

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101766000 A

(43) 申请公布日 2010.06.30

(21) 申请号 200780100049.2

代理人 杜娟

(22) 申请日 2007.10.05

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H04L 12/18(2006.01)

200701775 2007.06.26 ES

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010.01.27

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2007/008655 2007.10.05

(87) PCT申请的公布数据

W02009/000306 EN 2008.12.31

(71) 申请人 传媒专利有限公司

地址 西班牙巴塞罗纳

(72) 发明人 A·费尔南德斯古铁雷斯

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

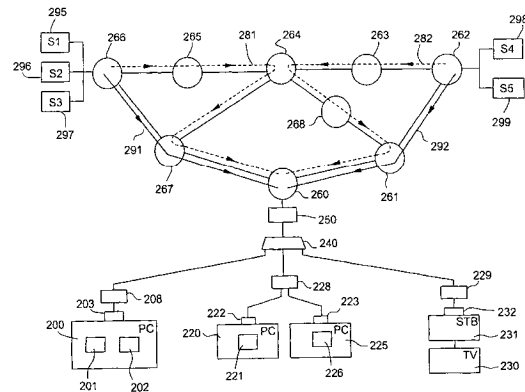
权利要求书 3 页 说明书 21 页 附图 6 页

(54) 发明名称

管理组播组的方法和设备

(57) 摘要

本发明涉及管理数据网络中的组播流量的方法,和使用所述方法的设备。主机(200、220、225、230)为每个组播组保存包含源记录和排除源记录,主机的网络接口向路由器(260)发送消息,所述消息含有关于包含源记录的信息,和/或关于排除源记录的信息。路由器(260)也为每个组播组保存包含源记录和排除源记录,并且当路由器(260)通过其网络接口从主机(200、220、225、230)收到含有关于包含源列表的信息,和/或关于排除源列表的信息的消息时,更新所述包含源记录和/或排除源记录。所述设备是与所述方法相适合的路由器、主机设备和网络设备。



1. 一种管理数据网络中的组播流量的方法, 在所述数据网络中, 源 (295、296、297、298、299) 发送以至少一个组播组为目的地的数据, 多个主机 (200、220、225、230) 从路由器 (260) 接收由在所述组播组中进行发送的一个或几个所述源 (295、296、297、298、299) 发送的数据, 所述主机 (200、220、225、230) 和所述路由器 (260) 借助允许组播主机 - 路由器通信的通信协议相互通信, 通过组播主机 - 路由器通信, 主机 (200、220、225、230) 能够为所述组播组定义包含源列表和排除源列表, 所述包含源列表表示主机 (200、220、225、230) 希望接收由所述包含源列表上的源发送的数据, 所述排除源列表表示主机 (200、220、225、230) 希望接收除所述排除源列表上的源之外, 来自所述组播组的所有源的流量; 其特征在于按照所述通信协议:

- 主机 (200、220、225、230) 为每个组播组和网络接口, 保存两个独立的记录: 含有包含源列表的包含源记录, 和含有排除源列表的排除源记录;

- 每个主机 (200、220、225、230) 的网络接口向所述路由器 (260) 发送消息, 所述消息包含关于单一组播组的所述主机 (200、220、225、230) 的包含源记录的源列表的信息, 和 / 或所述主机 (200、220、225、230) 的排除源记录的源列表的信息;

- 路由器 (260) 为每个组播组保存两个独立的记录: 含有包含源列表的信息的包含源记录, 和含有排除源列表的信息的排除源记录;

- 当所述路由器 (260) 通过其网络接口从主机 (200、220、225、230) 收到含有关于包含源列表的信息, 和 / 或关于排除源列表的信息的消息时, 对每个组播组, 所述路由器 (260) 更新它的包含源记录和 / 或它的排除源记录。

2. 按照权利要求 1 所述的方法, 其特征在于每个主机 (200、220、225、230) 的网络接口发给所述路由器 (260) 的所述消息是含有所述主机 (200、220、225、230) 的包含源记录的源列表和所述主机 (200、220、225、230) 的排除源记录的源列表的状态消息。

3. 按照权利要求 1 所述的方法, 其特征在于每个主机 (200、220、225、230) 的网络接口发给所述路由器 (260) 的所述消息是当所述主机 (200、220、225、230) 检测到它的包含源记录的变化, 或者它的排除源记录的变化时, 发送的状态消息的变化, 状态消息的所述变化包含每个组播组的一个或两个数据块, 其中每个所述数据块含有和包含源记录的源列表的修改有关的信息, 或者和排除源记录的源列表的修改有关的信息, 其中每个所述数据块包含指示该数据块是否与包含源列表的修改, 或者与排除源列表的修改相关的字段。

4. 按照权利要求 1-3 任意之一所述的方法, 其特征在于所述路由器 (260) 使用包含在它接收的所述消息中的包含源列表的信息来请求所述包含源发送的数据流量。

5. 按照权利要求 1-4 任意之一所述的方法, 其特征在于按照所述通信协议, 对于主机 (200、220、225、230) 的网络接口 (203、222、223、232), 对于使用所述网络接口 (203、222、223、232) 的每个套接字和对于每个组播组, 保持包含源记录和排除源记录, 对于所述网络接口 (203、222、223、232) 保持分别根据套接字的所述包含源记录的内容和根据套接字的所述排除源记录的内容更新的包含源记录和排除源记录。

6. 按照权利要求 1-5 任意之一所述的方法, 其特征在于到达路由器 (260) 的网络接口的所述状态消息包含和为了建立从所述包含源到所述路由器 (260) 的路由树, 所述路由器 (260) 必须应用的方法有关的指令。

7. 按照权利要求 6 所述的方法, 其特征在于为了把所述指令包含在状态消息中, 在所

述状态消息中指示在为组播地址保留的范围之外的组播地址；路由器(260)检测到指示的组播地址在范围之外，认为所述组播地址包含所述指令，并读取包含在所述组播地址中的呈数字代码形式的所述指令。

8. 按照权利要求 1-7 中的任意一个所述的方法，其特征在于路由器(260)和主机(200、220、225、230)之间的所述通信协议是某一版本的 IGMP 协议(因特网组管理协议)或 MLD(组播侦听者发现)协议，其中由网络接口或者由设备接口发送的状态消息能够把包含源列表和排除源列表包含在同一消息中。

9. 一种与按照权利要求 1 所述的方法相适合的网络设备(203、208、222、223、232、208、228、229、240)，所述网络设备包含网络接口，并且适合于在所述主机(200、220、225、230)和所述路由器(260)之间的交换线路中工作，其特征在于它保存可执行指令，所述可执行指令用于：

- 为每个组播组，保持包含源记录和排除源记录；
- 向面对所述路由器(260)的附近网络接口发送消息，所述消息包含关于一个组播组的所述包含源记录的源列表的信息，和 / 或所述排除源记录的源列表的信息；
- 当所述网络设备的网络接口从另一个网络接口收到含有关于包含源列表的信息，和 / 或关于排除源列表的信息的消息时，对每个组播组，更新所述包含源记录和 / 或所述排除源记录。

10. 一种与按照权利要求 5 所述的方法相适合的设备(200、220、225、230)，所述设备包含网络接口(203、222、223、232)，并且适合于起主机作用，其特征在于它保存可执行指令，所述可执行指令用于为使用所述网络接口(203、222、223、232)的每个套接字和为每个组播组，保持包含源记录和排除源记录，为所述网络接口(203、222、223、232)保持分别根据套接字的所述包含源记录的内容和根据套接字的所述排除源记录的内容更新的包含源记录和排除源记录。

11. 一种与按照权利要求 1 所述的方法相适合的路由器(260)，其特征在于它保存可执行指令，所述可执行指令用于：

- 为每个组播组保持两个独立的记录：包含源记录和排除源记录；和
- 当所述路由器(260)通过其网络接口收到含有关于包含源列表的信息，和 / 或关于排除源列表的信息的消息时，对每个组播组，更新所述包含源记录和 / 或所述排除源记录。

12. 按照权利要求 11 所述的路由器(260)，其特征在于所述路由器(260)使用与包含在路由器(260)接收的所述消息中的包含源列表有关的信息向其它路由器请求由所述包含源发送的数据流量。

13. 按照权利要求 12 所述的路由器(260)，其特征在于为了请求由所述包含源发送的所述数据流量，所述路由器(260)使用 PIM-SIM(协议独立组播-稀疏模式)协议。

14. 按照权利要求 11 所述的路由器(260)，其特征在于当收到告知主机不再希望接收来自特定组播组和特定包含源的流量的消息时，所述路由器检查是否存在所述组播组的排除源记录，如果所述记录存在，并且不包含和所述包含源具有相同 IP 地址的排除源，那么所述路由器(260)继续传送所述特定组播组和所述特定包含源的所述流量，而不发送 IGMP 协议中的 Group-And-Source Specific Query 式消息以检查是否存在仍然希望接收所述流量的另一个主机。

15. 按照权利要求 11 所述的路由器 (260), 其特征在于当收到更新与排除源记录有关的信息的消息时, 其中所述消息请求封锁来自特定源和组播组的流量, 所述路由器 (260) 检查是否存在所述组播组的包含源记录, 如果所述记录存在, 并且包含和所述消息请求封锁的源具有相同 IP 地址的包含源, 那么所述路由器 (260) 继续传送所述特定组播组和所述特定源的所述流量, 而不发送 IGMP 协议中的 Group-And-Source Specific Query 式消息以检查是否存在仍然希望接收所述流量的另一个主机。

管理组播组的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及数据网络中的组播技术领域。更具体地说,本发明涉及管理数据网络中的组播流量的方法,在所述数据网络中,源发送以至少一个组播组为目的地的数据,多个主机从路由器接收由在所述组播组中进行发送的一个或几个所述源发送的数据,所述主机和所述路由器借助允许组播主机-路由器通信的通信协议,比如 IGMP 协议(因特网组管理协议)或 MLD(组播侦听者发现)协议相互通信,通过组播主机-路由器通信,对于所述组播组,所述主机能够定义包含源列表和排除源列表,所述包含源列表指示所述主机希望接收由所述列表的源发送的数据,所述排除源列表指示所述主机希望接收来自所述组播组的除所述列表的源之外的所有源的流量。

[0002] 本发明还涉及应用所述方法的设备。

背景技术

[0003] 组播技术使得能够通过数据网络,从单个源向许多接收器发送数据,而不必建立单播通信,即,源和每个接收器之间的一对一的单独通信。为此,源以数据分组形式向与组播组相关的单一地址发送数据,有兴趣成为所述数据发送的接收器的设备能够订阅所述组播组。称为组播地址,也称为组播组地址的该地址是在为组播应用保留的范围内选择的 IP(网际协议)地址。由源发给组播地址的数据分组随后在不同的网络路由器中被复制,以致它们能够到达加入组播组的接收器。

[0004] 组播组中的数据发送接收器通常是借助代理或路由器与数据网络连接的设备。下面,将使用常见的术语“主机”来表示所述设备。例如,主机可以是计算机或者与电视机连接的机顶盒。

[0005] 当主机想要接收由组播组的一个或几个源发送的信息时,它向最近的路由器,或者向中间代理发送订阅所述组播组的订阅消息,以致路由器将由组播组的源发送,并通过数据网络到达的数据传送给所述主机。同样地,当主机希望停止接收组播组中的数据发送时,它向路由器或者向代理发送停止接收数据发送的取消订阅消息。

[0006] 在主机和最近的路由器之间交换的管理组播组的成员资格的消息按照路由器是利用 IP 协议(网际协议)的版本 4(IPv4) 还是版本 6(IPv6),分别使用 IGMP 协议(因特网组管理协议)或者 MLD(组播侦听者发现)协议。

[0007] 当在主机和路由器之间存在代理时,该代理也使用 IGMP/MLD 协议与主机、最近的路由器或者其它中间代理交换组播组成员资格消息。在这些情况下,该代理能够从不同的主机接收订阅或者取消订阅组播组的请求,该代理组装所述请求,从而减少它发给路由器的 IGMP/MLD 消息流量。

[0008] 另外,路由器相互交换信息,以便定义允许高效地把数据从源路由到已订阅组播组的主机的路由。为此,路由器使用特定的协议,包括众所周知的 PIM-SM(协议独立组播-稀疏模式)。

[0009] 总之,路由器以 IGMP/MLD 消息的形式,从主机接收指定它们想要从哪些组播组接

收流量的信息,并且它们借助例如 PIM-SM 协议与其它路由器通信,以便设定把主机请求的流量传送到这种主机的路由。

[0010] 所有提及的协议都由因特网工程任务组 (IETF) 定义和文档化。

[0011] 目前使用的 IGMP 协议版本是在由 IETF 在线公布的 RFC 3376 规范 (B. Cain 等, Engineering Task Force, Network Working Group, Request for Comments 3376, October 2002; 目前可从因特网地址 <http://tools.ietf.org/html/rfc3376> 获得) 中描述的 IGMPv3。

[0012] 就 MDL 协议来说,目前使用的版本是在由 IETF 在线公布的 RFC 3810 规范 (R. Vida 等, Engineering Task Force, Network Working Group, Request for Comments 3810, June 2004; 目前可从因特网地址 <http://tools.ietf.org/html/rfc3810> 获得) 中描述的 MLDv2。

[0013] 在由 IETF 在线公布的 RFC 4605 规范 (B. Fenner 等, Engineering Task Force, Network Working Group, Request for Comments 4605, August 2006; 目前可从因特网地址 <http://tools.ietf.org/html/rfc4605> 获得) 中,描述了使用 IGMP/MLD 协议的 IGMP 代理的操作。

[0014] 在由 IETF 在线公布的 RFC 4601 规范 (B. Fenner 等, Engineering Task Force, Network Working Group, Request for Comments 4601, August 2006; 目前可从因特网地址 <http://tools.ietf.org/html/rfc4601> 获得) 中,描述了用于路由器之间的通信的 PIM-SM 协议。

[0015] 最初实现组播技术主要是为了应用于多对多通信模式,称为 ASM (任意源组播),其中许多用户相互通信,他们中的任意一个能够发送数据,也能够从每个其它用户接收数据。典型的 ASM 应用是借助因特网的多方呼叫。

[0016] 随后实现组播技术是为了应用于一对多通信模式,称为 SSM (特定源组播),其中单一源为许多接收器发送数据。借助因特网的无线电广播和电视是 SSM 应用。这是 SSM 目前非常引人注意的原因。

[0017] 在 IGMP 协议的早期版本中,主机不能选择组播组内它不希望订阅的数据发送源,相反,主机只能关于所有源订阅或取消订阅组播组。主机发给路由器的消息非常简单:从组播组 G 接收流量的加入 Join(G) 和停止从组播组 G 接收流量的离开 Leave(G)。于是,IGMP 协议的早期版本不允许 SSM。

[0018] 在 IGMP 协议的 IGMPv3 版本中提出了主机可在组播组内选择源的可能性,以允许 SSM。为此,主机可发送两种 IGMP 消息:

[0019] -INCLUDE (包含) 消息,由指示主机希望从其接收数据发送的源 IP 地址组成。按照 RFC 3376 规范的术语学,这些被包含源的 IP 地址被称为 INCLUDE 源。

[0020] -EXCLUDE (排除) 消息,由指示主机不希望从其接收数据发送的源 IP 地址组成。这种情况下,认为主机希望接收由除在消息中排除地指示的源之外的所有源发送的数据。另外,按照 RFC 3376 规范的术语学,这些被排除源的 IP 地址被称为 EXCLUDE 源。

[0021] 为了节约存储器、数据流量或者由于其它原因,在 IGMPv3 版本中决定每个网络接口和组播组只按照下述两种模式之一工作,能够从一种模式切换到另一种模式:其中网络接口定义 INCLUDE 源列表的 INCLUDE 模式,或者其中网络接口定义 EXCLUDE 源列表的

EXCLUDE 模式。

[0022] 网络接口可接收对每个组播组 G1 的几个不同请求。对于相同的组播组,每个请求包含 INCLUDE 源列表或者 EXCLUDE 源列表。为了解决这种情况,并保持每个网络接口只能按照 INCLUDE 模式或 EXCLUDE 模式工作的限制,IGMPv3 协议规定网络接口必须应用下述规则:

[0023] 规则 1. 如果组播组 G1 的任意数据源是 EXCLUDE,那么对于组播组 G1,网络接口按 EXCLUDE 模式工作,网络接口的源列表是 EXCLUDE 源列表减去 INCLUDE 源列表的交集。

[0024] 规则 2. 如果所有源都是 INCLUDE 源,那么对于组播组 G1,网络接口按 INCLUDE 模式工作,网络接口的源列表是所有 INCLUDE 源的并集。

[0025] 下面根据本发明的几个实施例的描述,显然这些规则使通信显著变复杂。

[0026] 在 ASM 组播中,当主机希望从特定的组播组 G 接收流量时,必须解决下述技术问题:主机只知道组播组 G 的地址,不知道组播组 G 的正在发送数据的源 IP 地址。存在路由器之间的以不同方式解决该问题的不同组播通信协议。目前,主要应用 PIM-SM 协议,它通过指定称为 Rendez-vous Point 的路由器(下面称为 RP 路由器)作为负责了解单一组播域的所有源(使用相同 RP 路由器的路由器组)的路由器,来解决该问题。为了找出源 IP 地址,每个路由器与 RP 路由器建立第一组播通信,以致 RP 路由器向其发送所请求的组播流量。当路由器收到第一组播流量数据时,它发现源 IP 地址。随后,最后的路由器,即直接从主机接收 IGMP 消息的路由器设法通过使用 SPT 树(最短路径树)直接从源接收数据,所述 SPT 树建立通过网络的最短路径,称为 SPT 路径。当路由器开始既通过 RP 路由器又直接通过 SPT 路径以副本形式接收数据时,它切断与 RP 路由器的通信,只保持通过 SPT 路径的直接通信。

[0027] 在 SSM 中,并不存在找出组播组的源 IP 地址的问题,因为选择希望从其接收组播流量的源的是用户。于是,主机能够向路由器或者向代理指示源 IP 地址。从而,在 SSM 中能够消除 ASM 特有的许多技术复杂性。特别地,能够消除与查明源 IP 地址相关的技术复杂性。例如,在 SSM 中,不必使用 RP 路由器,因为路由器能够知道源 IP 地址,当主机订阅组播组时,主机指出所述源 IP 地址。于是,在 SSM 中,能够应用与目前使用的算法相比更高效的算法。

[0028] 前面提及的关于 IGMPv3 协议的规则使得不能利用 SSM 系统的这些优点。当网络接口按 EXCLUDE 模式工作时,它不知道源 IP 地址,于是被迫通过 RP 路由器查找所述 IP 地址,如前关于 ASM 所述,缺点在于 ASM 的路由过程更复杂。

[0029] IETF 最近公布了一种新的提案,该提案修改 IGMP 协议和 MDL 协议的 IGMPv3 和 MLDv2 版本规范,以设法解决上面提及的缺陷,在由 IETF 在线公布的 RFC 4604 规范(H. Holbrook 等,Engineering Task Force,Network Working Group,Request for Comments 4604, August 2006;目前可从因特网地址 <http://tools.ietf.org/html/rfc4604> 获得)中,描述了该提案。提出的修改主要包括为 SSM 组播地址保留一定的范围,并禁止 SSM 组播系统中的主机发送 EXCLUDE 消息。这种限制不必要地对 SSM 的充分发展设置障碍,因为它使主机不能侦听相同组播组内的其它新的源。

[0030] 已知目的在于改进组播通信的许多专利或专利申请。应指出下述专利或专利申请:US6434622B1, US6785294B1, US6977891B1, US2003/0067917A1, US2005/0207354A1,

US2006/0120368, US2006/0182109A1 和 WO2006/001803A1。不过,它们都没有解决上面提及的问题。

发明内容

[0031] 本发明的主要目的是提供一种管理数据网络中的组播通信,尤其是适用于 SSM 通信的改进系统。

[0032] 本发明的一个目的是提高数据发送源和请求接收所述数据发送的主机之间的路由效率。

[0033] 本发明的另一个目的在于通过利用现有协议作为基础,并按照与这些现有协议的早期版本兼容的方式,以改进的组播主机-路由器通信协议的形式实现本发明。

[0034] 为此,提出了一种管理在最初指出的那种数据网络中的组播流量的方法,其特征在于按照允许组播主机-路由器通信的所述通信协议:

[0035] - 对于每个组播组和网络接口,主机保存两个独立的记录:含有包含源列表的包含源记录,和含有排除源列表的排除源记录;

[0036] - 每个主机的网络接口向所述路由器发送消息,所述消息包含关于单一组播组的所述主机的包含源记录的源列表的信息,和/或所述主机的排除源记录的源列表的信息;

[0037] - 对于每个组播组,路由器保存两个独立的记录:含有包含源列表的信息的包含源记录,和含有排除源列表的信息的排除源记录;

[0038] - 当所述路由器通过其网络接口从主机收到含有关于包含源列表的信息,和/或关于排除源列表的信息的消息时,对每个组播组,所述路由器更新它的包含源记录和/或它的排除源记录。

[0039] 本发明设想每个主机的网络接口发给所述路由器的所述消息是含有所述主机的包含源记录的源列表和所述主机的排除源记录的源列表的状态消息。

[0040] 本发明还设想每个主机的网络接口发给所述路由器的所述消息是当所述主机检测到它的包含源记录的变化,或者它的排除源记录的变化时,发送的状态消息的变化,状态消息的所述变化包含每个组播组的一个或两个数据块,其中每个所述数据块含有和包含源记录的源列表的修改有关的信息,或者和排除源记录的源列表的修改有关的信息,其中每个所述数据块包含指示该数据块是否与包含源列表的修改,或者与排除源列表的修改相关的字段。

[0041] 有利的是,路由器使用包含在它接收的所述消息中的包含源列表的信息来请求所述包含源发送的数据流量。

[0042] 当网络接口是主机的网络接口时,为使用所述网络接口的每个套接字和每个组播组,保持包含源记录和排除源记录,为所述网络接口保持分别根据套接字的所述包含源记录的内容和根据套接字的所述排除源记录更新的包含源记录和排除源记录。

[0043] 在一个有利的实施例中,到达路由器的网络接口的所述状态消息包含和为了建立从所述包含源到所述路由器的路由树,所述路由器必须应用的方法有关的指令。最好,为了把所述指令包含在状态消息中,所述状态消息指示在为组播地址保留的范围之外的组播地址;路由器检测到指示的组播地址在范围之外,认为所述组播地址包含所述指令,并读取包含在所述组播地址中的呈数字代码形式的所述指令。

[0044] 路由器和主机之间的通信协议最好是某一版本的 IGMP 协议（因特网组管理协议）或 MLD（组播侦听者发现）协议，其中由网络接口或者由设备接口发送的状态消息能够把包含源列表和排除源列表包含在同一消息中。

[0045] 本发明还涉及一种与按照本发明的方法相适合的网络设备，所述网络设备包含网络接口，并且适合于在所述主机和所述路由器之间的交换线路中工作，其特征在于它保存可执行指令，所述可执行指令用于：

[0046] - 为每个组播组，保持包含源记录和排除源记录；

[0047] - 向朝向所述路由器的附近网络接口发送消息，所述消息包含关于一个组播组的、所述包含源记录的源列表的信息和 / 或所述排除源记录的源列表的信息；

[0048] - 当所述网络设备的网络接口从另一个网络接口收到含有关于包含源列表的信息，和 / 或关于排除源列表的信息的消息时，对每个组播组，更新所述包含源记录和 / 或所述排除源记录。

[0049] 本发明还涉及一种与按照本发明的方法相适合的设备，所述设备包含网络接口，并且适合于起主机作用，其特征在于它保存可执行指令，所述可执行指令用于为使用所述网络接口的每个套接字和为每个组播组，保持包含源记录和排除源记录，为所述网络接口保持分别根据套接字的所述包含源记录的内容和根据套接字的所述排除源记录更新的包含源记录和排除源记录。

[0050] 本发明还涉及一种与按照本发明的方法相适合的路由器，其特征在于它保存可执行指令，所述可执行指令用于：

[0051] - 为每个组播组保持两个独立的记录：包含源记录和排除源记录；和

[0052] - 当所述路由器通过其网络接口收到含有关于包含源列表的信息，和 / 或关于排除源列表的信息的消息时，对每个组播组，更新所述包含源记录和 / 或所述排除源记录。

[0053] 所述路由器最好使用包含在路由器接收的所述消息中的包含源列表的信息向其它路由器请求由所述包含源发送的数据流量。

[0054] 为了请求由所述包含源发送的所述数据流量，所述路由器最好使用 PIM-SM（协议独立组播 - 稀疏模式）协议。

[0055] 在一个优选实施例中，当收到告知主机不再希望接收来自特定组播组和特定包含源的流量的消息时，所述路由器检查是否存在所述组播组的排除源记录，如果所述记录存在，并且不包含和所述包含源具有相同 IP 地址的排除源，那么所述路由器继续传送所述特定组播组和所述特定包含源的所述流量，而不发送 IGMP 协议中的 Group-And-Source Specific 查询（组和源特定查询）式消息以检查是否存在仍然希望接收所述流量的另一个主机。

[0056] 另外在一个优选实施例中，当收到更新排除源记录的信息的消息时，其中所述消息请求封锁来自特定源和组播组的流量，所述路由器检查是否存在所述组播组的包含源记录，如果所述记录存在，并且包含和所述消息请求封锁的源具有相同 IP 地址的包含源，那么所述路由器继续传送所述特定组播组和所述特定包含源的所述流量，而不发送 IGMP 协议中的 Group-And-Source Specific 查询式消息以检查是否存在仍然希望接收所述流量的另一个主机。

附图说明

[0057] 在下面的结合附图描述本发明的优选实施例的说明中,能够了解本发明的其它优点和特征,所述说明不是对本发明的限制。附图中:

[0058] 图 1 表示数据网络中的组播系统的基本例子;

[0059] 图 2 表示数据网络中的组播系统的更详细例子;

[0060] 图 3 表示在 IGMPv3 协议中,在 IGMPv3 协议和在按照本发明的改进的 IGMP 协议这两者中,由路由器发给主机的 MembershipQuery(成员资格查询)消息的格式;

[0061] 图 4 表示在 IGMPv3 协议和在按照本发明的改进的 IGMP 协议这两者中,由主机发给路由器的 Membership Report(成员资格报告)消息的格式;

[0062] 图 5 表示在 IGMPv3 协议中,包含在 Membership Query 消息或者 Membership Report 消息中的 Group Record(组记录)数据块的内部格式;

[0063] 图 6 表示当应用按照本发明的改进的 IGMP 协议时,与图 2 中的系统中由 DSLAM 240 发给路由器 260 的消息对应的 MembershipReport 消息的格式。

具体实施方式

[0064] 图 1 表示数据网络中的组播系统的基本例子。在本例中,三个主机 101、102、103 通过 CPE 104、105(CPE:用户驻地设备)与数据网络连接。CPE 是位于用户接入线路一端的用于连接网络的终端,它例如借助 DSL(数据用户线路)调制解调器通信。主机 101 与用户线路的 CPE 104 连接,而两个主机 102 和 103 与另一条用户线路的另一个 CPE 105 连接。CPE 104、105 与 DSLAM 106(DSLAM:数字用户线接入复用器)连接,DSLAM 106 把来自不同 CPE 104、105 的流量经交换机 107 导引到路由器 108,路由器 108 又与 IP(网际协议)网络 109 连接。另一个路由器 110 连接在 IP 网络 109 的另一点处,路由器 110 集中由组播组的几个源 111、112 发送的数据分组。

[0065] 为了清楚起见,图 1 表示了由与路由器 107 连接的几个主机 101、102、103 形成的一个组,和与路由器 110 连接的源 111、112 的一个组。当然,组播系统实际上由许多这些组合体和组构成。

[0066] 图 1 还表示了 IGMP 和 PIM-SM 协议中的每一个的范围:IGMP 协议应用于接收主机和路由器之间经 CPE 和 DSLAM 的通信,而 PIM-SM 协议应用于不同路由器之间经 IP 网络的通信。

[0067] 本例中假定路由器利用 IP 协议的 IPv4 版本操作,于是,系统使用 IGMP 协议。不过,所陈述的原因也适用于利用 MLD 协议(IP 协议的 IPv6 版本)的系统。

[0068] CPE 和 DSLAM 是能够实现 IGMP 代理功能的设备,IGMP 代理功能由接收几个 IGMP 请求,并组装所述几个 IGMP 请求,以减小发给路由器的 IGMP 消息的量组成。在开始提及的 IETF 的 RFC 4605 规范中说明了该操作。

[0069] 图 1 中表示的组播系统的基本操作如下所示。

[0070] 主机 101、102、103 向 CPE 104、105 发送几个 IGMP 消息,其中它们识别组的组播地址,和它们希望从其接收数据发送的源地址。和图 1 的例子中的 CPE 105 的情况一样,从不同主机接收几个 IGMP 消息的 CPE 组装这些 IGMP 消息,从而向 DSLAM 发送单一的 IGMP 消息。对 DSLAM 来说,DSLAM 106 从不同的 CPE(这种情况下是 CPE 104、105)接收 IGMP 消息,并

组装它们,从而通过交换机 107 向路由器 108 发送其中对于每个组播组,只指示 INCLUDE 或 EXCLUDE 源的 IGMP 消息。

[0071] 路由器 108 通过交换机 107 接收 DSLAM 106 发送的 IGMP 消息,并利用 PIM-SM 协议与其它 IP 网络路由器通信,以建立通过 IP 网络的路由,从而使由在路由器 108 接收的 IGMP 消息中指定的源发送的数据到达路由器 108。

[0072] 如下面的更详细例子中所述,在现有技术中,路由器 108 不总是知道由主机指定的源 IP 地址,因为当网络接口组装最初由主机发送的 IGMP 消息时,该信息已丢失。于是,路由器 108 必须通过应用复杂并且相当低效的过程,查明源 IP 地址。

[0073] 应用现有技术的方法 (IGMPv3 协议) 的组播系统的操作例子

[0074] 图 2 更详细地表示组播系统,和该组播系统进行工作所必需的不同通信。

[0075] 为了基于图 2 的示图证明本发明的原理和优点,首先解释按照现有技术的应用 IGMPv3 协议的操作。然后参考图 2 的相同示图解释按照本发明的操作。

[0076] 主机 200 是其中执行能够请求组播流量的两个应用程序 201、202 的个人计算机 PC。计算机 200 配有连接到 CPE 208 的网卡 203, CPE208 又与 DSLAM 240 连接。

[0077] 主机 220 和 225 是都配有连接到单一 CPE 228 的网卡 222、223 的两台个人计算机 PC,所述 CPE 228 又与 DSLAM 240 连接。在每台计算机 220、225 中分别执行能够请求组播流量的单一应用程序 221、226。

[0078] 主机 231 是与电视机 230 连接的 STB (机顶盒) 解码器,它允许经因特网接收电视频道。解码器 231 配有与 CPE 229 连接的网卡 232, CPE 229 又与 DSLAM 240 连接。

[0079] DSLAM 240 通过交换机 250 与路由器 260 连接。路由器 260 与由其它路由器形成的 IP 网络连接,在本例中,所述其它路由器是路由器 261、262、263、264、265、266、267 和 268。

[0080] 路由器 264 是 RP (Rendez-vous Point) 路由器,即, PIM-SM 协议用于建立组播组的发送源和当其不知道发送源的 IP 地址时,希望从这些源接收发送的主机之间的路由的路由器。

[0081] 在图 2 的例子中,存在属于单一组播组 G1 的五个发送源 295、296、297、298、299。为了简化说明,下面的描述通过其相应的 IP 地址表示这些源,如图 2 中所示,它们分别为 S1、S2、S3、S4 和 S5。

[0082] 源 S1、S2 和 S3 通过路由器 266 与 IP 网络连接,而源 S4 和 S5 通过路由器 262 被连接。

[0083] 在主机 200 中执行的应用程序 201 和 202 希望接收组播组 G1 中的数据发送,但是每个应用程序希望从不同的源接收发送:

[0084] - 应用程序 201 希望从源 S1 和 S2 接收发送,为此,它将产生 INCLUDE ({S1, S2}; G1) 式请求;

[0085] - 应用程序 202 希望从除 S4 之外的所有源接收发送,为此,它将产生 EXCLUDE ({S4}; G1) 式请求。

[0086] 网卡 203 是必须通过应用 IGMPv3 协议规则,组合与应用程序 201 和 202 相关的不同套接字的状态的网络接口。由于套接字之一按 EXCLUDE 模式工作,因此,网络接口 203 将只按 EXCLUDE 模式工作,并将向 CPE 208 发送下述消息 EXCLUDE ({S4}; G1)。

[0087] 理论上,看起来发送 EXCLUDE ({S4}; G1) 消息会使得不必发送 INCLUDE ({S1, S2};

G1) 消息,因为第一条消息暗中包括除 S4 之外的所有源,于是它包括源 S1 和 S2。不过,通过按照这种方式工作,包含在由应用程序 201 发送的 IGMP 消息中的有价值的信息被丢失:源 S1 和 S2 的 IP 地址。

[0088] 网卡 203 发送的 EXCLUDE({S4};G1) 消息被传送给 DSLAM240,而不存在由 CPE 208 修改的源的信息,因为 CPE 208 只从一个起源接收 IGMP 消息。

[0089] 在计算机 220 中执行的应用程序 221 产生 INCLUDE({S5},G1) 式请求,指示它希望从源 S5 接收发送。网卡 222 不必组合几个请求,因为它只从与应用程序 221 相关的套接字接收请求。于是,网卡 222 向 CPE 228 发送包含和应用程序 221 的请求,即,INCLUDE({S5},G1) 消息相同的信息的 IGMP 消息。

[0090] 在计算机 225 中执行的应用程序 226 产生 INCLUDE({S3},G1) 式请求,指示它希望从源 S3 接收发送。网卡 223 不必组合几个请求,因为它只从与应用程序 226 相关的套接字接收请求。于是,网卡 223 向 CPE 228 发送包含和应用程序 226 的请求,即,INCLUDE({S3},G1) 消息相同的信息的 IGMP 消息。

[0091] CPE 228 充当 IGMP 代理,应用 IGMPv3 协议规则,以组合分别由网络接口 222 和 223 发送的消息。由于所有接收的消息都是 INCLUDE 式消息,因此网络接口 228 将只按照 INCLUDE 模式工作,并将向 DSLAM 240 传送下述消息:INCLUDE({S3,S5};G1)。

[0092] STB 231 发送 INCLUDE({S1},G1) 消息,指示它希望从源 S1 接收发送。CPE 229 将该消息完整地传送给 DSLAM 240,因为它从单一起源接收 IGMP 消息。

[0093] 于是,DSLAM 240 接收下述三种 IGMP 消息:

[0094] 来自 CPE 208 的 EXCLUDE({S4};G1),

[0095] 来自 CPE 228 的 INCLUDE({S3,S5};G1),

[0096] 来自 CPE 229 的 INCLUDE({S1},G1)。

[0097] DSLAM 240 是必须通过应用 IGMPv3 协议规则,组合这些不同消息的代理。由于接收的与组播组 G1 相关的消息之一是 EXCLUDE 式消息,因此对于所述组播组 G1 来说,网络接口 240 将只按照 EXCLUDE 模式工作,并通过交换机 250 向路由器 260 传送下述消息:EXCLUDE({S4};G1),指示路由器 260 必须把来自组播组 G1 的除 S4 之外的所有源的发送传给 DSLAM 240。

[0098] 路由器 260 随后利用 PIM-SM 协议与其它 IP 网络路由器通信,以接收由在 IGMP 消息中请求的源发送的数据,所述在 IGMP 消息中请求的源是组播组 G1 的除源 S4 之外的所有源。PIM-SM 协议是允许建立两种路由树:使其中心位于 RP 路由器(这种情况下是路由器 264)的 RPT(Rendez-vous Point Tree)树,和建立最短路径的 STP(ShortestPath Tree)的复合协议。RP 路由器被 PIM-SM 协议指定为负责了解组播组的所有源的 IP 地址的路由器。路由器 260 最初总是通过 RPT 树接收来自组播组的流量,因为只有 RP 路由器知道源 IP 地址。当下面将说明的一些条件被满足时,路由器 260 随后使用 SPT 树,并放弃通过 RP 树的传输。

[0099] 在图 2 的例子中,当最初使用 RPT 树时,路由器 260 通过用虚线指示的路径 281,接收来自源 S1、S2 和 S3 的发送,并且通过用虚线指示的路径 282 接收来自源 S5 的发送。于是,路由器 260 通过最长的路径,而不是按照 SPT 树的最短路径接收数据,按照 SPT 树的最短路径是用实线指示的路径 291 和 292。

[0100] 路由器 260 不知道被包含源的 IP 地址, 因为它仅仅从 DSLAM240 收到 EXCLUDE({S4};G1) 消息。于是, 路由器 260 不能直接利用 SPT 树向被包含源请求流量。如一开始所述, 这是一个严重的缺陷。另一个缺陷在于如果路由器仅仅按照 SSM 组播模式工作, 那么它将不接受 EXCLUDE 消息的事实。此外, 如果路由器是只能够直接与源连接的简化路由器, 那么如果它不知道源的 IP 地址, 那么它不能直接与源连接。

[0101] 在 RFC 4601 规范, 具体地说在定义称为 CheckSwitchToSpt(S,G) 的函数的 4.2.1 节“Last Hop Switchover to the SPT”中详细说明了由 PIM-SM 协议提供的关于特定通道(S,G), 即, 由组播组 G 中的源 S 定义的通道, 从 RPT 树转换到 SPT 树的条件:

```
[0102] void
[0103] CheckSwitchToSpt(S,G) {
[0104]     if((pim_include(*,G)(-)pim_exclude(S,G)
[0105]         (+)pim_include(S,G) != NULL)
[0106]        AND SwitchToSptDesired(S,G)) {
[0107]         #Note:Restarting the KAT will result in
[0108]         #the SPT switch set KeepaliveTimer(S,G) to
[0109]         #Keepalive_Period
[0110]     }
[0111] }
```

[0112] CheckSwitchToSpt(S,G) 函数具有可配置部分, 由可配置的“SwitchToSptDesired(S,G)”函数定义, 和不可配置部分。当这两部分的条件都被满足时, 执行从 RPT 树到 SPT 树的转换。

[0113] 通常, 可配置的“SwitchToSptDesired(S,G)”函数被用于确定来自源 S 的流量的数量阈值, 以致如果所述阈值未被超过, 那么不执行从 RPT 树到 SPT 树的转换。

[0114] 构成 PIM-SM 协议编程代码的一部分的不可配置部分如下所示:

```
[0115] (pim_include(*,G)(-)pim_exclude(S,G)(+)pim_include(S,G) != NULL)
```

[0116] 该不可配置条件规定如果存在收到 INCLUDE(S,G) IGMP 消息的路由器的网络接口, 或者如果存在收到指示希望从组播组 G 的所有源接收流量的 IGMP 式消息的路由器的网络接口, 并且所述网络接口没有收到 EXCLUDE(S,G) IGMP 消息, 那么路由器仅仅关于特定通道(S,G) 从 RPT 树转换到 SPT 树。由于该不可配置条件只与 IGMP 消息相关, 因此能够发起到 SPT 树的转换, 以建立与通道(S,G) 的输入路由器的直接连接的唯一路由器是接收 IGMP 消息的路由器, 即图 2 的例子中的路由器 260。在未通过其网络接口直接收到 IGMP 消息的路由器中, 该条件决不会被满足, 以致这些路由器决不会发起到 SPT 树的转换。

[0117] 在图 2 的例子中, 路由器 260 接收的唯一消息是 EXCLUDE({S4};G1), 从而所述不可配置的条件不被满足。因此, 路由器 260 不能从 RPT 树转换到 SPT 树, 流量将长时期地继续通过经 RP 路由器 264 的最长路径 281、282, 而不是通过最短的路径 291、292。从而, 流量是以相当低效的方式分发的, 不必要地使 RP 路由器过载。

[0118] 总之, 本例表明应用 IGMPv3 协议组合 INCLUDE 式消息和 EXCLUDE 式消息的规则会不利地影响路由系统效率。本领域的技术人员易于明白在具有与图 2 中所示组合不同的组合的其它组播系统中, 也会发生这种情况。

[0119] 按照本发明的改进的 IGMP 协议

[0120] 通过应用改进的 IGMP 协议,以致网络接口能够传送由主机发送的消息,而不失去包含在所述消息中的信息,本发明解决了这些问题。

[0121] 按照本发明的改进的 IGMP 协议和 IGMPv3 协议的不同之处在于网络接口能够按双重模式工作:它们独立地保存和传送包含在 INCLUDE 式 IGMP 消息中的信息,和包含在 EXCLUDE 式 IGMP 消息中的信息。

[0122] 下面说明按照本发明的改进的 IGMP 协议。为了便于说明,将参考按照一开始提及的 IETF 的 RFC 3376 规范的 IGMPv3 协议的描述,只详细描述改进的 IGMP 协议相对于所述 IGMPv3 协议的变化。未详细描述的部分适应于 IGMPv3 协议,于是在本领域的技术人员的能力范围之内。

[0123] 所述描述是按照下述章节组织的:

[0124] 1) 接口. 状态信息. 组装源的方式的描述

[0125] 2) 删除状态记录的方式

[0126] 3) 得到网络接口记录的规则

[0127] 4) IGMP 消息的描述

[0128] 5) 当记录的信息变化时的行为

[0129] 6) 当主机收到 Membership Query 消息时的行为

[0130] 7) 路由器用协议的描述

[0131] 8) 与 IGMPv3 主机的兼容性

[0132] 9) 改进的 IGMP 代理

[0133] 1) 接口. 状态信息. 组装源的方式的描述

[0134] IGMPv3 协议的 RFC 3376 规范说明系统必须支持按照下述函数的 IGMP 消息,以允许主机选择组播数据源:

[0135] IPMulticastListen(socket, interface, multicast-address, filter-mode, {source-list})

[0136] 其中:

[0137] “socket”是允许区分在系统中执行的,调用 IPMulticastListen 函数的不同应用程序的参数。例如,所述应用程序可以是在与数据网络连接的单一计算机中执行的不同应用程序。

[0138] “interface”是其中指示将被接收的组播数据源的网卡或网络接口的本地标识符。

[0139] “multicast-address”是组播组的地址。

[0140] “filter-mode”是网络接口模式,它可以是 INCLUDE 或 EXCLUDE。在 INCLUDE 模式下,网络接口把 source-list 定义为 INCLUDE;这意味由列表上的所有源发送的流量都必须被发送。在 EXCLUDE 模式下,网络接口把 source-list 定义为 EXCLUDE;这意味除了列表上的源之外,来自组播组中进行发送的所有源的流量都必须被发送。

[0141] “source-list”是 INCLUDE 或 EXCLUDE 源列表。

[0142] RFC 3376 规范明确说明对于特定的套接字,网络接口和组播组组合,只能够存在一种 filter-mode,它可以是 INCLUDE 或 EXCLUDE。

- [0143] 系统为每个有效套接字保存一个状态记录。该记录包含下述信息：
- [0144] (interface, multicast-address, filter-mode, {source-list})
- [0145] 对于每个套接字,该记录的 filter-mode 只能够是 INCLUDE 或 EXCLUDE。
- [0146] 系统还为每个网络接口保存一个记录。该记录包含下述信息：
- [0147] (multicast-address, filter-mode, {source-list})
- [0148] 对于每个网络接口和组播组,该记录的 filter-mode 只能够是 INCLUDE 或 EXCLUDE。每个网络接口的记录源自于套接字记录。当网络接口的记录必须源自于不同记录的组合时,应用一开始解释的和在下面转录的规则：
- [0149] 规则 1. 如果组播组 G1 的任意数据源是 EXCLUDE,那么对于组播组 G1,网络接口将具有 EXCLUDE filter-mode,网络接口的源列表是 EXCLUDE 源列表减去 INCLUDE 源列表的交集。
- [0150] 规则 2. 如果所有源都是 INCLUDE 式源,那么对于组播组 G1,网络接口将具有 INCLUDE filter-mode,源列表是所有 INCLUDE 源的并集。
- [0151] 至此说明了按照 RFC 3376 规范的 IGMPv3 协议的特性。
- [0152] 按照本发明的改进 IGMP 协议保持 IGMPv3 协议的 IPMulticastListen 函数的相同结构。
- [0153] IPMulticastListen(socket, interface, multicast-address, filter-mode, {source-list})
- [0154] 但是差别在于对于每个套接字和每个网络接口,系统保存两个记录:一个记录用于 EXCLUDE filter-mode,另一个记录用于 INCLUDE filter-mode。
- [0155] 于是,系统保存每个套接字的两个记录：
- [0156] INCLUDE 记录:(interface, multicast-address, INCLUDE, {source-list})
- [0157] EXCLUDE 记录:(interface, multicast-address, EXCLUDE, {source-list})
- [0158] 和每个网络接口和组播组的两个记录：
- [0159] INCLUDE 记录:(multicast-address, INCLUDE, {source-list})
- [0160] EXCLUDE 记录:(multicast-address, EXCLUDE, {source-list})
- [0161] 只要只存在 INCLUDE 源或只存在 EXCLUDE 源,系统就只需要一个记录。不过,如果对于具有 INCLUDE 和 EXCLUDE 源信息的相同组播组,存在对 IPMulticastListen 函数的不同调用,那么系统把信息保存在两个记录中,而不是如同现有技术中的 IGMPv3 协议那样混合所述信息。
- [0162] 对 IPMulticastListen 函数的每个调用替换关于特定组播组的记录的内容,如果不存在记录,那么它创建一个记录(例如,当首次为所述组播组调用该函数时,发生这种情况)。
- [0163] 2) 删除记录的方式
- [0164] 为了删除 IGMPv3 协议中特定组播组 G1 的记录,发送具有空的源列表的 INCLUDE 式消息:INCLUDE({},G1)。另外,在过去一定时间之后,特定组播组 G1 的 EXCLUDE 模式的记录自动转换到 INCLUDE 模式,而不需要发送任何消息。为此,IGMPv3 协议中的记录具有用于每个组播组的计时器,如果记录状态为 EXCLUDE,那么所述计时器不等于 0。当计时器到达 0 时,记录从 EXCLUDE 模式转换成 INCLUDE 模式。

[0165] 为了删除按照本发明的改进的 IGMP 协议中的特定组播组 G1 的 INCLUDE 记录,使用 IGMPv3 协议中相同的系统:发送具有空的源列表的 INCLUDE 式消息:INCLUDE({})。

[0166] 为了自动删除特定组播组 G1 的 EXCLUDE 记录,和 IGMPv3 协议中一样,在改进的 IGMP 协议中 EXCLUDE 记录也具有用于每个组播组的计时器,不过操作更简单,因为不必从 INCLUDE 模式转换到 EXCLUDE 模式:当计时器达到 0 时,只是删除 EXCLUDE 记录。

[0167] 可选的是,改进的 IGMP 系统增加用于更快速地删除 EXCLUDE 状态记录的新系统,所述新系统适用于:

[0168] - 用 IPMulticastListen 函数更新的主机记录;

[0169] - 借助 IGMP 消息更新的代理和路由器记录。

[0170] 在改进的 IGMP 协议中包含称为 Filter_Delete_Exclude 的新的 filter-mode 参数,以借助 IPMulticastListen 函数删除 EXCLUDE 记录。当 IPMulticastListen 函数收到带有该参数的调用时,它知道它必须从在组播地址中指示的组播组中删除 EXCLUDE 记录。

[0171] 为了借助 IGMP 消息从代理和路由器删除 EXCLUDE 记录,利用下面的精简描述,在改进的 IGMP 协议中定义了 MembershipReport 消息的 Group Record Type 字段的新值:

[0172] 7DELEX-Type MODE_IS_DELETE_EXCLUDE

[0173] 该新值被增加到已存在于 IGMPv3 协议中的,具有下述精简描述的 Group Record Type 字段的值 1-6(RFC 3376 规范的 4.2.12 节)中:

[0174] 1IS_IN(x)-Type MODE_IS_INCLUDE

[0175] 2IS_EX(x)-Type MODE_IS_EXCLUDE

[0176] 3TO_IN(x)-Type CHANGE_TO_INCLUDE_MODE

[0177] 4TO_EX(x)-Type CHANGE_TO_EXCLUDE_MODE

[0178] 5ALLOW(x)-Type ALLOW_NEW_SOURCES

[0179] 6BLOCK(x)-Type BLOCK_OLD_SOURCES

[0180] 其中 x 是源 IP 地址的列表。

[0181] 3) 得到网络接口记录的规则

[0182] 如 1) 节中所述,改进的 IGMP 协议允许为每个网络接口和组播组保存两条记录:

[0183] INCLUDE 记录:(multicast-address, INCLUDE, {source-list})

[0184] EXCLUDE 记录:(multicast-address, EXCLUDE, {source-list})

[0185] 其中 multicast-address 是组播组的地址,source-list 是源列表。

[0186] 和 IGMPv3 协议中一样,网络接口记录得自于套接字记录。不过,当应用改进的 IGMP 协议时,过程更简单,因为不必混合单一组播组的 INCLUDE 源和 EXCLUDE 源。

[0187] 改进的 IGMP 协议对每个网络接口和组播组应用下述规则:

[0188] 规则 1. 对于每个组播组,网络接口的每个 INCLUDE 记录包含利用所述网络接口的套接字的 INCLUDE 记录的所有源的并集。

[0189] 规则 2. 对于每个组播组,网络接口的每个 EXCLUDE 记录包含利用所述网络接口的套接字的 EXCLUDE 记录的所有源的交集。

[0190] 4) IGMP 消息的描述

[0191] 为了简化说明,本节中在假定在路由器和主机之间不存在 IGMP 代理的情况下,说明路由器和主机之间的 IGMP 消息。IGMP 代理的行为将在下面的章节 9 中说明。

[0192] 对于主机和路由器之间的通信,改进的 IGMP 协议使用和和 RFC3376 规范的章节 4 中描述的 IGMPv3 协议相同的消息,不过具有下面说明的修改。

[0193] 图 3 表示 IGMPv3 协议中由路由器发给主机的消息的格式。这些消息被称为 Membership Query 消息。图 3 中所示的格式既适用于 IGMPv3 协议,又适用于改进的 IGMP 协议。

[0194] 图 4 表示 IGMPv3 协议中由主机发给路由器的消息的格式。这些消息被称为 Membership Report 消息。图 4 中所示的格式既适用于 IGMPv3 协议,又适用于改进的 IGMP 协议。

[0195] 图 5 表示包含在每个 Membership Report 消息中的称为 GroupRecord 的数据块的内部格式。Group Address 字段包含组播组地址。Source Address 字段包含和源有关的信息。Number of Source 字段指示存在于每个 Group Record 中的 Source Address 字段的数目。图 5 中所示的格式适用于 IGMPv3 协议。

[0196] 在改进的 IGMP 协议中,当发送 Membership Report 式消息时,和 IGMPv3 协议中一样,使用相同的消息格式,不过当对于相同的组播组来说,存在 INCLUDE 源并且还存在于 EXCLUDE 源时,如下面讨论的图 6 中所示,发送两个 Group Record。由于源未被混合,因此对于每个网络接口和组播组可存在两个记录,系统可传送具有单一组播地址或组播组的两个不同 Group Record 的消息:Group Record 之一传送和 INCLUDE 源有关的信息,另一个 Group Record 传送和 EXCLUDE 源有关的信息。

[0197] 在 IGMPv3 协议中,路由器发送 General Query 式 MembershipQuery 消息,以关于主机的状态询问主机。响应该消息,主机发送 Current-State Record 式 Membership Report 状态消息。在改进的 IGMP 协议中保持该系统,不过主机发送的 Current-State Record 消息可包含单一组播组的两个 Group Record:INCLUDE 模式的一个 Group Record,和 EXCLUDE 模式的另一个 Group Record。和 IGMPv3 协议中一样,INCLUDE 或 EXCLUDE 模式分别由 RecordType 字段的内容识别:

[0198] Record Type = 1 = MODE_IS_INCLUDE

[0199] Record Type = 2 = MODE_IS_EXCLUDE

[0200] 从而,在单一的 Current-State Record 消息中传送和所述两个记录有关的信息。

[0201] 在 IGMPv3 协议中,主机发送 Source-List-Change Record 消息,以报告已存在于 INCLUDE 源和 EXCLUDE 源中的变化。不同于 Current-State Record 消息,Source-List-Change Record 消息不是响应路由器发送的 Membership Query 消息而发送的,相反它们由主机发送,以指示在其源记录中发生了变化。

[0202] 和 IGMPv3 协议中一样,在改进的 IGMP 协议中,主机也发送 Source-List-Change Record 消息,不过具有下述差别:由于对于单一的组播组可存在两条不同的记录(INCLUDE 记录和 EXCLUDE 记录),因此 Source-List-Change Record 消息必须指出它涉及的是这两条记录中的哪一个。为此,在改进的 IGMP 协议中利用下面的精简表达式定义了四种新的 Group Record Type:

[0203] 8ALLOWIN(x)-Type ALLOW_NEW_SOURCES_INCLUDE

[0204] 9BLOCKIN(x)-Type BLOCK_OLD_SOURCES_INCLUDE

[0205] 10ALLOWEX(x)-Type ALLOW_NEW_SOURCES_EXCLUDE

[0206] 11BLOCKEX(x)-Type BLOCK_OLD_SOURCES_EXCLUDE

[0207] 其中 x 是源 IP 地址的列表。

[0208] 新的 Group Record Type 8 和 9, 即, ALLOWIN(x) 和 BLOCKIN(x) 表达式被用于发送分别向 INCLUDE 记录中的源列表增加元素, 或者从 INCLUDE 记录中的源列表中除去元素的消息。

[0209] 新的 Group Record Type 10 和 11, 即, ALLOWEX(x) 和 BLOCKEX(x) 表达式被用于发送消息, 以致它分别允许或阻止由源 x 发送的流量。

[0210] 图 6 表示当应用按照本发明的改进的 IGMP 协议时, 与图 2 的图中由 DSLAM 240 发给路由器 260 的消息对应的 MembershipReport 消息的例子。下面详细说明该消息的内容。DSLAM 240 充当位于路由器 260 与主机 200、220、225 和 231 之间的 IGMP 代理。于是, 这种情况下, 通过用 DSLAM 240 代替主机, 适用前面与路由器和所述主机之间的 IGMP 消息有关的说明。在其与 IGMP 路由器的通信中, IGMP 代理充当主机, 在其与主机的通信中, IGMP 代理充当 IGMP 路由器。

[0211] 下面示出当应用按照本发明的改进的 IGMP 协议时, 保存在图 2 的每个设备中的记录。

[0212] 在 PC 200 中, 如果应用程序 201 和 202 分别使用 socket1 和 socket2 时, socket1 和 socket2 状态记录分别如下所示:

[0213] INCLUDE 记录:(Interface 203, Group G1, INCLUDE, {S1, S2})

[0214] EXCLUDE 记录:(Interface 203, Group G1, EXCLUDE, {S4})

[0215] 与 CPE 208 的网络接口的状态相符的 PC 200 的网络接口 203 的状态记录如下所示:

[0216] INCLUDE 记录:(Group G1, INCLUDE, {S1, S2})

[0217] EXCLUDE 记录:(Group G1, EXCLUDE, {S4})

[0218] 在 PC 220 中, 如果应用程序 221 使用 socket1, 那么 socket1 状态记录如下:

[0219] INCLUDE 记录:(Group G1, INCLUDE, {S5})

[0220] 在 PC 225 中, 如果应用程序 226 使用 socket1, 那么 socket1 状态记录如下:

[0221] INCLUDE 记录:(Group G1, INCLUDE, {S3})

[0222] 在组装源之后, 起 IGMP 代理作用的 CPE 228 的网络接口的状态记录如下所示:

[0223] INCLUDE 记录:(Group G1, INCLUDE, {S3, S5})

[0224] 在 STB 231 中, 与 CPE 229 的网络接口的状态相符的网络接口 232 的状态记录如下所示:

[0225] INCLUDE 记录:(Group G1, INCLUDE, {S1})

[0226] 每个 CPE 208、228 和 229 把它的 IGMP 消息发给 DSLAM 240, DSLAM 240 再次组装所述 IGMP 消息, 但是不混合 INCLUDE 源和 EXCLUDE 源。

[0227] 在组装源之后, 起 IGMP 代理作用的 DSLAM 240 的网络接口的状态记录如下所示:

[0228] INCLUDE 记录:(Group G1, INCLUDE, {S1, S2, S3, S5})

[0229] EXCLUDE 记录:(Group G1, EXCLUDE, {S4})

[0230] 响应路由器 260 发送的 General Query 消息, DSLAM 240 向路由器 260 发送下面分析的图 6 中所示的消息。

[0231] Type == 0x22 指示它是 Membership Report, Number of GroupRecords = 2 指示对于相同的组播组 G1 发送两个数据块或 GroupRecord。Group Record 之一包含和 INCLUDE 源有关的信息,另一个 Group Record 包含和 EXCLUDE 源有关的信息。第一个 GroupRecord 具有等于 1 的 Record Type。这意味它是 MODE_IS_INCLUDE 式记录,即,它包含和 INCLUDE 源有关的信息。在该数据块中,Number of Sources 等于 4,意味将要发送四个 INCLUDE 源的信息。在 Multicast Address 字段中指出组播组 G1。四个 SourceAddress[1]-Source Address[4] 字段包含和四个 INCLUDE 源 :S1、S2、S3 和 S5 有关的信息。下面示出 Record Type 等于 2 的第二个 GroupRecord。这意味它是 MODE_IS_EXCLUDE 式记录,即,它包含和 EXCLUDE 源有关的信息。Number of Sources 等于 1,意味将要发送和一个 EXCLUDE 源有关的信息。在 Multicast Address 字段中指出组播组 G1。Source Address[1] 字段包含和 EXCLUDE 源 :S4 有关的信息。

[0232] 路由器 260 已收到所有源的完整信息。现在由 PIM-SM 协议规定的关于从 RPT 树转换到 SPT 树的要求被满足,如下所述。

[0233] 默认配置 PIM-SM 协议的 SwitchToSptDesired(S,G) 条件(它是关于通道(S,G),从 RPT 树转换到 SPT 树的转换条件的可配置部分),以致当第一数据分组从源 S 经 SPT 树到达时,该条件被满足。当应用改进的 IGMP 协议时,所述转换条件的不可配置条件总是被满足,因为有兴趣从源 S 接收流量的路由器将会总是收到 INCLUDE(S,G) IGMP 消息,或者会收到指示它希望从组播组 G 的所有源接收流量的 IGMP 式消息,而不是会收到 EXCLUDE(S,G) IGMP 消息。

[0234] 于是,当应用改进的 IGMP 协议时,已收到关于某一源的流量请求的所有路由器能够转到 SPT 树,并通过最短路径从所述源接收流量。

[0235] 于是,在图 2 的例子中,由源 S1、S2 和 S3 发送的流量将通过最短路径 291,由源 S5 发送的流量将通过最短路径 292。

[0236] 可选的是,路由器 260 从最初起就能够直接与每个源 S1、S2、S3 和 S5 的 SPT 树连接,因为它知道这些源的 IP 地址,于是能够直接使用 SPT 树。为此,足以使 SwitchToSptDesired(S,G) 函数始终为真。

[0237] 此外,可选的是,每个主机能够在实际的 IGMP 消息中向路由器 260 指出按照每个源,它何时必须开始从 RPT 树到 SPT 树的转换。为此,按照本发明,使用在组播地址的范围之外的组播地址字段,其中放入消息而不是组播地址。例如,组播地址的前两个字节被设为 0,通过使下述含意与接下来的两个字节相联系,接下来的这两个字节被用于向路由器发送消息:

[0238] 100 = 借助 SPT 树直接连接

[0239] 200 = 使用路由器的默认配置,并评估 SwitchToSptDesired(S,G) 函数,以决定转换到 STP 树

[0240] 300 = 总是使用 RPT 树,决不转换到 SPT 树。

[0241] 路由器检测该地址在组播地址的范围之外,并把这 4 个字节解释成之后包括在相同 Group Record 中的组播地址中的指示它必须从 RPT 树转换到 SPT 树的方式的消息。

[0242] 5) 当记录的信息变化时的行为

[0243] 在改进的 IGMP 协议中,当关于特定组播组的网络接口的状态记录变化时,系统必

须通过发送 Source-List-Change Record 消息,简单地传送所述变化,如在前面的章节中所示。

[0244] 在 IGMPv3 协议中,该过程更复杂,因为系统必须考虑 filter-mode 和其中的可能变化。在改进的 IGMP 协议中不存在这种复杂性,因为 INCLUDE 源和 EXCLUDE 源的信息被分别保存和传送。

[0245] 6) 当主机收到 Membership Query 消息时的行为

[0246] 在 IGMPv3 协议中和在改进的 IGMP 协议中,路由器向主机发送称为 Membership Query 消息的消息,以致主机告知它们希望接收的组播组和通道。在改进的 IGMP 协议中,主机向路由器发送和它们在 IGMPv3 协议中发送的响应消息类似的响应消息,不过差别在于关于 INCLUDE 源和 EXCLUDE 源的信息是分别发送的。

[0247] 使用几个计时器来防止主机同时作出响应,所述计时器延迟主机的响应,以便考虑到在 Membership Query 消息中规定的时隙分配它们。在改进的 IGMP 协议中和在 IGMPv3 协议中,其操作是相同的。

[0248] 存在三种 Membership Query 消息:General Query, Group-Specific Query 和 Group-and-Source-Specific Query。

[0249] 每隔一定时间(默认 125 秒),路由器发送 General Query 式消息,以致所有主机通过发送被称为 Current-State Record 的 MembershipReport 消息,告知它们希望接收的组播组和通道。主机借以响应 General Query 请求的消息包括被称为 Group Record 的数据块,Group Record 可以是下述两种:

[0250] Record Type = 1MODE_IS_INCLUDE

[0251] Record Type = 2MODE_IS_EXCLUDE

[0252] 如上所示,在如图 4 中所示的单一消息或者 Membership Report 中发送如图 5 中所示的称为 Group Record 的几个数据块。图 5 的第一个字段,即,Group Record 的第一个字段是指示每个数据块的含意的 Record Type 字段(在图 5 的例子中,Record Type 字段是表示成 Type 的字段)。

[0253] 在 IGMPv3 协议中,由于每个组播组只能够或者处于 INCLUDE 状态,或者处于 EXCLUDE 状态,因此对于每个组播组,每个主机只发送一个 Group Record,同时 Record Type 分别具有与 INCLUDE 或 EXCLUDE 组的状态相应的值 1 或值 2。

[0254] 在改进的 IGMP 协议中,由于 INCLUDE 源和 EXCLUDE 源的信息被分别保存和发送的事实,对于单一组播组,主机可能需要发送两个 Group Record:Record Type = 1 的告知 INCLUDE 源的第一个 Group Record,和 Record Type = 2 的告知 EXCLUDE 源的第二个 Group Record。这可从图 6 中看出,其中存在关于相同组播组 G1 的两个 Group Record。

[0255] 对于 Group-Specific Query 和 Group-and-Source-Specific Query 式消息,存在上面说明的相同差异:当主机应答这些消息时,它们能够利用两个 Group Record,分别地发送来自 INCLUDE 源和 EXCLUDE 源的信息。

[0256] 7) 路由器用协议的描述

[0257] 按照改进的 IGMP 协议的操作与 IGMPv3 协议和 MLDv2 协议的操作非常类似。于是,下面使用与在一开始提及的 RFC 3376 规范(IGMPv3 协议)和 RFC 3810 规范(MLDv2 协议)中使用的术语相同的术语,以帮助理解。

[0258] 相对于本领域的现有技术的 IGMPv3 协议和 MLDv2 协议的主要差别在于在改进的 IGMP 协议中,对于每个组播组,路由器具有两个状态记录:INCLUDE 记录和 EXCLUDE 记录。

[0259] 由于路由器从主机接收关于 INCLUDE 源和 EXCLUDE 源的详细信息的事实,改进的 IGMP 协议使路由器可以更好地利用路由算法。路由器在它们直接连接的所有网络中执行 IGMP 协议。如果组播路由器具有与相同网络连接的多于一个的网络接口,那么它只需要在与所述网络连接的网络接口之一中执行该协议。不同于 IGMPv3 协议,在改进的 IGMP 协议中,对于每个组播组和网络接口,路由器不再排他地按 INCLUDE 模式或 EXCLUDE 模式工作。于是,它不再需要允许它从 INCLUDE 模式变换到 EXCLUDE 模式,和从 EXCLUDE 模式变换到 INCLUDE 的所有机制。

[0260] 对于每个网卡或者网络接口,以及组播组,利用改进的 IGMP 协议的路由器把分别来自组播 INCLUDE 源和 EXCLUDE 源的信息保存在两个记录中:

[0261] INCLUDE 记录:(multicast-address, INCLUDE, {source list and timers})

[0262] EXCLUDE 记录:(multicast-address, group-timer, EXCLUDE, {source list and timers})

[0263] 其中 {source list and timers} 是元素 (source-address, source-timer) 的列表,其中 source-address 是源 IP 地址,source-timer 是与所述源相关的计时器。

[0264] 计时器是存储器中的变量,它包含随着时间的过去而有规律地减小,直到达到 0 为止的值。

[0265] 于是,保存在路由器中的这两个 INCLUDE 记录和 EXCLUDE 记录包含与每个 source-address 相关的一个 source-timer。

[0266] 如上在涉及删除记录的方式的细目 2 中所述,与组播组相关的每个 EXCLUDE 记录还包含当过去特定的时间而路由器没有收到具有 EXCLUDE 式流量请求的报告时,用于消除 EXCLUDE 状态记录的 group-timer。

[0267] 如上所述,路由器定期向主机发送如图 3 中所示的称为 Membership Query 消息的消息,以致主机答复与它们希望从其接收组播流量的组播组和源有关的信息。主机还能够向路由器发送消息,以请求组播流量,而不等待主机发送 Membership Query 消息。

[0268] 路由器使用计时器来保证在发送了 Group Specific Query 消息或者 Group and Source Specific Query 消息之后,所有主机都具有足够的时间来答复所述消息。计时器的值随着时间的过去而逐渐减小,如果路由器从主机收到 Membership Report 消息,那么路由器再次重新启动对应的计时器。

[0269] INCLUDE 记录中的计时器按照下述方式工作:对于特定的网络接口、特定的组播组和特定的被包含源地址,只要 source-timer 大于 0,路由器将继续从通道(源,组播组)通过所述网络接口传送组播流量;当 source-timer 达到 0 时,路由器将停止传送所述流量,并将从该组播组的 INCLUDE 源列表中删除该源。

[0270] EXCLUDE 记录中的计时器按照类似的方式工作,不过差别在于 EXCLUDE 源被分成两个列表:被称为 Requested List 的第一个列表包含其 source-timer 的值大于 0 的源,被称为 Exclude List 的第二个列表包含其 source-timer 的值为 0 的源。

[0271] 对于每个组播组 G_i ,路由器传送 INCLUDE 源所请求的所有流量。如果对于所述组播组 G_i 另外存在一个 EXCLUDE 记录,那么路由器还传送除出自 EXCLUDE List 的 EXCLUDE

源之外的组播组 G_i 的所有剩余流量。

[0272] 存在 Requested List 的原因在于在具有向一个路由器发送消息的几个主机的网络中,在不同主机的请求之间可能存在冲突。例如,当一个主机请求来自特定源的流量,另一个主机请求除所述源之外的流量时会发生所述冲突。例如,主机 1 把第一个 EXCLUDE($\{S1\}, G1$) 消息,相同以太网中的另一个主机 2 随后把第二个 EXCLUDE($\{S1, S2, S3\}, G1$) 消息发给相同的路由器。当收到第二个消息时,如果路由器把第二个消息的源 $\{S1, S2, S3\}$ 放入 Exclude List 中,那么主机 1 会停止接收由于它曾希望接收除来自源 $S1$ 的流量之外的所有流量,因而主机 1 曾经想要接收的来自源 $S2$ 和 $S3$ 的流量。为了避免这种问题,路由器只把新消息的一组源与在接收新消息之前已在 Exclude List 中的一组源的交集放入 Exclude List 中。剩余的 EXCLUDE 源转到 Requested List 中,可选的是,路由器向主机发送 Group-And-Source Specific Query 消息,以询问是否存在仍然有兴趣接收来自组播组 $G1$ 的源 $S2$ 和 $S3$ 的流量的任何主机。

[0273] 按照 source-timer 的值,把 EXCLUDE 源分成两个列表,Requested List 和 Exclude List 的原理与在 IGMPv3 协议和 MLDv2 协议中应用的原理类似。在最初提及的 RFC 3810 规范 (MLDv2 协议) 包含该原理的说明。

[0274] 表 1 (在本说明书的结尾) 表示应用按照本发明的改进的 IGMP 协议的改进路由器的操作。在其初始状态下,对于特定的组播组 G ,该路由器具有所述组播组 G 的两个状态记录,因为它具有 INCLUDE 源,还具有 EXCLUDE 源。在表 1 中,第一列 State1 表示路由器的 INCLUDE 记录和 EXCLUDE 记录的初始状态;第二列 Message 表示路由器接收的 Membership Report 消息的内容;第三列 State 2 表示在收到 Membership Report 消息之后,路由器的所述记录的状态;第四列也是最后一列 Actions 表示在收到所述 Membership Report 消息之后,路由器执行的动作。表 1 包含用虚线分开的六行。表 1 的每一行是路由器的基于初始状态并且取决于它所收到消息的操作的例子。

[0275] 表 1 独立地涉及每个组播组 G 。每个组播组 G 将具有它自己的 INCLUDE 状态记录和 EXCLUDE 状态记录,所述 INCLUDE 状态记录和 EXCLUDE 状态记录将受该路由器涉及所述 G 组播组接收的消息影响。

[0276] 表 1 中使用了下述术语:

[0277] $-(A+B)$ 意味源的集合 A 和源的集合 B 的并集。

[0278] $-(A * B)$ 意味源的集合 A 和源的集合 B 的交集。

[0279] $-(A-B)$ 意味源的集合 A 减去集合 A 的也存在于集合 B 中的源。

[0280] $-\text{INCLUDE}(A)$ 指示该路由器具有 INCLUDE 记录,所述 INCLUDE 记录包含称为 A 的一组源。

[0281] $-\text{EXCLUDE}(X, Y)$ 指示该路由器具有 EXCLUDE 状态记录,因为存在 EXCLUDE 源。

[0282] $-X$ 是 Requested List。

[0283] $-Y$ 是 Exclude List。

[0284] $-GMI$ 是包含时间值的称为 Group Membership 间隔的参数。默认使用 250 秒的值。

[0285] $-LMQT$ 是包含时间值的称为 Last Member Query Time 的参数。它是主机必须答复 Group-And-Source Specific Query 式消息的时间。在该时间之后,如果没有主机答复对该数据感兴趣,那么路由器停止传送所述数据。

[0286] -T(S) 是源 S 的源计时器。

[0287] -GT 是“组计时器”，即，所有组播组的 EXCLUDE 记录的计时器。

[0288] -SEND Q(G, S) 意味路由器向主机发送 Group-And-Source Specific Query 消息，以检查是否仍然存在对组播组 G 的源 S 感兴趣的主机。当执行该动作时，路由器还把源 S 的计时器减小到 LMQT 值。如果作为响应，路由器收到表示对任意源 S 感兴趣的消息，那么它随后把存在感兴趣主机的所述源的计时器的值初始化为等于 GMI 的初始值。

[0289] 改进的 IGMP 协议的另一优点在于它允许路由器在发送“Source-And-Group Specific Query”式消息，并从消息的源列表中除去某些源之前，咨询所述两个 INCLUDE 记录和 EXCLUDE 记录，以致如果所有源都被除去，消息甚至也能够被清除。

[0290] 为此，当如在表 1 的行 4 中所示的例子中一样，路由器收到 BLOCKIN(B) 式消息时，在进行动作 SEND Q(G, A * B) 之前，它能够检查对于相同组播组 G 是否存在 EXCLUDE 记录，并从消息 Q(G, A * B) 中除去未包括在 Exclude List 中的所有源，因为这意味着某人已借助 EXCLUDE 消息请求了它们。

[0291] 按照相同的方式，当类似于在表 1 的行 6 中所示的例子中一样，路由器收到 BLOCKEX(B) 式消息时，路由器能够咨询 INCLUDE 记录的源列表，并使用该信息从消息 Q(G, B-Y) 中清除在 INCLUDE 记录中的源。

[0292] 这两种检查能够消除大量的 Group-And-Source Specific Query 消息，减少网络中的流量，及主机和路由器不得不处理的消息的数目。

[0293] 8) 与 IGMPv3 主机的兼容性

[0294] 使用改进的 IGMP 协议的路由器（下面称为改进路由器）能够利用 IGMPv3 协议与主机通信。例如，以太网可具有与之连接的使用 IGMPv3 协议的主机，和使用按照本发明的改进的 IGMP 协议的主机。

[0295] 为此，能够处理改进的 IGMP 协议的新消息的改进路由器也能够处理由 IGMPv3 协议和 MLDv2 协议使用而未在改进的 IGMP 协议中使用的消息。

[0296] 当改进路由器收到 ALLOW(B) 式消息时，路由器表现为好像它已收到关于在 INCLUDE 记录中的集合 B 上的源的 ALLOWIN(B) 消息，并且路由器表现为好像它已收到关于具有 EXCLUDE 状态记录的集合 B 上的源的 ALLOWEX(B) 消息。

[0297] 如果 ALLOW(B) 消息的集合 B 上的源同时在路由器的 INCLUDE 记录和 EXCLUDE 记录中，那么路由器的操作可被配置成以致该路由器表现为好像它已收到所述两个 ALLOWIN(B) 消息和 ALLOWEX(B) 消息，或者表现为好像它只收到所述两个消息之一。在路由器配置中可在这两种选项之间进行选择。

[0298] 按照相同的方式处理路由器接收 BLOCK(B) 式消息的情况：路由器的操作可被配置成以致该路由器表现为好像它已收到两个 BLOCKIN(B) 和 / 或 BLOCKEX(B) 消息。

[0299] 当路由器收到 TO_IN(B) 消息时，它把该消息看作好像是 IS_IN(B) 消息，因为由于路由器能够按照双重模式工作，路由器不必从 INCLUDE 模式变换成 EXCLUDE 模式，和从 EXCLUDE 模式变换成 INCLUDE 模式。

[0300] 按照相同的方式，当路由器收到 TO_EX(B) 消息时，它把该消息看作好像是 IS_EX(B) 消息。

[0301] 9) 改进的 IGMP 代理

[0302] 按照本发明的改进的 IGMP 代理和在最初提及的 RFC 4605 规范中定义的 IGMP 代理的不同之处在于它分别保存和传送关于 INCLUDE 源和 EXCLUDE 源的信息。

[0303] 改进的 IGMP 代理能够为每个网络接口和组播组保存两个记录：

[0304] INCLUDE 记录：(multicast-address, INCLUDE, {source list})

[0305] EXCLUDE 记录：(multicast-address, EXCLUDE, {source list})

[0306] IGMP 代理的功能是组装它从其与主机连接的网络接口接收的消息，从而发送由连接该 IGMP 代理与 IGMP 路由器或者另一个 IGMP 代理的网络接口组装或总结的消息。所述面对 IGMP 路由器的网络接口通常被称为上游接口。

[0307] 为此，IGMP 代理应用和上面在章节 3 中解释的规则类似的规则，以根据套接字记录推断来自主机的网络接口的记录，不过差别在于由于存在两个独立的记录，一个是关于 INCLUDE 源的记录，另一个是关于 EXCLUDE 源的记录，因此从 EXCLUDE 源记录推断源列表就不必考虑关于 INCLUDE 源的信息，因为所述信息包括在 INCLUDE 源记录中。

[0308] 改进的 IGMP 代理对每个网络接口和组播组应用的这些规则是下述规则：

[0309] 规则 1. 对每个组播组，每个 INCLUDE 记录包含在代理的所有网络接口中接收的与所述组播组相关的 INCLUDE 消息的所有 INCLUDE 源的并集。

[0310] 规则 2. 对每个组播组，每个 EXCLUDE 记录包含在代理的所有网络接口中接收的与所述组播组相关的 EXCLUDE 消息的所有 EXCLUDE 源的交集。

[0311] 为了独立地把和既包含 INCLUDE 源又包括 EXCLUDE 源的组播组有关的信息传送给路由器，使用和和细目 4 中所述同样的具有两个“Group Record”的消息系统。

[0312] 改进的 IGMP 代理能够同时与利用 IGMPv3 协议的主机一道工作，和与利用按照本发明的改进 IGMP 协议的主机一道工作。

[0313] 表 1

[0314]

状态 1	消息	状态 2	动作
INCLUDE (A) EXCLUDE (X, Y)	IS_IN (B)	INCLUDE (A+B) EXCLUDE (X, Y)	T(B) = GMI
INCLUDE (A) EXCLUDE (X, Y)	IS_EX (B)	INCLUDE (A) EXCLUDE (B-Y, Y*B)	T(B-X-Y) = GMI DEL(X-B) DEL(Y-B) GT = GMI
INCLUDE (A) EXCLUDE (X, Y)	ALLOWIN (B)	INCLUDE (A+B) EXCLUDE (X, Y)	T(B) = GMI
INCLUDE (A) EXCLUDE (X, Y)	BLOCKIN (B)	INCLUDE (A) EXCLUDE (X, Y)	SEND Q(G, A*B) T(A*B) = LMQT
INCLUDE (A) EXCLUDE (X, Y)	ALLOWEX (B)	INCLUDE (A) EXCLUDE (X+B, Y-B)	T(B) = GMI
INCLUDE (A) EXCLUDE (X, Y)	BLOCKEX (B)	INCLUDE (A) EXCLUDE (X+(B-Y), Y)	T(B-X-Y) = GT SEND Q(G, B-Y) T(B-X-Y) = LMQT

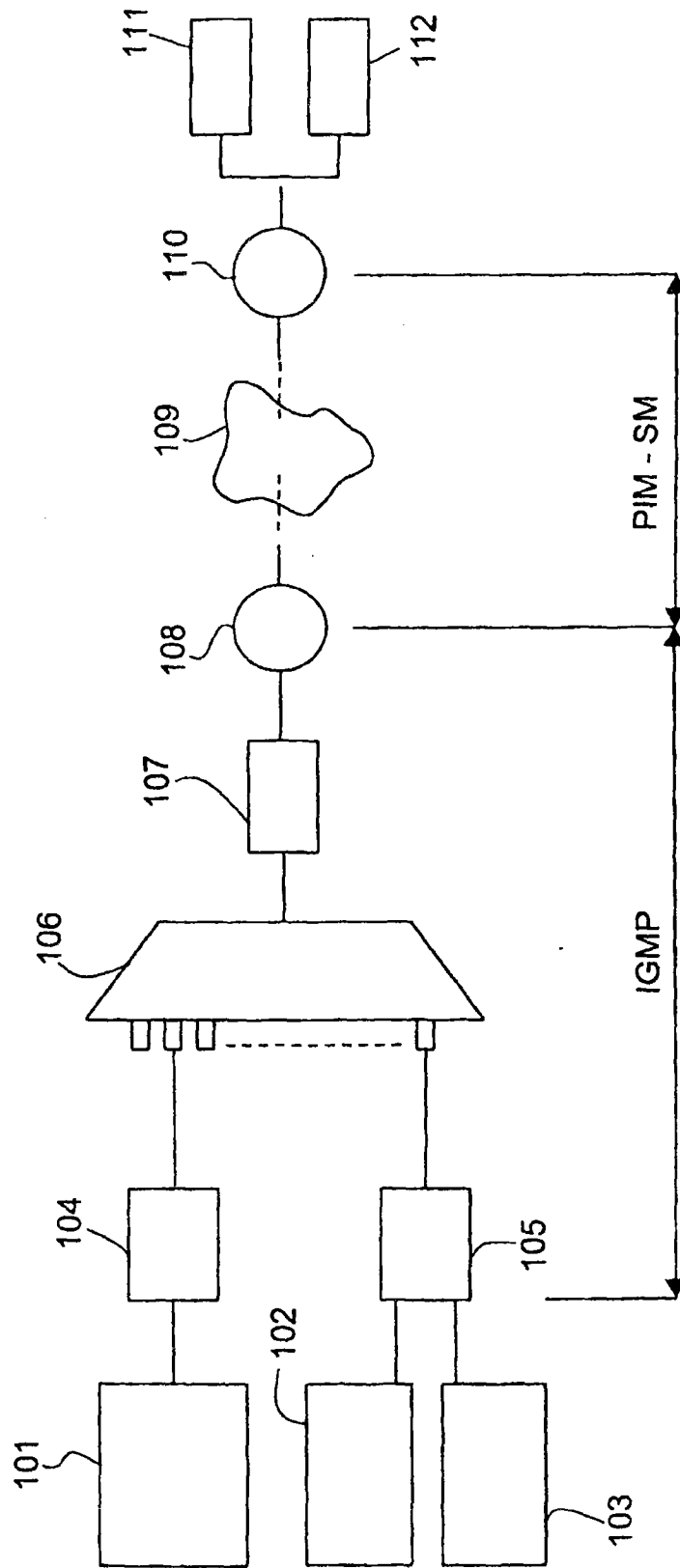


图 1

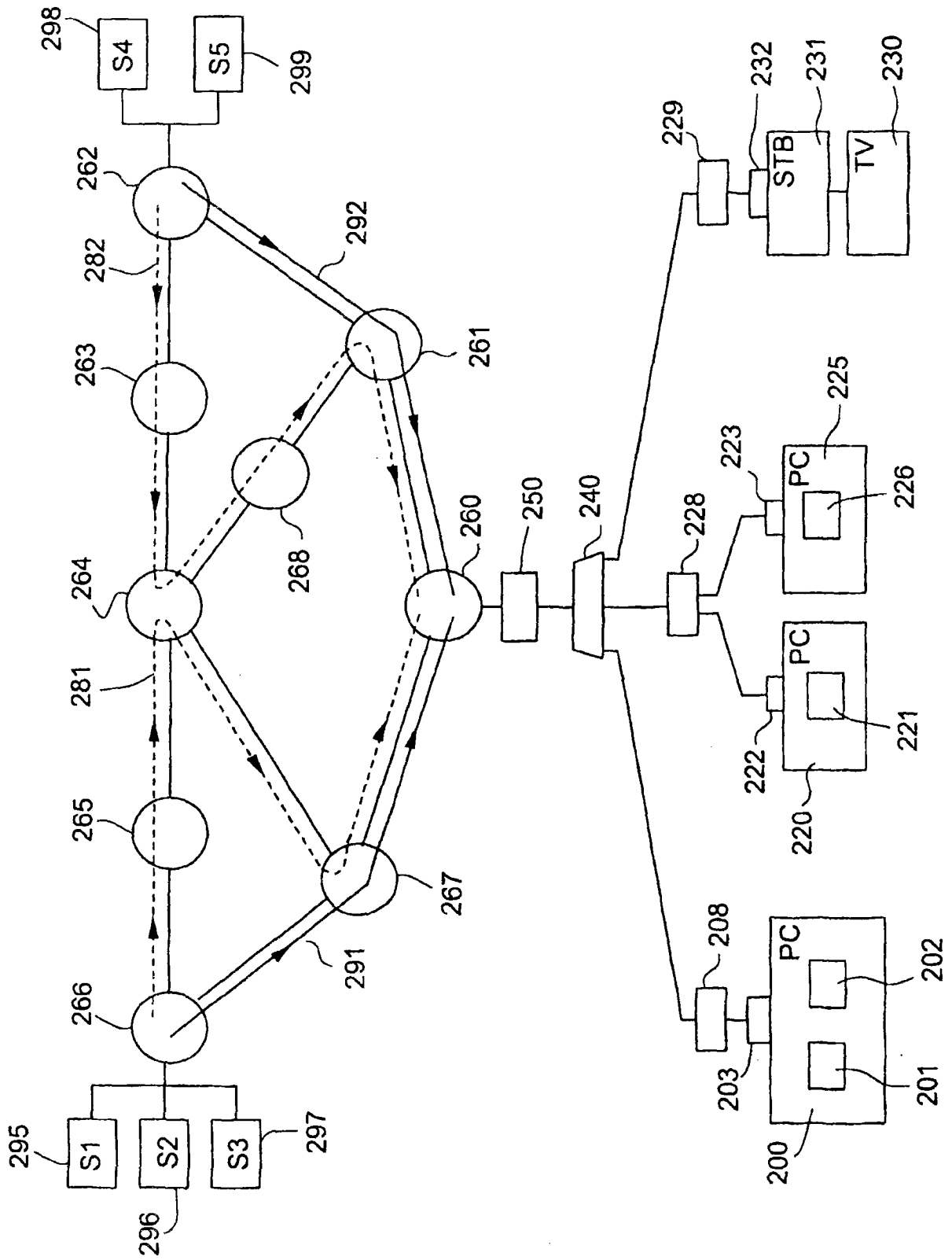


图 2

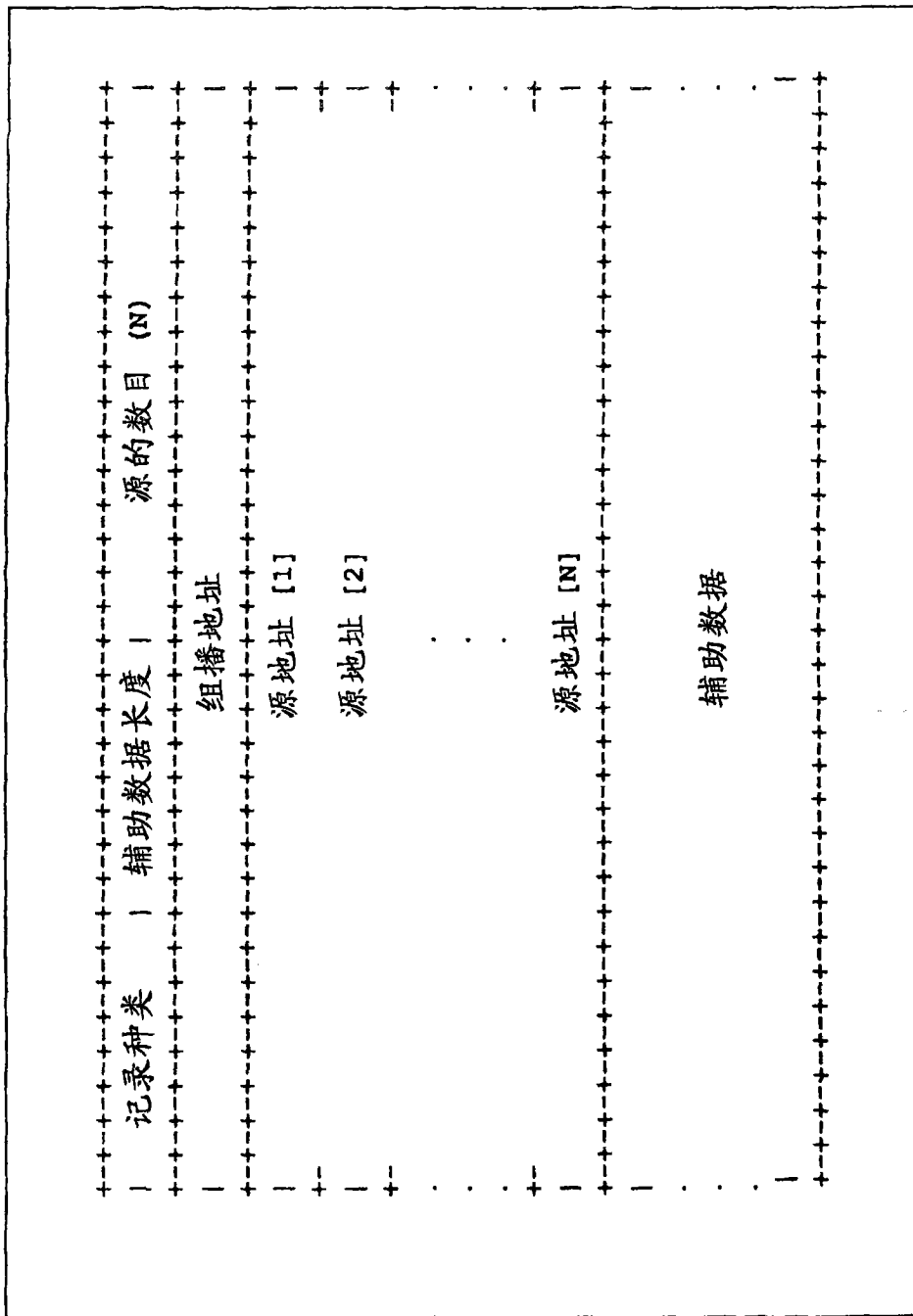


图 3

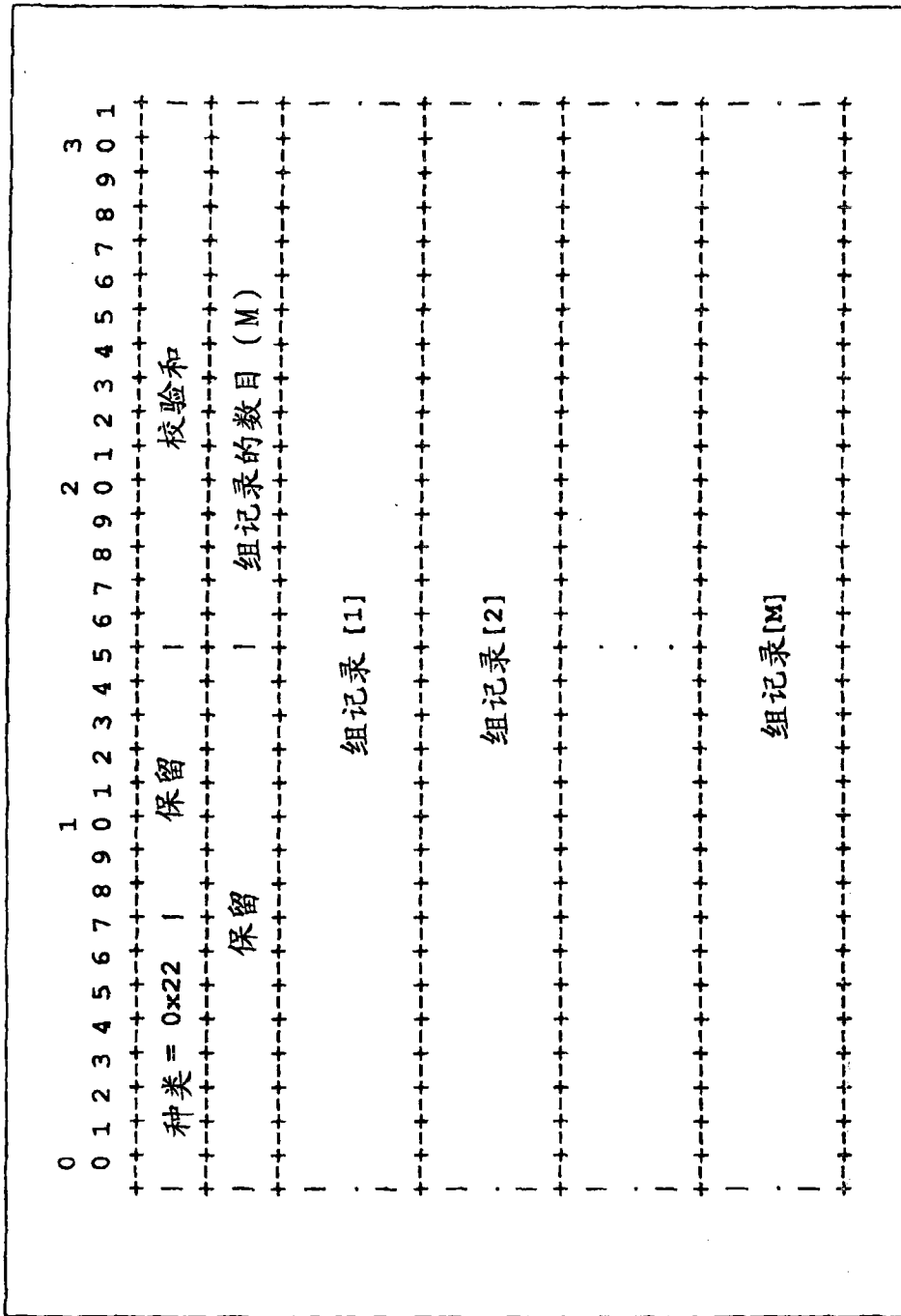


图 4

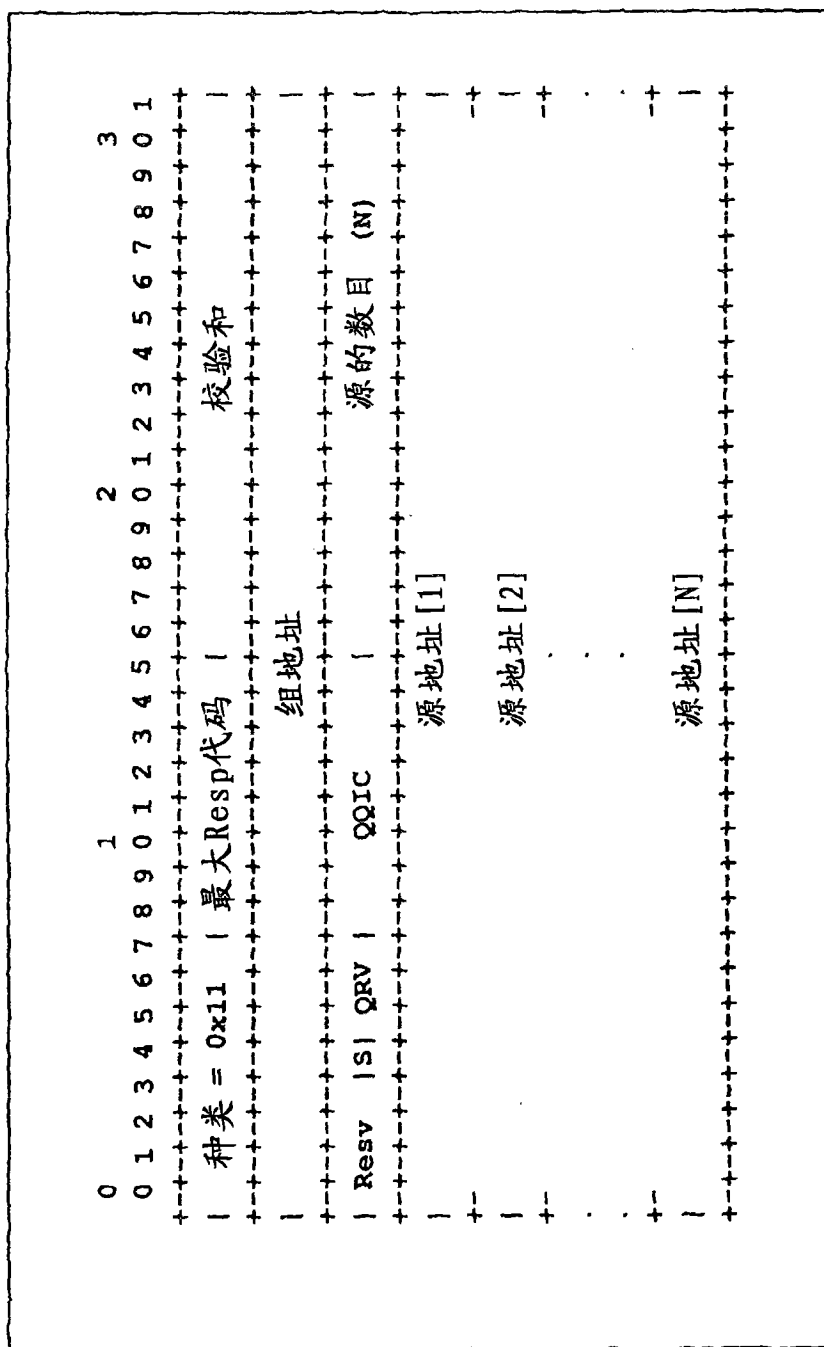


图 5

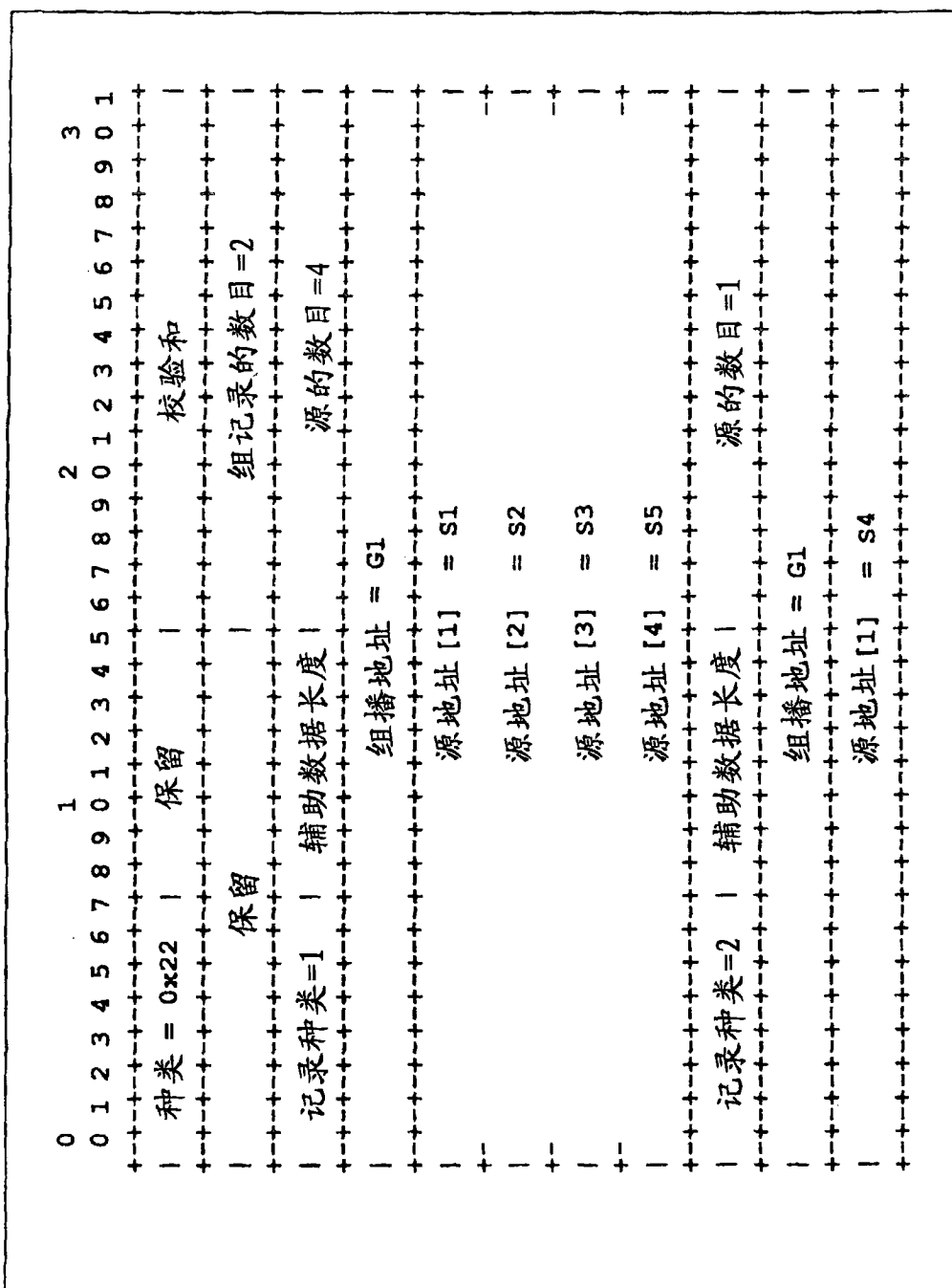


图 6