

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2018 年 10 月 4 日 (04.10.2018)



(10) 国际公布号  
WO 2018/177438 A1

(51) 国际专利分类号:  
H04L 12/721 (2013.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/081573

(22) 国际申请日: 2018 年 4 月 2 日 (02.04.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
201710209173.8 2017 年 3 月 31 日 (31.03.2017) CN

(71) 申请人: 新华三技术有限公司 (NEW H3C TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市滨江区长河路 466 号, Zhejiang 310052 (CN)。

(72) 发明人: 李晶林 (LI, Jinglin); 中国北京市海淀区上地信息产业基地创业路 2 号东方电子大厦 211 室, Beijing 100085 (CN)。

(74) 代理人: 北京博思佳知识产权代理有限公司 (BEIJING BESTIPR INTELLECTUAL PROPERTY LAW CORPORATION); 中国北京市海淀区上地三街 9 号嘉华大厦 B 座 409, Beijing 100085 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: PATH DETECTION

(54) 发明名称: 路径探测

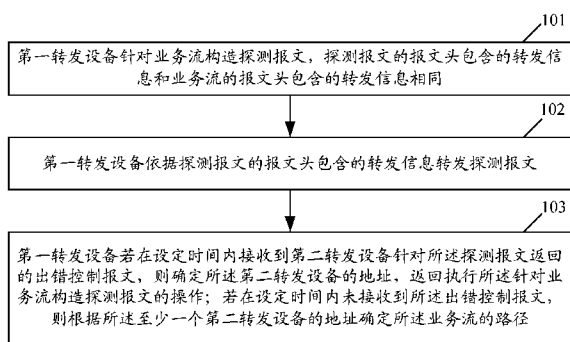


图 1

101 A FIRST FORWARDING DEVICE CONSTRUCTS A DETECTION MESSAGE FOR A SERVICE FLOW, FORWARDING INFORMATION COMPRISED IN A MESSAGE HEADER OF THE DETECTION MESSAGE BEING THE SAME AS FORWARDING INFORMATION COMPRISED IN A MESSAGE HEADER OF THE SERVICE FLOW  
102 THE FIRST FORWARDING DEVICE FORWARDS THE DETECTION MESSAGE ACCORDING TO THE FORWARDING INFORMATION COMPRISED IN THE MESSAGE HEADER OF THE DETECTION MESSAGE  
103 IF AN ERROR CONTROL MESSAGE RETURNED BY A SECOND FORWARDING DEVICE FOR THE DETECTION MESSAGE IS RECEIVED WITHIN A SET TIME, THE FIRST FORWARDING DEVICE DETERMINES THE ADDRESS OF THE SECOND FORWARDING DEVICE, AND RETURNS AN OPERATION OF CONSTRUCTING A DETECTION MESSAGE FOR THE SERVICE FLOW; AND IF THE ERROR CONTROL MESSAGE IS NOT RECEIVED WITHIN THE SET TIME, THE FIRST FORWARDING DEVICE DETERMINES A PATH OF THE SERVICE FLOW ACCORDING TO THE ADDRESS OF THE AT LEAST ONE SECOND FORWARDING DEVICE

(57) Abstract: The present application provides a path detection method and a forwarding device. In an example of the present application, a first forwarding device constructs a detection message for a service flow, forwarding information comprised in a message header of the detection message being the same as forwarding information comprised in a message header of the service flow; the first forwarding device forwards the detection message according to the forwarding information; if an error control message returned by a second forwarding device for the detection message is received within a set time, the first forwarding device determines the address of the second forwarding device, and returns an operation of constructing a detection message for the service flow; otherwise, the first forwarding device determines a path of the service flow according to the address of the at least one second forwarding device.

(57) 摘要: 本申请提供了路径探测方法和转发设备。本申请示例中, 第一转发设备针对业务流构造探测报文, 所述探测报文的报文头包含的转发信息和所述业务流的报文头包含的转发信息相同; 所述第一转发设备依据所述转发信息转发所述探测报文; 若在设定时间内接收到第二转发设备针对所述探测报文返回的出错控制报文, 则所述第一转发设备确定所述第二转发设备的地址, 并返回执行针对所述业务流构造探测报文的操作; 否则, 所述第一转发设备根据所述至少一个所述第二转发设备的地址确定所述业务流的路径。

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区  
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,  
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,  
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,  
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,  
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,  
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,  
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

## 路径探测

### 相关申请的交叉引用

5 [01] 本专利申请要求于 2017 年 3 月 31 日提交的、申请号为 201710209173.8、发明名称为“路径探测方法和装置”的中国专利申请的优先权，该申请的全文以引用的方式并入本文中。

### 背景技术

[02] 为了实现 IP 网络运维的需要，经常需要探测业务流在网络中经过的路径。

10 [03] 用于路径探测的是路由追踪（Traceroute）机制。Traceroute 机制是基于目的主机的 IP 地址（简称目的 IP 地址）发送探测报文以探测业务流从源主机至目的主机的路径。

[04] Traceroute 机制中的探测报文不同于业务流报文，比如，为了规避探测报文对业务流的影响，探测报文的端口号不同于业务流报文的端口号。

### 15 附图说明

[05] 图 1 为本申请提供的方法流程图；

[06] 图 2 为本申请提供的报文结构图；

[07] 图 3 为本申请一示例公开的路径探测示意图；

[08] 图 4a 至图 4c 为本申请实施例提供的探测报文结构图；

20 [09] 图 5 为本申请提供的实施例示意图；

[10] 图 6a 至图 6f 为本申请实施例提供的探测报文结构图

[11] 图 7 为本申请提供的路径探测逻辑结构示意图；

[12] 图 8 为本申请提供的转发设备的硬件结构示意图。

## 具体实施方式

[13]下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

[14]Traceroute 机制中，用于探测业务流经由路径的探测报文的报文头所包含的转发信息不同于业务流的报文头包含的转发信息，以转发信息为 UDP 端口号为例，UDP 端口号对应一些预先定义的应用，为了规避探测报文对实际业务应用的潜在影响，Traceroute 机制中，探测报文的报文头包含的 UDP 端口号为特定 UDP 端口号（比如大于 30000 的 UDP 端口号），不对应任何业务应用，其不同于业务流的报文头包含的用于对应业务流应用的 UDP 端口号；而不管是转发探测报文还是转发业务流，若存在等价路径或者策略路由（PBR）则是依赖于报文头包含的转发信息选择路径转发的，因为探测报文的报文头包含的转发信息不同于业务流的报文头包含的转发信息，这导致探测报文最终探测出的路径与业务流实际经由的路径不同。

[15]而本申请示例中，转发设备通过模仿实际业务流的报文头构造用于探测业务流经由路径的探测报文，如此，在依据探测报文的报文头包含的转发信息转发探测报文时，能够确保探测报文与实际业务流的转发行为一致，能够精准确定出实际业务流经由的路径。

[16]参见图 1，图 1 为本申请提供的方法流程图。该流程应用于业务流经由的转发设备。

作为一个实施例，这里的转发设备比如为路由器等，本申请并不具体限定。

[17]如图 1 所示，该流程可包括以下步骤：

[18]步骤 101，第一转发设备针对业务流构造探测报文，探测报文的报文头包含的转发信息和业务流的报文头包含的转发信息相同。

[19]作为一个实施例，本申请中，探测报文的报文头所包含的转发信息由外部控制设备告知转发设备的。这里的外部控制设备可为 SDN 控制器，也可为网管设备等，本申请并不具体限定。

[20]本申请示例中，不管步骤 101 中针对业务流构造过多少探测报文，构造的各探测报文的报文头所包含的转发信息都一致，为业务流的报文头包含的转发信息。因此，本申请示例中，外部控制设备向该转发设备发送一次上述转发信息即可。

[21]作为一个实施例，上述的第一转发设备可为业务流经由的首个转发设备。其中，外部控制设备可通过以下方式确定业务流经由的首个转发设备：依据业务流的源 IP 地址、目的 IP 地址并结合其管理的网络拓扑计算出从源 IP 地址至目的 IP 地址的各路径，对各路径上的首个转发设备进行业务流采样，通过采样的方式确定有业务流经过的转发设备为上述业务流经由的首个转发设备。

[22]作为一个实施例，步骤 101 中针对业务流构造探测报文可依赖于是否已针对业务流构造过另一个探测报文。其中，当确定未针对业务流构造过探测报文时，此时本步骤 101 中构造的探测报文的报文头包含的生存时间（TTL）为初始值；而当确定已针对所述业务流构造过另一个探测报文时，此时本步骤 101 中构造的所述探测报文的报文头包含的 TTL 为已构造的上一个探测报文的 TTL 与预设值之和；其中，所述预设值和所述初始值可相等，比如都为 1。

[23]在本申请示例中，步骤 101 构造的探测报文的报文头还包含校验和。其中，校验和配置为指示校验和错误的指定校验值；所述校验和用于使业务流的目的主机接收到所述探测报文时丢弃所述探测报文。

[24]作为一个实施例，探测报文的报文头细分为 IP 头部和传输层协议头部（TCP/UDP 头部）。其中，上述的 TTL 为 IP 头部的字段，校验和为 TCP/UDP 头部的字段。IP 头部包含的转发信息包括：源 IP 地址、目的 IP 地址、协议类型、差分服务代码点（DSCP）；TCP/UDP 头部包含的转发信息包括：源端口号、目的端口号。

[25]需要说明的是，在本申请示例中，也可以根据实际需求在步骤 101 构造的探测报文中增加另一头部，比如如果要探测 VXLAN 报文路径，可以在步骤 101 构造的探测报文中增加 VXLAN 头部。

[26]步骤 102，第一转发设备依据探测报文的报文头包含的转发信息转发探测报文。

[27]在本申请中，作为一个实施例，第一转发设备转发的探测报文的载荷携带本第一转发设备的地址，以使接收到所述探测报文的第二转发设备针对所述探测报文向本第一转发设备返回出错控制报文。图 2 举例示出了业务流报文与探测报文的结构。

[28]在业务流转发应用中，当有等价路径或者 PBR 时，会依据业务流的报文头所包含的转发信息进行设定运算，并依据运算结果确定下一跳以向下一跳转发业务流。应用于本申请示例中，步骤 102 在依据探测报文的报文头包含的转发信息转发探测报文时，即使转发探测报文时有等价路径或者 PBR，因为探测报文的报文头中的转发信息与业务流的

报文头中的转发信息相同，则通过对转发信息进行设定运算并依据运算结果确定下一跳以向下一跳转发探测报文，这能够保证探测报文与业务流报文的转发路径一致。作为一个实施例，上述的设定运算可为哈希运算等用于路由的运算方式。

5 [29] 步骤 103，第一转发设备若在设定时间内接收到第二转发设备针对所述探测报文返回的出错控制报文，则确定所述第二转发设备的地址，返回执行所述针对业务流构造探测报文的操作；若在设定时间内未接收到所述出错控制报文，则根据所述至少一个第二转发设备的地址确定所述业务流的路径。

[30] 在本申请示例中，设定时间可根据业务流实际路径传输所需时间自定义设定，本申请并不具体限定。

10 [31] 在本申请示例中，第二转发设备接收到探测报文后，将探测报文的报文头中的 TTL 减去预设值（比如 1），如果得到用于表示探测报文转发出错的值（比如 0），则向第一转发设备返回出错控制报文。

15 [32] 本申请示例中，第一转发设备若在设定时间内未接收到第二转发设备针对探测报文返回的出错控制报文，则意味着业务流经由路径的探测结束。其中，之所以会出现第一转发设备在设定时间内未接收到第二转发设备针对探测报文返回的出错控制报文，其中一个原因是：目的主机收到探测报文，目的主机对收到的探测报文解析，发现报文头中校验和为上述用于指示校验和错误的指定校验值（比如为 0x0 或其他值），则丢弃收到的探测报文，最终导致第一转发设备不能在设定时间内接收到针对探测报文返回的出错控制报文。

20 [33] 至于步骤 103 中如何依据已接收的出错控制报文确定所述业务流路径，将通过下文实施例详细描述，这里不再赘述。

[34] 至此，完成图 1 所示流程。

25 [35] 通过上面描述的流程可以看出，在本申请示例中，第一转发设备模仿实际业务流的报文头构造用于探测业务流经由路径的探测报文，依据探测报文的报文头包含的转发信息转发探测报文，这确保探测报文与实际业务流的转发行为一致，如此，根据设定时间内接收到第二转发设备针对探测报文返回的出错控制报文时确定的第二转发设备的地址，便能够最终精准确定出实际业务流经由的路径。

[36] 下面通过对图 1 所示流程进行详细描述：

[37] 参见图 3，图 3 为本申请一示例公开的路径探测示意图。本实施例在确定业务流的

路径时依赖记录的出错控制报文的源地址。下面以探测业务流（Flow）1 的路径为例描述本实施例。

[38]在本实施例中，假如 Flow1 为视频报文，源 IP 地址为 PC1 的 IP 地址（记为 IP1），目的 IP 地址为 PC3 的 IP 地址（记为 IP3）。Flow1 的结构如图 4a 所示。

5 [39]SDN 控制器基于 Flow1 的源 IP 地址、目的 IP 地址并结合已收集的图 3 所示网络的网络拓扑计算出 Flow1 可能经由的路径，并通过对计算出的各路径上的首个转发设备进行业务流采样，通过采样的方式确定路由器（Router）B 为 Flow1 经由的首个转发设备。

10 [40]SDN 控制器向 Flow1 经由的首个转发设备 Router B 下发 Flow1 的报文头包含的转发信息。这里的转发信息包括：Flow1 的 IP 头部所包含的转发信息和 Flow1 的 UDP 头部所包含的转发信息。Flow1 的 IP 头部所包含的转发信息举例包括：源 IP 地址（IP1）、目的 IP 地址（IP3）、协议类型、DSCP；Flow1 的 UDP 头部所包含的转发信息举例包括：源端口号、目的端口号。

[41]Router B 接收并存储转发信息。

15 [42]Router B 构造用于探测 Flow1 的首个探测报文，为便于描述，将该探测报文记为探测报文 3\_1。探测报文 3\_1 的 IP 头中 TTL 为初始值（本实施例以 1 为例）。探测报文 3\_1 的 IP 头还包含已接收的 Flow1 的 IP 头部所包含的转发信息比如源 IP 地址（IP1）、目的 IP 地址（IP3）、协议类型、DSCP；探测报文 3\_1 的 UDP 头中校验和为用于指示校验和错误的指定校验值（以 0x0 为例），探测报文 3\_1 的 UDP 头还包含已接收的 Flow1 的 UDP 头部所包含的转发信息比如源端口号、目的端口号。图 4b 示出了探测报文 3\_1 的格式。

20 [43]Router B 将本 Router B 的 IP 地址添加至探测报文 3\_1 的载荷，图 4c 示出添加了 Router B 的 IP 地址的探测报文 3\_1 的结构。

25 [44]Router B 依据探测报文 3\_1 的 IP 头中的转发信息以及 UDP 头中的转发信息转发探测报文 3\_1。假如 Router B 依据探测报文 3\_1 的 IP 头中的转发信息以及 UDP 头中的转发信息转发探测报文 3\_1，最终会转发至 Router A。

[45]Router A 收到探测报文 3\_1。

[46]Router A 将探测报文 3\_1 的 TTL 减去预设值（本实施例以 1 为例）得到 0，确定此时探测报文 3\_1 的转发出错。

[47] Router A 从探测报文 3\_1 的载荷解析出 Router B 的 IP 地址，依据 Router B 的 IP 地址向 Router B 返回一个对应探测报文 3\_1 的出错控制报文。出错控制报文的源 IP 地址为 Router A 的 IP 地址，目的 IP 地址为 Router B 的 IP 地址，出错控制报文还携带探测报文 3\_1 的报文头包含的转发信息（IP 头包含的转发信息和 UDP 头包含的转发信息），便于 Router B 识别出出错控制报文是针对哪一业务流。

[48] Router B 在设定时间内接收到 Router A 返回的出错控制报文，则记录该出错控制报文的源 IP 地址即 Router A 的 IP 地址。

[49] Router B 生成用于探测 Flow1 路径的第二个探测报文，为便于描述，这里将第二个探测报文记为探测报文 3\_2。探测报文 3\_2 的报文头与探测报文 3\_1 的报文头仅 TTL 不同，探测报文 3\_2 的 TTL 为探测报文 3\_1 中的 TTL 与预设值（以 1 为例）之和，此时探测报文 3\_2 的报文头中 TTL 为 2。

[50] Router B 将本 Router B 的 IP 地址添加至探测报文 3\_2 的载荷。

[51] Router B 依据探测报文 3\_2 的 IP 头中的转发信息以及 UDP 头中的转发信息转发探测报文 3\_2。假如 Router B 依据探测报文 3\_2 的 IP 头中的转发信息以及 UDP 头中的转发信息转发探测报文 3\_2，最终会转发至 Router A。

[52] Router A 收到探测报文 3\_2。

[53] Router A 将探测报文 3\_2 的 TTL 减去预设值（本实施例以 1 为例）得到 1，确定此时探测报文 3\_2 的转发未出错。此时探测报文 3\_2 的 TTL 更新为 1。

[54] Router A 依据探测报文 3\_2 的 IP 头中的转发信息以及 UDP 头中的转发信息转发探测报文 3\_2。假如 Router A 依据探测报文 3\_2 的 IP 头中的转发信息以及 UDP 头中的转发信息转发探测报文 3\_2，最终会转发至 Router C。

[55] Router C 收到探测报文 3\_2。

[56] Router C 将探测报文 3\_2 的 TTL 减去预设值（本实施例以 1 为例）得到 0，确定此时探测报文 3\_2 的转发出错。

[57] Router C 从探测报文 3\_2 的载荷解析出 Router B 的 IP 地址，依据 Router B 的 IP 地址向 Router B 返回一个对应探测报文 3\_2 的出错控制报文。出错控制报文的源 IP 地址为 Router C 的 IP 地址，目的 IP 地址为 Router B 的 IP 地址，出错控制报文还携带探测报文 3\_2 的报文头包含的转发信息（IP 头包含的转发信息和 UDP 头包含的转发信息），

便于 Router B 识别出出错控制报文是针对哪一业务流。

[58]Router B 在设定时间内接收到 Router C 返回的出错控制报文，则记录该出错控制报文的源 IP 地址即 Router C 的 IP 地址。

5 [59]Router B 生成用于探测 Flow1 路径的第三个探测报文，为便于描述，这里将第三个探测报文记为探测报文 3\_3。探测报文 3\_3 的报文头与探测报文 3\_2 的报文头仅 TTL 不同，探测报文 3\_3 的 TTL 为探测报文 3\_2 中的 TTL 与预设值（以 1 为例）之和，此时探测报文 3\_3 的报文头中 TTL 为 3。

10 [60]Router B 将本 Router B 的 IP 地址添加至探测报文 3\_3 的载荷，依据探测报文 3\_3 的 IP 头中的转发信息以及 UDP 头中的转发信息转发探测报文 3\_3。假如 Router B 依据探测报文 3\_3 的 IP 头中的转发信息以及 UDP 头中的转发信息转发探测报文 3\_3，最终会转发至 Router A。

[61]Router A 收到探测报文 3\_3。

[62]Router A 将探测报文 3\_3 的 TTL 减去预设值（本实施例以 1 为例）得到 2，确定此时探测报文 3\_3 的转发未出错。此时探测报文 3\_3 的 TTL 更新为 2。

15 [63]Router A 依据探测报文 3\_3 的 IP 头中的转发信息以及 UDP 头中的转发信息转发探测报文 3\_3。假如 Router A 依据探测报文 3\_3 的 IP 头中的转发信息以及 UDP 头中的转发信息转发探测报文 3\_3，最终会转发至 Router C。

[64]Router C 收到探测报文 3\_3。

20 [65]Router C 将探测报文 3\_3 的 TTL 减去预设值（本实施例以 1 为例）得到 1，确定此时探测报文 3\_3 的转发未出错。此时探测报文 3\_3 的 TTL 更新为 1。

[66]Router C 依据探测报文 3\_3 的 IP 头中的转发信息以及 UDP 头中的转发信息转发探测报文 3\_3。假如 Router C 依据探测报文 3\_3 的 IP 头中的转发信息以及 UDP 头中的转发信息转发探测报文 3\_3，最终会转发至 Router F。

[67]Router F 收到探测报文 3\_3。

25 [68]Router F 将探测报文 3\_3 的 TTL 减去预设值（本实施例以 1 为例）得到 0，确定此时探测报文 3\_3 的转发出错。

[69]Router F 从探测报文 3\_3 的载荷解析出 Router B 的 IP 地址，依据 Router B 的 IP 地址向 Router B 返回一个对应探测报文 3\_3 的出错控制报文。出错控制报文的源 IP 地址

为 Router C 的 IP 地址，目的 IP 地址为 Router B 的 IP 地址，出错控制报文还携带探测报文 3\_3 的报文头包含的转发信息（IP 头包含的转发信息和 UDP 头包含的转发信息），便于 Router B 识别出出错控制报文是针对哪一业务流。

5 [70] Router B 在设定时间内接收到 Router F 返回的出错控制报文，则记录该出错控制报文的源 IP 地址即 Router F 的 IP 地址。

[71] Router B 生成用于探测 Flow1 路径的第四个探测报文，为便于描述，这里将第四个探测报文记为探测报文 3\_4。探测报文 3\_4 的报文头与探测报文 3\_3 的报文头仅 TTL 不同，探测报文 3\_4 的 TTL 为探测报文 3\_3 中的 TTL 与预设值（以 1 为例）之和，此时探测报文 3\_4 的报文头中 TTL 为 4。

10 [72] Router B 将本 Router B 的 IP 地址添加至探测报文 3\_4 的载荷，依据探测报文 3\_4 的 IP 头中的转发信息以及 UDP 头中的转发信息转发探测报文 3\_4。假如 Router B 依据探测报文 3\_4 的 IP 头中的转发信息以及 UDP 头中的转发信息转发探测报文 3\_4，最终会转发至 Router A。

[73] Router A 收到探测报文 3\_4。

15 [74] Router A 将探测报文 3\_4 的 TTL 减去预设值（本实施例以 1 为例）得到 3，确定此时探测报文 3\_4 的转发未出错。此时探测报文 3\_4 的 TTL 更新为 3。

[75] Router A 依据探测报文 3\_4 的 IP 头中的转发信息以及 UDP 头中的转发信息转发探测报文 3\_4。假如 Router A 依据探测报文 3\_4 的 IP 头中的转发信息以及 UDP 头中的转发信息转发探测报文 3\_4，最终会转发至 Router C。

20 [76] Router C 收到探测报文 3\_4。

[77] Router C 将探测报文 3\_4 的 TTL 减去预设值（本实施例以 1 为例）得到 2，确定此时探测报文 3\_4 的转发未出错。此时探测报文 3\_4 的 TTL 更新为 2。

[78] Router C 依据探测报文 3\_4 的 IP 头中的转发信息以及 UDP 头中的转发信息转发探测报文 3\_4。假如 Router C 依据探测报文 3\_4 的 IP 头中的转发信息以及 UDP 头中的转发信息转发探测报文 3\_4，最终会转发至 Router F。

25

[79] Router F 收到探测报文 3\_4。

[80] Router F 将探测报文 3\_4 的 TTL 减去预设值（本实施例以 1 为例）得到 1，确定此时探测报文 3\_4 的转发未出错。此时探测报文 3\_4 的 TTL 更新为 1。

[81]Router F 依据探测报文 3\_4 的 IP 头中的转发信息以及 UDP 头中的转发信息转发探测报文 3\_4。假如 Router F 依据探测报文 3\_4 的 IP 头中的转发信息以及 UDP 头中的转发信息转发探测报文 3\_4，最终会转发至目的主机 PC3。

5 [82]PC3 收到探测报文 3\_4，对探测报文 3\_4 的 UDP 头进行解析发现探测报文 3\_4 的 UDP 头中的校验和为用于指示校验和错误的指定校验值（以 0x0 为例），则丢弃探测报文 3\_4。

[83]Router B 在设定时间内接收不到针对探测报文 3\_4 返回的出错控制报文，则结束 Flow1 的路径探测。

10 [84]Router B 根据记录的 Router A、C、F 的 IP 地址构造出 Flow1 的路径。具体构造路径的方法需结合网络拓扑，本实施例并不赘述。

[85]至此，完成本实施例的描述。

15 [86]参见图 5，图 5 为本申请另一示例公开的路径探测示意图。本实施例中，转发设备在构造探测报文时，若未针对业务流构造过探测报文时，构造的探测报文的载荷携带本转发设备的地址；而若已针对业务流构造过探测报文时，则构造的探测报文的载荷携带上一个探测报文的载荷携带的转发设备的地址以及针对上一个探测报文的出错控制报文的源地址；在上一个探测报文的载荷中的所述转发设备的地址和针对上一个探测报文的所述出错控制报文的源地址按照预设的顺序排列，其中，所述源地址可携带在针对上一个探测报文的出错控制报文的载荷中，也可以携带针对上一个探测报文的出错控制报文的 IP 头中，本转发设备的地址位于构造的探测报文的载荷中的指定位置比如载荷的最前端，以使接收到探测报文的另一转发设备在针对探测报文返回出错控制报文时从指定位置获取该地址并向获取的地址返回出错控制报文。基于此，本实施例中，就可以依据最后一次构造并发送的探测报文的载荷携带的转发设备的地址确定业务流的路径。这不需要该转发设备记录出错控制报文的源地址，灵活性好。

20 [87]下面以探测 Flow2 的路径为例描述本实施例。

25 [88]在本实施例中，假如 Flow2 为互联网浏览报文，源 IP 地址为 PC1 的 IP 地址（记为 IP1），目的 IP 地址为 PC3 的 IP 地址（记为 IP3）。Flow2 的结构如图 6a 所示。按照图 1 所示流程探测 Flow2 的路径的过程包括：

[89]SDN 控制器基于 Flow2 的源 IP 地址、目的 IP 地址并结合已收集的图 5 所示网络的网络拓扑计算出 Flow2 可能经由的路径，并通过对计算出的各路径上的首个转发设备进

行业务流采样，通过采样的方式确定 Router B 为 Flow2 经由的首个转发设备。

[90]SDN 控制器向 Flow2 经由的首个转发设备 Router B 下发 Flow2 的报文头包含的转发信息。这里的转发信息包括：Flow2 的 IP 头部所包含的转发信息和 Flow2 的 TCP 头部所包含的转发信息。Flow2 的 IP 头部所包含的转发信息举例包括：源 IP 地址（IP1）、目的 IP 地址（IP3）、协议类型、DSCP；Flow2 的 TCP 头部所包含的转发信息举例包括：源端口号、目的端口号。

[91]Router B 接收并存储转发信息。

[92]Router B 构造用于探测 Flow2 的首个探测报文，为便于描述，将该探测报文记为探测报文 5\_1。探测报文 5\_1 的 IP 头中 TTL 为初始值（本实施例以 1 为例）。探测报文 5\_1 的 IP 头还包含已接收的 Flow2 的 IP 头部所包含的转发信息比如源 IP 地址（IP1）、目的 IP 地址（IP3）、协议类型、DSCP；探测报文 5\_1 的 TCP 头中校验和为用于指示校验和错误的指定校验值（以 0x0 为例），探测报文 5\_1 的 TCP 头还包含已接收的 Flow2 的 TCP 头部所包含的转发信息比如源端口号、目的端口号。图 6b 示出了探测报文 3\_1 的格式。

[93]Router B 将本 Router B 的 IP 地址添加至探测报文 5\_1 的载荷的指定位置（以载荷的首端为例），图 6c 示出添加了 Router B 的 IP 地址的探测报文 5\_1 的结构。

[94]Router B 依据探测报文 5\_1 的 IP 头中的转发信息以及 TCP 头中的转发信息转发探测报文 5\_1。假如 Router B 依据探测报文 5\_1 的 IP 头中的转发信息以及 TCP 头中的转发信息转发探测报文 5\_1，最终会转发至 Router D。

[95]Router D 收到探测报文 5\_1。

[96]Router D 将探测报文 5\_1 的 TTL 减去预设值（本实施例以 1 为例）得到 0，确定此时探测报文 5\_1 的转发出错。

[97]Router D 从探测报文 5\_1 的载荷的指定位置解析出 Router B 的 IP 地址，依据 Router B 的 IP 地址向 Router B 返回一个对应探测报文 5\_1 的出错控制报文。出错控制报文的源 IP 地址为 Router D 的 IP 地址，目的 IP 地址为 Router B 的 IP 地址，出错控制报文的载荷携带探测报文 5\_1 的报文头包含的转发信息（IP 头包含的转发信息和 UDP 头包含的转发信息），便于 Router B 识别出出错控制报文是针对哪一业务流；出错控制报文的载荷还携带 Router D 的 IP 地址。

[98]Router B 在设定时间内接收到 Router D 返回的出错控制报文，则生成用于探测 Flow2

的第二个探测报文，为便于描述，这里将作为当前探测报文的第二个探测报文记为探测报文 5\_2。探测报文 5\_2 的报文头与探测报文 5\_1 的报文头仅 TTL 不同，探测报文 5\_2 的报文头中的 TTL 为探测报文 5\_1 中的 TTL 与预设值（以 1 为例）之和，此时探测报文 5\_2 的报文头中 TTL 为 2。探测报文 5\_2 的载荷中包含探测报文 5\_1 中载荷携带的 Router B 的 IP 地址、以及出错控制报文的载荷携带的 Router D 的 IP 地址。其中，Router B 的 IP 地址可处于载荷中的指定位置（以载荷首端为例），以使接收到探测报文 5\_2 的其他转发设备在针对探测报文 5\_2 返回出错控制报文时从探测报文 5\_2 的上述指定位置获取 Router B 的 IP 地址并向获取的 Router B 的 IP 地址返回出错控制报文。本实施例以探测报文 5\_2 的载荷包含的 Router B 的 IP 地址、Router D 的 IP 地址是按顺序排列的，其中，Router D 的 IP 地址在载荷中排在 Router B 的 IP 地址之后，图 6d 示出了探测报文 5\_2 的报文结构。下文各探测报文的载荷携带 IP 地址的情况均类似探测报文 5\_2，不再一一解释。

[99] Router B 依据探测报文 5\_2 的 IP 头中的转发信息以及 TCP 头中的转发信息转发探测报文 5\_2。假如 Router B 依据探测报文 5\_2 的 IP 头中的转发信息以及 TCP 头中的转发信息转发探测报文 5\_2，最终会转发至 Router D。

[100] Router D 收到探测报文 5\_2。

[101] Router D 将探测报文 5\_2 的 TTL 减去预设值（本实施例以 1 为例）得到 1，确定此时探测报文 5\_2 的转发未出错。此时探测报文 5\_2 的 TTL 更新为 1。

[102] Router D 依据探测报文 5\_2 的 IP 头中的转发信息以及 TCP 头中的转发信息转发探测报文 5\_2。假如 Router D 依据探测报文 5\_2 的 IP 头中的转发信息以及 TCP 头中的转发信息转发探测报文 5\_2，最终会转发至 Router E。

[103] Router E 收到探测报文 5\_2。

[104] Router E 将探测报文 5\_2 的 TTL 减去预设值（本实施例以 1 为例）得到 0，确定此时探测报文 5\_2 的转发出错。

[105] Router E 从探测报文 5\_2 的载荷的指定位置解析出排在最前面的首个 IP 地址即 Router B 的 IP 地址，依据 Router B 的 IP 地址向 Router B 返回一个对应探测报文 5\_2 的出错控制报文。出错控制报文的源 IP 地址为 Router E 的 IP 地址，目的 IP 地址为 Router B 的 IP 地址，出错控制报文的载荷包含：探测报文 5\_2 的报文头包含的转发信息（IP 头包含的转发信息和 UDP 头包含的转发信息）、以及 Router E 的 IP 地址。

[106] Router B 在设定时间内接收到 Router E 返回的出错控制报文，则生成用于探测 Flow2 的第三个探测报文，为便于描述，这里将作为当前探测报文的第三个探测报文记为探测报文 5\_3。探测报文 5\_3 的报文头与探测报文 5\_2 的报文头仅 TTL 不同，探测报文 5\_3 的报文头中的 TTL 为探测报文 5\_2 中的 TTL 与预设值（以 1 为例）之和，此时  
5 探测报文 5\_3 的报文头中 TTL 为 3。

[107] 探测报文 5\_3 的载荷中包含探测报文 5\_2 的载荷携带的 Router B 的 IP 地址、Router D 的 IP 地址、以及接收的出错控制报文的载荷携带的 Router E 的 IP 地址。其中，Router B 的 IP 地址可处于载荷中的指定位置（以载荷首端为例），Router E 的 IP 地址按顺序排在 Router D 的 IP 地址之后，图 6e 示出了探测报文 5\_3 的报文结构。

10 [108] Router B 依据探测报文 5\_3 的 IP 头中的转发信息以及 TCP 头中的转发信息转发探测报文 5\_3。假如 Router B 依据探测报文 5\_3 的 IP 头中的转发信息以及 TCP 头中的转发信息转发探测报文 5\_3，最终会转发至 Router D。

[109] Router D 收到探测报文 5\_3。

15 [110] Router D 将探测报文 5\_3 的 TTL 减去预设值（本实施例以 1 为例），得到 2，确定此时探测报文 5\_3 的转发未出错。此时探测报文 5\_3 的 TTL 更新为 2。

[111] Router D 依据探测报文 5\_3 的 IP 头中的转发信息以及 TCP 头中的转发信息转发探测报文 5\_3。假如 Router D 依据探测报文 5\_3 的 IP 头中的转发信息以及 TCP 头中的转发信息转发探测报文 5\_3，最终会转发至 Router E。

[112] Router E 收到探测报文 5\_3。

20 [113] Router E 将探测报文 5\_3 的 TTL 减去预设值（本实施例以 1 为例）得到 1，确定此时探测报文 5\_3 的转发未出错。此时探测报文 5\_3 的 TTL 更新为 1。

[114] Router E 依据探测报文 5\_3 的 IP 头中的转发信息以及 TCP 头中的转发信息转发探测报文 5\_3。假如 Router D 依据探测报文 5\_3 的 IP 头中的转发信息以及 TCP 头中的转发信息转发探测报文 5\_3，最终会转发至 Router F。

25 [115] Router F 收到探测报文 5\_3。

[116] Router F 将探测报文 5\_3 的 TTL 减去第二值（本实施例以 1 为例）得到 0，确定此时探测报文 5\_3 的转发出错。

[117] Router F 从探测报文 5\_3 的载荷的指定位置中解析出排在最前面的首个 IP 地址

即 Router B 的 IP 地址, 依据 Router B 的 IP 地址向 Router B 返回一个对应探测报文 5\_3 的出错控制报文。出错控制报文的源 IP 地址为 Router F 的 IP 地址, 目的 IP 地址为 Router B 的 IP 地址, 出错控制报文的载荷包含: 探测报文 5\_3 的报文头包含的转发信息 (IP 头包含的转发信息和 UDP 头包含的转发信息)、以及 Router F 的 IP 地址。

5 [118] Router B 在设定时间内接收到 Router F 返回的出错控制报文, 则生成用于探测 Flow2 的第四个探测报文, 为便于描述, 这里将作为当前探测报文的第四个探测报文记  
10 为探测报文 5\_4。探测报文 5\_4 的报文头与探测报文 5\_3 的报文头仅 TTL 不同, 探测报文 5\_4 的 TTL 为探测报文 5\_3 中的 TTL 与预设值 (以 1 为例) 之和, 此时探测报文 5\_4 的报文头中的 TTL 为 4。探测报文 5\_4 的载荷中包含探测报文 5\_3 的载荷所包含的按顺序排列的 Router B 的 IP 地址、Router D 的 IP 地址、Router E 的 IP 地址、以及接收的出错控制报文的载荷携带的 Router F 的 IP 地址。其中, Router F 的 IP 地址按顺序排在 Router E 的 IP 地址之后, 图 6f 示出了探测报文 5\_4 的报文结构。

[119] Router B 依据探测报文 5\_4 的 IP 头中的转发信息以及 TCP 头中的转发信息转发探测报文 5\_4。假如 Router B 依据探测报文 5\_4 的 IP 头中的转发信息以及 TCP 头中的  
15 转发信息转发探测报文 5\_4, 最终会转发至 Router D。

[120] Router D 收到探测报文 5\_4。

[121] Router D 将探测报文 5\_4 的 TTL 减去预设值 (本实施例以 1 为例), 得到 3, 确定此时探测报文 5\_4 的转发未出错。此时探测报文 5\_4 的 TTL 更新为 3。

[122] Router D 依据探测报文 5\_4 的 IP 头中的转发信息以及 TCP 头中的转发信息转发  
20 探测报文 5\_4。假如 Router D 依据探测报文 5\_4 的 IP 头中的转发信息以及 TCP 头中的转发信息转发探测报文 5\_4, 最终会转发至 Router E。

[123] Router E 收到探测报文 5\_4。

[124] Router E 将探测报文 5\_4 的 TTL 减去预设值 (本实施例以 1 为例), 得到 2, 确定此时探测报文 5\_4 的转发未出错。此时探测报文 5\_4 的 TTL 更新为 2。

25 [125] Router E 依据探测报文 5\_4 的 IP 头中的转发信息以及 TCP 头中的转发信息转发探测报文 5\_4。假如 Router E 依据探测报文 5\_4 的 IP 头中的转发信息以及 TCP 头中的转发信息转发探测报文 5\_4, 最终会转发至 Router F。

[126] Router F 收到探测报文 5\_4。

[127] Router F 将探测报文 5\_4 的 TTL 减去预设值（本实施例以 1 为例）得到 1，确定此时探测报文 5\_4 的转发未出错。此时探测报文 5\_4 的 TTL 更新为 1。

[128] Router F 依据探测报文 5\_4 的 IP 头中的转发信息以及 TCP 头中的转发信息转发探测报文 5\_4。假如 Router F 依据探测报文 5\_4 的 IP 头中的转发信息以及 TCP 头中的转发信息转发探测报文 5\_4，最终会转发至目的主机 PC3。

[129] PC3 收到探测报文 5\_4，对探测报文 5\_4 的 TCP 头进行解析发现探测报文 5\_4 的 TCP 头中的校验和为用于指示校验和错误的指定校验值（以 0x0 为例），则丢弃探测报文 5\_4。

[130] Router B 在设定时间内接收不到针对探测报文 5\_4 返回的出错控制报文，则结束 Flow2 的路径探测。

[131] Router B 根据最后生成的探测报文 5\_4 的载荷包含的各转发设备的 IP 地址（Router B 的 IP 地址、Router D 的 IP 地址、Router E 的 IP 地址、以及 Router F 的 IP 地址）构造出 Flow2 经由的路径。具体构造路径的方法需结合网络拓扑，本实施例并不赘述。

[132] 至此，完成本实施例的描述。

[133] 以上对本申请提供的方法进行了描述。下面对本申请提供的装置进行描述：

[134] 参见图 8，图 8 为本申请一些实施例提供的转发设备的硬件结构图。该转发设备 80 可包括处理器 81 以及机器可读存储介质 82。其中，处理器 81 和机器可读存储介质 82 可经由系统总线 83 通信。并且，通过读取并执行机器可读存储介质 82 中存储的与路径探测逻辑 70 对应的机器可执行指令，处理器 81 可执行上文所述的路径探测的方法。

[135] 本文提到的机器可读存储介质 82 可以是任何电子、磁性、光学或其他物理存储装置，可以包含或存储信息，如可执行指令、数据，等等。例如，所述机器可读存储介质 82 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。

[136] 参见图 7，图 7 为本申请提供的路径探测逻辑结构图。该装置应用于业务流经由的转发设备，包括：

[137] 构造模块 701，用于针对业务流构造探测报文，所述探测报文的报文头包含的转

发信息和所述业务流的报文头包含的转发信息相同；

[138] 转发模块 702, 用于依据所述转发信息转发所述探测报文；

[139] 检查模块 703, 用于检查是否在设定时间内接收到其他转发设备针对所述探测报文返回的出错控制报文；

5 [140] 地址确定模块 704, 用于在所述检查模块 703 的检查结果为是时, 确定所述其他转发设备的地址, 并触发所述构造模块 701 执行所述针对业务流构造探测报文的操作；

[141] 路径确定模块 705, 用于在所述检查模块 703 的检查结果否时, 根据至少一个所述其他转发设备的地址确定所述业务流的路径。

10 [142] 在一个实施例中, 所述探测报文的报文头包括校验和, 所述校验和配置为指示校验和错误的指定校验值, 以使业务流的目的主机接收到所述探测报文时丢弃所述探测报文。

15 [143] 在一个实施例中, 所述探测报文的报文头包括 IP 头部和传输层协议头部；所述校验和为传输层协议头部的字段；其中, 所述 IP 头部包含的转发信息包括：源 IP 地址、目的 IP 地址、协议类型、差分服务代码点 DSCP；所述传输层协议头部包含的转发信息包括：源端口号、目的端口号。

[144] 在一个实施例中, 所述构造模块 701 构造的所述探测报文的载荷携带本转发设备的地址。这样, 接收到所述探测报文的另一转发设备针对所述探测报文向本转发设备返回出错控制报文。

20 [145] 在一个实施例中, 所述地址确定模块 704 用于将接收到的所述出错控制报文的源地址确定为所述其它转发设备的地址；所述地址确定模块 704 进一步记录所接收到的至少一个所述出错控制报文的源地址, 其中, 记录的至少一个所述源地址按照对应的出错控制报文的接收顺序排列；确定的所述业务流的路径为：所述转发设备记录的所述至少一个源地址对应的另一转发设备组成的路径。

25 [146] 在一个实施例中, 当确定未针对所述业务流构造过探测报文时, 所述构造模块 701 构造的所述探测报文的载荷携带本设备的地址；当确定已针对所述业务流构造过探测报文时, 所述构造模块 701 构造的所述探测报文的载荷携带上一个探测报文的载荷携带的转发设备的地址以及针对上一个探测报文的出错控制报文的载荷携带的来源地址；所述转发设备的地址和所述来源地址按照预设的顺序排列；其中, 本转发设备的地址位于构造的所述探测报文的载荷中的指定位置。这样, 接收到所述探测报文的另一转发设

备从所述指定位置获取本转发设备的地址，并针对所述探测报文向本转发设备返回出错控制报文。

[147] 在一个实施例中，所述地址确定模块 704 将接收到的所述出错控制报文的载荷携带的源地址确定为所述另一转发设备的地址；所述确定所述业务流的路径为：所述转发设备最后一次构造并发送的探测报文的载荷携带的地址对应的转发设备组成的路径。

[148] 至此，完成图 7 所示的路径探测逻辑的结构描述。

[149] 对于装置实施例而言，由于其基本对应于方法实施例，所以相关之处参见方法实施例的部分说明即可。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性劳动的情况下，即可以理解并实施。

[150] 需要说明的是，在本文中，诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[151] 以上对本发明实施例所提供的方法和装置进行了详细介绍，本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，综上所述，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

## 权利要求书

1、一种路径探测方法，包括：

第一转发设备针对业务流构造探测报文，所述探测报文的报文头包含的转发信息和所述业务流的报文头包含的转发信息相同；

所述第一转发设备依据所述探测报文的报文头包含的转发信息转发所述探测报文；

若在设定时间内接收到第二转发设备针对所述探测报文返回的出错控制报文，则所述

确定所述第二转发设备的地址，并

返回执行针对所述业务流构造探测报文的操作；

若在所述设定时间内未接收到所述出错控制报文，则所述第一转发设备根据所述至少一个所述第二转发设备的地址确定所述业务流的路径。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，

所述探测报文的报文头包括校验和，

所述校验和配置为指示校验和错误的指定校验值，以使所述业务流的目的主机接收到所述探测报文时丢弃所述探测报文。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，

所述探测报文的报文头包括互联网协议（IP）头部和传输层协议头部；

所述校验和为所述传输层协议头部的字段；

其中，所述 IP 头部包含的转发信息包括：源 IP 地址、目的 IP 地址、协议类型、差分服务代码点 DSCP；

所述传输层协议头部包含的转发信息包括：源端口号、目的端口号。

4、根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述探测报文的载荷携带本第一转发设备的地址，以使接收到所述探测报文的第二转发设备针对所述探测报文向本第一转发设备返回出错控制报文。

5、根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述确定的第二转发设备的地址为所述出错控制报文的源地址；

该方法还包括：记录所述源地址，其中，记录的至少一个所述源地址按照对应的所述出错控制报文的接收顺序排列；

确定的所述业务流的路径为：所述第一转发设备记录的所述至少一个源地址对应的第二转发设备组成的路径。

6、根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，

当确定未针对所述业务流构造过探测报文时，构造的所述探测报文的载荷携带本设备的地址；

当确定已针对所述业务流构造过另一探测报文时，构造的所述探测报文的载荷携带上一个探测报文的载荷携带的转发设备的地址以及针对上一个探测报文的出错控制报文的源地址，其中，所述源地址携带在所述上一个探测报文的出错控制报文的载荷中；

所述上一个探测报文的载荷携带的转发设备的地址和所述源地址按照预设的顺序排列；其中，本第一转发设备的地址位于构造的所述探测报文的载荷中的指定位置，以使接收到所述探测报文的第二转发设备从所述指定位置获取本第一转发设备的地址，并针对所述探测报文向本第一转发设备返回出错控制报文。

7、根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述确定的所述第二转发设备的地址为针对所述探测报文的所述出错控制报文的源地址，所述源地址携带在针对所述探测报文的所述出错控制报文的载荷中；

所述确定所述业务流的路径为：所述第一转发设备最后一次构造并发送的探测报文的载荷携带的地址对应的转发设备组成的路径。

8、一种转发设备，包括：

处理器和机器可读存储介质，

所述机器可读存储介质存储有能够被所述处理器执行的机器可执行指令，所述处理器被所述机器可执行指令促使：

针对业务流构造探测报文，所述探测报文的报文头包含的转发信息和所述业务流的报文头包含的转发信息相同；

依据所述探测报文的报文头包含的转发信息转发所述探测报文；

若在设定时间内接收到其他转发设备针对所述探测报文返回的出错控制报文，则确定所述其他转发设备的地址，并返回执行针对所述业务流构造探测报文的操作；

若在所述设定时间内未接收到所述出错控制报文，则根据所述至少一个所述其他转发设备的地址确定所述业务流的路径。

9、根据权利要求 8 所述的转发设备，其特征在于，所述探测报文的报文头包括校验和，所述校验和配置为指示校验和错误的指定校验值，以使所述业务流的目的主机接收到所述探测报文时丢弃所述探测报文。

10、根据权利要求 9 所述的转发设备，其特征在于，所述探测报文的报文头包括互联网协议（IP）头部和传输层协议头部；

所述校验和为所述传输层协议头部的字段；

其中, 所述 IP 头部包含的转发信息包括: 源 IP 地址、目的 IP 地址、协议类型、差分服务代码点 DSCP;

所述传输层协议头部包含的转发信息包括: 源端口号、目的端口号。

5 11、根据权利要求 10 所述的转发设备, 其特征在于, 所述探测报文的载荷携带本转发设备的地址, 以使接收到所述探测报文的另一转发设备针对所述探测报文向本转发设备返回出错控制报文。

12、根据权利要求 11 所述的转发设备, 其特征在于,  
确定的其他转发设备的地址为所述出错控制报文的源地址;

10 所述处理器进一步被所述机器可执行指令促使:  
记录所述源地址, 其中, 记录的至少一个所述源地址按照对应的出错控制报文的接收顺序排列;

确定的所述业务流的路径为: 所述转发设备记录的所述至少一个源地址对应的另一转发设备组成的路径。

13、根据权利要求 11 所述的转发设备, 其特征在于,  
15 当确定未针对所述业务流构造过探测报文时, 构造的所述探测报文的载荷携带本设备的地址;

当确定已针对所述业务流构造过另一探测报文时, 构造的所述探测报文的载荷携带上一个探测报文的载荷携带的转发设备的地址以及针对上一个探测报文的出错控制报文的来源地址, 其中, 所述源地址携带在所述上一个探测报文的出错控制报文的载荷中;  
20 所述上一个探测报文的载荷携带的转发设备的地址和所述来源地址按照预设的顺序排列;

其中, 本第一转发设备的地址位于构造的所述探测报文的载荷中的指定位置, 以使接收到所述探测报文的另一转发设备从所述指定位置获取本转发设备的地址, 并针对所述探测报文向本转发设备返回出错控制报文。

25 14、根据权利要求 13 所述的转发设备, 其特征在于, 确定的其他转发设备的地址为针对所述探测报文的所述出错控制报文的源地址, 所述源地址携带在针对所述探测报文的所述出错控制报文的载荷中;

所述确定所述业务流的路径为: 所述转发设备最后一次构造并发送的探测报文的载荷携带的地址对应的转发设备组成的路径。

30 15、一种机器可读存储介质, 存储有机器可执行指令, 在被网络设备的处理器调用和执行时, 所述机器可执行指令促使所述处理器执行:

针对业务流构造探测报文，所述探测报文的报文头包含的转发信息和所述业务流的报文头包含的转发信息相同；

依据所述转发信息转发所述探测报文；

5 若在设定时间内接收到其他转发设备针对所述探测报文返回的出错控制报文，则确定所述其他转发设备的地址，并返回执行针对所述业务流构造探测报文的操作；

若在所述设定时间内未接收到所述出错控制报文，则根据所述至少一个所述其他转发设备的地址确定所述业务流的路径。

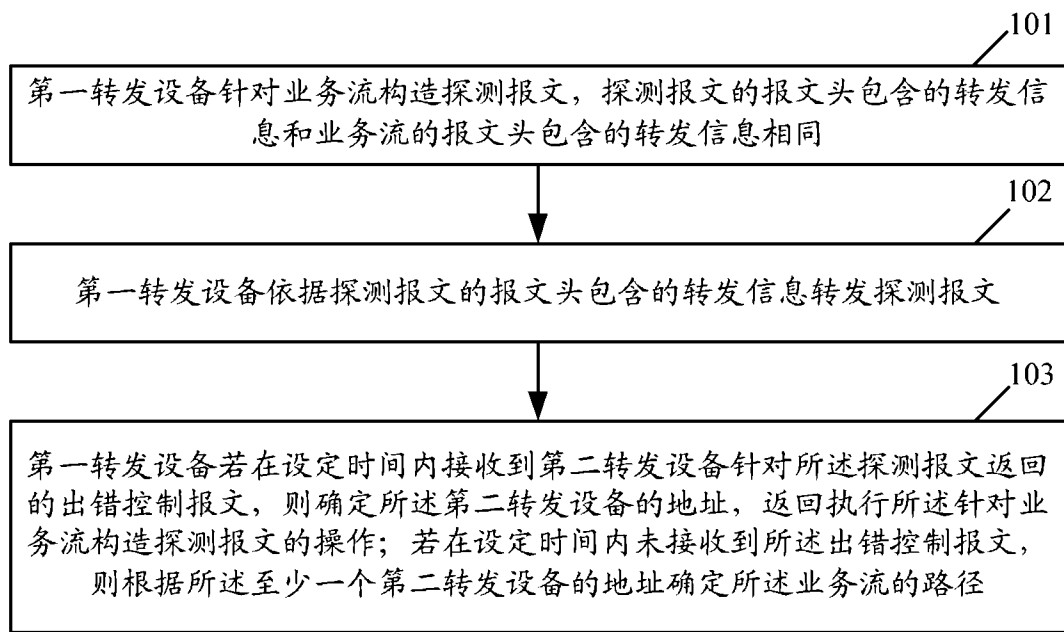


图 1

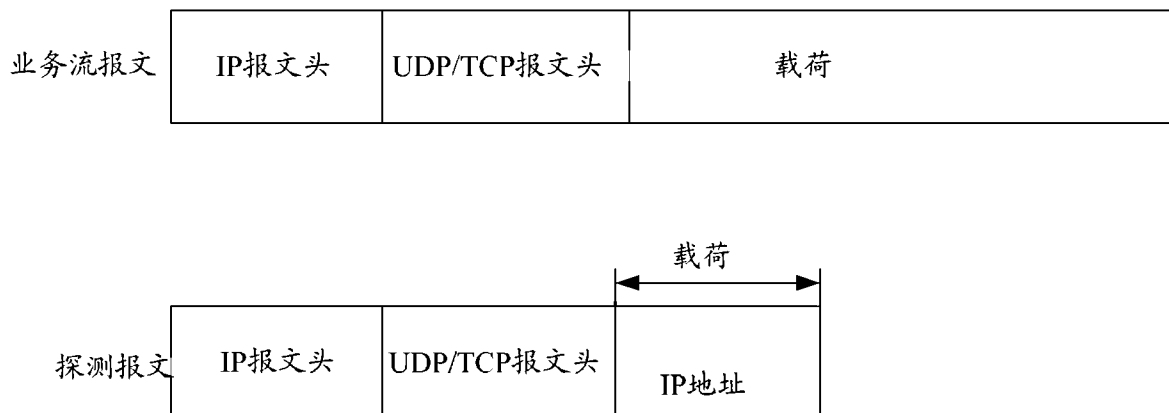


图 2

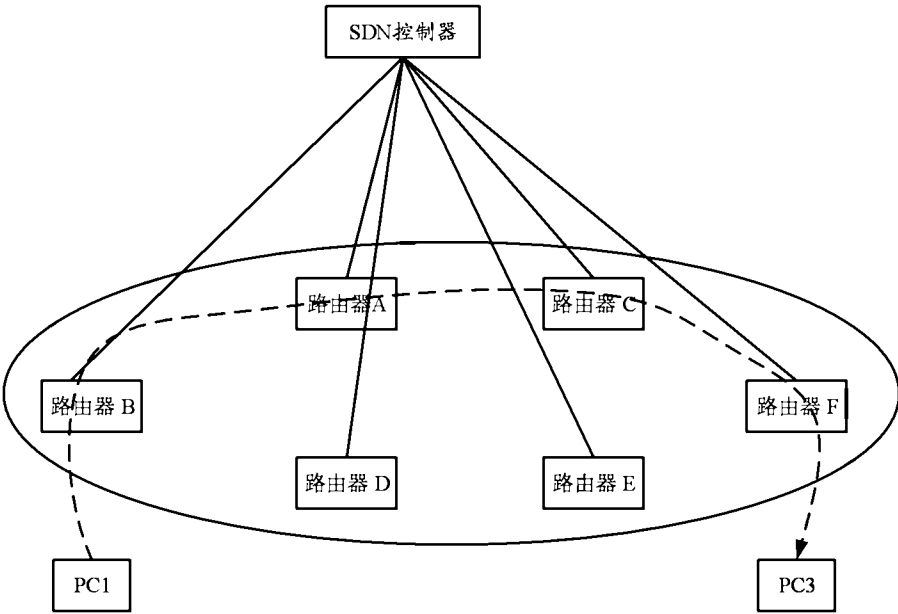


图 3



图 4a

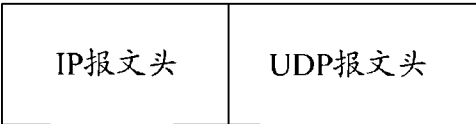


图 4b

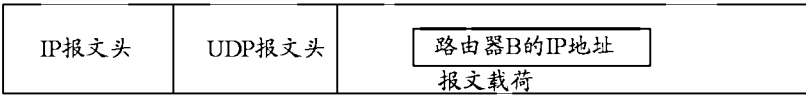


图 4c

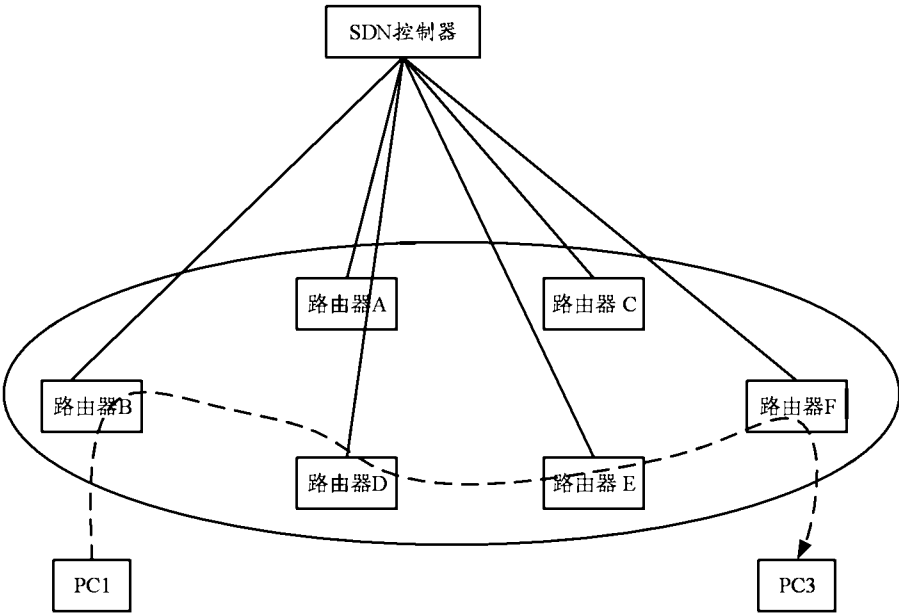


图 5

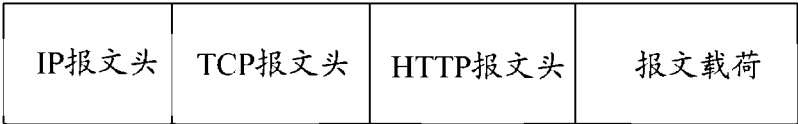


图 6a



图 6b

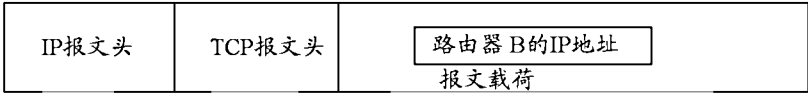


图 6c

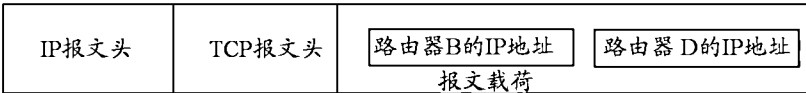


图 6d

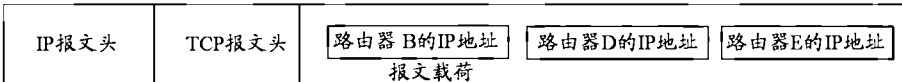


图 6e

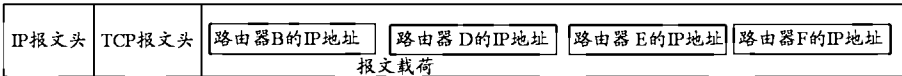


图 6f

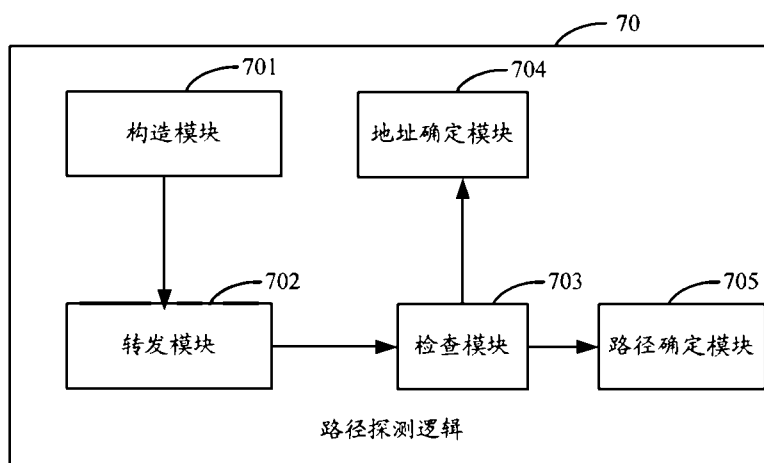


图 7

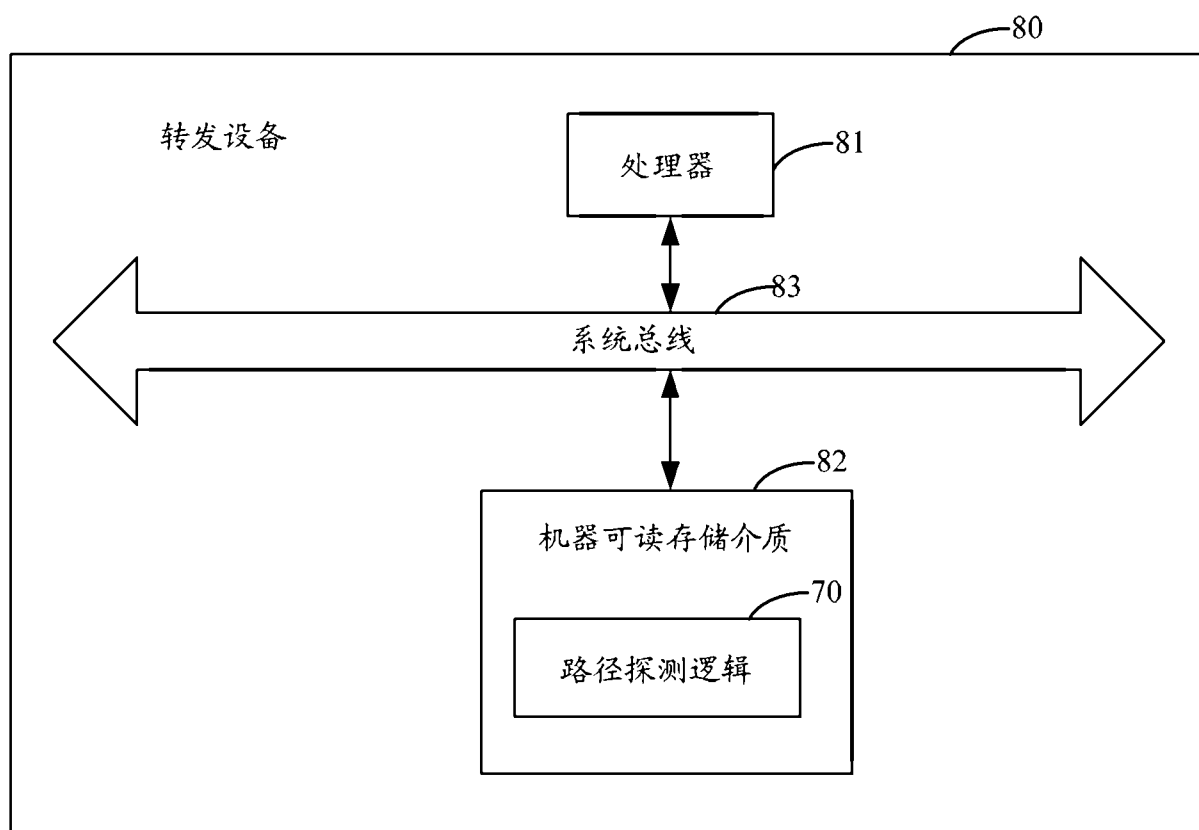


图 8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2018/081573

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 12/721 (2013.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; VEN; WOTXT; USTXT; EPTXT; CNKI: 路由, 路径, 探测, 检测, 追踪, 跟踪, 查找, 搜索, 搜寻, 报文, 报头, 地址, 端口号, 转发, 信息, 消息, 出错, 差错, 故障, 拒绝, 相同, 一样, 同样, 一致, route, trace, track, chase, detect, probe, find, explore, disclose, discover, search, head, message, address, UDP, interface, port, retransmit, same, identical, similar, equal, mistake, error, failing, fault, trouble, refuse, reject, decline

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                         | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | CN 102340451 A (ZTE CORPORATION) 01 February 2012 (01.02.2012), description, paragraphs [0029]-[0041]                      | 1-15                  |
| Y         | CN 101404597 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 08 April 2009 (08.04.2009), description, page 3, line 12 to page 10, line 3 | 1-15                  |
| A         | CN 102984232 A (XIDIAN UNIVERSITY et al.) 20 March 2013 (20.03.2013), entire document                                      | 1-15                  |
| A         | JP 2016046697 A (NIPPON TELEGR & TELEPH CORP.) 04 April 2016 (04.04.2016), entire document                                 | 1-15                  |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Special categories of cited documents:                                                                                                                                | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention                                              |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date                                                                               | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone                                                                     |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed                                                                  | "&" document member of the same patent family                                                                                                                                                                                                    |

|                                                                                                                                                                                                               |                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Date of the actual completion of the international search<br>10 May 2018                                                                                                                                      | Date of mailing of the international search report<br>07 June 2018 |
| Name and mailing address of the ISA<br>State Intellectual Property Office of the P. R. China<br>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao<br>Haidian District, Beijing 100088, China<br>Facsimile No. (86-10) 62019451 | Authorized officer<br>LENG, Jing<br>Telephone No. (86-20) 28950436 |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CN2018/081573

| Patent Documents referred<br>in the Report | Publication Date | Patent Family    | Publication Date |
|--------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| CN 102340451 A                             | 01 February 2012 | CN 102340451 B   | 24 May 2017      |
|                                            |                  | WO 2013044827 A1 | 04 April 2013    |
| CN 101404597 A                             | 08 April 2009    | CN 101404597 B   | 05 June 2013     |
| CN 102984232 A                             | 20 March 2013    | CN 102984232 B   | 08 June 2016     |
| JP 2016046697 A                            | 04 April 2016    | JP 6261001 B2    | 17 January 2018  |

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/081573

## A. 主题的分类

H04L 12/721(2013.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

## B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H04L

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS;CNTXT;VEN;WOTXT;USTXT;EPTXT;CNKI:路由, 路径, 探测, 检测, 追踪, 跟踪, 查找, 搜索, 搜寻, 报文, 报头, 地址, 端口号, 转发, 信息, 消息, 出错, 差错, 故障, 拒绝, 相同, 一样, 同样, 一致, route, trace, track, chase, detect, probe, find, explore, disclose, discover, search, head, message, address, UDP, interface, port, retransmit, same, identical, similar, equal, mistake, error, failing, fault, trouble, refuse, reject, decline

## C. 相关文件

| 类 型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                                | 相关的权利要求 |
|------|----------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Y    | CN 102340451 A (中兴通讯股份有限公司) 2012年 2月 1日 (2012 - 02 - 01)<br>说明书第29-41段           | 1-15    |
| Y    | CN 101404597 A (华为技术有限公司) 2009年 4月 8日 (2009 - 04 - 08)<br>说明书第3页第12行-第10页第3行     | 1-15    |
| A    | CN 102984232 A (西安电子科技大学等) 2013年 3月 20日 (2013 - 03 - 20)<br>全文                   | 1-15    |
| A    | JP 2016046697 A (NIPPON TELEGR & TELEPH CORP) 2016年 4月 4日 (2016 - 04 - 04)<br>全文 | 1-15    |

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

\* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&amp;” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2018年 5月 10日

国际检索报告邮寄日期

2018年 6月 7日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)  
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

冷静

电话号码 86-(20)-28950436

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/081573

| 检索报告引用的专利文件 |            |   | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 |            |    | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|------------|---|----------------|------|------------|----|----------------|
| CN          | 102340451  | A | 2012年 2月 1日    | CN   | 102340451  | B  | 2017年 5月 24日   |
|             |            |   |                | WO   | 2013044827 | A1 | 2013年 4月 4日    |
| CN          | 101404597  | A | 2009年 4月 8日    | CN   | 101404597  | B  | 2013年 6月 5日    |
| CN          | 102984232  | A | 2013年 3月 20日   | CN   | 102984232  | B  | 2016年 6月 8日    |
| JP          | 2016046697 | A | 2016年 4月 4日    | JP   | 6261001    | B2 | 2018年 1月 17日   |

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)