



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103036809 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201210173641. 8

(22) 申请日 2012. 05. 30

(30) 优先权数据

13/252, 857 2011. 10. 04 US

(73) 专利权人 瞻博网络公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 J·墨菲 N·史斯 A·酬都里

R·马利亚 P·珀迪 P·南达

J·博杜 P·辛德胡

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华

(51) Int. Cl.

H04L 12/891(2013. 01)

H04L 12/46(2006. 01)

H04L 29/12(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101888625 A, 2010. 11. 17,

CN 101674249 A, 2010. 03. 17,

US 2009/0303880 A1, 2009. 12. 10,

US 2010/0293293 A1, 2010. 11. 18,

WO 2011/056334 A1, 2011. 05. 12,

审查员 连立杰

权利要求书3页 说明书24页 附图5页

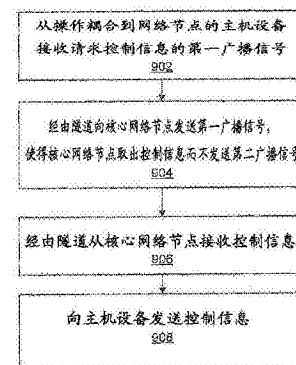
(54) 发明名称

用于具有有效链路利用的可伸缩网络的方法和装置

(57) 摘要

本发明涉及用于具有有效链路利用的可伸缩网络的方法和装置。在一些实施例中,一种装置包含配置成操作耦合到一组网络节点的核心网络节点。该核心网络节点配置成从一组网络节点中的一个网络节点接收广播信号,该广播信号始发于操作耦合到该网络节点的主机设备。该广播信号经由隧道从该网络节点被发送到该核心网络节点,使得不包括在隧道中的其他网络节点不接收该广播信号。该核心网络节点配置成取出与该广播信号相关的控制信息而不发送另一广播信号,且然后向该网络节点发送该控制信息。

900



1. 一种通信装置,包含配置成操作耦合到多个网络节点的核心网络节点,所述核心网络节点包括:

接收单元,配置成从所述多个网络节点中的网络节点经由所述核心网络节点和所述网络节点之间的隧道接收第一广播信号,该第一广播信号发起于操作耦合到所述网络节点的主机设备,该隧道包括所述核心网络节点和所述网络节点之间的所述多个网络节点中的至少一个居间网络节点且不包括所述多个网络节点中的剩余网络节点,

其中所述接收单元配置成接收第一广播信号,使得所述多个网络节点中的剩余网络节点不接收第一广播信号;

取出单元,配置成取出与第一广播信号相关的控制信息而不发送第二广播信号;以及发送单元,配置成向所述网络节点发送所述控制信息。

2. 根据权利要求 1 所述的装置,其中该多个网络节点包括多个有线网络节点和多个无线网络节点。

3. 根据权利要求 1 所述的装置,其中该第一广播信号是请求与因特网协议 IP 地址相关的媒体访问控制 MAC 地址的地址解析协议 ARP 信号,该核心网络节点配置成访问所述 MAC 地址和所述 IP 地址之间的关联。

4. 根据权利要求 1 所述的装置,其中该第一广播信号是动态主机配置协议 DHCP 请求,该核心网络节点配置成向 DHCP 服务器发送单播信号以取出与所述主机设备相关的因特网协议 IP 地址。

5. 根据权利要求 1 所述的装置,其中该第一广播信号是邻居发现 ND 请求,该核心网络节点配置成响应于所述 ND 请求向数据库发送信号以取出 (1) 与所述网络节点相关的因特网协议 IP 地址和媒体访问控制 MAC 地址,或 (2) 与具有与所述网络节点的所述 IP 地址相对应的 IP 地址的网络节点相关的信息。

6. 根据权利要求 1 所述的装置,其中该主机设备是有线主机设备且该网络节点是接入网络节点,该有线主机设备是直接耦合到该接入网络节点的。

7. 根据权利要求 1 所述的装置,其中该核心网络节点配置成经由包括操作耦合在所述核心网络节点和所述网络节点之间的聚集网络节点的多协议标签交换 MPLS 隧道接收第一广播信号。

8. 根据权利要求 1 所述的装置,其中该核心网络节点配置成经由包括操作耦合在所述核心网络节点和所述网络节点之间的聚集网络节点的第三层上的以太网隧道接收第一广播信号。

9. 根据权利要求 1 所述的装置,其中该核心网络节点配置成经由包括在所述隧道中的多个路径中的一个路径接收第一广播信号。

10. 一种用于取出和传递控制信息的方法,包括:

在配置成被包括在多个网络节点中的网络节点处,从操作耦合到所述网络节点的主机设备处接收第一广播信号,该第一广播信号请求控制信息;

经由核心网络节点和所述网络节点之间的隧道,向所述核心网络节点发送第一广播信号,使得所述核心网络节点取出控制信息而不发送第二广播信号,该隧道包括所述核心网络节点和所述网络节点之间的所述多个网络节点中的至少一个居间网络节点,并且不包括所述多个网络节点中的剩余网络节点,该第一广播信号被发送到所述核心网络节点,使得

来自所述多个网络节点的剩余网络节点不接收第一广播信号；

经由所述隧道从所述核心网络节点接收所述控制信息；以及
向所述主机设备发送所述控制信息。

11. 根据权利要求 10 所述的方法，其中该第一广播信号是请求与因特网协议 IP 地址相关的媒体访问控制 MAC 地址的地址解析协议 ARP 信号，该第一广播信号配置成促使所述核心网络节点访问所述 MAC 地址和所述 IP 地址之间的关联。

12. 根据权利要求 10 所述的方法，其中该第一广播信号是动态主机配置协议 DHCP 请求，该 DHCP 请求配置成促使所述核心网络节点向 DHCP 服务器发送单播信号以取出与所述主机设备相关的因特网协议 IP 地址。

13. 根据权利要求 10 所述的方法，其中该第一广播信号是邻居发现 ND 请求，该 ND 请求配置成促使所述核心网络节点向数据库发送信号以取出 (1) 与所述网络节点相关的因特网协议 IP 地址和媒体访问控制 MAC 地址，或 (2) 与具有与所述网络节点的 IP 地址相对应的 IP 地址的网络节点相关的信息。

14. 根据权利要求 10 所述的方法，其中该主机设备是有线主机设备且该网络节点是接入网络节点，该有线主机设备是直接耦合到该接入网络节点的。

15. 根据权利要求 10 所述的方法，其中该主机设备是无线主机设备且该网络节点是无线接入点，该无线主机设备是无线耦合到所述无线接入点的。

16. 根据权利要求 10 所述的方法，其中该隧道是包括操作耦合在所述核心网络节点和所述网络节点之间的聚集网络节点的多协议标签交换 MPLS 隧道。

17. 根据权利要求 10 所述的方法，其中该隧道是包括操作耦合在所述核心网络节点和所述网络节点之间的聚集网络节点的第三层上的以太网隧道。

18. 根据权利要求 10 所述的方法，其中该第一广播信号是请求与因特网协议 IP 地址相关的媒体访问控制 MAC 地址的地址解析协议 ARP 信号，该第一广播信号配置成促使所述核心网络节点向与在所述核心网络节点处的 MAC 地址无关的每个 IP 地址发送多播请求，以确定与所述 IP 地址相关的 MAC 地址。

19. 一种通信装置，包含配置成包括在操作耦合到核心网络节点的多个网络节点中的网络节点，所述网络节点包括：

接收单元，配置成从操作耦合到该网络节点的主机设备接收广播信号，该广播信号是地址解析协议 ARP 请求、动态主机配置协议 DHCP 请求或邻居发现 ND 请求其中之一，

发送单元，配置成经由该网络节点和所述核心网络节点之间的隧道向所述核心网络节点发送所述广播信号，该隧道包括所述核心网络节点和网络交换机之间的多个网络节点中的至少一个居间网络节点且不包括该多个网络节点中的剩余网络节点，

其中所述发送单元配置成发送所述广播信号，使得所述多个网络节点中的所述剩余网络节点不接收所述广播信号，以及

其中所述接收单元配置成响应于所述核心网络节点基于所述广播信号取出控制信息而接收所述控制信息。

20. 根据权利要求 19 所述的装置，其中该主机设备是第一主机设备，该网络节点配置成响应于所述核心网络节点从数据库取出所述控制信息而接收所述控制信息，该数据库包括第二主机设备的媒体访问控制 MAC 地址和第二主机设备的因特网协议 IP 地址之间的关

联。

21. 根据权利要求 19 所述的装置,其中该网络节点是接入网络节点且该主机设备是有线主机设备,该接入网络节点是直接耦合到该有线主机设备的。

22. 根据权利要求 19 所述的装置,其中该隧道是包括操作耦合在所述核心网络节点和所述网络节点之间的所述多个网络节点中的聚集网络节点的多协议标签交换 MPLS 隧道。

23. 根据权利要求 19 所述的装置,其中该网络节点配置成经由包括在所述隧道中的多个路径中的一个路径向所述核心网络节点发送所述广播信号。

用于具有有效链路利用的可伸缩网络的方法和装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请涉及在 2011 年 10 月 4 日提交的且名为“Methods and Apparatus for a Converged Wired/Wireless Enterprise Network Architecture”的共同未决的美国专利申请 No. 13/252852、在 2011 年 10 月 4 日提交的且名为“Methods and Apparatus for Enforcing a Common User Policy within a Network”的美国专利申请 No. 13/252856、在 2011 年 10 月 4 日提交的且名为“Methods and Apparatus for Centralized Management of Access and Aggregation network Infrastructure”的美国专利申请 No. 13/252860、在 2011 年 10 月 4 日提交的且名为“Methods and Apparatus for a Self-organized Layer-2 Enterprise Network Architecture”的美国专利申请 No. 13/252854, 此处并入这些申请的全部内容以作参考。

技术领域

[0003] 此处描述的一些实施例一般涉及企业网络, 且更具体而言, 涉及在可伸缩企业网络架构中有效使用链路的方法和装置。

背景技术

[0004] 在一些已知的企业网络中, 遍及企业网络广播或洪泛(flood)包括 DHCP 请求、ARP 请求等特定控制业务流, 使得可以获得用于用户设备的各种类型的控制信息。然而这些广播和 / 或洪泛机制导致对企业网络的规模限制, 因为随着企业网络增长, 这种广播和 / 或洪泛的业务流消耗整体网络容量的显著部分。这种消耗经常使得企业网络在发射数据业务流方面是低效的。

[0005] 因此, 需要一种能够消除或减少广播和 / 或洪泛的业务流且有效使用企业网络中的链路的企业网络架构。

发明内容

[0006] 在一些实施例中, 一种装置包含配置成操作耦合到一组网络节点的核心网络节点。该核心网络节点配置成从一组网络节点中的一个网络节点接收广播信号, 该广播信号始发于操作耦合到该网络节点的主机设备。该广播信号经由隧道从该网络节点被发送到该核心网络节点, 使得不包括在隧道中的其他网络节点不接收该广播信号。该核心网络节点配置成取出与该广播信号相关的控制信息而不发送另一广播信号, 且然后向该网络节点发送该控制信息。

附图说明

[0007] 图 1 是具有接入点、接入网络节点、聚集网络节点、核心网络节点和 WLAN 控制器的覆盖企业网络的示意性说明。

[0008] 图 2 是根据一个实施例的具有接入点、接入网络节点、聚集网络节点和核心网络

节点的同构企业网络的示意性说明。

[0009] 图 3 是根据一个实施例的接入点的系统框图。

[0010] 图 4 是根据一个实施例的接入网络节点的系统框图。

[0011] 图 5 是根据一个实施例的核心网络节点的系统框图。

[0012] 图 6 是根据一个实施例的在核心网络节点中实现或可被其接入的标识符表的示意性说明,该标识符表将 MAC 地址与 IP 地址相关联。

[0013] 图 7 是根据一个实施例的在同构企业网络中获得 IP 地址的主机设备的示意性说明。

[0014] 图 8 是根据一个实施例的通过在同构企业网络中使用多路径链路实现隧道的示意性说明。

[0015] 图 9 是根据一个实施例的用于在同构企业网络中取出和传递信息的方法的流程图。

具体实施方式

[0016] 在一些实施例中,企业网络包括操作耦合到一组网络节点的核心网络节点,该组网络节点包括一组有线网络节点和一组无线网络节点。该组网络节点中的网络节点配置成从操作耦合到网络节点的主机设备接收广播信号。该网络节点然后配置成经由隧道向核心网络节点发送广播信号,使得改组网络节点中不包括在隧道中的网络节点不接收广播信号。广播信号可以经由包括源于操作耦合在核心网络节点和该网络节点之间的该组网络节点中的聚集网络节点的多协议标签交换(MPLS)隧道或第三层上的以太网隧道发送。此外,广播信号可以经由包括在隧道中的多个路径中的一个路径发送。响应于接收广播信号,核心网络节点配置成取出与广播信号相关的控制信息而无需发送另一广播信号,且然后向网络节点发送取出的控制信息。

[0017] 在一些实施例中,从网络节点发送到核心网络节点的广播信号可以是请求与因特网协议(IP)地址相关的媒体访问控制(MAC)地址的地址解析协议(ARP)信号。在这种实施例中,核心网络节点被配置成从包括主机设备的 MAC 地址和主机设备的 IP 地址之间的关联的数据库取出控制信息。在一些实施例中,从该网络节点发送到核心网络节点的广播信号可以是动态主机配置协议(DHCP)请求。在这种实施例中,核心网络节点配置成向 DHCP 服务器发送单播信号以取出与主机设备相关的 IP 地址。在一些实施例中,从该网络节点发送到核心网络节点的广播信号可以是促使执行邻居发现(ND)的多播信号(也称为 ND 请求)。这种 ND 可以包括执行链路层地址解析。换句话说,多播信号(或 ND 请求)可以请求与因特网协议(IP)地址相关的媒体访问控制(MAC)地址。ND 还可以用于执行双重地址检测(例如确定任何其他网络节点是否具有与包括在多播信号中的 IP 地址相同的 IP 地址)。在这种实施例中,响应于多播信号(或 ND 请求),核心网络节点从包括主机设备的 MAC 地址和主机设备的 IP 地址之间的关联的数据库取出控制信息或关于分配到其他网络节点或主机设备的 IP 地址的信息。在一些实施例中,主机设备可以是有线主机设备且该网络节点可以是接入网络节点,其中有线主机设备直接耦合到接入网络节点。

[0018] 在一些实施例中,企业网络包括存储代表用于可以包括在一组网络节点中的网络节点的处理器指令的代码的非暂时处理器可读介质。这些指令可以促使处理器从操作耦

合到该网络节点的主机设备接收广播信号,该网络节点请求用于主机设备的控制信息。在一些实施例中,主机设备可以是有线主机设备且该网络节点可以是接入网络节点,其中有线主机设备直接耦合到接入网络节点。在一些其他实施例中,主机设备可以是无线主机设备且该网络节点可以是无线接入点,其中无线主机设备无线耦合到无线接入点。

[0019] 响应于网络节点接收广播信号,这些指令可以促使处理器经由隧道向核心网络节点发送广播信号,使得核心网络节点取出控制信息而无需发送另一广播信号。此外,该组网络节点中不包括在隧道中的网络节点不接收广播信号。在一些实施例中,广播信号可以经由包括操作耦合在核心网络节点和该网络节点之间的该组网络节点中的聚集网络节点的 MPLS 隧道或第三层上的以太网隧道从该网络节点被发送到核心网络节点。接下来,指令可以促使处理器从核心网络节点接收控制信息且然后向主机设备发送控制信息。

[0020] 在一些实施例中,从该网络节点发送到核心网络节点的广播信号可以是 DHCP 请求,该 DHCP 请求配置成促使核心网络节点向 DHCP 服务器发送单播信号以取出与主机设备相关的 IP 地址。在一些实施例中,从该网络节点发送到核心网络节点的广播信号可以是请求与 IP 地址相关的 MAC 地址的 ARP 信号。在这种实施例中,广播信号可以配置成促使核心网络节点访问 MAC 地址和 IP 地址之间的关联。备选地,广播信号可以配置成在核心网络节点处促使核心网络节点向与 MAC 地址无关的每个 IP 地址发送多播请求,以确定与 IP 地址相关的 MAC 地址。在一些实施例中,从该网络节点发送到核心网络节点的广播信号可以是促使执行邻居发现 (ND) 的多播信号 (也称为 ND 请求)。这种 ND 可以包括执行链路层地址解析。换句话说,多播信号 (或 ND 请求) 可以请求与因特网协议 (IP) 地址相关的媒体访问控制 (MAC) 地址。ND 还可以用于执行双重地址检测 (例如确定任何其他网络节点是否具有与包括在多播信号中的 IP 地址相同的 IP 地址)。在这种实施例中,响应于多播信号 (或 ND 请求),核心网络节点从包括主机设备的 MAC 地址和主机设备的 IP 地址之间的关联的数据库取出控制信息或关于分配到其他网络节点或主机设备的 IP 地址的信息。

[0021] 图 1 是具有接入点 (例如接入点 151、接入点 152)、接入网络节点 (例如接入网络节点 141-144)、聚集网络节点 (例如聚集网络节点 131、聚集网络节点 132)、核心网络节点 (例如核心网络节点 121、核心网络节点 122) 和 WLAN (无需局域网) 控制器 110 的覆盖企业网络 100 的示意性说明。在这种覆盖企业网络中,请求用于一个或多个主机设备的控制信息 (例如 DHCP 请求、ARP 请求、ND 请求) 的一些信号典型地被广播到覆盖企业网络 100 内的所有网络实体,使得与请求信号相关的控制信息可以被取出且发送到主机设备。下面详细描述用于包括 DHCP 请求、ARP 请求和 ND 请求的请求信号的广播机制。

[0022] 核心网络节点 (例如核心网络节点 121、核心网络节点 122) 可以是布置在企业网络 (例如覆盖企业网络 100) 的物理核心或主干中的大容量交换设备。在一些情况中,核心网络节点也已知为核心交换机、汇接交换机 (tandem switch) 或主干交换机。在覆盖企业网络 100 中,核心网络节点 121 和核心网络节点 122 配置成将接入设备 (例如,接入网络节点 141-144、接入点 151-152) 和 WLAN 控制器 110 与网络 101 连接,使得可以向经由有线或无线主机设备 (例如有线主机设备 181、有线主机设备 182、无线主机设备 191) 耦合到覆盖企业网络 100 的用户提供对位于网络 101 的信息服务 (例如,永久数据和应用) 的接入。具体而言,核心网络节点 121 和核心网络节点 122 将聚集网络节点 131 和聚集网络节点 132 与网络 101 操作地连接,且基于 IP 路由服务在聚集网络节点 131、聚集网络节点 132 和网络

101 之间转发有线和 / 或无线会话包。换句话说,核心网络节点 121 和核心网络节点 122 用作工作在覆盖企业网络 100 的开放系统互连(OSI)模型的第三层(即网络层)中的路由器。在覆盖企业网络 100 中,接入网络节点管理有线会话,如下面详细描述,核心网络节点配置成交换或路由从(多个)聚集网络节点接收的有线会话业务流,而通过 WLAN 控制器 110 管理无线会话。

[0023] 如图 1 所示,网络 101 可以是通过一个或多个核心网络节点直接连接到覆盖企业网络 100 的任何网络。例如,网络 101 可以是包括提供信息服务的一个或多个数据服务器的数据中心网络。对于另一示例,网络 101 可以是用于连接覆盖企业网络 100 到远程数据资源的 WAN (广域网)接入网络。对于又一示例,网络 101 可以是因特网。典型地,覆盖企业网络 100 用作为有线或无线客户端提供对于数据资源的接入、应用和位于网络 101 或从网络 101 提供的信息服务的接入网。

[0024] 在覆盖企业网络 100 中,接入网络节点(例如接入网络节点 141-144)可以是诸如集线器、以太网交换机等可以直接连接一个或多个有线主机设备(例如有线主机设备 181、有线主机设备 182)到覆盖企业网络 100 的任何设备。在一些情况中,接入网络节点已知为接入交换机、网络交换机或交换集线器。此外,如此处详细描述,接入网络节点 141-144 配置成确保在一个或多个聚集网络节点、一个或多个有线主机设备和 / 或耦合到接入网络节点的一个或多个接入点之间传递包。在覆盖企业网络 100 中,有线主机设备可以是诸如台式机、工作站、打印机等可以通过有线连接从和 / 或向接入网络节点接收和 / 或发送包的任何设备。

[0025] 在覆盖企业网络 100 中,聚集网络节点(例如聚集网络节点 131-132)可以是诸如路由器、层 3 交换机等用于聚集多个接入网络节点且确保包在网络内被适当地交换或路由的任何设备。此外,如此处详细描述,聚集网络节点 131-132 配置成基于在包中提供的路由信息和在聚集网络节点 131-132 实现的路由策略将从一个或多个接入网络节点接收的包路由到另一接入网络节点或核心网络节点。在一些实施例中,聚集网络节点和具有到冗余的一组核心网络节点的公共连接的相关接入设备(例如接入网络节点、接入点)的集合被称为 pod。如图 1 所示,具有其相关接入网络节点 141-144 和接入点 151-152 的聚集网络节点 131-132 包含 pod。

[0026] 在覆盖企业网络 100 中,核心网络节点 121-122、聚集网络节点 131-132 和接入网络节点 141-144 共同地配置成管理和转发用于操作耦合到一个或多个接入网络节点的一个或多个有线主机设备的有线业务流。包括接入网络节点 141-144 和聚集网络节点 131-132 的有线网络节点配置成基于包括在包中的目的地地址(例如目的地 IP 地址、目的地 MAC 地址)将从有线主机设备接收的有线会话的包交换或路由到另一有线网络节点或核心网络节点。更具体而言,如果业务流的目的地为相同 pod 内的目的地设备,则在聚集网络节点处从接入网络节点接收的一些有线业务流可以从聚集网络节点交换或路由到另一接入网络节点。对照地,目的地为位于另一 pod 中的目的地设备的有线业务流被转发到核心网络节点,业务流从该核心网络节点转发到其他 pod。例如,如果有线主机设备 181 向接入网络节点 143 发送目的地为有线主机设备 182 的包,则该包首先可以被接入网络节点 143 转发到聚集网络节点 131。然后,基于包括在该包中的目的地 IP 地址或 MAC 地址,该包通过聚集网络节点 131 进一步转发到接入网络节点 142,该接入网络节点 142 最后将包发送到有

线主机设备 182。对于另一示例,如果有线主机设备 181 向接入网络节点 143 发送目的地为位于网络 101 中的设备的包,则该包首先可以被接入网络节点 143 转发到聚集网络节点 131。然后,基于包括在该包中的目的地 IP 地址或 MAC 地址,该包通过聚集网络节点 131 进一步转发到核心网络节点 122,该核心网络节点 122 将包发送到网络 101 以用于进一步的路由。

[0027] 在覆盖企业网络 100 中,包括 WLAN 控制器 110 的无线装置和接入点 151-152 转发从一个或多个无线主机设备(例如无线主机设备 191)接收的无线业务流。具体而言,WLAN 控制器 110 可以是能够自动处理多个接入点的配置的任何设备且用作配置成管理覆盖企业网络 100 的有线网络部分的覆盖中的无线会话的集中式控制器。接入点可以是例如使用 Wi-Fi、蓝牙或其他无线通信标准连接无线主机设备到有线网络(例如,经由如图 1 所示的接入网络节点)的任何设备。在一些情况中,接入点可以与诸如装配有无线收发器的无线以太网路由器之类的接入网络节点一同位于相同的设备上。在一些其他情况中,接入点可以是诸如无线接入点(WAP)的分立设备。类似于有线主机设备,无线主机设备可以是能够通过例如移动电话、支持 Wi-Fi 的膝上电脑、蓝牙耳机等无线连接从和 / 或向接入点接收包和 / 或发送包的任何设备。

[0028] 在覆盖企业网络 100 中,WLAN 控制器 110 和接入点 151-152 共同地配置成通过居间有线网络节点和核心网络节点管理和转发无线业务流。具体而言,WLAN 控制器 110 可以配置成通过居间有线网络节点和核心网络节点经由第三层上的以太网隧道从接入点 151 或接入点 152 接收无线会话的封装包,解封这些包且然后桥接解封的包到核心网络节点 121 或核心网络节点 122,解分的包从这两个节点进一步转发到目的地。类似地,WLAN 控制器 110 配置成从核心网络节点 121 或核心网络节点 122 接收目的地为接入点 151 或接入点 152 的无线会话包,根据第三层上的以太网隧穿协议封装这些包,且然后通过居间有线网络节点和核心网络节点经由第三层上的以太网隧道将封装包发送到接入点 151 或接入点 152,在那里封装的包被解封且转发到无线主机设备。在一些情况中,第三层上的以太网隧道可以是无线接入点控制和供应(CAPWAP)隧道、通用路由封装(GRE)隧道等。

[0029] 在覆盖企业网络 100 中,请求用于一个或多个主机设备的控制信息的一个或多个广播信号可以被广播到覆盖企业网络 100 内包括所有网络节点(例如接入点、接入网络节点、聚集网络节点)、核心网络节点和 WLAN 控制器 110 的所有网络实体,使得与广播信号相关的控制信息可以被取出且由相关接收者发送到(多个)主机设备。广播信号例如可以是 DHCP 请求、ARP 请求、ND 请求等。然而,如下面详细描述,用于广播信号的广播机制针对覆盖企业网络 100 的有线部分和无线部分以不同方式操作。

[0030] 典型地,DHCP 请求可以从主机设备广播到覆盖企业网络 100 内的所有网络实体,使得与 DHCP 请求相关的控制信息可以被取出且发送到主机设备。具体而言,在有线主机设备最初直接耦合到覆盖企业网络 100 的接入网络节点之后,该有线主机设备可以发起并且向直接耦合到该有线主机设备的接入网络节点发送 DHCP 请求。响应于接收 DHCP 请求,接入网络节点配置成向直接耦合到接入网络节点的所有网络设备(例如聚集网络节点)发送该 DHCP 请求,这些网络设备又被再次配置成向直接与它们耦合的所有其他网络设备发送 DHCP 请求。因而,DHCP 请求在覆盖企业网络 100 中广播,直到它被操作耦合到覆盖企业网络 100 中的网络设备的 DHCP 服务器接收。因此,DHCP 服务器配置成定义与用于该有线主

机设备的 DHCP 请求相关的控制信息,且然后将该控制信息发送到直接耦合到该有线主机设备的接入网络节点,该接入网络节点配置成将控制信息转发到该有线主机设备。控制信息至少包括该有线主机设备的 IP 地址,和 / 或诸如租期(IP 地址的分配有效的时间长度)、子网掩码、缺省网关 IP 地址等其他 IP 配置信息。随后,该有线主机设备基于接收的控制信息相应地被配置。

[0031] 例如,在有线主机设备 181 最初直接耦合到接入网络节点 143 之后,有线主机设备 181 可以发起且向接入网络节点 143 发送 DHCP 请求。响应于接收 DHCP 请求,接入网络节点 143 配置成将 DHCP 请求广播到覆盖企业网络 100 中的所有其他直接耦合的网络设备。即,接入网络节点 143 配置成将 DHCP 请求发送到聚集网络节点 131,该聚集网络节点 131 然后配置成将 DHCP 请求发送到接入网络节点 141、核心网络节点 121 以及核心网络节点 122 等,直到 DHCP 请求被操作耦合到覆盖企业网络 100 中的网络设备的 DHCP 服务器(在图 1 中未示出)接收。因此,DHCP 服务器配置成定义包括用于有线主机设备 181 的 IP 地址的控制信息,且然后将该控制信息发送回接入网络节点 143,该接入网络节点 143 配置成将控制信息转发到有线主机设备 181。随后,有线主机设备 181 基于接收的控制信息相应地被配置。

[0032] 类似于 DHCP 请求,ARP 请求也可以从有线主机设备广播到覆盖企业网络 100 内的所有网络实体,使得与 ARP 请求相关的控制信息可以被取出且发送到该主机设备。在覆盖企业网络 100 的有线部分中,类似于 DHCP 请求,ARP 请求可以在有线主机设备发起且从该有线主机设备发送到直接耦合到该有线主机设备的接入网络节点。ARP 请求可以是请求控制信息(诸如与用于该有线主机设备的 IP 地址相关的 MAC 地址)的信号。ARP 请求然后可以从接入网络节点广播到覆盖企业网络 100 中的其他网络实体,且从这些网络实体广播到其他网络实体,直到 ARP 请求被例如存储在网络设备中的缓存 ARP 表中具有与 ARP 请求相关的控制信息(例如,与 IP 地址相关的 MAC 地址)的网络设备接收。该网络设备然后配置成将控制信息发送回直接耦合到该有线主机设备的接入网络节点,控制信息从该接入网络节点转发且然后相应地应用在该有线主机设备处。

[0033] 另一方面,在覆盖企业网络 100 的无线部分中,类似于 DHCP 请求,ARP 请求可以在无线主机设备处发起且从该无线主机设备发送到耦合到该无线主机设备的接入点。该接入点然后可以配置成经由隧道(例如,第三层上的以太网隧道)向 WLAN 控制器 110 发送 ARP 请求,ARP 请求从该隧道广播到覆盖企业网络 100 中的其他网络实体。当具有与 ARP 请求相关的控制信息的网络实体接收 ARP 请求时,该网络实体配置成将请求的控制信息发送回 WLAN 控制器 110,该 WLAN 控制器 110 然后配置成经由隧道向接入点发送控制信息。随后,控制信息从接入点转发到该无线主机设备且然后相应地应用在该无线主机设备处。

[0034] 图 2 是根据一个实施例的具有接入点(例如,接入点 251、接入点 252)、接入网络节点(例如接入网络节点 241-244)、聚集网络节点(例如聚集网络节点 231、聚集网络节点 232)以及核心网络节点(例如核心网络节点 221、核心网络节点 222)的同构企业网络 200 的示意性说明。

[0035] 同构企业网络中的核心网络节点(例如同构企业网络 200 中的核心网络节点 221 或核心网络节点 221)例如可以从覆盖企业网络中的核心网络节点(例如覆盖企业网络 100 中的核心网络节点 121 或核心网络节点 122)升级。在这种升级中,同构企业网络中的核心网络节点(例如核心网络节点 221、核心网络节点 222)是组合了例如交换机、路由器和控制

器的单个设备,其包括配置成管理有线/无线网络节点和/或有线/无线用户会话的控制模块(例如,如图5所示用于核心网络节点500的控制模块524)。换句话说,核心网络节点221、222是至少WLAN控制器(例如WLAN控制器110)和源于覆盖企业网络的核心网络节点的合并。一方面,类似于源于覆盖企业网络的核心网络节点,核心网络节点221、222仍能够在聚集网络节点和操作耦合到核心网络节点221、222的网络之间转发有线会话包。另一方面,不像覆盖企业网络中的核心网络节点,核心网络节点221、222能够经由隧道(例如MPLS隧道、第三层上的以太网隧道)通过居间有线网络节点建立与接入网络节点的有线会话或建立与接入点的无线会话。下面描述关于同构企业网络内核心网络节点和接入网络节点和/或接入点之间的会话数据的隧穿的细节。在一些实施例中,同构企业网络中的核心网络节点被称为核心SRC(交换机、路由器和控制器)。

[0036] 类似于核心网络节点221-222,同构企业网络200中包括聚集网络节点231-232、接入网络节点241-244和接入点251-252的所有其他设备可以配置成在同构企业网络中操作。具体而言,接入网络节点241-244和聚集网络节点231-232的功能性包括复用客户端业务流(包括有线和无线会话包)到核心网络节点221或核心网络节点222,而不需要局部交换或复杂转发和分类功能性。例如,不像覆盖企业网络100中的聚集网络节点131-132,聚集网络节点231不需要配置成基于包括在从接入网络节点243接收的包中的目的地地址将该包交换或路由到另一接入网络节点。而是,聚集网络节点231可以配置成通过接入网络节点243和核心网络节点221之间的隧道(在图2中由22表达的隧道)的一部分将该包转发到核心网络节点221,该包从该核心网络节点221被进一步交换或路由到目的地。类似地声明,接入网络节点241-244配置成通过居间聚集网络节点231-232经由隧道(例如在图2中由22表达的隧道)向核心网络节点221或核心网络节点222发射有线业务流。接入点251-252配置成通过居间聚集网络节点和聚集网络节点经由隧道(图2中由20表达的隧道)向核心网络节点221或核心网络节点222发送无线业务流。

[0037] 在这种同构企业网络中,不同于覆盖企业网络100,请求用于一个或多个主机设备的控制信息(例如DHCP请求、ARP请求、ND请求)的广播信号典型地不需要被广播到同构企业网络200内的所有网络实体,使得与请求信号相关的控制信号仍可以被取出且发送到主机设备。将在下面详细描述用于包括例如DHCP请求、ARP请求或ND请求的请求信号的非广播机制。另外,类似于图1中示出的网络101,网络201是通过核心网络节点221和/或核心网络节点222耦合到同构企业网络200的网络,该同构企业网络200向操作耦合到同构企业网络200的客户端提供对数据资源、应用和/或信息服务的访问。例如,网络201可以是数据中心网络、WAN、因特网等。

[0038] 在企业网络中,如果包括在企业网络或企业网络的一部分中的每一个网络设备可以由一个或多个核心网络节点控制,则该企业网络可以被称为同构企业网络,或者企业网络的该部分可以被称为企业网络的同构部分。在这种同构网络或网络部分中,可以使用MPLS隧穿技术来隧穿业务流(例如有线或无线业务流)。如果并不是包括在企业网络的一部分中的每一个网络节点都可以通过一个或多个核心网络节点控制,则企业网络的该部分被称为覆盖企业网络部分。在一些实施例中,包括在企业网络的同构部分或覆盖企业网络部分中的一个或多个网络设备可以使用第三层上的以太网隧道技术(例如CAPWAP、GRE中以太网)隧穿业务流。MPLS隧穿技术可以仅用在同构部分中。

[0039] 在同构企业网络中,公共隧穿技术可以用于在同构企业网络的任何部分中转发有线业务流和无线业务流。例如,如此处详细描述, MPLS 隧穿技术或第三层上的以太网隧穿技术可以用于在同构企业网络 200 的任何部分中转发有线业务流和无线业务流。对照地,如参考图 1 所描述,在覆盖企业网络(例如,覆盖企业网络 100)中,第三层上的以太网隧穿技术可以用于转发覆盖企业网络的无线覆盖部分中的无线业务流,而典型地没有隧穿技术(例如第三层上的以太网隧穿技术、MPLS 隧穿技术)用于转发覆盖企业网络中的有线业务流。

[0040] 在企业网络中,应用在核心网络节点和接入设备(例如接入网络节点、接入点)之间的隧穿技术取决于核心网络节点、接入设备以及在核心网络和接入设备之间存在的(多个)中间网络设备(例如,聚集网络节点)的属性和/或能力。具体而言,在覆盖企业网络(例如覆盖企业网络 100)中,典型地没有隧穿协议可以在核心网络节点和接入设备之间使用。在同构企业网络(例如,同构企业网络 200)中,可以使用诸如 MPLS 或第三层上的以太网隧穿协议的隧穿协议。

[0041] 例如,如果无线通信设备 291 向目的地为有线通信设备 281 的接入点 251 发送包,则该包首先在接入点 251 根据 MPLS 或第三层上的以太网隧穿协议(例如 CAPWAP、GRE 中以太网)被封装,且然后通过接入网络节点 241 和聚集网络节点 231 经由 MPLS 隧道或第三层上的以太网层隧道(在图 2 中示为 20 表达的隧道)被发送到核心网络节点 221。接下来,在核心网络节点 221,根据 MPLS 或第三层上的以太网隧穿协议解封封装包。然后,基于包括在该包中的目的地 IP 地址或目的地 MAC 地址,在核心网络节点 221 处根据 MPLS 或第三层上的以太网协议再次封装该包,且封装的包由核心网络节点 221 通过聚集网络节点 231 经由另一 MPLS 隧道或另一第三层上的以太网隧道(在图 2 中示为由 22 表达的隧道)转发到接入网络节点 243 处。最后,在接入网络节点 243,根据 MPLS 或第三层上的以太网隧穿协议解封封装包,解封的包从该接入网络节点传递到有线通信设备 281。

[0042] 对于另一示例,如果有线通信设备 281 向接入网络节点 243 发送目的地为位于网络 201 中的 IP 地址的包,则该包首先在接入网络节点 243 处根据 MPLS 或第三层上的以太网隧穿协议封装,且然后通过聚集网络节点 231 经由 MPLS 隧道或第三层上的以太网层隧道(在图 2 中示为 22 表达的隧道)被发送到核心网络节点 221。接下来,在核心网络节点 221 处,根据 MPLS 或第三层上的以太网隧穿协议解封封装包。最终,基于包括在该包中的目的地 IP 地址,解封的包由核心网络节点 221 转发到网络 201 且进一步被传递到网络 201 中与目的地 IP 地址相关的目的地实体。

[0043] 在一些实施例中,可以在同构企业网络中实现集中式核心架构。如此处详细描述,同构企业网络的核心网络节点可以提供用于所有网络服务的单点配置和管理以及用于认证、可见性和监控应用的单逻辑点交互。因此,各种类型的服务模块可以在一个或多个网络节点处聚集和/或合并诸如防火墙、入侵检测策略(IDP)、虚拟专用网络(VPN)端接和/或负载均衡等。在这种同构企业网络中,服务不再需要分布在网络中的各个级别,且用户可以被给予独立于其接入机制的一致策略。

[0044] 此外,同构企业网络的核心网络节点还可以提供单点会话管理,使得主机设备(例如,诸如图 2 中的有线主机设备 281 的有线主机设备以及诸如图 2 中的无线主机设备 291 的无线主机设备)在进入同构企业网络时被认证。如此处所讨论,不管其来源,隧穿业务流

经过(多个)核心网络节点,例如包括借助于相应接入网络节点(用于有线主机设备)和接入点(用于无线主机设备)直接通过核心网络节点的源于主机设备的隧穿业务流。因为这种隧穿业务流经过核心网络节点,核心网络节点可以在主机设备进入同构企业网络时执行认证。主机设备的这种认证允许核心网络节点确立这些主机设备中的每一个的位置及其相关 MAC 地址。因而,没有未知的 MAC 地址存在于同构企业网络中且不需要存在涉及 MAC 地址的洪泛。

[0045] 在同构企业网络 200 中,不像覆盖企业网络 100,请求用于一个或多个主机设备的控制信息(例如 DHCP 请求、ARP 请求、ND 请求)的广播信号典型地不需要被广播到同构企业网络 200 内的所有网络实体,使得与广播信号相关的控制信号仍可以被取出且发送到主机设备。此外,如下面详细描述,用于广播信号的非广播机制针对同构企业网络 200 的有线部分和无线部分以类似的方式操作。

[0046] 具体而言,主机设备(例如有线主机设备、无线主机设备)能够发起且向耦合(例如直接耦合、无线耦合)到该主机设备的接入设备(例如,接入网络节点、接入点)发送广播信号。在接收广播信号之后,不像覆盖企业网络,该接入设备配置成经由隧道(例如第三层上的以太网隧道、MPLS 隧道)向操作耦合到该接入设备的核心网络节点发送广播信号。该隧道可以包括操作耦合在核心网络节点和接入设备之间的一个或多个有线网络节点(例如,接入网络节点、聚集网络节点)。响应于接收广播信号,该核心网络节点配置成取出与广播信号相关的控制信息而不广播任何其他信号。在一些实施例中,可以从存储在核心网络节点本身中的存储器中的数据结构(例如,比如图 5 中示出的标识符表 512 的标识符表)取出相关控制信息。在一些其他实施例中,可以从操作耦合到该核心网络节点的服务器设备(例如 DHCP 服务器)取出相关控制信息。因而,核心网络节点配置成经由该隧道将控制信息发送回接入设备,控制信息从该接入设备进一步转发且然后在主机设备处相应地被配置。

[0047] 作为示例,DHCP 请求不需要从主机设备广播到同构企业网络 200 内的所有网络设备,使得与 DHCP 请求相关的控制信息可以被取出且发送到该主机设备。具体而言,在主机设备(例如有线主机设备、无线主机设备)最初耦合(例如直接耦合、无线耦合)到同构企业网络 200 的接入设备(例如接入网络节点、接入点)之后,该主机设备可以发起且向耦合到主机设备的该接入设备发送 DHCP 请求。在接收 DHCP 请求之后,该接入设备配置成通过一个或多个居间有线网络节点(例如,接入网络节点、聚集网络节点)经由隧道(例如第三层上的以太网隧道、MPLS 隧道)向操作耦合到该接入设备的核心网络节点发送 DHCP 请求。响应于经由隧道接收 DHCP 请求,核心网络节点配置成向耦合到核心网络节点的 DHCP 服务器(在图 2 中未示出)发送单播信号,使得与包括分配给主机设备的 IP 地址的 DHCP 请求相关的控制信息从 DHCP 服务器取出到核心网络节点。在一些实施例中,DHCP 服务器直接耦合到核心网络节点。在一些其他实施例中,DHCP 服务器操作耦合到核心网络节点,且该核心网络节点可以配置成与 DHCP 服务器通信以取出控制信息而不广播任何信号。接下来,核心网络节点配置成经由隧道将控制信息发送到该接入设备,控制信息从该接入设备进一步转发且然后相应地应用在主机设备。

[0048] 例如,在有线主机设备 281 最初直接耦合到接入网络节点 243 之后,有线主机设备 281 可以发起且向接入网络节点 243 发送 DHCP 请求。接入网络节点 243 然后配置成通过聚集网络节点 231 经由的 MPLS 隧道(在图 2 中示为由 22 表达的隧道)向核心网络节点 221

发送 DHCP 请求。响应于接收 DHCP 请求,核心网络节点 221 配置成向耦合到核心网络节点 221 且位于网络 201 中的 DHCP 服务器(在图 2 中未示出)发送单播信号,使得从 DHCP 服务器取出与包括 IP 地址、子网地址、网关地址和 / 或其他 IP 配置信息的有线主机设备 281 相关的控制信息。核心网络节点 221 然后配置成经由 MPLS 隧道向接入网络节点 243 发送控制信息,控制信息从接入网络节点 243 进一步转发且然后相应地应用在主机设备。

[0049] 对于另一示例,在无线主机设备 291 最初无线耦合到接入点 251 之后,无线主机设备 291 可以发起且向接入点 251 发送 DHCP 请求。接入点 251 然后配置成通过聚集网络节点 241 和聚集网络节点 231 经由第三层上的以太网隧道(在图 2 中示为由 20 表达的隧道)向核心网络节点 221 发送 DHCP 请求。响应于接收 DHCP 请求,核心网络节点 221 配置成向直接耦合到核心网络节点 221 的 DHCP 服务器(在图 2 中未示出)发送单播信号,使得从 DHCP 服务器取出与包括 IP 地址、子网地址、网关地址和 / 或其他 IP 配置信息的无线主机设备 291 相关的控制信息。核心网络节点 221 然后配置成经由该第三层上的以太网隧道向接入点 251 发送该控制信息,该控制信息从该接入点进一步转发且然后相应地应用在无线主机设备 291。

[0050] 类似地,在主机设备发起的 ARP 请求(典型地请求与 IP 地址相关的 MAC 地址)不需要被广播到同构企业网络 200 内的所有网络实体,使得与 ARP 请求相关的控制信息可以被取出且被发送到该主机设备。如上所述,同构企业网络 200 中的核心网络节点 221 和 / 或 222 可以配置成取出与 DHCP 请求相关的控制信息。因而,核心网络节点 221 和 / 或 222 可以配置成经由 DHCP 探听或其他 IP 包探听获知同构企业网络 200 中的相关主机设备、路由器和 / 或网关(例如其他核心网络节点)的至少一部分的 IP 地址和 MAC 地址。即,当核心网络节点 221 和 / 或核心网络节点 222 从 DHCP 服务器取出与在主机设备发起的 DHCP 请求相关的控制信息时,核心网络节点 221 和 / 或 222 可以配置成通过探听取出的控制信息而获知主机设备的 IP 地址和 MAC 地址。核心网络节点 221 和 / 或 222 还可以配置成关联该 IP 地址与 MAC 地址,且然后将相关联的 IP 地址和 MAC 地址存储到核心网络节点 221 和 / 或 222 中的标识符表(例如,缓存 ARP 表)中,诸如参考图 5 示出和描述的核心网络节点 500 的标识符表 512。因而,核心网络节点 221 和 / 或 222 可以用作代表操作耦合到该核心网络节点的主机设备、路由器和 / 或网关的代理服务器 ARP。

[0051] 具体而言,主机设备(例如有线主机设备、无线主机设备)可以发起且向耦合(例如,直接耦合、无线耦合)到该主机设备的接入设备(例如接入网络节点、接入点)发送 ARP 请求。在接收 ARP 请求之后,该接入设备配置成通过一个或多个居间有线网络节点(例如,接入网络节点、聚集网络节点)经由隧道(第三层上的以太网隧道、MPLS 隧道)向操作耦合到该接入设备的核心网络节点发送该 ARP 请求。响应于经由该隧道接收 ARP 请求,该核心网络节点配置成从存储在该核心网络节点中的标识符表取出与该 ARP 请求相关的控制信息(例如,与包括在该 ARP 请求中的 IP 地址相关的 MAC 地址)而不广播任何信号。该核心网络节点然后配置成经由该隧道将该控制信息发送到该接入设备,控制信息从该接入设备进一步转发且然后相应地应用在主机设备。

[0052] 例如,与向无线主机设备 291 发送数据包相结合,有线主机设备 281 可以发起和向接入网络节点 243 发送 ARP 请求,请求与无线主机设备 291 的 IP 地址相关的 MAC 地址。在接收该 ARP 请求之后,接入网络节点 243 配置成通过聚集网络节点 231 经由第三层上的以

以太网隧道(在图 2 中示为由 22 表达的隧道)向核心网络节点 221 发送该 ARP 请求。响应于经由该第三层上的以太网隧道接收该 ARP 请求,核心网络节点 221 配置成从存储在核心网络节点 221 中的标识符表取出包括与无线主机设备 291 的 IP 地址相关的 MAC 地址的与 ARP 请求相关的控制信息。核心网络节点 221 然后配置成经由该第三层上的以太网隧道向接入网络节点 243 发送该控制信息,控制信息从接入网络节点 243 进一步转发且然后相应地应用在有线主机设备 281。因而,有线主机设备 281 获得无线主机设备 291 的 MAC 地址,且因此,可以向无线主机设备 291 发送数据包。

[0053] 对于另一示例,与向网络 201 中的设备发送数据包相结合,无线主机设备 291 可以发起和向接入点 251 发送 ARP 请求,请求与网络 201 中的设备的 IP 地址相关的 MAC 地址。在接收该 ARP 请求之后,接入点 251 配置成通过接入网络节点 241 和聚集网络节点 231 经由 MPLS 隧道(在图 2 中示为由 20 表达的隧道)向核心网络节点 221 发送 ARP 请求。响应于经由 MPLS 隧道接收该 ARP 请求,核心网络节点 221 配置成确定该设备的 IP 地址与网络 201 相关。因为核心网络节点 221 配置成用作连接同构企业网络 200 的剩余部分与网络 201 的路由器(或网关),核心网络节点 221 配置成使用其自己的 MAC 地址作为与网络 201 中的设备的 IP 地址相关的 MAC 地址而响应无线主机设备 291。换句话说,核心网络节点 221 配置成经由 MPLS 隧道向接入点 251 发送包括核心网络节点 221 的 MAC 地址的与该 ARP 请求相关的控制信息。如参考图 6 所描述,在一些实施例中,核心网络节点 221 中的标识符表(例如,分别在图 5 和 6 中示出的标识符表 512 和 600)中,核心网络节点 221 的 MAC 地址与网络 201 中的一个或多个 IP 地址或 IP 地址范围相关联。随后,接入点 251 配置成向无线主机设备 291 转发该控制信息,在无线主机设备 291 处,该控制信息被相应地应用。因此,无线主机设备 291 向核心网络节点 221 发送目的地为网络 201 中的该设备的所有数据包,且核心网络节点 221 然后将这些数据包转发到网络 201。

[0054] 在一些实施例中,同构企业网络 200 中的核心网络节点 221 和 / 或 222 可以配置成向同构企业网络 200 中的一组网络实体发送多播请求,使得可以从来自该组网络实体的至少一个网络实体取出与在核心网络节点 221 和 / 或 222 处接收的广播信号相关的控制信息。具体而言,响应于接收 ARP 请求,核心网络节点 221 和 / 或 222 可以配置成向同构企业网络 200 中 IP 地址不与核心网络节点 221 和 / 或 222 处的标识符表中的任何 MAC 地址相关的一组网络实体发送多播请求,使得包括网络实体之一的 MAC 地址的控制信息可以被取出且被发送到核心网络节点 221 和 / 或 222。

[0055] 具体而言,在经由隧道(例如第三层上的以太网隧道、MPLS 隧道)从接入设备接收 ARP 请求之后,核心网络节点配置成确定标识符表中与包括在 ARP 请求中的 IP 地址相关的 MAC 地址。如果这种 MAC 地址不位于标识符表中,则核心网络节点可以配置成向同构企业网络 200 中 IP 地址不与标识符表中的任何 MAC 地址相关的一组网络实体(例如主机设备、路由器、网关等)发送多播请求。该多播请求查询网络实体中的每一个,使得具有包括在该 ARP 中的 IP 地址的一个网络实体能够被识别。因此,包括识别出的网络实体的 MAC 地址的控制信息可以被取出且发送到核心网络节点。因而,核心网络节点配置成经由该隧道向该接入网络节点发送包括与包括在 ARP 请求中的 IP 地址相关的 MAC 地址的控制信息。

[0056] 类似于 DHCP 请求和 ARP 请求,在主机设备处发起的 ND 请求不需要被广播到同构企业网络 200 内的所有网络实体,使得与 ND 请求相关的控制信息可以被取出且发送到该主

机设备。同构企业网络 200 中的核心网络节点 221 和 / 或 222 可以配置成响应于 ND 请求取出与该 ND 请求相关的控制信息。因而,核心网络节点 221 和 / 或 222 可以配置成向数据库发送信号和从数据库接收(或取出)诸如主机设备的 MAC 地址和主机设备的 IP 地址之间的关联的控制信息或关于分配到其他网络节点或主机设备的 IP 地址的信息。该控制信息然后可以从核心网络节点 221 和 / 或 222 提供到请求的主机设备。

[0057] 图 3 是根据一个实施例的接入点 300 的系统框图。类似于图 2 中示出的同构企业网络 200 中的接入点 251 和接入点 252,接入点 300 可以是例如使用 Wi-Fi、蓝牙或其他无线通信标准连接一个或多个无线主机设备到同构企业网络(例如经由接入网络节点)的任何设备。例如,接入点 300 可以是无线接入点(WAP)。如图 3 所示,接入点 300 包括 RF 收发器 322、通信接口 324、存储器 326 以及包含隧道模块 329 的处理器 328。接入点 300 的每个元件操作耦合到接入点 300 的剩余元件中的每一个。此外,RF 收发器 322(例如发射 / 接收数据)、通信接口 324(例如,发射 / 接收数据)、隧道模块 329(例如,封装 / 解封包)的每个操作以及对于存储器 326 的每个操纵(例如更新策略表)通过处理器 328 控制。

[0058] 在一些实施例中,接入点 300 可以使用诸如 Wi-Fi、蓝牙等任何合适的无线通信标准与无线主机装置(例如支持 Wi-Fi 的膝上电脑、移动电话)通信。具体而言,接入点 300 可以配置成在与无线主机设备通信时通过 RF 收发器 322 接收数据和 / 或发送数据。此外,在一些实施例中,企业网络的接入点使用一个无线通信标准来与操作耦合到该接入点的无线主机设备无线地通信;而企业网络的另一接入点使用不同的无线通信标准以与操作耦合到另一接入点的无线主机设备无线地通信。例如,如图 2 所示,接入点 251 可以基于 Wi-Fi 标准通过其 RF 收发器从无线主机设备 291(例如支持 Wi-Fi 的膝上电脑)接收数据包;而接入点 252 可以基于蓝牙标准从其 RF 收发器向另一无线主机设备(例如支持蓝牙的移动电话)发送数据包。

[0059] 在一些实施例中,通过实现通信接口 324 和接入网络节点的配对部分(例如通信接口)之间的有线连接,接入点 300 可以操作耦合到该接入网络节点。有线连接例如可以是经由电缆的双绞线电学信号发送、经由光缆的光纤信号发送等。这样,当接入点 300 与接入网络节点通信时,接入点 300 可以配置成通过与该接入网络节点的通信接口连接的通信接口 324 接收数据和 / 或发送数据。此外,在一些实施例中,企业网络的接入点实现与操作耦合到该接入点的接入网络节点的有线连接;而企业网络的另一接入点实现与操作耦合到另一接入点的接入网络节点的不同有线连接。例如,如图 2 所示,接入点 251 可以实现诸如双绞线电学信号发送的一个有线连接以与接入点 241 连接;而接入点 252 可以实现诸如光纤信号发送的不同有线连接以与接入网络节点 244 连接。

[0060] 在一些实施例中,如参考图 2 所描述,接入点 300 可以配置成准备从操作耦合到接入点 300 的无线通信设备接收的包(例如数据包、控制包),且经由隧道(例如,根据第三层上的以太网隧道、MPLS 隧道)将该包发送到诸如核心网络节点的另一网络设备。接入点 300 还可以配置成在向操作耦合到接入点 300 的无线主机设备转发解封的包之前,解封经由隧道从诸如核心网络节点的另一网络设备接收的包。具体而言,当从操作耦合到接入点 300 的无线主机设备接收包后,隧道模块 329 配置成根据预定隧穿协议(例如 CAPWAP、GRE 中以太网、MPLS)封装该包(例如,添加报头部分、报脚部分和 / 或修改包括在该包中的任何其他标识符)。封装的包然后通过通信接口 324 发送到连接到接入点 300 的接入网络节点,封装

的包从该接入点 300 沿着隧道转发到隧道末端的网络设备。另一方面,当从连接到接入点 300 的接入网络节点接收通过隧道从网络设备发送的包时,隧道模块 329 配置成根据预定隧穿协议(例如 CAPWAP、GRE 中以太网、MPLS)解封包(例如,去除报头部分、报脚部分和 / 或修改包括在该包中的任何其他标识符)。解封的包然后通过 RF 收发器 322 发送到操作耦合到接入点 300 的无线主机设备。

[0061] 在一些实施例中,如参考图 2 所描述,当隧道末端的网络设备(例如核心网络节点)和所有居间有线网络节点(例如接入网络节点、聚集网络节点)处于同构企业网络内或异构企业网络的同构部分内时,隧道模块 329 可以配置成根据诸如 MPLS 或第三层上的以太网隧穿协议的隧穿协议来封装或解封包。在这种实施例中,接入点 300 可以配置成通过居间有线网络节点经由诸如 MPLS 或第三层上的以太网隧道的隧道向核心网络节点发送和 / 或从核心网络节点接收包。在一些其他实施例中,如参考图 1 所描述,当居间有线网络节点和隧道末端的网络设备中的一个或多个处于覆盖企业网络部分内时,隧道模块 329 可以配置成例如根据第三层上的以太网隧穿协议(例如 CAPWAP、GRE 中以太网)来封装或解封包。在这种实施例中,接入点 300 可以配置成通过居间有线网络节点经由第三层上的以太网隧道向核心网络节点发送和 / 或从核心网络节点接收包。

[0062] 在一些实施例中,不同于涉及接入点 300 的操作的上行链路策略的数据可以存储在存储器 326 中。例如,潜在用户通信设备的 MAC 地址可以存储在存储器 326 中,使得用户通信设备可以在操作耦合到接入点 300 后被接入点 300 识别。对于另一示例,与将包隧穿到核心网络节点相关的信息可以存储在存储器 326 中,使得可以通过接入点 300 发起与核心网络节点建立诸如 MPLS 隧道或层 3 隧道的隧道。

[0063] 在一些实施例中,存储器 326 例如可以是随机存取存储器(RAM)(例如动态 RAM、静态 RAM)、闪存、可移动存储器等。在一些实施例中,涉及接入点 300 的操作的数据可以存储在存储器 326 中。例如,上行链路策略表(在图 3 中未示出)可以存储在存储器 326 中,使得当用户使用无线主机设备操作耦合到接入点 300 时,与该用户相关的一个或多个上行链路策略能够被下载且实行在接入点 300 处。对于另一示例,与将包隧穿到核心网络节点相关的信息可以存储在存储器 326 中,使得可以通过接入点 300 发起与核心网络节点建立诸如 MPLS 隧道或第三层上以太网隧道的隧道。

[0064] 类似于上面参考图 2 描述的同构企业网络 200 中的接入点 251、252,接入点 300 不广播在 RF 收发器 322 处从无线耦合到接入点 300 的无线主机设备接收的广播信号(例如 DHCP 请求、ARP 请求、ND 请求)。而是,接入点 300 配置成经由隧道(第三层上的以太网隧道、MPLS 隧道)向操作耦合到接入点 300 的核心网络节点发送广播信号。具体而言,隧道模块 329 配置成根据预定的隧穿协议(例如 CAPWAP、GRE、MPLS)封装广播信号。封装的广播信号然后通过通信接口 324 经由预定的隧道被发送到核心网络节点。类似地,接入点 300 配置成经由隧道从核心网络节点接收与广播信号相关的封装的控制信息,解封接收的包以取出控制信息,且然后将控制信息发送到无线耦合到接入点 300 的无线主机设备。

[0065] 图 4 是根据一个实施例的接入网络节点 400 的系统框图。类似于图 2 中示出的同构企业网络 200 中的接入网络节点 241-244,接入网络节点 400 可以是连接一个或多个有线主机设备到同构企业网络的任何设备,诸如是集线器、以太网交换机等。更具体而言,接入网络节点 400 配置成确保在一个或多个聚集网络节点、有线主机设备和 / 或操作耦合到接

入网络节点 400 的接入点之间发送包。如图 4 所示,接入网络节点 400 包括通信接口 448、存储器 444 以及包含隧道模块 442 的处理器 446。接入网络节点 400 的每个元件操作耦合到接入网络节点 400 的剩余元件中的每一个。此外,通信接口 448(例如,发射 / 接收数据)、隧道模块 442 (例如,封装 / 解封装包)的每个操作以及关于存储器 444 的每个操纵(例如,更新策略表)通过处理器 446 控制。

[0066] 在一些实施例中,接入网络节点 400 的通信接口 448 包括可以用于实现接入网络节点 400 和一个或多个接入点、有线主机设备和 / 或聚集网络节点之间的一个或多个有线连接的至少两个端口(在图 4 中未示出)。有线连接例如可以是经由电缆的双绞线电学信号发送、经由光缆的光纤信号发送等。这样,接入网络节点 400 可以配置成通过通信接口 448 的一个或多个端口接收数据和 / 或发送数据,这些端口连接到一个或多个接入点、有线主机设备和 / 或聚集网络节点的通信接口。此外,在一些实施例中,接入网络节点 400 可以通过通信接口 448 的一个端口实现与操作耦合到接入网络节点 400 的接入点、有线主机设备或聚集网络节点其中之一的有线连接,而通过通信接口 448 的另一端口实现与操作耦合到接入网络节点 400 的接入点、有线主机设备或聚集网络节点的不同有线连接。例如,如图 2 所示,接入网络节点 241 可以实现诸如双绞线电学信号发送的一个有线连接以与接入点 251 连接,而实现诸如光纤信号发送的不同有线连接以与聚集网络节点 231 连接。

[0067] 在一些实施例中,如参考图 2 和 3 所描述,接入网络节点 400 可以是接入点和核心网络节点之间的居间有线网络节点其中之一,通过该居间有线网络节点在接入点和核心网络节点之间建立隧道(例如第三层上的以太网隧道、MPLS 隧道)。在这种实施例中,接入网络节点 400 可以配置成转发经隧穿的包(例如,根据第三层上的以太网隧穿协议封装的包、根据 MPLS 封装的包)。例如,如图 2 所示,接入网络节点 241 可以沿着接入点 251 和核心网络节点 221 之间的 MPLS 隧道或第三层上的以太网隧道(在图 2 中示为由 20 表达的隧道)将从接入点 251 接收的根据 MPLS 或第三层上的以太网隧穿协议封装的经隧穿的包转发到聚集网络节点 231。

[0068] 在一些实施例中,如参考图 2 所描述,接入网络节点 400 可以配置成准备从操作耦合到接入网络节点 400 的有线主机设备接收的包(例如数据包、控制包)且经由隧道(例如,根据第三层上的以太网隧穿协议(例如 GRE 中以太网、CAPWAP 等)或 MPLS 协议的隧道)将包发送到诸如核心网络节点的另一网络设备。接入网络节点 400 还可以配置成在将解封的包转发给操作耦合到接入网络节点 400 的有线主机设备之前解封经由隧道从诸如核心网络节点的另一网络设备接收的包。具体而言,当从操作耦合到接入网络节点 400 的有线主机设备接收包后,隧道模块 442 配置成根据隧道的协议封装该包(例如,添加报头部分、报脚部分和 / 或修改包括在包中的任何其他标识符)。封装的包然后通过通信接口 448 的端口被发送到连接到接入网络节点 400 的聚集网络节点,封装的包从该聚集网络节点沿着隧道转发到核心网络节点。另一方面,当从连接到接入网络节点 400 的聚集网络节点接收通过隧道从核心网络节点发送的包时,隧道模块 442 配置成根据隧道的协议解封包(例如,去除报头部分、报脚部分和 / 或修改包括在包中的任何其他标识符)。解封的包然后通过通信接口 448 的端口被发送到操作耦合到接入网络节点 400 的有线主机设备。

[0069] 在一些实施例中,存储器 444 例如可以是随机存取存储器(RAM)(例如动态 RAM、静态 RAM)、闪存、可移动存储器等。在一些实施例中,不同于涉及接入网络节点 400 的操作的

上行链路策略的数据也可以存储在存储器 444 中。例如,潜在用户主机设备的 MAC 地址可以存储在存储器 444 中,使得在操作耦合到接入网络节点 400 时,用户主机设备可以被接入网络节点 400 识别。对于另一示例,与到核心网络节点的隧穿包相关的信息可以存储在存储器 444 中,使得可以由接入网络节点 400 发起与核心网络节点建立 MPLS 隧道或第三层上的以太网隧道。

[0070] 类似于上面参考图 2 描述的同构企业网络 200 中的接入网络节点 241-244,接入网络节点 400 不广播在通信接口 448 的端口处从直接耦合到接入网络节点 400 的有线主机设备接收的广播信号(例如 DHCP 请求、ARP 请求、ND 请求)。而是,接入网络节点 400 配置成经由隧道(第三层上的以太网隧道、MPLS 隧道)向操作耦合到接入网络节点 400 的核心网络节点发送广播信号。具体而言,隧道模块 442 配置成根据预定的隧穿协议(例如 CAPWAP、GRE、MPLS)封装广播信号。封装的广播信号然后经由预定隧道通过通信接口 448 的端口被发送到核心网络节点。类似地,接入网络节点 400 配置成经由隧道从核心网络节点接收与广播信号相关的封装的控制信息,解封接收的包以取出控制信息,且然后将控制信息发送到直接耦合到接入网络节点 400 的有线主机设备。

[0071] 图 5 是根据一个实施例的核心网络节点 500 的系统框图。类似于图 2 中示出的同构企业网络 200 中的核心网络节点 221 和核心网络节点 222,核心网络节点 500 可以是布置在企业网络的物理核心或主干中的任何交换设备,其配置成操作耦合企业网络的剩余设备(例如聚集网络节点、接入网络节点、接入点)到提供对于数据资源和 / 或信息服务的接入的一个或多个其他网络。更具体而言,核心网络节点 500 例如配置成基于 IP 路由服务在一个或多个聚集网络节点和操作耦合到核心网络节点 500 的一个或多个其它网络之间转发数据。此外,如此处详细描述,核心网络节点 500 例如配置成管理有线和无线网络设备、管理用于有线和无线客户端的用户会话且取出与从有线和无线主机设备接收的广播信号相关的控制信息。

[0072] 如图 5 所示,核心网络节点 500 包括:通信接口 530;包含标识符表 512 的存储器 510;以及包含隧道模块 522 和控制模块 524 的处理器 520。通信接口 530(例如发射 / 接收数据)、隧道模块 522(例如封装 / 解封包)以及控制模块 524(例如管理用户会话)的每个操作以及对于标识符表 512 或存储器 510 的任何其他部分的每个操纵由处理器 520 控制。

[0073] 在一些实施例中,核心网络节点 500 的通信接口 530 包括可以用于实现核心网络节点 500 和一个或多个聚集网络节点、一个或多个接入网络节点、其他核心网络节点和 / 或其他网络的设备之间的一个或多个有线连接的至少两个端口(在图 5 中未示出)。有线连接例如可以是经由电缆的双绞线电学信号发送、经由光缆的光纤信号发送等。这样,核心网络节点 500 可以配置成通过通信接口 530 的一个或多个端口接收数据和 / 或发送数据,这些端口与一个或多个聚集网络节点、一个或多个接入网络节点、其他核心网络节点和 / 或其他网络的设备的通信接口连接。此外,在一些实施例中,核心网络节点 500 可以通过通信接口 530 的一个端口实现与聚集网络节点、接入网络节点、另一核心网络节点或操作耦合到核心网络节点 500 的另一网络的设备其中之一的有线连接,而通过通信接口 530 的另一端口实现与操作耦合到核心网络节点 500 的另一聚集网络节点、接入网络节点、核心网络节点或另一网络的设备的不同有线连接。例如,如图 2 所示,核心网络节点 221 可以实现诸如双绞线电学信号发送的一个有线连接以与聚集网络节点 231、聚集网络节点 232 和核心网

络节点 222 连接, 而实现诸如光纤信号发送的不同有线连接以及与网络 201 的设备连接。

[0074] 在一些实施例中, 如参考图 2 所描述, 核心网络节点 500 可以配置成准备将要经由隧道(例如, 根据第三层上的以太网隧穿协议(例如 GRE 中的以太网、CAPWAP 等)或 MPLS 协议的隧道)发送到接入设备(例如接入点、接入网络节点)的包(例如数据包、控制包)。核心网络节点 500 还可以配置成经由隧道从接入设备接收和解封封装的包。类似于图 1 中示出的覆盖企业网络 100 中的核心网络节点, 核心网络节点 500 可以配置成向和 / 或从操作耦合到核心网络节点 500 (包括其他核心网络节点和 / 或其他网络中的设备)的其他网络设备转发包和 / 或接收包, 而不使用任何隧穿技术。具体而言, 核心网络节点 500 的控制模块 524 配置成管理用于一个或多个用户和 / 或用于一个或多个有线和 / 或无线主机设备的有线和无线用户会话。

[0075] 更具体而言, 当经由第三层上的以太网隧道或 MPLS 隧道在通信接口 530 的端口处接收与用户会话相关的包时, 隧道模块 522 配置成根据用于该隧道的协议解封包(例如, 去除报头部分、报脚部分和 / 或修改包括在包中的任何其他标识符)。备选地, 核心网络节点 500 在通信接口 530 的端口处从操作耦合到核心网络节点 500 的另一网络设备(诸如另一核心网络节点或另一网络中的设备)接收与用户会话相关的包。为了转发接收的包, 控制模块 524 配置成检查包括在该包中的目的地 IP 地址。如果该包的目的地不是直接连接到核心网络节点 500 的 pod 中的用户(即, 目的地是不连接到核心网络节点 500 的 pod 中的网络设备、目的地是另一网络中的用户), 则控制模块 524 配置成将该包从通信接口 530 的端口转发到操作耦合到核心网络节点 500 的网络设备(诸如另一核心网络节点或另一网络中的设备)而不使用任何隧穿技术。如果该包的目的地是直接连接到核心网络节点 500 的 pod 中的用户, 则隧道模块 522 配置成根据第三层上的以太网隧穿协议或 MLS 协议封装包(例如, 添加报头部分、报脚部分和 / 或修改包括在包中的任何其他标识符)。同时, 控制模块 524 配置成建立连接核心网络节点 500 与操作耦合到该主机设备的接入设备(例如接入网络节点、接入点)的第三层上的以太网隧道或 MPLS 隧道(如果这种第三层上的以太网隧道或 MPLS 隧道尚未建立)。最后, 控制模块 524 配置成通过第三层上的以太网隧道或 MPLS 隧道从通信接口 530 的端口向该接入设备发送封装包。

[0076] 如参考图 2 所描述且如图 5 所示, 与一个或多个类型的广播信号相关的控制信息(包括 ARP 请求)可以存储在标识符表 512 中, 该标识符表 512 位于且维持在核心网络节点 500 的存储器 510 的一部分中。例如, 如参考图 6 所示和描述, 同构企业网络中的网络实体(例如主机设备、接入点、接入网络节点、聚集网络节点等)的一个或多个 IP 地址以及一个或多个 MAC 地址可以存储在标识符表 512 中。如此处所描述, 响应于从主机设备接收 ARP 请求, 核心网络节点 500 的处理器 520 可以配置成从标识符表 512 取出包括与被包括在 ARP 请求中的 IP 地址相关的 MAC 地址的控制信息, 且然后将包括 MAC 地址的控制信息从通信接口 530 的端口发送到主机设备。

[0077] 类似于参考图 2 描述的同构企业网络 200 中的核心网络节点 221 和 222, 核心网络节点 500 不广播经由隧道(例如, 第三层上的以太网隧道、MPLS 隧道)在通信接口 530 的端口处从耦合到主机设备(例如有线主机设备、无线主机设备)的接入设备(例如接入网络节点、接入点)接收的广播信号(例如 DHCP 请求、ARP 请求、ND 请求)。而是, 核心网络节点 500 配置成取出与广播信号相关的控制信息, 且然后经由隧道将控制信息发送到接入设备,

控制信息从该接入设备进一步转发且然后应用在主机设备处。

[0078] 具体而言,在经由隧道从耦合到主机设备的接入设备接收广播信号之后,隧道模块 522 配置成根据相关隧穿协议解封接收的包以取出广播信号。基于取出的广播信号,处理器 520 配置成取出与该广播信号相关的控制信息。例如,如果接收了在主机设备发起的 DHCP 请求,则处理器 520 可以配置成向操作耦合到核心网络节点 500 的 DHCP 服务器发送单播信号,使得可以从 DHCP 服务器取出包括分配给该主机设备的 IP 地址的控制信息。对于另一示例,如果接收了包括 IP 地址的 ARP 请求,则处理器 520 可以配置成从标识符表 512 取出包括与该 IP 地址相关的 MAC 地址的控制信息。接下来,隧道模块 522 配置成根据隧穿协议封装取出的控制信息,且处理器 520 配置成经由隧道从通信接口 530 的端口向该接入设备发送封装的控制信息。随后,该控制信息从接入设备转发到主机设备,且然后相应地应用在主机设备处。

[0079] 在一些实施例中,存储器 510 例如可以是随机存取存储器(RAM)(例如动态 RAM、静态 RAM)、闪存、可移动存储器等。在一些实施例中,除了涉及核心网络节点 500 的操作的广播信号相关的控制信息之外的数据可以存储在存储器 510 中。例如,潜在用户的用户 ID 和密码的组合可以存储在存储器 510 中,使得当用户键入的用户 ID 和密码被提供到核心网络节点 500 时,用户的身份可以被核心网络节点 500 验证。备选地,存储器 510 可以存储用于存储用户认证信息(例如用户 ID 和密码)和相关策略的外部服务器的地址信息。对于另一示例,与到一个或多个接入设备的隧穿包相关的信息可以存储在存储器 510 中,使得可以由核心网络节点 500 发起建立与接入设备之一的 MPLS 隧道或第三层上的以太网隧道。

[0080] 图 6 是根据一个实施例在核心网络节点中实现或可被其访问的标识符表 600 (例如如图 5 所示在核心网络节点 500 中实现的标识符表 512) 的示意性说明,该标识符表将 MAC 地址与 IP 地址相关联。标识符表 600 具有示为 IP 地址 620 和 MAC 地址 640 的两列。标识符表 600 的每个条目(即行)限定同构企业网络(例如图 2 中的同构企业网络 200)中的网络实体(例如主机设备、路由器、网关等)的 IP 地址和 MAC 地址(可能未知)的关联。标识符表 600 的每个条目可以包括 IP 地址 620 中的一个条目的 IP 地址和 / 或 MAC 地址 640 中的一个条目的 MAC 地址。在一些实施例中,标识符表 600 例如可以是存储在核心网络节点中的缓存 ARP 表。

[0081] 具体而言,第一列,IP 地址 620,包含 IP 地址(例如 192. 168. 10. 1、192. 168. 20. x、192. 168. 10. 100),其中的每一个唯一地标识设备的 IP 地址或一组设备的 IP 地址范围,所述设备处于同构企业网络内或与同构企业网络相关联。第二列,MAC 地址 640,包含 MAC 地址(例如 01:23:45:67:89:ab、11:22:33:44:55:66),其中的每一个标识同构企业网络中网络实体的唯一 MAC 地址。如此处参考图 2 和图 5 所描述,响应于接收请求与 IP 地址相关的 MAC 地址的 ARP 请求,访问或托管标识符表 600 的核心网络节点可以配置成从标识符表 600 取出与该 IP 地址相关的 MAC 地址。存储在标识符表 600 的条目(即行)中的每个 MAC 地址与标识符表 600 的相同条目中的 IP 地址或 IP 地址范围相关。此外,通过使用与标识符表 600 中的 IP 地址相关的 MAC 地址作为数据包的头中的目的地 MAC 地址,目的地为网络实体的 IP 地址的数据包可以被传递到该网络实体。

[0082] 例如,如图 2 所示,标识符表 600 可以在核心网络节点 221 中实现或可被其访问的标识符表,且存储在标识符表 600 中的第一条目可以与有线主机设备 281 相关。换

句话说,有线主机设备 281 具有 192.168.10.1 的 IP 地址和 01:23:45:67:89:ab 的 MAC 地址。当核心网络节点 221 接收请求与 IP 地址 192.168.10.1 相关的 MAC 地址的 ARP 请求时,核心网络节点 221 配置成从标识符表 600 确定与 IP 地址 192.168.10.1 相关的 MAC 地址 01:23:45:67:89:ab。因而,核心网络节点 221 配置成向网络实体发送包括 MAC 地址 01:23:45:67:89:ab 的控制信息,该网络实体经由隧道向用于该网络实体的接入设备(例如接入点或接入网络节点)发起 ARP 请求。注意,控制信息不被核心网络节点广播,而是经由隧道发送到合适的接入设备。因此,基于用作数据包的报头中的目的地 MAC 地址的有线主机设备 281 的 MAC 地址(即 MAC 地址 01:23:45:67:89:ab),目的地为 IP 地址 192.168.10.1 的数据包被传递到有线主机设备 281。

[0083] 在一些其他实施例中,网络实体的 IP 地址或一组网络实体的 IP 地址范围在标识符表 600 的条目中与路由设备(例如核心网络节点)的 MAC 地址相关。在这种实施例中,路由设备的 IP 地址可以不包括在标识符表 600 的条目中的(多个) IP 地址中。然而,路由设备可以配置成将目的地为该组网络实体的 IP 地址范围的数据包转发到该组网络实体,数据包可以从该组网络实体进一步转发到目的地。换句话说,如果在访问或托管标识符表 600 的核心网络节点处接收目的地为该组网络实体中的一个网络实体的数据包,则该数据包首先可以基于数据包的报头中用作目的地 MAC 地址的路由设备的 MAC 地址被传递到该路由设备,且然后基于包括在数据包的报头中的目的地 IP 地址通过该路由设备转发到该组网络实体。

[0084] 例如,如图 2 所示,标识符表 600 可以是在核心网络节点 221 中实现或可被其访问的标识符表,存储在标识符表 600 的第二条目中的 IP 地址可以与网络 201 中的一组网络实体相关联,且存储在标识符表 600 的第二条目中的 MAC 地址可以与核心网络节点 222 相关联。换句话说,网络 201 中的该组网络实体具有 192.168.20.x 的一组 IP 地址,其中“x”表示从 0 至 255 的任何整数,且核心网络节点 222 具有 MAC 地址 11:22:33:44:55:66。此外,核心网络节点 222 配置成用作同构企业网络 200 和网络 201 之间的路由器。换句话说,核心网络节点 222 可以将包从同构企业网络 200 转发到网络 201,反之亦然。当核心网络节点 221 接收请求与落到 192.168.20.x 的范围中的 IP 地址相关的 MAC 地址的 ARP 请求时,核心网络节点 221 配置成从标识符表 600 确定 MAC 地址 11:22:33:44:55:66 与该 IP 地址相关联。因而,核心网络节点 221 配置成向发起 ARP 请求的网络实体发送包括 MAC 地址 11:22:33:44:55:66 的控制信息。因此,目的地为落在 192.168.20.x 的范围内的 IP 地址的数据包首先基于用作数据包的报头中的目的地 MAC 地址的核心网络节点 222 的 MAC 地址(即 MAC 地址 11:22:33:44:55:66)被传递到核心网络节点 222,且然后基于处于网络 201 的 IP 地址范围(即 IP 地址 192.168.20.x)内的数据包的报头中的目的地 IP 地址,由核心网络节点 222 转发到网络 201。

[0085] 在又一些其他实施例中,网络实体的 IP 地址与标识符表 600 中的任何 MAC 地址不相关。在一些实施例中,如参考图 2 描述,如果在访问或托管标识符表 600 的核心网络节点处接收目的地为该网络实体的 IP 地址的数据包,则该核心网络节点可以配置成向一组网络实体发送多播请求,该组网络实体的 IP 地址与标识符表 600 中的任何 MAC 地址不相关,使得可以识别具有该 IP 地址的一个网络实体。因此,识别的网络实体的 MAC 地址可以与 IP 地址相关且存储在标识符表 600 中。此外,数据包可以基于用作数据包的报头中的目的地

MAC 地址的网络实体的 MAC 地址被传递到该网络实体。注意,在该示例中,核心网络节点向一组网络实体发送多播请求,该组网络实体的 IP 地址与标识符表 600 中的任何 MAC 地址不相关,而不向标识符表 600 中与 IP 地址相关的剩余网络实体发送多播信号。

[0086] 例如,如图 2 所示,标识符表 600 可以是在核心网络节点 221 中实现的标识符表,且存储在标识符表 600 的第三条目中的 IP 地址可以与无线主机设备 291 相关联。换句话说,无线主机设备 291 具有 192.168.10.100 的 IP 地址且其 MAC 地址对于核心网络节点 221 是未知的。当核心网络节点 221 接收请求与 IP 地址 192.168.10.100 相关的 MAC 地址的 ARP 请求时,核心网络节点 221 配置成确定在标识符表 600 中没有 MAC 地址与这一 IP 地址相关联。因而,核心网络节点 221 配置成向包括无线主机设备 291 的一组网络实体发送多播请求,该组网络实体的 IP 地址不与标识符表 600 中的任何 MAC 地址相关联。响应于接收多播请求,无线主机设备 291 配置成将其 MAC 地址发送到核心网络节点 221。因而,核心网络节点 221 可以向发起 ARP 请求的网络实体提供包括无线主机设备 291 的 MAC 地址的与 ARP 请求相关的控制信息。因此,无线主机设备 291 的 MAC 地址被插入到标识符表 600 的第三条目(在图 6 中未示出)中,且随后发送的目的地为 IP 地址 192.168.10.100 的数据包基于用作数据包的报头中的目的地 MAC 地址的无线主机设备 291 的 MAC 地址被传递到无线主机设备 291。

[0087] 在一些实施例中,访问或托管标识符表 600 的核心网络节点可以配置成维护和更新标识符表 600,包括插入 IP 地址和 / 或 MAC 地址的新条目、修改 IP 地址和 / 或 MAC 地址、删除条目等。如参考图 2 所描述,同构企业网络的核心网络节点可以配置成经由 DHCP 探听和 / 或其他 IP 包探听获知同构企业网络 200 中相关网络实体(例如主机设备、路由器、网关等)的 IP 地址和 / 或 MAC 地址。具体而言,这种 DHCP 探听和 / 或其他 IP 包探听对于同构企业网络的核心网络节点是可行的,因为与 DHCP 请求相关的控制业务流和数据包典型地通过同构企业网络的核心网络节点被发送。

[0088] 例如,如图 2 所示,核心网络节点 221 可以通过探听与在有线主机设备 281 发起的 DHCP 请求相关的控制信息获知有线主机设备 281 的 IP 地址和 MAC 地址,该控制信息通过核心网络节点 221 从操作耦合到核心网络节点 221 的 DHCP 服务器取出。因而,核心网络节点 221 可以配置成向存储在核心网络节点 221 中或被其访问的标识符表 600 插入包括有线主机设备 281 的 IP 地址和 MAC 地址的新条目。对于另一示例,如图 2 所示,核心网络节点 221 可以通过探听通过核心网络节点 221 发送的无线主机设备 291 和网络 201 中的网络实体之间的会话的数据包获知无线主机设备 291 的 IP 地址的变化。因而,核心网络节点 221 可以配置成更新存储在核心网络节点 221 中或被其访问的标识符表 600 的条目中的无线主机设备 291 的 IP 地址。

[0089] 图 7 是根据一个实施例在同构企业网络 700 中获得 IP 地址的主机设备(例如有线主机设备 791 和无线主机设备 792)的示意性说明。如图 7 所示,有线主机设备 791 直接耦合到接入网络节点 743 且无线主机设备 792 无线耦合到接入点 751。接入网络节点 743 和接入点 751 可以配置成分别经由隧道(第三层上的以太网隧道、MPLS 隧道)与核心网络节点 721 通信。核心网络节点 721 操作耦合到 DHCP 服务器 722,该 DHCP 服务器可以向同构企业网络 700 中的网络实体分配 IP 地址。注意同构企业网络 700 可以包括在图 7 中未示出的其他网络设备,诸如可以操作耦合到核心网络节点 721、接入点 751 和 / 或接入网络节点 743

的聚集网络节点和接入网络节点。

[0090] 类似于图 2 中的同构企业网络 200 中的主机设备,同构企业网络 700 中的主机设备可以通过核心网络节点 721 的通信从 DHCP 服务器 722 获得 IP 地址。具体而言,在有线主机设备 791 最初直接耦合到接入网络节点 743 之后,有线主机设备 791 可以发起且向接入网络节点 743 发送包含 DHCP 请求的广播信号。在接收 DHCP 请求之后,接入网络节点 743 配置成通过一个或多个居间有线网络节点(例如聚集网络节点)(在图 7 中未示出)经由隧道(示为在图 7 中由 32 表达的隧道)向核心网络节点 721 发送该 DHCP 请求。然而,该 DHCP 请求不被广播或发送到其他网络设备。响应于经由该隧道接收 DHCP 请求,核心网络节点 721 配置成向 DHCP 服务器 722 发送单播信号,使得与该 DHCP 请求相关的控制信息(包括分配给有线主机设备 791 的 IP 地址)从 DHCP 服务器 722 被取出到核心网络节点 721。接下来,核心网络节点 721 配置成经由该隧道向接入网络节点 743 发送控制信息,控制信息从接入网络节点 743 进一步转发到有线主机设备 791。因而,有线主机设备 791 获得从 DHCP 服务器 722 分配的 IP 地址。

[0091] 类似地,在无线主机设备 792 最初直接耦合到接入点 751 之后,无线主机设备 792 可以发起且向接入点 751 发送包含 DHCP 请求的广播信号。在接收该 DHCP 请求之后,接入点 751 配置成通过一个或多个居间有线网络节点(例如接入网络节点、聚集网络节点)(在图 7 中未示出)经由隧道(示为在图 7 中由 30 表达的隧道)向核心网络节点 721 发送该 DHCP 请求。然而,该 DHCP 请求不被广播或发送到其他网络设备。响应于经由隧道接收 DHCP 请求,核心网络节点 721 配置成向 DHCP 服务器 722 发送单播信号,使得与该 DHCP 请求相关的控制信息(包括分配给无线主机设备 792 的 IP 地址)从 DHCP 服务器 722 被取出到核心网络节点 721。接下来,核心网络节点 721 配置成经由隧道向接入点 751 发送控制信息,控制信息从接入点 751 进一步转发到无线主机设备 792。因而,无线主机设备 792 获得从 DHCP 服务器 722 分配的 IP 地址。

[0092] 图 8 是根据一个实施例通过在同构企业网络 800 中使用冗余或多路径链路实现隧道的示意性说明。如图 8 所示,在同构企业网络 800 中,接入网络节点 843 经由聚集网络节点 831 和聚集网络节点 832 操作耦合到核心网络节点 821。具体地,接入网络节点 843 分别经由链路 891 和 893 直接耦合到聚集网络节点 831 和聚集网络节点 832。聚集网络节点 831 和聚集网络节点 832 分别经由链路 890 和 892 直接耦合到核心网络节点 821。

[0093] 同构企业网络 800 内诸如链路 891-893 的冗余链路可以通过使用适当的路由协议(诸如此处讨论的使用隧道的路由协议)而用于承载业务流。根据这种适当的路由协议,同构企业网络 800 内的每个节点可以计算从其自身到最终目的地的所有路径。在图 8 的示例中,核心网络节点 821 可以识别到接入网络节点 843 的多个路径(例如经由链路 890 和 891 的路径以及经由链路 892 和 893 的路径),并且接入网络节点 843 可以识别到核心网络节点 821 的多个路径(即,经由链路 890 和 891 的路径以及经由链路 892 和 893 的路径)。因而,包例如可以经由具有链路 890 和 891 的路径或具有链路 892 和 893 的路径从核心网络节点 821 发送到接入网络节点 843 (或反之亦然)。

[0094] 在一些实施例中,针对发送非隧穿业务流(即非隧穿数据业务流、非隧穿控制业务流),同构企业网络中的两个网络设备之间的链路可以被阻断。例如,如图 8 所示,对于发送非隧穿业务流,接入网络节点 843 和聚集网络节点 832 之间的链路 893 被阻断(如图 8 中的

虚线所示)。换句话说,不隧穿的从聚集网络节点 832 发送到接入网络节点 843 的包和 / 或从接入网络节点 843 发送到聚集网络节点 832 的业务流被阻断使用链路 893。在一些实施例中,两个方向(即,从接入网络节点 843 发送的业务流和发送到接入网络节点 843 的业务流)中的非隧穿业务流可以被阻断。在一些其他实施例中,仅两个方向中的一个(即,从接入网络节点 843 发送的业务流或发送到接入网络节点 843 的业务流)中的非隧穿业务流可以被阻断。

[0095] 针对发送非隧穿业务流被阻断的同构企业网络中两个网络设备之间的链路被允许发送与一个或多个预定隧穿协议相关的隧穿业务流(例如隧穿数据业务流、隧穿控制业务流)。例如,如图 8 所示,针对发送非隧穿业务流阻断的接入网络节点 843 和聚集网络节点 832 之间的链路 893 能够被允许发送与 MPLS 协议相关的隧穿业务流。因而,接入网络节点 843 和核心网络节点 821 之间的 MPLS 隧道(在图 8 中示为由 894 表达的隧道)包括两个分离的路径,一个路径经由聚集网络节点 831 且另一路径经由聚集网络节点 832。类似地声明,与 MPLS 协议相关的隧穿业务流可以经由聚集网络节点 831 (即通过链路 890 和链路 891) 或经由聚集网络节点 832 (即通过链路 892 和链路 893) 在接入网络节点 843 和核心网络节点 821 之间被发送。

[0096] 因为用于在同构企业网络内隧穿的路由协议并不是即时收敛的,所以存在这种可能性:可能在网络中形成转发循环而没有防止这种转发循环的机制。如果允许这种转发循环持续,则网络内发送的包可能无限地循环。相反,用于防止这种转发循环的机制可以用于确保网络内的任何瞬时循环不导致无限包转发。例如,当隧道基于 MPLS 协议时,可以使用包括生存时间(TTL)字节的 MPLS 标签。当隧道基于其他协议时,可以使用类似的生存时间机制。

[0097] 在一些实施例中,仅基于一个或多个预定隧穿协议隧穿的业务流可以被允许通过阻断的链路发送。在图 8 的示例中,仅基于 MPLS 协议隧穿的业务流而非基于第三层上的以太网隧穿协议(例如 CAPWAP、GRE)隧穿的业务流可以通过链路 893 发射。

[0098] 在一些实施例中,仅当隧穿的业务流在链路的两个端部实体其中至少之一发起或目的地为此时,隧穿业务流被允许通过阻断的链路被发送。在图 8 的示例中,仅当接入网络节点 843 是隧穿业务流的源或目的地时,在核心网络节点 821 和接入网络节点 843 之间隧穿的业务流可以通过链路 893 被发送。该示例将包括与直接耦合到接入网络节点 843 的有线主机设备(在图 8 中未示出)相关的隧道而不包括与直接耦合到接入网络节点 843 且无线耦合到无线主机设备的接入点相关的隧道。注意,聚集网络节点 832 不可能是核心网络节点 821 和接入网络节点 843 之间的隧穿业务流的源或目的地。

[0099] 在一些实施例中,阻断的链路可以允许仅当链路包括在等价多路径(ECMP)中的路径中时用于发送隧穿业务流;否则对于发射隧穿业务流,该链路被阻断。例如,如图 8 所示,链路 893 被包括在经由聚集网络节点 832 (即经由链路 892 和链路 893)连接核心网络节点 821 和接入网络节点 843 的 ECMP 路径中,其具有与经由聚集网络节点 831(即链路 890 和链路 891)连接核心网络节点 821 和接入网络节点 843 的另一 ECMP 路径相同的成本。因此,链路 893 可以被允许用于发送隧穿业务流。

[0100] 图 9 是根据一个实施例用于在同构企业网络中取出和传递控制信息的方法的流程图。在 902,可以在网络节点处从操作耦合到该网络节点的主机设备接收请求控制信息的

广播信号。具体而言,广播信号可以是请求诸如分配给该主机设备的 IP 地址的控制信息的 DHCP 请求、请求诸如与包括在 ARP 请求中的 IP 地址相关的 MAC 地址的控制信息的 ARP 请求等。该网络节点可以是直接耦合到有线主机设备的接入网络节点或者无线耦合到无线主机设备的接入点。在图 7 的示例中,与向无线主机设备 792 发送数据包相结合,接入网络节点 743 配置成接收通过有线主机设备 791 发起和发送的广播信号,该广播信号是请求与无线主机设备 792 的 IP 地址相关的 MAC 地址的 ARP 请求。

[0101] 在 904,广播信号可以经由隧道从该网络节点发送到核心网络节点,使得核心网络节点取出控制信息而无需发送另一广播信号。具体而言,隧道可以是第三层上的以太网隧道、MPLS 隧道等。在一些实施例中,核心网络节点可以配置成通过向操作耦合到核心网络节点的服务器设备(例如 DHCP 服务器)发送单播信号从该服务器设备取出控制信息。在一些其他实施例中,该核心网络节点可以配置成从存储在该核心网络节点中或可被其访问的数据结构(例如表、数据库)取出控制信息。在图 7 的示例中,在从有线主机设备 791 接收 ARP 请求之后,接入网络节点 743 可以配置成经由隧道(在图 7 中由 32 表达的隧道)向核心网络节点 721 发送 ARP 请求,使得核心网络节点 721 从存储在核心网络节点 721 中的标识符表取出与包括在 ARP 请求中的 IP 地址相关的 MAC 地址。换句话说,核心网络节点 721 取出无线主机设备 792 的 MAC 地址而不发送另一广播信号。

[0102] 在 906,可以经由隧道在该网络节点处从核心网络节点接收控制信息。具体而言,该网络节点可以配置成经由与用于从该网络节点向该核心网络节点发送广播信号相同的隧道从该核心网络节点接收控制信息。备选地,可以经由从该核心网络节点到该网络节点的另一隧道接收控制信息。在图 7 的示例中,在取出包括无线主机设备 792 的 MAC 地址的控制信息之后,接入网络节点 743 可以配置成经由与用于从接入网络节点 743 向核心网络节点 721 发送 ARP 请求的相同隧道(在图 7 中由 32 表达的隧道)从核心网络节点 721 接收控制信息。

[0103] 在 908,控制信息可以从该网络节点发送到该主机设备。在图 7 的示例中,在从核心网络节点 721 接收包括无线主机设备 792 的 MAC 地址的控制信息之后,接入网络节点 743 可以配置成向有线主机设备 791 发送该控制信息。因而,该控制信息可以相应地应用在有线主机设备 791。因此,无线主机设备 792 的 MAC 地址用作从有线主机设备 791 到目的地无线主机设备 792 的数据包的报头中的目的地 MAC 地址。

[0104] 尽管上面已经描述了各种实施例,应当理解,它们仅以举例而非限制方式提出,且可以在形式和细节中做出各种变化。除了相互排他性组合,此处描述的设备 and / 或方法的任何部分可以以任何组合方式组合。此处描述的实施例可以包括描述的不同实施例的功能、组件和 / 或特征的各种组合和 / 或子组合。

[0105] 尽管上面参考图 2 示出和描述了 DHCP 请求和 / 或 ARP 请求由核心网络节点处理而不在企业网络中广播,在其他实施例中,其他广播信号也可以由核心网络节点处理而不在企业网络中广播。例如,请求与 MAC 地址相关的 IP 地址的反向地址解析协议(InARP)请求也可以由核心网络节点处理而不在企业网络中广播。类似于处理 ARP 请求,响应于经由隧道从网络实体接收 InARP 请求,核心网络节点可以配置成取出与 InARP 请求相关的控制信息而不发送广播信号,且经由隧道向网络实体发送取出的控制信息。

[0106] 尽管上面参考图 1 和图 2 示出和描述了与 DHCP 请求相关的控制信息包括 IP 地址、

租期、子网掩码和 / 或缺省网关 IP 地址等,在其他实施例中,与 IP 配置相关的其他控制信息也可以可选地包括在与 DHCP 请求相关的控制信息中。例如,与 DHCP 请求相关的控制信息可以包括控制器(例如核心网络节点)的 IP 地址。对于另一实施例,与 DHCP 请求相关的控制信息可以包括局部缓存域名服务器(DNS)解析器的 IP 地址。另外,类似于 DHCP 请求,尽管上面参考图 1 和图 2 示出且描述了与 ARP 请求相关的控制信息包括与 IP 地址相关的 MAC 地址,在其他实施例中,涉及 MAC 地址和 IP 地址的关联的其他控制信息也可以可选地包括在与 ARP 请求相关的控制信息中。

[0107] 尽管上面参考图 5 示出且描述了标识符表 512 被包括在核心网络节点 500 内的存储器 510 中,在其他实施例中,标识符表可以位于从核心网络节点分离且与之操作耦合的存储器中。在一些实施例中,标识符表可以位于操作耦合到核心网络节点的分离设备内的存储器中。在这种实施例中,核心网络节点可以配置成访问托管标识符表的存储器以取出和 / 或更新诸如存储在标识符表中的 MAC 地址和 / 或 IP 地址的控制信息。例如,核心网络节点的处理器(例如图 5 中的处理器 520)可以配置成向具有托管标识符表的存储器的设备发送包含 IP 地址的单播信号,使得包括与 IP 地址相关的 MAC 地址的控制信息可以从标识符表取出且发送到核心网络节点。对于另一示例,核心网络节点的控制模块(例如图 5 中的控制模块 524)可以配置成向具有托管标识符表的存储器的设备发送控制信号,该控制信号指示包括存储在标识符表中的 IP 地址和 / 或 MAC 地址的条目需要修改。

[0108] 尽管上面参考图 5 示出且描述了控制模块 524 被包括在核心网络节点 500 中,在其他实施例中,控制模块可以从核心网络节点分离且与之操作耦合。在一些实施例中,控制模块可以位于操作耦合到核心网络节点的分离设备上。在这种实例中,控制模块可以配置成管理有线和 / 或无线会话且通过向 / 从核心网络节点发送信号(例如控制信号)/ 接收信号而向有线和 / 或无线会话应用用户策略。例如,控制模块可以向核心网络节点中的隧道模块发送控制信号,该控制信号指示隧道模块根据预定隧穿协议(例如,第三层上的以太网隧穿协议、MPLS 协议)封装或解封接收的包。对于另一示例,控制模块可以向核心网络节点的处理器发送控制信号,该控制信号指示处理器将与用户会话相关的信息与存储在核心网络节点内的策略表中的数据进行比较,使得适当的用户策略可以被确定且应用在用户会话上。

[0109] 尽管上面参考图 8 示出和描述了接入网络节点和核心网络节点之间的隧道包括多个路径,在其他实施例中,其他类型的网络设备之间的隧道也可以包括多个路径。例如,接入点和核心网络节点之间的隧道可以包括多个路径。接入点可以配置成经由包括在隧道内的多个路径中的一个路径向核心网络节点发送广播信号,且核心网络节点还可以以类似方式经由多个路径中的一个路径向接入点发送与广播信号相关的控制信息。

[0110] 尽管上面参考图 1 示出和描述了具有其相关接入网络节点 141-144 和接入点 151-152 的聚集网络节点 131-131 包含 pod,在其他实施例中,pod 可以包括不少于两个或多于两个的聚集网络节点及其相关接入设备(例如接入网络节点、接入点)。如此处所描述,pod 限定为聚集网络节点以及具有到冗余的一组核心网络节点的公共连接的相关接入设备的集合。此外,尽管上面参考图 1、2、7 和 8 示出和描述为连接到包括两个核心网络节点的 pod 的核心网络节点的冗余组,在其他实施例中,核心网络节点的这种冗余组可以包括多于两个核心网络节点。例如,任何数目(例如 3、4、5 等)的核心网络节点集群可以耦合到聚集

网络节点及其相关接入设备的 pod。核心网络节点集群中的每个核心网络可以用作包括在与核心网络节点集群相关的 pod 中的网络设备的控制器、跳和 / 或开关。

[0111] 此处描述的一些实施例涉及具有计算机可读介质(也可以称为处理器可读介质)的计算机存储产品,该计算机可读介质上具有用于执行各种计算机实现的操作的指令或计算机代码。介质和计算机代码(也称为代码)可以是针对特定目的或多个目的而设计和构造的介质和计算机代码。计算机可读介质的示例包括但不限于:诸如硬盘、软盘和磁带的磁存储介质;诸如压缩盘 / 数字视频盘(CD/DVD)、压缩盘只读存储器(CD-ROM)以及全息设备的光学存储介质;诸如光学盘的磁光存储介质;载波信号处理模块;以及诸如专用集成电路(ASIC)、可编程逻辑器件(PLD)以及只读存储器(ROM)和 RAM 器件之类的专门配置为存储和执行程序代码的硬件设备。

[0112] 计算机代码的示例包括但不限于微代码或微指令、诸如编译器产生的机器指令、用于产生网络服务的代码以及包含通过使用解释器的计算机执行的高级指令的文件。例如,实施例可以使用 Java、C++ 或其他编程语言(例如面向对象编程语言)和开发工具实现。计算机代码的附加示例包括但不限于控制信号、密码和压缩码。

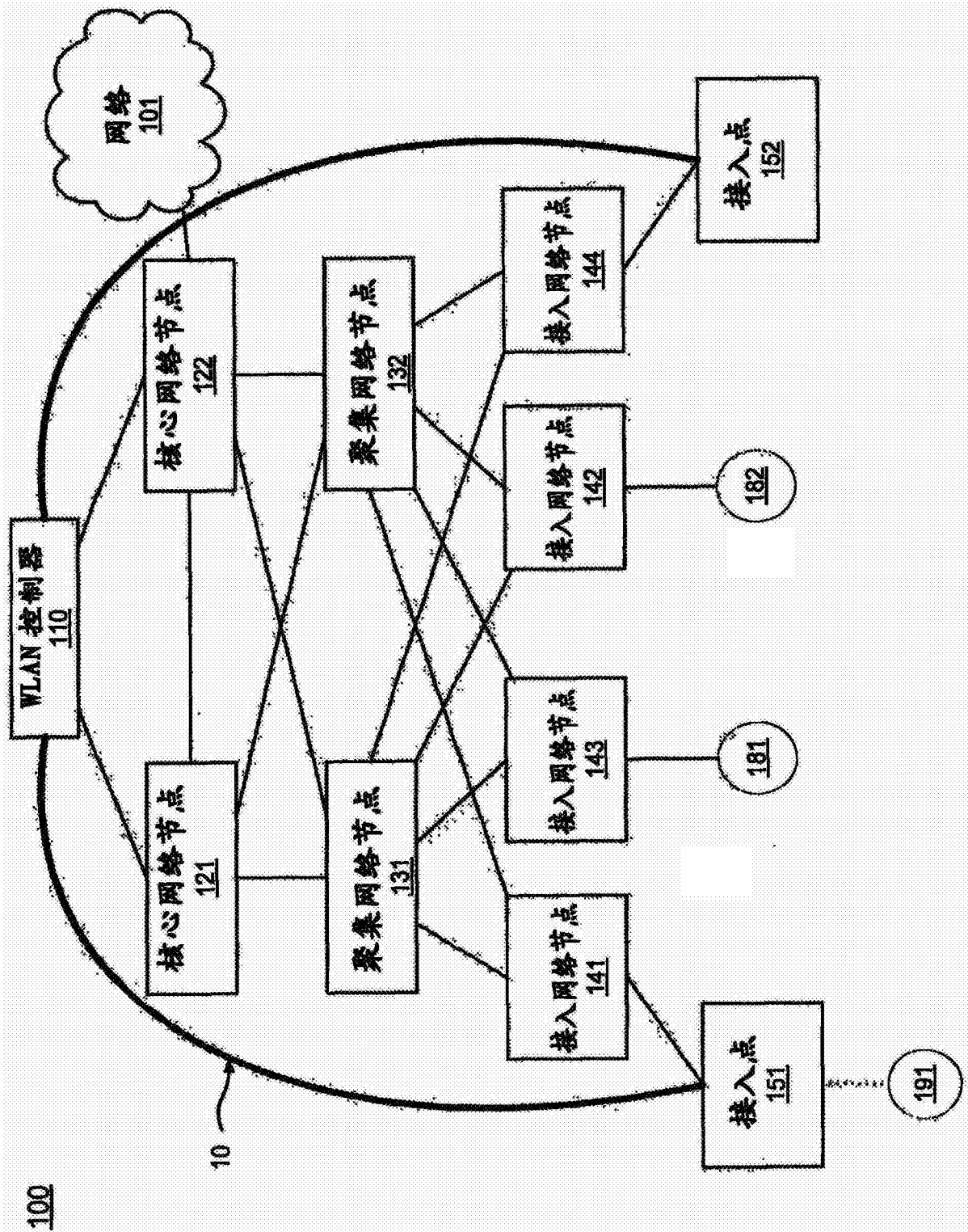


图 1

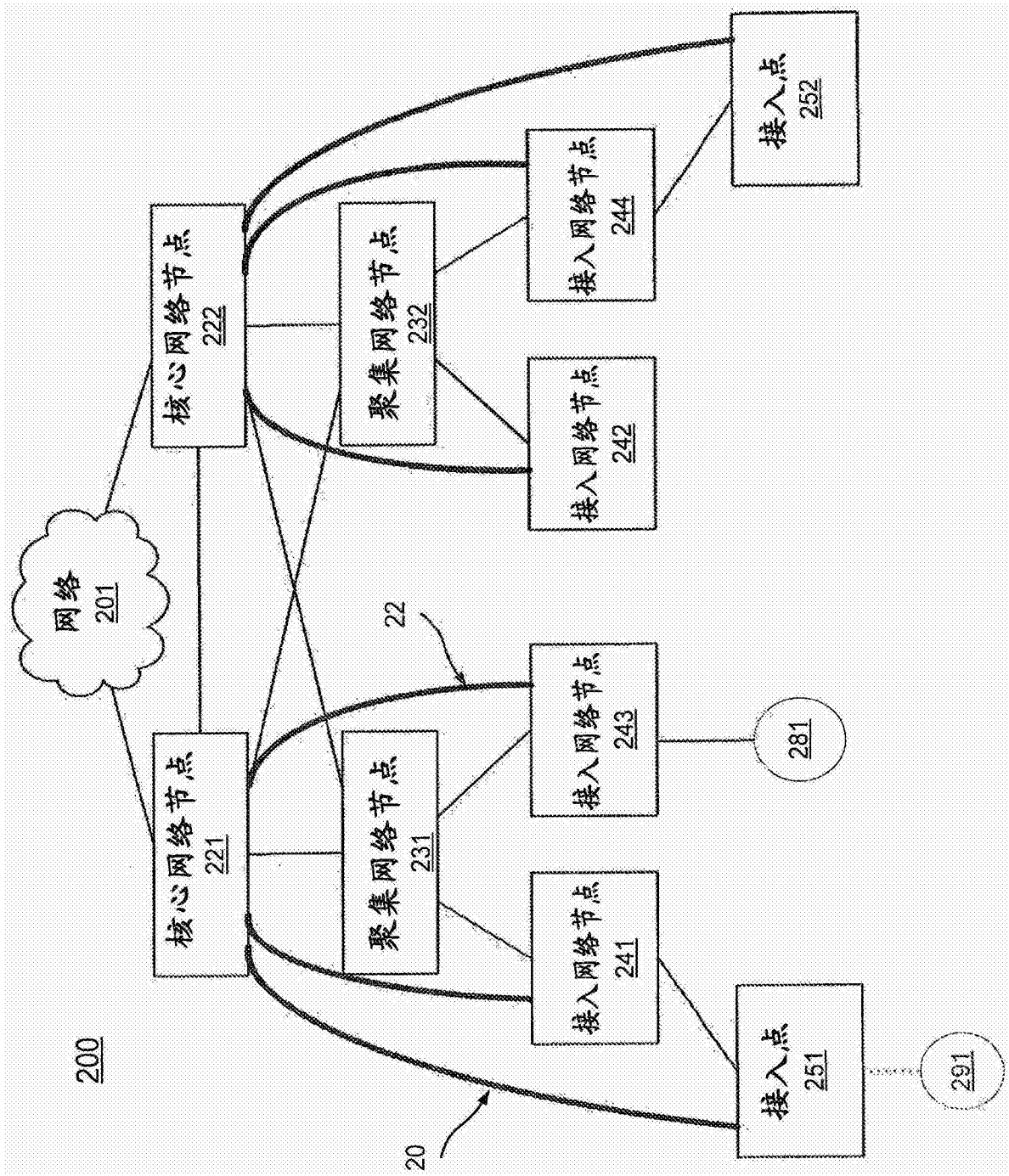


图 2

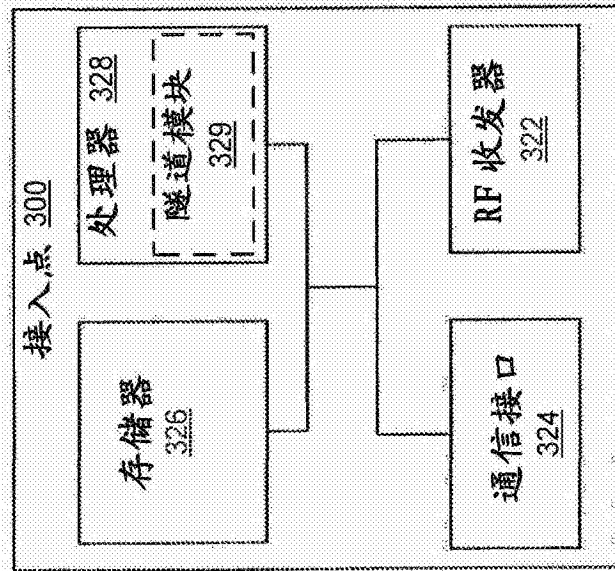


图 3

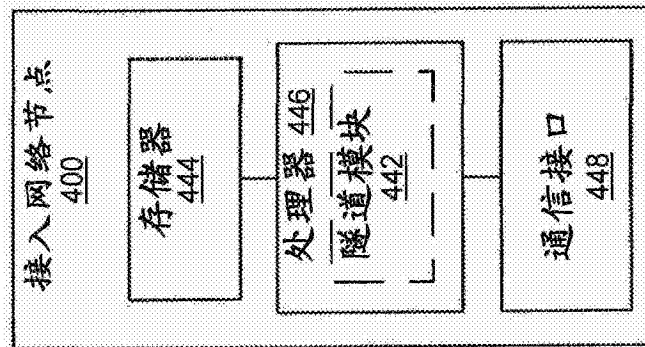


图 4

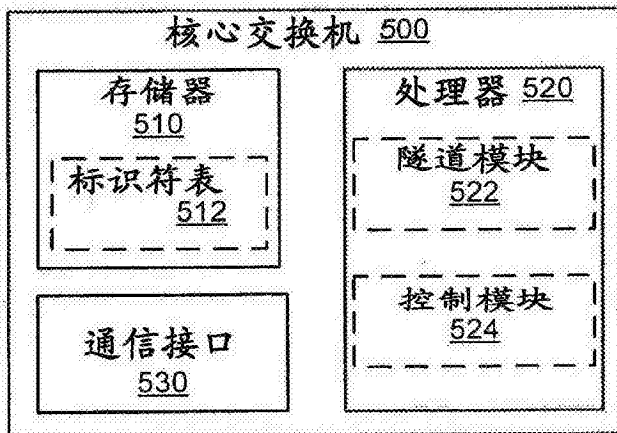


图 5

标识符表 600

IP 地址 620	MAC 地址 640
192.168.10.1	01:23:45:67:89:ab
192.168.20.x	11:22:33:44:55:66
192.168.10.100	

图 6

700

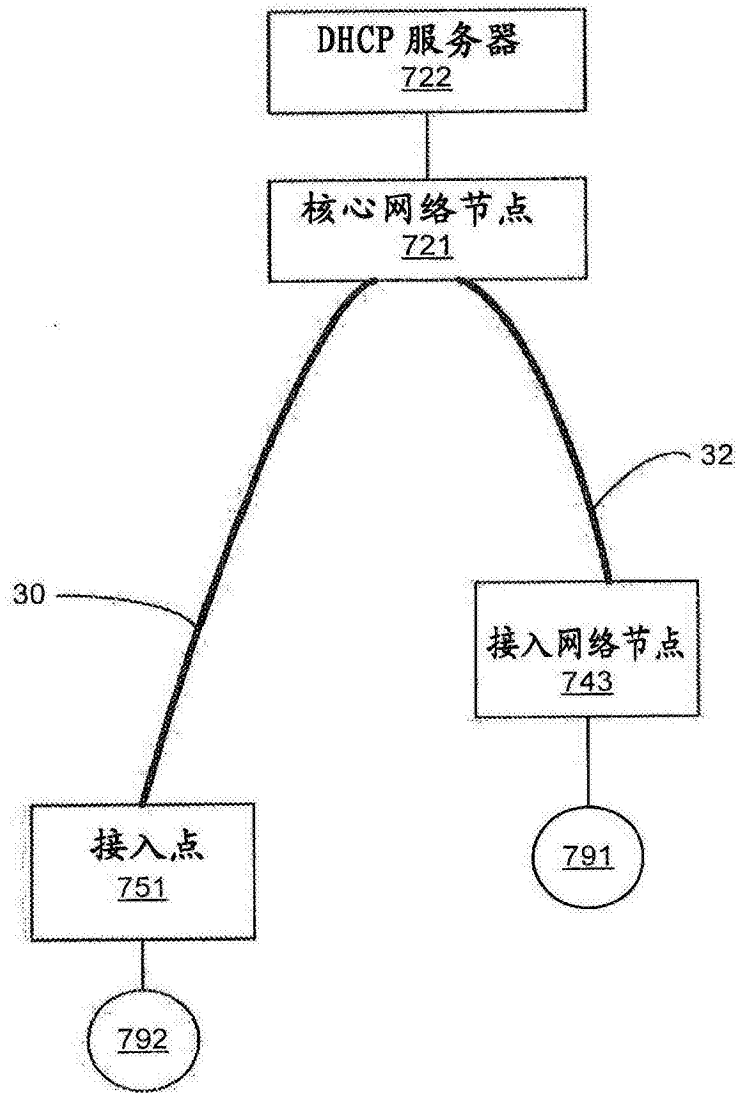


图 7

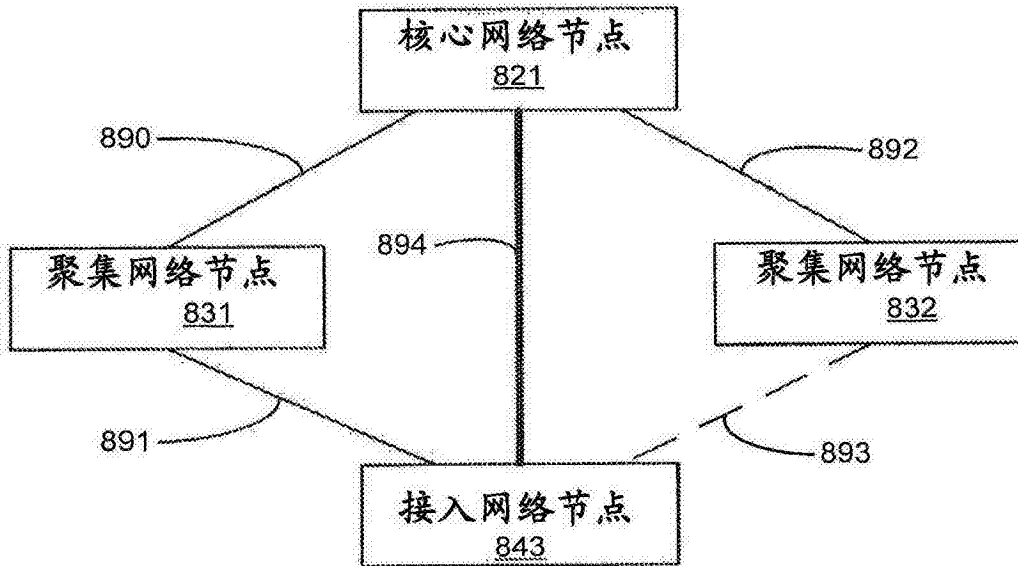


图 8

900

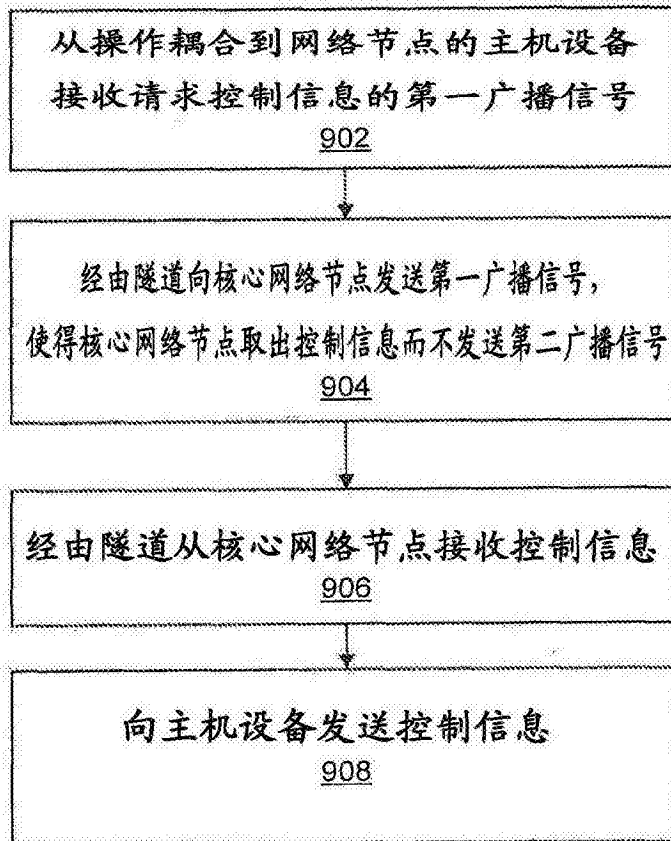


图 9