



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109194581 B

(45) 授权公告日 2020.12.25

(21) 申请号 201810973100.0

(22) 申请日 2018.08.24

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109194581 A

(43) 申请公布日 2019.01.11

(73) 专利权人 新华三技术有限公司
地址 310052 浙江省杭州市滨江区长河路
466号

(72) 发明人 宋小恒

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇

(51) Int.Cl.

H04L 12/741 (2013.01)

H04L 12/935 (2013.01)

(56) 对比文件

CN 107786458 A, 2018.03.09

CN 108199924 A, 2018.06.22

CN 108259344 A, 2018.07.06

CN 108111432 A, 2018.06.01

CN 106453138 A, 2017.02.22

US 2014185450 A1, 2014.07.03

审查员 孙丽

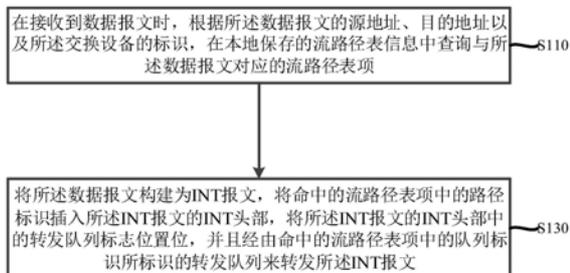
权利要求书3页 说明书14页 附图4页

(54) 发明名称

报文处理方法及装置

(57) 摘要

本公开涉及一种报文处理方法及装置,所述方法包括:在接收到数据报文时,根据所述数据报文的源地址、目的地址以及所述交换设备的标识,在本地保存的流路径表信息中查询与所述数据报文对应的流路径表项;将所述数据报文构建为INT报文,将命中的流路径表项中的路径标识插入所述INT报文的INT头部,将所述INT头部中的转发队列标志位置位,并且经由命中的流路径表项中的队列标识所标识的转发队列来转发接收到的报文,而无需从出端口对应的多个转发队列中选择一个转发队列,从而提高了报文的传输效率。



1. 一种报文处理方法,应用于交换设备,其特征在于,所述方法包括:

在接收到数据报文时,根据所述数据报文的源地址、目的地址以及所述交换设备的标识,在本地保存的流路径表信息中查询与所述数据报文对应的流路径表项,其中,所述流路径表信息包括:要转发的报文的源地址、所述要转发的报文的的目的地址、路径标识、所述流路径标识所标识的流路径中所包括的带内网络遥测INT设备的标识、以及与所述INT设备对应的所述要转发的报文的转发队列的队列标识;

将所述数据报文构建为INT报文,将命中的流路径表项中的路径标识插入所述INT报文的INT头部,将所述INT头部中的转发队列标志位置位,并且经由命中的流路径表项中的队列标识所标识的转发队列来转发所述INT报文。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在所述交换设备被指定为软件定义网络SDN中的带内网络遥测INT源设备时,所述方法还包括:

接收SDN控制器所发送的创建消息,其中,所述创建消息携带要转发的报文的源地址、所述要转发的报文的的目的地址、以及与所述要转发的报文对应的流路径的路径标识,所述要转发的报文的源地址与所述数据报文的源地址相同,并且所述要转发的报文的的目的地址与所述数据报文的的目的地址相同;

若所述交换设备的地址与所述要转发的报文的源地址匹配,则将所述要转发的报文构建为INT流路径创建报文,选择所述INT流路径创建报文的转发队列,将所述路径标识插入所述INT流路径创建报文的INT头部,将所述交换设备的标识、所选择的转发队列的队列标识、所述INT流路径创建报文的入端口、以及所述INT流路径创建报文的出端口插入所述INT流路径创建报文的INT元数据栈,将所述INT流路径创建报文的INT头部中的路径标志位置位,并且经由所选择的转发队列来转发所述INT流路径创建报文。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

在接收到转发队列标志位被置位的INT报文并且所述INT报文的隧道的目的地址与所述交换设备的地址不匹配时,根据所述交换设备的标识、所述INT报文的入端口、所述INT报文的出端口、以及所述INT报文携带的路径标识,在本地保存的流路径表信息中查询与所述INT报文对应的流路径表;

若存在命中的流路径表项,则经由命中的流路径表项中的队列标识所标识的转发队列来转发所述INT报文。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

若不存在命中的流路径表项,则选择所述INT报文的转发队列并确定所述INT报文的出端口,将所选择的转发队列的队列标识、所述INT报文的入端口和所确定的所述INT报文的出端口插入所述INT报文的INT元数据栈中,并经由所选择的转发队列来转发所述INT报文。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

在接收到转发队列标志位被置位的INT报文并且所述INT报文的隧道的目的地址与所述交换设备的地址匹配时,根据所述交换设备的标识、所述INT报文的入端口、所述INT报文的出端口、以及所述INT报文携带的路径标识,在本地保存的流路径表信息中查询与所述INT报文对应的流路径表;

若存在命中的流路径表项,则根据所述INT报文获取所述数据报文,将所述INT报文的INT元数据栈发送至SDN控制器,并且经由命中的流路径表项中的队列标识所标识的转发队

列来转发所述数据报文。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

若不存在命中的流路径表项,则选择所述INT报文的转发队列并确定所述INT报文的出端口,将所选择的转发队列的队列标识、所述INT报文的入端口和所确定的所述INT报文的出端口插入所述INT报文的INT元数据栈中,根据所述INT报文获取所述数据报文,将所述INT报文的INT元数据栈发送至所述SDN控制器,并且经由所选择的转发队列来转发所述数据报文。

7. 根据权利要求3至6中任一项所述的方法,其特征在于,在所述交换设备被指定为INT中间设备时,所述方法还包括:

接收其它INT设备所发送的路径标志位被置位的INT流路径创建报文;

若所述交换设备的地址与所述INT流路径创建报文的隧道的源地址和目的地址均不匹配,则选择所述INT流路径创建报文的转发队列,将所选择的转发队列的队列标识、所述交换设备的标识、所述INT流路径创建报文的入端口、以及所述INT流路径创建报文的出端口插入所述INT流路径创建报文的INT元数据栈,并且经由所选择的转发队列来转发所述INT流路径创建报文。

8. 根据权利要求3至6中任一项所述的方法,其特征在于,在所述交换设备被指定为INT目的设备时,所述方法还包括:

接收其它INT设备所发送的路径标志位被置位的INT流路径创建报文;

若所述交换设备的地址与所述INT流路径创建报文的隧道的目的地址匹配,则选择所述INT流路径创建报文的转发队列,将所选择的转发队列的队列标识、所述交换设备的标识、所述INT流路径创建报文的入端口、以及所述INT流路径创建报文的出端口插入所述INT流路径创建报文的INT元数据栈,并且将所述INT流路径创建报文的INT元数据栈发送至SDN控制器。

9. 一种报文处理方法,应用于软件定义网络SDN控制器,其特征在于,所述方法包括:

向交换设备发送创建消息,其中,所述创建消息携带要转发的报文的源地址、所述要转发的报文的目的地、以及与所述要转发的报文对应的流路径的路径标识;

接收交换设备发送的带内网络遥测INT元数据栈,所述INT元数据栈为INT流路径创建报文的INT元数据栈,其中,所述INT元数据栈包括路径标识、所述路径标识所标识的流路径中所包括的INT设备的标识、转发队列的队列标识、INT流路径创建报文的入端口、以及所述INT流路径创建报文的出端口,所述交换设备经由所述转发队列的队列标识所标识的转发队列来转发要转发的报文;

根据所述INT元数据栈生成流路径表信息,所述流路径表信息包括所述要转发的报文的源地址、所述要转发的报文的目的地、所述路径标识、所述INT设备的标识、所述队列标识、所述入端口、以及所述出端口;

向所述交换设备发送所述流路径表信息。

10. 一种报文处理装置,其特征在于,包括:

处理器;

用于存储处理器可执行指令的存储器;

其中,所述处理器被配置为:

执行根据权利要求1至8中任一项所述的报文处理方法。

11. 一种报文处理装置,其特征在于,包括:

处理器;

用于存储处理器可执行指令的存储器;

其中,所述处理器被配置为:

执行根据权利要求9所述的报文处理方法。

报文处理方法及装置

技术领域

[0001] 本公开涉及通信技术领域,尤其涉及一种报文处理方法及装置。

背景技术

[0002] 软件定义网络(英文:Software Defined Network,简称:SDN)是一种新型的网络创新架构,该网络创新架构通过将网络设备的控制层面和转发层面分离来实现对网络流量的灵活控制。带内网络遥测(英文:Inband Network Telemetry,简称:INT)是一种网络收集技术,该网络收集技术可以在不需要网络设备的控制层面的参与的情况下,在网络设备的数据平面收集和报告网络的状态。

[0003] 在INT的架构模型中,包括INT首节点(INT Source)、INT中转跳节点(INT transit Hop)和INT尾节点(INT Sink)。INT首节点也称为INT源设备,INT源设备通过向数据报文添加INT头部以将该数据报文转换为INT报文。INT中转跳节点也称为INT中间设备,INT中间设备在INT报文中(或末尾)添加指定信息。INT尾节点也称为INT目的设备,INT目的设备将INT报文的INT头部剥离以将INT报文转换为数据报文,并将转换得到的数据报文转发到INT目的设备下挂的网络设备。

[0004] 相关技术中,各INT设备需要先选择转发队列、然后再经由所选择的转发队列来转发报文,由此,报文的传输效率较低。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本公开提出了一种报文处理方法及装置。

[0006] 根据本公开的一方面,提供了一种报文处理方法,应用于交换设备,所述方法包括:

[0007] 在接收到数据报文时,根据所述数据报文的源地址、目的地址以及所述交换设备的标识,在本地保存的流路径表信息中查询与所述数据报文对应的流路径表项,其中,所述流路径表信息包括:要转发的报文的源地址、所述要转发的报文的的目的地址、路径标识、所述路径标识所标识的流路径中所包括的带内网络遥测INT设备的标识、以及与所述INT设备对应的所述要转发的报文的转发队列的队列标识;

[0008] 将所述数据报文构建为INT报文,将命中的流路径表项中的路径标识插入所述INT报文的INT头部,将所述INT头部中的转发队列标志位置位,并且经由命中的流路径表项中的队列标识所标识的转发队列来转发所述INT报文。

[0009] 根据本公开的另一方面,提供了一种报文处理方法,应用于软件定义网络SDN控制器,所述方法包括:

[0010] 接收交换设备发送的带内网络遥测INT元数据栈,其中,所述INT元数据栈包括路径标识、所述路径标识所标识的流路径中所包括的INT设备的标识、转发队列的队列标识、INT流路径创建报文的入端口、以及所述INT流路径创建报文的出端口,所述交换设备经由所述转发队列的队列标识所标识的转发队列来转发要转发的报文;

[0011] 根据所述INT元数据栈生成流路径表信息,所述流路径表信息包括所述要转发的报文的源地址、所述要转发的报文的目的地、所述路径标识、所述INT设备的标识、所述队列标识、所述入端口、以及所述出端口;

[0012] 向所述交换设备发送所述流路径表信息。

[0013] 根据本公开的又一方面,提供了一种报文处理装置,包括:

[0014] 处理器;

[0015] 用于存储处理器可执行指令的存储器;

[0016] 其中,所述处理器被配置为:

[0017] 执行上述报文处理方法。

[0018] 本发明的实施例提供的技术方案可以包括以下有益效果:在接收到数据报文时,根据数据报文在本地保存的流路径表信息中查询与数据报文对应的流路径表项,并根据命中的流路径表项中的队列标识所标识的转发队列来转发报文,由此,交换设备根据命中的流路径表项中的队列标识所标识的转发队列来转发接收到的报文,而无需从出端口对应的多个转发队列中选择一个转发队列,从而提高了报文的传输效率。

[0019] 根据下面参考附图对示例性实施例的详细说明,本公开的其它特征及方面将变得清楚。

附图说明

[0020] 包含在说明书中并且构成说明书的一部分的附图与说明书一起示出了本公开的示例性实施例、特征和方面,并且用于解释本公开的原理。

[0021] 图1是根据一示例性实施例示出的一种报文处理方法的流程图。

[0022] 图2示出本发明实施例的INT头部。

[0023] 图3是本发明实施例的一种SDN网络的示意图。

[0024] 图4是根据一示例性实施例示出的一种报文处理方法的流程图。

[0025] 图5是根据一示例性实施例示出的一种报文处理装置的硬件结构框图。

具体实施方式

[0026] 以下将参考附图详细说明本公开的各种示例性实施例、特征和方面。附图中相同的附图标记表示功能相同或相似的元件。尽管在附图中示出了实施例的各种方面,但是除非特别指出,不必按比例绘制附图。

[0027] 在这里专用的词“示例性”意为“用作例子、实施例或说明性”。这里作为“示例性”所说明的任何实施例不必解释为优于或好于其它实施例。

[0028] 另外,为了更好的说明本公开,在下文的具体实施方式中给出了众多的具体细节。本领域技术人员应当理解,没有某些具体细节,本公开同样可以实施。在一些实例中,对于本领域技术人员熟知的方法、手段、元件和电路未作详细描述,以便于凸显本公开的主旨。

[0029] 实施例一

[0030] 相关技术中,在交换设备接收到报文时,交换设备进行路由查找以确定通过交换设备的哪个出端口将该报文转发出去。然而,由于每个出端口对应多个转发队列,因此交换设备需要从出端口对应的多个转发队列中选择一个转发队列。在交换设备选择了转发队列

之后,交换设备经由所选择的转发队列对报文进行转发。因此,转发报文的所有交换设备中的各交换设备都需要从自身的出端口对应的多个转发队列中选择一个转发队列,由此报文的传输效率较低。

[0031] 为此,本发明提供一种报文处理方法及装置,根据本发明实施例的技术方案,交换设备预先保存了流路径表信息,由于流路径表信息包括:要转发的报文的源地址和目的地址、路径标识、路径标识所标识的流路径中的INT设备的标识、以及队列标识,因此,在接收到报文时,交换设备可以根据报文在预先保存的流路径表信息中查询与报文对应的流路径表,并根据命中的流路径表项中的队列标识所标识的转发队列来转发报文,由此,交换设备根据命中的流路径表项中的队列标识所标识的转发队列来转发接收到的报文,而无需从出端口对应的多个转发队列中选择一个转发队列,由此提高了报文的传输效率。

[0032] 下面结合说明书附图对本发明实施例进行解释说明。

[0033] 图1是根据一示例性实施例示出的一种报文处理方法的流程图。该报文处理方法可以应用于交换设备(本公开中的交换设备可以为交换机或路由器,也可以为兼具路由和交换功能的网络设备),例如SDN网络中的INT设备。如图1所示,该报文处理方法可以包括如下步骤。

[0034] 在步骤S110中,在接收到数据报文时,根据所述数据报文的源地址、目的地址以及所述交换设备的标识,在本地保存的流路径表信息中查询与所述数据报文对应的流路径表项,其中,所述流路径表信息包括:要转发的报文的源地址、所述要转发的报文的目的地、路径标识、所述路径标识所标识的流路径中所包括的带内网络遥测INT设备的标识、以及与所述INT设备对应的所述要转发的报文的转发队列的队列标识。

[0035] 其中,INT设备有不同的角色,包括INT源设备、INT中间设备及INT目的设备。INT设备接收到的报文类型包括数据报文和INT报文。具体地,INT设备可以从INT设备下挂的网络设备接收数据报文,也可以从其它INT设备接收INT报文。INT设备下挂的网络设备例如为INT设备下挂的虚拟机或业务服务器等设备。其它INT设备为SDN网络中除INT设备自身以外的其它任何INT设备。

[0036] 在一种实施方式中,INT设备可以根据以下方式来确定自身的角色:根据接收到的报文是数据报文还是INT报文来确定自身是否是INT源设备;在接收到的报文是数据报文时,INT设备确定自身的角色为INT源设备。在接收到的报文是INT报文时,INT设备进一步根据INT报文的隧道目的IP地址与自身的IP地址是否相同,来确定自身的角色是INT中间设备还是INT目的设备。具体地,在INT报文的隧道目的IP地址与自身的IP地址不同时,INT设备确定自身的角色为INT中间设备;在INT报文的隧道目的IP地址与自身的IP地址相同时,INT设备确定自身的角色为INT目的设备。

[0037] 本发明实施例中,交换设备在本地预先保存了流路径表信息,流路径表信息包括多个流路径表项,每个流路径表项描述了要转发的报文的流路径。每条流路径包括要转发的报文的源地址和目的地址、流路径的路径标识、流路径中的INT设备的标识、各INT设备对应的转发队列的队列标识。其中,根据要转发的报文的源地址可以确定流路径的起始设备,根据要转发的报文的目的地可以确定流路径的结束设备,根据流路径中的INT设备的标识可以确定要转发的报文所经过的INT设备,根据队列标识可以确定INT设备使用哪个转发队列来转发要转发的报文。

[0038] 因此,在交换设备接收到数据报文时,交换设备根据数据报文的源地址、目的地址、以及交换设备自身的标识,在预先保存的流路径表信息中查询与数据报文对应的流路径表项。由于交换设备接收到数据报文,因此交换设备可以确定出自身是INT源设备,进一步确定出自身是流路径的起始设备。由此,交换设备可以在预先保存的流路径表信息中查询源地址与数据报文的源地址相同、目的地址与数据报文的地址相同、并且流路径的起始设备的标识与交换设备的标识相同的流路径表项。

[0039] 换言之,交换设备可以将流路径表信息中的源地址与数据报文的源地址相同、目的地址与数据报文的地址相同、并且流路径的起始设备的标识与交换设备的标识相同的流路径表项,作为命中的流路径表项。该命中的流路径表项就是与数据报文对应的流路径表项。

[0040] 在步骤S130中,将所述数据报文构建为INT报文,将命中的流路径表项中的路径标识插入所述INT报文的INT头部,将所述INT报文的INT头部中的转发队列标志位置位,并且经由命中的流路径表项中的队列标识所标识的转发队列来转发所述INT报文。

[0041] 本发明实施例中,交换设备可以为数据报文封装overlay隧道,其中,overlay隧道的源地址是交换设备的地址、overlay隧道的目的地址是命中的流路径表项中的结束设备的地址;在封装了overlay隧道的报文后添加INT字段,其中,INT字段包括INT头部和INT元数据栈(INT Metadata Stack),由此将数据报文构建为INT报文。

[0042] 图2示出本发明实施例的INT头部和INT元数据栈。如图2所示,INT头部包括转发队列标志位(F)、路径标志位(P)、路径标识(Path ID)、以及INT监测指令(Instruction Bitmap)。其中,Path ID是SDN控制器分配的、唯一标识一条流路径的字段,流路径不同,Path ID自然也不同。INT源设备将命中的流路径表项中的Path ID插入INT报文的INT头部。需要说明的是,P标志位和F标志位不同时被置位。

[0043] 其中,P标志位表征了INT报文是否为用于创建流路径的INT流路径创建报文。具体地,若INT报文的P标志位被置位,则沿途接收到该INT报文的INT设备可以确定出该INT报文是INT流路径创建报文并且应执行与该INT报文对应的流路径创建处理。稍后将描述流路径创建处理。

[0044] 其中,F标志位表征了INT报文承载的是否是正常的报文。具体地,若INT报文中的F标志位被置位,则沿途接收到该INT报文的INT设备可以确定出该INT报文承载的是正常的报文,并且应执行与该INT报文对应的流量转发处理。其中,INT源设备进行的流量转发处理可以参阅图1所示的报文处理方法,稍后将描述INT中间设备和INT目的设备进行的流量转发处理。

[0045] INT监测指令包括设备ID(Switch ID)、入端口ID(Ingress port ID)、跳转延迟(Hop latency)、队列占用(Queue occupancy)、入时间戳(Ingress timestamp)、出端口ID(Egress port ID)、队列拥塞状态(Queue congestion status)、出端口tx利用率(Egress port tx utilization)、转发队列标识(Forward Queue ID)和预留(reserved)。

[0046] 当INT监测指令中的上述字段被置位时,则需要将上述字段所对应的数据插入至INT元数据栈中。Switch ID为INT设备的桥MAC地址,Ingress port ID为INT设备的接收到INT报文的端口ID,Forward Queue ID字段为用于标识INT设备对INT报文进行转发所使用的转发队列的字段,Egress port ID为将INT报文转发至下一跳INT设备所经由的出端口

ID。

[0047] 举例来说,INT设备确定Switch ID是否被置位,在确定出Switch ID被置位时,若INT设备确定出Switch ID为自身的桥MAC地址,则将该桥MAC地址插入到INT元数据栈中。类似地,INT设备确定Forward Queue ID是否被置位,在确定出Forward Queue ID被置位时,INT设备将命中的流路径表项中的队列标识插入到INT元数据栈中。

[0048] 可见,本发明实施例中的INT报文相比于现有技术中的INT报文,在INT头部增加了P标志位、F标志位和Path ID字段,由此,P标志位标识INT报文是否是INT流路径创建报文,F标志位标识INT报文承载的是否是正常的报文,Path ID标识报文的流路径。另外,本实施例中的INT报文相比于现有技术中的INT报文,还将INT报文的reserved中的一个位用于写入Forward Queue ID字段,由此,在Forward Queue ID字段被置位时,INT设备将命中的流路径表项中的队列标识插入INT元数据栈中。

[0049] 本发明实施例中,在将数据报文构建为INT报文之后,由于该INT报文承载的是从交换设备下挂的网络设备接收到的数据报文,因此INT报文承载的是正常的报文,交换设备将INT报文的INT头部中的F标志位置位。由于命中的流路径表项已经描述出数据报文的流路径,因此交换设备可以直接经由命中的流路径表项中的、与交换设备对应的队列标识所标识的转发队列来转发INT报文,而无需先根据数据报文的优先级从出端口对应的多个转发队列中选择一个转发队列、再经由所选择的转发队列来转发INT报文。

[0050] 因此,通过本发明实施例的报文处理方法,在接收到数据报文时,交换设备可以根据数据报文在本地保存的流路径表信息中查询与数据报文对应的流路径表项,并根据命中的流路径表项中的队列标识所标识的转发队列来转发报文,由此,交换设备根据命中的流路径表项中的队列标识所标识的转发队列来转发接收到的报文,而无需从出端口对应的多个转发队列中选择一个转发队列,从而提高了报文的传输效率。

[0051] 实施例二

[0052] 在一种可实施的方式中,SDN控制器可以收集流路径信息,SDN控制器根据该收集的流路径信息生成流路径表信息,并下发至交换设备中,使得交换设备根据流路径表信息进行报文转发。SDN控制器收集流路径信息的过程,相应的对于交换设备而言,即是流路径的创建过程,该流路径的创建过程包括首次创建流路径以及后续更新流路径的过程。本实施例中,将以交换设备的角度描述交换设备中INT源设备预先创建流路径的实现方式。

[0053] 本实施例中以首次创建流路径为例对流路径的创建过程进行说明。但应当理解的是,更新流路径的过程与首次创建流路径的实现方式相同。

[0054] 具体的,在一种实现方式中,在所述交换设备被指定为INT源设备时,所述方法还可以包括:

[0055] 接收SDN控制器所发送的创建消息,其中,所述创建消息携带要转发的报文的源地址、所述要转发的报文的目的地、以及与所述要转发的报文对应的流路径的路径标识,所述要转发的报文的源地址与所述数据报文的源地址相同,并且所述要转发的报文的目的地与所述数据报文的目的地相同;

[0056] 若所述交换设备的地址与所述要转发的报文的源地址匹配,则将所述要转发的报文构建为INT流路径创建报文,选择所述INT流路径创建报文的转发队列,将所述路径标识插入所述INT流路径创建报文的INT头部,将所述交换设备的标识、所选择的转发队列的队

列标识、所述INT流路径创建报文的入端口、以及所述INT流路径创建报文的出端口插入所述INT流路径创建报文的INT元数据栈,将所述INT流路径创建报文的INT头部中的路径标志位置位,并且经由所选择的转发队列来转发所述INT流路径创建报文。

[0057] 本发明实施例中,在交换设备接收到数据报文之前,交换设备无法确定自身是否是INT源设备,因此SDN控制器根据业务需求预先指定INT源设备并向交换设备通知所指定的INT源设备,由此交换设备根据SDN控制器的通知来确定自身是否是INT源设备。

[0058] 图3是本发明实施例的一种SDN网络的示意图。如图3所示,该SDN网络包括SW1、SW2、SW3、SW4、TOR1、TOR2、SDN控制器、虚拟机VM10、VM20、VM30、以及VM40。SW1、SW2、SW3、SW4、TOR1和TOR2均为INT设备,这些设备均支持INT功能。VM10下挂在SW1上,VM20下挂在SW2上,VM30下挂在SW3上,VM40下挂在SW4上。

[0059] 在图3所示的SDN网络中,若存在VM10访问VM40的业务需求,则SDN控制器可以预先指定SW1为INT源设备并向各交换设备通知SW1为INT源设备。若存在VM30访问VM20的业务需求,则SDN控制器可以预先指定SW3为INT源设备并向各交换设备通知SW3为INT源设备。

[0060] 为了在INT设备接收到数据报文之前创建数据报文的流路径,SDN控制器通过网络协议(NETCONF)或其它方式,向预先指定的INT源设备发送创建消息,以触发用于创建数据报文的流路径的流路径创建处理。

[0061] 由于SDN控制器需要模拟后续会真实转发的数据报文,因此SDN控制器可以根据业务需求将后续会真实转发的数据报文的源地址作为创建消息携带的要转发的报文的源地址,并将后续会真实转发的数据报文的地址作为创建消息携带的要转发的报文的地址。

[0062] 换言之,只有创建消息所携带的源地址与步骤S110中接收到的数据报文的源地址相同,并且创建消息所携带的地址与步骤S110中接收到的数据报文的地址相同,才能够在接收到数据报文之前创建数据报文的流路径。因此,创建消息携带的要转发的报文与步骤S110中接收到的数据报文的区别仅在于两者的数据部分不同。

[0063] 另外,为了标识后续会真实转发的数据报文的流路径,SDN控制器预先指定该流路径的路径标识,并将所指定的路径标识携带于创建消息中。

[0064] 在接收到SDN控制器发送的创建消息之后,被预先指定为INT源设备的交换设备将自身的地址与创建消息所携带的源地址进行匹配。具体地,被指定为INT源设备的交换设备根据创建消息所携带的源地址和网络拓扑,确定要转发的报文的来源设备是否下挂在被指定为INT源设备的交换设备上,并且根据确定结果进一步确定交换设备的地址与创建消息所携带的源地址是否匹配。

[0065] 若来源设备下挂在被指定为INT源设备的交换设备上,则交换设备的地址与创建消息所携带的源地址匹配。反之,若来源设备没有下挂在被指定为INT源设备的交换设备上,则交换设备的地址与创建消息所携带的源地址不匹配。

[0066] 若交换设备的地址与创建消息所携带的源地址匹配,则交换设备将要转发的报文构建为INT流路径创建报文,INT流路径创建报文的隧道的源地址为INT源设备的地址并且隧道的目的地址为INT目的设备的地址,并将INT流路径创建报文的INT头部中的P标志位置位。

[0067] 构建方法可以参阅前文关于步骤S130的具体描述,在此不再赘述。

[0068] 其中,INT流路径创建报文与步骤S130中构建的INT报文的区别除了两者的数据部分不同以外,两者的INT头部中的P标志位和F标志位不同。具体地,INT流路径创建报文的INT头部中的P标志位被置位而F标志位未被置位,与之相比,步骤S130中构建的INT报文的INT头部中的P标志位未被置位而F标志位被置位。即P标志位和F标志位用于区分报文为INT流路径创建报文还是正常的的数据报文。

[0069] 在将要转发的报文构建为INT流路径创建报文之后,交换设备进行路由查找以确定出端口,从确定的出端口对应的多个转发队列中选择一个转发队列。其中,出端口对应的多个转发队列具有对应的优先级,转发队列的优先级越高,转发队列的报文转发质量越高。转发队列的质量越高,转发队列的时延越小、拥塞越低。因此,在要转发的报文标记了优先级的情况下,交换设备可以根据标记的优先级来选择转发队列。在要转发的报文没有标记优先级的情况下,交换设备可以选择质量高的转发队列。

[0070] 交换设备可以将创建消息所携带的路径标识插入INT流路径创建报文的INT头部,将交换设备的标识、所选择的转发队列的队列标识、接收到数据报文的入端口和确定的出端口插入INT流路径创建报文的INT元数据栈,并经由所选择的转发队列将INT流路径创建报文转发至其它INT设备。

[0071] 由此,INT源设备完成了流路径的创建处理。

[0072] 实施例三

[0073] 在实施例一的基础上,在一种实现方式中,上述报文处理方法还可以包括:

[0074] 在接收到转发队列标志位(F标志位)被置位的INT报文并且所述INT报文的隧道的目的地址与所述交换设备的地址不匹配时,根据所述交换设备的标识、所述INT报文的入端口、所述INT报文的出端口、以及所述INT报文携带的路径标识,在本地保存的流路径表信息中查询与所述INT报文对应的流路径表;

[0075] 若存在命中的流路径表项,则经由命中的流路径表项中的队列标识所标识的转发队列来转发所述INT报文。

[0076] 本发明实施例中,交换设备可以在本地预先配置流路径表信息,关于流路径表信息的说明可以参阅前文关于步骤S110的具体描述,在此不再赘述。

[0077] 在接收到F标志位被置位的INT报文并且INT报文的隧道的目的地址与交换设备的地址不同时,交换设备可以确定自身是INT中间设备并且该INT报文承载的是正常的的数据报文,交换设备应执行与该INT报文对应的流量转发处理。

[0078] 具体地,交换设备进行路由查找以确定INT报文的出端口。交换设备在预先配置的流路径表信息中查询设备的标识与交换设备的标识相同、入端口与交换设备接收INT报文的入端口相同、出端口与确定的出端口相同、并且路径标识与INT报文携带的Path ID相同的流路径表项。若存在命中的流路径表项,则交换设备经由命中的流路径表项中的队列标识所标识的转发队列来转发INT报文。

[0079] 若不存在命中的流路径表项,则交换设备选择INT报文的转发队列,选择转发队列的方法可以参阅前文描述,在此不再赘述。为了重新创建该INT报文的流路径,考虑到INT中间设备会将INT报文转发至其它INT设备并且INT目的设备会将INT元数据栈上送至SDN控制器,因此交换设备需要将所选择的转发队列的队列标识、自身接收该INT报文的入端口和确定的出端口插入该INT报文的INT元数据栈中,并经由所选择的转发队列来转发INT报文。

[0080] 实施例四

[0081] 本实施例以交换设备的角度描述INT中间设备首次创建流路径的实现方式。

[0082] 在一种实现方式中,在所述交换设备被指定为INT中间设备时,所述方法还包括:

[0083] 接收其它INT设备所发送的路径标志位(P标志位)被置位的INT流路径创建报文;

[0084] 若所述交换设备的地址与所述INT流路径创建报文的隧道的源地址和目的地址均不匹配,则选择所述INT流路径创建报文的转发队列,将所选择的转发队列的队列标识、所述交换设备的标识、所述INT流路径创建报文的入端口、以及所述INT流路径创建报文的出端口插入所述INT流路径创建报文的INT元数据栈,并且经由所选择的转发队列来转发所述INT流路径创建报文。

[0085] 本发明实施例中,在交换设备接收到INT报文之前,交换设备无法确定自身是否是INT中间设备,因此SDN控制器根据业务需求预先指定INT中间设备并向交换设备通知所指定的INT中间设备,由此交换设备根据SDN控制器的通知来确定自身是否是INT中间设备。示例性的,在图3所示的SDN网络中,若存在VM10访问VM40的业务需求,则SDN控制器可以预先指定TOR1为INT中间设备并向各交换设备通知TOR1为INT中间设备。

[0086] 在接收到INT流路径创建报文之后,被预先指定为INT中间设备的交换设备将自身的地址与INT流路径创建报文的隧道的源地址和目的地址分别进行匹配。若被预先指定为INT中间设备的交换设备的地址与INT流路径创建报文的隧道的源地址不同、并且被预先指定为INT中间设备的交换设备的地址与INT流路径创建报文的隧道的目的地址不同,则交换设备的地址与INT流路径创建报文的隧道的源地址和目的地址均不匹配,交换设备进行路由查找以确定出端口,从确定的出端口对应的多个转发队列中选择一个转发队列。选择转发队列的方法可以参阅前文的具体描述,在此不再赘述。

[0087] 交换设备将交换设备的标识、所选择的转发队列的队列标识、接收到INT流路径创建报文的入端口、以及确定的出端口插入INT流路径创建报文的INT元数据栈,并且经由所选择的转发队列将INT流路径创建报文转发至其它INT设备。

[0088] 由此,INT中间设备完成了流路径的创建处理。

[0089] 需要说明的是,在INT中间设备首次创建流路径的实现方式中,上述步骤在接收到由数据报文构建的INT报文之前执行;可以理解的是,在INT中间设备更新流路径的过程中,上述步骤在接收到由数据报文构建的INT报文之后执行。

[0090] 实施例五

[0091] 在实施例一和实施例三的基础上,在一种实现方式中,上述报文处理方法还可以包括:

[0092] 在接收到转发队列标志位(F标志位)被置位的INT报文并且所述INT报文的隧道的目的地址与所述交换设备的地址匹配时,根据所述交换设备的标识、所述INT报文的入端口、所述INT报文的出端口、以及所述INT报文携带的路径标识,在本地保存的流路径表信息中查询与所述INT报文对应的流路径表;

[0093] 若存在命中的流路径表项,则根据所述INT报文获取所述数据报文,将所述INT报文的INT元数据栈发送至SDN控制器,并且经由命中的流路径表项中的队列标识所标识的转发队列来转发所述数据报文。

[0094] 本发明实施例中,交换设备可以在本地预先配置流路径表信息,关于流路径表信

息的说明可以参阅前文关于步骤S110的具体描述,在此不再赘述。

[0095] 一般来说,SDN控制器一般会指定建立隧道的两个交换设备作为流量统计的INT源设备和INT目的设备。因此,在接收到F标志位被置位的INT报文并且INT报文的隧道的目的地址与交换设备的地址相同时,交换设备可以确定自身是INT目的设备并且该INT报文承载的是正常的数据报文,交换设备应执行与该INT报文对应的流量转发处理。

[0096] 具体地,交换设备进行路由查找以确定INT报文的出端口。交换设备在预先配置的流路径表信息中查询设备的标识与交换设备的标识相同、入端口与交换设备接收INT报文的入端口相同、出端口与确定的出端口相同、并且路径标识与INT报文携带的Path ID相同的流路径表项。若存在命中的流路径表项,则交换设备为INT报文解封封装overlay隧道并且拆除INT字段(包括INT头部和INT元数据栈),由此得到数据报文。交换设备经由命中的流路径表项中的队列标识所标识的转发队列来转发得到的数据报文,并将INT元数据栈上送至SDN控制器。

[0097] 若不存在命中的流路径表项,则交换设备按照上述方式根据INT报文获取数据报文,并选择数据报文的转发队列,选择转发队列的方法可以参阅前文描述,在此不再赘述。

[0098] 为了创建该INT报文的流路径,考虑到INT目的设备会将INT元数据栈上送至SDN控制器,因此交换设备需要将所选择的转发队列的队列标识、自身接收该INT报文的入端口和确定的出端口插入该INT报文的INT元数据栈中,经由所选择的转发队列来转发数据报文,并将INT元数据栈上送至SDN控制器。由此,SDN控制器可以根据该INT元数据栈创建INT报文的流路径。

[0099] 实施例六

[0100] 本实施例以交换设备的角度描述INT目的设备首次创建流路径的实现方式。

[0101] 在一种实现方式中,在所述交换设备被指定为INT目的设备时,所述方法还包括:

[0102] 接收其它INT设备所发送的路径标志位(P标志位)被置位的INT流路径创建报文;

[0103] 若所述交换设备的地址与所述INT流路径创建报文的隧道的目的地址匹配,则选择所述INT流路径创建报文的转发队列,将所选择的转发队列的队列标识、所述交换设备的标识、所述INT流路径创建报文的入端口、以及所述INT流路径创建报文的出端口插入所述INT流路径创建报文的INT元数据栈,并且将所述INT流路径创建报文的INT元数据栈发送至SDN控制器。

[0104] 本发明实施例中,在交换设备接收到INT报文之前,交换设备无法确定自身是否是INT目的设备,因此SDN控制器根据业务需求预先指定INT目的设备并向交换设备通知所指定的INT目的设备,由此交换设备根据SDN控制器的通知来确定自身是否是INT目的设备。示例性的,在图3所示的SDN网络中,若存在VM10访问VM40的业务需求,则SDN控制器可以预先指定SW4为INT目的设备并向各交换设备通知SW4为INT目的设备。

[0105] 在接收到INT流路径创建报文之后,被预先指定为INT目的设备的交换设备将自身的地址与INT流路径创建报文的隧道的目的地址进行匹配。若被预先指定为INT目的设备的交换设备的地址与INT流路径创建报文的隧道的目的地址相同,则交换设备的地址与INT流路径创建报文的隧道的目的地址均匹配,交换设备进行路由查找以确定出端口,从确定的出端口对应的多个转发队列中选择一个转发队列。选择转发队列的方法可以参阅前文的具体描述,在此不再赘述。

[0106] 交换设备将交换设备的标识、所选择的转发队列的队列标识、接收到INT流路径创建报文的入端口、以及确定的出端口插入INT流路径创建报文的INT元数据栈,并且将INT流路径创建报文的INT元数据栈上送至SDN控制器。

[0107] 由此,INT目的设备完成了流路径的创建处理。

[0108] 需要说明的是,在INT目的设备首次创建流路径的实现方式中,上述步骤在接收到由数据报文构建的INT报文之前执行;可以理解的是,在INT目的设备更新流路径的过程中,上述步骤在接收到由数据报文构建的INT报文之后执行。

[0109] 因此,在本发明实施例中,在接收到数据报文之前,各角色的交换设备在SDN控制器的控制下依次执行流路径的创建处理,SDN控制器根据INT目的设备上送的INT元数据栈来收集流路径信息,并且SDN控制器能够根据所收集的流路径信息来创建后续会真实转发的数据报文的完整的流路径,该完整的流路径通过流路径表信息的各流路径表项来表征。SDN控制器将用于表征所创建的完整的流路径的流路径表信息下发至各交换设备,各交换设备只要预先保存流路径表信息,在接收到后续会真实转发的报文时,按照上述报文处理方法来传输报文即可。由于各交换设备可以直接经由命中的流路径表项中的队列标识所标识的转发队列来转发报文,而无需从出端口对应的多个转发队列中选择一个转发队列,因此可以提高报文的传输效率。

[0110] 另外,由于在执行流路径的创建处理时,各交换设备可以选择质量高的转发队列,因此命中的流路径表项中的各转发队列标识所标识的转发队列自然是质量高的转发队列,从而可以提高报文的传输质量。

[0111] 此外,由于经由质量高的转发队列来转发报文相对于以质量低的转发队列来转发报文能够减少拥塞和时延,因此经由命中的流路径表项中的各转发队列标识所标识的转发队列来转发报文可以减少拥塞和时延。

[0112] 因此,根据本发明实施例的报文处理方法,在接收数据报文之前,先进行流路径的创建处理,由此,在接收到数据报文之后,直接根据预先创建的流路径来转发报文,从而可以提高报文的传输效率和传输质量,并且减少拥塞和时延。

[0113] 实施例七

[0114] 图4是根据一示例性实施例示出的一种报文处理方法。该报文处理方法可以应用于SDN控制器。如图4所示,该报文处理方法可以包括如下步骤。

[0115] 在步骤S410中,接收交换设备发送的带内网络遥测INT元数据栈,其中,所述INT元数据栈包括路径标识、所述路径标识所标识的流路径中所包括的INT设备的标识、转发队列的队列标识、INT流路径创建报文的入端口、以及所述INT流路径创建报文的出端口,所述交换设备经由所述转发队列的队列标识所标识的转发队列来转发要转发的报文。

[0116] 该步骤的说明可以参阅前文的具体描述,在此不再赘述。

[0117] 在步骤S430中,根据所述INT元数据栈生成流路径表信息,所述流路径表信息包括所述要转发的报文的源地址、所述要转发的报文的目的地地址、所述路径标识、所述INT设备的标识、所述队列标识、所述入端口、以及所述出端口。

[0118] 在步骤S450中,向所述交换设备发送所述流路径表信息。

[0119] 步骤S430和S450的说明可以参阅前文关于步骤S130的描述,在此不再赘述。

[0120] SDN控制器可以根据收集的流路径信息,更新流路径表,进而指导后续数据报文的

转发。

[0121] 具体的收集流路径信息的实现方式可以包括：

[0122] 向所述交换设备发送创建消息，其中，所述创建消息携带所述要转发的报文的源地址、所述要转发的报文的地址、以及与所述要转发的报文对应的流路径的路径标识。

[0123] 需要说明的是，该要转发的报文的源地址、目的地址等可以与步骤410中的要转发的报文的源地址、目的地址等相同，也可以不同。

[0124] 该步骤的说明可以参阅前文的具体描述，在此不再赘述。

[0125] 因此，根据本发明实施例的报文处理方法，SDN控制器对交换设备进行控制，可以在各交换设备接收到数据报文之前进行流路径的创建处理，以将用于创建流路径所需的各信息插入INT元数据栈、并使INT目的设备将插入了用于创建完整的流路径所需的各信息的INT元数据栈上送至SDN控制器，由此，SDN控制器根据INT目的设备上送的INT元数据栈中的各信息来创建数据报文对应的流路径，并且将所创建的流路径对应的流路径表信息下发至各交换设备，各交换设备预先保存下发的流路径表信息。

[0126] 由此，各交换设备可以直接经由命中的流路径表项中的队列标识所标识的转发队列来转发报文，而无需从出端口对应的多个转发队列中选择一个转发队列，由此提高了报文的传输效率。另外，由于各交换设备可以选择质量高的转发队列，因此命中的流路径表项中的各转发队列标识所标识的转发队列自然是质量高的转发队列，从而可以提高报文的传输质量、减少拥塞和时延。

[0127] 在图3所示的SDN网络中，SW1的地址为IP100并且SW1的标识为100，SW2的地址为IP200并且SW2的标识为200，SW3的地址为IP300并且SW3的标识为300，SW4的地址为IP400并且SW4的标识为400，TOR1的地址为IP101并且TOR1的标识为101，VM10的地址为IP10，VM20的地址为IP20，VM30的地址为IP30，VM40的地址为IP40。

[0128] 以下将以创建转发VM10访问VM40的流路径和转发VM20访问VM30的流路径为例，来说明根据本发明实施例的报文处理方法所包括的流路径创建处理。

[0129] SDN控制器通过网络协议 (NETCONF) 或其它方式，向SW1 (预先指定的INT源设备) 和SW2 (预先指定的INT源设备) 发送创建消息。向SW1发送的创建消息所包括的要转发的报文的源地址为IP10、要转发的报文的地址为IP40、路径标识为Path14。向SW2发送的创建消息所包括的要转发的报文的源地址为IP20、要转发的报文的地址为IP30、路径标识为Path15。

[0130] SW1通过入端口1接收到SDN控制器发送的创建消息，SW1根据IP10进行路由查找确定出要转发的报文来自VM10并且VM10下挂在SW1上，因此SW1确定为自身的地址与IP10匹配。SW1将要转发的报文构建为INT流路径创建报文，INT流路径创建报文的隧道的源地址为IP100并且INT流路径创建报文的隧道的目的地址为IP400；根据IP40进行路由查找以确定出出端口2，并从出端口2对应的多个转发队列中选择质量高的转发队列Queue1；将Path14插入构建的INT流路径创建报文的INT头部，将INT头部中的P标志位置位，并将100、Queue1、入端口1和出端口2插入构建的INT流路径创建报文的INT元数据栈；经由Queue1将INT流路径创建报文转发至TOR1。

[0131] TOR1通过入端口1接收到SW1发送的INT流路径创建报文，由于INT流路径创建报文的P标志位被置位并且IP101与隧道的源地址IP100和隧道的目的地址IP400均不匹配，因此

TOR1进行路由查找确定出端口3,并从出端口3对应的多个转发队列中选择质量高的转发队列Queue2;将101、Queue2、入端口1和出端口3插入INT流路径创建报文的INT元数据栈;经由Queue2将INT流路径创建报文转发至SW4。

[0132] SW4通过入端口2接收到TOR1发送的INT流路径创建报文,由于INT流路径创建报文的P标志位被置位并且IP400与隧道的目的地址IP400匹配,因此SW4进行路由查找确定出端口3,并从出端口3对应的多个转发队列中选择质量高的转发队列Queue1;将400、Queue1、入端口2和出端口3插入INT流路径创建报文的INT元数据栈;将INT流路径创建报文的INT元数据栈上送至SDN控制器。

[0133] SDN控制器接收到SW4发送的INT元数据栈。SDN控制器根据SW4发送的INT元数据栈生成下述表1所示的流路径表信息中的第一表项。

[0134] 类似地,SW2通过入端口2接收到SDN控制器发送的创建消息,SW2根据IP20进行路由查找确定出要转发的报文来自VM20并且VM20下挂在SW2上,因此SW2确定为自身的地址与IP20匹配。SW2将要转发的报文构建为INT流路径创建报文,INT流路径创建报文的隧道的源地址为IP200并且INT流路径创建报文的隧道的目的地址为IP300;根据IP30进行路由查找以确定出端口3,并从出端口3对应的多个转发队列中选择转发队列Queue2;将Path15插入构建的INT流路径创建报文的INT头部,将INT头部中的P标志位置位,并将200、Queue2、入端口2和出端口3插入构建的INT流路径创建报文的INT元数据栈;经由Queue2将INT流路径创建报文转发至TOR1。

[0135] TOR1通过入端口2接收到SW2发送的INT流路径创建报文,由于INT流路径创建报文的P标志位被置位并且IP101与隧道的源地址IP200和隧道的目的地址IP300均不匹配,因此TOR1进行路由查找确定出端口2,并从出端口2对应的多个转发队列中选择质量高的转发队列Queue1;将101、Queue1、入端口2和出端口2插入INT流路径创建报文的INT元数据栈;经由Queue1将INT流路径创建报文转发至SW3。

[0136] SW3通过入端口1接收到TOR1发送的INT流路径创建报文,由于INT流路径创建报文的P标志位被置位并且IP300与隧道的目的地址IP300匹配,因此SW3进行路由查找确定出端口2,并从出端口2对应的多个转发队列中选择质量高的转发队列Queue1;将300、Queue1、入端口1和出端口2插入INT流路径创建报文的INT元数据栈;将INT流路径创建报文的INT元数据栈上送至SDN控制器。

[0137] SDN控制器接收到SW3发送的INT元数据栈。SDN控制器根据SW3发送的INT元数据栈生成下述表1所示的流路径表信息中的第二表项。

[0138] 因此,SDN控制器生成下述表1所示的流路径表信息,并且将表1所示的流路径表信息发送至SW1、SW2、SW3、SW4、TOR1和TOR2。

[0139] 表1流路径表信息

[0140]

源地址: IP10, 目的地址: IP40, 路径标识: Path14, SW1(设备的标识: 100, 入端口: 1, 出端口: 2, 队列标识: Queue1)→TOR1(设备的标识: 101, 入端口: 1, 出端口: 3, 队列标识: Queue2)→SW4(设备的标识: 400, 入端口: 2, 出端口: 3, 队列标识: Queue1)
源地址: IP20, 目的地址: IP30, 路径标识: Path15, SW2(设备的标识: 200, 入端口: 2, 出端口: 3, 队列标识: Queue2)→TOR1(设备的标识: 101, 入端口: 2, 出端口: 2, 队列标识: Queue1)→SW3(设备的标识: 300, 入端口: 1, 出端口: 2, 队列标识: Queue1)

[0141] 以下将以VM10访问VM40的流量为例来说明根据本发明实施例示出的报文处理方法所包括的流量转发处理。

[0142] 当VM10访问VM40时, VM10向SW1发送源地址为IP10并且目的地址为IP40的数据报文。

[0143] SW1 (INT源设备) 经由入端口1接收到VM10所发送的数据报文。SW1根据数据报文的源地址IP10、目的地址IP40和SW1的标识100, 在上述表1中查询与该数据报文对应的流路径表项。经查询可知, 命中上述表1中的第一表项。由此, SW1将该数据报文构建为INT报文, INT报文的隧道的源地址为IP100并且隧道的目的地址为IP400。构建方法可以参阅前文关于步骤S130的具体描述, 在此不再赘述。SW1将上述表1中的第一表项中的路径标识Path14插入构建的INT报文的INT头部, 并且将INT头部中的F标志位置位。SW1通过自身的出端口2经由出端口2对应的转发队列Queue1来将INT报文转发至TOR1。

[0144] TOR1经由入端口1接收到SW1发送的INT报文。由于INT报文的F标志位被置位并且IP101与IP100和IP400均不匹配, 因此TOR1进行路由查找确定出出端口3。TOR1根据101、入端口1、出端口3和Path14, 在上述表1中查询与该INT报文对应的流路径表项。经查询可知, 命中上述表1中的第一表项。TOR1通过自身的出端口3经由出端口2对应的转发队列Queue2来将INT报文转发至SW4。

[0145] SW4经由入端口2接收到TOR1发送的INT报文。由于INT报文的F标志位被置位并且IP400与IP400匹配, 因此SW4进行路由查找确定出出端口3。SW4根据400、入端口2、出端口3和Path14, 在上述表1中查询与该INT报文对应的流路径表项。经查询可知, 命中上述表1中的第一表项。SW4将该INT报文构建为数据报文, 将INT元数据栈上送至SDN控制器, 并通过自身的出端口3经由出端口3对应的转发队列Queue1来将数据报文转发至VM40。

[0146] 图5是根据一示例性实施例示出的一种报文处理装置的硬件结构框图。参照图5, 该装置900可包括处理器901、存储有机器可执行指令的机器可读存储介质902。处理器901与机器可读存储介质902可经由系统总线903通信。并且, 处理器901通过读取机器可读存储介质902中与报文处理逻辑对应的机器可执行指令以执行上文所述的报文处理方法。

[0147] 本文中提到的机器可读存储介质902可以是任何电子、磁性、光学或其它物理存储装置, 可以包含或存储信息, 如可执行指令、数据, 等等。例如, 机器可读存储介质可以是: RAM (Random Access Memory, 随机存取存储器)、易失存储器、非易失性存储器、闪存、存储驱动器 (如硬盘驱动器)、固态硬盘、任何类型的存储盘 (如光盘、dvd等), 或者类似的存储介

质,或者它们的组合。

[0148] 以上已经描述了本公开的各实施例,上述说明是示例性的,并非穷尽性的,并且也不限于所披露的各实施例。在不偏离所说明的各实施例的范围和精神的情况下,对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。本文中所用术语的选择,旨在最好地解释各实施例的原理、实际应用或对市场中的技术的技术改进,或者使本技术领域的其它普通技术人员能理解本文披露的各实施例。

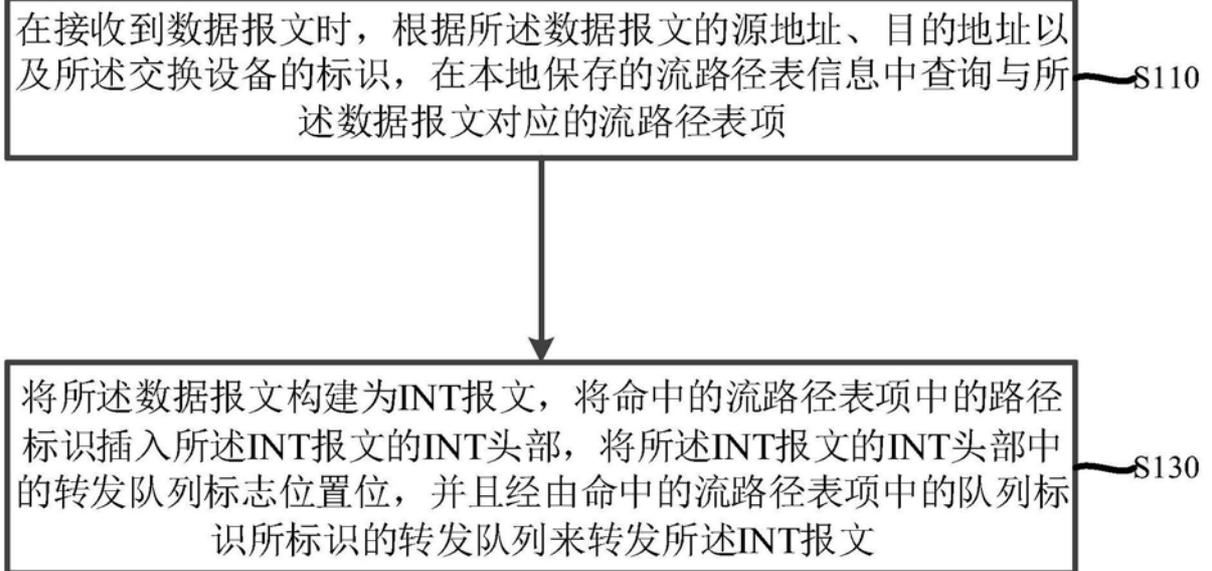
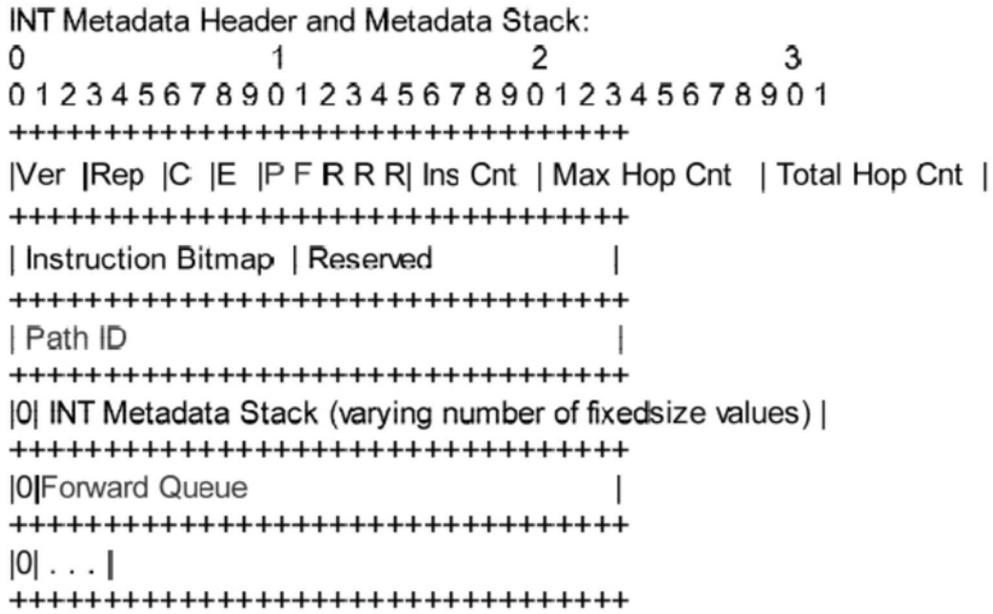


图1



INT instructions are encoded as a bitmap in the 16bit INT Instruction field: each bit corresponds to a specific standard metadata as specified in Section 3.

- bit0 (MSB): Switch ID
- bit1: Ingress port ID
- bit2: Hop latency
- bit3: Queue occupancy
- bit4: Ingress timestamp
- bit5: Egress port ID
- bit6: Queue congestion status
- bit7: Egress port tx utilization
- bit8: Forward Queue ID
- The remaining bits are reserved.

图2

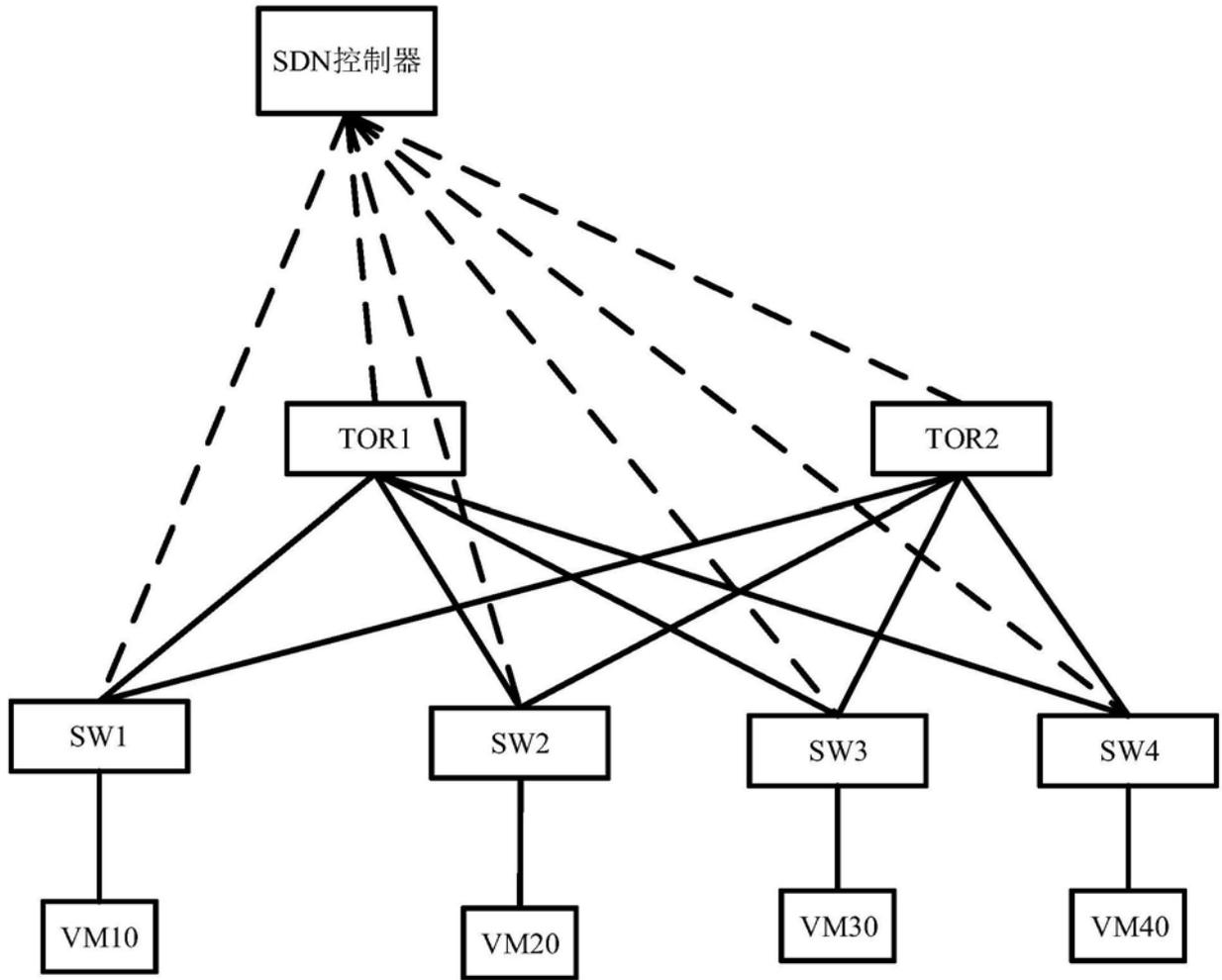


图3

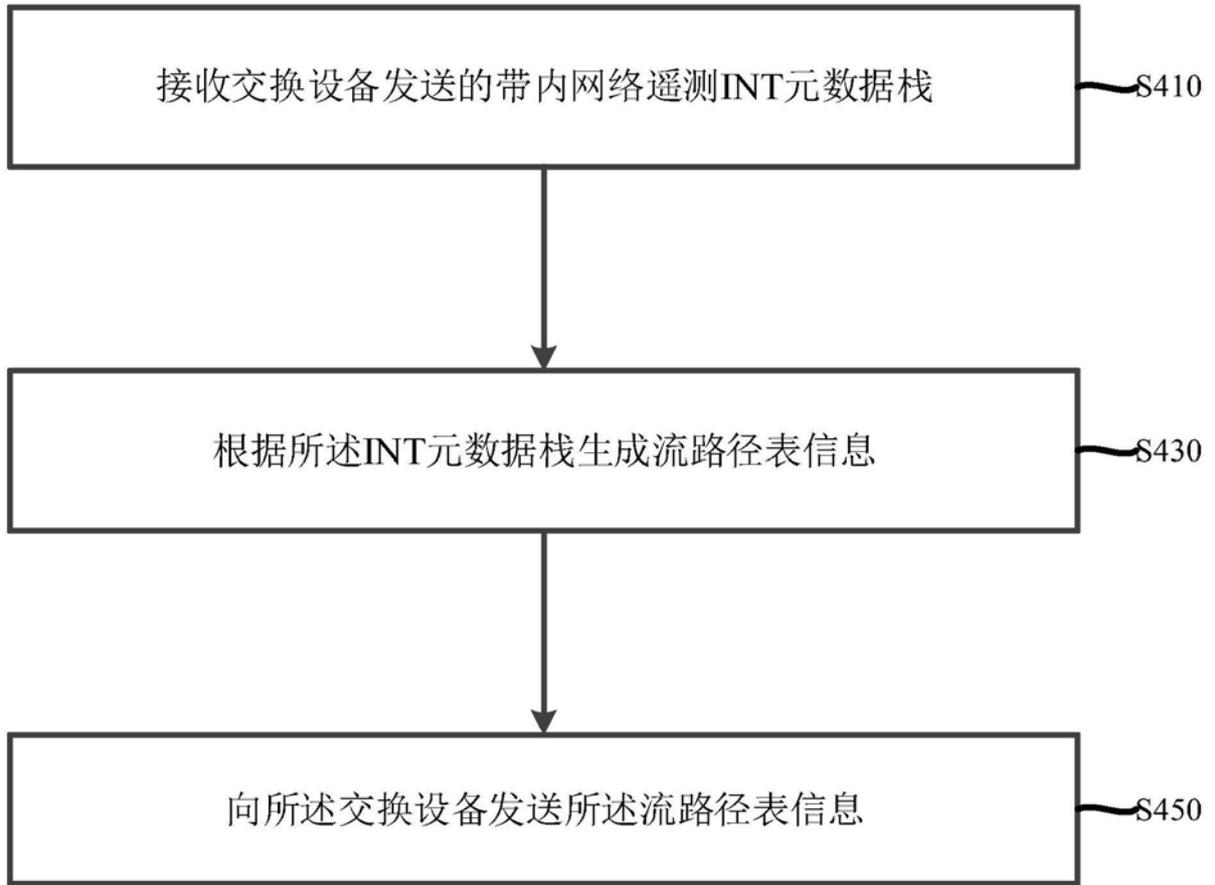


图4

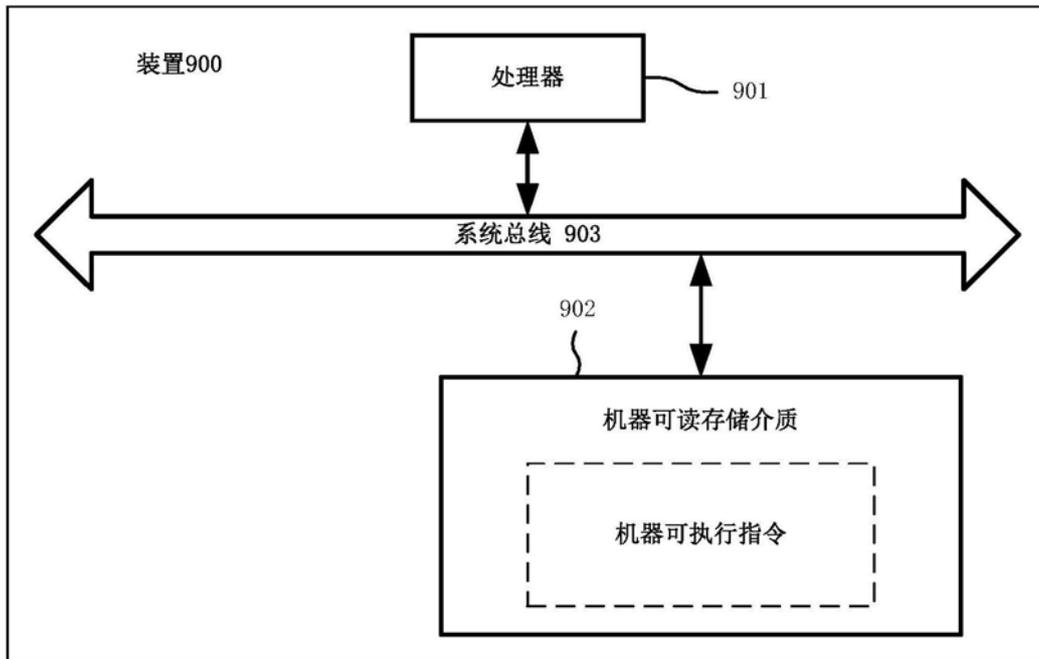


图5