



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510052305.8

[45] 授权公告日 2008年6月18日

[11] 授权公告号 CN 100396055C

[22] 申请日 2005.2.4

[21] 申请号 200510052305.8

[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 刘恩慧 宋晓峰 陈晓丹 张宏科

[56] 参考文献

US6324575B1 2001.11.27

US6389475B1 2002.5.14

CN1474563A 2004.2.11

CN1567837A 2005.1.19

KR2003-0009381A 2003.1.29

审查员 李 燕

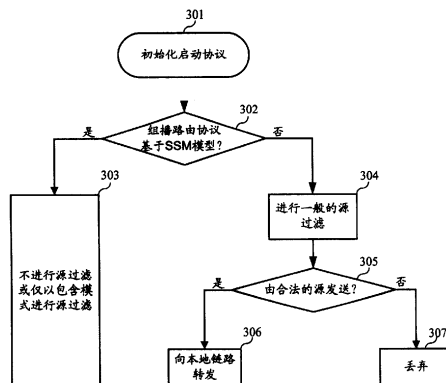
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 5 页

[54] 发明名称

组播源过滤的处理方法

[57] 摘要

本发明涉及分组组播技术，公开了一种组播源过滤的处理方法，使得在组播路由协议是 SSM 模型时，可以减少查询路由器的资源消耗，提高组播报文转发效率。本发明中，查询路由器区分网络中运行的是 ASM 模型还是 SSM 模型的组播路由协议，对 ASM 模型的组播路由协议保留现有技术的源过滤方法，对 SSM 模型的组播路由协议取消源过滤处理环节，或仅进行包含模式的源过滤处理。在仅进行包含模式源过滤的情况下，通过增加过滤模式转换功能或固定软件配置的方法，保证查询路由器仅处于包含模式中，避免了模式的切换。



1. 一种组播源过滤的处理方法，其特征在于，包含以下步骤：
 - A. 查询路由器在初始化时检查组播路由协议是否基于特定源组播模型，如果是则执行步骤 B；
 - B. 所述查询路由器直接转发组播数据包，或对组播数据包仅进行包含模式的源过滤后转发。
2. 根据权利要求 1 所述的组播源过滤的处理方法，其特征在于，所述查询路由器在所述特定源组播模型下启动模式转换功能，将收到的排除模式报告消息转换为包含模式报告消息。
3. 根据权利要求 2 所述的组播源过滤的处理方法，其特征在于，所述排除模式报告消息类型是“模式是排除”或者“转换到排除模式”，其参数是所述排除模式下的源地址。
4. 根据权利要求 2 所述的组播源过滤的处理方法，其特征在于，通过对所述查询路由器的源列表取所述排除模式下的源地址的补集，将所述排除模式报告消息转换为所述包含模式报告消息。
5. 根据权利要求 1 所述的组播源过滤的处理方法，其特征在于，通过预先的配置，使所述查询路由器只能调用所述包含模式的源过滤。
6. 根据权利要求 1 所述的组播源过滤的处理方法，其特征在于，还包含以下步骤：
 - C. 如果所述组播路由协议基于任意源组播模型，则所述查询路由器对所述组播数据包进行一般源过滤；所述一般源过滤的模式需在包含模式和排除模式之间切换。
7. 根据权利要求 1 至 5 中任意一项所述的组播源过滤的处理方法，其

特征在于,适用于具有源过滤能力的因特网组管理协议第三版或组播监听发现第二版。

8. 根据权利要求 1 至 5 中任意一项所述的组播源过滤的处理方法,其特征在于,适用于网间互联协议第 4 版或网间互联协议第 6 版。

组播源过滤的处理方法

技术领域

本发明涉及分组组播技术，特别涉及采用不同模型的组播协议的源过滤方法。

背景技术

二十世纪九十年代以来，世界各国对信息及信息产业的重视，极大地推动了信息技术产业的发展。随着因特网（Internet）的普及，上网人数正以几何级数快速增长。由于网络带宽的增加，计算机硬件、软件技术的提高，以及人类自身、社会和经济的需求，Internet上的多媒体业务所占比重越来越大。视频会议、视频点播、多媒体远程教育、远程会诊等高带宽的多媒体应用极大的占用了网络资源，音、视频的海量数据加剧了网络的拥塞程度。这是因为采用点到点的单播方式，源节点必须为每一个会话创建连接，发送数据，骨干网上因而存在大量的重复数据，不仅导致通信效率的低下，而且加重了网络的负担。若采用广播技术，虽然能把一个网间互联协议（Internet Protocol，简称“IP”）报文发送给同一个网段的所有主机，但是由于不是所有的主机都需要这些报文，而且广播也仅局限于同一个网段内，因而不能满足多媒体应用的需要。在这种情况下，组播技术也就应运而生了。

组播，也称为多播，是一种允许一台主机或多台主机作为组播源，发送单一数据包到多台主机的网络技术。相对于单播而言，不管有多少接受者，在网络链路上，数据包仅被传输一次。只是在到达不同接收者的分叉处，数据包被复制。而采用传统的单播技术，有多少接受者，数据源就得发送多少数据包。因此，组播是一种更合理的数据传输技术，适用于一对多、多对多

的应用环境。当某一台主机希望接收组播数据时，它首先加入该组播组。组播组由 D 类 IP 地址标示。组播路由器接收到该加入消息后，会在发送者和接收者之间建立组播树，引导组播数据到达接收者。若该接收者不再存在时，组播路由器会取消组播源与该接收者间的连接。

在 IP 组播模型中，组播接收者和组播路由器之间采用组管理协议进行交互，组播接收者可以动态地通知所在子网的组播路由器自己所希望接收哪些组播源发给哪些组播地址的的报文，组播路由器则可以动态地了解所在子网上的组播接收者们对哪些组播源和组播地址的报文感兴趣。组管理协议分为因特网组管理协议（Internet Group Management Protocol，简称“IGMP”）和组播监听发现(Multicast Listener Discovery, 简称“MLD”)两种。其中，IGMP 是针对网间互联协议第 4 版（Internet Protocol version 4，简称“IPv4”）的组管理协议，存在 IGMPv1、IGMPv2 和 IGMPv3 三个版本；而 MLD 是针对网间互联协议第 6 版（Internet Protocol version 6，简称“IPv6”）的组管理协议，存在 MLDv1 和 MLDv2 两个版本。另外，路由器之间是采用组播路由协议来建立和更新维护组播分发树，路由器根据这个树得出复制和分发组播报文的路径。组管理协议所收集的数据库被组播路由协议用来判断在本地子网上是否存在组播接收者，保证组播接收者收到其所请求的组播报文。

IP 组播业务模型总共分为两种：任意源组播（Any-Source Multicast，简称“ASM”）和特定源组播（Source-Specific Multicast，简称“SSM”）。

在 ASM 模型中，报文被传送给主机组，这里主机组是指用一个组播地址 G 来标识的一组终端主机或路由器；接收者通过请求加入该主机组便可接收到此 IP 报文；ASM 通过一个组播地址 G 标识一个组播组，每个组可以有任意多个源和任意多个接收者，源可以同时是或不是接收者。

在 SSM 模型中，SSM 组播用组播源地址 S 和组播地址 G 对(S, G)来标示一个会话，也称为一个频道。接收主机不仅要知道组播地址 G，还要知道

组播源地址 S。报文从一个特定源 S 向一个 SSM 组播地址 G 传送；接收者通过向频道 (S, G) 订阅便可接收到此 IP 报文；SSM 通过组播源地址 S, 组播地址 G 标识一个组播组, 每个频道只能有一个指定源和任意多个接收者。

早期版本的组播路由协议都是按照 ASM 模型设计的, 在这种模型下, 接收者加入某个组时不能指定它想接收哪个源的数据, 这样它会收到任何组播源发往该组的数据。而一般主机和其邻居路由器之间的链路带宽是有限的, 如果该组的源很多, 不仅会浪费带宽甚至造成拥塞。由于 ASM 组播模型不适于商业应用, 并且现实生活中, 大量的多媒体业务都是确定组播源的, 于是, 近期出现了基于 SSM 模型的组播路由协议, 如互联网工程任务组 (INTERNET ENGINEERING TASK FORCE, 简称“IETF”) 在原有稀疏模式协议无关组播协议 (Protocol Independent Multicast-Sparse Mode, 简称“PIM-SM”) 路由协议的基础上做了改进, 产生了特定源组播协议无关组播协议 (Protocol Independent Multicast-Source Specific Multicast, 简称“PIM-SSM”)。

然而, 为了支持基于 SSM 模型的组播路由协议, 只有把不相干的源过滤掉才能实现对特定源的组播。于是, 新版本的组管理协议, 如 IGMPv3 和 MLDv2, 均增加了源过滤能力。源过滤模式有两种: 包含模式和排除模式。包含模式指请求只接收发给包含在源列表中的组播地址的报文。排除模式是指请求接收发给没有包含在源列表中的所有其他组播地址的报文。

接收主机的上层协议或应用程序, 可以通过 IP 层所提供的 IP 组播业务接口激活或阻止接收发往特定 IP 组播地址的报文。IP 组播业务接口可用下面的接口函数表示:

IPMulticastListen (套接字, 接口, 组播地址, 源过滤模式, 源列表)

在使用上述接口函数的过程中, 对于一个给定的 {套接字, 接口, 组播地址} 组合, 在同一时刻只能有一种源过滤模式及其源列表起作用。但每次

调用此接口函数都可能改变接收主机在该组合下的源过滤模式及其源列表。

上述 IP 组播业务接口提供的接口函数支持早期版本的组管理协议，例如在使用 IGMPv1、IGMPv2 和 MLDv1 时，加入组播组 G 的操作等价于调用 IPMulticastListen (套接字, 接口, G, 包含模式, {空})，离开组播组 G 的操作等价于调用 IPMulticastListen (套接字, 接口, G, 排除模式, {空})。

下面结合图 1 说明在运行 IGMPv3、MLDv2 协议过程中组播接收主机侧和组播路由器侧不同层次的状态。

如图所示，组播接收主机侧在应用程序层下，维护了 IP 业务接口的状态、套接字的状态和接口的状态。套接字的状态是套接字层为每个接口和组播地址维护的一个包含{接口, 组播地址, 源过滤模式, 源列表}的组播接收状态；IP 业务接口的状态是 IP 层对套接字的状态进行聚合后，在每个接口上为每个组播地址维护一个包含{组播地址, 源过滤模式, 源列表}的组播接收状态。

组播路由器侧只包含组播路由器过滤状态，它是 IP 层在每个接口上为每个组播地址维护的一个包含{组播地址, 源过滤模式, 过滤定时器, 源列表}的组播接收状态，并对源列表中的每个源使用一个定时器。对于每个组播地址，组播路由器接口的源过滤模式由该接口所直连的子网中所有组播接收主机的源过滤模式决定。当组播接收主机在接口层的组播接收状态发生变化时，它会立刻发送“状态改变报告”给组播路由器；组播路由器对收到该报告的接口计算和更新其组播接收状态，包括源过滤模式的切换。另外，当定时器到也可能改变组播路由器的组播接收状态。

RFC3376 和 RFC3810 分别说明了现有技术中 IGMPv3 和 MLDv2 所提供的组播源过滤模式切换的方法。

以 RFC3810 描述的 MLDv2 为例，组播路由器每个接口的源过滤模式由该接口所直连的子网中所有组播接收主机的源过滤模式决定，当收到接收主机的状态改变报告时或定时器到期时会发生切换。

具体的说,对于某个组播地址,如果子网中所有接收主机都是包含模式,则组播路由器是包含模式。对于某个组播地址,如果子网中只要有一个接收主机是排除模式,则在组播路由器接口上是排除模式。排除模式下记录两个列表,请求列表和排除列表。其中,请求列表对排除模式的转发不起作用,是为了在切换回包含模式时作为初始包含列表用。

当组播路由器收到接收主机的状态改变报告时或定时器到期时它的源过滤模式会发生切换。具体过程如下所述,例如,与组播路由器直接相连的所有接收主机都是处于包含模式,这时决定了组播路由器处于包含模式,但当有接收主机转换为排除模式时,它会向组播路由器发送状态改变报告,这时决定了组播路由器切换为排除模式。而当组播路由器的接口切换到排除模式后,将为该组播地址设置一个过滤定时器,收到有排除模式的状态报告时过滤定时器被重置。当此过滤定时器到期时,说明子网上没有任何工作在排除模式的接收主机,这时路由器会自行切换回包含模式,并将请求列表作为初始包含列表用,防止切换引起的数据转发中断。

下面结合附图 2 说明 IGMPv3 或 MLDv2 中的源过滤过程。如图所示,在组播路由器中,维护着组播地址、源过滤模式及过滤定时器、源列表及源定时器等条目,而各个接收主机则维护着组播地址、源过滤模式、源列表等条目。发给某组播地址的组播报文经过查询路由器的源过滤之后,转发到本地链路上。接收主机在相应的接口上对组播报文进行源过滤,再送给套接字层源过滤后,最后送给应用程序。

在实际应用中,上述方案存在以下问题:在使用基于 SSM 模型的组播路由协议的情况下,进行了不必要的源过滤或者是源过滤模式切换,增加了路由器的负担。

之所以说在基于 SSM 模型的组播路由协议中进行源过滤及源过滤模式切换是不必要,是由于如果组播路由协议是基于 SSM 模型的话,那么对于某

个组播地址来说，要接收的组播源由接收主机向查询路由器申请后，这个源的最短路径树的叶子才会到达查询路由器；若当本地子网中没有特定源的接收者时，查询路由器就会通过组播路由协议把这个源的最短路径树叶子剪掉，这个源发送的组播报文就不会到达查询路由器了。因此，如果网络采用 SSM 模型的组播路由协议，那么到达查询路由器的组播报文都应是由接收主机申请的合法源所发出的，这样，在查询路由器上是不需要进行源过滤的，也就是说此时路由器是无需承担源过滤所带来的开销的。

即使为了安全性和兼容性，查询路由器上需要维护源列表并进行源过滤，那么采用包含模式就可完全满足需要，而不需要切换到排除模式。也就是说，即使要路由器进行源过滤，但也无需进行模式切换。

造成这种情况的主要原因在于，现有的组播路由器接口的源过滤模式的切换，不考虑路由器之间运行的是 ASM 还是 SSM 模型的组播路由协议。无论路由器之间运行的组播路由协议是否支持 SSM 模型，路由器都要维护每个组播地址的源列表，并进行源过滤。对于每个组播地址，组播路由器接口的源过滤模式由该接口所直连的子网中所有组播接收者的源过滤模式决定。

发明内容

有鉴于此，本发明的主要目的在于提供一种组播源过滤的处理方法，使得在组播路由协议是 SSM 模型时，可以减少查询路由器的资源消耗，提高组播报文转发效率。

为实现上述目的，本发明提供了一种组播源过滤的处理方法，包含以下步骤

A. 查询路由器在初始化时检查组播路由协议是否基于特定源组播模型，如果是则执行步骤 B；

B. 所述查询路由器直接转发组播数据包,或对组播数据包仅进行包含模式的源过滤后转发。

其中,所述查询路由器在所述特定源组播模型下启动模式转换功能,将收到的排除模式报告消息转换为包含模式报告消息。

所述排除模式报告消息类型是“模式是排除”或者“转换到排除模式”,其参数是所述排除模式下的源地址。

通过对所述查询路由器的源列表取所述排除模式下的源地址的补集,将所述排除模式报告消息转换为所述包含模式报告消息。

通过预先的配置,使所述查询路由器只能调用所述包含模式的源过滤。

还包含以下步骤

C. 如果所述组播路由协议基于任意源组播模型,则所述查询路由器对所述组播数据包进行一般源过滤;所述一般源过滤的模式需在所述包含模式和所述排除模式之间切换。

适用于具有源过滤能力的因特网组管理协议第三版或组播监听发现第二版。

适用于网间互联协议第4版或网间互联协议第6版。

通过比较可以发现,本发明的技术方案与现有技术的主要区别在于,本发明区分网络中运行的是ASM模型还是SSM模型的组播路由协议,对ASM模型的组播路由协议保留现有技术的源过滤方法,对SSM模型的组播路由协议取消源过滤处理环节,或仅进行包含模式的源过滤处理。在仅进行包含模式源过滤的情况下,通过增加过滤模式转换功能或固定软件配置的方法,保证查询路由器仅处于包含模式中,避免了模式的切换。

这种技术方案上的区别,带来了较为明显的有益效果,即本发明使得组播路由协议是SSM模型时,查询路由器不需要对组播数据包进行源过滤或不

需要进行过滤模式的切换，从而减少了查询路由器的处理负担和内存消耗，提高了查询路由器的组播报文转发效率。

附图说明

图 1 是现有技术中运行 IGMPv3 或 MLDv2 协议时组播接收主机侧和组播路由器侧的状态图；

图 2 是现有技术中 IGMPv3 和 MLDv2 的源过滤过程图；

图 3 是根据本发明的一个实施例的查询路由器的源过滤处理总流程图；

图 4 是根据本发明的一个实施例的查询路由器对 SSM 模型路由协议不采用源过滤的处理流程；

图 5 是根据本发明的一个实施例的查询路由器对 SSM 模型路由协议仅采用包含模式源过滤的处理流程；

图 6 是根据本发明的一个实施例的 SSM 模型路由协议下进行报告消息模式转换的流程。

具体实施方式

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明作进一步地详细描述。

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面结合附图对本发明作进一步地详细描述。

总的来说，本发明的基本原理在于区分网络中运行的是 ASM 模型还是 SSM 模型的组播路由协议，采用不同的组播源过滤方法。对 ASM 模型的组播路由协议，仍采用现有技术的源过滤方法；而对于 SSM 模型的组播路由协

议，则不采用源过滤或仅以包含模式进行源过滤的处理方法。

由于对基于 SSM 模型的组播路由协议，本发明提供了两种不同的处理方式，即不采用源过滤或仅以包含模式进行源过滤，下面先结合附图 3 说明本发明的组播源过滤方法的总体流程，然后再在附图 4 和附图 5 分别说明两种不同的处理方式。

假设在接收主机和组播路由器之间运行具有源过滤能力的组管理协议 IGMPv3 或 MLDv2，此时查询路由器进入如图 3 所示的流程。

首先，进入步骤 301，查询路由器初始化启动协议。

然后进入步骤 302，查询路由器进行模型判断，看组播路由协议是否基于 SSM 模型。如果是，则进入步骤 303，否则进入步骤 304。

在步骤 303 中，运用两种处理方式之一处理基于 SSM 模型的组播路由协议下的组播数据包。这两种处理方式将分别是不进行源过滤和仅以包含模式进行源过滤。它们将在图 4 和图 5 中分别说明。

如果组播路由协议是基于 ASM 模型的，则进入步骤 304，对到达的组播数据包进行一般的源过滤。这里的一般的源过滤是指和现有技术一样的源过滤，即包括包含模式和排除模式两种模式的源过滤，采用哪一种源过滤模式由子网中所有组播接收主机的源过滤模式决定。

接着进入步骤 305，判断组播数据包是否由合法源地址发送，如果是，则进入步骤 306，向本地链路转发数据包，否则进入步骤 307，丢弃该数据包。

对于接收主机而言，则无需区分网络上运行的组播路由协议类型，完全按照 MLDv2 和 IGMPv3 标准中所述方法，在 IP 层、套接字层和应用层三个层次进行组播源过滤。

下面结合图 4 说明两种处理方式之一：不进行源过滤的处理方法。

如图所示，首先，进入步骤 401，查询路由器初始化启动协议。

然后进入步骤 402，查询路由器进行模型判断，看组播路由协议是否基于 SSM 模型。如果是，则进入步骤 403，否则进入步骤 404。

在步骤 403 中，对到达的组播数据包只检测组播地址，不检测和过滤组播源，直接向本地链路转发。因为如果网络采用 SSM 模型的组播路由协议，那么到达查询路由器的组播报文都应是由接收主机申请的合法源所发出的，在查询路由器上不需要进行源过滤。

如果组播路由协议是基于 ASM 模型的，则进入步骤 404，对到达的组播数据包进行一般的源过滤。这里的一般的源过滤是指和现有技术一样的源过滤，即包括包含模式和排除模式两种模式的源过滤，采用哪一种源过滤模式由子网中所有组播接收主机的源过滤模式决定。

接着进入步骤 405，判断组播数据包是否由合法源地址发送，如果是，则进入步骤 406，向本地链路转发数据包，否则进入步骤 407，丢弃该数据包。

图 4 所示的方法简单明了，然而在现实应用中，基于安全性和兼容性的考虑，查询路由器仍可对 SSM 模型的组播路由协议的组播数据包进行源过滤处理，但是此时是一种仅有包含模式的源过滤处理过程，无须进行模式切换。其流程如图 5 所示。

首先，进入步骤 501，查询路由器初始化启动协议。

然后进入步骤 502，查询路由器进行模型判断，看组播路由协议是否基于 SSM 模型。如果是，则进入步骤 503，否则进入步骤 507。

在步骤 503 中，对到达的组播数据包进行包含模式的源过滤处理。因为如果网络采用 SSM 模型的组播路由协议，那么采用包含模式就可完全满足需要，而不需要切换到排除模式，也就是说，在查询路由器上不需要进行模式切换。

接着进入步骤 504，判断组播数据包是否由合法源地址发送，如果是，

则进入步骤 505, 向本地链路转发数据包, 否则进入步骤 506, 丢弃该数据包。

如果组播路由协议是基于 ASM 模型的, 则进入步骤 507, 对到达的组播数据包进行一般的源过滤。这里的一般的源过滤是指和现有技术一样的源过滤, 即包括包含模式和排除模式两种模式的源过滤, 采用哪一种源过滤模式由子网中所有组播接收主机的源过滤模式决定。

接着进入步骤 508, 判断组播数据包是否由合法源地址发送, 如果是, 则进入步骤 509, 向本地链路转发数据包, 否则进入步骤 510, 丢弃该数据包。

值得说明的是, 在步骤 503 中, 对到达的组播数据包仅进行包含模式的源过滤处理, 然而如何保证查询路由器不切换到排除模式呢? 本发明提供了以下两种方法, 避免了因收到接收主机的排除模式报告而导致查询路由器的源过滤模式发生切换的情况。

其中, 方法一是在查询路由器的接口上增加一个过滤模式转换功能。其流程如图 6 所示。值得说明的是, 过滤模式转换功能仅在网络中运行 SSM 模型的组播路由协议时才启用, 若网络中运行的是 ASM 模型的组播路由协议, 则不启用过滤模式转换功能。

首先, 在步骤 601 中, 查询路由器收到 IGMPv3 或 MLDv2 的报告消息。

接着进入步骤 602, 对上述报告消息进行模式判断, 如果是排除模式, 则进入步骤 603, 否则进入步骤 605。

在步骤 603 中, 对报告消息进行过滤模式转换, 使其转换为包含模式消息, 从而保证了查询路由器一直处于包含模式, 不会因为收到接收主机的排除模式消息而切换到排除模式。熟悉本领域的技术人员可以理解, 支持源过滤能力的组管理协议 MLDv2 或 IGMPv3 共有六种类型的协议消息, 其中只有两种类型的协议消息: `MODE_IS_EXCLUDE` (模式是排除) 和 `CHANGE_TO_EXCLUDE_MODE` (切换到排除模式) 属于排除模式消息, 需要进行模式转换。本发明用下面的两种符号: `IS_EX(S)` 以及 `TO_EX(S)`

分别表示 MODE_IS_EXCLUDE 和 CHANGE_TO_EXCLUDE_MODE 类型的消息，其中 S 表示源地址。本发明是根据组播接收状态中的源列表将排除模式消息转换为包含模式消息。过滤模式转换的具体过程如下：当查询路由器收到主机 X 发送的 IS_EX (S1) 或者 TO_EX (S1) 排除模式消息，则根据自身的源列表 (S1, S2, S3... ..Sn) 取源 S1 的补集 (S2, S3... ..Sn)，将此补集作为转换成的包含模式消息的源列表参数。

在过滤模式转换后，进入步骤 604，进行报告消息与路由协议交互消息的过程。

如果查询路由器一开始收到的是包含模式的报告消息，则进入步骤 605，在本步骤中，报告消息不进行模式转换，直接与路由协议交互消息。

除了上述的方法一外，还可以采用如下所述的方法二，即软件固定配置的方法来保证查询路由器只进行“包含模式”源过滤。

在此方法下，组播业务提供商根据网络上运行的是 ASM 模型还是 SSM 模型的组播路由协议，发放配置不同的组播业务应用软件。

如果是 ASM 模型，该软件通过调用标准应用程序接口 IPMulticastListen，过滤模式可选择“包含模式”或“排除模式”，使接收主机可以发出源过滤包含模式或者排除模式的加入、离开和成员关系报告消息给查询路由器。

如果是 SSM 模型，该软件通过调标准应用程序接口 IPMulticastListen，过滤模式限定为“包含模式”，使接收主机只发出源过滤包含模式的加入、离开和成员关系报告消息给查询路由器。

虽然通过参照本发明的某些优选实施例，已经对本发明进行了图示和描述，但本领域的普通技术人员应该明白，可以在形式上和细节上对其作各种改变，而不偏离本发明的精神和范围。

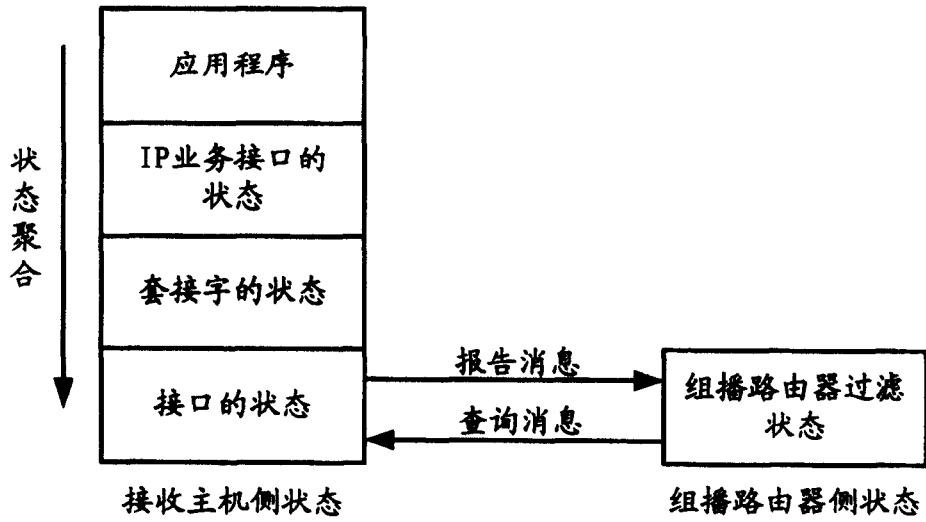


图 1

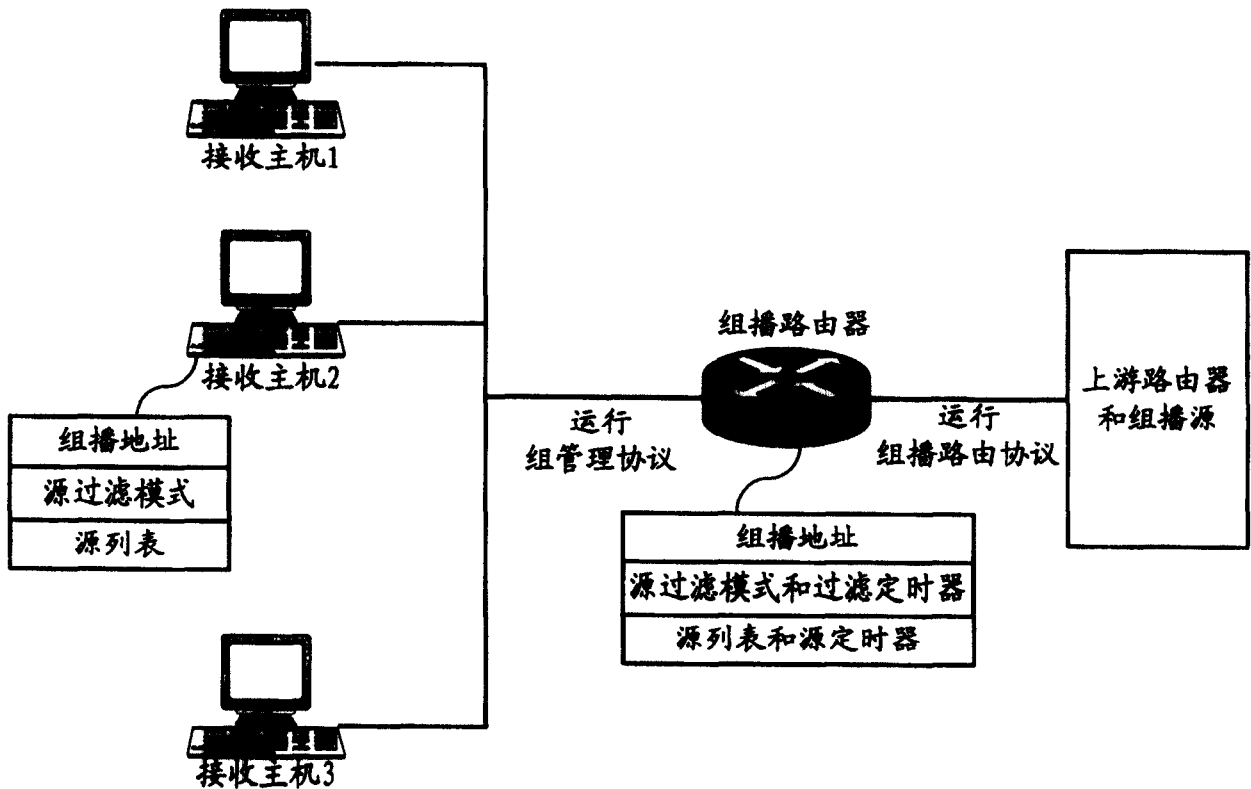


图 2

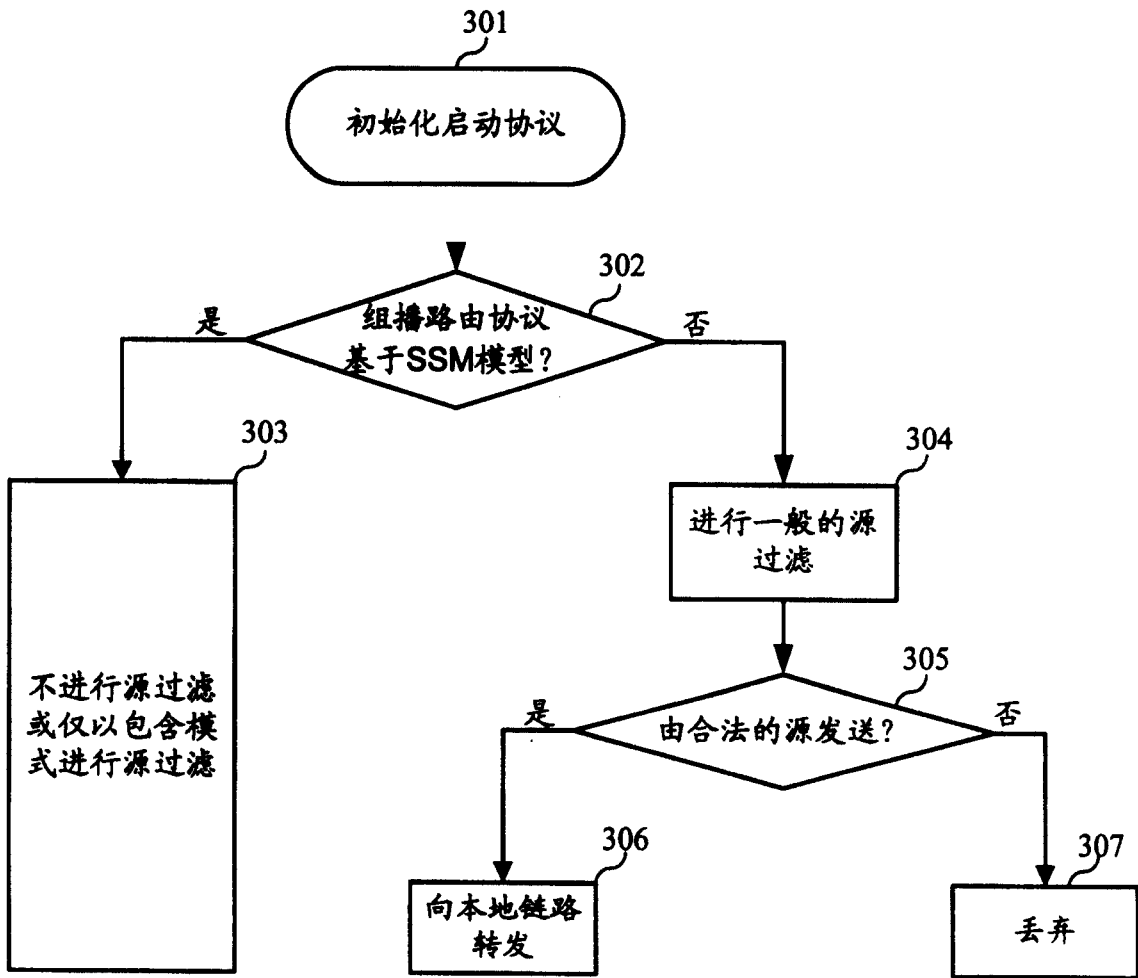


图 3

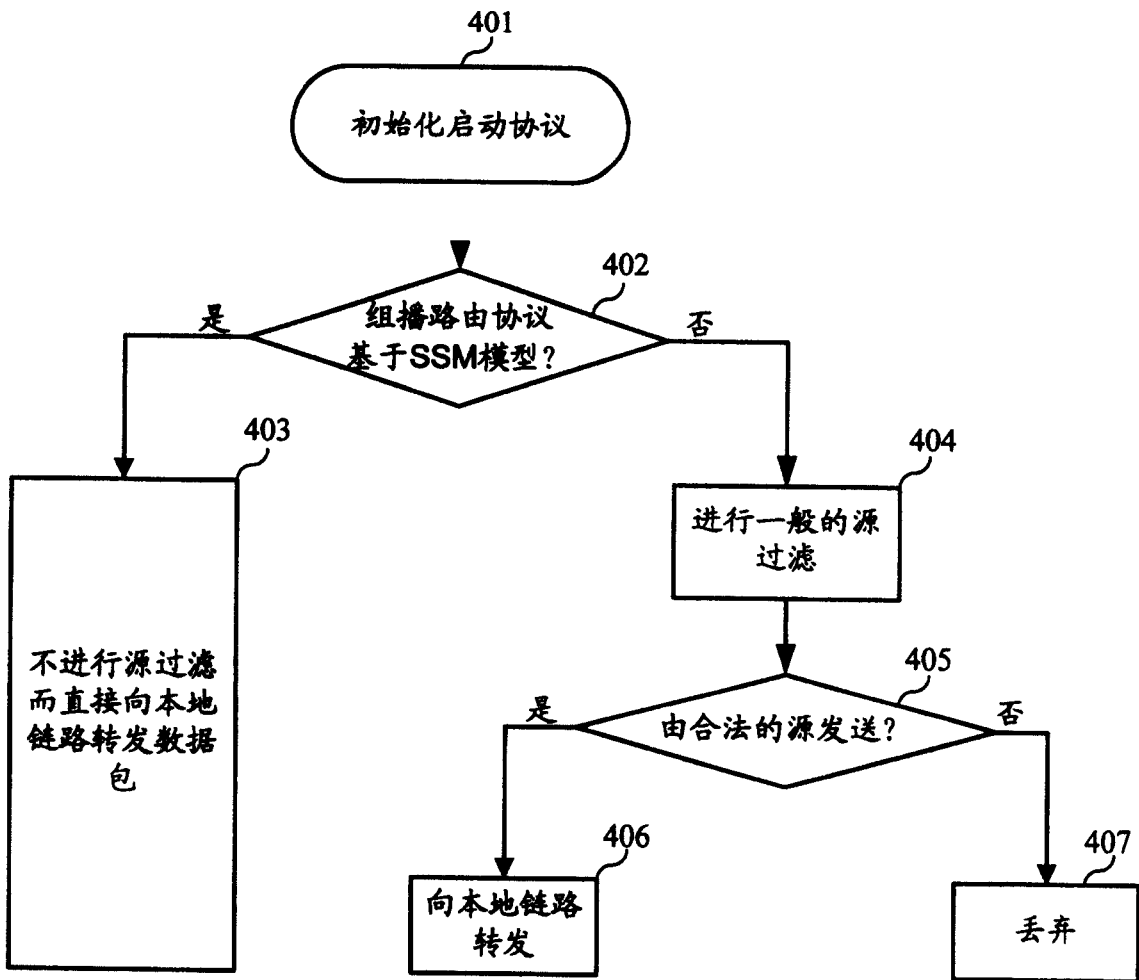


图 4

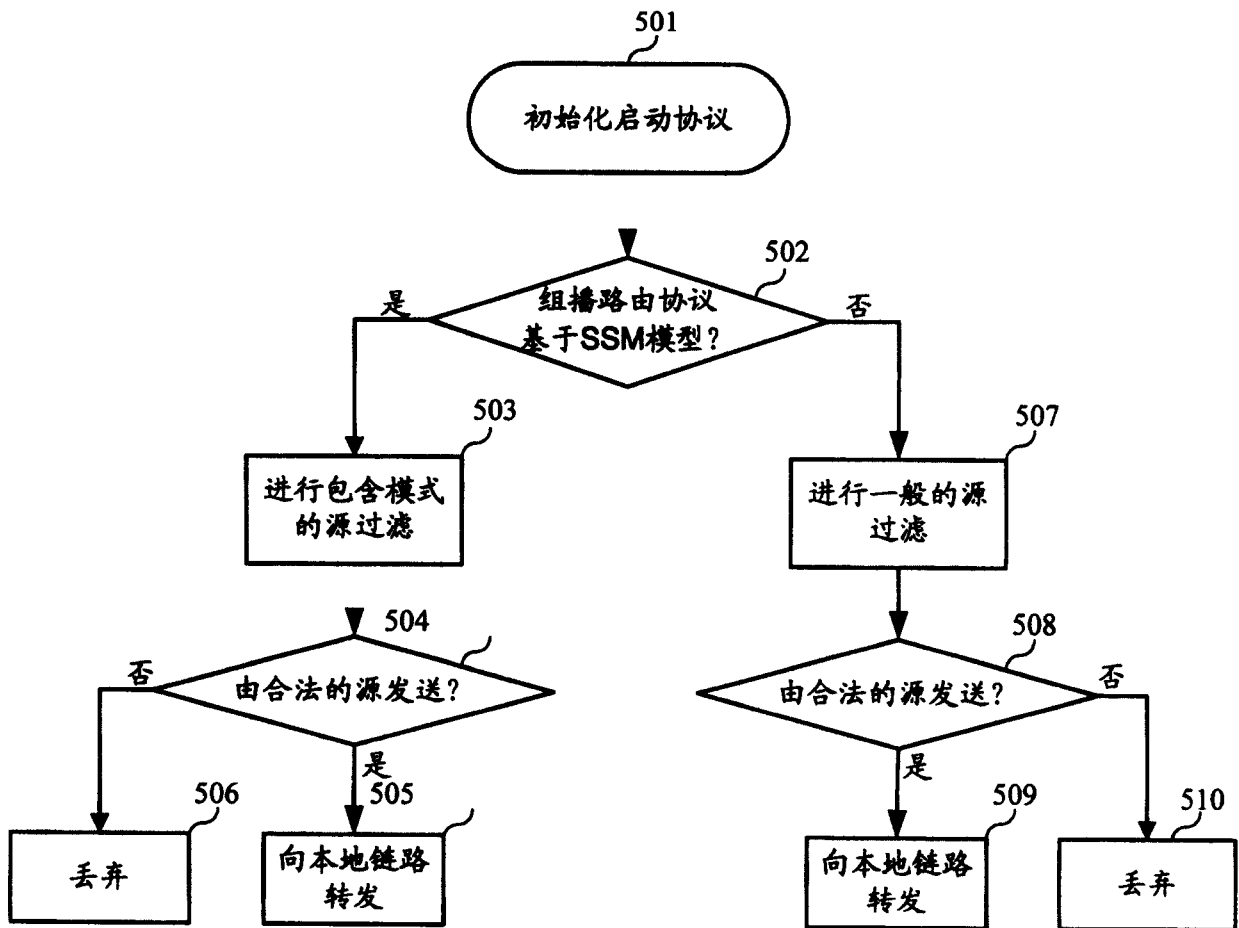


图 5

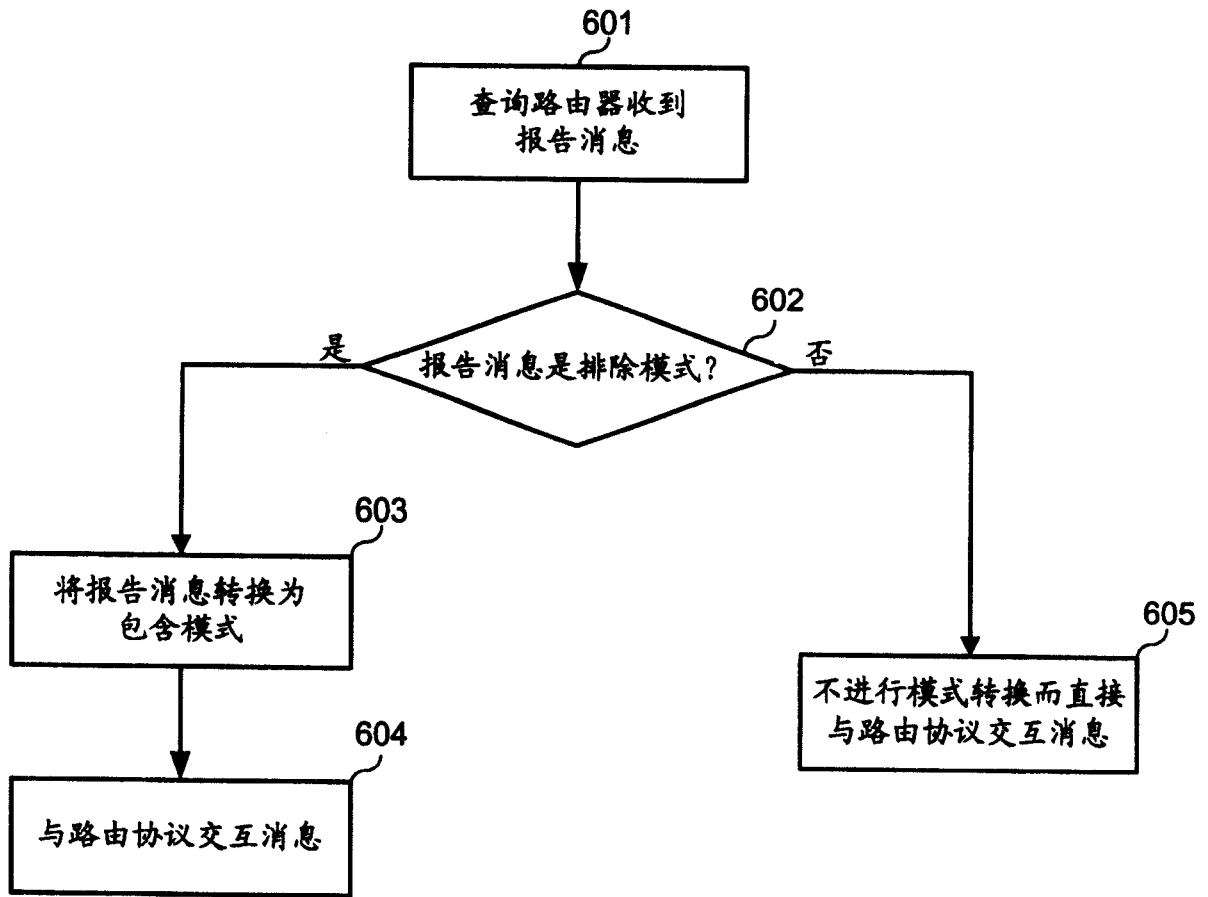


图 6