



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101669105 B

(45) 授权公告日 2012. 08. 29

(21) 申请号 200880013231. 9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2008. 04. 22

G06F 15/16 (2006. 01)

(30) 优先权数据

11/789, 927 2007. 04. 26 US

(56) 对比文件

WO 2004/017559 A1, 2004. 02. 26,

CN 1668037 A, 2005. 09. 14,

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 10. 23

审查员 鞠博

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/061087 2008. 04. 22

(87) PCT申请的公布数据

W02008/134292 EN 2008. 11. 06

(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 迪诺·法里纳齐 戴维·R·奥兰

约翰·M·兹维贝尔

(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

代理人 李晓冬 南霆

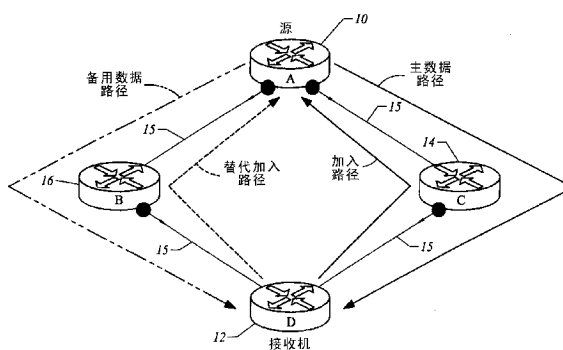
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 7 页

(54) 发明名称

多播快速重新路由

(57) 摘要

公开了用于快速重新路由多播数据的方法和装置。在一个实施例中,一种方法包括:在主路径上从接收机向源发送多播加入消息,并且在备用路径上从接收机向源发送替代多播加入消息。随后从主路径和备用路径接收数据分组。方法还包括:在第一模式中操作,其中,从主路径接收到的数据分组被接受而从备用路径接收到的数据分组被丢弃,并且一旦在主路径中检测到故障就切换到第二模式,其中,接受从备用路径接收到的数据分组。



1. 一种用于在网络故障后在接收机处快速重新路由多播数据的方法,包括:  
在主路径上从所述接收机向源发送多播加入消息,所述主路径是无循环路径;  
在备用路径上从所述接收机向所述源发送替代多播加入消息,所述备用路径是无循环路径;  
从所述主路径和所述备用路径接收数据分组;  
在第一模式中操作,其中,从所述主路径接收到的数据分组被接受而从所述备用路径接收到的数据分组由于反向路径转发故障被丢弃;以及  
一旦在所述主路径中检测到故障就切换到第二模式,其中,从所述备用路径接收到的数据分组被接受。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其中,检测所述主路径中的故障包括:接收在连接到所述接收机的链路中或者通过该链路与所述接收机通信的节点的故障的通知。
3. 如权利要求 1 所述的方法,还包括:监视来自所述主路径的数据流。
4. 如权利要求 3 所述的方法,其中,检测所述主路径中的故障包括:如果在指定时间间隔内未从所述主路径接收到新的分组,则检测到故障。
5. 如权利要求 1 所述的方法,还包括:从单播路由协议接收故障通知,并且继续在所述第二模式中操作。
6. 如权利要求 1 所述的方法,还包括:如果在预定时段内未从单播路由协议接收到故障通知,则切换回所述第一模式。
7. 一种用于识别网络故障并重新路由多播数据的方法,包括:  
从主路径和备用路径接收多播数据,其中,所述主路径和所述备用路径是无循环路径;  
在第一模式中操作,其中,从所述备用路径接收到的多播数据由于反向路径转发故障而被丢弃;  
监视从所述主路径接收到的多播数据,并且如果所监视的所述多播数据的流动停止多于指定时间间隔,则识别出所述主路径中的故障;以及  
一旦识别出故障就切换到第二模式,其中,从所述备用路径接收到的多播数据被接受。
8. 如权利要求 7 所述的方法,其中,监视所述多播数据包括:当从所述主路径接收到新的分组时,递增计数器。
9. 如权利要求 7 所述的方法,还包括:当从所述主路径接收到新的分组时,启动定时器。
10. 如权利要求 7 所述的方法,其中,所述指定时间间隔大约为 100ms。
11. 如权利要求 7 所述的方法,其中,切换到所述第二模式包括:在识别出故障后,在少于 10 毫秒内切换到所述第二模式。
12. 如权利要求 7 所述的方法,还包括:从单播路由协议接收对故障的通知,并且继续在所述第二模式中操作。
13. 如权利要求 7 所述的方法,还包括:如果在预定时段中未从单播路由协议接收到故障通知,则切换回所述第一模式。
14. 一种用于在网络故障后在接收机处快速重新路由多播数据的装置,包括:  
用于在主路径上从所述接收机向源发送多播加入消息的装置,所述主路径是无循环路

径；

用于在备用路径上从所述接收机向所述源发送替代多播加入消息的装置，所述备用路径是无循环路径；

用于从所述主路径和所述备用路径接收数据分组的装置；

用于在第一模式中操作的装置，在所述第一模式中，从所述主路径接收到的数据分组被接受而从所述备用路径接收到的数据分组由于反向路径转发故障被丢弃；以及

用于一旦在所述主路径中检测到故障就切换到第二模式的装置，在所述第二模式中，从所述备用路径接收到的数据分组被接受。

15. 如权利要求 14 所述的装置，还包括用于当从单播路由协议接收到故障通知时，将所述备用路径标识为反向路径转发路径的装置。

16. 一种用于识别网络故障并重新路由多播数据的装置，包括：

用于从主路径和备用路径接收多播数据的装置，其中，所述主路径和所述备用路径是无循环路径；

用于在第一模式中操作的装置，在所述第一模式中，从所述备用路径接收到的多播数据由于反向路径转发故障而被丢弃；

用于监视从所述主路径接收到的多播数据，并且如果所监视的所述多播数据的流动停止多于指定时间间隔，则识别出所述主路径中的故障的装置；以及

用于一旦识别出故障就切换到第二模式的装置，在所述第二模式中，从所述备用路径接收到的多播数据被接受。

17. 如权利要求 16 所述的装置，其中，用于监视的装置包括：用于当从所述主路径接收到新的分组时递增计数器的装置。

18. 如权利要求 16 所述的装置，其中，所述指定时间间隔包括分组间延时。

## 多播快速重新路由

### 技术领域

[0001] 本发明涉及多播快速重新路由。

### 背景技术

[0002] 本公开一般涉及在网络故障事件中维持多播数据流。

[0003] 传统因特网协议 (IP) 通信允许主机将分组发送到单个主机 (单播传输) 或所有主机 (广播传输)。为了支持对向多个主机提供涉及高数据速率传输的诸如音频和视频会议通话、音频广播和视频广播之类的应用的需求, 已演变到了第三路由技术, 即多播路由。在多播路由中, 主机将分组发送到所有主机的子集作为群组传输。已经开发出了多播路由协议, 以通过最小化分组的复制来节约带宽。为了实现数据的最高效率递送, 不在源处复制多播分组, 而是在网络中到多个接收机的路径分叉的点处复制多播分组。

[0004] 传统多播路由系统依赖于单播路由协议来检测网络故障。在网络故障由单播路由协议识别出并且新的路径被建立之前, 不会发生对受影响通信流的重新导向。在诸如要求接近零分组丢失的视频应用之类的许多情况中, 这影响了故障恢复期间的网络性能。克服这种性能恶化的一种方法是提供源冗余, 其中, 分离的多播主机被配置并且放置在网络中以获得不同路径。然而, 这需要利用多个主机并且需要使数据流同步。此外, 源冗余模式导致了带宽的重大浪费。

### 发明内容

[0005] 在一个方面, 本发明提供了一种用于在网络故障后在接收机处快速重新路由多播数据的方法, 包括: 在主路径上从所述接收机向源发送多播加入消息, 所述主路径是无循环路径; 在备用路径上从所述接收机向所述源发送替代多播加入消息, 所述备用路径是无循环路径; 从所述主路径和所述备用路径接收数据分组; 在第一模式中操作, 其中, 从所述主路径接收到的数据分组被接受而从所述备用路径接收到的数据分组由于反向路径转发故障被丢弃; 以及一旦在所述主路径中检测到故障就切换到第二模式, 其中, 从所述备用路径接收到的数据分组被接受。

[0006] 在另一个方面, 本发明提供了一种用于识别网络故障并重新路由多播数据的方法, 包括: 从主路径和备用路径接收多播数据, 其中, 所述主路径和所述备用路径是无循环路径; 在第一模式中操作, 其中, 从所述备用路径接收到的多播数据由于反向路径转发故障而被丢弃; 监视从所述主路径接收到的多播数据, 并且如果所监视的所述多播数据的流动停止多于指定时间间隔, 则识别出所述主路径中的故障; 以及一旦识别出故障就切换到第二模式, 其中, 从所述备用路径接收到的多播数据被接受。

[0007] 在又一个方面, 本发明提供了一种用于在网络故障后在接收机处快速重新路由多播数据的装置, 包括: 发送机, 被配置为在主路径上从所述接收机向源发送多播加入消息, 并且在备用路径上从所述接收机向所述源发送替代多播加入消息, 其中, 所述主路径和所述备用路径是无循环路径; 处理器, 可操作来处理分组数据; 以及控制器, 被配置来在第一

模式中操作并且一旦得到所述主路径中的故障的通知就切换到第二模式,其中,在所述第一模式中,从所述主路径接收到的数据分组被转发到所述处理器而从所述备用路径接收到的数据分组由于反向路径转发故障被丢弃,并且在所述第二模式中,将从所述备用路径接收到的数据分组转发到所述处理器。

[0008] 在又一个方面,本发明提供了一种用于在网络故障后识别出网络故障并重新路由多播数据的装置,包括:接收机,可操作来从主路径和备用路径接收多播数据,其中,所述主路径和所述备用路径是无循环路径;监视器,被配置为监视从所述主路径接收到的多播数据,并且如果所监视的所述多播数据的流动停止多于指定时间间隔,则识别出所述主路径中的故障;以及控制器,被配置为一旦得到所述主路径中的故障的通知就从第一模式切换到第二模式,在所述第一模式中,所述控制器将来自所述主路径的多播数据转发到处理器并且由于反向路径转发故障而丢弃来自所述备用路径的多播数据,在所述第二模式中,所述控制器就将来自所述备用路径的多播数据转发到所述处理器。

## 附图说明

[0009] 图 1 图示出了可以实现这里所述的实施例的网络的示例。

[0010] 图 2A 是图示出在主路径出现故障之前的图 1 的网络中的接收机的一个实施例的框图。

[0011] 图 2B 是图示出切换到备用路径后的接收机的框图。

[0012] 图 3 图示出了具有并行路径的网络中的实施方式的一个示例。

[0013] 图 4 图示出了路径经过核心网络以及多个分发网络和接入网络的实施方式的一个示例。

[0014] 图 5 是图示出根据一个实施例用于多播快速重新路由的处理的概况的流程图。

[0015] 图 6 是图示出根据一个实施例用于识别主路径中的故障并切换到备用路径的处理的细节的流程图。

[0016] 图 7 示出了用于实现这里所述的实施例的网络设备的示例。

[0017] 在附图的若干个图中,相对应的标号表示相对应的部分。

## 具体实施方式

### [0018] 概述

[0019] 公开了用于快速重新路由多播数据的方法和装置。在一个实施例中,一种方法包括:在主路径上从接收机向源发送多播加入消息,以及在备用路径上从接收机向源发送替代多播加入消息。随后从主路径和备用路径接收数据分组。方法还包括:在第一模式中操作,其中,从主路径接收到的数据分组被接受而从备用路径接收到的数据分组被丢弃,以及一旦在主路径中检测到故障就切换到第二模式,其中,从备用路径接收到的数据分组被接受。

[0020] 在一个实施例中,一种用于在网络出故障后识别网络故障并重新路由多播数据的装置,一般包括:接收机,可操作来从主路径和备用路径接收多播数据;以及监视器,被配置为监视从主路径接收到的多播数据,并且如果所监视多播数据的流动停止多于指定时间间隔,则识别出主路径中的故障。该装置还包括:控制器,被配置为一旦识别出主路径中的

故障,则从第一模式切换到第二模式,在第一模式中,来自主路径的多播数据被转发到处理器并且来自备用路径的多播数据被放弃,在第二模式中,控制器就将来自备用路径的多播数据转发到处理器。

#### [0021] 示例实施例

[0022] 呈现下面的描述以使得本领域普通技术人员能够作出和使用本发明。对具体实施例和应用的描述仅被提供作为示例,并且本领域技术人员将容易清楚各种修改。在不脱离本发明的范围的情况下,可以将这里描述的一般原理应用到其它实施例和应用。因此,本发明不限于所示实施例,而是与符合这里所述的原理和特征的最宽范围一致。为了清楚的目的,不详细描述与本发明涉及的技术领域中公知的技术素材相关的细节。

[0023] 这里描述的方法和系统可操作来在网络故障后在具有最小分组丢失的情况下重新路由多播数据。这里将方法和系统称为多播快速重新路由(或者仅多播的快速重新路由)。多播快速重新路由系统在通过单播路由协议识别出故障之前重新路由数据,以提供最小的分组丢失。系统可操作来通过作出切换到备用路径的局部决定来提供向备用路径的快速重新路由,这比等待网络上的单播路由协议信号以切换到备用路径需要更少的时间。如下面详细描述的,系统将替代加入消息发送到无循环路径上以将冗余分组数据分发给网络中。在正常操作期间,冗余分组在拓扑会聚点(merge point)处被丢弃。当主路径中发生故障时,在作出了接受数据的局部极快速决定后,冗余数据被接受。因此,系统和方法提供了“在断开之前做决定”(make-before-break)处理,用于在节点或链路出故障的情况下使多播数据保持流动。

[0024] 这里描述的实施例在包括多个网络元件的数据通信网络的上下文中操作。采用多播快速重新路由的网络中的一些元件可以是路由器、交换机、网关或其它网络设备。例如,一些节点可以是特别配置的路由器,诸如可从 San Jose, California 的思科系统公司获得的那些路由器。如这里所使用的,术语路由器用来指基于网络和较高层信息转发分组的设备。路由器例如可以包括主中央处理单元(CPU)、接口和总线(例如,PCI 总线)。当在适当软件或固件的控制下运作时,CPU 负责如下的路由器任务:路由表计算、网络管理以及对分组的一般处理。优选地,在包括操作系统和任何适当应用软件在内的软件的控制下来完成所有的这些功能。在一个实施例中,在下面相对于图 7 描述的通用网络宿主机(host machine)上来实现网络设备。

[0025] 实现实施例的网络被配置来利用 IP 多播,IP 多播同时将单个信息流递送到多个接收者。提供对多播路由的简要讨论以辅助介绍这里描述的实施例中使用的概念。

[0026] 多播操作是基于群组的概念的。多播群组是对接收特定数据流表示出兴趣的任意群组的接收机。IP 多播地址或其一部分指定了特定群组。对接收流向特定群组的数据感兴趣的主机例如利用因特网群组管理协议(IGMP)来加入该群组。

[0027] 具有多播能力的路由器创建分发树,分发树控制 IP 多播通信流通过网络所取的路径,以便将通信流递送到所有接收机。多播群组的成员可以在任何时间加入或离开;因此,分发树被动态地更新。在一个实施例中,协议独立多播(PIM)被用来动态地创建多播分发树以确保分发到预期接收机,同时限制分发以使得不在源与接收机之间的路径上的网络段不负担不必要的通信流。

[0028] 在单播路由中,根据预先计算出的路由沿着从源到目的地主机的单条路径穿过网

络来转发通信流。单播路由器通常不考虑源地址；其仅考虑目的地地址以及如何将通信流朝该目的地转发。作为对比，在多播转发中，源将通信流发送到由多播群组地址表示的任意组主机。多播路由器必须确定哪个方向是上游方向（朝向树的根部），而哪个（或哪些）方向是下游方向。如果存在多条下游路径，则路由器复制分组并且基于接收机兴趣将其转发向适当的下游路径。转发多播通信流以远离根部称为反向路径转发（RPF）。

[0029] “RPF 故障”是多播路由操作中的重要概念。单播路由技术用来确定从接收机或中间节点返回树根部的路径。经由该路径从树根部接收到的分组适任于进一步向下游转发。当在接口上使能 RPF 时，路由器检查作为输入在该接口上接收到的所有分组，以确保源地址和源接口出现在路由表中并且与接收到分组的接口相匹配。在未连接到该路径的其它接口上接收到的分组将不被转发，并且将对它们的接收称为 RPF 故障。如下所述，RPF 故障用来标识冗余分组数据。

[0030] 现在参考附图，并且首先参考图 1，图示出了被配置用于多播快速重新路由的网络的一个示例。该网络包括源 10 和接收机 12。将会明白，这里使用的术语“接收机”还可以指根据这里所述的方法和系统作为接收机操作的中间节点。源节点 10（路由器 A）经由主数据路径和备用（替代）数据路径向接收机 12（路由器 D）发送多播数据。节点（A、B、C、D）通过通信链路 15 相连。路径是无循环路径，并且在一个实施例中，路径可被配置为 ECMP（等成本多路径）或 NECMP（不等但在 ECMP 间无循环地分发通信流）。主数据路径通过中间节点 14（路由器 C），而备用数据路径通过中间节点 16（路由器 B）。如下面相对于图 5 的流程图所述的，在备用路径上传输的冗余多播数据将在接收机 12 处被丢弃，直到需要为止。如果主路径中发生故障，则冗余数据立即可获得并在接收机 12 处被接受。

[0031] 图 2A 和 2B 是示意性地图示出根据一个实施例的接收机 12 的细节的框图。图 2A 示出了第一模式（主路径故障之前的正常操作）中的接收机，而图 2B 示出了切换到第二模式（主路径故障之后的备用操作）后的接收机。接收机 12 包括控制器 20，控制器 20 可操作来在第一模式中（图 2A）转发从主路径接收的分组供处理器 22 处理并且丢弃从备用路径接收的分组。当接收到故障通知时，控制器 20 被配置为切换到第二模式（图 2B），以使得从备用路径接收的分组被转发供处理，并且从主路径接收的任何分组被丢弃。

[0032] 在一个实施例中，接收机 12 包括用于监视从主路径接收到的数据分组的监视器 24。如下面相对于图 6 的流程图进一步描述的，监视器 24 在接收到分组时递增计数器 28 并且启动定时器 26。当定时器 26 终止时，监视器 24 进行检查以查看计数器 28 是否改变（即，接收到新的分组）。如果未接收到分组，则监视器 24 发信号通知控制器 20 主路径上可能存在故障，从而控制器切换到备用路径（图 2B）。

[0033] 接收机 12 还可以包括 MRIB（多播路由信息库）和 MFIB（多播转发信息库）23。在一个实施例中，接收机在硬件上包括两个 RPF 接口，并且设置一比特来确定使用了哪个接口。接口故障通知可被发送到 MRIB 或 MFIB，其对比特进行更新。

[0034] 图 3 和图 4 图示出了利用多播快速重新路由的网络的另外的示例。将在参考图 1 所示的基础网络和图 5 的流程图概述了处理概况之后描述这些示例。

[0035] 图 5 图示出了用于多播快速重新路由的处理的一个示例。在步骤 50，接收机 12 将加入消息（例如，PIM 加入）发送到经过节点 14 的 RPF 路径（图 1 的加入路径）上。接收机 12 还将替代加入消息发送到经过节点 16 的非 PRF 路径（图 1 的替代加入路径）上（步

骤 51)。源节点 10 具有两个外出接口 (OIF) (由到链路 15 的接口处的点示出, 链路 15 具有指示数据从路由器被转发的方向的箭头)。接收机 12 从源节点 10 接收复制分组 (来自主数据路径的数据和来自备用数据路径的冗余数据) (步骤 52)。接收机 12 因 RPF 故障而丢弃来自节点 16 (备用数据路径) 的分组 (步骤 54)。如上所述, RPF 故障意指分组到达了这样的接口: 该接口不是来自该源和群组的分组应当到达的接口。

[0036] 在步骤 56, 主路径中存在故障。故障可能在节点 C 或链路 DC 中, 在此情况下, MRIB 或 MFIB 接收接口故障通知。故障还可能在主路径的另一区段中并且被监视器 24 识别出, 如下面相对于图 6 的流程图所述的。接收机 12 随后切换到备用路径并且接受来自节点 16 的分组 (步骤 58)。在一个实施例中, 在故障被识别出后, 节点 12 在少于 10 毫秒内切换到备用路径。一旦单播路由协议识别出了主数据路径中的故障, 备用数据路径就被标识为新的 RPF 路径并且 MRIB 更新其路由 (步骤 59)。

[0037] 图 6 是图示出用于监视数据流以识别出沿着从源节点 10 到接收机节点 12 的数据路径的任何地方的故障的处理的流程图。在步骤 60, 接收机 12 接收来自主数据路径的分组。如上面相对于图 2A 和 2B 简要讨论的, 接收机 12 包括用于监视从主数据路径接收到的数据流的监视器 24。计数器 28 被递增以表示新的分组到达, 并且定时器 26 被启动 (步骤 62)。在一个实施例中, 定时器 26 被设为大约 100 毫秒以将分组间延时考虑在内。将会明白, 在不脱离本发明的范围的情况下, 也可以使用其它时间间隔, 并且还可以使用不同于计数器的设备来跟踪分组。

[0038] 如果新的分组到达, 则计数器 28 被递增并且监视持续。如果定时器 26 终止并且计数器未改变 (即, 新的分组未到达), 则在从源 10 到接收机 12 的主数据路径上识别出可能的故障 (步骤 64 和 66)。接收机 12 随后在步骤 68 切换到备用模式。如果最终单播路由协议确认了故障, 则备用路径被改变到新的主 (RPF) 路径 (步骤 70 和 72)。如果在预定时段 (例如, 5-10 秒) 后故障未被确认, 则接收机 12 可以切换回主路径 (步骤 74) 或者保持在备用路径上, 并且切换主路径和备用路径 (即, 将主路径切换为备用路径并且将备用路径切换为主路径) (步骤 76)。将会明白, “预定时段” 可以是可变化的设置值或算出值。

[0039] 下面提供了上述多播快速重新路由处理的其它实施方式示例。

[0040] 图 3 图示出了具有级联并行路径的网络中的多播快速重新路由的一个示例。该网络包括源 30 (节点 A)、接收机 32 (节点 J) 以及多个中间节点 (B、C、D、E、F、G、H、I)。在源节点 30 和节点 C 处创建了无循环路径。在此示例中, 在节点 B 和节点 H 之间延伸的路径未被配置为无循环路径, 因此未被配置用于多播快速重新路由 (与源 30 和接收机 32 之间的整个重新路由无关)。通过中间节点 I、G 和 C 将加入消息从接收机 32 发送到源 30。主数据路径从源 30 通过中间节点 C、G 和 I 到接收机 32。由于这组节点 (C、F、G、I) 被配置为无循环路径, 因此, 替代加入消息从节点 I 被发送到节点 F (在非 RPF 路径上)。替代加入消息还从节点 F 被发送到节点 C (在 RPF 路径上)。从节点 C 通过节点 F 到节点 I 创建备用路径。在此路径上发送的分组将在节点 I (接收机) 处被丢弃 (RPF 故障), 直到需要为止。将替代加入消息从接收机 32 发送到节点 H (在非 RPF 路径上), 并且从节点 H 通过中间节点 D 和 B 发送到源节点 30 (在 RPF 路径上)。来自备用路径的数据将在接收机 32 处被丢弃直到需要为止, 如先前所述的。

[0041] 图 4 图示出了包括核心网络以及多个接入和分发网络的网络中的多播快速重新

路由的一个示例。仅示出了两个接入网络和两个分发网络,然而,可以使用任意数目和布置的网络。源位于接入网络 43 内。主数据路径从源通过分发网络 44、核心网络 41、分发网络 46 以及接入网络 48 延伸。如图 4 所示,在接入网络 43 与分发网络 44 之间以及分发网络 44 与核心网络 41 之间存在多条链路。主数据路径经过节点 D、节点 F 和节点 H。加入消息从节点 H 通过节点 F 和节点 D 被发送到源。替代加入消息从节点 H 通过节点 E、节点 C 和节点 B 被发送到源 40。备用数据路径从源 40 通过节点 B、节点 C 和节点 E 延伸到节点 H。备用数据路径还从节点 C 延伸到节点 F,来提供节点 D 和节点 F 之间的链路的备用。另一备用数据路径从节点 D 延伸到节点 E,来提供节点 C 和节点 E 之间的链路的备用。来自备用数据路径的分组被丢弃(由于 X 处的 RPF 故障),直到识别出主数据路径上的故障为止。例如,如果接入网络 43 与分发网络 46 之间的主路径中出现故障,则节点 F 将切换到备用数据路径。如果节点 F 与节点 H 之间的路径中出现故障,则节点 H 将切换到备用路径。

[0042] 将会明白,图 1、3 和 4 所示的网络仅被提供作为示例,在不脱离本发明的范围的情况下,可以在具有不同网络元件或布局的网络中实现这里所述的多播快速重新路由。

[0043] 图 7 示出了可用来实现这里所述的实施例的网络设备 80。在一个实施例中,网络设备 80 是可以由硬件、软件或它们的任何组合实现的可编程机器。处理器 82 执行存储在程序存储器 84 中的代码。程序存储器 84 是计算机可读介质的一个示例。程序存储器 84 可以是易失性存储器。存储相同代码的计算机可读介质的另一形式可以是某种类型的非易失性存储装置,例如软盘、CD-ROM、DVD-ROM、硬盘、闪存等。跨越网络承载代码的载波是传输介质的示例。

[0044] 网络设备 80 经由多个线路卡 86 与物理介质进行接口连接。线路卡 86 可以包括以太网接口、DSL 接口、吉比特以太网接口、10 吉比特以太网接口、SONET 接口等。当分组经网络设备 80 接收、处理和转发后,它们可被存储在分组存储器 88 中。为了实现根据所述系统的功能,线路卡 86 可以包括与上面结合作为整体的网络设备所讨论的那些类似的处理和存储器资源。

[0045] 如从前面可见的,这里所述的多播快速重新路由系统和方法提供了许多优点。例如,多播路由协议可以重新路由多播数据,而无需等待单播路由协议识别出网络故障。此外,在网络中产生冗余数据流,而不是如源冗余模式所需的那样创建分离的多播主机。因此,无需设置多个源或同步数据流。系统被配置为提供可以容易丢弃数据直到需要为止的点,来减小浪费带宽以及切换资源的任何不利影响。

[0046] 虽然根据所示实施例描述了方法和系统,然而,本领域普通技术人员将容易认识到,在不脱离本发明的范围的情况下,可以对实施例进行变更。因此,希望上面的描述所包含的以及附图所示的所有内容被从说明性的而非限制性的角度解释。

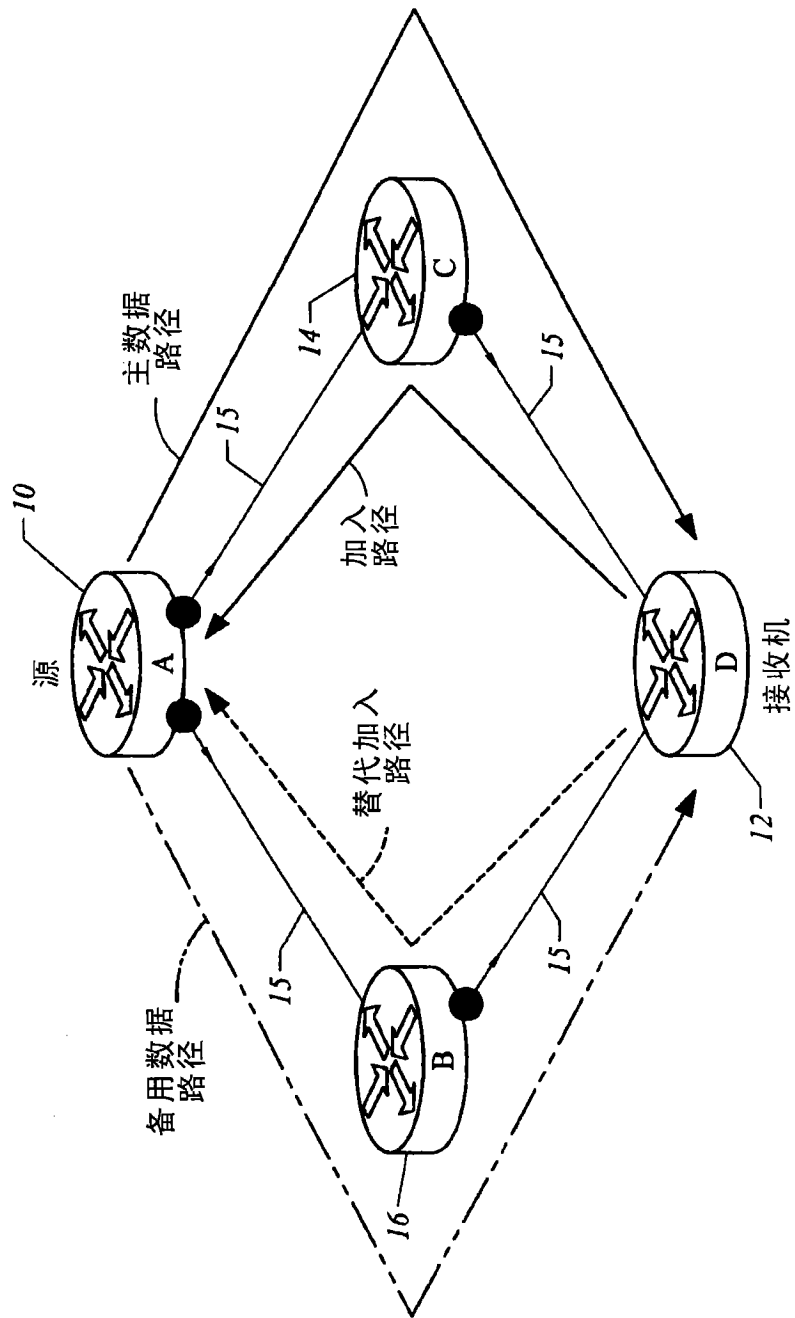


图 1

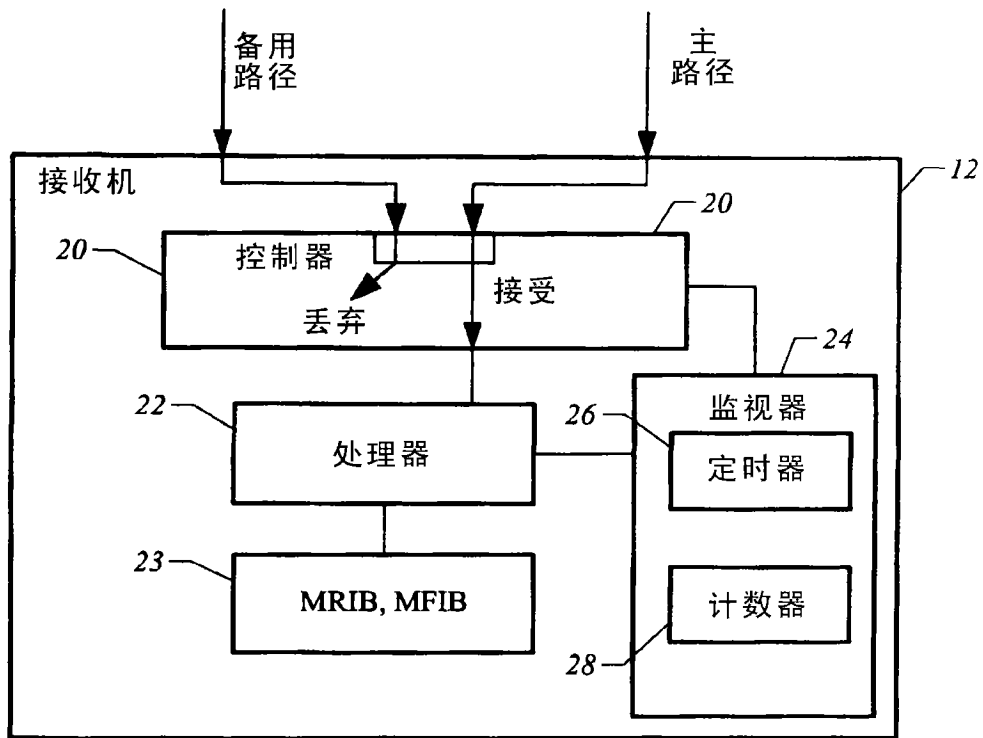


图 2A

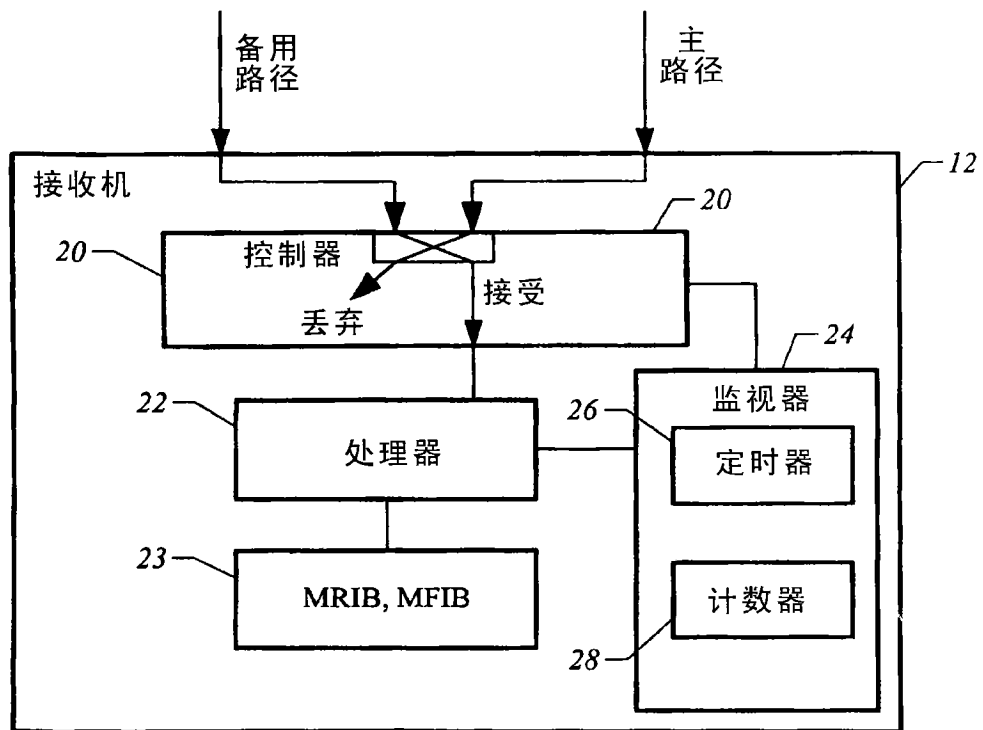


图 2B

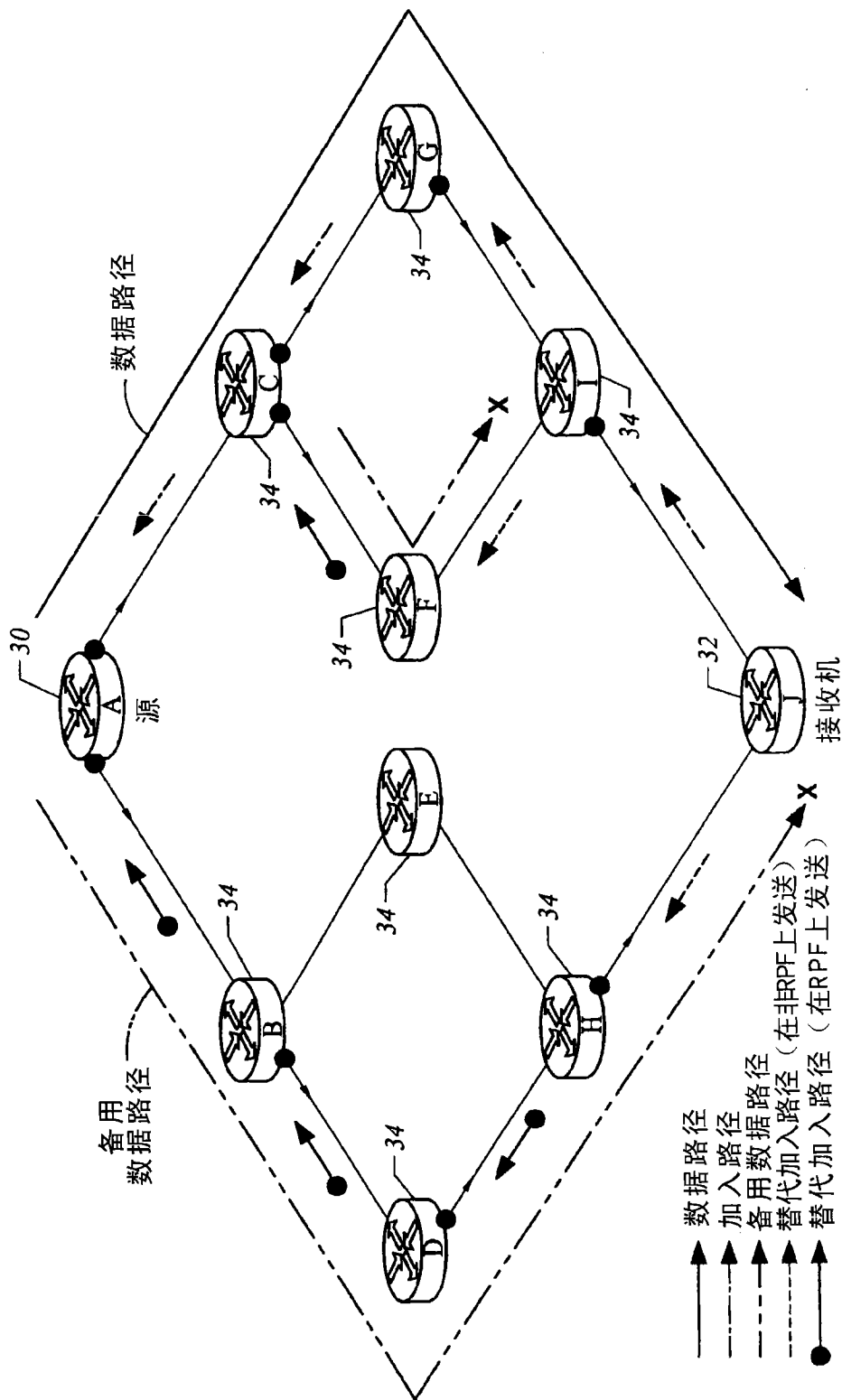


图 3

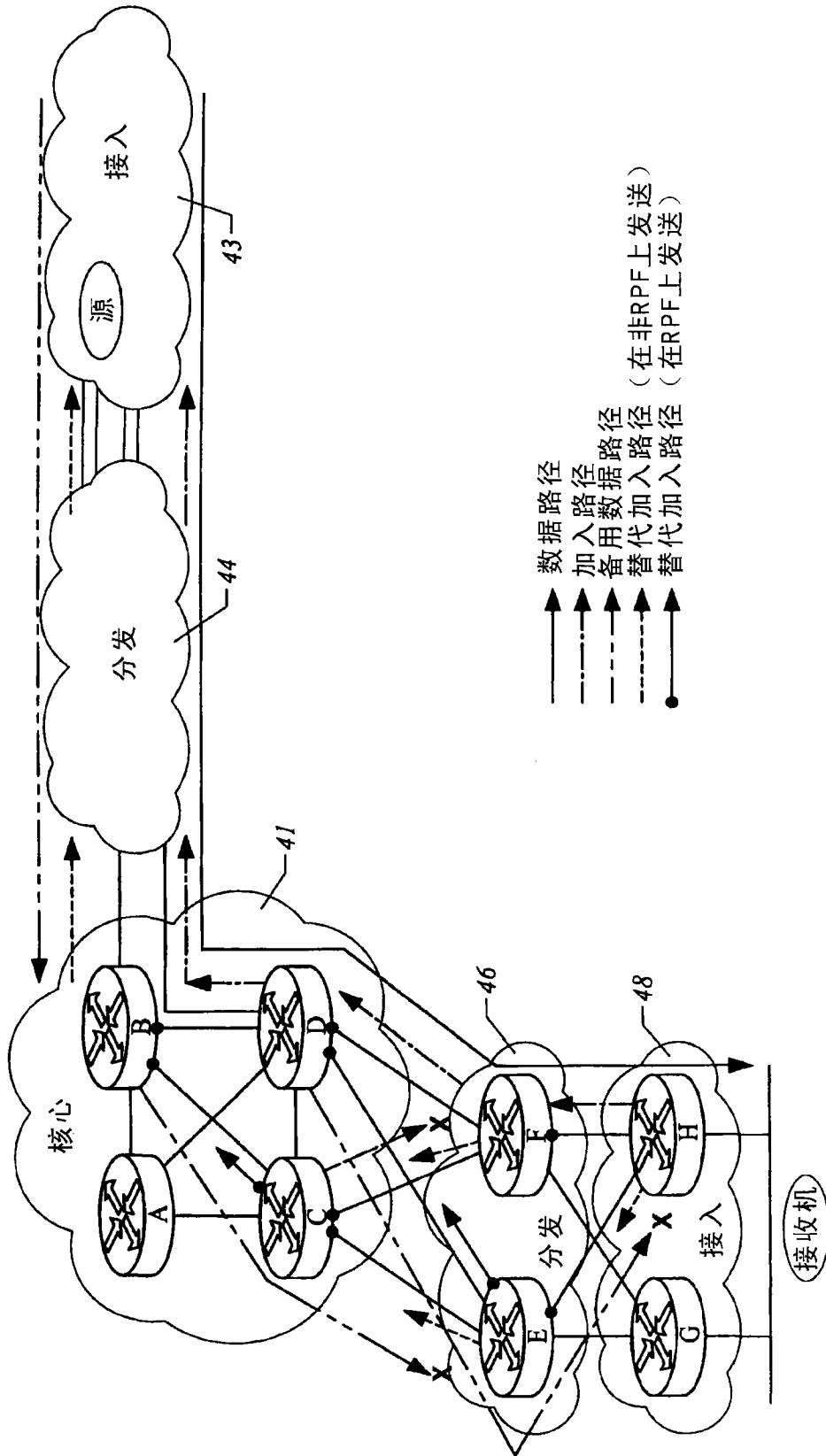


图 4

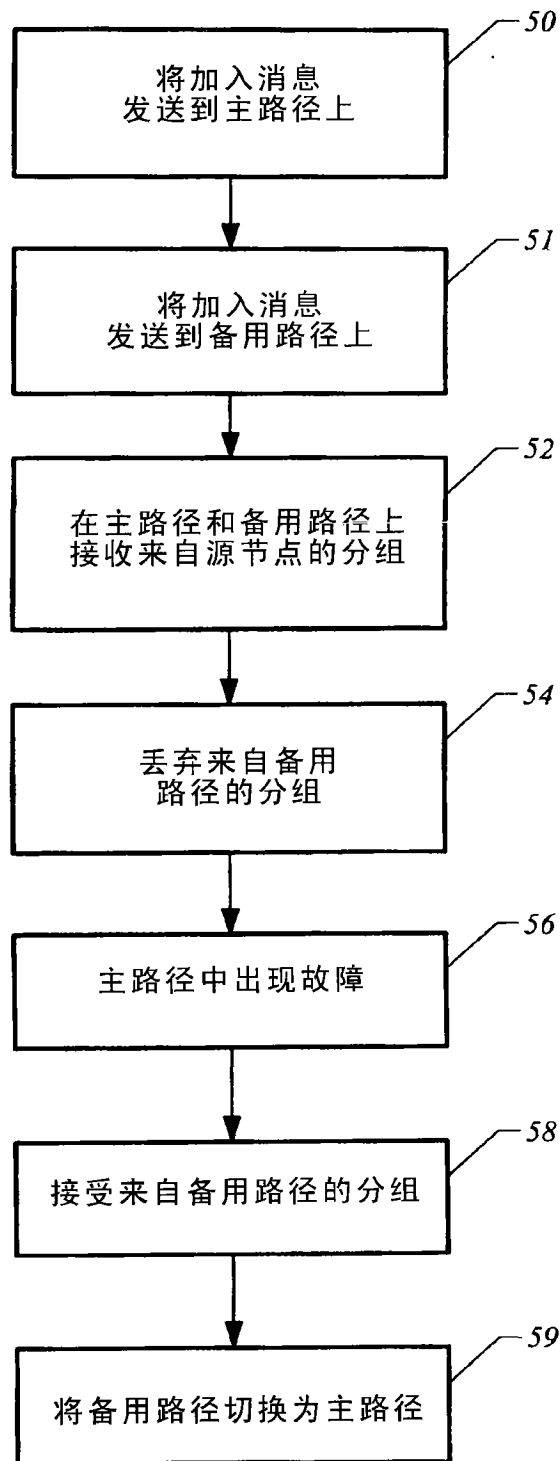


图 5

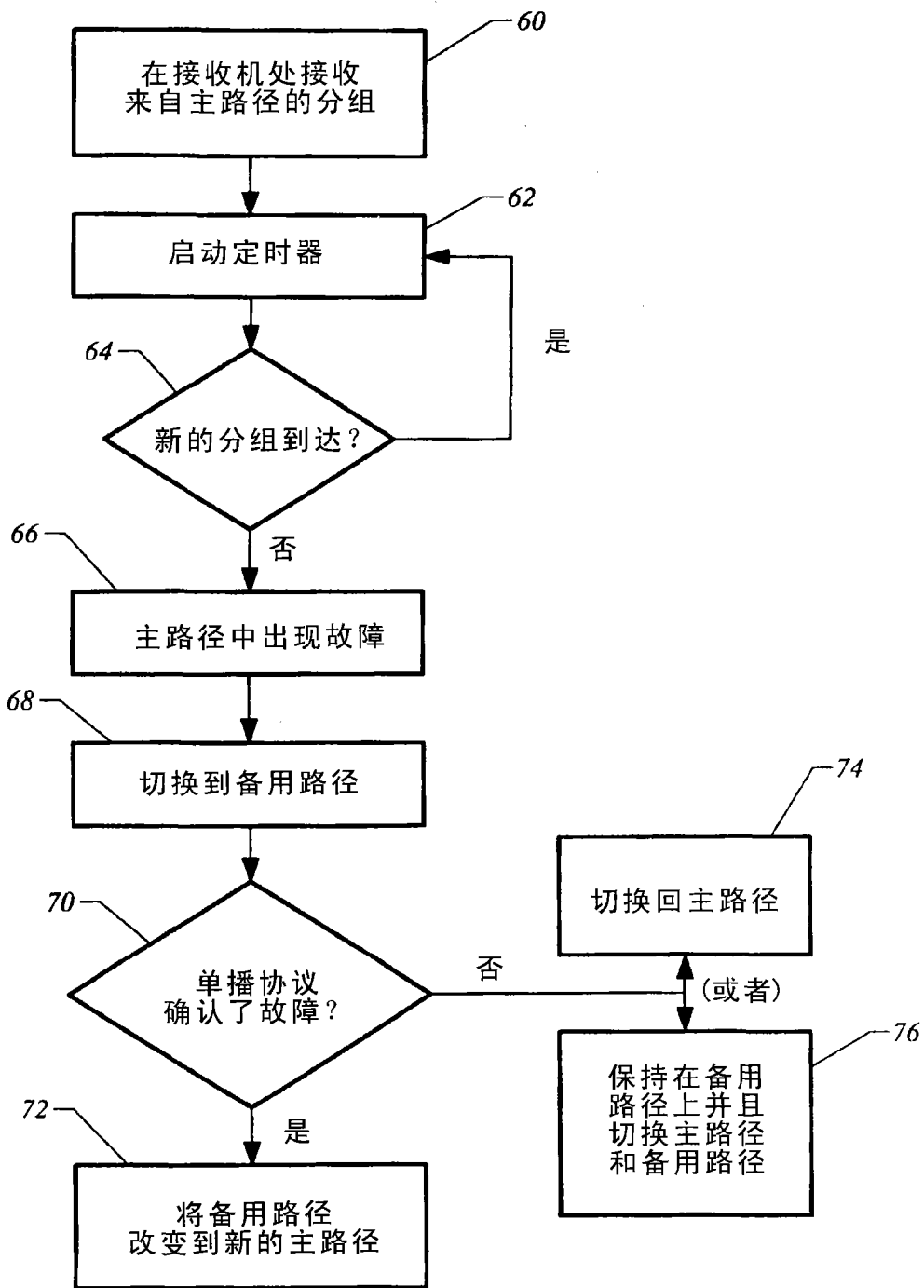


图 6

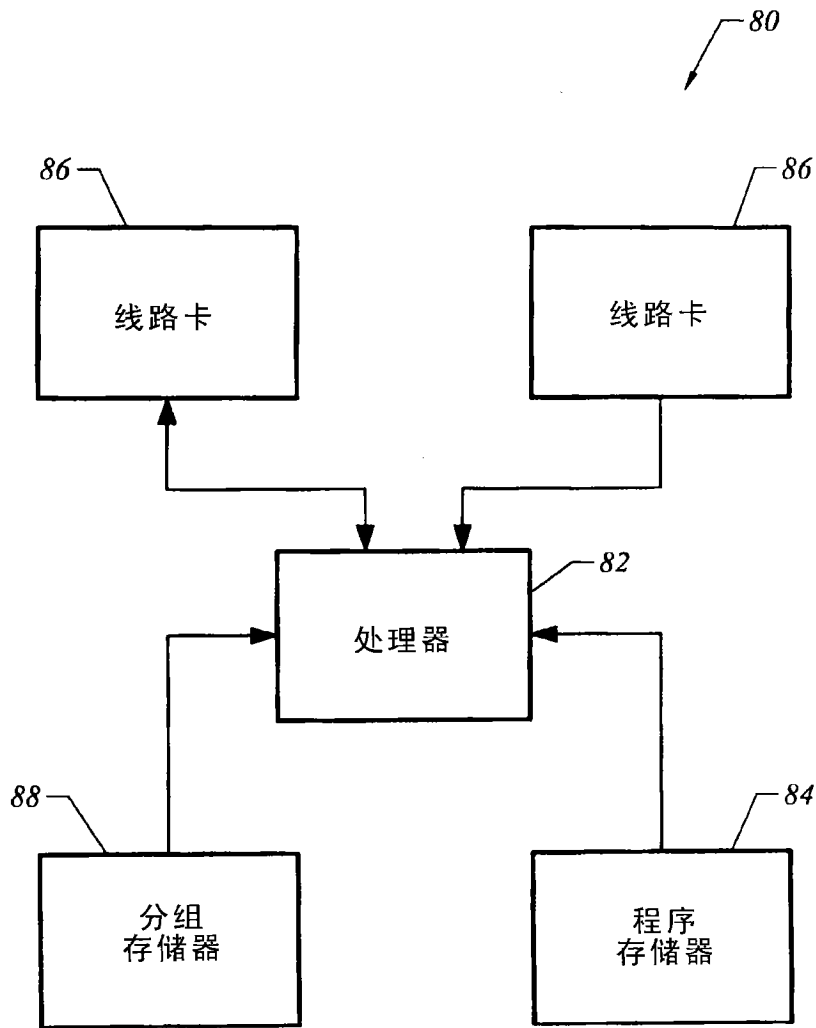


图 7