



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101427526 B

(45) 授权公告日 2012. 03. 21

(21) 申请号 200680004058. 7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2006. 02. 27

H04L 12/56(2006. 01)

(30) 优先权数据

60/664, 013 2005. 03. 21 US

11/224, 209 2005. 09. 12 US

(56) 对比文件

US 2004/0218603 A1, 2004. 11. 04, 全文.

US 2005/0027834 A1, 2005. 02. 03, 全文.

CN 1457178 A, 2003. 11. 19, 全文.

CN 1332546 A, 2002. 01. 23, 全文.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007. 08. 03

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2006/006963 2006. 02. 27

审查员 成谦

(87) PCT申请的公布数据

W02006/101678 EN 2006. 09. 28

(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 安东尼·阿因 戴维·D·沃德

(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 王怡

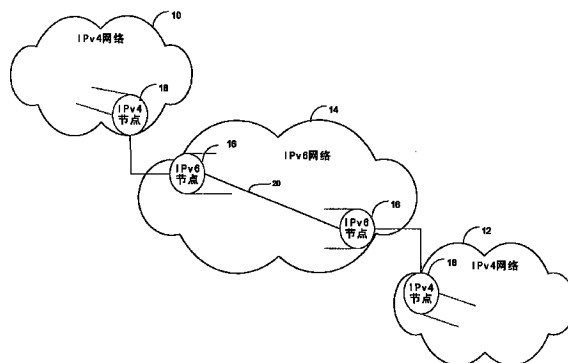
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

用于自动地经 IPv6 网络互连 IPv4 网络的系
统和方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于自动地经 IPv6 网络
来互连 IPv4 网络的方法和系统。所述方法包括：
在 IPv6 网络中的入口路由器处接收 IPv4 分组，并
在接收的分组中找到 IPv4 地址的最长匹配 IPv4
路由条目以标识所述 IPv6 网络中的出口路由器。
IPv4 分组被封装以创建 IPv6 分组，其中经封装的
分组的目的地址和源地址标识与 IPv6 网络中的
入口路由器和出口路由器相对应的子网路由器任
播。经封装的分组被转发到出口路由器。



1. 一种用于自动地经 IPv6 网络来互连 IPv4 网络的方法,所述方法包括:
在所述 IPv6 网络中的入口路由器处接收 IPv4 分组;
在所接收的分组中找到 IPv4 地址的最长匹配 IPv4 路由条目,以标识在所述 IPv6 网络中的出口路由器;
对所述 IPv4 分组进行封装以创建 IPv6 分组,其中经封装的分组的目的地地址和源地址标识与所述 IPv6 网络中的所述入口路由器和所述出口路由器相对应的子网路由器任播;
以及
将所述经封装的分组转发到所述出口路由器。
2. 如权利要求 1 所述的方法,还包括将前缀与所述最长匹配 IPv4 路由条目串接起来以创建 IPv6 前缀值。
3. 如权利要求 2 所述的方法,还包括将 IPv6 地址中的剩余位设置为零。
4. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述经封装的分组包括业务类别字段、有效载荷长度字段和跳数字段。
5. 一种用于经 IPv6 网络从第一 IPv4 网络向第二 IPv4 网络发送分组的方法,所述方法包括:
将 IPv4 分组从所述第一 IPv4 网络转发到所述 IPv6 网络中的入口路由器;
在所述 IPv6 网络中创建用于经所述 IPv6 网络来传送所述分组的隧道,包括将隧道端点地址定义为与所述入口路由器和出口路由器相对应的 IPv6 子网路由器任播;
对所述 IPv4 分组进行封装以创建 IPv6 分组;
将经封装的分组转发到所述出口路由器;
在所述出口路由器处对所述分组进行解封装;以及
将所述分组转发到所述第二 IPv4 网络。
6. 如权利要求 5 所述的方法,其中,定义隧道端点地址还包括在所接收的 IPv4 分组中找到与目的 IPv4 地址和源 IPv4 地址相对应的最长匹配 IPv4 路由条目。
7. 如权利要求 5 所述的方法,其中对所述分组进行解封装包括去掉 IPv6 头。
8. 如权利要求 5 所述的方法,还包括将跳数从所述经封装的分组中的 IPv6 头复制到 IPv4 生存时间字段。
9. 如权利要求 6 所述的方法,还包括将前缀与所述最长匹配 IPv4 路由条目串接起来以创建 IPv6 前缀值。
10. 如权利要求 5 所述的方法,其中,对所述 IPv4 分组进行封装包括对在所述 IPv4 网络中最初生成的 ICMP 消息进行封装。
11. 如权利要求 5 所述的方法,其中,合理的链路最大传输单元是 1280 字节。
12. 一种用于自动地经 IPv6 网络来互连 IPv4 网络的设备,所述设备包括:
用于在所述 IPv6 网络中的入口路由器处接收 IPv4 分组的装置;
用于在所接收的分组中找到 IPv4 地址的最长匹配 IPv4 路由条目以标识所述 IPv6 网络中的出口路由器的装置;
用于对所述 IPv4 分组进行封装以创建 IPv6 分组的装置,其中,经封装的分组的目的地地址和源地址标识与所述 IPv6 网络中的所述入口路由器和所述出口路由器相对应的子网路由器任播;以及

用于将所述经封装的分组转发到所述出口路由器的装置。

13. 如权利要求 12 所述的设备,还包括用于创建本地定义的前缀并将所述前缀与所述最长匹配 IPv4 路由条目连接起来以创建 IPv6 前缀值的装置。

用于自动地经 IPv6 网络互连 IPv4 网络的系统和方法

[0001] 相关申请的声明

[0002] 本申请要求 2005 年 3 月 21 日提交的名称为“METHOD AND SYSTEM FOR INTERCONNECTING IPv4 NETWORKS ACROSS IPv6 NETWORK (用于经 IPv6 网络来互连 IPv4 网络的系统和方法)”的美国临时申请 No. 60/664, 013 (代理案号 :No. C1SCP906+) 的优先权, 该临时申请的内容通过引用全部结合于此。

背景技术

[0003] 本发明一般地涉及数据联网, 并且更具体地涉及用于自动地经 IPv6 网络互连 IPv4 网络的系统和方法。

[0004] 为了适应互联网的迅猛发展, 大量的网络节点已被配置为利用 IP (因特网协议)。这些节点包括用户工作站到相当大吞吐量的核心路由器。

[0005] 互联网工程协会已经在实现从 IPv4 到 IPv6 的转变。IPv6 的优点包括可用地址空间的大量扩充以适应更加普遍存在的能够实现互联网的 (Internet-enabled) 设备, 以及对已经被用于保存 (conserve) 地址的烦琐的网络地址转换方案的较少的依赖。IPv6 还提供了非常有用的自动配置能力。

[0006] 因此, 需要一种方法, 该方法使供应商自动地经他们选择部署为纯 IPv6 网络的网络来为其客户处理 IPv4 业务。已经在努力研发与存在于纯 IPv6 网络中的个别 IPv4 节点一起工作的方法。例如, “Dual Stack Transition Mechanism (双栈转换机制)” (Bound, 2003 年 7 月, draft-ietf-bound-dstm-exp-00.txt) 解决了在纯 IPv6 网络中的个别 IPv4 节点的问题。但是, 这篇文献并没有解决自动地经纯 IPv6 网络来处理整个 IPv4 节点的网络的问题。

发明内容

[0007] 本发明公开了一种用于自动地经 IPv6 网络来互连 IPv4 网络的方法和系统。所述方法包括: 在 IPv6 网络中的入口路由器处接收 IPv4 分组, 并在所接收的分组中找到 IPv4 地址的最长匹配 IPv4 路由条目以标识在 IPv6 网络中的出口路由器。IPv4 分组被封装以创建 IPv6 分组, 其中经封装的分组的地址和源地址标识与 IPv6 网络中的入口路由器和出口路由器相对应的子网路由器任播。经封装的分组被转发到出口路由器。

[0008] 根据本发明的另一个方面, 用于自动地经 IPv6 网络来互连 IPv4 网络的方法一般包括: 将 IPv4 分组从第一 IPv4 网络转发到 IPv6 网络中的入口路由器, 并在 IPv6 网络中创建用于经该 IPv6 网络来传送分组的隧道。隧道端点被定义为与入口路由器和出口路由器相对应的 IPv6 子网路由器任播。所述方法还包括: 对 IPv4 分组进行封装以创建 IPv6 分组, 将经封装的分组转发到出口路由器, 在出口路由器处对分组进行解封装, 并将分组转发到第二 IPv4 网络。通过参考说明书的其余部分和附图可以实现对本发明的本质和优点的进一步理解。

附图说明

- [0009] 图 1 描绘了与 IPv6 网络通信的 IPv4 网络；
- [0010] 图 2 是示出了根据本发明一个实施例的过程的流程图，所述过程用于经 IPv6 网络从 IPv4 网络中的一个 IPv4 网络向其它 IPv4 网络传送分组，如图 1 所示；
- [0011] 图 3 是示出了图 2 的流程图中的用于建立隧道端点的步骤的细节的流程图；
- [0012] 图 4 描绘了在实现本发明的实施例时有用的网络器件。

具体实施方式

[0013] 以下描述是为了使本领域的普通技术人员能够制造并使用本发明而给出的。具体实施例和应用的描述仅被提供作为示例，并且各种修改对于本领域技术人员来说将是非常明显的。这里所描述的一般原理可以被应用于其它实施例和应用而不脱离本发明的范围。因此，本发明并不限于所示出的实施例，而是具有与这里所描述的原理和特征相一致的最宽的范围。为了清楚起见，没有详细描述涉及在与本发明相关的技术领域已公知的技术资料细节。

[0014] 本发明在包括多个网络元件的数据通信网络的上下文中操作。采用本发明的网络中的元件中的一些可以是诸如路由器之类的网络设备。例如，节点中的一些可以是诸如从 San Jose, California 的 Cisco Systems, Inc. 可获得的那些路由器之类的专门配置的路由器。这里所使用的术语“路由器”被用于指代基于网络和更高层的信息来转发分组的设备。路由器可以包括例如主中央处理单元 (CPU)、接口和总线 (例如 PCI 总线)。CPU 优选地包括存储器和处理器。当在合适的软件和硬件控制之下工作时，CPU 负责这样的路由器任务：路由表计算、网络管理和分组的一般处理。CPU 优选地在包括操作系统 (例如 Cisco Systems, Inc. 的互联网络操作系统 (IOS®) 版本) 和任何合适的应用软件的软件控制下实现所有这些功能。CPU 可以包括一个或更多个处理器，例如来自摩托罗拉系列的处理器或者 MIPS 系列微处理器的微处理器。在可替换的实施例中，处理器是用于控制路由器的操作的专门设计的硬件。存储器可以是非易失性的 RAM 或者 ROM。但是，存在可以将存储器耦合到系统的许多不同的方法。可以在诸如计算机系统之类的通用网络主机或者如以下参考图 4 描述的网络设备上实现路由器。

[0015] 这里所描述的系统和方法使得纯 IPv6 网络 (IPv6-only network) 的运营者能够自动地为纯 IPv4 网络 (IPv4-only network) 提供透明传输服务。本发明允许通过 IPv6 网络来互连整个 IPv4 网络，而不是仅仅个别 IPv4 节点。可以在路由器上实现本发明以使得顾客能够部署纯 IPv6 网络，同时仍然支持其仅采用 IPv4 的顾客。互联网服务提供商也可以使用本发明和系统部署纯 IPv6 的主干网络，同时透明地互连其 IPv4 顾客的网络。本发明也可以用于支持在服务提供商的整个网络的任何纯 IPv6 部分的周边的 IPv4 小型网络。

[0016] 图 1 描绘了适合用于实现本发明的一个实施例的网络环境。图 1 示出了与 IPv6 网络 14 进行通信的两个 IPv4 网络 10、12。IPv6 网络 14 包括 IPv6 节点 16，IPv6 节点 16 实现 IPv6 层功能，并且 IPv4 网络包括 IPv4 节点 18。为了描绘的清楚起见，图 1 仅示出了边缘路由器 (edge router)，而省略了内部节点。在 IPv6 网络的入口和出口处的边缘节点 16 与 IPv4 网络 10、12 进行通信，并且 IPv4 网络 10 的边缘节点 18 与 IPv6 网络进行通信。这里边缘节点 16 被称为 IPv4/IPv6 边界路由器。应当了解图 1 所示的网络仅仅是在其中

可以使用本发明的方法和系统的网络的一个示例,并且在脱离本发明的范围的情况下,所述网络可以具有不同的配置。

[0017] 该方法和系统被用于在经纯 IPv6 网络 14 来互连 IPv4 网络 10、12 时自动地确定 IPv6 隧道端点。如图 1 所示,隧道 20 在 IPv6 网络 14 的边缘路由器 16 之间延伸。隧道 20 可以经过 IPv6 网络 14 中的任意数目的 IPv6 节点(未示出)。该系统不需要人工的隧道配置。只有在不同协议版本之间的边界处的路由器 16、18 才会觉察到其它网络的业务。纯 IPv6 的路由器觉察不到 IPv4 流量,同时纯 IPv4 的路由器也觉察不到中间的纯 IPv6 的基础结构。

[0018] 使用子网路由器任播(anycast)来自动获取隧道端点的 IPv6 地址。任播地址允许将分组被路由到响应于同一地址的许多不同节点中的一个节点。向 IPv6 网络注入路由更新的路由器扮演整个被注入的 IPv6 前缀的子网路由器的角色。封装头的目的地址和源地址标识对应于新前缀(这里被称为连接前缀)+IPv4 前缀的子网路由器任播。为了找到相应的出口路由器,入口路由器在将被封装的分组中标识 IPv4 地址的最长匹配的 IPv4 路由条目,如下所述。

[0019] 连接前缀是本地定义的前缀。未被另外用于纯 IPv6 的路由范围内的 IPv6 路由的任何前缀都可以被用作连接前缀。连接前缀优选地等于或短于 128 减去最长的活动 IPv4 路由前缀的长度。连接前缀的一个示例是使用在 IPv6 全球空间中明确未定义的 /32 的值(例如 2002:7FFF:/32)。基于 RFC3056(“Connection of IPv6 Domains via IPv4 Clouds”, B. Carpenter 等,2001 年 2 月)和 RFC 3330(“Special-Use IPv4 Address”,IANA,2002 年 9 月)的组合定义,上述值未被定义。应当理解所述前缀可以具有与这里所描述的长度或配置不同的长度或配置,而不脱离本发明的范围。

[0020] 图 2 示出了用于处理在 IPv6 网络 14 的入口路由器 16 处从 IPv4 网络 10、12 中的一个接收到的分组的方法。在步骤 20,在入口路由器 16 处分组被接收。隧道端点被建立并且 IPv4 分组被封装在 IPv6 分组中(步骤 22)。以下参考图 3 的流程图来描述该步骤的细节。在一个实施例中,路由器根据 RFC 2473(“Generic Packet Tunneling in IPv6 Specification”,A. Conta 等,1998 年 12 月)来执行基本的分组封装过程,所述的 RFC2473 通过引用全部结合于此。

[0021] 封装得到的 IPv6 分组在纯 IPv6 网络 14 中被使用常规的 IPv6 服务转发到出口路由器 16(步骤 24)。在纯 IPv6 网络 14 的出口处的 IPv4/IPv6 边界路由器 16 处,IPv6 头被去掉(步骤 26),并且留下的 IPv4 分组在 IPv4 网络中被使用常规的 IPv4 服务来转发(步骤 28)。如果本地管理选择将纯 IPv6 的跳数(hop count)透露给 IPv4 节点 18,则出口路由器 16 将需要把跳数从 IPv6 头复制回 IPv4 TTL,并重新求校验和。

[0022] 图 3 的流程图详述了图 2 的步骤 22,并且示出了如何创建 IPv6 地址以建立隧道端点。隧道端点地址被定义为对应于入口路由器和出口路由器的 IPv6 子网路由器任播。在步骤 30,路由器在将被封装的分组中找到 IPv4 地址的最长匹配 IPv4 路由条目,以自动地找到相应的 IPv6 出口路由器。在纯 IPv6 网络的入口处的 IPv4/IPv6 边界路由器处,通过串接连接前缀与对应于接收到的目的 IPv4 地址和源 IPv4 地址两者的最长匹配 IPv4 路由条目来创建 IPv6 地址,以产生相应的 IPv6 前缀值(步骤 32)。在每个地址中的剩余位被设置为 0 以指示 IPv6 目的或源是用于该特定 IPv6 前缀的子网路由器任播(步骤 34)。这个过

程自动地在注入了覆盖任何具体 IPv4 地址的路由更新的一个或多个路由器处建立了隧道端点。

[0023] 在封装过程之后,所得到的 IPv6 地址被输入到 IPv6 头中相应的目的地址字段和源地址字段中,所述 IPv6 头将被用于封装整个原始 IPv4 分组(步骤 36 和 38)。适当的 IPv4 字段被以如下方式复制:

[0024] 将 IPv4 的服务类型(Type-of-Service)复制到 IPv6 的业务类别(Traffic-class)(但是本地策略可以为业务类别设置具体值);

[0025] 将 IPv4 的总长度(Total-length)复制到 IPv6 的有效载荷长度(Payload-length);以及

[0026] 将 IPv4 的生存时间(Time-to-Live)复制到 IPv6 的跳数(Hop-count)。

[0027] IPv6 头的下一个协议字段被设置为 4 以指示有效载荷是 IPv4 分组。

[0028] 当某路由器不是源地址(即假的 IPv4 源)的适当返回路径出口路由器时,该路由器不对分组进行封装。

[0029] 合理的链路 MTU(最大传输单元)优选地是 1280 字节,以避免超过任何内部的纯 IPv6 的链路的 MTU 的可能性。这意味着在边界路由器进入 IPv4 的一侧遵循 IPv4 分段规则(fragmentation rule),就好像这是任何其它具有 1280 字节 MTU 的 IPv4 链路。

[0030] 以下描述如何处 ICMP(互联网控制消息协议)消息,包括在网络的 IPv4 部分中最初生成的 ICMP 消息、由于在入口 IPv4/IPv6 边界路由器处的处理而生成的 ICMP 消息和在 IPv6 网络中生成的 ICMP 消息。

[0031] 在 ICMP 消息在网络的 IPv4 部分中最初生成的情况下,这些消息被封装并作为任何其它的 IPv4 分组来处理。

[0032] 在 ICMP 消息由于在入口 IPv4/IPv6 边界路由器中的处理而生成的情况下,该路由器扮演其在 IPv4 中的角色,因此适用常规的 IPv4 ICMP 规则。除非另外明确地配置,否则如果 IPv4 分组大于 1240 字节并且 DF(不分段)位被设置,则返回类型为 3 代码为 4(Type 3 Code 4)的消息。

[0033] 在 ICMP 消息是响应于经封装的 IPv4 分组而在纯 IPv6 网络中生成的情况下,ICMP 的目的地是入口 IPv4/IPv6 边界路由器(由封装的 IPv6 源地址来标识)。在网络的纯 IPv6 的部分中,优选地将任何其中 IPv6 源地址不是针对经封装的 IPv4 源地址的子网路由器任播的分组作为伪造分组来丢弃。取决于 ICMP 消息类型,封装路由器可以采取适当的措施,或者将相应 ICMP 消息返回到最初生成该消息的 IPv4 节点。以下按格式示出 IPv6 值的示例:

[0034] 类型 功能(在每个示例之下有简单描述)

[0035] 1 没有到目的地的路由

[0036] 指示没有到出口路由器的路径。入口路由器利用原来的 IPv4 来将 IPv4 ICMP 类型 3 代码 0 返回到 IPv4 源地址。

[0037] 2 分组太大

[0038] 指示入口 IPv4 路由器未能适当地分段。如果入口路由器将这作为具有 1280 字节 MTU 的合理链路来处理,则可以避免这种错误,但是如果网络正在被明确地管理用于更大的 MTU 并且入口路由器被错误配置用于比网络的其余部分更大的值,则这种错误可能发生。如

果 DF 位在 IPv4 分组上被设置,则入口封装处理将优选地在分组被转发到 IPv6 网络之前捕获该分组。

[0039] 3 超时

[0040] 指示分组没有到达出口路由器。入口路由器返回 IPv4 类型 11 代码 0。关于透露 IPv6 节点的本地策略被用于确定在被返回之前 IPv6 头的跳数是否被复制到 IPv4ICMP 的 TTL。

[0041] 4 参数问题

[0042] 由于环境是被统一管理的路由器的完备 (contained) 网络,因此这种情况应该不会发生。如果 IPv6 环境采用多种管理,则这种错误可能发生,但是任何这种参数问题的目标将是进行封装的入口路由器,因此到起始的 IPv4 节点的任何消息将不是这种 IPv6ICMP 类型的直接结果。

[0043] 以下描述了用于路由更新的方法。在所描述的本发明的实施例中,在子网掩码是相邻的并且路由前缀也可以被定义为值和长度的情况下,所述方法采用 CIDR(无类别域间路由)型 IPv4 路由。

[0044] 当经由 IPv4 路由更新获悉路由时,将连接前缀预先放入条目中,将连接前缀的长度与所获悉的前缀长度相加,并且所得到的值被输入作为 IPv6 侧上的路由更新。

[0045] 当经由 IPv6 更新获悉连接前缀中的路由时,连接前缀被去掉,从获悉的前缀长度中减去连接前缀的长度,并且所得到的值被输入作为 IPv4 侧上的路由更新。

[0046] 在边界路由器处是静态默认 IPv4 路由的情况下,所述边界路由器将被配置有适合于本地网络的特定的 IPv6 目的地。因为默认的 IPv6 路由器将还需要用于每个 IPv4 前缀的相应的静态 IPv4 到 IPv6 出口的映射,所以这种情况不太可能广泛使用,但是其将很好地适用于已经使用静态 IPv4 路由的环境。

[0047] 优选地在纯 IPv4 级完成网络管理之间的交互,每一方在内部适当地使用该方法。这呈现了原本的 IPv4 网络的面貌,就好像是经由下层的多点帧中继或 ATM 网络来连接的原本的 IPv4 路由器。

[0048] 为了避免安全隐患,优选地通过任意的外部路由对等来明确地阻止本地定义的前缀,并且任何 IPv6 顾客连接都优选地具有主动过滤功能以丢弃包含作为源地址的前缀的分组。

[0049] 图 4 描绘了可以用于实现如上所述的方法和系统的网络设备 40。在一个实施例中,网络设备 40 是可以由硬件、软件或者硬件和软件的任意组合来实现的可编程机器。处理器 42 运行存储在程序存储器 44 中的代码。程序存储器 44 是计算机可读介质的一个示例。程序存储器 44 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种形式可以是诸如软盘、CD-ROMs、DVD-ROMs、硬盘、闪存等之类的某种非易失性存储器。经网络承载代码的载波是计算机可读介质的另一个示例。

[0050] 网络设备 40 经由多个线路卡 46 来与物理介质相接口。当分组被网络设备 40 接收、处理并转发时,这些分组可以被存储在分组存储器 48 中。可以在线路卡 46 的一个中部分地或者完整地进行分组传输操作。为了实现根据本发明的功能,线路卡 46 可以将类似于如上所讨论的那些处理和存储器资源与所述网络设备合并作为一个整体。网络设备 40 实现由本发明提供的所有特征。

[0051] 图 4 所示的网络设备 40 仅仅是适于使用本发明的计算机系统的一个示例。也可以利用其它具有不同子系统配置的器件和系统。通过使用通信协议使得可以进行网络中的各个计算机之间的通信,所述通信协议规定计算机如何在网络上交换信息。

[0052] 应当理解这里所描述的示例和实施例仅仅是用于说明性的目的,并且本领域的技术人员可以根据所描述的示例和实施例的启示来提出各种修改和改变,并且所述修改和改变将被包括在本申请的精神和范围、所附权利要求的范围及其等同物的全部范围中。

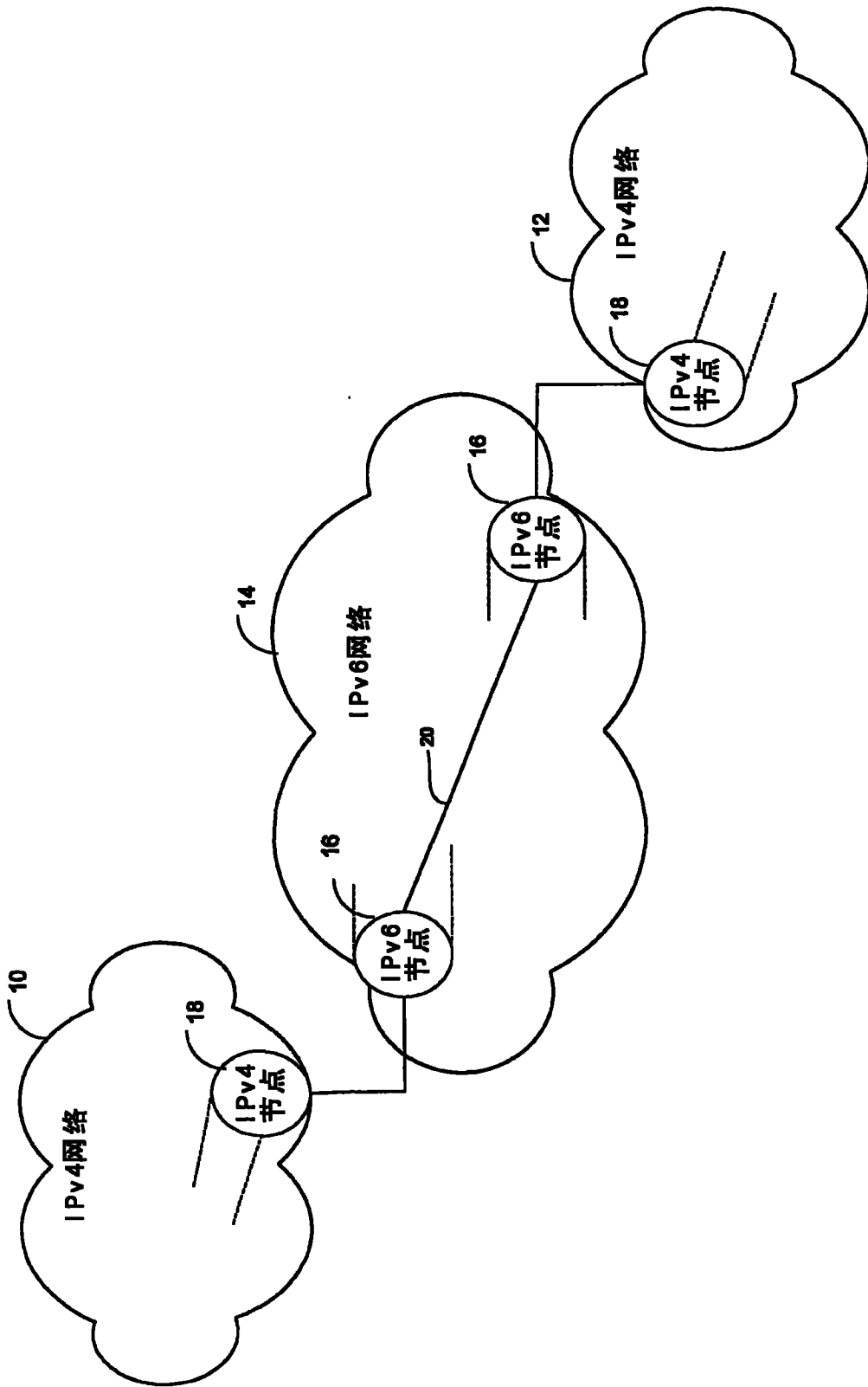


图 1

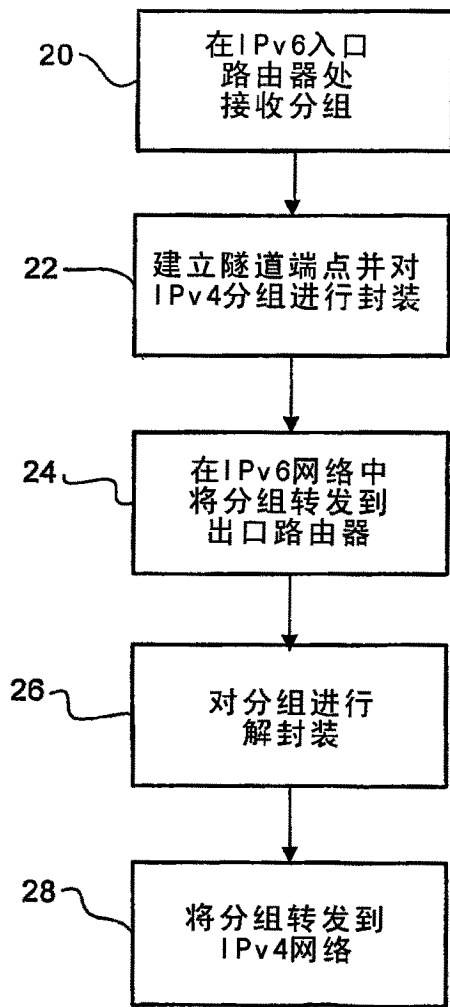


图 2

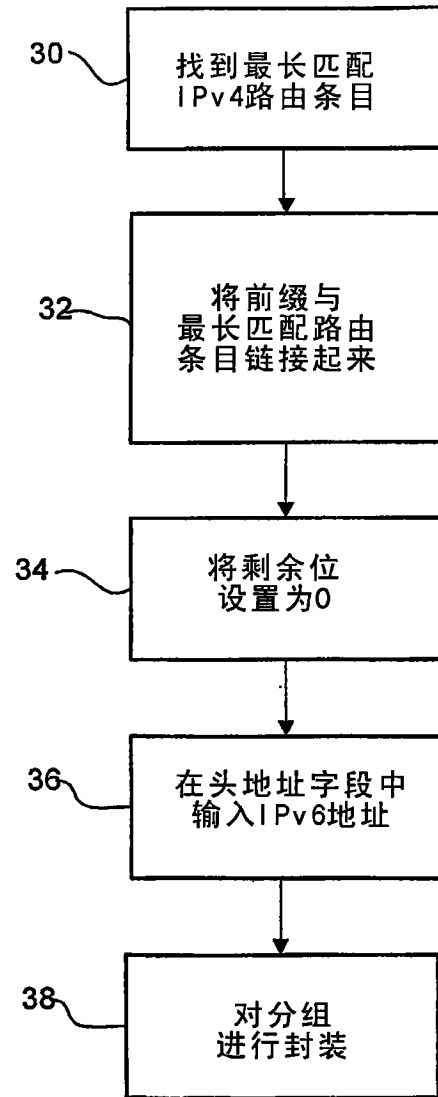


图 3

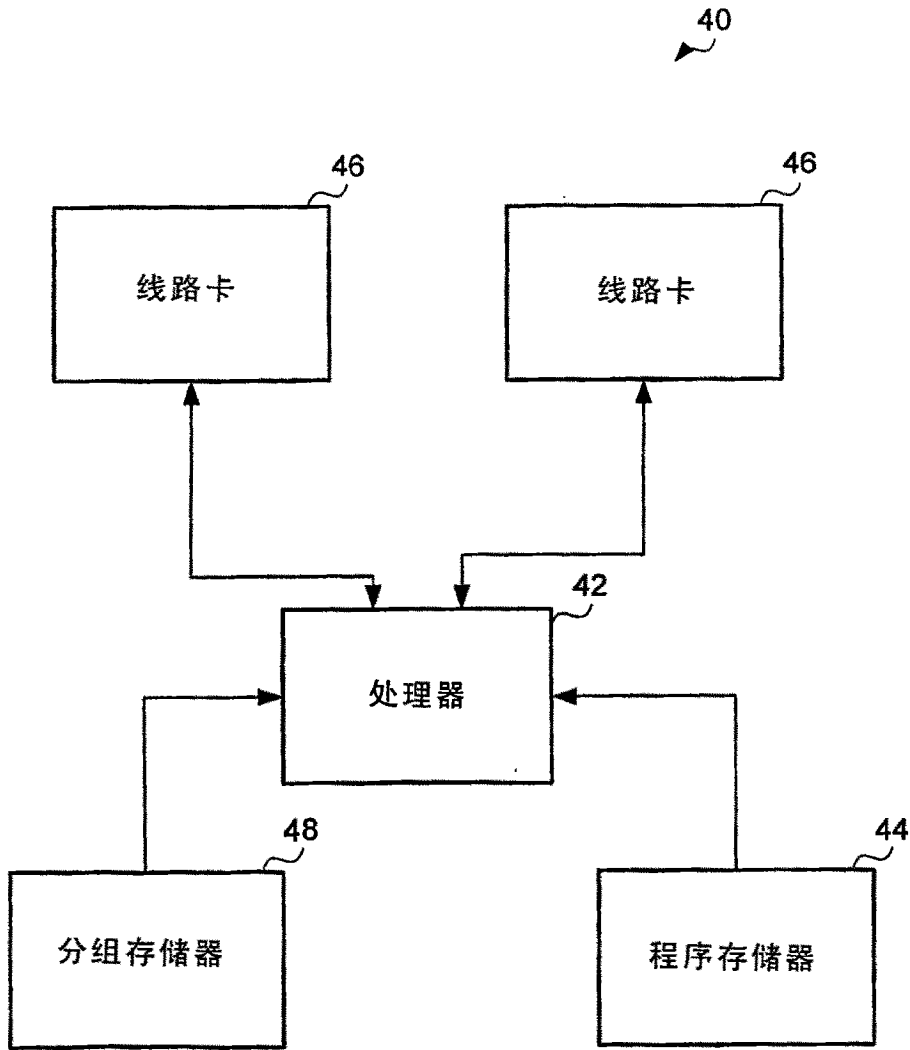


图 4