

(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
2015年8月27日 (27.08.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/124026 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04L 12/741 (2013.01)
 - (21) 国际申请号: PCT/CN2014/094680
 - (22) 国际申请日: 2014年12月23日 (23.12.2014)
 - (25) 申请语言: 中文
 - (26) 公布语言: 中文
 - (30) 优先权:
201410061200.8 2014年2月21日 (21.02.2014) CN
 - (71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
 - (72) 发明人: 宋雪飞 (SONG, Xuefei); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 夏寅贲 (XIA, Yinben); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 陈超 (CHEN, Chao); 中国北京市海淀区西土城路10号, Beijing 100876 (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, 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))。

(54) Title: FLOW TABLE ENTRY GENERATION METHOD AND DEVICE

(54) 发明名称: 流表项生成方法以及装置

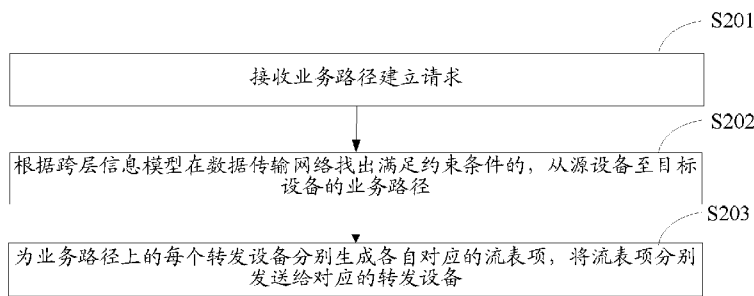


图 2 / FIG. 2

- S201 RECEIVING A SERVICE PATH ESTABLISHMENT REQUEST
- S202 FINDING A SERVICE PATH FROM A SOURCE DEVICE TO A TARGET DEVICE, WHICH SATISFIES A CONSTRAINT CONDITION, IN A DATA TRANSMISSION NETWORK ACCORDING TO A CROSS-LAYER INFORMATION MODEL
- S203 GENERATING RESPECTIVE CORRESPONDING FLOW TABLE ENTRIES FOR VARIOUS FORWARDING DEVICES ON THE SERVICE PATH RESPECTIVELY, AND SENDING THE FLOW TABLE ENTRIES TO CORRESPONDING FORWARDING DEVICES RESPECTIVELY

(57) Abstract: Disclosed are a flow table entry generation method and device. The method comprises: receiving a service path establishment request, wherein the service path establishment request contains a constraint condition, a source device and a target device; finding a service path from the source device to the target device, which satisfies the constraint condition, in a data transmission network according to a cross-layer information model, wherein the cross-layer information model is an integral topology relationship model which describes an IP layer and an optical layer on the same layer surface; and generating respective corresponding flow table entries for various forwarding devices on the service path respectively, and sending the flow table entries to corresponding forwarding devices respectively. By means of the solution, according to a cross-layer information model of which resources of an IP layer and resources of an optical layer are all on the same layer surface, by taking account of the resources of the IP layer and the resources of the optical layer simultaneously while calculating the service path, the calculation time and complexity of the service path can be greatly reduced, and

the calculation efficiency of the service path can be improved, thereby improving the generation efficiency of flow table entries.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2015/124026 A1



本申请公开了一种流表项生成方法以及装置。其中，所述方法包括：接收业务路径建立请求，其中，业务路径建立请求中包含了约束条件、源设备以及目标设备；根据跨层信息模型在数据传输网络找出满足约束条件的，从源设备至目标设备的业务路径，其中，跨层信息模型为在同一层面上描述 IP 层以及光层的整体拓扑关系的模型；为业务路径上的每个转发设备分别生成各自对应的流表项，将流表项分别发送给对应的转发设备。上述方案通过根据一个 IP 层的资源以及光层的资源均在同一层面的跨层信息模型，在计算业务路径时同时考虑 IP 层的资源以及光层的资源，能够大大减少业务路径计算的时间复杂度，提高业务路径计算的效率，从而提高流表项生成的效率。

流表项生成方法以及装置

本申请要求于 2014 年 2 月 21 日提交中国专利局、申请号为 CN 201410061200.8、发明名称为“流表项生成方法以及装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

5

技术领域

本申请涉及通信领域，特别是涉及一种流表项生成方法以及装置。

背景技术

10 软件定义网络（Software Defined Network, SDN）是一种新型网络架构，与传统网络所采用的查找 IP 路由相比，SDN/OpenFlow 能够实现网络流量的灵活控制，为核心网络及应用的创新提供良好的平台，是今后网络架构发展的方向。

15 现有的 SDN 网络采用的是 IP 层控制器+光层控制器的双控制器方案，其中，IP 层控制器负责管理 IP 层的资源，光层控制器负责管理光层的资源，即实行分层管理模式。

20 但是，在现有的分层管理模式，求得业务路径的过程十分复杂，效率十分低下。参阅图 1，图 1 是现有技术分层管理模式下分层模型的一实施方式的结构示意图。如图 1 所示，IP 层控制器（图未示）负责管理路由器 110，光层控制器（图未示）负责管理光层设备 120。路由器 110 包括路由器 R1~R6，每两个相邻的路由器间可以建立至少 1 个虚连接。例如，在初始阶段，路由器 110 与另一个路由器 110 之间已经建立的虚连接称为虚连接 1，其中，路由器 R1 与路由器 R2 之间已经建立了一个虚连接 1，称为路由器 R1 与路由器 R2 之间的虚连接 1，路由器 R2 与路由器 R3 之间已经建立了一个虚连接 1，称为
25 路由器 R2 与路由器 R3 之间的虚连接 1，路由器 R3 与路由器 R4 之间已经建立了一个虚连接 1，称为路由器 R3 与路由器 R4 之间的虚连接 1，路由器 R4 与路由器 R5 之间已经建立了一个虚连接 1，称为路由器 R4 与路由器 R5 之间的虚连接 1，路由器 R5 与路由器 R6 之间已经建立了一个虚连接 1，称为路由器 R5 与路由器 R6 之间的虚连接 1，路由器 R6 与路由器 R1 之间已经建立了
30 一个虚连接 1，称为路由器 R6 与路由器 R1 之间的虚连接 1。

光层设备 120 包括光层设备 O1~O6, 光层设备 O1 与光层设备 O2 之间建立了光交叉通路, 光层设备 O2 与光层设备 O3 之间建立了光交叉通路, 光层设备 O3 与光层设备 O4 之间建立了光交叉通路, 光层设备 O4 与光层设备 O5 之间建立了光交叉通路, 光层设备 O5 与光层设备 O6 之间建立了光交叉通路, 光层设备 O6 与光层设备 O1 之间建立了光交叉通路。每个路由器 110 都连接到对应的光层设备 120 上。值得注意的是, 路由器 R1~R6 之间并非真正的物理上的直接连接, 而是虚连接, 每一条虚连接都与光层的一条光交叉通路对应, 例如, 路由器 R1 与路由器 R2 之间的虚连接 1 与 O1 与 O2 之间建立的波长为 λ_1 , 时隙为 3 的一条光交叉通路相对应。

光层设备 O1 与光层设备 O2 之间的光交叉通路具有 20G 的带宽, 其中, 分配了 10G 以作为路由器 R1 与路由器 R2 之间的虚连接 1 的带宽, 所以, 光层设备 O1 与光层设备 O2 之间的光交叉通路的剩余带宽为 $20G-10G=10G$, 而路由器 R1 与路由器 R2 之间的虚连接 1 的 5G 带宽已被使用, 路由器 R1 与路由器 R2 之间的虚连接 1 的剩余带宽为 $10G-5G=5G$; 光层设备 O2 与光层设备 O3 之间的光交叉通路具有 20G 的带宽, 其中, 分配了 10G 以作为路由器 R2 与路由器 R3 之间的虚连接 1 的带宽, 所以, 光层设备 O2 与光层设备 O3 之间的光交叉通路的剩余带宽为 $20G-10G=10G$, 而路由器 R2 与路由器 R3 之间的虚连接 1 的 3G 带宽已被使用, 路由器 R2 与路由器 R3 之间的虚连接 1 的剩余带宽为 $10G-3G=7G$; 光层设备 O3 与光层设备 O4 之间的光交叉通路具有 20G 的带宽, 其中, 分配了 20G 以作为路由器 R3 与路由器 R4 之间的虚连接 1 的带宽, 所以, 光层设备 O3 与光层设备 O4 之间的光交叉通路的剩余带宽为 $20G-20G=0G$, 而路由器 R3 与路由器 R4 之间的虚连接 1 的 5G 带宽已被使用, 路由器 R3 与路由器 R4 之间的虚连接 1 的剩余带宽为 $20G-5G=15G$; 光层设备 O4 与光层设备 O5 之间的光交叉通路具有 20G 的带宽, 其中, 分配了 10G 以作为路由器 R4 与路由器 R5 之间的虚连接 1 的带宽, 所以, 光层设备 O4 与光层设备 O5 之间的光交叉通路的剩余带宽为 $20G-10G=10G$, 而路由器 R4 与路由器 R5 之间的虚连接 1 的 5G 带宽已被使用, 路由器 R4 与路由器 R5 之间的虚连接 1 的剩余带宽为 $10G-5G=5G$; 光层设备 O5 与光层设备 O6 之间的光交叉通路具有 20G 的带宽, 其中, 分配了 20G 以作为路由器 R5 与路由器 R6 之间的虚连接 1 的带宽, 所以, 光层设备 O5 与光层设备 O6 之间的光

交叉通路的剩余带宽为 $20G-20G=0G$ ，而路由器 R5 与路由器 R6 之间的虚连接 1 的 5G 带宽已被使用，路由器 R5 与路由器 R6 之间的虚连接 1 的剩余带宽为 $20G-5G=15G$ ；光层设备 O6 与光层设备 O1 之间的光交叉通路具有 20G 的带宽，其中，分配了 10G 以作为路由器 R6 与路由器 R1 之间的虚连接 1 的
5 带宽，所以，光层设备 O6 与光层设备 O1 之间的光交叉通路的剩余带宽为 $20G-10G=10G$ ，而路由器 R6 与路由器 R1 之间的虚连接 1 的 1G 带宽已被使用，路由器 R6 与路由器 R1 之间的虚连接 1 的剩余带宽为 $10G-1G=9G$ 。

如果 IP 层控制器接收到一个 6G 宽带，从路由器 R1 至路由器 R4（如图
中点画线所示）的业务路径建立请求，IP 层控制器首先在 IP 层进行计算路径，
10 尝试利用已经存在的虚连接 1 建立一条从路由器 R1 至路由器 R4 的通路，IP
层控制器发现路由器 R1 和路由器 R2 之间的虚连接 1 的剩余带宽只有 5G，比
所要求的 6G 少，所以，业务流无法通过已存在的各个虚连接 1 建立一条
R1->R2->R3->R4 的 IP 层路径进行传输，同时，路由器 R4 和路由器 R5 之间的
虚连接 1 的剩余带宽同样只有 5G，比所要求的 6G 少，业务流也无法通过
15 已存在的各个虚连接 1 建立一条 R1->R6->R5->R4 的 IP 层路径进行传输。

此时，IP 层控制器可能会尝试建立一条 R1->R4 的带宽为 6G 虚连接，对
应到光层就是 O1->O2->O3->O4 的带宽为 6G 的光交叉通路。但由于采用的是
分层管理模式，IP 层控制器不清楚光层设备 120 之间的光交叉通路的剩余带
宽情况，光层控制器也不清楚路由器 110 之间的各个虚连接 1 的剩余带宽情
况。所以，IP 层控制器只能向光层控制器发起建立对应从 R1 到 R4 的带宽为
20 6G 的虚连接的请求，光层控制器收到该请求后，会尝试在光层利用光层设备
120 之间的光交叉通路的剩余带宽新建一条对应于 IP 层的 R1 至 R4 的虚连接
的光交叉通路，即 O1->O2->O3->O4（对应的完整路径是
R1->O1->O2->O3->O4->R4）或 O1->O6->O5->O4（对应的完整路径是
25 R1->O1->O6->O5->O4->R4），但是，光层控制器发现光层设备 O3 和光层设
备 O4 之间的光交叉通路的剩余带宽只有 0G，比所要求的 6G 少，同时，光
层设备 O5 和光层设备 O6 之间光交叉通路的剩余带宽同样只有 0G，比所要
求的 6G 少，因此，光层控制器向 IP 层控制器反馈无法建立对应从 R1 到 R4
的带宽为 6G 的虚连接的光交叉通路。

此时，IP 层控制器可能会考虑一部分利用已经存在的虚连接 1，一部分向
光层控制器申请带宽以建立新的虚连接的方式“拼凑”出一条从路由器 R1 至

路由器 R4 的通路，例如，IP 层控制器会考虑利用路由器 R1 与路由器 R6 之间已存在的虚连接 1，然后，再在路由器 R6 与路由器 R4 之间新建一个虚连接。但是，尽管路由器 R1 与路由器 R6 之间的虚连接 1 有足够的带宽，但在新建路由器 R6 与路由器 R4 之间的虚连接时，光层控制器发现光层设备 O6 和光层设备 O5 之间的光交叉通路的剩余带宽只有 0G，比所要求的 6G 少，所以，光层控制器无法利用 O6->O5->O4 的光交叉通路的剩余带宽，同时，光层设备 O3 和光层设备 O4 之间光交叉通路的剩余带宽同样只有 0G，比所要求的 6G 少，光层控制器无法利用 O6->O1->O2->O3->O4（对应的完整路径是 R6->O6->O1->O2->O3->O4->R4）的光交叉通路的剩余带宽。因此，光层控制器向 IP 层控制器反馈无法建立对应从 R6 到 R4 的带宽为 6G 的虚连接的光交叉通路，从而利用路由器 R1 与路由器 R6 之间已存在的虚连接 1，再在路由器 R6 与路由器 R4 之间新建一个虚连接也不能成立。

采用这种对每一条可能的路径都进行尝试的方式可能要多次重复后，才发现一条满足要求的路径，而且，在整个过程中，需要 IP 层控制器和光层控制器的多次交互。例如，该满足要求的路径可以是先在路由器 R1 至路由器 R3 之间新建带宽为 6G 的虚连接 1，再与路由器 R3 至路由器 R4 之间的剩余带宽为 15G 的虚连接 1 组成一条带宽为 6G 的 IP 层传输路径（即先建立一条从 R1 至 R3 虚连接 1，如图中单条的划线所示，然后在利用已存在的 R3 至 R4 的虚连接 1，构建出一条从 R1 至 R4 的 IP 层传输路径），整条通路的实际路径为 R1->O1->O2->O3->R3->O3->O4->R4 的通路。

如果 IP 层有 n 个路由器 110，光层有 m 个光层设备 120，在这种分层管理模式下，时间复杂度为 $n*m$ ，造成业务路径计算的效率十分低下，进而影响流表项生成的效率。

25 发明内容

本申请提供一种流表项生成方法以及装置，能够提高业务路径计算的效率，从而提高流表项生成的效率。

本申请第一方面提供一种流表项生成方法，所述方法包括如下步骤：接收业务路径建立请求，其中，所述业务路径建立请求中包含了约束条件、源设备以及目标设备；根据跨层信息模型在数据传输网络找出满足所述约束条

件的，从所述源设备至所述目标设备的业务路径，其中，所述跨层信息模型为在同一层面上描述 IP 层以及光层的整体拓扑关系的模型；为所述业务路径上的每个转发设备分别生成各自对应的流表项，将所述流表项分别发送给对应的转发设备。

5 结合第一方面，本申请第一方面的第一种可能的实施方式中，所述 IP 层以及光层的整体拓扑关系包括：多个节点，所述多个节点之间的链路以及所述链路的属性，其中，所述多个节点包括：IP 层端口节点以及接入层节点，所述多个节点还包括光路层节点、时隙层节点以及波长层节点中的至少一种，所述 IP 层端口节点为所述数据传输网络中的 IP 层设备的端口抽象而成的节点，所述接入层节点为所述数据传输网络中的光层设备的支路侧的端口抽象而成的节点，所述光路层节点为所述数据传输网络中的光层设备的光路层抽象而成的节点，所述时隙层节点为所述数据传输网络中的光层设备的时隙层抽象而成的节点，所述波长层节点为所述数据传输网络中的光层设备的波长层抽象而成的节点。

10 结合第一方面的第一种可能的实施方式，本申请第一方面的第二种可能的实施方式中，两个所述时隙层节点之间的链路的属性包括：带宽、时延、权重、共享风险链路组标识以及时隙；两个所述波长层节点之间的链路的属性包括：带宽、时延、权重、共享风险链路组标识、波长以及时隙；其余链路的属性包括：带宽、时延、权重以及共享风险链路组标识。

15 结合第一方面的第一种可能的实施方式或第二种可能的实施方式，本申请第一方面的第三种可能的实施方式中，所述根据跨层信息模型在数据传输网络找出满足所述约束条件的，从所述源设备至所述目标设备的业务路径的步骤之前还包括如下步骤：获取所述 IP 层设备的端口、所述光层设备的支路侧的端口、所述光层设备的光路层、所述光层设备的时隙层以及所述光层设备的波长层以分别抽象出所述 IP 层端口节点、所述接入层节点、所述光路层节点、所述时隙层节点和所述波长层节点；获取所述 IP 层端口节点、所述接入层节点、所述光路层节点、所述时隙层节点以及所述波长层节点之间的连接关系以确定所述 IP 层端口节点、所述接入层节点、所述光路层节点、所述时隙层节点、所述波长层节点之间的链路；获取所述链路的属性；根据抽象得到的所述多个节点、所述链路以及所述链路的属性构建所述跨层信息模型。

20 结合第一方面的第二种可能的实施方式，本申请第一方面的第四种可能

的实施方式中，所述方法还包括：如果所述业务路径上的节点包括光路层节点，则更新所述跨层信息模型中的所述业务路径上的光路层节点之间的链路的带宽；或者，如果所述业务路径上的节点包括波长层节点，则在所述跨层信息模型中为所述业务路径上的波长层节点之间的链路分配波长；或者，如果所述业务路径上的节点包括时隙层节点，则在所述跨层信息模型中为所述业务路径上的时隙层节点之间的链路分配时隙。

结合第一方面，本申请第一方面的第五种可能的实施方式中，所述约束条件包括带宽、时延、IP 层优先、光层优先、共享风险链路组信息中的至少一种。

结合第一方面的第五种可能的实施方式，本申请第一方面的第六种可能的实施方式中，还包括如下步骤：根据所述共享风险链路组信息以及所述跨层信息模型计算出备用业务路径。

本申请第二方面提供一种流表项生成装置，包括：接收模块、路径寻找模块以及流表项模块，所述接收模块用于接收业务路径建立请求，其中，所述业务路径建立请求中包含了约束条件、源设备以及目标设备，所述接收模块将所述业务路径建立请求发送给所述路径寻找模块；所述路径寻找模块用于接收所述业务路径建立请求，根据跨层信息模型在数据传输网络找出满足所述约束条件的，从所述源设备至所述目标设备的业务路径，其中，所述跨层信息模型为在同一层面上描述 IP 层以及光层的整体拓扑关系的模型，所述路径寻找模块将所述业务路径发送给所述流表项模块；所述流表项模块用于接收所述业务路径，为所述业务路径上的每个转发设备分别生成各自对应的流表项，将所述流表项分别发送给对应的转发设备。

结合第二方面，本申请第二方面的第一种可能的实施方式中，所述 IP 层以及光层的整体拓扑关系包括：多个节点，所述多个节点之间的链路以及所述链路的属性，其中，所述多个节点包括：IP 层端口节点以及接入层节点，所述多个节点还包括光路层节点、时隙层节点以及波长层节点中的至少一种，所述 IP 层端口节点为所述数据传输网络中的 IP 层设备的端口抽象而成的节点，所述接入层节点为所述数据传输网络中的光层设备的支路侧的端口抽象而成的节点，所述光路层节点为所述数据传输网络中的光层设备的光路层抽象而成的节点，所述时隙层节点为所述数据传输网络中的光层设备的时隙层抽象而成的节点，所述波长层节点为所述数据传输网络中的光层设备的波长

层抽象而成的节点。

结合第一方面的第二种可能的实施方式，本申请第二方面的第二种可能的实施方式中，两个所述时隙层节点之间的链路的属性包括：带宽、时延、权重、共享风险链路组标识以及时隙；两个所述波长层节点之间的链路的属性包括：带宽、时延、权重、共享风险链路组标识、波长以及时隙；其余链路的属性包括：带宽、时延、权重以及共享风险链路组标识。

结合第二方面的第一种可能的实施方式或第二种可能的实施方式，本申请第二方面的第三种可能的实施方式中，所述装置还包括获取模块以及模型构建模块，所述获取模块用于获取所述 IP 层设备的端口、所述光层设备的支路侧的端口、所述光层设备的光路层、所述光层设备的时隙层以及所述光层设备的波长层以分别抽象出所述 IP 层端口节点、所述接入层节点、所述光路层节点、所述时隙层节点、所述波长层节点；获取所述 IP 层端口节点、所述接入层节点、所述光路层节点、所述时隙层节点以及所述波长层节点之间的连接关系以确定所述 IP 层端口节点、所述接入层节点、所述光路层节点、所述时隙层节点、所述波长层节点之间的链路；获取所述链路的属性，所述获取模块将抽象得到的所述多个节点、所述链路以及所述链路的属性发送给所述模型构建模块；所述模型构建模块用于接收所述抽象得到的所述多个节点、所述链路以及所述链路的属性，根据抽象得到的所述多个节点、所述链路以及所述链路的属性构建所述跨层信息模型。

结合第二方面的第二种可能的实施方式，本申请第二方面的第四种可能的实施方式中，所述装置还包括更新模块，所述更新模块用于在所述业务路径上的节点包括光路层节点时，更新所述跨层信息模型中的所述业务路径上的光路层节点之间的链路的带宽；或者，在所述业务路径上的节点包括波长层节点时，在所述跨层信息模型中为所述业务路径上的波长层节点之间的链路分配波长；或者，在所述业务路径上的节点包括时隙层节点时，在所述跨层信息模型中为所述业务路径上的时隙层节点之间的链路分配时隙。

结合第二方面，本申请第二方面的第五种可能的实施方式中，所述约束条件包括带宽、时延、IP 层优先、光层优先、共享风险链路组信息中的至少一种。

结合第二方面的第五种可能的实施方式，本申请第二方面的第六种可能的实施方式中，所述路径寻找模块还用于根据所述共享风险链路组信息以及所述跨层信息模型计算出备用业务路径。

上述方案通过根据一个 IP 层的资源以及光层的资源均在同一层面的跨层信息模型，在计算业务路径时同时考虑 IP 层的资源以及光层的资源，比起原来 SDN 网络采用分层管理模式，IP 层控制器负责管理 IP 层的资源，光层控制器负责管理光层的资源，能够大大减少业务路径计算的时间复杂度，提高业务路径计算的效率，从而提高流表项生成的效率。

10 附图说明

图1是现有技术分层管理模式下分层模型的一实施方式的结构示意图；

图2是本申请流表项生成方法一实施方式的流程图；

图3是本申请流表项生成方法另一实施方式的流程图；

图4是本申请流表项生成方法中 IP 层设备和光层设备的一实施方式的拓
15 扑图；

图5是本申请流表项生成方法中根据图 4 得到的跨层信息模型的拓扑图；

图6是本申请流表项生成装置一实施方式的结构示意图；

图7是本申请流表项生成装置另一实施方式的结构示意图；

图8是本申请控制器一实施方式的结构示意图。

20

具体实施方式

以下描述中，为了说明而不是为了限定，提出了诸如特定系统结构、接口、技术之类的具体细节，以便透彻理解本申请。然而，本领域的技术人员应当清楚，在没有这些具体细节的其它实施方式中也可以实现本申请。在其它情况中，省略对众所周知的装置、电路以及方法的详细说明，以免不必要的细节妨碍本申请的描述。

参阅图 2，图 2 是本申请流表项生成方法一实施方式的流程图。本实施方式的流表项生成方法包括如下步骤：

S201：控制器接收业务路径建立请求。其中，业务路径建立请求中包含了约束条件、源设备以及目标设备。

30

当需要建立业务路径时，控制器将会接收到业务路径建立请求，请求在数据传输网络中建立一条从源设备至目标设备的，满足约束条件的路径。所以，控制器接收到的业务路径建立请求中必须包含约束条件、源设备以及目标设备。其中，约束条件包括带宽、时延、IP 层优先、光层优先、共享风险

5 链路组信息中的至少一种。

S202: 控制器根据跨层信息模型在数据传输网络找出满足约束条件的，从源设备至目标设备的业务路径。

控制器从源设备中选择一个端口作为起始节点，从目标设备中选择一个端口作为目标节点，并根据已经预先建立的跨层信息模型，在数据传输网络

10 找出一条从起始节点至目标节点的，满足约束条件的业务路径。其中，跨层信息模型为在同一层面上描述 IP 层以及光层的整体拓扑关系的模型。

S203: 控制器为业务路径上的每个转发设备分别生成各自对应的流表项，将流表项分别发送给对应的转发设备。

当业务路径确定后，业务路径需经过数据传输网络中的哪些设备也相应

15 确定了下来，业务路径经过的设备即为转发设备。控制器为业务路径上的每个转发设备分别生成各自对应的流表项，并将流表项分别发送给对应的转发设备。

进一步地，在 S203 后，当进行数据传输时，源设备收到与业务路径建立请求所对应的业务流的报文后，将该业务流的报文按流表项转发至该业务路

20 径上的下一个转发设备，该业务路径上的下一个转发设备接收到报文后再按流表项进行转发，经过多次转发后，报文被转发至目标设备，从而完成了业务流的转发。

上述方案通过根据一个 IP 层的资源以及光层的资源均在同一层面的跨层信息模型，在计算业务路径时同时考虑 IP 层的资源以及光层的资源，比起原来 SDN 网络采用分层管理模式，IP 层控制器负责管理 IP 层的资源，光层控

25 制器负责管理光层的资源，能够大大减少业务路径计算的时间复杂度，提高业务路径计算的效率，从而提高流表项生成的效率。

参阅图 3，图 3 是本申请流表项生成方法另一实施方式的流程图。本实施方式的流表项生成方法包括如下步骤：

S301: 控制器获取多个节点，多个节点之间的链路以及链路的属性。其中，所述多个节点包括：IP 层端口节点以及接入层节点，所述多个节点还包

30

括光路层节点、时隙层节点以及波长层节点中的至少一种，所述 IP 层端口节点为所述数据传输网络中的 IP 层设备的端口抽象而成的节点，所述接入层节点为所述数据传输网络中的光层设备的支路侧的端口抽象而成的节点，所述光路层节点为所述数据传输网络中的光层设备的光路层抽象而成的节点，所述时隙层节点为所述数据传输网络中的光层设备的时隙层抽象而成的节点，所述波长层节点为所述数据传输网络中的光层设备的波长层抽象而成的节点。

请一并参阅图 4 以及图 5，这里，数据传输网络为多个设备连接构成的网络。其中，所述设备从设备类型来分包括 IP 层设备 410 以及光层设备 420。

IP 层设备 410 包括 IP 层设备 IP1~IP5，光层设备 420 包括光层设备 OTN1~OTN3。IP 层设备 IP1 通过电缆或光纤连接至光层设备 OTN1，光层设备 OTN1 通过光纤分别连接光层设备 OTN2 以及光层设备 OTN3，光层设备 OTN2 通过光纤连接光层设备 OTN3，IP 层设备 IP2 和 IP 层设备 IP3 均通过电缆或光纤连接光层设备 OTN2，IP 层设备 IP4 和 IP 层设备 IP5 均通过电缆或光纤连接光层设备 OTN3，从而在物理上构成一个完整的数据传输网络。

举例来说，当连接 IP 层设备 IP1 的用户终端需要发送数据至连接 IP 层设备 IP2 的用户终端时，连接 IP 层设备 IP1 的用户终端先将数据发送至 IP 层设备 IP1，IP 层设备 IP1 通过电缆或光纤将数据发送至光层设备 OTN1，光层设备 OTN1 通过光纤将数据发送至光层设备 OTN2，光层设备 OTN2 通过电缆或光纤将数据发送至 IP 层设备 IP2，最后，IP 层设备 IP2 将数据发送至连接 IP 层设备 IP2 的用户终端。

本发明实施例中，IP 层设备 410 可以是路由器，也可以是交换机，或者也可以是其他的交换设备，本发明对此不作限定。光层设备 420 可以是光传送网(Optical Transport Network, OTN)设备，或者可以是密集波分复用(Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM)设备，或者也可以是其他的传输设备，本发明对此不作限定。

根据这个数据传输网络，控制器获取得到构建跨层信息模型所必须的多个节点，多个节点之间的链路以及链路的属性，其过程，举例来说，可以如下：

首先，控制器获取每个 IP 层设备 410 的端口，并将每个端口抽象为一个 IP 层端口节点 411。所以，如果一个 IP 层设备 410 具有四个端口，则一个 IP

层设备 410 可抽象出 4 个 IP 层端口节点 411。假设图 4 中每个 IP 层设备 410 都具有四个端口，则可以抽象出 20 个 IP 层端口节点 411。控制器再获取这些 IP 层设备 410 的端口的带宽。

5 然后，控制器获取每个光层设备 420 与 IP 层设备 410 相连的一侧（即支路侧）的端口，并将每个端口抽象为一个接入层节点 A。其中，每个光层设备 420 的支路侧可以有不止一个端口，所以，每个光层设备 420 可以抽象出不止一个接入层节点 A。控制器获取这些光层设备 420 支路侧的端口的带宽。

10 光层设备 420 通常具有光路层，时隙层和波长层。光层设备 420 可以选择通过光路层、时隙层或波长层任一层进行传输，即，光路层，时隙层和波长层是并列的传输资源。所以，控制器可以获取光路层、时隙层、波长层以分别抽象出光路层节点 L、时隙层节点 T、波长层节点 W。控制器获取光层设备 420 的光路层、时隙层、波长层的带宽。

15 其次，每个 IP 层设备 410 的各个端口之间的连接关系是预先设置的，通常设置为端口之间两两互相连接。所以，控制器可预先知道每个 IP 层设备 410 内的 IP 层端口节点 411 两两之间存在链路。一般而言，IP 层设备 410 的端口的带宽都是一样的，所以，IP 层端口节点 411 与 IP 层端口节点 411 之间的链路的带宽等于 IP 层设备的端口的带宽。

20 每个光层设备 420 的接入层、光路层、时隙层和波长层之间的连接关系也是预先设置的，通常设置为接入层分别连接光路层、时隙层和波长层。所以，控制器可预先知道每个光层设备 420 内的接入层节点 A 分别与同一个光层设备 420 内的光路层节点 L、时隙层节点 T 和波长层节点 W 之间存在链路。光层设备 420 内的接入层节点 A 与同一个光层设备 420 内的光层节点 L、时隙层节点 T 和波长层节点 W 之间的链路的带宽由光层设备 420 的支路侧的端口的带宽决定。

25 然后，控制器通过链路发现协议可以获取 IP 层设备 410 与光层设备 420 之间的连接关系以及光层设备 420 之间的连接关系（如果 IP 层设备 410 之间存在连接关系，则还需获取 IP 层设备 410 之间的连接关系），进而获取 IP 层端口节点 411、接入层节点 A、光路层节点 L、时隙层节点 T 以及波长层节点 W 之间的连接关系以确定 IP 层端口节点 411、接入层节点、光路层节点 L、
30 时隙层节点 T、波长层节点 W 之间的链路。控制器还获取每条链路的时延。

如图 4 中所示，IP 层设备 IP1 连接光层设备 OTN1，IP 层设备 IP2 和 IP

层设备 IP3 连接光层设备 OTN2，IP 层设备 IP4 和 IP 层设备 IP5 连接光层设备 OTN3，假设每个 IP 层设备 410 都是通过端口 1 和端口 2 与光层设备 420 中与 IP 层设备 410 相连的一侧端口连接，则每个 IP 层设备 410 的 IP 层端口节点 1 和 IP 层端口节点 2 均与对应的光层设备 420 的接入层节点 A 之间存在
5 链路。IP 层端口节点 411 与接入层节点 A 之间的链路的带宽由 IP 层设备的端口的带宽和光层设备 420 的支路侧的端口的带宽中的较小一个决定。

在本实施方式中，光层设备 OTN1 和光层设备 OTN2 之间存在连接关系，假设光层设备 OTN1 和光层设备 OTN2 之间是通过波长层进行传输的，则光层设备 OTN1 的波长层节点 W 与光层设备 OTN2 的波长层节点 W 之间存在
10 链路。光层设备 OTN2 和光层设备 OTN3 之间存在连接关系，假设光层设备 OTN2 和光层设备 OTN3 之间是通过波长层进行传输的，则光层设备 OTN2 的波长层节点 W 与光层设备 OTN3 的波长层节点 W 之间存在链路。光层设备 OTN3 和光层设备 OTN1 之间存在连接关系，假设光层设备 OTN3 和光层设备 OTN1 之间是通过波长层进行传输的，则光层设备 OTN3 的波长层节点
15 W 与光层设备 OTN1 的波长层节点 W 之间存在链路。控制器除了获取两个波长层节点 W 之间的链路的带宽外，还要获取两个波长层节点 W 之间的链路的时隙和波长。在本实施方式中，两个不同光层设备 420 的时隙层节点 T 之间并没有存在链路，但是，在其它的组网场景中，两个时隙层节点 T 之间可以存在链路，两个时隙层节点 T 之间也可以存在链路。当两个时隙层节点 T 之
20 间存在链路时，则控制器除了获取两个时隙层节点 T 之间的链路的带宽外，还需获取两个时隙层节点 T 之间的链路的时隙。

控制器还为每条链路设置共享风险链路组标识。在设置共享风险链路组标识时，同一条光纤上的链路设置为同一个共享风险链路组标识，而不同光纤上的链路设置为不同的共享风险链路组标识。

25 S302: 控制器根据抽象得到的多个节点、多个节点之间的链路以及链路的属性构建跨层信息模型。

控制器根据抽象得到的多个节点、多个节点之间的链路以及链路的属性即可构建如图 5 所示的跨层信息模型，在跨层信息模型中所有的节点以及链路都位于同一层面上。其中，为了简便起见，图 5 采用单向图的方式进行描述，而事实上，跨层信息模型还可以通过双向图的方式进行描述。
30

S303: 控制器接收业务路径建立请求。其中，业务路径建立请求中包含

了约束条件、源设备以及目标设备。

当需要建立业务路径时，控制器将会接收到业务路径建立请求，请求在数据传输网络中建立一条从源设备至目标设备的，满足约束条件的路径。所以，控制器接收到的业务路径建立请求中必须包含约束条件、源设备以及目标设备。其中，约束条件为所建立的业务路径必须要满足的条件，包括带宽、时延、IP 层优先、光层优先、共享风险链路组信息中的至少一种。

如果约束条件包括 IP 层优先和/或光层优先的话，控制器还可以根据约束条件为链路设置一个权重。例如，如果约束条件包括 IP 层优先，则两个 IP 层设备 410 的 IP 层端口节点 411 之间的链路的权重则设置得比较小，两个光层设备 420 的光路层节点 L 之间的链路、两个光层设备 420 的波长层节点 W 之间的链路以及两个光层设备 420 的时隙层节点 T 之间的链路的权重设置得比较大；如果约束条件包括光层优先，则两个光层设备 420 的光路层节点 L 之间的链路、两个光层设备 420 的波长层节点 W 之间的链路以及两个光层设备 420 的时隙层节点 T 之间的链路的权重设置得比较小，而两个 IP 层设备 410 的 IP 层端口节点 411 之间的链路的权重则设置得比较大；如果约束条件同时包括 IP 层优先和光层优先，则两个 IP 层设备 410 的 IP 层端口节点 411 之间的链路的权重、两个光层设备 420 的光路层节点 L 之间的链路的权重、两个光层设备 420 的波长层节点 W 之间的链路的权重以及两个光层设备 420 的时隙层节点 T 之间的链路的权重都设置得一样大。

S304: 控制器根据跨层信息模型在数据传输网络找出满足约束条件的，从源设备至目标设备的业务路径。

控制器从源设备中选择一个端口作为起始节点，从目标设备中选择一个端口作为目标节点，并根据已经预先建立的跨层信息模型，通过最短路径算法计算出一条从起始节点至目标节点的，满足约束条件的业务路径。当业务路径确定后，业务路径需经过数据传输网络中的哪些设备也相应确定了下来，业务路径经过的设备即为转发设备。控制器为业务路径上的每个转发设备分别生成各自对应的流表项。在其它的实施方式中，计算业务路径时还可以采用线性规划算法等算法，本发明不作具体的限定。

S305: 控制器判断业务路径上的节点是否包括光路层节点、波长层节点以及时隙层节点。

如上所述，对于一条业务流，光层设备 420 可以选择通过光路层、时隙

层或波长层任一层进行传输。而光层设备 420 采用不同的层进行传输时，控制器需要进行不同的处理，所以，控制器需要判断业务路径上的节点的类型是否包括光路层节点 L、时隙层节点 T 和波长层节点 W。如果节点的类型包括光路层节点 L，进入步骤 S306；如果节点的类型包括波长层节点 W，进入步骤 S307；如果节点的类型包括时隙层节点 T，进入步骤 S308。在图 5 所示的实施例中，业务路径上的节点的类型只包括波长层节点 W，因此对应图 5 所示的实施例，将执行 S307。

S306: 控制器将流表项分别发送给光路层节点对应的转发设备，更新跨层信息模型中的业务路径上的光路层节点之间的链路的带宽。

10 如果业务路径上的节点包括光路层节点 L，则说明光路层节点 L 对应的光层设备 420 通过光路层进行传输，所以，控制器将流表项分别发送给光路层节点 L 对应的转发设备，然后，更新跨层信息模型中的业务路径上的光路层节点之间的链路的带宽。

S307: 控制器在跨层信息模型中为业务路径上的波长层节点之间的链路分配波长，并将流表项分别发送给波长层节点对应的转发设备。

如果业务路径上的节点包括波长层节点 W，则说明波长层节点 W 对应的光层设备 420 通过波长层进行传输，所以，控制器在跨层信息模型中为业务路径上的波长层节点之间的链路分配波长，并将流表项分别发送给波长层节点 W 对应的转发设备。

20 S308: 控制器在跨层信息模型中为业务路径上的时隙层节点之间的链路分配时隙，并将流表项分别发送给时隙层节点对应的转发设备。

如果业务路径上的节点包括时隙层节点 T，则说明时隙层节点 T 对应的光层设备 420 通过时隙层进行传输，所以，控制器在跨层信息模型中为业务路径上的时隙层节点之间的链路分配时隙，并将流表项分别发送给时隙层节点 T 对应的转发设备。

进行数据传输时，源设备收到与业务路径建立请求所对应的业务流的报文后，将该业务流的报文按流表项转发至该业务路径上的下一个转发设备，该业务路径上的下一个转发设备接收到报文后再按流表项进行转发，经过多次转发后，报文被转发至目标设备，从而完成了业务流的转发。

30 可以理解的是，在约束条件包括共享风险链路组信息时，还可以再根据每条链路的共享风险链路组信息并采用上述的跨层信息模型计算出一条备用

业务路径。其中，共享风险链路组信息包含了原业务路径中的链路已经使用了哪些共享风险链路组标识的信息。在计算备用业务路径时，与原业务路径中的链路相同共享风险链路组标识的链路都不会被使用，从而使得该备用业务路径的链路的共享风险链路组标识不同于原业务路径的共享风险链路组标识。由于具有不同共享风险链路组标识的链路不在同一根光纤上，所以同时发生故障的概率比较低，从而使得根据共享风险链路组信息计算得到的备用业务路径与原业务路径同时出现故障的概率大大减少。

采用本实施方式时，构建了一个跨层信息模型，将所有的设备都放在同一层面上，所以，如果 IP 层有 n 个 IP 层设备 410，光层有 m 个光层设备 420，则在同一层面上有 $n+m$ 个设备，所以，采用这个跨层信息模型进行业务路径计算时，时间复杂度为 $n+m$ ，比采用分层管理模式下，时间复杂度为 $n*m$ 的效率要高， n 和 m 的数量越大时，效果越明显，从而提高了流表项生成的效率。

参阅图 6，图 6 是本申请流表项生成装置一实施方式的结构示意图。本实施方式的流表项生成装置包括：接收模块 610、路径寻找模块 620 以及流表项模块 630。

所述接收模块 610 用于接收业务路径建立请求，其中，所述业务路径建立请求中包含了约束条件、源设备以及目标设备，所述接收模块 610 将所述业务路径建立请求发送给所述路径寻找模块 620。

所述路径寻找模块 620 用于接收所述业务路径建立请求，根据跨层信息模型在数据传输网络找出满足所述约束条件的，从所述源设备至所述目标设备的业务路径，其中，所述跨层信息模型为在同一层面上描述 IP 层以及光层的整体拓扑关系的模型，所述路径寻找模块 620 将所述业务路径发送给所述流表项模块 630。

所述流表项模块 630 用于接收所述业务路径，为所述业务路径上的每个转发设备分别生成各自对应的流表项，将所述流表项分别发送给对应的转发设备。

可选地，所述 IP 层以及光层的整体拓扑关系包括：多个节点，所述多个节点之间的链路以及所述链路的属性，其中，所述多个节点包括：IP 层端口节点以及接入层节点，所述多个节点还包括光路层节点、时隙层节点以及波长层节点中的至少一种，所述 IP 层端口节点为所述数据传输网络中的 IP 层设

备的端口抽象而成的节点，所述接入层节点为所述数据传输网络中的光层设备的支路侧的端口抽象而成的节点，所述光路层节点为所述数据传输网络中的光层设备的光路层抽象而成的节点，所述时隙层节点为所述数据传输网络中的光层设备的时隙层抽象而成的节点，所述波长层节点为所述数据传输网络中的光层设备的波长层抽象而成的节点。

可选地，两个所述时隙层节点之间的链路的属性包括：带宽、时延、权重、共享风险链路组标识以及时隙；两个所述波长层节点之间的链路的属性包括：带宽、时延、权重、共享风险链路组标识、波长以及时隙；其余链路的属性包括：带宽、时延、权重以及共享风险链路组标识。

可选地，所述约束条件包括带宽、时延、IP层优先、光层优先、共享风险链路组信息中的至少一种。

可选地，所述路径寻找模块 620 还用于根据所述共享风险链路组信息以及所述跨层信息模型计算出备用业务路径。

图 6 中所示流表项生成装置还可以扩展为如图 7 所示的流表项生成装置。

可选地，所述装置还包括获取模块 640 以及模型构建模块 650，所述获取模块 640 用于获取所述 IP 层设备的端口、所述光层设备的支路侧的端口、所述光层设备的光路层、所述光层设备的时隙层以及所述光层设备的波长层以分别抽象出所述 IP 层端口节点、所述接入层节点、所述光路层节点、所述时隙层节点、所述波长层节点；获取所述 IP 层端口节点、所述接入层节点、所述光路层节点、所述时隙层节点以及所述波长层节点之间的连接关系以确定所述 IP 层端口节点、所述接入层节点、所述光路层节点、所述时隙层节点、所述波长层节点之间的链路；获取所述链路的属性，所述获取模块 640 将抽象得到的所述多个节点、所述链路以及所述链路的属性发送给所述模型构建模块 650；所述模型构建模块 650 用于接收所述抽象得到的所述多个节点、所述链路以及所述链路的属性，根据抽象得到的所述多个节点、所述链路以及所述链路的属性构建所述跨层信息模型。

可选地，所述装置还包括更新模块 660，所述更新模块 660 用于在所述业务路径上的节点包括光路层节点时，更新所述跨层信息模型中的所述业务路径上的光路层节点之间的链路的带宽；或者，在所述业务路径上的节点包括波长层节点时，在所述跨层信息模型中为所述业务路径上的波长层节点之间的链路分配波长；或者，在所述业务路径上的节点包括时隙层节点时，在所

述跨层信息模型中为所述业务路径上的时隙层节点之间的链路分配时隙。

可以理解，图 6 所示的装置可以执行图 2 对应的实施例中的各个步骤，图 7 所示的装置可以执行图 3 对应的实施例中的各个步骤。

参阅图 8，图 8 是本申请控制器一实施方式的结构示意图。本实施方式的
5 控制器 800 可包括接收器 801、处理器 802、发送器 803 和存储器 804。

存储器 804 可以包括只读存储器和随机存取存储器，并向处理器 802 提供指令和数据。存储器 804 的一部分还可以包括非易失性随机存取存储器 (NVRAM)。

存储器 804 存储了如下的元素，可执行模块或者数据结构，或者它们的
10 子集，或者它们的扩展集：

操作指令：包括各种操作指令，用于实现各种操作。

操作系统：包括各种系统程序，用于实现各种基础业务以及处理基于硬件的任务。

在本发明实施例中，处理器 802 通过调用存储器 804 存储的操作指令（该
15 操作指令可存储在操作系统中），执行如下操作：

通过接收器 801 接收业务路径建立请求，其中，所述业务路径建立请求中包含了约束条件、源设备以及目标设备；根据跨层信息模型在数据传输网络找出满足所述约束条件的，从所述源设备至所述目标设备的业务路径，其中，所述跨层信息模型为在同一层面上描述 IP 层以及光层的整体拓扑关系的
20 模型；为所述业务路径上的每个转发设备分别生成各自对应的流表项，通过发送器 803 将所述流表项分别发送给对应的转发设备。

本发明实施例中，控制器 800 根据一个 IP 层的资源以及光层的资源均在同一层面的跨层信息模型，在计算业务路径时同时考虑 IP 层的资源以及光层的资源，比起原来 SDN 网络采用分层管理模式，IP 层控制器负责管理 IP 层的资源，光层控制器负责管理光层的资源，能够大大减少业务路径计算的时间复杂度，提高业务路径计算的效率，从而提高流表项生成的效率。

处理器 802 控制控制器 800 的操作，处理器 802 还可以称为 CPU (Central Processing Unit, 中央处理单元)。存储器 804 可以包括只读存储器和随机存取存储器，并向处理器 802 提供指令和数据。存储器 804 的一部分还可以包括
30 非易失性随机存取存储器 (NVRAM)。具体的应用中，控制器 800 的各个组件通过总线系统 805 耦合在一起，其中总线系统 805 除包括数据总线之外，

还可以包括电源总线、控制总线和状态信号总线等。但是为了清楚说明起见，在图中将各种总线都标为总线系统 805。

上述本发明实施例揭示的方法可以应用于处理器 802 中，或者由处理器 802 实现。处理器 802 可能是一种集成电路芯片，具有信号的处理能力。在实现过程中，上述方法的各步骤可以通过处理器 802 中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的处理器 802 可以是通用处理器、数字信号处理器 (DSP)、专用集成电路 (ASIC)、现成可编程门阵列 (FPGA) 或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。可以实现或者执行本发明实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。结合本发明实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件译码处理器执行完成，或者用译码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器，闪存、只读存储器，可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器 804，处理器 802 读取存储器 804 中的信息，结合其硬件完成上述方法的步骤。

可选地，所述 IP 层以及光层的整体拓扑关系包括：多个节点，所述多个节点之间的链路以及所述链路的属性，其中，所述多个节点包括：IP 层端口节点以及接入层节点，所述多个节点还包括光路层节点、时隙层节点以及波长层节点中的至少一种，所述 IP 层端口节点为所述数据传输网络中的 IP 层设备的端口抽象而成的节点，所述接入层节点为所述数据传输网络中的光层设备的支路侧的端口抽象而成的节点，所述光路层节点为所述数据传输网络中的光层设备的光路层抽象而成的节点，所述时隙层节点为所述数据传输网络中的光层设备的时隙层抽象而成的节点，所述波长层节点为所述数据传输网络中的光层设备的波长层抽象而成的节点。

可选地，两个所述时隙层节点之间的链路的属性包括：带宽、时延、权重、共享风险链路组标识以及时隙；两个所述波长层节点之间的链路的属性包括：带宽、时延、权重、共享风险链路组标识、波长以及时隙；其余链路的属性包括：带宽、时延、权重以及共享风险链路组标识。

可选地，处理器 802 获取所述 IP 层设备的端口、所述光层设备的支路侧的端口、所述光层设备的光路层、所述光层设备的时隙层以及所述光层设备的波长层以分别抽象出所述 IP 层端口节点、所述接入层节点、所述光路层节

点、所述时隙层节点和所述波长层节点；获取所述 IP 层端口节点、所述接入层节点、所述光路层节点、所述时隙层节点以及所述波长层节点之间的连接关系以确定所述 IP 层端口节点、所述接入层节点、所述光路层节点、所述时隙层节点、所述波长层节点之间的链路；获取所述链路的属性；根据抽象得到的所述多个节点、所述链路以及所述链路的属性构建所述跨层信息模型。

5 可选地，处理器 802 在所述业务路径上的节点包括光路层节点时，更新所述跨层信息模型中的所述业务路径上的光路层节点之间的链路的带宽；或者，在所述业务路径上的节点包括波长层节点时，在所述跨层信息模型中为所述业务路径上的波长层节点之间的链路分配波长；或者，在所述业务路径上的节点包括时隙层节点时，在所述跨层信息模型中为所述业务路径上的时隙层节点之间的链路分配时隙。

可选地，所述约束条件包括带宽、时延、IP 层优先、光层优先、共享风险链路组信息中的至少一种。

15 可选地，处理器 802 根据所述共享风险链路组信息以及所述跨层信息模型计算出备用业务路径。

在本申请所提供的几个实施方式中，应该理解到，所揭露的系统，装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施方式仅仅是示意性的，例如，所述模块或单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

25 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单元来实现本实施方式方案的目的。

另外，在本申请各个实施方式中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售

或使用时，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，5 服务器，或者网络设备等）或处理器（processor）执行本申请各个实施方式所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（ROM, Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM, Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

权利要求

1.一种流表项生成方法，其特征在于，所述方法包括如下步骤：

接收业务路径建立请求，其中，所述业务路径建立请求中包含了约束条件、源设备以及目标设备；

5 根据跨层信息模型在数据传输网络找出满足所述约束条件的，从所述源设备至所述目标设备的业务路径，其中，所述跨层信息模型为在同一层面上描述 IP 层以及光层的整体拓扑关系的模型；

为所述业务路径上的每个转发设备分别生成各自对应的流表项，将所述流表项分别发送给对应的转发设备。

10 2.根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述 IP 层以及光层的整体拓扑关系包括：多个节点，所述多个节点之间的链路以及所述链路的属性，其中，所述多个节点包括：IP 层端口节点以及接入层节点，所述多个节点还包括光路层节点、时隙层节点以及波长层节点中的至少一种，所述 IP 层端口节点为所述数据传输网络中的 IP 层设备的端口抽象而成的节点，所述接入层
15 节点为所述数据传输网络中的光层设备的支路侧的端口抽象而成的节点，所述光路层节点为所述数据传输网络中的光层设备的光路层抽象而成的节点，所述时隙层节点为所述数据传输网络中的光层设备的时隙层抽象而成的节点，所述波长层节点为所述数据传输网络中的光层设备的波长层抽象而成的节点。

20 3.根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，两个所述时隙层节点之间的链路的属性包括：带宽、时延、权重、共享风险链路组标识以及时隙；两个所述波长层节点之间的链路的属性包括：带宽、时延、权重、共享风险链路组标识、波长以及时隙；其余链路的属性包括：带宽、时延、权重以及共享风险链路组标识。

25 4.根据权利要求 2 或 3 所述的方法，其特征在于，所述根据跨层信息模型在数据传输网络找出满足所述约束条件的，从所述源设备至所述目标设备的业务路径的步骤之前还包括如下步骤：

获取所述 IP 层设备的端口、所述光层设备的支路侧的端口、所述光层设备的光路层、所述光层设备的时隙层以及所述光层设备的波长层以分别抽象
30 出所述 IP 层端口节点、所述接入层节点、所述光路层节点、所述时隙层节点

和所述波长层节点；获取所述 IP 层端口节点、所述接入层节点、所述光路层节点、所述时隙层节点以及所述波长层节点之间的连接关系以确定所述 IP 层端口节点、所述接入层节点、所述光路层节点、所述时隙层节点、所述波长层节点之间的链路；获取所述链路的属性；

5 根据抽象得到的所述多个节点、所述链路以及所述链路的属性构建所述跨层信息模型。

5.根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

如果所述业务路径上的节点包括光路层节点，则更新所述跨层信息模型中的所述业务路径上的光路层节点之间的链路的带宽；或者

10 如果所述业务路径上的节点包括波长层节点，则在所述跨层信息模型中为所述业务路径上的波长层节点之间的链路分配波长；或者

如果所述业务路径上的节点包括时隙层节点，则在所述跨层信息模型中为所述业务路径上的时隙层节点之间的链路分配时隙。

6.根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述约束条件包括带宽、时延、IP 层优先、光层优先、共享风险链路组信息中的至少一种。

7.根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，还包括如下步骤：

根据所述共享风险链路组信息以及所述跨层信息模型计算出备用业务路径。

8.一种流表项生成装置，其特征在于，包括：接收模块、路径寻找模块以及流表项模块，

所述接收模块用于接收业务路径建立请求，其中，所述业务路径建立请求中包含了约束条件、源设备以及目标设备，所述接收模块将所述业务路径建立请求发送给所述路径寻找模块；

25 所述路径寻找模块用于接收所述业务路径建立请求，根据跨层信息模型在数据传输网络找出满足所述约束条件的，从所述源设备至所述目标设备的业务路径，其中，所述跨层信息模型为在同一层面上描述 IP 层以及光层的整体拓扑关系的模型，所述路径寻找模块将所述业务路径发送给所述流表项模块；

30 所述流表项模块用于接收所述业务路径，为所述业务路径上的每个转发设备分别生成各自对应的流表项，将所述流表项分别发送给对应的转发设备。

9.根据权利要求 8 所述的流表项生成装置，其特征在于，所述 IP 层以及

光层的整体拓扑关系包括：多个节点，所述多个节点之间的链路以及所述链路的属性，其中，所述多个节点包括：IP 层端口节点以及接入层节点，所述多个节点还包括光路层节点、时隙层节点以及波长层节点中的至少一种，所述 IP 层端口节点为所述数据传输网络中的 IP 层设备的端口抽象而成的节点，

5 所述接入层节点为所述数据传输网络中的光层设备的支路侧的端口抽象而成的节点，所述光路层节点为所述数据传输网络中的光层设备的光路层抽象而成的节点，所述时隙层节点为所述数据传输网络中的光层设备的时隙层抽象而成的节点，所述波长层节点为所述数据传输网络中的光层设备的波长层抽象而成的节点。

10 10.根据权利要求 9 所述的流表项生成装置，其特征在于，两个所述时隙层节点之间的链路的属性包括：带宽、时延、权重、共享风险链路组标识以及时隙；两个所述波长层节点之间的链路的属性包括：带宽、时延、权重、共享风险链路组标识、波长以及时隙；其余链路的属性包括：带宽、时延、权重以及共享风险链路组标识。

15 11.根据权利要求 9 或 10 所述的流表项生成装置，其特征在于，所述装置还包括获取模块以及模型构建模块，

所述获取模块用于获取所述 IP 层设备的端口、所述光层设备的支路侧的端口、所述光层设备的光路层、所述光层设备的时隙层以及所述光层设备的波长层以分别抽象出所述 IP 层端口节点、所述接入层节点、所述光路层节点、

20 所述时隙层节点、所述波长层节点；获取所述 IP 层端口节点、所述接入层节点、所述光路层节点、所述时隙层节点以及所述波长层节点之间的连接关系以确定所述 IP 层端口节点、所述接入层节点、所述光路层节点、所述时隙层节点、所述波长层节点之间的链路；获取所述链路的属性，所述获取模块将抽象得到的所述多个节点、所述链路以及所述链路的属性发送给所述模型构建模块；

25

所述模型构建模块用于接收所述抽象得到的所述多个节点、所述链路以及所述链路的属性，根据抽象得到的所述多个节点、所述链路以及所述链路的属性构建所述跨层信息模型。

30 12.根据权利要求 10 所述的流表项生成装置，其特征在于，所述装置还包括更新模块，所述更新模块用于

在所述业务路径上的节点包括光路层节点时，更新所述跨层信息模型中

的所述业务路径上的光路层节点之间的链路的带宽；或者

在所述业务路径上的节点包括波长层节点时，在所述跨层信息模型中为所述业务路径上的波长层节点之间的链路分配波长；或者

5 在所述业务路径上的节点包括时隙层节点时，在所述跨层信息模型中为所述业务路径上的时隙层节点之间的链路分配时隙。

13.根据权利要求 8 所述的流表项生成装置，其特征在于，所述约束条件包括带宽、时延、IP 层优先、光层优先、共享风险链路组信息中的至少一种。

14.根据权利要求 13 所述的流表项生成装置，其特征在于，所述路径寻找模块还用于根据所述共享风险链路组信息以及所述跨层信息模型计算出备用
10 业务路径。

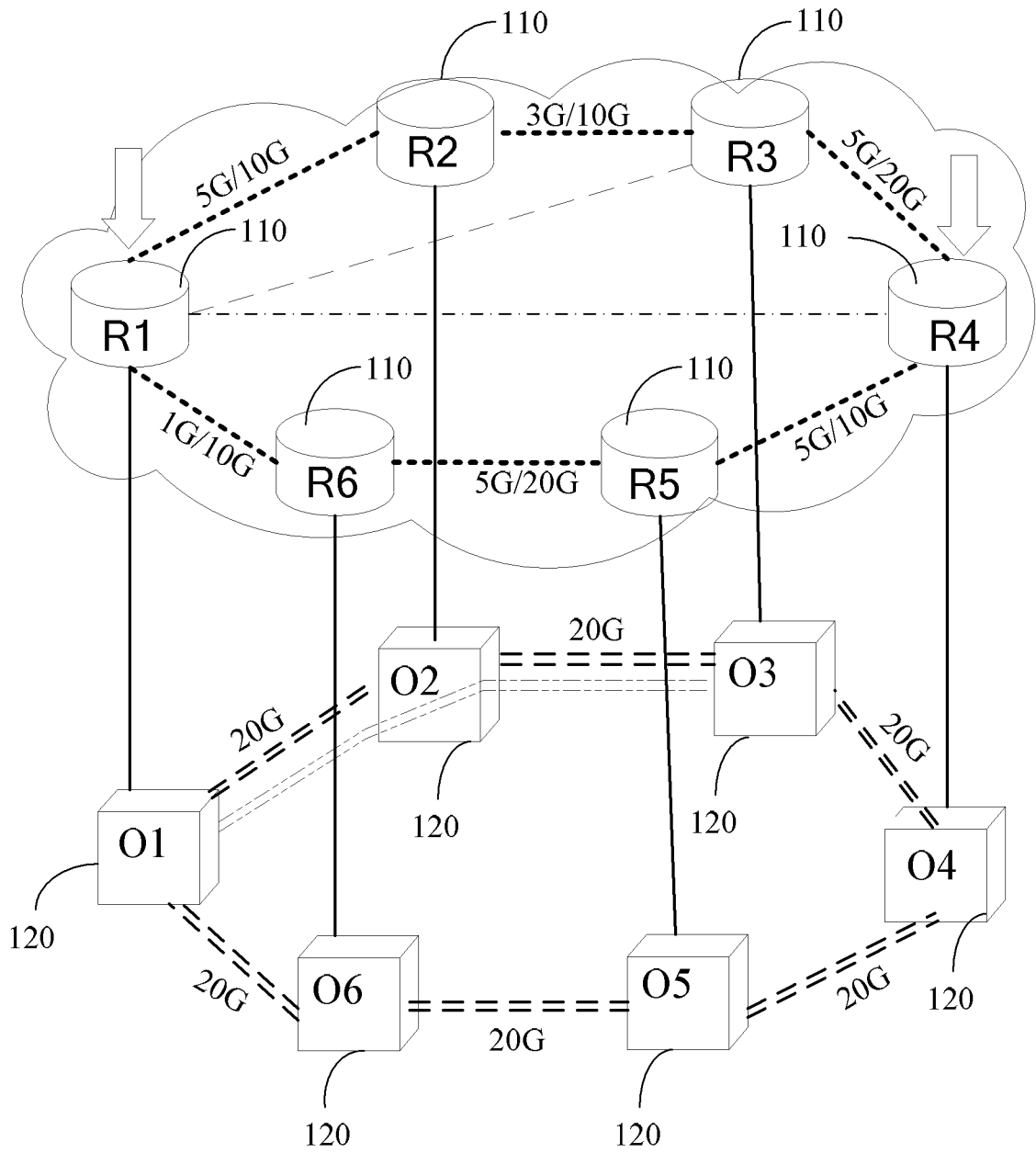


图 1

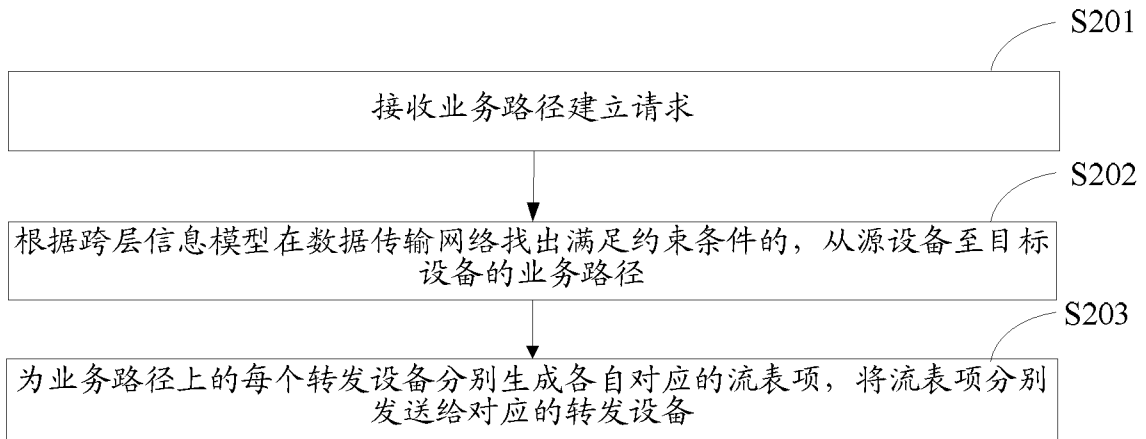


图 2

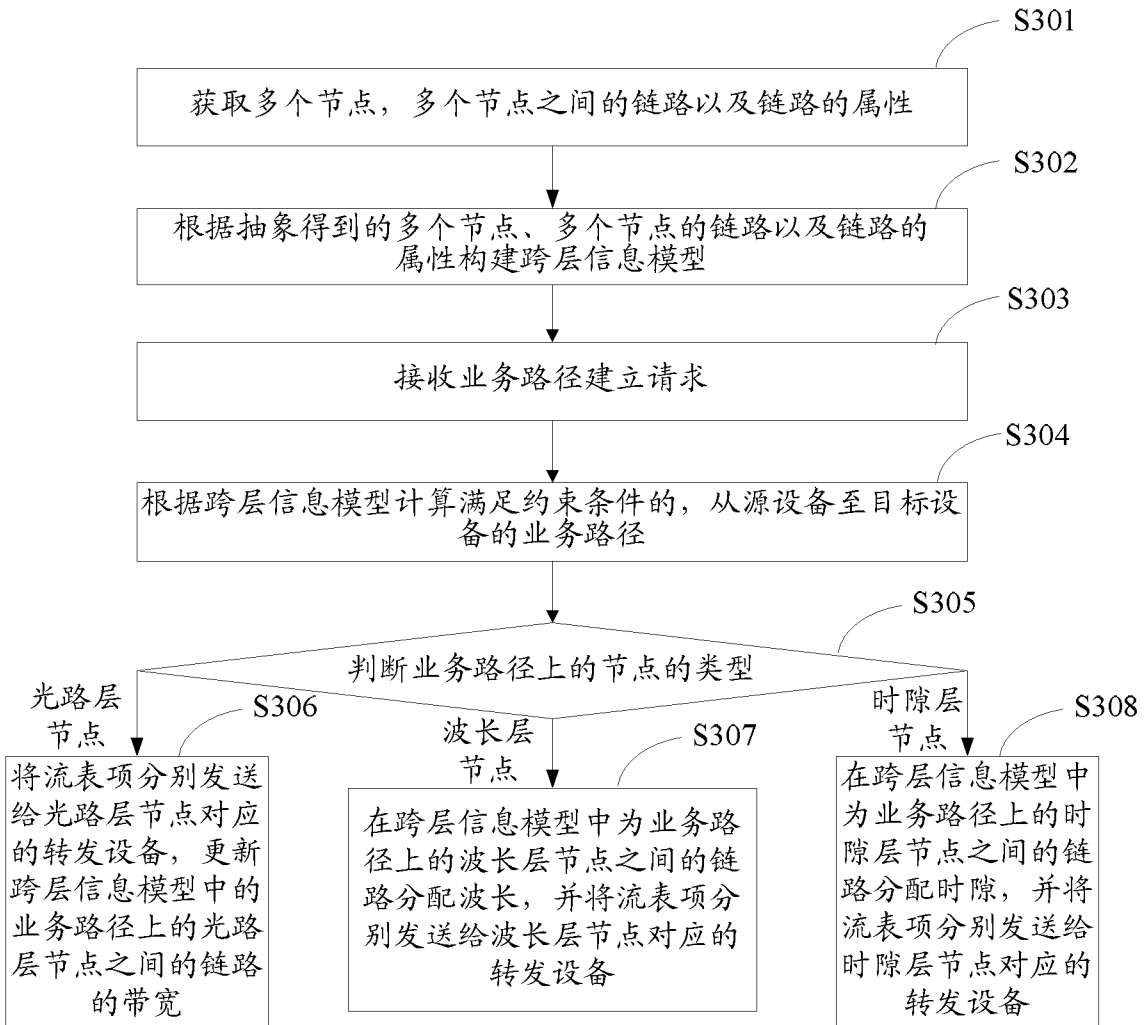


图 3

3/4

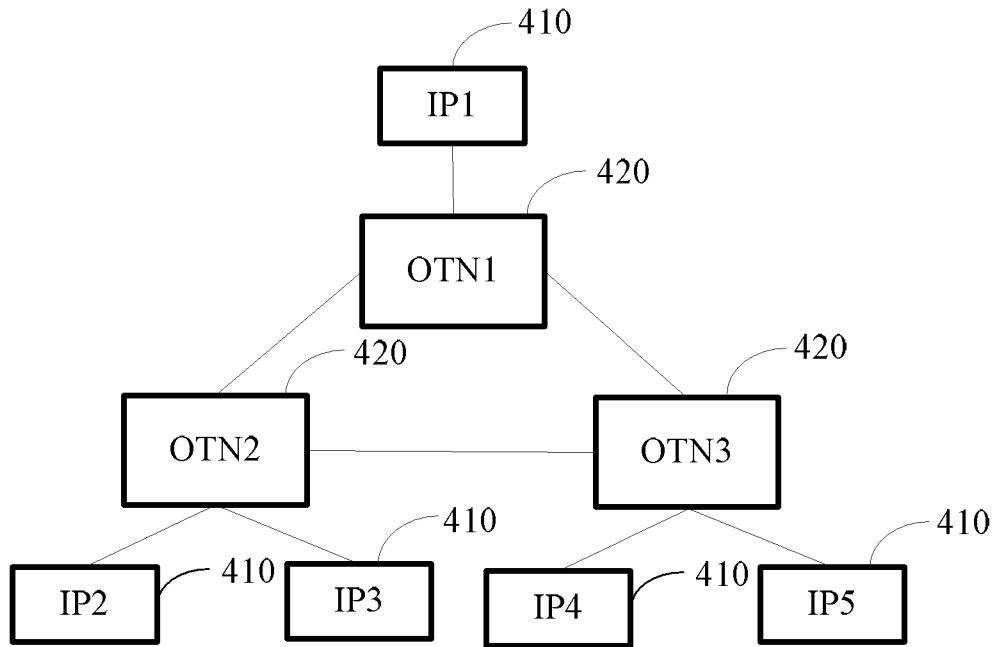


图 4

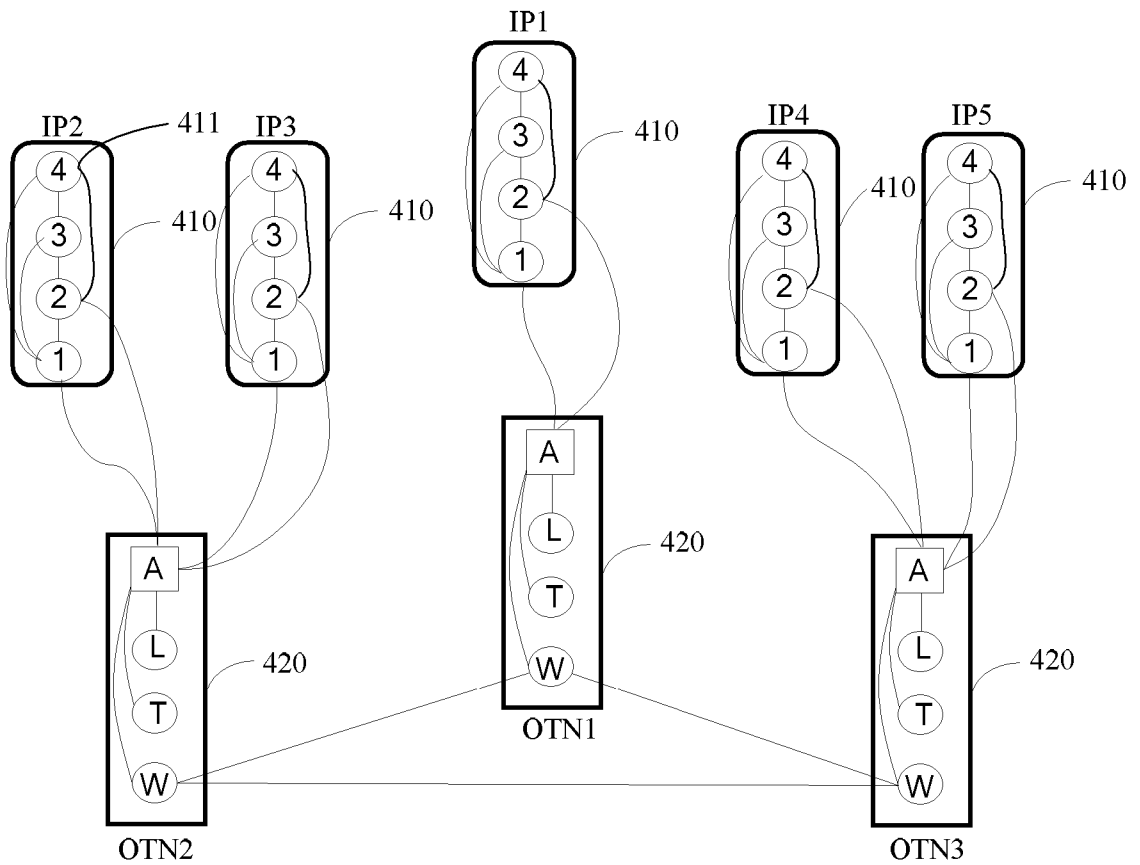


图 5

4/4

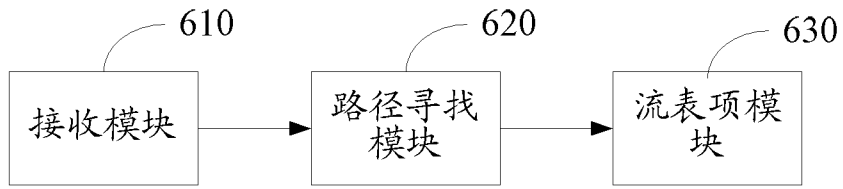


图 6

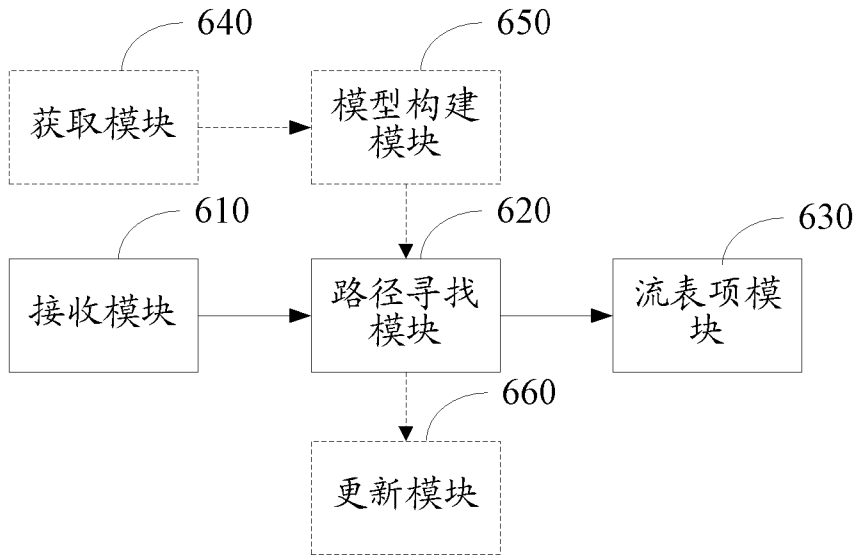


图 7

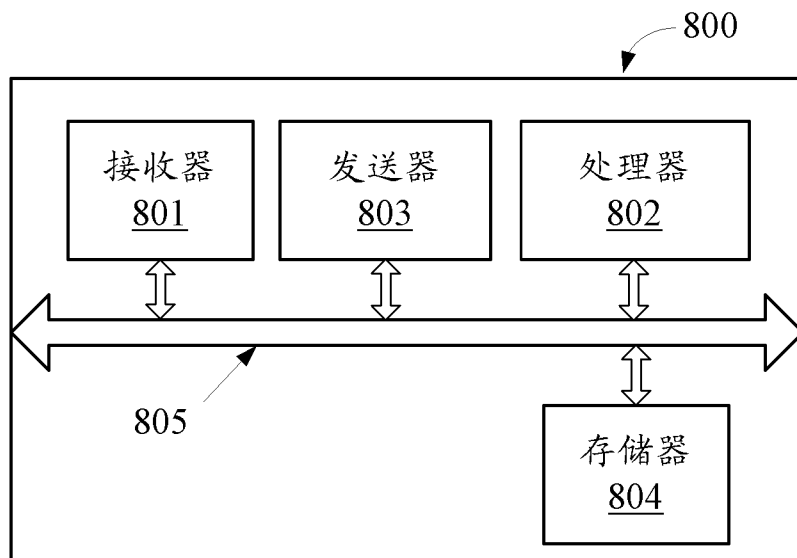


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/094680

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 12/741 (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, CNKI: flow table, path, service, layer, source, destination, constrain, condition, topology

VEN: flow table, path, route, service, layer, source, destination, constrain, condition, topology

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 103812778 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 21 May 2014 (21.05.2014), claims 1-14	1-14
A	CN 101321088 A (BEIJING STAR-NET RUIJIE NETWORKS TECHNOLOGY CO., LTD.), 10 December 2008 (10.12.2008), the whole document	1-14
A	CN 103200102 A (ZTE CORP.), 10 July 2013 (10.07.2013), the whole document	1-14
A	CN 102143035 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 03 August 2011 (03.08.2011), the whole document	1-14

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search
03 March 2015 (03.03.2015)

Date of mailing of the international search report
25 March 2015 (25.03.2015)

Name and mailing address of the ISA/CN:
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No.: (86-10) 62019451

Authorized officer
FAN, Xiaohan
Telephone No.: (86-10) **62088956**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2014/094680

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103812778 A	21 May 2014	None	
CN 101321088 A	10 December 2008	None	
CN 103200102 A	10 July 2013	None	
CN 102143035 A	03 August 2011	EP 2566115 A4	27 March 2013
		CN 102143035 B	12 June 2013
		RU 2012157264 A	20 July 2014
		US 2013094363 A1	18 April 2013
		WO 2011150701 A1	08 December 2011
		EP 2566115 A1	06 March 2013

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2014/094680

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04L 12/741(2013.01)i</p> <p>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</p>																	
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H04L</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNABS, CNTXT, CNKI: 流表, 路径, 业务, 层, 源, 目的, 约束, 条件, 拓扑; VEN: flow table, path, route, service, layer, source, destination, constrain, condition, topology</p>																	
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 103812778 A (华为技术有限公司) 2014年 5月 21日 (2014 - 05 - 21) 权利要求1-14</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101321088 A (北京星网锐捷网络技术有限公司) 2008年 12月 10日 (2008 - 12 - 10) 全文</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103200102 A (中兴通讯股份有限公司) 2013年 7月 10日 (2013 - 07 - 10) 全文</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102143035 A (华为技术有限公司) 2011年 8月 3日 (2011 - 08 - 03) 全文</td> <td>1-14</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 103812778 A (华为技术有限公司) 2014年 5月 21日 (2014 - 05 - 21) 权利要求1-14	1-14	A	CN 101321088 A (北京星网锐捷网络技术有限公司) 2008年 12月 10日 (2008 - 12 - 10) 全文	1-14	A	CN 103200102 A (中兴通讯股份有限公司) 2013年 7月 10日 (2013 - 07 - 10) 全文	1-14	A	CN 102143035 A (华为技术有限公司) 2011年 8月 3日 (2011 - 08 - 03) 全文	1-14
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
PX	CN 103812778 A (华为技术有限公司) 2014年 5月 21日 (2014 - 05 - 21) 权利要求1-14	1-14															
A	CN 101321088 A (北京星网锐捷网络技术有限公司) 2008年 12月 10日 (2008 - 12 - 10) 全文	1-14															
A	CN 103200102 A (中兴通讯股份有限公司) 2013年 7月 10日 (2013 - 07 - 10) 全文	1-14															
A	CN 102143035 A (华为技术有限公司) 2011年 8月 3日 (2011 - 08 - 03) 全文	1-14															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																	
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2015年 3月 3日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2015年 3月 25日</p>																
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>	<p>受权官员</p> <p>范晓寒</p> <p>电话号码 (86-10)62088956</p>																

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/094680

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	103812778	A	2014年 5月 21日	无			
CN	101321088	A	2008年 12月 10日	无			
CN	103200102	A	2013年 7月 10日	无			
CN	102143035	A	2011年 8月 3日	EP	2566115	A4	2013年 3月 27日
				CN	102143035	B	2013年 6月 12日
				RU	2012157264	A	2014年 7月 20日
				US	2013094363	A1	2013年 4月 18日
				WO	2011150701	A1	2011年 12月 8日
				EP	2566115	A1	2013年 3月 6日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)