



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103516632 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 15

(21) 申请号 201310159634. 7

(22) 申请日 2013. 04. 22

(30) 优先权数据

13/538, 328 2012. 06. 29 US

(71) 申请人 丛林网络公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 K·纳拉亚纳斯瓦米 J-M·弗雷朗

A·文卡特拉玛尼 S·加甘纳德汗

(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 12/931 (2013. 01)

H04L 12/70 (2013. 01)

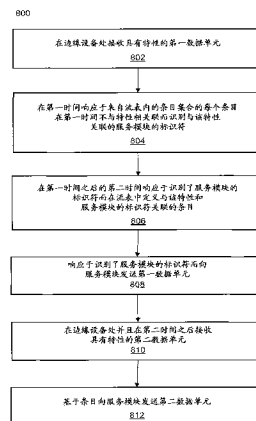
权利要求书3页 说明书19页 附图5页

(54) 发明名称

用于在分布式交换机中提供服务的方法和装置

(57) 摘要

本发明提供了一种用于在分布式交换机中提供服务的方法和装置。在一些实施例中,一种非瞬态处理器可读介质存储代表将由处理器执行的指令的代码。该代码使得处理器在边缘设备处接收具有特性的第一数据单元。该代码使得处理器在第一时间响应于来自流表内的条目集合的每个条目不与该特性关联而识别与该特性关联的服务模块的标识符。该代码使得处理器在流表中定义与该特性和服务模块的标识符关联的条目。该代码使得处理器向服务模块发送第一数据单元。该代码使得处理器在边缘设备处接收具有特性的第二数据单元并且基于所述条目向服务模块发送第二数据单元。



1. 一种非瞬态处理器可读介质,存储代表将由处理器执行的指令的代码,所述代码包括用于使得所述处理器执行以下操作的代码:

在边缘设备处接收具有一个特性的第一数据单元;

在第一时间响应于来自流表内的条目集合的每个条目在所述第一时间不与所述特性相关联而识别与所述特性相关联的服务模块的标识符;

在所述第一时间之后的第二时间,响应于识别了所述服务模块的所述标识符而在所述流表中定义与所述特性和所述服务模块的所述标识符相关联的条目;

响应于识别了所述服务模块的所述标识符而向所述服务模块发送所述第一数据单元;

在所述边缘设备处并且在所述第二时间之后接收具有所述特性的第二数据单元;以及基于所述条目向所述服务模块发送所述第二数据单元。

2. 根据权利要求1所述的非瞬态处理器可读介质,其中所述服务模块与安全服务或者负载平衡服务中的至少一个服务相关联。

3. 根据权利要求1所述的非瞬态处理器可读介质,其中所述特性包括源外围处理设备的标识符、目的地外围处理设备的标识符、所述第一数据单元的类型或者与所述第一数据单元相关联的协议中的至少一项。

4. 根据权利要求1所述的非瞬态处理器可读介质,还包括用于使得所述处理器执行以下操作的代码:

响应于在接收到所述第二数据单元之后的预定时间段内未接收到具有所述特性的第三数据单元而从所述流表中移除所述条目。

5. 根据权利要求1所述的非瞬态处理器可读介质,其中用于使得所述处理器进行识别的所述代码包括用于使得所述处理器基于哈希函数来识别所述服务模块的所述标识符的代码,所述哈希函数使用源外围处理设备的标识符、目的地外围处理设备的标识符、所述第一数据单元的类型或者与所述第一数据单元相关联的协议中的至少一项作为输入。

6. 根据权利要求1所述的非瞬态处理器可读介质,其中用于使得所述处理器进行识别的所述代码包括用于使得所述处理器基于哈希函数来识别所述服务模块的所述标识符的代码,用于使得所述处理器发送所述第二数据单元的所述代码包括用于使得所述处理器基于所述条目并且在不使用所述哈希函数的情况下向所述服务模块发送所述第二数据单元。

7. 一种装置,包括:

边缘设备,被配置为从第一外围处理设备接收第一数据单元,所述边缘设备被配置为基于与所述第一数据单元相关联的特性来识别与将对所述第一数据单元提供的服务相关联的第一服务模块的标识符,所述边缘设备被配置为向所述第一服务模块发送所述第一数据单元,

所述边缘设备被配置为从第二外围处理设备接收第二数据单元,所述边缘设备被配置为基于与所述第二数据单元相关联的特性来识别与将对所述第二数据单元提供的服务相关联的所述第一服务模块的所述标识符,所述边缘设备被配置为至少部分地基于所述边缘设备向所述第一服务模块发送所述第一数据单元来向与所述第一服务模块不同的第二服务模块发送所述第二数据单元。

8. 根据权利要求7所述的装置,其中所述边缘设备被配置为经由分布式交换结构向所

述第一服务模块发送所述第一数据单元,以使得所述第一服务模块经由所述分布式交换结构向第三外围处理设备发送所述第一数据单元。

9. 根据权利要求7所述的装置,其中所述边缘设备被配置为在第一时间接收所述第二数据单元,所述边缘设备被配置为在所述第一时间之后的第二时间从所述第二外围处理设备接收第三数据单元,所述边缘设备被配置为至少部分地基于所述边缘设备向所述第二服务模块发送所述第二数据单元而向所述第二服务模块发送所述第三数据单元。

10. 根据权利要求7所述的装置,其中所述边缘设备被配置为在流表中存储所述第一服务模块的所述标识符和与所述第一数据单元相关联的所述特性之间的关联,所述边缘设备被配置为至少部分地基于所述关联向所述第二服务模块而不向所述第一服务模块发送所述第二数据单元。

11. 根据权利要求7所述的装置,其中所述边缘设备被配置为在流表中存储所述第一服务模块的所述标识符和与所述第一数据单元相关联的所述特性之间的关联,所述边缘设备被配置为至少部分地基于所述关联在包括所述第一服务模块和所述第二服务模块的多个服务模块之间对数据进行负载平衡。

12. 根据权利要求7所述的装置,其中所述边缘设备被配置为从所述第一外围处理设备并且在一个时间段期间接收包括所述第一数据单元的多个数据单元,所述边缘设备被配置为在所述时间段之后接收所述第二数据单元,所述边缘设备被配置为至少部分地基于所述边缘设备向所述第一服务模块发送来自所述多个数据单元的数据单元的速率而向所述第二服务模块而不向所述第一服务模块发送所述第二数据单元。

13. 根据权利要求7所述的装置,其中所述服务是安全服务或者负载平衡服务中的至少一个服务。

14. 根据权利要求7所述的装置,其中与所述第一数据单元相关联的所述特性包括所述第一外围处理设备的标识符、目的地外围处理设备的标识符、所述第一数据单元的类型或者与所述第一数据单元相关联的协议中的至少一项。

15. 根据权利要求7所述的装置,其中所述第二外围处理设备不同于所述第一外围处理设备。

16. 根据权利要求7所述的装置,其中所述第二外围处理设备是所述第一外围处理设备。

17. 一种装置,包括:

边缘设备,被配置为接收第一数据单元,所述边缘设备被配置为基于与所述第一数据单元相关联的特性来识别与将对所述第一数据单元提供的服务相关联的服务模块的标识符,所述边缘设备被配置为向所述服务模块发送所述第一数据单元,以使得所述服务模块对所述第一数据单元执行所述服务,

所述边缘设备被配置为响应于对所述第一数据单元执行了所述服务并且从所述服务模块接收与对所述第一数据单元提供的所述服务相关联的指示,所述边缘设备被配置为接收具有所述特性的第二数据单元,所述边缘设备被配置为响应于接收到所述指示来对所述第二数据单元执行所述服务而不向所述服务模块发送所述第二数据单元。

18. 根据权利要求17所述的装置,其中所述边缘设备被配置为响应于接收到所述指示而在流表中存储所述特性和与所述服务相关联的所述指示之间的关联,所述边缘设备被配

置为响应于所述关联而对所述第二数据单元执行所述服务。

19. 根据权利要求 17 所述的装置,其中所述边缘设备被配置为经由分布式交换结构向所述服务模块发送所述第一数据单元,从而使得所述服务模块经由所述分布式交换结构向外围处理设备发送所述第一数据单元,所述边缘设备被配置为经由所述分布式交换结构向所述外围处理设备发送所述第二数据单元而不向所述服务模块发送所述第二数据单元。

20. 根据权利要求 17 所述的装置,其中所述边缘设备被配置为响应于接收到所述指示而在流表中存储所述特性和与所述服务相关联的所述指示之间的关联,所述边缘设备被配置为响应于所述边缘设备未在预定时间段内接收到具有所述特性的数据而移除所述特性与所述指示之间的所述关联。

21. 根据权利要求 17 所述的装置,其中所述服务是安全服务或者负载平衡服务中的至少一个服务。

22. 根据权利要求 17 所述的装置,其中所述特性包括源外围处理设备的标识符、目的地外围处理设备的标识符、所述第一数据单元的类型或者与所述第一数据单元相关联的协议中的至少一项。

用于在分布式交换机中提供服务的方法和装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请与具有代理案号 JUNI-189/00US108200-2425、提交于相同日期并且标题为“Methods and Apparatus for Providing Services in a Distributed Switch”的共同未决美国专利申请相关,通过引用将该申请整体结合于此。

技术领域

[0003] 这里描述的一些实施例总地涉及大型数据中心和企业网络,并且具体地涉及用于在例如单层数据中心内的分布式交换机中提供服务的方法和装置。

背景技术

[0004] 一些已知的数据中心以能够将典型三层架构(例如,接入层、聚合层和核心层)压缩成单层架构这样的方式布置网络设备。在这样的单层架构中,多个边缘设备,诸如架顶(TOR)网络设备通过多个链路互连。TOR 网络设备连接到为数据中心的部件提供各种功能和服务的多个服务器设备。

[0005] 然而,存在对于能够在单层架构的数据中心中高效提供功能和服务的方法和装置的需要。

发明内容

[0006] 在一些实施例中,一种非瞬态处理器可读介质存储代表将由处理器执行的指令的代码。该代码使得处理器在边缘设备处接收具有一个特性的第一数据单元。该代码使得处理器在第一时间响应于来自流表内的条目集合中的每个条目不与该特性相关联来识别与该特性相关联的服务模块的标识符。该代码使得处理器定义流表中的与该特性和服务模块的标识符相关联的条目。该代码使得处理器向服务模块发送第一数据单元。该代码使得处理器在边缘设备处接收具有该特性的第二数据单元并且基于该条目向服务模块发送第二数据单元。

附图说明

[0007] 图 1 是根据一个实施例的被配置为向数据业务提供服务的交换结构系统的示意图示。

[0008] 图 2 是根据一个实施例的多级交换结构的示意图示。

[0009] 图 3 是根据一个实施例的边缘设备的框图。

[0010] 图 4 是根据一个实施例的管理模块的框图。

[0011] 图 5 是根据一个实施例的操作地耦合到服务模块集合的边缘设备的示意图示。

[0012] 图 6 是根据一个实施例的在边缘设备处实施的流表的示意图示。

[0013] 图 7 是根据另一实施例的在边缘设备处实施的流表的示意图示。

[0014] 图 8 是图示根据一个实施例的如下方法的流程图,该方法用于识别用于对跨分布

式交换结构传输的数据执行服务的服务模块。

具体实施方式

[0015] 在一些实施例中,一种非瞬态处理器可读介质存储代表将由处理器执行的指令的代码。在非瞬态处理器可读介质中存储的代码包括用于使得处理器在边缘设备处接收具有一个特性的第一数据单元(例如,数据单位、数据分组、数据分组的报头部分、数据分组的净荷部分等)的代码。这样的特性可以例如是源外围处理设备的标识符、目的地外围处理设备的标识符、第一数据单元的类型或者与第一数据单元关联的协议。

[0016] 非瞬态处理器可读介质包括用于使得处理器在第一时间响应于来自流表内的条目集合中的每个条目不与特性相关联来识别与该特性相关联的服务模块的标识符的代码。在一些实施例中,该代码使得处理器例如基于使用特性作为输入的哈希函数来识别服务模块的标识符。在一些实施例中,服务模块可以例如向数据单元提供安全服务或者负载平衡服务。

[0017] 非瞬态处理器可读介质包括用于使得处理器在第一时间之后的第二时间响应于识别了服务模块的标识符而在流表中定义与特性和服务模块的标识符相关联的条目的代码。非瞬态处理器可读介质也包括用于使得处理器响应于识别了服务模块的标识符而向服务模块发送第一数据单元的代码。

[0018] 非瞬态处理器可读介质还包括用于使得处理器在边缘设备处并且在第二时间之后接收具有该特性的第二数据单元并且基于条目向服务模块发送第二数据单元的代码。在一些实施例中,该代码使得处理器基于该条目并且在不使用例如哈希函数的情况下向服务模块发送第二数据单元。此外,在一些实施例中,非瞬态处理器可读介质包括用于使得处理器响应于在接收到第二数据单元之后的预定时间段内未接收到具有该特性的第三数据单元而从流表中去除该条目的代码。

[0019] 如这里所使用的术语“物理跳跃”可以包括在两个模块和/或设备之间的物理链路。例如,操作地将外围处理设备与边缘设备耦合的数据路径可以被称为物理跳跃。换言之,物理跳跃可以在物理上将外围处理设备与边缘设备链接。

[0020] 如这里所使用的术语“单个物理跳跃”可以包括在系统中的两个设备之间的直接物理连接。换言之,单个物理跳跃可以包括如下链路,经由该链路两个设备在没有任何中间模块的情况下被耦合。因而,例如如果外围处理设备经由单个物理跳跃耦合到边缘设备,则该外围处理设备可以向该边缘设备直接发送数据分组而无需通过任何居间模块来发送这些数据分组。

[0021] 如这里所使用的术语“单个逻辑跳跃”意指如下物理跳跃和/或物理跳跃组,该物理跳跃和/或物理跳跃组是与第一协议关联的网络拓扑内的单个跳跃。换言之,根据与第一协议关联的拓扑,没有居间节点存在于经由物理跳跃和/或物理跳跃组操作地耦合到第二模块和/或设备的第一模块和/或设备之间。经由单个逻辑跳跃连接到第二模块和/或设备的第一模块和/或设备无论在第一设备与第二设备之间的物理跳跃的数目如何,都可以使用与第一协议和第二模块和/或设备关联的目的地地址来向第二模块和/或设备发送数据分组。在一些实施例中,例如第二协议可以使用第一协议的目的地地址来通过单个逻辑跳跃向第二模块和/或设备路由来自第一模块和/或设备的数据分组和/或数据单

位。换言之,在第一模块和 / 或设备经由第一协议的单个逻辑跳跃向第二模块和 / 或设备发送数据时,第一模块和 / 或设备将单个逻辑跳跃视为如同它向第二模块和 / 或设备直接发送数据一样。

[0022] 在一些实施例中,交换结构(例如,分布式交换结构)可以充当单个逻辑跳跃(例如,单个大规模联合 L2/L3 交换机)的一部分。交换结构的各部分可以在物理上跨例如通过多个物理跳跃互连的许多底盘和 / 或模块而分布。这样的交换结构被称为分布式交换结构。在一些实施例中,例如可以在第一底盘中包括分布式交换结构的一级并且可以在第二底盘中包括分布式交换结构的另一级。这两级可以在逻辑上充当单个联合交换机的一部分(例如,在根据第一协议的相同逻辑跳跃内)、但是包括在联合交换机内的相应成对级之间的分离的单个物理跳跃。换言之,物理跳跃可以操作地耦合分布式交换结构内的每一级,该每一级代表与用来在分布式交换结构以外路由数据的协议关联的单个逻辑跳跃。此外,与用来在单个逻辑跳跃以外路由数据的协议关联的分组分类和转发无需在单个逻辑跳跃内的每一级发生。在一些实施例中,例如与第一协议(例如,以太网)关联的分组分类和转发可以在模块和 / 或设备经由单个逻辑跳跃向另一模块和 / 或设备发送数据分组之前发生。

[0023] 如在本说明书中所使用的单数形式“一”和“该”包括复数引用,除非上下文另有明示。因此,例如术语“服务模块”旨在于意指单个服务模块或者服务模块的组合。

[0024] 图 1 是根据一个实施例的被配置为向数据业务提供服务的交换结构系统 100 的示意图示。交换结构系统 100 包括交换结构 110、管理模块 150 和多个边缘设备(例如,边缘设备 181-183)。交换结构系统 100 操作地将多个外围处理设备(例如,外围处理设备 111-116)相互耦合。如图 1 中所示,每个外围处理设备 111-116 操作地耦合到交换结构系统 100 的边缘设备 181-183。具体而言,外围处理设备 111 和 112 操作地耦合到边缘设备 182;外围处理设备 113 和 114 操作地耦合到边缘设备 181;外围处理设备 115 和 116 操作地耦合到边缘设备 183。

[0025] 每个外围处理设备 111-116 可以是能够向和 / 或从操作地耦合到该外围处理设备 111-116 的边缘设备 181-183 发送数据和 / 或接收数据的任何设备。外围处理设备 111-116 可以例如是计算节点、服务节点、路由器和存储节点等。在一些实施例中,例如外围处理设备 111-116 包括服务器、存储设备、网关、工作站等。

[0026] 外围处理设备 111-116 可以使用任何适当连接,诸如例如光连接(例如,光线缆和光连接器)、电连接(例如,电线电缆和电连接器)、无线连接(例如,无线收发器)等来操作地耦合到交换结构系统 100 的边缘设备 181-183。这样,外围处理设备 111-116 可以被配置为经由包括边缘设备 181-183 和交换结构 110 的交换结构系统 100 向其它外围处理设备 111-116 发送数据(例如,数据分组、数据单位)。在一些实施例中,在外围处理设备 111-116 与边缘设备 181-183 之间的每个连接是直接链路(例如,有线链路、无线链路)。这样的链路可以视为单个物理跳跃链路。在其它实施例中,每个外围处理设备 111-116 可以经由中间模块(在图 1 中未示出)操作地耦合到边缘设备 181-183。

[0027] 每个边缘设备 181、182、183 可以是被配置为将外围处理设备 111-116 操作地耦合到交换结构 110 的任何设备。在一些实施例中,边缘设备 181-183 可以例如是接入交换机、输入 / 输出模块、架顶 (TOR) 设备等。在结构上,边缘设备 181-183 可以充当源边缘设备和

目的地边缘设备二者。因而,边缘设备 181-183 可以向和从交换结构 110 以及向和从连接的外围处理设备 111-116 发送数据(例如,数据分组或者数据单位的数据流)和接收数据。

[0028] 每个边缘设备 181、182、183 被配置为经由交换结构 110 与其它边缘设备 181-183 通信。具体而言,交换结构 110 被配置为以相对低的延时来提供在边缘设备 181-183 之间的任何设备到任何设备的连通。也就是说,交换结构 110 可以被配置为在边缘设备 181-183 之间传输(例如,传送)数据。在一些实施例中,交换结构 110 可以具有至少数以百计或者数以千计的端口(例如,外出端口和/或进入端口),边缘设备 181-183 可以通过这些端口发送和/或接收数据。在一些实施例中,每个边缘设备 181、182、183 可以被配置为在跨交换结构 110 的多个数据路径上与其它边缘设备 181、182、183 通信。换言之,在一些实施例中,多个数据路径在交换结构 110 内存在于边缘设备 181、182 或者 183 与另一边缘设备 181、182 或者 183 之间。在一些实施例中,交换结构系统 100 可以具有单层架构。在这样的单层架构中,每个边缘设备被配置为经由单个物理跳跃连接到每个其它边缘设备并且与每个其它边缘设备通信。换言之,每个边缘设备直接连接到交换结构系统中的每个其它边缘设备。

[0029] 图 3 是根据一个实施例的边缘设备 300 的框图。边缘设备 300 可以在结构上和功能上与关于图 1 示出和描述的边缘设备 181-183 相似。具体而言,边缘设备 300 可以将(在图 3 中未示出,但是与图 1 中的外围处理设备 111-116 相似的)一个或者多个外围处理设备操作地耦合到(在图 3 中未示出,但是与图 1 中的交换结构 110 相似的)交换结构。

[0030] 如图 3 中所示,边缘设备 300 包括处理器 330;存储器 350,该存储器包括过滤器模块 355、选择模块 353、服务执行模块 356 和流表 354;线路卡(line card)310、320;以及端口 331。处理器 330 操作地耦合到存储器 350、线路卡 310、线路卡 320 和端口 331。线路卡 310 包括端口 311 和 312。线路卡 320 包括端口 321 和 322。在一些实施例中,线路卡 310 和/或 320 可以包括一个或者多个处理器和/或存储器。在一些实施例中,端口可以是任何如下实体,该实体可以活动地与耦合的设备通信(例如,向和/或从耦合的设备发送数据和/或接收数据)或者通过网络进行通信。这样的端口不必是硬件端口,而可以是虚拟端口或者软件定义的端口。

[0031] 在一些实施例中,端口 311、312、321 和/或 322 可以例如耦合到与边缘设备 300 耦合的多个外围处理设备并且与这些外围处理设备通信。在这样的实施例中,端口 311、312、321 和/或 322 可以实施一个或者多个物理层(例如,使用光纤信令的物理层、使用双绞线电信令的物理层)。另外,端口 311、312、321 和/或 322 可以允许边缘设备 300 经由一个或者多个通信协议(例如,光纤信道协议、以太网协议)与多个外围处理设备通信。因此,边缘设备 300 可以经由端口 311、312、321 和/或 322 使用同构或者异构物理层和/或通信协议来与多个外围处理设备通信。

[0032] 在一些实施例中,端口 331 可以连接到交换结构内的设备(例如,切换设备、路由设备),从而使得边缘设备 300 可以经由交换结构操作地耦合到其它边缘设备。端口 331 可以是一个或者多个网络接口(例如,40 吉比特(Gb)以太网接口、100Gb 以太网接口等)的一部分,边缘设备 300 可以通过该一个或者多个网络接口向和/或从交换结构发送数据和/或接收数据。可以例如经由操作地耦合到边缘设备 300 的光链路、电链路或者无线链路向和/或从交换结构发送和/或接收数据。在一些实施例中,边缘设备 300 可以基于一个或

者多个通信协议（例如，光纤信道协议、以太网协议）向和 / 或从交换结构发送数据和 / 或接收数据。

[0033] 在一些实施例中，端口 331 可以实施与在端口 311、312、321 和 322 处实施的物理层和 / 或通信协议不同的物理层和 / 或通信协议。例如端口 311、312、321 和 322 可以使用基于数据分组的通信协议来与外围处理设备通信，并且端口 331 可以使用基于数据单位的通信协议来与交换结构通信。在一些实施例中，边缘设备 300 可以是网络交换机、诸如分布式网络交换机的边缘设备。

[0034] 在一些实施例中，存储器 350 可以例如是随机存取存储器（RAM）（例如，动态 RAM、静态 RAM）、闪存、可移除存储器等。在一些实施例中，可以将流表 354 实施为例如关系数据库、表等。在一些实施例中，可以在存储器 350 内的位置处存储流表 354。在一些实施例中，虽然在图 3 中未示出，但是边缘设备 300 可以包括一个或者多个流表。关于图 6 和 7 进一步示出和描述了流表（例如，流表 354）的细节。

[0035] 在一些实施例中，过滤器模块 355、服务选择模块 353 和服务执行模块 356 可以例如是（在硬件中存储和 / 或执行的）过程、应用、虚拟机和 / 或某一其它软件模块或者硬件模块。例如，可以在存储器 350 内存储并且在处理器 330 处执行实施过滤器模块 355、选择模块 353 和服务执行模块 356 的指令。过滤器模块 355 可以被配置为识别期望的服务和 / 或用于执行该期望的服务的服务模块。选择模块 353 可以被配置为基于流表（例如，流表 354）选择用于执行期望的服务的服务模块。服务执行模块 356 可以被配置为在边缘设备 300 处对数据单元执行期望的服务。下文关于图 1 描述与过滤器模块 355、选择模块 353 和服务执行模块 356 关联的功能的细节。

[0036] 边缘设备 300 可以例如包括硬件模块与（在硬件中存储和 / 或执行的）软件模块的组合。在一些实施例中，例如边缘设备 300 可以包括现场可编程门阵列（FPGA）、专用集成电路（ASIC）、数字信号处理器（DSP）等。在一些实施例中，通过执行在边缘设备 300 中包括的模块（例如，过滤器模块 355、选择模块 353、服务执行模块 356）并且使用流表 354，边缘设备 300 可以被配置为通过交换结构路由数据业务，从而使得能够在向目的地（例如，目的地外围处理设备）发送数据之前对该数据执行一个或者多个期望的服务或者在边缘设备 300 处本地对该数据执行期望的服务。具体而言，边缘设备 300 可以被配置为识别将对在边缘设备 300 处接收的数据执行的一个或者多个服务、选择与识别的服务关联的一个或者多个服务模块并且向选择的服务模块发送数据，从而使得选择的服务模块对数据执行服务和 / 或在边缘设备 300 处对数据执行识别的服务。关于图 1 和图 8 进一步描述了这样的过程的细节。

[0037] 在一些实施例中，边缘设备可以操作地耦合到或者包括一个或者多个服务模块。图 5 是根据一个实施例的操作地耦合到服务模块 561-567 的机架的边缘设备 550 的示意图。边缘设备 550 可以在结构上和功能上与关于图 1 示出和描述的边缘设备 181-183 相似。具体而言，边缘设备 550 可以是交换结构系统（与图 1 中的交换结构系统 100 相似）内的边缘设备。边缘设备 550 可以将外围处理设备（在图 5 中未示出，但是与图 1 中的外围处理设备 111-116 相似）集合操作地耦合到交换结构（在图 5 中未示出，但是与图 1 中的交换结构 110 相似）。在一些实施例中，例如边缘设备 550 可以是与服务模块 561-567 的机架互连的 TOR 网络设备、诸如网络交换机。

[0038] 服务模块 561-567 可以是被配置为提供一个或者多个功能和 / 或执行一个或者多个服务的任何模块、部件或者设备。例如,每个服务模块 561-567 可以被配置为提供与经由边缘设备 550 和交换结构向和 / 或从其它设备发送数据和 / 或接收数据关联的功能,其中边缘设备 550 可以是源边缘设备和 / 或目的地边缘设备。例如,服务模块 561 可以是被配置为托管网站并且经由边缘设备 550 和交换结构从用户操作的输入设备(例如,个人计算机、智能电话)接收数据的 web 服务器。再例如,服务模块 562 可以是被配置为执行应用并且经由边缘设备 550 和交换结构向与用户关联的显示设备发送数据的应用服务器。

[0039] 来自服务模块 561-567 的机架的一个或者多个服务模块可以被配置为对跨交换结构传输或者将跨交换结构传输的数据执行服务。例如,服务模块 563 可以被配置为对向 web 服务器传输或者将向 web 服务器传输的数据执行安全服务(例如,防火墙)。再例如,服务模块 564 可以被配置为对从应用服务器生成的数据执行负载平衡服务(例如,通过多个数据路径分发数据业务的服务)。来自服务模块 561-567 的机架的一个或者多个服务模块可以是虚拟服务模块。这样的虚拟服务模块可以由管理模块(与图 1 中的管理模块 150 和图 4 中的管理模块 400 相似)管理(例如,实例化、配置、监视、维护、移动、去实例化等),该管理模块被配置为管理交换结构系统的边缘设备(包括边缘设备 550)和虚拟服务模块。下文关于图 4 进一步描述了管理虚拟服务模块的细节。

[0040] 可以例如在来自操作地耦合到边缘设备 550 的外围处理设备集合的外围处理设备和 / 或操作地耦合到边缘设备 550 的任何其它类型的服务器设备处托管和执行一个或者多个服务模块 561-567。在这样的实例中,一个或者多个服务模块 561-567 操作地耦合到如图 5 中所示的边缘设备 550。托管服务模块的外围处理设备可以称为服务外围处理设备。类似地,虽然在图 5 中未示出,但是可以在边缘设备 550 内托管和执行一个或者多个服务模块 561-567。在这样的实例中,可以在边缘设备 550 的存储器中存储并且在边缘设备 550 的处理器处执行一个或者多个服务模块 561-567。托管服务模块的边缘设备可以称为服务边缘设备。

[0041] 返回图 1,交换结构 110 可以是经由一个或者多个数据路径将边缘设备 181-183 操作地耦合到其它边缘设备 181-183 的任何适当交换结构。例如,交换结构 110 可以是具有多级交换模块(例如,集成以太网交换机)的 Clos 网络(例如,非阻塞 Clos 网络、严格意义上的非阻塞 Clos 网络、Benes 网络)。在一些实施例中,例如交换结构 110 可以与(如下文关于图 2 示出和描述的)具有三级的交换结构 200 相似。在其它实施例中,图 1 中所示的交换结构 110 可以包括任何数目的级。在这样的实施例中,例如交换结构 110 可以包括五级、七级或者九级。

[0042] 在一些实施例中,交换结构 110 可以是(例如,可以充当)单个联合交换机(例如,单个大规模联合 L2/L3 交换机)。换言之,交换结构 110 可以被配置为作为单个逻辑实体(例如,单个逻辑网元)来操作。在这样的实施例中,交换结构 110 可以是在第一边缘设备 181、182 或者 183 与第二边缘设备 181、182 或者 183 之间的单个逻辑跳跃的一部分(例如,与在边缘设备 181-183 与交换结构 110 之间的数据路径一起)。交换结构 110 可以被配置为连接外围处理设备 111-116(例如,操作地耦合外围处理设备 111-116、促进在外围处理设备 111-116 之间的通信)。在一些实施例中,交换结构 110 可以被配置为经由如下接口设备(在图 1 中未示出)通信,这些接口设备被配置为在至少 10Gb/s 的速率下传输数据。在

一些实施例中,交换结构 110 可以被配置为经由如下接口设备(例如,光纤信道接口设备)通信,这些接口设备被配置为在例如 2Gb/s、4Gb/s、8Gb/s、10Gb/s、40Gb/s、100Gb/s 和 / 或更快链路速度的速率下传输数据。

[0043] 虽然可以在逻辑上集中交换结构 110,但是例如出于可靠性考虑,交换结构 110 的实现方式可以是高度分布式的。例如,交换结构 110 的各部分可以在物理上跨例如许多底盘(或者机架)而分布。在一些实施例中,例如可以在第一底盘中包括交换结构 110 的一级,并且可以在第二底盘中包括交换结构 110 的另一级。这两级都可以在逻辑上充当单个联合式交换机(例如,在相同逻辑跳跃内)的一部分,但是在相应成对级之间具有分离的单个物理跳跃。

[0044] 图 2 是根据一个实施例的多级交换结构 200 的示意图示。交换结构 200 可以在结构上和功能上与关于图 1 示出和描述的交换结构 110 相似。交换结构 200 可以包括在单个逻辑跳跃内的多个物理跳跃。在一些实施例中,交换结构 200 可以是包括第一级 240、第二级 242 和第三级 244 的多级非阻塞 Clos 网络。第一级 240 包括交换模块 212;第二级 242 包括交换模块 214;第三级 244 包括交换模块 216。换言之,第一级 240 的交换模块 212、第二级 242 的交换模块 214 和第三级 244 的交换模块 216 共同定义多级交换结构 200。

[0045] 在一些实施例中,第一级 240 的每个交换模块 212 可以是电子部件和电路的组件。在一些实施例中,例如每个交换模块 212 是 ASIC。在其它实施例中,在单个 ASIC 或者单个芯片封装上包含多个交换模块。在更多其它实施例中,每个交换模块是分立电部件的组件。

[0046] 在一些实施例中,第一级 240 的每个交换模块 212 是交换机(例如,分组交换机、帧交换机、集成以太网交换机和 / 或单元交换机)。交换机被配置为在数据(例如,数据分组、数据单位等)流过交换结构 200 时将它重定向。在一些实施例中,例如每个交换机包括操作地耦合到存储器缓冲器(在图 2 中未示出)上的写入接口的多个进入端口。类似地,外出端口集合操作地耦合到存储器缓冲器上的读取接口。在一些实施例中,存储器缓冲器可以是使用片上静态随机存取存储器(SRAM)来实施的共享存储器缓冲器,该存储器缓冲器用于向所有进入端口和所有外出端口提供充足带宽以在每个时间段(例如,一个或者多个时钟周期)写入一个传入数据单位(例如,数据分组的一部分)或者数据分组,并且在每个时间段读取一个传出数据单位或者数据分组。每个交换机与可以在后续每个时间段中重新配置的纵横(crossbar)交换机相似地进行操作。

[0047] 第一级 240 的每个交换模块 212 包括被配置为在数据(例如,数据单位、数据分组)进入交换结构 200 时接收该数据的进入端口 260 的集合。例如,每个进入端口 260 可以耦合到边缘设备(例如,关于图 1 示出和描述的边缘设备 181-183)。在一些实施例中,交换模块 212 的多于一个进入端口 260 可以经由分离的物理连接(例如,多个电线电缆、多个光纤线缆等)耦合到公共边缘设备的不同端口。因而,边缘设备可以经由进入端口 260 向交换结构 200 发送数据。在图 2 的实施例中,第一级 240 的每个交换模块 212 包括相同数目的进入端口 260。在其它实施例中,每个交换模块 212 可以具有不同数目的进入端口 260。

[0048] 与第一级 240 相似,交换结构 200 的第二级 242 包括交换模块 241。第二级 242 的交换模块 214 在结构上与第一级 240 的交换模块 212 相似。在一些实施例中,第二级 242 的每个交换模块 214 通过数据路径 220 操作地耦合到第一级 240 的每个交换模块 212。在第一级 240 的给定交换模块 212 与第二级 242 的给定交换模块 214 之间的每个数据路径 220

被配置为促进从第一级 240 的交换模块 212 向第二级 242 的交换模块 214 的数据传送。

[0049] 可以用被配置为促进从第一级 240 的交换模块 212 向第二级 242 的交换模块 214 的数据传送的任何方式来构造在第一级 240 的交换模块 212 与第二级 242 的交换模块 214 之间的数据路径 220。在一些实施例中,数据路径 220 可以例如是在交换模块之间的光连接器。在其它实施例中,数据路径 220 可以在中间平面 (midplane) 内。这样的中平面可以用来连接第二级 242 的每个交换模块 214 与第一级 240 的每个交换模块 212。在更多其它实施例中,可以在单个芯片封装内包含两个或者更多交换模块 212 和 214,并且数据路径 220 可以是电迹线。

[0050] 在一些实施例中,交换结构 200 可以是非阻塞 Clos 网络。因此,交换结构 200 的第二级 242 的交换模块 214 的数目基于第一级 240 的每个交换模块 212 的进入端口 260 的数目而变化。在可再布置的非阻塞 Clos 网络 (例如 Benes 网络) 中,第二级 242 的交换模块 214 的数目大于或者等于第一级 240 的每个交换模块 212 的进入端口 260 的数目。在一些实施例中,例如第一级 240 的每个交换模块 212 具有五个进入端口。因此,第二级 242 具有至少五个交换模块 214。第一级 240 的交换模块 212 中的每个交换模块由数据路径 220 操作地耦合到第二级 242 的所有交换模块 214。换言之,第一级 240 的每个交换模块 212 可以向第二级 242 的任何交换模块 214 发送数据。

[0051] 交换结构 200 的第三级 244 包括交换模块 216。第三级 244 的交换模块 216 在结构上与第一级 240 的交换模块 212 相似。第三级 244 的交换模块 216 的数目通常与第一级 240 的交换模块 212 的数目相等。第三级 244 的每个交换模块 216 包括被配置为允许数据退出交换结构 200 的外出端口 262。例如,每个外出端口 262 可以耦合到边缘设备 (例如,关于图 1 示出和描述的边缘设备 181-183)。在一些实施例中,与第一级 240 的交换模块 212 相似,交换模块 216 的多于一个外出端口 262 可以经由分离的物理连接 (例如,多个电线电缆、多个光纤线缆等) 耦合到公共边缘设备的不同端口。因而,边缘设备可以经由外出端口 262 从交换结构 200 接收数据。在图 2 的实施例中,第三级 244 的每个交换模块 216 包括相同数目的外出端口 262。另外,第三级 244 的每个交换模块 216 的外出端口 262 的数目通常与第一级 240 的每个交换模块 212 的进入端口 260 的数目相等。在其它实施例中,每个交换模块 216 可以具有不同数目的外出端口 262,并且第三级 244 的交换模块 216 的外出端口 262 的数目可以不同于第一级 240 的交换模块 212 的进入端口 260 的数目。

[0052] 在一些实施例中,第三级 244 的每个交换模块 216 可以通过数据路径 224 连接到第二级 242 的每个交换模块 214。在第二级 242 的交换模块 214 与第三级 244 的交换模块 216 之间的数据路径 224 被配置为促进从第二级 242 的交换模块 214 向第三级 244 的交换模块 216 的数据传送。

[0053] 与数据路径 220 相似,可以用被配置为促进从第二级 242 的交换模块 214 向第三级 244 的交换模块 216 的数据传送的任何方式来构造在第二级 242 的交换模块 214 与第三级 244 的交换模块 216 之间的数据路径 224。在一些实施例中,例如数据路径 224 可以例如是在交换模块之间的光连接器。在其它实施例中,数据路径 224 可以在中间平面内。这样的中间平面可以用来连接第二级 242 的每个交换模块 214 与第三级 244 的每个交换模块 216。在更多其它实施例中,可以在单个芯片封装内包含两个或者更多交换模块 214 和 216,并且数据路径 224 可以是电迹线。

[0054] 在一些实施例中,可以使用哈希函数、查找表、路由表等通过交换结构 200 路由数据。例如,第一级交换模块 212 可以通过使用数据单位的报头值作为对哈希函数的输入来确定向哪个第二级交换模块 214 发送数据单位。哈希函数的结果可以是第二级交换模块 214 的标识符,并且第一级交换模块 212 可以相应地发送数据单位。类似地,第二级交换模块 214 和 / 或第三级交换模块 216 可以分别使用这样的哈希函数、查找表等来确定分别向哪个第三级交换模块 216 或者哪个(耦合到外出端口 262 的)边缘设备发送数据单位。

[0055] 返回图 1,管理模块 150 可以例如是在交换结构系统 100 内的设备处托管的(在硬件中存储和 / 或执行的)过程、应用、虚拟机和 / 或某一其它软件模块或者硬件模块。在一些实施例中,可以例如在边缘设备(例如,边缘设备 181-183)、在交换结构 110 中的切换设备或者在交换结构系统 100 中的任何其它适当设备处托管管理模块 150。托管管理模块 150 的设备操作地耦合到交换结构系统 100 的其余设备,包括边缘设备 181-183。例如,可以在边缘设备(例如,边缘设备 181-183)内的存储器处存储并且在该边缘设备的处理器处执行实施管理模块 150 的指令。

[0056] 管理模块 150 可以被配置为管理交换结构系统 100 的一个或者多个边缘设备(例如,边缘设备 181-183)。例如,管理模块 150 可以管理和 / 或维护与边缘设备 181-183 关联的配置信息(例如,端口协议信息、网络分段分配信息、端口分配信息、外围处理设备信息等)、转发状态信息(例如,端口标识符、网络分段标识符、外围处理设备标识符等)和 / 或其它信息。管理模块 150 也可以例如监视与边缘设备 181-183 关联的外围处理设备(例如,外围处理设备 111-116)的状态和 / 或状况和 / 或管理和维护与关联于边缘设备 181-183 的外围处理设备和 / 或端口关联的其它信息。具体而言,管理模块 150 可以被配置为管理和维护与对跨交换结构系统 100 传输或者将跨交换结构系统 100 传输的数据执行服务关联的信息。下文关于图 4 中的管理模块 400 的虚拟机 (VM) 调配模块 453 和供给模块 454 讨论关于在管理模块处管理和维护信息的更多细节。

[0057] 图 4 是根据一个实施例的管理模块 400 的框图。管理模块 400 可以在结构上和功能上与关于图 1 示出和描述的管理模块 150 相似。具体而言,可以在与图 1 中的交换结构系统 100 相似的交换结构系统的设备(例如,边缘设备、切换设备)处托管管理模块 400。管理模块 400 可以操作地耦合到交换结构系统的其余设备(例如,边缘设备)。在一些实施例中,管理模块 400 可以被配置为管理交换结构系统中的边缘设备集合的操作。

[0058] 如图 4 中所示,管理模块 400 包括存储器 450,该存储器包括 VM 调配模块 453 和供给模块 454;处理器 410;以及通信接口 420。存储器 450 可以例如是 RAM(例如,动态 RAM、静态 RAM)、闪存和 / 或可移除存储器。在存储器 450 中包括的模块(包括在图 4 中未示出的可能模块)中的每个模块可以例如是在管理模块 400 处执行的(在硬件中存储和 / 或执行的)数据库、过程、应用、虚拟机和 / 或某一其它软件模块或者硬件模块。例如,可以在存储器 450 中存储并且由处理器 410 执行实施这些模块的指令。处理器 410 可以是例如被配置为向存储器 450 中写入数据和从存储器 450 读取数据并且执行在存储器 450 内存储的指令的任何处理器。处理器 410 也可以被配置为例如控制 VM 调配模块 453、供给模块 454 和通信接口 420 的操作。另外,通过执行在存储器 450 中存储的指令,管理模块 400 可以被配置为经由通信接口 420 与管理模块 400 所管理的设备(例如,边缘设备)通信(例如向和 / 或从这些设备发送信号和 / 或接收信号)。

[0059] 在处理器 410 的控制之下并且基于在存储器 450 中存储的指令, 管理模块 400 也可以例如管理交换结构系统中的边缘设备集合的操作。具体而言, 管理模块 400 的 VM 调配模块 453、供给模块 454 和 / 或其它模块 (在图 4 中未示出) 可以被配置为共同管理与对跨交换结构系统传输或者将跨交换结构系统传输的数据执行服务关联的边缘设备的操作。

[0060] VM 调配模块 453 可以被配置为管理 (例如, 实例化、配置、监视、维护、移动、去实例化等) 在交换结构系统中的设备 (例如, 服务边缘设备、服务外围处理设备) 处执行的虚拟服务模块。可以执行 VM 调配模块 453 所管理的虚拟服务模块以对跨交换结构系统传输或者将跨交换结构系统传输的数据执行各种服务 (例如, 安全服务、负载均衡服务)。例如, VM 调配模块 453 可以被配置为向边缘设备发送信号 (例如, 经由通信接口 420), 从而使得在该边缘设备处实例化用于执行防火墙服务的虚拟服务模块。再例如, VM 调配模块 453 可以被配置为监视在服务外围处理设备处执行的虚拟服务模块的状况, 从而使得 VM 调配模块 453 可以从该服务外围处理设备接收如下指示 (例如, 经由通信接口 420), 该指示指明该虚拟服务模块的状况的改变 (例如, 虚拟服务模块过加载)。

[0061] 供给模块 454 可以被配置为维护与可用于对跨交换结构系统传输或者将跨交换结构系统传输的数据执行服务的的服务模块和 / 或对该数据活动地执行服务的的服务模块关联的信息。例如, 供给模块 454 可以被配置为维护如下数据结构 (例如, 列表、表), 该数据结构存储可用服务的信息和执行服务的关联服务模块的位置。在一些实例中, 供给模块 454 可以被配置为向每个边缘设备发送数据结构的副本或者数据结构的一部分, 从而使得边缘设备可以基于数据结构选择适当服务模块。另外, 在改变 (例如, 激活、去激活、过加载等) 服务模块的状况之后, 供给模块 454 可以被配置为接收该改变的指示、相应地更新该服务模块的信息、然后向每个边缘设备发送更新的信息 (例如, 数据结构或者数据结构的一部分的更新版本)。因此, 可以用交换结构系统中的任何服务模块的任何改变来更新每个边缘设备。

[0062] 在一些实施例中, 如下文进一步描述的那样, 管理模块 400 管理的边缘设备可以被配置为响应于从执行服务的的服务模块接收到指示而开始执行该服务。在这样的实施例中, 边缘设备可以向管理模块 400 发送指示服务在边缘设备处可用的信号。响应于该信号, 供给模块 454 可以被配置为在数据结构内存储与执行服务的边缘设备关联的信息。在一些实施例中, 供给模块 454 可以被配置为向交换结构系统的其它设备 (例如, 边缘设备、外围处理设备) 发送与边缘设备关联的更新的信息 (例如, 数据结构或者数据结构的一部分的更新版本)。

[0063] 返回图 1, 交换结构系统 100 可以被配置为经由耦合到源外围处理设备的边缘设备 (例如, 源边缘设备)、交换结构 110、耦合到目的地外围处理设备的边缘设备 (例如, 目的地边缘设备) 和 / 或对从源外围处理设备生成的数据执行服务的一个或者多个其它设备 (例如, 服务边缘设备、服务外围处理设备) 向目的地外围处理设备转发从源外围处理设备生成的数据单元 (例如, 数据分组、数据单位、数据分组的一部分、数据单位的一部分、数据分组的报头部分、数据分组的净荷部分等)。因此, 交换结构系统 100 可以被配置为在向目的地外围处理设备发送数据之前对该数据执行一个或者多个服务。

[0064] 例如, 如图 1 中所示, 交换结构系统 100 可以被配置为经由边缘设备 181 (源边缘设备和在一些场景中的服务边缘设备)、交换结构 110、边缘设备 182 (目的地边缘设备) 和

/或边缘设备 183 和外围处理设备 115 (在一些场景中充当服务边缘设备或者服务外围处理设备) 向外围处理设备 111 (目的地外围处理设备) 转发从外围处理设备 113 (源外围处理设备) 生成的数据。因此,可以在向外围处理设备 111 发送数据之前对该数据执行一个或者多个服务。在一些场景中,例如如图 1 中所示,从外围处理设备 113 经由数据路径 172 和数据路径 174 向外围处理设备 111 发送数据。

[0065] 具体而言,边缘设备 181 可以被配置为从外围处理设备 113 经由数据路径 192 例如接收数据单元 (例如,数据分组、数据单位、数据分组的一部分、数据单位的一部分、数据分组的报头部分、数据分组的净荷部分等) 的数据流。该数据流可以例如与在外围处理设备 113 处执行的第一服务器 (例如,web 服务器) 和在外围处理设备 111 处执行的第二服务器 (例如,应用服务器) 关联。作为结果,数据流可以在外围处理设备 113 的第一服务器处被生成并且去往在外围处理设备 111 处的第二服务器。

[0066] 数据流的每个数据单元包括与该数据流关联的至少一个特性。这样的特性可以例如是源外围处理设备 113 的标识符 (例如,外围处理设备 113 的因特网协议 (IP) 地址或者媒体接入控制 (MAC) 地址)、目的地外围处理设备 111 的标识符 (例如,外围处理设备 111 的 IP 地址或者 MAC 地址)、服务端口 (例如,与第一服务器关联的外围处理设备 113 的端口) 的标识符、目的地端口 (例如,与第二服务器关联的外围处理设备 111 的端口) 的标识符、与传输协议关联的信息、在数据流中包括的数据单元的类型 (例如,数据分组、数据单位)、任何其它适当特性或者上述特性中的任何特性的组合。可以例如在每个数据单元的报头部分中包括该数据单元的特性的指示。

[0067] 响应于从数据流接收到数据单元,边缘设备 181 可以被配置为基于在数据单元中包括的特性和 / 或其它信息来识别将对数据单元执行的一个或者多个期望的服务和用于执行期望的服务的一个或者多个服务模块。在一些实施例中,边缘设备 181 可以基于流表 (例如,图 3 中的边缘设备 300 的流表 354) 来识别期望的服务和用于执行期望的服务的服务模块。这样的流表存储和维护数据单元的特性与服务模块的关联和 / 或其它有关信息。

[0068] 图 6 是根据一个实施例的在源边缘设备处实施的流表 600 的示意图示。源边缘设备可以与图 1 中的边缘设备 181-183 和图 3 中的边缘设备 300 相似。与在图 3 中的边缘设备 300 的存储器 350 中实施的流表 354 相似,可以在源边缘设备的存储器中实施流表 600。源边缘设备可以被包括在交换结构系统 (例如,图 1 中的交换结构系统 100) 中,并因此操作地耦合到与交换结构系统关联的其它设备 (例如,其它边缘设备、外围处理设备)。如图 6 中所示,流表 600 包括三列:服务模块标识符 (ID) 610、计数器 620 和特性标识符 (ID) 630。如这里进一步具体描述的那样,可以自动 (例如,通过传输数据单元来触发) 或者人工 (例如,由交换结构系统的运营商或者管理员) 来改变 (例如,插入、修改、更新、去除等) 在流表 600 中存储的值和 / 或关联。

[0069] 第一列,即服务模块 ID 610 存储对数据单元执行一个或者多个服务的服务模块的标识符 (例如,1、2、7、SM_N)。服务模块的每个标识符唯一地标识该服务模块。例如,服务模块标识符 1 标识在边缘设备处托管和执行的并且对数据单元执行防火墙服务的服务模块;服务模块标识符 2 标识在外围处理设备处托管和执行的并且对数据单元执行负载均衡服务的服务模块。

[0070] 第二列、即计数器 620 的每个条目存储如下值 (例如,25、72、5、C_M),该值与在流表

600 中的具有该值的相同条目（或者行）中存储的服务模块标识符标识的服务模块的使用相关联。在一些实施例中，该值可以例如代表在特定时间段期间已经向用于服务的服务模块发送的数据单元的累计数目。特定时间段可以是可由例如交换结构系统的运营商或者管理员预定和 / 或配置的系统参数。例如，与服务模块标识符 1 关联的值 25 指示在最后 10 毫秒内已经从源边缘设备向服务模块标识符 1 标识的服务模块（例如，用于执行防火墙服务的服务模块）发送了 25 个数据单元。再例如，与服务模块标识符 2 关联的值 72 指示在最后 10 毫秒内已经从源边缘设备向服务模块标识符 2 标识的服务模块（例如，用于执行负载均衡服务的服务模块）发送了 72 个数据单元。

[0071] 在一些其它实施例中，该值可以例如是与从源边缘设备向服务模块标识符标识的服务模块传输一个或者多个数据流的数据单元关联的速率。例如，值 5/ 毫秒指示源边缘设备已经在以每毫秒 5 个数据单元的速率向服务模块标识符 7 标识的服务模块发送数据单元。另外，在一些实施例中，可以定期地计算并且相应地更新速率。

[0072] 在一些实施例中，可以用任何适当方法来更新在计数器 620 中存储的值。例如，可以在源边缘设备在预定时间段中未向服务模块发送任何数据单元之后递增与该服务模块关联的累计数目。再例如，与服务模块关联的速率可以由交换结构系统的运营商或者管理员人工改变成任何任意值（例如，0）。在一些实施例中，可以响应于源边缘设备在预定时间段内未从数据流接收任何数据单元而从流表 600 移除流表 600 中的与该数据流关联的整个条目（包括服务模块标识符、计数器值和特性标识符）。

[0073] 第三列、即特性 ID630 的每个条目存储在数据流的每个数据单元中包括的特性的标识符（例如，10、37、5、21、17、54、CID_T）。每个特性标识符唯一地标识该特性。例如，特性标识符 10 标识用于数据流的源外围处理设备的标识符（例如，地址）；特性标识符 37 标识用于数据流的目的地外围处理设备的标识符（例如，地址）；特性标识符 54 标识用于传输数据流的数据单元的传输协议；特性标识符 17 标识数据流的数据单元的类型。

[0074] 根据流表 600，向在与特性 ID630 的条目对应的、服务模块 ID 的条目中存储的服务模块标识符标识的服务模块发送如下数据单元，这些数据单元包括在特性 ID630 的该条目中存储的特性标识符标识的特性。也通过更新在与特性 ID630 的条目和服务模块 ID610 的条目关联的、计数器 620 的条目中存储的值来记录这样的数据单元的发送。例如，向（服务模块 ID610）中的服务模块标识符 1 标识的服务模块发送来自如下数据流的数据单元，该数据流包括特性标识符 10 标识的特性（例如，公共源外围处理设备），并且在向该服务模块发送来自数据流的每个数据单元之后递增在计数器 620 的关联条目中存储的累计数目（在图 6 中示出为 25）。再例如，向（服务模块 ID610 中的）服务模块标识符 7 标识的服务模块发送来自如下数据流的数据单元，该数据流包括特性标识符 54 标识的特性（例如，特定传输协议），并且（例如，在向该服务模块发送来自数据流的每个数据单元之后、在每个特定时间段之后等）相应地更新在计数器 620 的关联条目中存储的速率（例如，在图 6 中示出为 5/ 毫秒）。

[0075] 虽然在流表 600 中示出为每个服务模块与一个计数器关联（例如，累计数目、速率），但是在一些其它实施例中，每个服务模块可以与多于一个计数器相关联。例如，服务模块可以与记录从源边缘设备向该服务模块发送的数据单元的累计数目的第一计数器和记录与从源边缘设备向该服务模块传输数据单元关联的速率的第二计数器关联。再例如，

服务模块可以与多个计数器关联,每个计数器记录与从源边缘设备向该服务模块发送的不同数据流的数据单元关联的累计数目或者速率。虽然在图 6 中未示出,但是在一些实施例中,(服务模块 ID610 中的)服务模块标识符 2 标识的服务模块可以与三个计数器关联,每个计数器记录与三个数据流中的包括特性标识符 5、21 或者 17 标识的特性的数据流之一关联的累计数目或者速率。

[0076] 虽然在图 6 中未示出,但是在一些实施例中,流表可以包括与将对数据单元执行的服务关联的信息和 / 或服务模块关联的其它信息。例如,流表可以包括服务 ID 列,该列存储将对跨交换结构系统传输或者将跨交换结构系统传输的数据单元执行的服务的标识符。这样的流表可以关联(通过特性标识符标识的)数据单元、将对这些数据单元执行的(通过服务标识符标识的)服务、执行这些服务的(通过服务模块标识符标识的)服务模块和用于这些服务模块的计数器。

[0077] 返回图 1,响应于从数据流接收到数据单元,边缘设备 181 可以检查流表(与上文关于图 6 描述的流表 600 相似)以确定该数据单元的信息(或者在一些实施例中等效地为该数据流的信息)是否存储于流表中。具体而言,边缘设备 181 可以被配置为比较数据单元中包括的特性与在流表中存储的特性。如果数据单元中包括的一个或者多个特性被识别为存储于流表中(例如,由在流表中存储的一个或者多个特性标识符标识),则先前已经在源边缘设备处接收并且由源边缘设备处理了该数据流的至少一个数据单元并且在流表中存储与对数据流的数据单元执行服务关联的信息。作为结果,可以识别一个或者多个服务模块以对数据单元执行期望的服务。在一些实施例中,例如边缘设备 181 的选择模块(与图 3 中的边缘设备 300 的选择模块 353 相似)可以被配置为基于流表中的包括数据单元的一个或者多个条目来识别用于对该数据单元执行期望的服务的服务模块。在这样的实施例中,边缘设备 181 无需识别将对数据单元执行的期望的服务和 / 或用于执行期望的服务的服务模块。

[0078] 例如,如图 6 中所示,响应于接收到如下数据单元,该数据单元包括特性标识符 10 标识的源外围处理设备的标识符,托管流表 600 的源边缘设备可以被配置为基于流表 600 来识别与特性标识符 10 关联的服务模块标识符。作为结果,可以将服务模块标识符 1 标识的服务模块作为用于对数据单元执行期望的服务的服务模块。因而,源边缘设备可以被配置为向服务模块标识符 1 标识的服务模块发送数据单元并且将在计数器 620 的关联条目中存储的累计数目(在图 6 中示出为 25)递增 1。

[0079] 再例如,如图 6 中所示,响应于基于特性标识符 54 标识的传输协议接收到数据单元,托管流表 600 的源边缘设备可以被配置为基于流表 600 来识别与特性标识符 54 关联的服务模块标识符 7。作为结果,可以将服务模块标识符 7 标识的服务模块识别为用于对数据单元执行期望的服务的服务模块。因而,源边缘设备可以被配置为向服务模块标识符 7 标识的服务模块发送数据单元并且在适当时间更新在计数器 620 的关联条目中存储的速率(在图 6 中示出为 5/毫秒)。

[0080] 否则,如果没有任何数据单元的特性被识别为存储于流表中(例如,未被流表中存储的任何特性标识符标识),则在流表中没有与对数据单元(或者在一些实施例中等效地为对来自数据流的数据单元)执行服务关联的信息被存储。在该情况下,边缘设备 181 可以被配置为使用另一方法、诸如哈希函数来识别期望的服务和用于执行期望的服务的服务

模块。具体而言,过滤器模块(与图3中的边缘设备300的过滤器模块355相似)和选择模块(与图3中的边缘设备300的选择模块353相似)可以被配置为基于哈希函数来共同识别期望的服务和用于执行期望的服务的服务模块。例如,在数据单元中包括的一个或者多个特性(例如,源外围处理设备113的标识符、目的地外围处理设备111的标识符、数据单元的类型、用来传输数据单元的传输协议等)可以用作对哈希函数的输入,并且哈希函数的结果可以用来识别期望的服务和/或用于执行期望的服务的服务模块。在具有代理案号JUNI-189/00US108200-2425、提交于相同日期并且标题为“Methods and Apparatus for Providing Services in a Distributed Switch”的共同未决美国专利申请中描述了使用哈希函数来识别期望的服务和用于执行期望的服务的服务模块的细节。

[0081] 响应于在边缘设备181处识别了将对数据单元执行的期望的服务和用于执行期望的服务的服务模块,边缘设备181可以被配置为在流表中存储与识别的服务模块和/或识别的服务关联的信息。例如,边缘设备181可以被配置为在流表中定义如下条目,该条目包括标识用于对数据单元执行期望的服务的服务模块的服务模块标识符、标识在数据单元中包括的特性的特性标识符、与识别的服务模块关联的计数器值(例如,累计数目、速率)、标识期望的服务的服务标识符和/或服务模块关联的任何其它适当信息。具体而言,在流表的条目中存储的特性标识符与用来识别期望的服务和/或用于对数据单元执行期望的服务的服务模块的特性关联。例如,如果哈希函数用来识别期望的服务和/或用于针对数据单元执行期望的服务的服务模块,则在流表的条目中存储的特性标识符与用作对哈希函数的输入的特性关联。因此,可以基于流表的新定义的条目向与数据流的第一数据单元相同的服务模块发送数据单元的后续数据单元。

[0082] 在图1的示例中,边缘设备181从源外围处理设备113接收数据流的第一数据单元。响应于在流表内未识别在第一数据单元中包括的特性,边缘设备181被配置为通过使用哈希函数来识别在外围处理设备115处托管的服务模块,以对第一数据单元执行期望的服务。作为结果,边缘设备181被配置为经由数据路径172向外围处理设备115发送第一数据单元。服务模块在外围处理设备115处对第一数据单元执行期望的服务、然后经由数据路径174向目的地外围处理设备111发送第一数据单元。同时,边缘设备181被配置为在流表中定义条目以存储与对数据流的数据单元执行期望的服务关联的信息,该信息包括在外围处理设备115处托管的服务模块的标识符、在数据流的数据单元(包括第一数据单元)中包括的特性的标识符、计数器值等。另外,响应于向服务模块发送数据流的第一数据单元和每个后续数据单元,边缘设备181被配置为相应地更新与服务模块关联的计数器值(例如,递增累计数目、重新计算速率)。

[0083] 在一些实施例中,在发送第一数据单元之后的某一时间,边缘设备181被配置为从源外围处理设备接收数据流的第二数据单元。第二数据单元包括如上文描述的那样在流表的条目中存储的与第一数据单元相同的特性。在一些实例中,可以从与用于第一数据单元的源外围处理设备相同的源外围处理设备(即,外围处理设备113)接收第二数据单元。在这样的实例中,第二数据单元可以来自包括第一数据单元的相同数据流。在其它实例中,可以从与用于第一数据单元的源外围处理设备不同的源外围处理设备(即,外围处理设备114)接收第二数据单元。在这样的实例中,第二数据单元来自与包括第一数据单元的数据流不同的数据流。

[0084] 基于流表的条目,边缘设备 181 被配置为识别在外围处理设备 115 处托管的、可以对第二数据单元执行期望的服务的服务模块。在一些实施例中,边缘设备 181 可以被配置为基于在流表的条目中包括的信息来确定是否向识别的服务模块发送第二数据单元。具体而言,边缘设备 181 的选择模块(与图 3 中的边缘设备 300 的选择模块 353 相似)可以被配置为比较在条目中存储的计数器值与预定阈值。这样的预定阈值代表识别的服务模块可以提供以用于对数据单元执行期望的服务的最大容量。在一些实施例中,可以基于与源边缘设备、服务模块、连接源设备与服务模块的链路和/或任何其它有关信息关联的信息来确定该预定阈值。预定阈值可以例如由交换结构系统的运营商或者管理员配置、定义或者设定。

[0085] 如果在条目中存储的计数器值少于预定阈值,则将在识别的服务模块处被服务的数据单元尚未使识别的服务模块过载。例如,记录在特定时间段期间向服务模块发送的数据单元的累计数目的计数器值是比与该服务模块关联的阈值 30 更少的 25。作为结果,边缘设备 181 可以被配置为经由数据路径 172 向外围处理设备 115 发送第二数据单元,该外围处理设备对第二数据单元执行期望的服务并且向与第二数据单元关联的目的地外围处理设备(例如,外围处理设备 111)发送第二数据单元。

[0086] 否则,如果在条目中存储的计数器值等于或者大于预定阈值,则需要在识别的服务模块处被服务的数据单元已经使识别的服务模块过载。例如,记录与向服务模块传输数据单元关联的速率的计数器值是比与服务模块关联的阈值 4/ 毫秒更大的 5/ 毫秒。作为结果,边缘设备 181 的选择模块可以被配置为识别或者选择与用来对第一数据单元执行期望的服务的服务模块不同的第二服务模块,以对第二数据单元执行期望的服务。可以使用任何适当方法来识别或者选择第二服务模块。在一些实施例中,例如边缘设备 181 可以被配置为使用如上文描述的哈希函数来识别第二服务模块。在一些其它实施例中,例如边缘设备 181 可以被配置为从如下服务模块集合中选择第二服务模块,在边缘设备 181 中(例如,在边缘设备 181 内的流表或者另一存储器位置中)存储该服务模块集合的信息。因此,边缘设备 181 的选择模块可以被配置为基于流表中的条目在可以对数据单元执行期望的服务的服务模块集合(包括对第一数据单元执行服务的服务模块和对第二数据单元执行服务的第二服务模块)之中对数据单元(包括第一数据单元和第二数据单元)进行负载平衡。

[0087] 例如,边缘设备 181 可以被配置为选择在外围处理设备 116 处托管的服务模块以对第二数据单元执行期望的服务。因而,边缘设备 181 可以被配置为向外围处理设备 116 发送第二数据单元,该外围处理设备对第二数据单元执行期望的服务、然后向与第二数据单元关联的目的地外围处理设备(例如,外围处理设备 111)发送第二数据单元。

[0088] 与上文描述的第一数据单元的场景相似,响应于向第二服务模块发送第二数据单元,边缘设备 181 被配置为在流表中定义与第二服务模块关联的条目(如果在流表中尚未存储该条目)或者相应地更新与第二服务模块关联的条目(如果在流表中已经存储了该条目)。与第二服务模块关联的条目包括与在第二数据单元中包括的特性关联的特性标识符。

[0089] 在一些实施例中,在发送第二数据单元之后的某一时间,边缘设备 181 被配置为从源外围处理设备(例如,外围处理设备 113、外围处理设备 114)接收第三数据单元。第三数据单元包括与第二数据单元相同的特性。与这里描述的方法相似,边缘设备 181 可以被配置为基于流表中的与第二服务模块关联的条目来识别用于第三数据单元的第二服务模

块。具体而言,可以在该条目中识别在第三数据单元中包括的特性。作为结果,可以识别第二服务模块以对第三数据单元执行期望的服务。

[0090] 在一些实施例中,在边缘设备 181 向在外围处理设备 115 处的服务模块发送第一数据单元、从而使得在服务模块处执行期望的服务(例如,防火墙服务、负载平衡服务)之后,边缘设备 181 可以被配置为在边缘设备 181 处对适当数据单元执行期望的服务。具体而言,外围处理设备 115 可以被配置为向边缘设备 181 发送与期望的服务关联的指示。这样的指示可以例如包括与执行期望的服务关联的命令或者指令。响应于该指示,边缘设备 181 可以被配置为例如修改或配置边缘设备 181 的服务执行模块(例如,图 3 中的边缘设备 300 的服务执行模块 356),从而使得服务执行模块可以在边缘设备 181 处对数据单元执行期望的服务。同时,边缘设备 181 可以被配置为在边缘设备 181 的流表中存储在期望的服务与在第一数据单元中包括的特性之间的关联。在一些实施例中,这样的流表不同于如关于图 6 示出和描述的存储在服务模块、在数据单元中包括的特性和计数器值之间的关联的流表。

[0091] 图 7 是根据一个实施例的在源边缘设备处实施的流表 700 的示意图示,该流表用来存储在该源边缘设备处执行的服务与在数据单元中包括的特性之间的关联。源边缘设备可以与图 1 中的边缘设备 181-183 和图 3 中的边缘设备 300 相似。与在图 3 中的边缘设备 300 的存储器 350 中实施的流表 354 相似,可以在源边缘设备的存储器中实施流表 700。源边缘设备可以包含于交换结构系统(例如,图 1 中的交换结构系统 100)中,并因此操作地耦合到与交换结构系统关联的其它设备(例如,其它边缘设备、外围处理设备)。如图 7 中所示,流表 700 包括两列:服务标识符(ID)710 和特性标识符(ID)720。

[0092] 第一列、即服务 ID710 存储可以在源边缘设备处对数据单元执行的服务的标识符(例如 100、120、250、 S_N)。服务的每个标识符唯一地标识该服务。例如,服务标识符 100 标识在源边缘设备(例如,由源边缘设备的服务执行模块)对数据单元执行的防火墙服务。再例如,服务标识符 120 标识在源边缘设备(例如,由源边缘设备的服务执行模块)对数据单元执行的负载平衡服务。

[0093] 第二列、即特性 ID720 的每个标识符存储在数据单元中包括的特性的标识符(例如,10、17、54、 CID_N)。每个特性标识符唯一地标识该特性。例如,特性标识符 10 标识用于数据单元的源外围处理设备(或者目的地外围处理设备)的标识符(例如地址);特性标识符 20 标识用于传输数据单元的传输协议;特性标识符 30 标识数据单元的类型。

[0094] 根据流表 700,源边缘设备可以被配置为对如下数据单元执行在服务 ID710 的条目中存储的服务标识符标识的服务,该数据单元包括在与服务 ID710 的该条目对应(即在相同行中)的、特性 ID720 的条目中存储的特性标识符标识的特性。例如,源边缘设备可以被配置为对从如下源外围处理设备接收的数据单元执行服务标识符 100 标识的防火墙服务,该源外围处理设备是特性标识符 100 标识的特性。再例如,源边缘设备可以被配置为对基于如下传输协议接收的数据单元执行服务标识符 120 标识的负载平衡服务,该传输协议是特性标识符 20 标识的特性。

[0095] 在一些实施例中,可以自动(例如,通过接收到指示来触发)或者人工(例如,由交换结构系统的运营商或者管理员)来改变(例如,插入、修改、更新、移除等)在流表 700 中存储的值和/或关联。例如,响应于接收到与防火墙服务关联的指示,源边缘设备可以被

配置为在流表 700 中定义如下条目,该条目关联防火墙服务的服务标识符与如下特性标识符,该特性标识符与在针对防火墙服务而指定的数据单元中包括的特性关联。再例如,响应于源边缘设备未接收到具有该特性的任何数据单元,源边缘设备可以被配置为从流表 700 中移除如下条目,该条目关联特性的特性标识符与包括该特性的数据单元所期望的负载平衡服务的服务标识符。

[0096] 返回图 1,响应于接收到与在外围处理设备 115 处对数据单元执行的期望的服务关联的指示,边缘设备 181 可以被配置为在流表中定义条目以存储在期望的服务与在第一数据单元中包括的特性之间的关联。同时,配置或者修改边缘设备 181 的服务执行模块,从而使得服务执行模块可以在边缘设备 181 处对数据单元执行期望的服务。

[0097] 例如,边缘设备 181 被配置为接收具有与第一数据单元相同的特性的第四数据单元。与第一数据单元相同,第四数据单元从外围处理设备 113 被发送并且去往外围处理设备 111。基于流表中的新定义的条目,边缘设备 181 的服务执行模块被配置为对第四数据单元执行期望的服务而无需向外围处理设备 115 或者任何其它服务模块发送第四数据单元。边缘设备 181 然后被配置为如图 1 中所示经由数据路径 176 向外围处理设备 111 发送第四数据单元。

[0098] 图 8 是根据一个实施例的方法 800 的流程图,该方法用于标识用于对跨分布式交换结构传输的数据执行服务的服务模块。可以在结构上和功能上分别与关于图 1 和图 3 示出和描述的边缘设备 181-183 和边缘设备 300 相似的边缘设备处执行方法 800。具体而言,可以在边缘设备的存储器(例如,图 3 中的边缘设备 300 的存储器 350)中的非瞬态处理器可读介质中存储与执行方法 800 关联的指令。非瞬态处理器可读介质存储如下代码,该代码代表将由边缘设备的处理器(例如,图 3 中的边缘设备 300 的处理器 330)执行的指令(包括与执行方法 800 关联的指令)。另外,与图 1 中的边缘设备 181-183 相似,执行方法 800 的边缘设备可以与分布式交换结构(例如,图 1 中的交换结构 110)关联并且操作地耦合到一个或者多个外围处理设备(例如,图 1 中的外围处理设备 111-116)。

[0099] 方法 800 包括在 802 接收具有一个特性的第一数据单元。在一些实施例中,这样的特性可以例如包括源外围处理设备的标识符、目的地外围处理设备的标识符、第一数据单元的类型、与第一数据单元关联的协议、任何其它适当特性或者上述特性中的任何特性的组合。

[0100] 在 804,边缘设备可以被配置为在第一时间响应于来自流表内的条目集合中的每个条目在第一时间不与特性关联而识别与该特性关联的服务模块的标识符。也就是说,边缘设备可以被配置为搜索流表并且基于搜索结果来确定特性未包含于流表的任何条目中或者未与流表的任何条目关联。流表可以与关于图 6 示出和描述的流表 600 相似。因此,边缘设备不能基于流表来识别用于对第一数据单元执行期望的服务(例如,防火墙服务、负载平衡服务)的服务模块。作为结果,边缘设备被配置为使用某一其它方法来识别用于对第一数据单元执行期望的服务的服务模块。例如,边缘设备可以被配置为基于哈希函数来识别服务模块,该哈希函数使用在第一数据单元中包括的特性和/或其它信息作为对哈希函数的输入。

[0101] 在 806,边缘设备可以被配置为在第一时间之后的第二时间响应于识别了服务模块的标识符而在流表中定义与该特性和服务模块的标识符关联的条目。具体而言,边缘设

备可以被配置为在该条目内存储特性的特性标识符和服务模块的标识符和 / 或服务模块关联的其它信息或者数据（例如，计数器值）。

[0102] 在 808, 边缘设备可以被配置为响应于识别了服务模块的标识符而向服务模块发送第一数据单元。作为结果, 服务模块可以对第一数据单元执行期望的服务、然后向第一数据单元的目的地外围处理设备发送第一数据单元。

[0103] 在 810, 边缘设备可以被配置为在第二时间之后接收具有该特性的第二数据单元。在一些实施例中, 第二数据单元可以来自包括第一数据单元的数据流。在其它实施例中, 第二数据单元可以来自与包括第一数据单元的数据流不同的数据流。

[0104] 在 812, 边缘设备可以被配置为基于条目向服务模块发送第二数据单元。具体而言, 边缘设备可以被配置为基于服务模块的标识符与该条目中的特性的特性标识符关联来识别该服务模块。作为结果, 与第一数据单元的场景相似, 边缘设备可以被配置为向服务模块发送第二数据单元, 从而使得服务模块可以对第二数据单元执行期望的服务、然后向第二数据单元的目的地外围处理设备发送第二数据单元。

[0105] 虽然上文关于图 1- 图 8 将一些实施例示出和描述为能够为包括跨交换结构传输或者将跨交换结构传输的数据识别服务并且选择服务模块的边缘设备, 但是应当理解其它实施例是可能的。在一些实施例中, 例如外围处理设备可以能够执行识别服务和选择服务模块的至少一部分。例如, 外围处理设备可以被配置为存储和维护将期望的服务和用于执行期望的服务的服务模块与数据单元的特性关联的流表。作为结果, 这样的外围处理设备可以被配置为识别服务和 / 或为识别的服务识别服务模块。在一些实施例中, 例如能够识别服务和识别服务模块的外围处理设备可以由具有多个交换节点而无任何边缘设备的多路径网络互连。

[0106] 这里描述的一些实施例涉及一种具有非瞬态计算机可读介质（也可以被称为非瞬态处理器可读介质）的计算机存储产品, 该非瞬态计算机可读介质上具有用于执行各种计算机实施的操作的指令或者计算机代码。计算机可读介质（或者处理器可读介质）在它本身未包括瞬态传播信号（例如, 在传输介质、诸如空间或者线缆上传播承载信息的电磁波）的意义上为非瞬态。介质和计算机代码（也可以称为代码）可以是被设计和构造用于一个或者多个特定目的的介质和计算机代码。非瞬态计算机可读介质的示例包括但不限于：磁存储介质、诸如硬盘、软盘和磁带；光学存储介质、诸如紧致盘 / 数字视频盘（CD-DVD）、紧致盘 - 只读存储器（CD-ROM）和全息设备；光磁存储介质、诸如光盘；载波信号处理模块；以及具体配置为存储和执行程序代码的硬件设备、诸如专用集成电路（ASIC）、可编程逻辑器件（PLD）、只读存储器（ROM）和随机存取存储器（RAM）设备。这里描述的其它实施例涉及一种可以例如包括这里讨论的指令和 / 或计算机代码的计算机程序产品。

[0107] 计算机代码的示例包括但不限于微代码或者微指令、诸如编译器产生的机器指令、用来产生 web 服务的代码和如下文件, 这些文件包含计算机使用解译器来执行的更高级指令。例如, 实施例可以使用 Java、C++ 或者其它编程语言（例如, 面向对象的编程语言）和开发工具来实施。计算机代码的附加示例包括但不限于控制信号、加密的代码和压缩的代码。这样的计算机代码也可以被称为计算机程序, 并且一些实施例可以具有计算机程序的形式。

[0108] 在上文已经描述了各种实施例, 但是应当理解仅通过示例而非限制来呈现了它们

并且可以进行在形式和细节上的各种改变。可以在除了互斥组合之外的任何组合中组合这里描述的装置和 / 或方法的任何部分。这里描述的实施例可以包括描述的不同实施例的功能、部件和 / 或特征的各种组合 / 或子组合。

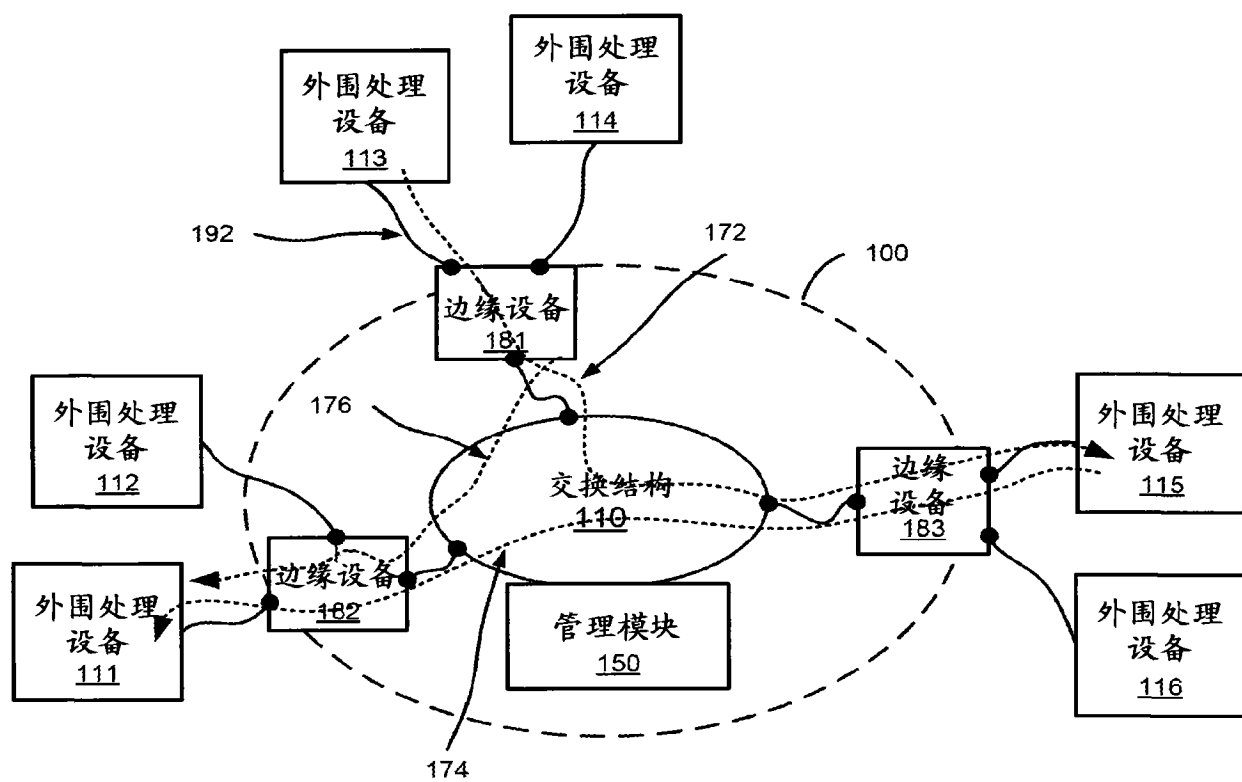


图 1

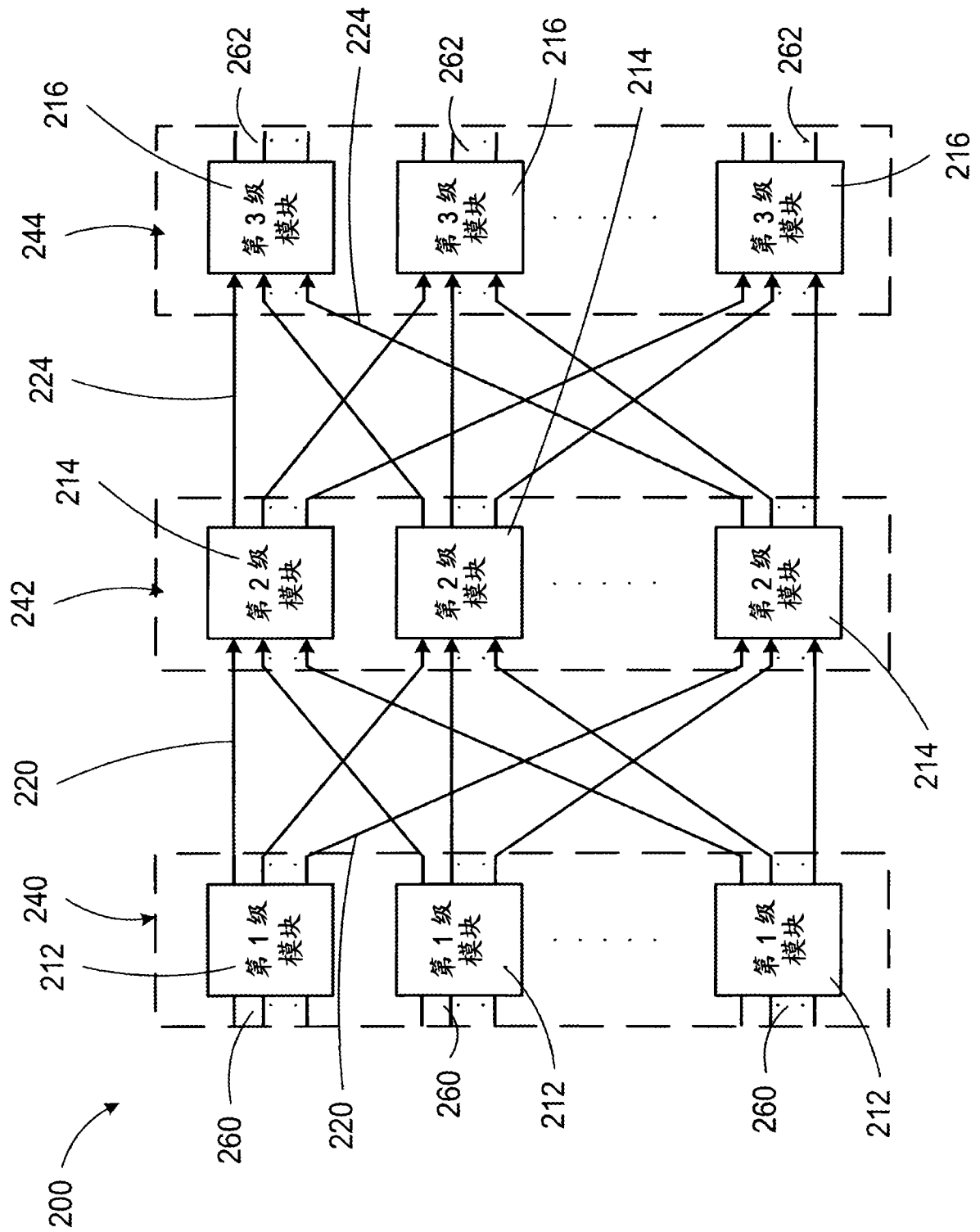


图 2

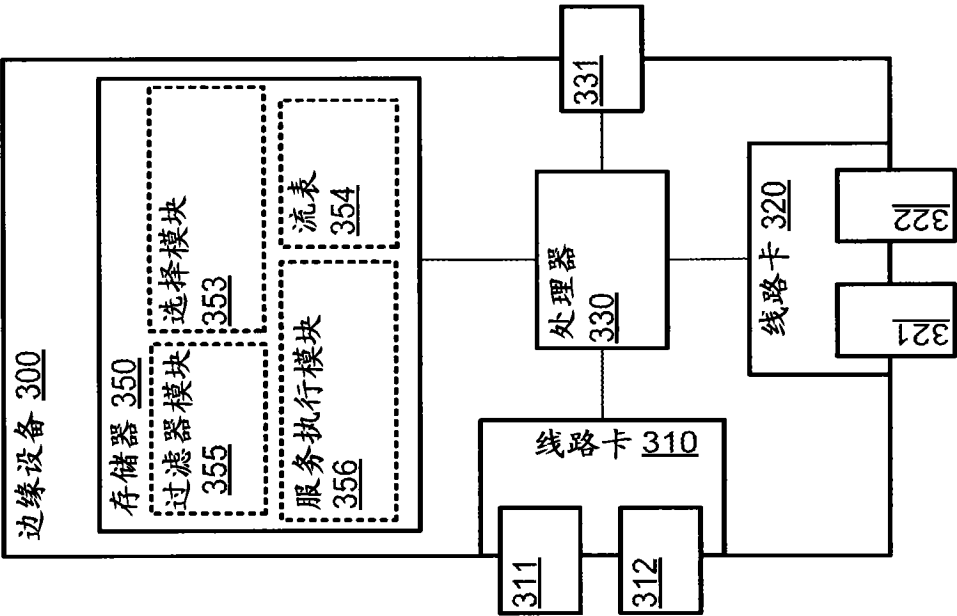


图 3

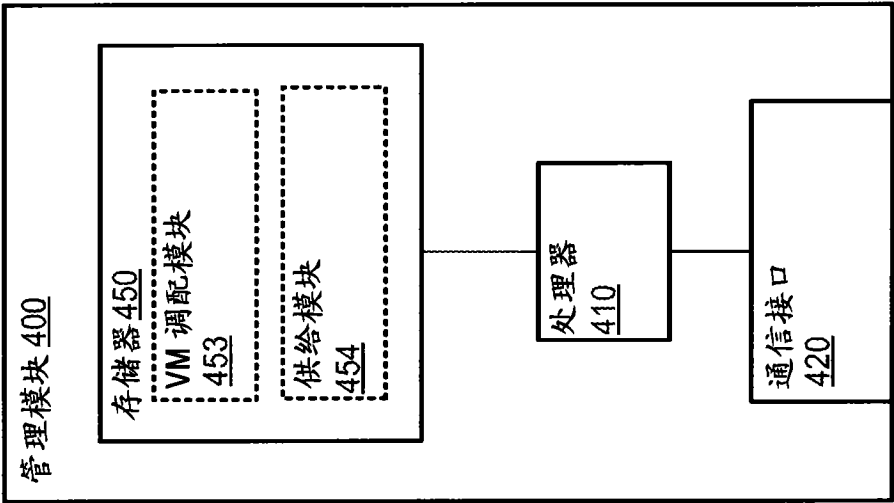


图 4



图 5

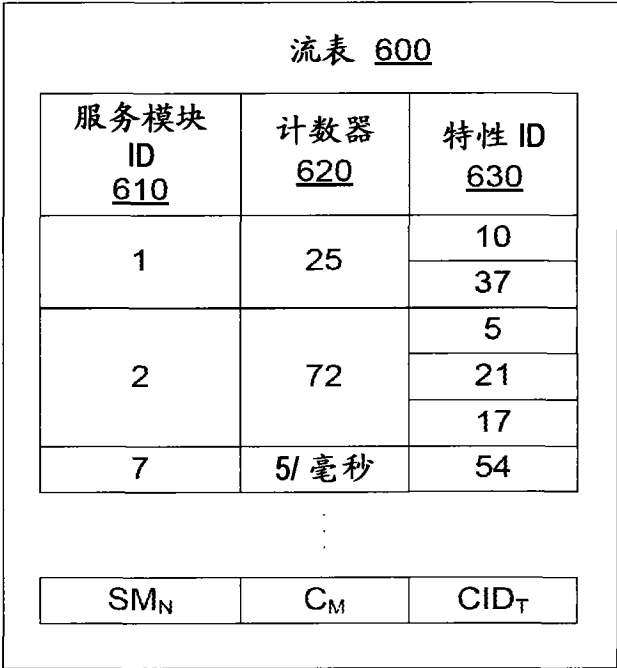


图 6

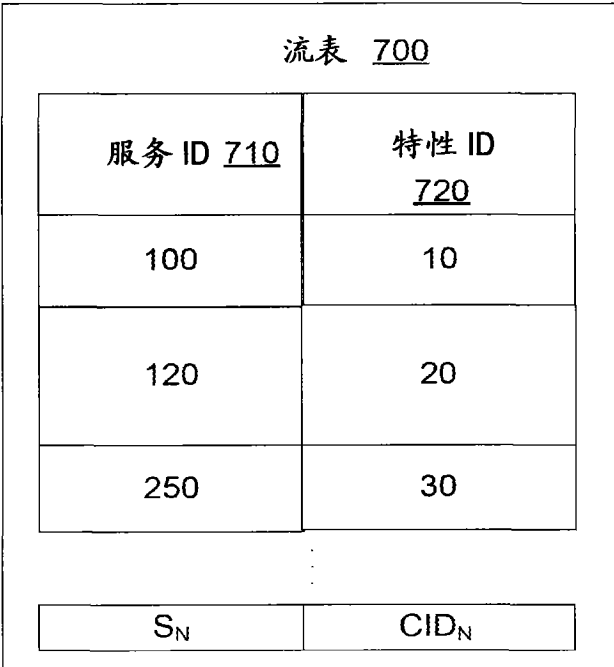


图 7

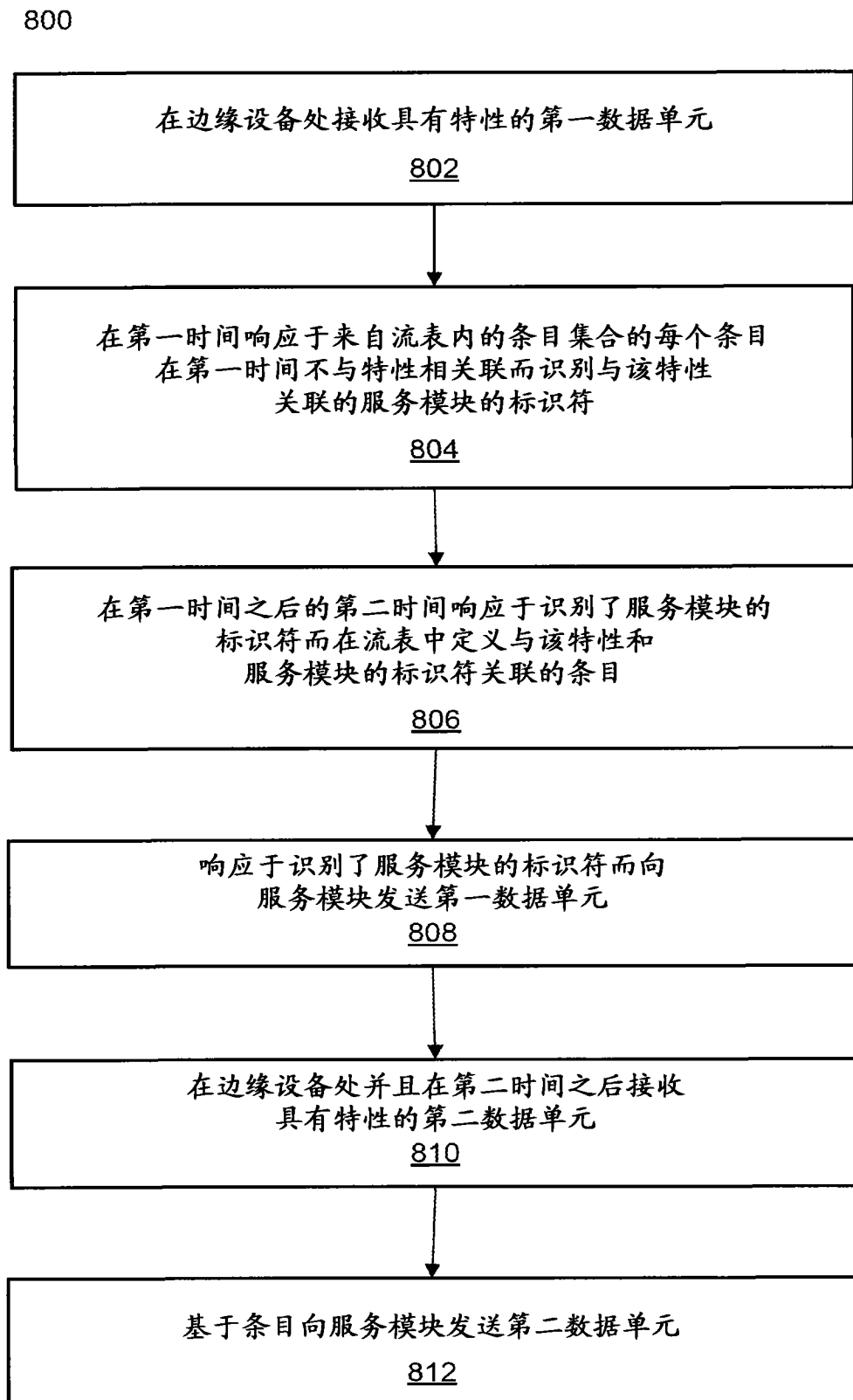


图 8