定所述活动路径的所述变化的更新消息输出到第二相邻路由器。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述识别步骤包括:

基于确定所述目的地是可通过所述第一活动链路到达的,而将连接到所述路由器的所述第一活动链路关联到所述活动路径;以及

在拓扑表中存储指定了所述目的地和所述第一活动链路的相应至少一个接口标识符的条目。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其中所述识别步骤还包括:

基于确定所述目的地是可同时通过所述第一活动链路和所述第二活动链路到达的,而将连接到所述路由器的所述第二活动链路关联到所述活动路径;

确定所述第一活动链路和所述第二活动链路被配置用于启用聚集;

针对所述活动路径的规定属性中的相应选定属性,聚集所述第一活动链路和所述第二活动链路的规定属性中的选定属性;以及

在所述拓扑表中的条目中存储所述活动路径的规定属性,并且添加指定了所述目的地、所述第二活动链路的接口标识符和所述活动路径的规定属性的第二条目。

4. 如权利要求 3 所述的方法,其中所述检测步骤包括检测针对所述活动路径的规定属性中的相应选定属性的所述第一活动链路和所述第二活动链路的规定属性中的选定属性的聚集。

5. 如权利要求 4 所述的方法,其中所述检测步骤包括检测作为所述规定属性的延迟、带宽、可允许传输单元大小、跳数、可靠性或负载中的任何一种的变化。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述检测步骤包括检测作为所述规定属性的延迟、带宽、可允许传输单元大小、跳数、可靠性或负载中的任何一种的变化。

7. 如权利要求 6 所述的方法,其中所述检测步骤还包括从可执行驱动器资源获得与所述第一活动链路的规定属性中的至少一种相关联的信息,其中所述可执行驱动器资源被配置用于控制一接口,该接口被配置用于建立所述第一活动链路。

8. 如权利要求 7 所述的方法,其中所述信息包括所述带宽、可靠性、负载或可允许传输单元大小中的任何一种。

9. 如权利要求 6 所述的方法,其中所述检测步骤还包括基于测量将数据分组发送到所述第一链路上和经由所述第一链路接收到对所述数据分组的响应之间的时间,来确定所述延迟。

10. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述规定路由协议是增强内部网关路由协议(EIGRP) 协议。

11. 如权利要求 1 所述的方法,其中检测所述活动路径的规定属性中的至少一种的变化是基于检测所述第一活动链路或所述第二活动链路中的任何一条的链路属性的变化的,所述链路属性的变化不同于相应活动链路的可用性。

12. 一种路由器,包括:

被配置用于建立包括第一活动链路和第二活动链路在内的相应的活动链路和第三链路的多个接口,该第一活动链路和第二活动链路各自被所述多个接口中的一个相应接口所端接并且将所述路由器与端接该第一活动链路和第二活动链路的第一相邻路由器相连接,该第三链路被所述多个接口中的一个相应接口所端接并且将所述路由器与端接该第三链路的第二相邻路由器相连接;

被配置用于将连接到所述路由器的活动路径至少与连接到所述路由器的所述第一活动链路和第二活动链路相关联的链路关联资源,所述活动路径使得所述路由器能够经由所述第一相邻路由器到达一可识别目的地;

被配置用于监视连接到所述路由器的所述活动路径的规定属性的监视资源,所述活动路径的规定属性基于所述第一活动链路和所述第二活动链路的规定属性中的至少选定属性的聚集,所述监视资源检测所连接的活动路径的规定属性中的至少一种的变化,所述变化与所连接的活动路径的可用性不同并且不改变所连接的活动路径的可用性;以及

被配置用于响应于检测到的变化并根据规定路由协议将指定所连接的活动路径的所述变化的更新消息输出到所述第二相邻路由器的路由协议资源。

13. 如权利要求 12 所述的路由器,还包括被配置用于存储条目的拓扑表,其中每个条目标识一个目的地以及相应目的地是否可到达;

其中所述链路关联资源被配置用于基于确定所述可识别目的地是可通过所述第一活动链路到达的,而将连接到所述路由器的所述第一活动链路关联到所述活动路径,所述链路关联资源被配置用于在所述拓扑表中存储指定了所述可识别目的地和所述第一活动链路的相应接口标识符的条目。

14. 如权利要求 13 所述的路由器,其中:

所述链路关联资源被配置用于基于确定所述可识别目的地是可同时通过所述第一活动链路和所述第二活动链路到达的而将连接到所述路由器的所述第二活动链路关联到所述活动路径,并且确定所述第一活动链路和所述第二活动链路被配置用于启用聚集;

所述链路关联资源被配置用于针对所述活动路径的规定属性中的相应选定属性,聚集所述第一活动链路和所述第二活动链路的规定属性中的选定属性;以及

所述链路关联资源被配置用于在所述拓扑表中的条目中存储所述活动路径的规定属性,并且添加指定了所述可识别目的地、所述第二活动链路的接口标识符和所述活动路径的规定属性的第二条目。

15. 如权利要求 14 所述的路由器,其中所述监视资源被配置用于检测针对所述活动路径的规定属性中的相应选定属性的所述第一活动链路和所述第二活动链路的规定属性中的选定属性的聚集。

16. 如权利要求 15 所述的路由器,其中所述监视资源被配置用于检测作为所述规定属

性的延迟、带宽、可允许传输单元大小、跳数、可靠性或负载中的任何一种的变化。

17. 如权利要求 12 所述的路由器,其中所述监视资源被配置用于检测作为所述规定属性的延迟、带宽、可允许传输单元大小、跳数、可靠性或负载中的任何一种的变化。

18. 如权利要求 17 所述的路由器,其中所述监视资源被配置用于从可执行驱动器资源获得与所述第一活动链路的规定属性中的至少一种相关联的信息,其中所述可执行驱动器资源被配置用于控制所述多个接口中的至少一个。

19. 如权利要求 18 所述的路由器,其中所述信息包括所述带宽、可靠性、负载或可允许传输单元大小中的任何一种。

20. 如权利要求 17 所述的路由器,还包括延迟测量资源,所述延迟测量资源被配置用于基于测量将数据分组发送到所述第一链路上和经由所述第一链路接收到对所述数据分组的响应之间的时间,来确定所述延迟,所述延迟测量资源将所确定的延迟报告给所述监视资源。

21. 如权利要求 12 所述的路由器,其中所述路由协议资源被配置用于根据作为所述规定路由协议的增强内部网关路由协议 (EIGRP) 协议输出所述更新消息。

22. 如权利要求 12 所述的路由器,其中检测所述活动路径的规定属性中的至少一种的变化是基于检测所述第一活动链路或所述第二活动链路中的任何一条的链路属性的变化的,所述链路属性的变化不同于相应活动链路的可用性。

23. 一种路由器,包括:

用于识别连接到所述路由器的活动路径的装置,所述活动路径至少包括第一活动链路和第二活动链路,该第一活动链路和第二活动链路中的每一条被所述路由器所端接并且将所述路由器连接到端接该第一活动链路和第二活动链路的第一相邻路由器;

用于监视所述活动路径的规定属性的装置,所述活动路径使得所述路由器能够经由所述第一相邻路由器到达一目的地,所述活动路径的规定属性基于所述第一活动链路和所述第二活动链路的规定属性中的至少选定属性的聚集;

用于检测所连接的活动路径的规定属性中的至少一种的变化的装置,所述变化与所述活动路径的可用性不同并且不改变所述活动路径的可用性;以及

用于响应于检测到的变化并且根据规定路由协议将指定所述活动路径的所述变化的更新消息输出到第二相邻路由器的装置。

24. 如权利要求 23 所述的路由器,其中所述识别装置被配置用于:

基于确定所述目的地是可通过所述第一活动链路到达的,而将连接到所述路由器的所述第一活动链路关联到所述活动路径;以及

在拓扑表中存储指定了所述目的地和所述第一活动链路的相应至少一个接口标识符的条目。

25. 如权利要求 24 所述的路由器,其中所述识别装置被配置用于:

基于确定所述目的地是可同时通过所述第一活动链路和所述第二活动链路到达的,而将连接到所述路由器的所述第二活动链路关联到所述活动路径;

确定所述第一活动链路和所述第二活动链路被配置用于启用聚集;

针对所述活动路径的规定属性中的相应选定属性,聚集所述第一活动链路和所述第二活动链路的规定属性中的选定属性;以及

在所述拓扑表中的条目中存储所述活动路径的规定属性,并且添加指定了所述目的地、所述第二活动链路的接口标识符和所述活动路径的规定属性的第二条目。

26. 如权利要求 25 所述的路由器,其中所述检测装置被配置用于检测针对所述活动路径的规定属性中的相应选定属性的所述第一活动链路和所述第二活动链路的规定属性中的选定属性的聚集。

27. 如权利要求 26 所述的路由器,其中所述检测装置被配置用于检测作为所述规定属性的延迟、带宽、可允许传输单元大小、跳数、可靠性或负载中的任何一种的变化。

28. 如权利要求 23 所述的路由器,其中所述检测装置被配置用于检测作为所述规定属性的延迟、带宽、可允许传输单元大小、跳数、可靠性或负载中的任何一种的变化。

29. 如权利要求 28 所述的路由器,其中所述检测装置被配置用于从可执行驱动器资源获得与所述第一活动链路的规定属性中的至少一种相关联的信息,其中所述可执行驱动器资源被配置用于控制一接口,该接口被配置用于建立所述第一活动链路。

30. 如权利要求 29 所述的路由器,其中所述信息包括所述带宽、可靠性、负载或可允许传输单元大小中的任何一种。

31. 如权利要求 28 所述的路由器,其中所述检测装置被配置用于基于测量将数据分组发送到所述第一链路上和经由所述第一链路接收到对所述数据分组的响应之间的时间,来确定所述延迟。

32. 如权利要求 23 所述的路由器,其中所述规定路由协议是增强内部网关路由协议(EIGRP) 协议。

33. 如权利要求 23 所述的路由器,其中检测所述活动路径的规定属性中的至少一种的变化是基于检测所述第一活动链路或所述第二活动链路中的任何一条的链路属性的变化的,所述链路属性的变化不同于相应活动链路的可用性。

被配置用于根据规定路由协议输出指定了所连接的活动路径的检测到的属性变化的更新消息的路由器

技术领域

[0001] 本发明涉及根据规定路由协议 (prescribed routing protocol) 进行的指定了因特网协议 (IP) 路由器之间的路由信息的信息的传输, 规定路由协议例如是诸如增强内部网关路由协议 (EIGRP) 之类的距离向量路由协议。

背景技术

[0002] 诸如因特网之类的广域分组交换网络已经变为世界范围内的商业活动的一部分, 这部分是由于不同网络之间在无中央控制的情况下协同操作的能力。具体而言, 对控制的去中央化可能是由于路由协议, 路由协议使得路由器彼此之间能进行通信并共享路由信息, 路由协议包括诸如路由器广告、路由器发现、链路状态广告以及共享各个路由表的全部或至少一部分之类的操作。距离向量路由协议要求每个路由器以不变的间隔将其路由表的全部或部分以路由更新消息的形式发送到其相邻路由器中的每一个。因而, 每个路由器可构建拓扑表和路由表, 拓扑表提供了与相应路由器有关的网络拓扑的详细表述, 路由表使得能够根据网络拓扑进行分组路由。

[0003] 感兴趣的一种具体路由协议在 Farinacci 等人的美国专利 No. 5, 519, 704 中有所公开, 这里通过引用并入其全部内容。Farinacci 等人描述了一种被配置用于执行距离向量路由协议 (被称为增强内部网关路由协议 (EIGRP)) 的路由器。如 Farinacci 等人所述, EIGRP 使得路由器最初能够交换包括拓扑表在内的路由信息, 从而使得每个路由器能够识别其相邻拓扑。一旦路由器已建立了其各自的拓扑表和路由表, 路由器就只需要仅在发生影响网络拓扑的链路转变时才向另一个路由器发送基于 EIGRP 的更新消息。

[0004] EIGRP 还采用由 J. J. Garcia-Luna-Aceves 开发的扩散更新算法 (DUAL)。DUAL 使得 EIGRP 路由器能够确定被邻居广告的路径是环路的还是无环路的, 并且使得 EIGRP 路由器能够定位替换路径, 而无需等待来自其他路由器的更新。因而, 一旦接收到指示链路转变的 EIGRP 更新消息, EIGRP 路由器就更新其路由表并采用 DUAL 算法来识别无环路路径, 基于代价度量确定最似然的后继路径, 并据此更新其路由表。EIGRP 路由器可以从 California, San Jose 的 Cisco Systems 以商业方式获得。

[0005] EIGRP 协议指定对于在给定路由器的路由表中指定的相应目的地, 每条链路可以具有两种可能状态之一, 即“主动的”和“被动的”。“主动”状态指当链路不可用时 (例如, 当发生链路故障时) 的状态, 此时路由器“主动地”试图从其拓扑中识别可行的后继以到达目的地。“被动”状态是指由于拓扑表已经识别出可用链路 (即, 可在规定代价参数内到达目的地的链路) 因而路由器处于“被动” (即, 不需要识别可行后继) 时的状态。路由器可以响应于以下两种情况生成更新消息: (1) 从另一个路由器接收到更新消息, 并进入“主动”阶段以识别可行后继; 或者 (2) 检测到由于链路故障或链路恢复引起的链路转变, 前者指可用链路转变为不可用链路, 后者指不可用链路转变为可用链路。

[0006] 尽管现有的 EIGRP 路由器可确定网络拓扑并基于链路可用性据此生成路由表, 但

是现有的 EIGRP 协议将由源路由器（即，还未接收到与新的更新消息有关的更新消息的路由器）生成新的更新消息的情形限制为只在检测到链路故障或链路恢复的情形。限制新的更新消息提供了使得路由器之间的路由协议流量最小的优点，但是代价是限制了路由器之间有用信息的交换。

发明内容

[0007] 需要这样一种配置，其使得路由器之间可用链路的动态属性能以高效方式共享，而基本不会增加路由器之间的路由协议流量，从而使得路由器能优化路由器之间数据流的路由。

[0008] 还需要这样一种配置，其使得路由器能够共享路由器之间的可用路径的动态属性（其中每个可用路径具有至少一条可用链路），从而使得路由器能够基于排队策略并基于由动态属性指定的可用路径中的变化来针对不同的数据流引导数据流。

[0009] 还需要这样一种配置，其使得路由器能够动态计算端点之间的最高可用带宽，即使当端点被由不同拓扑和链路速度相连的多个路由器分离时也是如此。

[0010] 这些和其他需要被本发明所解决，其中第一路由器被配置用于监视连接到第一路由器的活动路径 (active path) 的规定属性，并根据规定路由协议将更新消息提供给第二路由器，更新消息指定了在所连接的活动路径的规定属性的至少一种中由第一路由器检测到的变化。因而，第二路由器响应于接收到更新消息，可以基于所检测的连接到第一路由器的活动路径中的变化来更新内部拓扑表，并基于所检测的与规定数据流的排队策略有关的变化来选择性地调整内部路由表。

[0011] 本发明的一个方面提供了一种路由器中的方法。该方法包括基于连接到路由器的至少一条活动链路 (active link) 识别连接到路由器的活动路径。该方法还包括监视连接到路由器的活动路径的规定属性，并检测所连接的活动路径的规定属性中的至少一种的变化。该方法还包括根据规定路由协议将指定该变化的更新消息输出到第二路由器。基于至少一条活动链路识别活动路径使得能够基于活动路径（而非个体链路）评价规定属性，从而能够聚集与活动路径相关联的活动链路的规定属性（例如度量）。而且，输出指定了所连接的活动路径的规定属性中的至少一种的变化的更新消息使得网络中的相邻路由器能够基于网络的动态属性的变化针对数据流的优化路由选择路径，这种网络的动态属性的变化可能影响网络流量或吞吐量，即使网络拓扑没有变化也是如此。

[0012] 本发明的另一个方面提供了一种路由器。该路由器包括被配置用于与至少第二路由器建立相应的活动链路的多个接口。该路由器还包括链路关联资源、监视资源和路由协议资源。链路关联资源被配置用于基于连接到路由器的至少一条活动链路来识别连接到路由器的活动路径。监视资源被配置用于监视连接到路由器的活动路径的规定属性，监视资源检测所连接的活动路径的规定属性中的至少一种属性的变化。路由协议资源被配置用于根据规定路由协议将指定该变化的更新消息输出到第二路由器。

[0013] 本发明的附加优点和新颖特征部分将在下面的详细描述中给出，部分将在本领域技术人员阅读下面内容后变清楚，或者可以通过实践本发明而获知。本发明的优点可利用在权利要求中具体指出的手段和组合来实现和获得。

附图说明

[0014] 参考附图,附图中具有相同标号指代的元件在全文中代表相似的元件,其中:

[0015] 图 1 图示了根据本发明实施例具有被配置用于交换路由信息的路由器的网络,路由信息包括指定活动路径的规定属性中的变化的更新消息。

[0016] 图 2 图示了图 1 的路由器之一。

[0017] 图 3 是图示了图 2 的路由器的另一幅图,其着重于 EIGRP 模块。

[0018] 图 4 详细图示了图 3 的协议有关(protocol-dependent)客户端模块中的一个示例性模块。

[0019] 图 5 图示了由用于 IP 网络的图 3 的基于因特网协议(IP)的协议有关客户端模块生成的基于 IP 的 EIGRP 更新消息。

[0020] 图 6A 和 6B 分别图示了由图 3 的传输模块生成的图 5 的 EIGRP 头部和类型长度值(TLV)帧。

[0021] 图 7 详细图示了图 4 的拓扑表。

[0022] 图 8 图示了根据本发明实施例在路由器中响应于检测到所连接的活动路径的规定属性中的变化而输出更新消息的方法。

具体实施方式

[0023] 图 1 公开了根据本发明实施例的具有路由器 12 的网络 10,路由器 12 被配置用于根据规定路由协议(如 EIGRP)交换路径属性信息。每个路由器 12 由物理链路 16 互连,如以太网(IEEE 802.3)或 ATM 链路,这些链路使得路由器 12 能够转发流量到目的地(D)14。

[0024] 如图 1 所示,路由器可以由至少一条链路互连,然而在路由器之间也可能有多条链路可用。具体而言,路由器 12a 经由 50 兆比特每秒(Mb/s)链路 16a、75Mb/s 链路 16b 和 10Mb/s 链路 16c 连接到路由器 12b。路由器 12b 和 12c 仅由 150Mb/s 链路 16d 互连。路由器 12c 通过 200Mb/s 链路 16e 连接到路由器 12d,路由器 12d 通过 100Mb/s 链路 16f 和 100Mb/s 链路 16g 连接到路由器 12e。路由器 12e 经由 200Mb/s 链路 16h 连接到路由器 12a。最终,目的地(D)14 经由 200Mb/s 链路 16i 连接到路由器 12a。

[0025] 每个路由器 12 被配置用于实时监控连接到路由器 12 的链路 16 的规定属性。传统的 EIGRP 处理涉及仅当给定链路 16 遇到链路故障或链路恢复时路由器 12 才输出更新消息。因而,只有当预期到网络拓扑中的变化时更新消息通常才会被输出。

[0026] 根据所公开的实施例,每个路由器 12 被配置用于实时监控每条连接链路 16 的规定属性,包括但不限于延迟、带宽、MTU、跳数、可靠性和负载。响应于检测到规定属性中任何一个的变化,路由器 12 被配置用于根据 EIGRP 协议输出更新消息,更新消息指定了规定属性中由路由器 12 检测到的变化。

[0027] 而且,每个路由器(例如 12b)被配置用于基于关联连接到同一路由器(例如 12b)的活动链路中的至少一条(例如 16a)来识别所连接的活动路径(例如 34a)。如图 1 所示,具有连接到其自身的活动链路 16a 和 16b 的路由器 12b 被配置用于识别规定目的地(例如 14 或 12a)可同时经由两条活动链路 16a 和 16b 中的任一条到达;因此,路由器 12b 将这两条活动链路 16a 和 16b 关联为属于同一活动路径 34a。而且,路由器 12b 聚集各条链路 16a 和 16b 的动态属性,以形成活动路径 34a 的组合动态属性。

[0028] 因而,响应于聚集链路 16a 和 16b 的属性以形成活动路径 34a 的组合动态属性,路由器 12b 更新其内部拓扑表和路由表(如下所述),并将 EIGRP 更新消息输出到路由器 12c,该更新消息指定了连接到路由器 12b 的活动路径 34a 的属性变化。具体而言,由于所连接的活动路径 34a 的聚集带宽是 125Mb/s(链路 16a 的 50Mb/s 加上链路 16b 的 75Mb/s),因此路由器 12 将指定目的地 14(或至少包括目的地 14 的 IP 地址前缀)可经由 125Mb/s 的带宽到达的 EIGRP 更新消息发送到路由器 12c。

[0029] 相反地,具有非聚集链路 16f 和 16g 的路由器 12d 将会报告可用于到达目的地 14 的最大带宽仅为 100Mb/s。

[0030] 因此,路由器 12c 可更新其路由和拓扑表以确定是经由路由器 12b 还是经由路由器 12d 将分组路由到目的地 14。因而,路由器 12c 将基于由活动路径 34a 提供的更高可用带宽,经由路由器 12b 而不是经由路由器 12d 将流量路由到目的地 14。

[0031] 还要注意,所公开的链路 16a 和 16b 的聚集是基于可同时经由链路 16a 和 16b 到达的目的地的网络层识别的,而不是经由需要手工重配置链路的链路层中继的。因而,基于链路 16 的可用性、策略考虑等,可由路由器 12b 动态创建多链路活动路径。

[0032] 另外,动态属性的监视使得如果路由器 12b 检测到连接链路 16a 的带宽从 50Mb/s 减少到 20Mb/s(例如在卫星链路由于不利的链路条件(例如降雨等)而经历带宽减少(或错误率增大)的情况下),则路由器 12b 能够输出活动路径 34a 的 EIGRP 更新消息。这种情况下,路由器 12b 将活动路径 34a 的带宽重新计算为 95Mb/s,并且输出指定目的地 14 可利用 95Mb/s 的可用带宽到达的 EIGRP 更新消息,从而使得路由器 12c 能够根据 DUAL 算法(下面将描述)执行路由优化以确定路由器 12d 是否应当被选为可行的后继。

[0033] 因而,所公开的对连接到路由器 12b 的活动路径 34a 的规定属性的监视使得路由器能够将规定属性(例如 EIGRP 度量)中的动态变化通知到相邻路由器 12c,从而使路由器 12b 和 12c 能够基于活动路径的属性的动态变化更精确地控制数据流和排队策略。

[0034] 图 2 详细图示了根据本发明实施例的路由器 12。路由器 12 包括协议资源 20、至少一个接口驱动器 22、多个接口 24 和延迟测量资源 26。协议资源 20 包括协议有关模块 30、传输模块 32 和 DUAL 有限状态机 35。

[0035] 传输模块 32 包括可靠传输协议(RTP)模块 100、邻居发现/恢复模块 102 和客户端接口 104,如下所述。

[0036] 协议有关模块 30 包括网络层客户端 36,网络层客户端 36 包括动态路径属性检测器 38。

[0037] 动态路径属性检测器 38(也称为监视资源 38)被配置用于实时(或以任意间隔)监视与给定活动路径 34 相关联的活动链路 16 的规定属性。具体而言,动态路径属性检测器 38 被配置用于与硬件接口 24(例如以太网(IEEE 802.3)接口)的可执行驱动器 22 相接口。接口驱动器 22 被配置用于对相应接口 24 执行特定于硬件(hardware-specific)的控制,包括监视诸如质量之类的链路属性。接口驱动器 22 将链路属性报告给动态路径属性检测器 38;例如,动态路径属性检测器 38 可周期性地轮询接口驱动器 22 以查询被监视的属性,或者接口驱动器 22 可被配置为响应于规定事件(例如,驱动器 22 根据规定滞后函数确定给定链路属性超过了相应的阈值)而向动态路径属性检测器 38 发送告警。滞后函数被用于确保接口驱动器 22 不会在被监视的属性接近相应阈值的情况下发送不必要的告警。

[0038] 每个驱动器 22 (例如,以太网驱动器、用于 ATM 接口 (未示出) 的 ATM 驱动器) 被配置用于测量其所分配的接口 24 的诸如负载和可靠性之类的属性。另外,每个接口驱动器 22 被配置用于识别给定链路 16 的带宽,作为相应接口 24 (例如,10-BASE T,100-BASE T,千兆比特以太网等) 的物理属性。

[0039] 图 3 图示了协议有关模块 (PDM) 30 依赖于在网络层 40 处部署的实际网络拓扑可采用不同的网络层客户端 36 的情形。具体而言,PDM 30 被配置用于监视接口的变化,包括链路转变和检测到的所连接的活动路径的属性变化。协议有关模块 30 被配置用于执行网络层操作,包括根据相应网络层协议构建头部。例如,协议有关模块 30 包括因特网协议 (IP) 客户端 36a、Appletalk(AT) 客户端 36b 和 Novell(NV) 客户端 36c。

[0040] 图 4 更详细图示了根据本发明实施例的网络层客户端 36 之一。每个网络层客户端 36 包括特定于协议的动态路径属性检测器 38。因而,动态路径属性检测器 38 在特定于网络协议的基础上实现在每个网络层客户端 36 中。每个网络层客户端 36 还包括链路聚集模块 42 和特定于协议的分组编码器/解码器 44。

[0041] 每个客户端 36 包括被配置用于根据相应网络层协议存储路由属性 (例如,网络层地址和链路层地址) 的表。具体而言,每个客户端 36 包括路由表 46、邻居表 48 和拓扑表 50。路由表 46 被配置用于存储路由信息,包括地址前缀和下一跳 (即目的地路径) 信息。邻居表 48 被配置用于存储与相邻路由器 (即,充当每条连接链路 16 的对等端点的路由器) 相关联的属性。

[0042] 图 7 图示了基于 IP 的客户端 36a 的拓扑表 50。拓扑表 50 被配置用于存储与网络 10 的拓扑有关的属性。具体而言,拓扑表 50 包括目的地地址 52 (或至少其前缀)、子网掩码 54、下一跳路由器地址 56、指定到路由器的可用路径 34 的路径标识符 58 和指定与给定路径 34 相关联的链路 16 的链路标识符 60。拓扑表 50 还被配置用于存储每条活动路径的规定属性 62,从而使得 DUAL 有限状态机 35 能够利用存储在拓扑表 50 中的规定属性值基于代价分析而识别出最优路由。

[0043] 存储在拓扑表 50 中的规定属性 62 包括聚集 (Agg.) 字段 64、延迟字段 66 (单位:毫秒)、带宽字段 (单位:Mb/s) 68、MTU 字段 70、跳数字段 72、可靠性字段 74 和负载字段 76。

[0044] 如图 7 所示,拓扑信息被基于目的地 52 存储在拓扑表 50 中;每个目的地将列出到该目的地的所有路径 34,其中每条路径由接口标识符 60 和下一跳路由器 56 (例如通过其 IP 地址) 标识。因而,路由器 12b 将在其拓扑表 50 中包括指定具有两个子条目的目的地 14(D),即指定目的地 14 可利用接口链路 16a 经由下一跳路由器 12a(R1) 到达的第一条目 80a 和指定目的地 14 可利用接口链路 16b 经由下一跳路由器 12a(R1) 到达的第二条目 80b。路由器 12b 的路由表 46 还将包括指定目的地 14(D) 可分别利用接口链路 12a 和 12b 经由下一跳路由器 12a(R1) 到达的两个条目。

[0045] 还要注意,拓扑表 50 包括指定目的地 14 可经由下。一跳路由器 12c 到达并且具有跳数“4”的条目。

[0046] 如下所述,动态路径属性检测器 38 基于检测到的链路 16a、16b 和 16c 的变化动态更新表 46、48 和 50。

[0047] 延迟属性 66 由图 2 的延迟测量资源 26 计算,这是通过在链路 16 之一上发送消息,并测量接收到对该消息的回复所用的时间来实现的。因而,延迟测量资源 26 这样测量给定

链路 16 的延迟 : 发送消息和接收到对该消息的回复之间的往返时间除以 2。

[0048] 最大传输单元 (MTU) 属性 70 是可配置选项,其由用户在路由器 12 的配置期间设置。由于链路 16 可被配置以不同的相应 MTU 值,因此给定链路 16 的 MTU 值 70 可能需要在整个路由器 12 中传达,以便确保经由链路 16 发送适当的分组长度。MTU 属性 70 被传输模块 32 写入到拓扑表 50 中,以确保由接收到的更新分组指定的 MTU 中的任何变化都实现在路由表 46 中。然而,注意,在活动路径 34 的链路聚集的情况下,活动路径 34 的任何更新消息都将指定在活动路径 (例如 34a) 的关联活动链路 (例如 16a 和 16b) 间指定的最大 MTU 值。

[0049] 跳数属性 72 由动态路径属性检测器 38 从拓扑表 28 取得。具体而言,现有的路由算法 20 使用规定路由协议 (如 EIGRP) 以确定使用给定路径到目的地 14 的跳数。

[0050] 负载属性 76 也由动态路径属性检测器 38 从接口驱动器 22 获得,接口驱动器 22 监视由每个关联接口 24 输出的数据流;因而,接口驱动器 22 可确定每个关联接口 24 所用的带宽量。例如,如果接口驱动器 22 确定数据正以 5Mb/s 的速率由接口 24a 输出并且接口 24a 的可用带宽是 10Mb/s,则接口驱动器 22 识别出相应链路 16a 具有 50% 的负载;随着流量的增加 (例如,另一数据分组流由同一链路 16 输出),负载向 100% 增大。

[0051] 图 2 的链路聚集模块 42 (也称为链路关联资源) 被配置用于将所连接的链路 16 与给定路径 34 相关联。具体而言,链路聚集模块 42 被配置用于将个体链路 16 的资源组合为逻辑路径 34,如图 1 所示。链路聚集模块 42 被配置用于识别连接到路由器 12 的链路 16;链路聚集模块 42 监视经由给定链路 (例如 16a) 来自给定目的地 (例如另一个路由器) 的基于 EIGRP 的更新消息。因而,如果链路聚集模块 42 确定同一目的地 (例如路由器 12a) 可经由多于一条链路 (例如链路 16a 和链路 16b) 到达,并且链路聚集模块 42 确定提供到同一目的地的可达性的链路 16a 和 16b 被配置用于负载共享,则链路聚集模块 42 将这两条链路 16a 和 16b 与同一目的地 (例如路由器 12a) 相关联,并且聚集适当的度量 (如带宽) 和负载。

[0052] 因而,链路聚集模块 42 被配置为识别哪一条连接链路 16 应当被监视以用于聚集。如果链路聚集模块 42 确定同一目的地可同时经由多条链路 16a 和 16b 到达,并且如果链路聚集模块 42 确定在共享同一目的地的链路之间允许进行负载共享,则链路聚集模块 42 将共享同一目的地的链路聚集为具有聚集属性的单个路径 34。链路聚集模块 42 将聚集信息提供到拓扑表 28 和动态路径属性检测器 38 中。因而,动态路径属性检测器 38 被通知以路径 34 的动态属性的变化,即链路 16a 和 16b 被聚集为同一路径。作为响应,动态路径属性检测器 38 聚集动态属性 (例如带宽),并向拓扑表 28 报告路径 34 具有为相应关联链路 16a 和 16b 的各自带宽值的总和的聚集带宽 (例如,总共为 125Mb/s)。注意,在该示例中链路 16c 被配置为不被聚集。

[0053] 因而,由于现有的活动链路 16a、16b 与单个路径 34 相关联,因此 EIGRP 协议资源 20 将基于路径 34 的聚集带宽输出更新消息,路径 34 的聚集带宽由于链路 16a 和 16b 的聚集而增大。

[0054] 传输模块 32 被配置用于生成 EIGRP 头部 92 和时间长度值 (TLV) 帧 90,分别如图 6A 和 6B 所示并且在以上并入的美国专利 5,519,704 中有详细描述。传输模块 32 将 TLV 帧 90 和头部 92 输出到协议有关模块 30。TLV 帧采用 EIGRP 编码格式,其中在路由分组中存在

的每个属性都被加上标签。

[0055] 协议有关模块 30 被配置用于响应于 TLV 帧的接收（利用相应客户端 36）根据路由器 12 所采用的相应网络协议来构造图 5 的更新消息 96。具体而言，协议有关模块 30 将使用所采用的相应网络层的封装服务；因而如果网络 10 中的路由器 12 被配置为采用 IP 协议，则 TLV 帧 90 和头部 92 被发送到网络层客户端 36a，以用于基于利用基于 IP 的头部对头部 92 和 TLV 帧 90 进行封装而生成基于 IP 的更新消息 96；如果网络 10 中的路由器 12 被配置为采用 Apple-Talk 协议，则 TLV 帧 90 和头部 92 被发送到网络层客户端 36b，以用于生成基于 AppleTalk 网络的更新消息；而如果网络 10 中的路由器 12 被配置为采用 Novell 协议，则 TLV 帧 90 和头部 92 被发送到网络层客户端 36c，以用于生成基于 Novell 网络的更新消息。

[0056] 从前述内容清楚可见，路由器 12 一般被预先配置为只使用其中一种网络协议，然而在具有不同网络协议的网络之间相互接口的情况下（假定每个网络层客户端 36 具有其自身的关联链路集 16 和路径 34，如相应表 46、48 和 50 中所反映的），路由器也可被配置为使用多种网络协议。

[0057] 一旦适当的客户端 36 已生成了特定于协议的更新消息，协议有关模块 30 就将该更新消息转发到分组编码器 / 解码器 44。

[0058] 传输模块 32 被配置用于分析从协议有关模块 30 恢复的所接收的 TLV 消息。具体而言，协议有关模块 30 被配置用于从对等路由器接收特定于协议的更新消息，移去特定于协议的网络层头部，并将该消息的剩余 TLV 部分提供给协议有关模块 30。

[0059] 传输模块 32 分析所接收的 TLV 消息，并据此更新适当的表 46、48 和 50。

[0060] DUAL 有限状态机 35 被配置为数据库处理器资源，并且被配置用于执行代价函数分析，如在以上并入的专利 5,519,704 中所描述的。具体而言，DUAL 有限状态机 35 以通用（即协议无关（protocol-independent））方式与拓扑表 50 交互。换句话说，每个拓扑表 50 包括协议无关参数（如度量值）和协议有关参数（例如网络地址、链路地址等）。因而，DUAL 有限状态机 35 利用存储在拓扑表 50 中的协议无关参数以对于每种网络协议相同的方式执行代价分析。

[0061] 因而，由网络层 40 从网络 10 接收到的特定于协议的更新消息被传递到相应的特定于网络的客户端（例如，在 IP 的情况下是 36a）。分组编码器 / 解码器 44 从相应客户端 36a 所恢复的特定于协议的 EIGRP 更新消息中恢复 TLV。随后，分组编码器 / 解码器 44 将 TLV 输出到 RTP 模块 100，RTP 模块 100 被配置用于执行 EIGRP 操作。具体而言，RTP 模块 100 被配置用于识别所接收的 TLV 消息为指定 EIGRP Query（查询）、EIGRP Reply（回复）、EIGRP Update（更新）或 EIGRP Hello 消息中的一种。RTP 模块 100 将 Query、Reply 和 Update 传递到 DUAL 有限状态机 35，而将 Hello 传递到邻居发现 / 恢复模块 102。

[0062] DUAL 有限状态机 35 响应于接收到 Query、Reply 或 Update，更新与路径（例如 34'）有关的相应拓扑表 50。DUAL 有限状态机 35 还可以访问邻居发现 / 恢复模块 102，从而更新与相邻路由器（即，端接与该路由器的连接链路 16 或 16' 的路由器）有关邻居表 48 中存储的邻居属性。因而，路由器 12c 和 12a 是 12b 的相邻路由器。

[0063] 图 8 图示了根据本发明实施例响应于检测到活动路径中的动态属性变化而发送 EIGRP 更新消息的方法。这里参考图 8 所述的步骤可以实现为存储在计算机可读介质（例

如,软盘、硬盘、EEPROM、CD-ROM等)上的可执行代码,或经由计算机可读传输介质(例如,光缆、导电传输线介质、无线电磁介质等)传播。

[0064] 该方法开始于步骤200,在步骤200中,链路关联资源42确定是否在所连接的被识别链路16之一上接收到EIGRP分组。如果接收到分组,则链路关联资源42在步骤202中确定分组是否指定了可经由被识别链路到达的新的IP地址。如果分组指定了被识别链路上的新的IP地址,则链路关联资源42在步骤204中检查拓扑表50以确定IP地址是否已由在拓扑表50中指定的活动路径所标识。

[0065] 假定链路关联资源42检测到指示IP地址已由活动路径所标识的拓扑表条目80,并且如果在步骤206中允许在被识别链路和表条目80中指定的链路之间进行负载共享,则链路聚集模块42在步骤208中将新的链路16与活动路径相关联,并利用新的条目80更新拓扑表50。随后,链路聚集模块42在步骤210中聚集相关动态参数62,并在步骤212中据此更新拓扑表50和路由表46。

[0066] 假定不执行聚集,则链路关联资源42在步骤214中基于IP地址前缀将链路与新的活动路径相关联。在步骤212中据此更新拓扑和路由表。

[0067] 监视资源38在步骤216中同时确定是否检测到度量变化,例如通过监视接口驱动器22和延迟测量资源26。响应于检测到八个度量变化,监视资源38在步骤212中更新拓扑和路由表。

[0068] 已更新了拓扑表50的资源(例如,监视资源38或链路关联资源42)在步骤218中通知传输模块32中的客户端接口104。作为响应,客户端接口104在步骤220中通知适当的资源100、102或DUAL有限状态机(FSM)35执行EIGRP操作。例如,RTP资源100在步骤220中生成TLV更新消息90和头部92,并将TLV帧90和头部92传递到协议有关模块30。分组编码器/解码器44在步骤222中生成基于IP的EIGRP更新消息96,并在步骤224中输出更新消息96以发送到相邻路由器。

[0069] 尽管已结合使用诸如EIGRP之类的距离向量路由协议描述了公开实施例,但是应当清楚也可使用其他路由协议。例如,在因特网工程任务组(IETF)请求注释(RFC)1247中描述的链路状态路由协议开放最短路径优先(OSPF)可被用作替换,这是通过访问关联的链路状态数据库(其包含所有链路状态信息,包括代价)以外推带宽来实现的。RFC 1247的拷贝可以在IETF网站地址“<http://www.ietf.org/rfc/rfc1247.txt>? number = 1247”处获得。

[0070] 尽管已结合了当前认为是最实用和最优选的实施例描述了公开实施例,但是应当理解,本发明并不限于公开实施例,相反地,本发明试图包括落在权利要求精神和范围内的各种修改和等同配置。

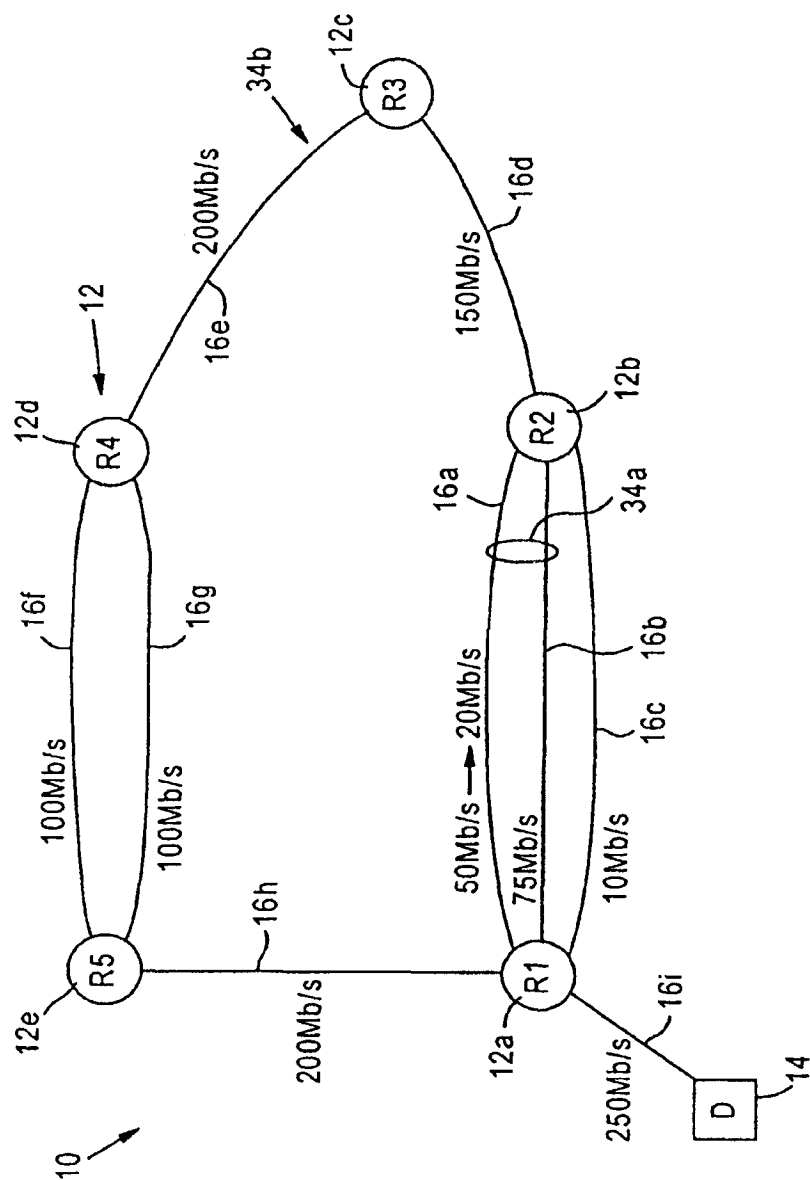


图1

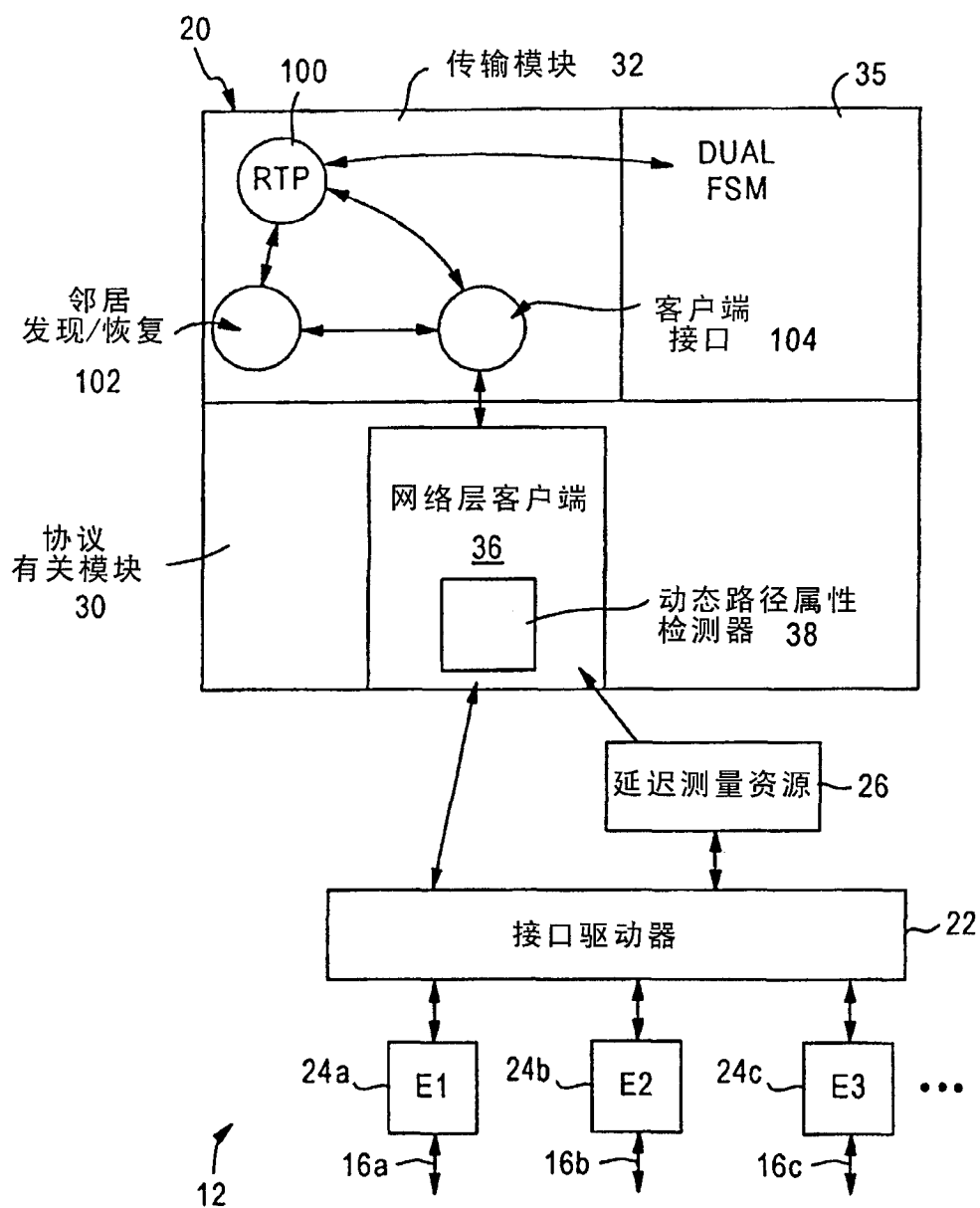


图 2

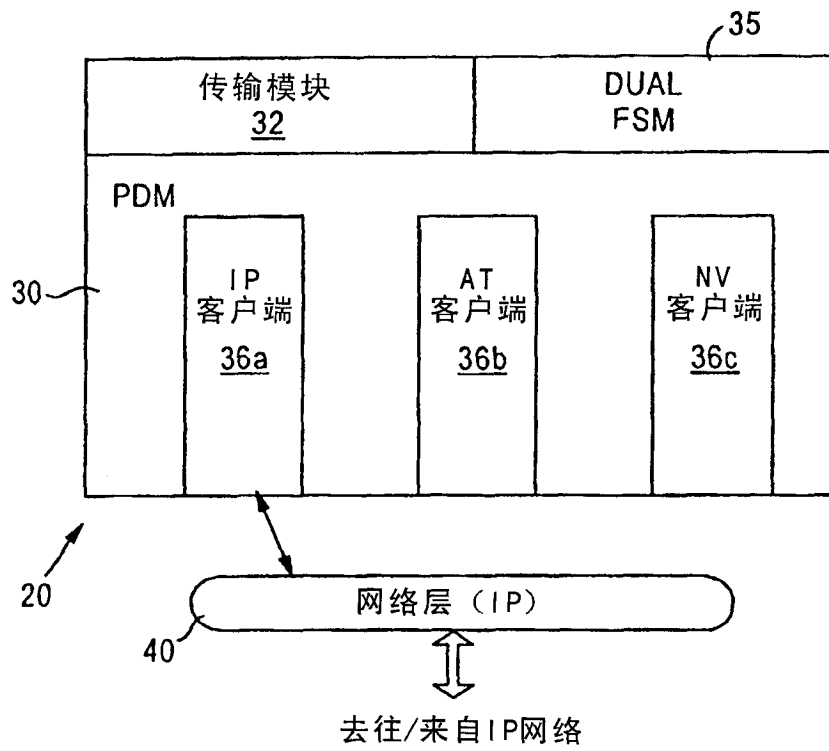


图 3

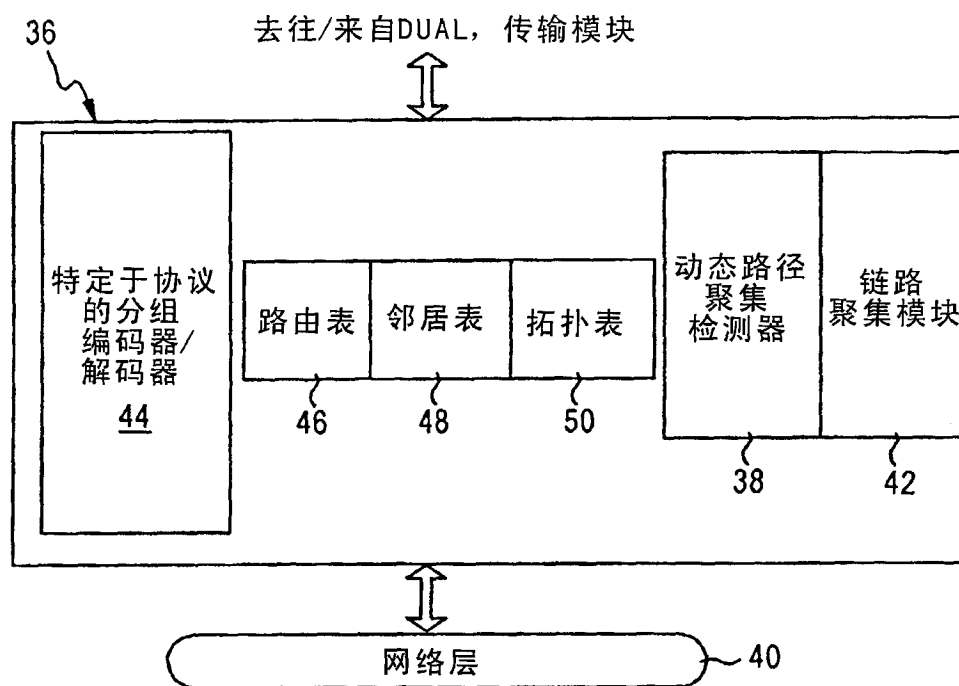


图 4

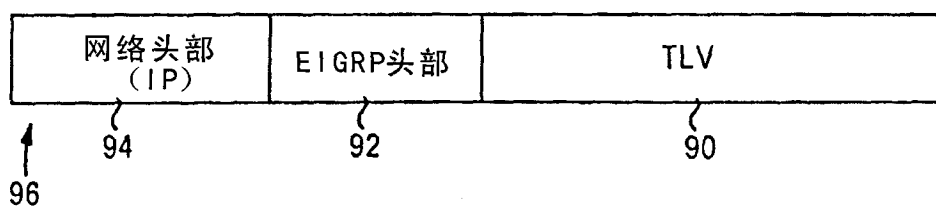


图 5

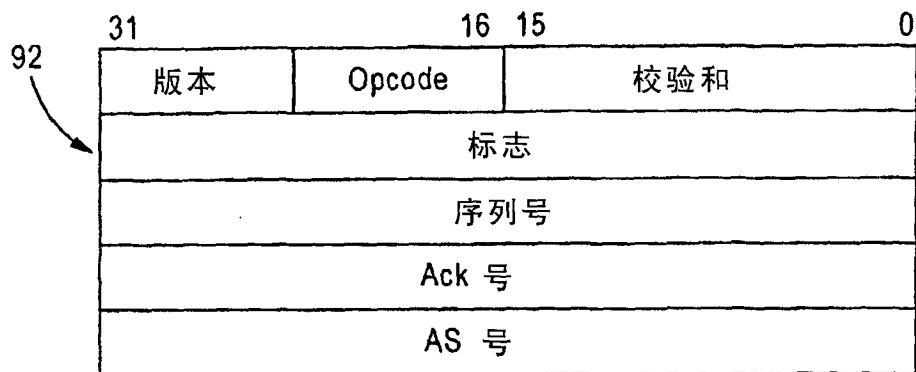


图 6A

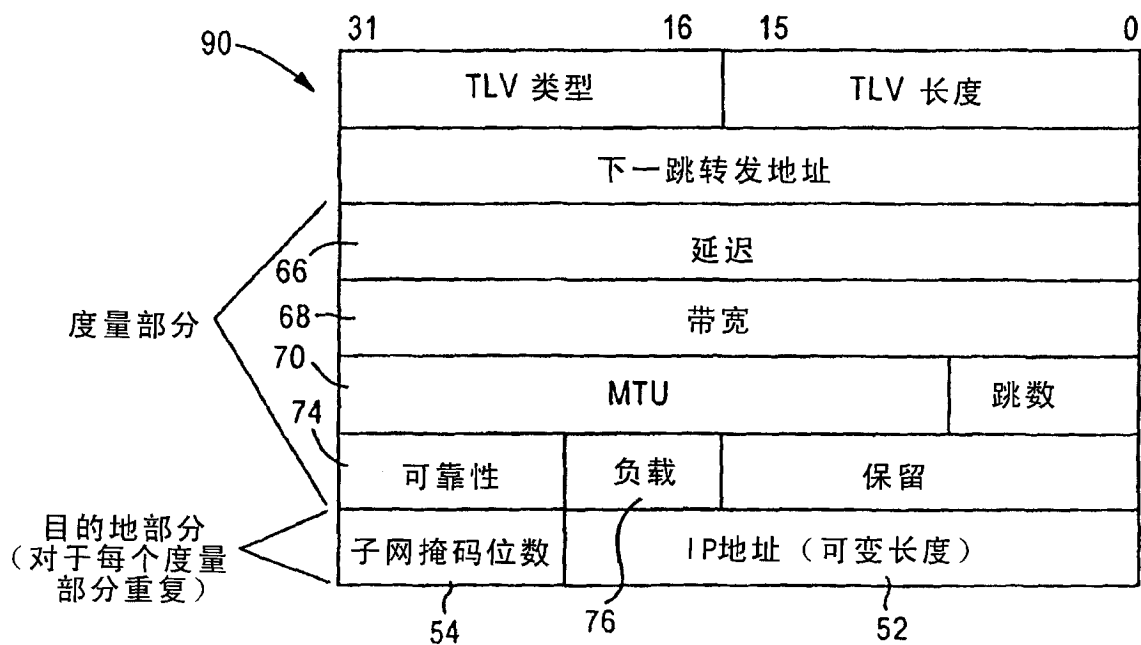


图 6B

目的地地址 (或前缀)	子网掩码	下一跳	路径ID	链路ID	聚集	延迟 (毫秒)	BW	MTU	跳数	可靠性	负载
111.222.000.xxx	255.255.255.000	R1	A	E1	Y	50	125	8192	1	4	40
111.222.000.xxx	255.255.255.000	R1	A	E2	Y	50	125	4096	1	4	40
111.222.000.xxx	255.255.255.000	R3	B	E4	N	75	150	4096	4	7	65

80a

80b

80c

52

54

56

58

60

64

66

68

70

72

74

76

50

62

图7

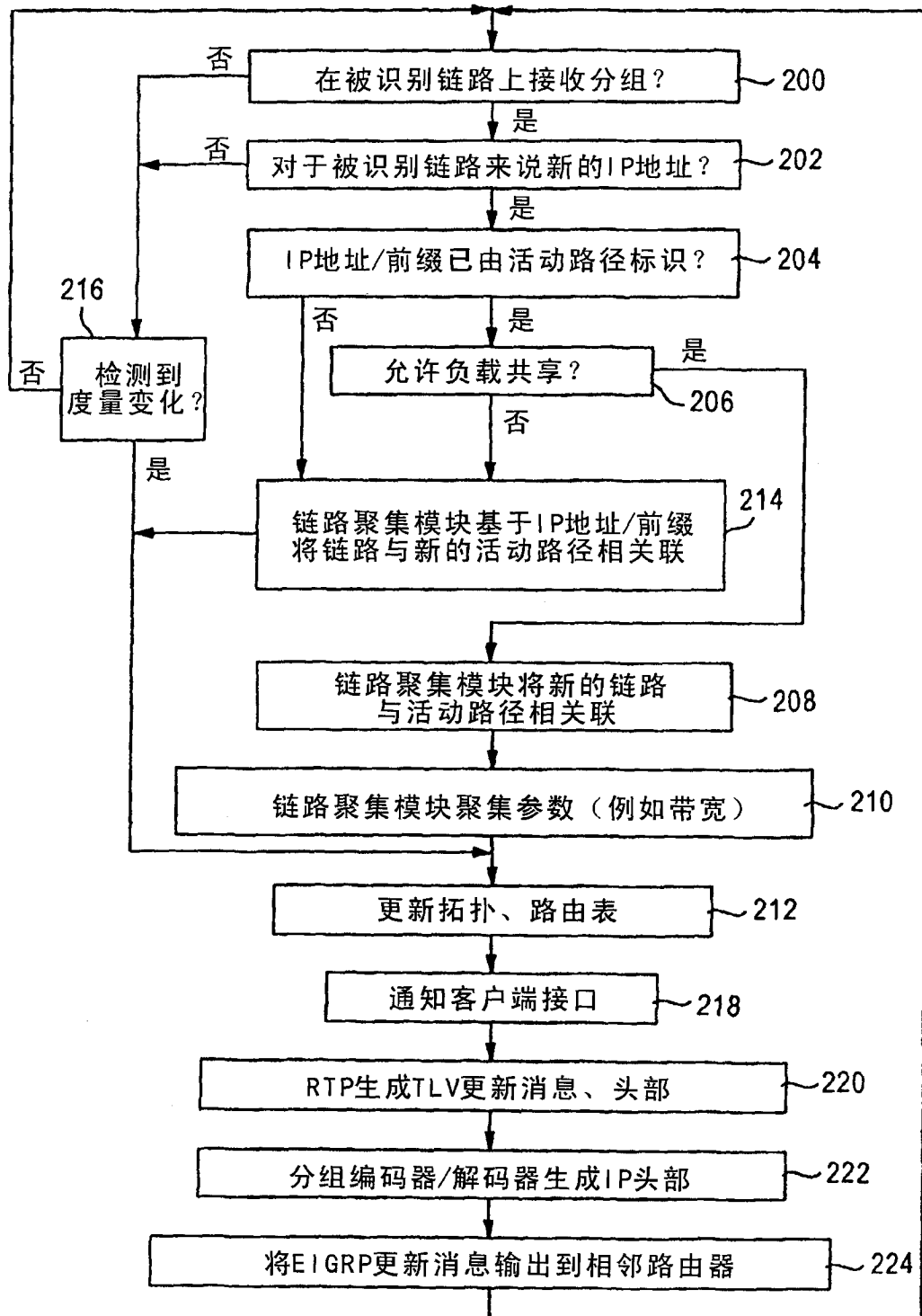


图 8