

(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
2017 年 6 月 15 日 (15.06.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/096565 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04L 29/06 (2006.01) *H04L 12/741* (2013.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/096860
- (22) 国际申请日: 2015 年 12 月 9 日 (09.12.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 北京大学深圳研究生院 (PEKING UNIVERSITY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽镇丽水路深圳大学城北大校区, Guangdong 518055 (CN)。深圳市维金康智能科技有限公司 (SHENZHEN WEIJINKANG INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区沙河街道高新科技园科兴科学园 B4 栋 14 层 D3, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人: 李辉 (LI, Hui); 中国广东省深圳市南山区西丽镇丽水路深圳大学城北大校区, Guangdong 518055 (CN)。陈文生 (CHEN, Wensheng); 中国广东省深圳市南山区西丽镇丽水路深圳大学城北大校区, Guangdong 518055 (CN)。陆军 (LU, Jun); 中国广东省深圳市南山区西丽镇丽水路深圳大学城北大校区, Guangdong 518055 (CN)。尘福兴

(CEHN, Fuxing); 中国广东省深圳市南山区西丽镇丽水路深圳大学城北大校区, Guangdong 518055 (CN)。

- (74) 代理人: 深圳市科吉华烽知识产权事务所 (普通合伙) (SHENZHEN KINDWOLF INTELLECTUAL PROPERTY FIRM); 中国广东省深圳市南山区深南西路深南花园裙楼 A 区四层 402 室, Guangdong 518057 (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,

[见续页]

(54) Title: ROUTING PROTOCOL OF CENTRALIZED IDENTIFIER NETWORK (CIN)

(54) 发明名称: 一种集中式身份网络路由协议 CIN

AA	应用层
BB	身份/位置层
CC	数据链路层
DD	物理层

EE 数据平面

图 2

AA Application layer
BB Identifier/locator layer
CC Data link layer
DD Physical layer
EE Data plane

(57) Abstract: The present invention relates to the field of network protocols. Disclosed is a routing protocol of a centralized identifier network (CIN), comprising an application layer, a data link layer, and a physical layer and further comprising an identifier/locator layer. The identifier/locator layer is located between the application layer and the data link layer; the identifier/locator layer decouples an identifier attribute and a locator attribute of an IP address; and an identifier/locator mapping entry of a host in the protocol needs to be saved in a global identifier/locator mapping database (ILMD) and an identifier/locator mapping cache (ILMC). The advantageous effects of the present invention are that: the present invention implements the compatibility between an identifier/locator separation network and a current IPv6 network by adding an IPv6 extension header, without modifying a host protocol stack; and a simple and effective method which does not require a convergence server is provided to solve the problem regarding mobility.

(57) 摘要: 本发明涉及网络协议领域, 其公开了一种集中式身份网络路由协议 CIN: 包括应用层、数据链路层和物理层, 还包括身份/位置层, 所述身份/位置层位于应用层和数据链路层之间; 所述身份/位置层解耦 IP 地址的身份属性和位置属性; 所述协议中主机的身份/位置映射项需放入全网身份位置映射数据库 ILMD 和身份位置映射缓存 ILMC。本发明的有益效果是: 本发明采用增加 IPv6 扩展首部的方式实现身份位置分离网络与当前 IPv6 网络的兼容, 且不需要修改主机协议栈; 提出一种不需要汇聚服务器, 简单且有效的方法应对移动性问题。



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))。

一种集中式身份网络路由协议 CIN

【技术领域】

本发明涉及网络协议领域，尤其涉及一种集中式身份网络路由协议 CIN。

【背景技术】

软件定义网络 SDN(Software Defined Network)——其核心为将传统交换机（路由器）设备进行“拆分”：传统的交换机功能由最底层的流量转发，以及更高级的其他处理功能（如网管控制、负载均衡等）这两部分组成，而 SDN 剥离了交换机除转发之外的所有高级处理功能，并且将这部分高级处理功能移到“控制器”中，实现控制面与转发面分离。两者之间通过特定协议进行通信确定流的转发规则，运行于控制器之上的网络操作系统（NOS）提供应用编程接口（API）给各类 SDN 应用以满足不同的网络需求，例如定制路由调度规则、网络隔离、流量管理、服务质量管理等业务。在 SDN 构架下，通过软件的编写、更新即可实现网络功能的整体升级，无需再针对每一个硬件设备进行配置，通过网络服务和应用程序的形式可直接部署实现网络配置，实现网络的可定制、易定制，同时加速网络部署周期。

互联网体系中的 IP 地址所拥有的双重语义（既代表节点的身份标识，也代表节点的位置标识。）是影响因特网规模和终端移动性的主要因素，身份位置分离技术应运而生。身份标识路由寻址是一种直接使用通信终端的身份标识进行路由寻址的技术，与位置标识（如：IP 网络中的层次划分的地址）相比身份标识具有扁平性的特点。身份与位置分离技术采用两种标识进行通信，每一个终端都有一个全球唯一的身份标识，仅用来标记通信终端的身份信息，与其所在的位置信息没有相关性，而其位置标识与终端所在位置有关。终端移动后，其身份标识保持不变，位置标识由其所在路由提供，并实时更新到身份与位置映射关系数据库，终端 A 向终端 B 通信时，A 的接入路由器获取所需的映射关系完成身份位置映射解析并将位置标识添加到数据包中，在不同路由器间通过位置标识进行数据包的转发。同时路由

器缓存映射关系以减少后续数据包的查询时延。身份标识的存在保证了终端标识的唯一性，位置标识的存在保证了路由表的可扩展性。两种标识实时映射与解析则保证了终端通信的连续性，也即移动性。

主机标识协议（HIP: Host Identity Protocol）在终端协议栈的网络层和传输层之间引入了新的协议层——主机标识层（Host Identity Layer, HIL）。在该协议层中，HIP 用 HI（Host Identity）来标识终端的身份，网络层中的 IP 地址作为位置标识只用来进行路由寻址，不再扮演主机名称的角色。引入主机标识协议层后，传输层不再与网络层耦合。主机标识层在逻辑上位于网络层与传输层之间，传输层使用〈HI，端口〉作为传输层标识符而不是用〈IP 地址，端口〉，由主机标识层完成数据包中的主机标识符和 IP 地址转换。网络层对于传输层是屏蔽的，网络层的任何变化（例如，在通信过程中主机 IP 地址的变化）不会影响传输层链路，除非服务质量（QoS）发生变化。

在 HIP 名字空间中，HI 代表一个全球唯一的静态的名字用来标志一个主机。一个主机可以有多个 HI，HI 的存储和查找可以由主机自己来完成，也可以由第三方如 DNSSEC，PGP 或 X.509 来执行。在移动环境下，由于节点具有移动性，它的 IP 地址必须保持更新。这种情况可以使用动态 DNS 服务器来提供相对静态的域名与动态 IP 地址的映射。但是在 HIP 环境中考虑到两个通信节点同时移动的情况，该协议设计了汇聚服务器 RS（Rendezvous Server）来满足查询移动节点当前 IP 地址的需要。汇聚服务器是一个包转发器，用于移动主机移动到新的网络位置后通过汇聚服务器能够继续发送和接收数据包而不中断通信。汇聚服务器完成数据包的转发工作，而所有请求数据包转发的主机都叫汇聚客户机。为了完成数据包的转发，首先在 DNS 服务器上增加一条资源记录，存储汇聚服务器信息以供汇聚客户机查询；其次，汇聚客户机在汇聚服务器上注册自己的 HI 及 IP 地址等信息。主机要发送数据包时，先从 DNS 服务器查询汇聚服务器的 HI 及 IP 地址，并将第一个数据包发送到汇聚服务器，再由汇聚服务器将此数据包转发给目标地址，后续的数据包不再通过汇聚服务器转发而是通信双方直接进行通信，除非通信双方中有一方地址发生变化。在通

信过程中，如果有一方的网络地址发生变化时，将自己的地址变化同时通知汇聚服务器和对等节点。即使通信双方的网络地址同时发生变化时，可以通过汇聚服务器的数据包转发进行正常通信而不会中断传输层的数据链路。

由于需要在网络层和传输层插入一层，所以我们需要修改 TCP/IP 协议栈。一个非常重要的问题就是解决身份-位置映射的基础设施问题。HIP 主要采用了两种解决方案：①利用动态 DNS，使得 DNS 始终保持移动节点最新的 IP 地址以及对应的 HI/HIT，但毫无疑问，主机频繁的移动会造成 DNS 服务器的性能急剧下降，以及 DNS 记录缓冲的不可使用问题，导致该方案较差的性能和可扩展性，另外该方案无法解决通信双方同时移动的问题；②采用 RS，这就要求每个家乡网络都必须配置 RS，不利于 HIP 的广泛部署和实施。全网拓扑在某一个时刻是唯一的，每个路由器独立实现全网拓扑的发现和路由计算，造成一定程度的计算冗余。

【发明内容】

为了解决现有技术中的问题，本发明提供了一种集中式身份网络路由协议 CIN，解决现有技术中身份-位置映射的基础设施处理复杂的问题。

本发明提供了一种集中式身份网络路由协议 CIN，包括应用层、数据链路层和物理层，还包括身份/位置层，所述身份/位置层位于应用层和数据链路层之间；所述身份/位置层解耦 IP 地址的身份属性和位置属性；主机的身份/位置映射项需放入全网身份位置映射数据库 ILMD 和身份位置映射缓存 ILMC。

作为本发明的进一步改进：每台主机和路由器都有独立唯一的标识，主机的身份 HID 即为该标识，主机的位置 LOC 则为其注册路由器的标识 RLID；当主机发送一个路由协议包，该主机用自己的 HID 作为 Source ID，用目的主机 HID 作为 Destination ID，如果目的主机在同一个局域网内，则直接传输到目的主机，如果不在同一个局域网内，在传输路由协议包的过程中必须把 Source ID 域和 Destination ID 域重写为源路由器和目的路由器标识 RLID，而源主机和目的主机被添加到扩展字段中，在路由器之间通过 RLID 进行路由。

作为本发明的进一步改进：所述身份/位置存储解析系统负责对身份到位置映射存储和解析，具体为：在控制端放置了全网身份位置映射数据库 ILMD，在路由器端放置了身份位置映射缓存 ILMC；当一台主机从一台路由器移动到另一台接入路由器时 IR，接入路由器会将<HID, HLID>传到 ILMD，同时，ILMC 作为 ILMD 的子集，用来给接入路由器输入包快速解析身份位置映射；如果没有命中，路由器会查询控制端该映射并缓存于 ILMC。

作为本发明的进一步改进：CIN 协议采用控制/转发分离策略，具体为：控制器根据应用和用户需求采取相应路由策略，响应控制器查询请求并下发路由表项。

作为本发明的进一步改进：所述的集中式身份网络路由协议 CIN 包括路由计算，控制器从各个路由器获取 LSAs 建立全网 LSDB，LSAs 包含了一个路由器到另一个路由器的链路信息；建立一个矩阵 W ， W_{ij} 表示路由器 i 到路由器 j 的链路开销，默认运用弗洛伊德算法即可算出任何两点的最短路径及下一跳，各应用可根据需要定制路由；每次 LSA 改变时都会重新计算路由。

作为本发明的进一步改进：各个主机均处于稳定位置时，通过该集中式身份网络路由协议 CIN 进行数据包转发过程为：(A) H1 发送数据包给它的入口路由器 Ingress Router，数据包的源/目的 ID 域需为 HID1 和 HID2；(B) 每个路由器维持一个最近使用的身份-位置映射缓存 ILMC，当入口路由器收到 H1 的数据包，它先在本地 ILMC 表中查询，如果查询命中，转到步骤 (D)，不命中，转到步骤 (C)；(C) 入口路由器通过查询控制器 ILMD 获得 HID2 的位置信息 RLID2，进一步将它缓存到它的 ILMC；(D)：入口路由器重写该数据包的源 ID 为 RLID1，目的 ID 为 RLID2；HID1 和 HID2 被添加到扩展字段中，数据包会被路由到另一路由器；(E)：当入口路由器到另一路由器路径经过的节点中都有到另一路由器的路由表时，包会逐跳传到另一路由器，否则缺失路由表项的路由器会发送请求到控制器，控制器计算路由并分发到相应路由器；(F)：当另一路由器接收到包，它检查目的 ID 域为路由器自己的 ID，另一路由器分析包的目的地主机 ID 并转发到目的地主机。

作为本发明的进一步改进：当主机处于移动状态时，通过该集中式身份网络路由协议 CIN 进行数据包转发过程为：(A)控制器发送消息通知第二路由器删除 RHT 中 H2 表项，第二路由器缓存<HID2, RLIDx>到 ILMC；(B)：入口路由器发送从 H1 到 H2 的数据包，由于入口路由器的 ILMC 的滞后更新发送该数据包到第二路由器，第二路由器本地 RHT 查询失败查询本地 ILMC，如果查询失败或者还是第二路由器本身，则第二路由器查询控制器 H2 对应的 RLID 并缓存到自身 ILMC；(C)：第二路由器发送通知消息到入口路由器通知入口路由器 H2 的最新身份-位置映射关系，同时，第二路由器重写该数据包的目的 ID 并路由到查询控制器 H2 对应的路由器；(D)：入口路由器更新 H2 的身份-位置映射关系。

作为本发明的进一步改进：每个路由器只需维护直连路由器的状态且不需计算、存储自治域路由表。

作为本发明的进一步改进：所述身份/位置层以 “010” 开头的保留地址用来当做其身份/位置标识。

本发明的有益效果是：本发明采用增加 Ipv6 扩展首部的方式实现身份位置分离网络与当前 IPv6 网络的兼容，且不需要修改主机协议栈；提出一种不需要汇聚服务器，简单且有效的方法应对移动性问题。

【附图说明】

图 1 是传统 HIP 网络协议栈。

图 2 是本发明 CIN 协议栈示意图。

图 3 是本发明 CIN 包格式示意图。

图 4 是本发明 HID/RLID 格式示意图。

图 5 是本发明数据包传输格式变化示意图。

图 6 是本发明 CIN 控制转发分离示意图。

图 7 是本发明 CIN 总体设计框图。

图 8 是本发明数据包传输框图。

图 9 是本发明目的主机移动时数据包转发过程图。

【具体实施方式】

下面结合附图说明及具体实施方式对本发明进一步说明。

缩略语和关键术语定义

SDN	Software Defined Network	软件定义网络
HIP	Host Identity Protocol	主机标识协议
HID	Host Identifier	主机标识
RLID	Router Location Identifier	路由器位置标识
LSDB	Link State DataBase	链路状态数据库
ILMD	Identifier-to-Locator Mapping Database	身份-位置映射数据库
ILMC	Identifier-to-Locator Mapping Cache	身份-位置映射缓存
RHT	Registered Host Table	注册主机表
PCNL	Physically Connected Neighbors List	直连邻居表
DNS	Domain Name System	域名系统
CIN	Centralized Identifier Network	集中式身份网络

一种集中式身份网络路由协议 CIN，包括应用层、数据链路层和物理层，还包括身份/位置层，所述身份/位置层位于应用层和数据链路层之间；所述身份/位置层解耦 IP 地址的身份属性和位置属性；主机的身份/位置映射项需放入全网身份位置映射数据库 ILMD 和身份位置映射缓存 ILMC。

每台主机和路由器都有独立唯一的标识，主机的身份 HID 即为该标识，主机的位置 LOC 则为其注册路由器的标识 RLID；当主机发送一个路由协议包，该主机用自己的 HID 作为 Source ID，用目的主机 HID 作为 Destination ID，如果目的主机在同一个局域网内，则直接传输到目的主机，如果不在同一个局域网内，在传输路由协议包的过

程中必须把 Source ID 域和 Destination ID 域重写为源路由器和目的路由器标识 RLID，而源主机和目的主机被添加到扩展字段中，在路由器之间通过 RLID 进行路由。

所述身份/位置存储映射系统负责对身份到位置映射存储和解析，具体为：在控制端放置了全网身份位置映射数据库 ILMD，在路由器端放置了身份位置映射缓存 ILMC；当一台主机从一台路由器移动到另一台接入路由器时 IR，接入路由器会将<HID, HLID>传到 ILMD，同时，ILMC 作为 ILMD 的子集，用来给接入路由器输入包快速解析身份位置映射；如果没有命中，路由器会查询控制端该映射并缓存于 ILMC。

CIN 协议采用控制/转发分离策略，具体为：控制器根据应用和用户需求采取相应路由策略，响应控制器查询请求并下发路由表项。

所述的集中式身份网络路由协议 CIN 包括路由计算，控制器从各个路由器获取 LSAs 建立全网 LSDB，LSAs 包含了一个路由器到另一个路由器的链路信息；建立一个矩阵 W ， W_{ij} 表示路由器 i 到路由器 j 的链路开销，默认运用弗洛伊德算法即可算出任何两点的最短路径及下一跳，各应用可根据需要定制路由；每次 LSA 改变时都会重新计算路由。

各个主机均处于稳定位置时，通过该集中式身份网络路由协议 CIN 进行数据包转发过程为：(A) H1 发送数据包给它的入口路由器 Ingress Router，数据包的源/目的 ID 域需为 HID1 和 HID2；(B) 每个路由器维持一个最近使用的身份-位置映射缓存 ILMC，当入口路由器收到 H1 的数据包，它先在本地 ILMC 表中查询，如果查询命中，转到步骤 (D)，不命中，转到步骤 (C)；(C) 入口路由器通过查询控制器 ILMD 获得 HID2 的位置信息 RLID2，进一步将它缓存到它的 ILMC；(D)：入口路由器重写该数据包的源 ID 为 RLID1，目的 ID 为 RLID2；HID1 和 HID2 被添加到扩展字段中，数据包会被路由到另一路由器；(E)：当入口路由器到另一路由器路径经过的节点中都有到另一路由器的路由表时，包会逐跳传到另一路由器，否则缺失路由表项的路由器会发送请求到控制器，控制器计算路由并分发到相应路由器；(F)：当另一路由器接收到包，它检查目的 ID 域为路由器自己的 ID，另一路由器分析包的目的地主机 ID 并转发到目的地主机。

当主机处于移动状态时，通过该集中式身份网络路由协议 CIN 进行数据包转发过程为：(A)控制器发送消息通知第二路由器删除 RHT 中 H2 表项，第二路由器缓存<HID2, RLIDx>到 ILMD；(B)：入口路由器发送从 H1 到 H2 的数据包，由于入口路由器的 ILMC 的滞后更新发送该数据包到第二路由器，第二路由器本地 RHT 查询失败查询本地 ILMC，如果查询失败或者还是第二路由器本身，则第二路由器查询控制器 H2 对应的 RLID 并缓存到自身 ILMC；(C)：第二路由器发送通知消息到入口路由器通知入口路由器 H2 的最新身份-位置映射关系，同时，第二路由器重写该数据包的目的 ID 并路由到查询控制器 H2 对应的路由器；(D)：入口路由器更新 H2 的身份-位置映射关系。

每个路由器只需维护直连路由器的状态且不需计算、存储自治域路由表。

所述身份/位置层以 “010” 开头的保留地址用来当做其身份/位置标识。

本发明借鉴 SDN 中控制-转发分离思想，提出一种新的集中式身份网络路由协议 CIN (Centralized Identifier Network)，它能够改进 HIP 协议的上述缺点：本发明采用增加 Ipv6 扩展首部的方式实现身份位置分离网络与当前 IPv6 网络的兼容，且不需要修改主机网络协议栈；本发明提出一种不需要汇聚服务器 RS，简单且有效的方法应对移动性问题；本发明中每个路由器只需维护直连路由器的状态且不需计算、存储自治域路由表（交给控制器），大大降低路由器计算存储资源。

在一实施例中，图 2 给出 CIN 协议栈，图 3 给出 CIN 包格式，我们的设计使得主机协议栈不需要做任何改动且兼容 IPv6，我们用身份/位置层代替传统网络 IP 层。本发明解耦 IP 地址的身份属性和位置属性，每台主机和路由器都有独立唯一的标识，主机的身份(HID)即为该标识，主机的位置(LOC)则为其注册路由器的标识(RLID)。为兼容传统 IPv6，我们将 IPv6 以 “010” 开头的保留地址用来当做 CIN 的身份/位置标识，即 “4XXX:XXX:XXX:XXX”/“5XXX:XXX:XXX:XXX”，X 为 0-f，如图 4。

根据这些定义，主机处理 CIN 包与现在处理 IP 包并无不同，但

是在传输的过程中需要做如下工作：当主机发送一个 CIN 包，该主机用自己的 HID 作为 Source ID, 用目的主机 HID 作为 Destination ID, 如果目的主机在同一个局域网内，则直接传输到目的主机，如果不在同一个局域网内，在传输包的过程中必须把 Source ID 域和 Destination ID 域重写为源路由器和目的路由器标识 (RLID)，而源主机和目的主机被添加到扩展字段中，在路由器之间通过 RLID 进行路由，数据包格式变化如图 5 所示。

身份位置分离网络的一个问题是身份到位置映射存储和解析的过程。本发明中我们在控制端放置了全网身份位置映射数据库 (ILMD)，在路由器端放置了身份位置映射缓存 (ILMC)。当一台主机从一台路由器移动到另一台接入路由器时 (IR)，接入路由器会将 <HID, HLID> 传到 ILMD。ILMC 作为 ILMD 的子集，用来给接入路由器输入包快速解析身份位置映射，如果没有命中，路由器会查询控制端该映射并缓存于 ILMC。

本发明定义了身份网络中一种支持移动性的集中式路由方法，身份控制器集中式路由构建和维护，路由节点更新链路状态时通知控制器，身份控制器集中式路由进行查询请求服务，路由节点简单维护与直连路由器链路状态，身份控制器实现路由计算后向路由节点下发路由表项机制，无需修改主机协议栈，增加 IPv6 扩展字段实现身份位置分离，同时无需汇聚服务器，无需在移动时立刻通知对等节点的移动性支持机制。

本发明采用控制/转发分离策略。如图 6，路由器并无拓扑发现、路由计算功能，而需要询问控制器相应下一跳，控制器可以根据应用和用户需求采取相应路由策略，响应控制器查询请求并下发路由表项。

总体设计框图如图 7。

路由计算：

控制器从各个路由器获取 LSAs 建立全网 LSDB, LSAs 包含了一个路由器到另一个路由器的链路信息。因此可以建立一个矩阵 W , W_{ij} 表示路由器 i 到路由器 j 的链路开销, 默认运用弗洛伊德算法即可算出任何两点的最短路径及下一跳, 各应用可根据需要定制路由。每次 LSA 改变时都会重新计算路由。

我们规定 $W_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{若 } i=j \\ \text{路由节点 } i \text{ 到 } j \text{ 的链路开销} & \text{若 } i \neq j \text{ 且 } (i,j) \text{ 可直达,} \\ \infty & \text{其他} \end{cases}$

FLOYD-WARSHALL 算法是一种动态规划算法。设 $d_{ij}^{(k)}$ 为从节点 i 到 j 的所有中间节点全部取自集合 $\{1, 2, \dots, k\}$ 的一条最短路径权重。当 $k=0$ 时, 从节点 i 到节点 j 的一条不包括编号大于 0 的中间节点的路径将没有任何中间节点, 因此, $d_{ij}^{(0)} = W_{ij}$ 。递归定义 $d_{ij}^{(k)}$ 如下:

$$d_{ij}^{(k)} = \begin{cases} W_{ij} & k = 0 \\ \min(d_{ij}^{(k-1)}, d_{ik}^{(k-1)} + d_{kj}^{(k-1)}) & k \geq 1 \end{cases}$$

矩阵 $D^{(n)} = (d_{ij}^{(n)})$ 就是最后的最短路径。

以下定义一种实现的主要数据包格式:

在 IPV6 的基础上新定义了四种扩展首部: 服务承载网 (SCN) 首部、逻辑网归属首部、源主机 ID 首部、目的主机 ID 首部。

服务承载网的格式如下:

下一个首部代码 (8 位)	拓展首部长 (8 位)	数据包类型 (8 位)
0x35	3	(见下面)

目前 CIN 中定义了五种数据包类型, 其功能和类型代码如下:

数据包名称	数据包类型	数据包功能
IdnAdjPacket	0x11	路由器向控制器传送邻居状态
IdnRoutePacket	0x12	控制器向路由器下发路由表
IdnIngressPacket	0x41	入口数据包（入口路由器接收主机的数据传输包，源/目的 ID 为源/目的主机 ID）
IdnDataPacket	0x51	路由器数据传输包（源/目的 ID 为源/目的路由器 ID，源/目的主机 ID 添到扩展字段）
IdnRegisterPacket	0x52	1、主机向路由注册； 2、路由向控制器操作 ILMD； 3、路由器之间心跳监测

1) IdnAdjPacket

数据格式：逻辑网数量|逻辑网 1|逻辑网 1 流量|逻辑网 2|逻辑网 2 流量|……|邻居数量|邻居 1 身份|接入邻居 1 端口 ip|传输时间|邻居 2 身份|…….

各路由器与直连路由器周期发送 ping 包（通过 IdnRegisterPacket ping 命令，见本小节 3)）查看其连接状态，如果 ping 包丢失超过一定次数（可设置，默认为 5 次），则在本地邻接表中置邻居状态为 NONACTIVE，并在 IdnAdjPacket 包中删去该路由器以更新控制器 LSDB 信息。

逻辑网流量为本地路由器于该逻辑网的数据传输包的总流量，单位为字节。控制器的逻辑网流量为属于该逻辑网的所有路由器在该逻辑网下的流量之和。

2) IdnRoutePacket

数据格式： 目的身份 ID | 下一跳端口 ip | 逻辑网 LogicCode

路由器查询不到 FIB 表项（根据目的主机 ID 和 LogicCode），通过 IdnRegisterPacket 的 IDSQUERY 命令（见 3）向控制器查询路由表。控制器根据 {LogicCode, 源路由 ID, 目的主机 ID} 三元组，首先通过 ILMD 表查询该目的主机 ID 直连路由器，再根据 {LogicCode, 源路由 ID, 目的路由 ID} 查找最短路径，将结果下发到各个相关路由器。

3) IdnRegisterPacket

其中命令有：

	命令格式	功能
1	add 注册身份 ID	主机向路由器新增注册
2	update 注册身份 ID	主机向路由器更新注册
3	del 注册身份 ID	主机向路由器删除注册
4	ping 目的路由器 ID	路由器间心跳监测
5	IDSQUERY 目的路由器 ID	路由器向控制器查询路由表信息
6	IDSADD 主机 ID 注册路由器 ID	路由器向控制器增加 ILMD 项
7	IDSDEL 主机 ID 注册路由器	路由器向控制器删除

	ID	ILMD 项
--	----	--------

命令 1~3 实现主机向路由器的身份注册工作，即主机向路由器添加 HRT 表项；

命令 4 实现路由器握手协议；

命令 5 的工作流程查看 2.2.2.2) 节，格式为” IDSQUERY:” +” 目的路由器 ID” ；

在主机向路由器注册时，主机更新 HRT 表的时候会相应发送命令 6 或 7 来更新 ILMD 中身份主机 ID 与直连路由器 ID 的映射。

4) IdnIngressPacket/IdnDataPacket

必须在扩展首部加上逻辑网归属扩展首部，否则无法路由；

逻辑网归属的格式如下：

下一个首部代码 (8 位)	拓展首部长 度 (8 位)	逻辑网归属号 (16 位)
0x26	4	具体归属号

各路由器可以被定制服务于多个逻辑网，某个逻辑网产生的数据包只能在本逻辑网内被路由。始于主机的数据传输包必须加上逻辑网归属号才能传输，否则则被丢弃。

IdnDataPacket 需要额外的两个扩展字段以标识包的源主机 ID 和目的主机 ID 以正确路由到目的主机：

下一个首部代码 (8 位)	拓展首部长 (8 位)	主机 ID (128 位)
---------------	-------------	---------------

0x07	130	源主机 ID
0x08	130	目的主机 ID

如图 5: 过程 1, 3 传输的包为 IdnIngressPacket, 过程 2 传输的包为 IdnDataPacket。

以下定义 CIN 数据包转发过程:

1) 首先讨论一般情况: 即主机均处于稳定位置的数据包转发过程:

初始状态: 首先为 H1 向 R1 注册, R1 将 HID1 放到它的 RHT 表, 并上传<HID1, RLID1>对到 ILMD; 同样的过程发生在 H2 和 R2;

步骤 1: H1 发送数据包给它的入口路由器 (Ingress Router), 即 R1, 数据包的源/目的 ID 域需为 HID1 和 HID2;

步骤 2: 每个路由器维持一个最近使用的身份-位置映射缓存 (ILMC)。当 R1 收到 H1 的数据包, 它先在本地 ILMC 表中查询, 如果查询命中, 转到步骤 4, 不命中, 转到步骤 3;

步骤 3: R1 通过查询控制器 ILMD 获得 HID2 的位置信息(RLID2)。它进一步将它缓存到它的 ILMC;

步骤 4: R1 重写该数据包的源 ID 为 RLID1, 目的 ID 为 RLID2; HID1 和 HID2 被添加到扩展字段中。数据包会被路由到 R2。

步骤 5: 当 R1 到 R2 路径经过的节点中都有到 R2 的路由表时, 包会逐跳传到 R2。否则缺失路由表项的路由器会发送请求到控制器, 控制器计算路由并分发到相应路由器。

步骤 6: 当 R2 接收到包, 它检查目的 ID 域为路由器自己的 ID, R2 分析包的目的地主机 ID 并转发到目的地主机。

2) 其次讨论当主机处于移动状态时数据包转发流程:

初始状态: H2 由 R2 移动到 Rx, Rx 将 HID2 加到 RHT 表并上传到 ILMD;

步骤 1: 控制器发送消息通知 R2 删除 RHT 中 H2 表项, R2 缓存 <HID2, RLID_x>到 ILMD;

步骤 2: R1 发送从 H1 到 H2 的数据包, 由于 R1 的 ILMC 的滞后更新 (H2 的 RLID 仍缓存为 R2) 发送该数据包到 R2。R2 本地 RHT 查询失败查询本地 ILMC, 如果查询失败或者还是 R2 本身, 则 R2 查询控制器 H2 对应的 RLID(即 RLID_x)并缓存到自身 ILMC;

步骤 3: R2 发送通知消息到 R1 通知 R1 H2 的最新身份-位置映射关系。同时, R2 重写该数据包的目的 ID 并路由到 Rx;

步骤 4: R1 更新 H2 的身份-位置映射关系。接下来所有通过 R1 到 H2 的包都被路由到 Rx。

以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明, 不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明构思的前提下, 还可以做出若干简单推演或替换, 都应当视为属于本发明的保护范围。

权利要求书

1. 一种集中式身份网络路由协议 CIN，包括应用层、数据链路层和物理层，其特征在于：还包括身份/位置层，所述身份/位置层替换传统 IP 网络的 IP 层，位于应用层和数据链路层之间；所述身份/位置层解耦 IP 地址的身份属性和位置属性；而主机的身份/位置映射项需放入全网身份位置映射数据库 ILMD 和身份位置映射缓存 ILMC。
2. 根据权利要求 1 所述的集中式身份网络路由协议 CIN，**其特征在于：**每台主机和路由器都有独立唯一的标识，主机的身份 HID 即为该标识，主机的位置 LOC 则为其注册路由器的标识 RLID；当主机发送一个路由协议包，该主机用自己的 HID 作为 Source ID，用目的主机 HID 作为 Destination ID，如果目的主机在同一个局域网内，则直接传输到目的主机，如果不在同一个局域网内，在传输路由协议包的过程中必须把 Source ID 域和 Destination ID 域重写为源路由器和目的路由器标识 RLID，而源主机和目的主机被添加到扩展字段中，在路由器之间通过 RLID 进行路由。
3. 根据权利要求 1 所述的集中式身份网络路由协议 CIN，其特征在于：所述协议中身份/位置存储映射系统负责对身份到位置映射进行存储和解析，具体为：在控制端放置了全网身份位置映射数据库 ILMD，在路由器端放置了身份位置映射缓存 ILMC；当一台主机从一台路由器移动到另一台接入路由器 IR 时，接入路由器会将 <HID, HLID>传到 ILMD，同时，ILMC 作为 ILMD 的子集，用来给接入路由器输入包快速解析身份位置映射；如果没有命中，路由器会查询控制端该映射并缓存于 ILMC。
4. 根据权利要求 1 所述的集中式身份网络路由协议 CIN，其特征在于：CIN 采用控制/转发分离策略，具体为：控制器根据应用和用户需求采取相应路由策略，响应控制器查询请求并下发路由表项。
5. 根据权利要求 1 所述的集中式身份网络路由协议 CIN，其特征在于：所述的集中式身份网络路由协议 CIN 包括路由计算，控制器从各个路由器获取 LSAs 建立全网 LSDB，LSAs 包含了一个路由器到另

一个路由器的链路信息；建立一个矩阵 W ， W_{ij} 表示路由器 i 到路由器 j 的链路开销，默认运用弗洛伊德算法即可算出任何两点的最短路径及下一跳，各应用可根据需要定制路由；每次 LSA 改变时都会重新计算路由。

6. 根据权利要求 1 所述的集中式身份网络路由协议 CIN，其特征在于：
各个主机均处于稳定位置时，通过该集中式身份网络路由协议 CIN 进行数据包转发过程为：(A) H1 发送数据包给它的入口路由器 Ingress Router，数据包的源/目的 ID 域需为 HID1 和 HID2；(B) 每个路由器维持一个最近使用的身份-位置映射缓存 ILMC，当入口路由器收到 H1 的数据包，它先在本地的 ILMC 表中查询，如果查询命中，转到步骤 (D)，不命中，转到步骤 (C)；(C) 入口路由器通过查询控制器 ILMD 获得 HID2 的位置信息 RLID2，进一步将它缓存到它的 ILMC；(D)：入口路由器重写该数据包的源 ID 为 RLID1，目的 ID 为 RLID2；HID1 和 HID2 被添加到扩展字段中，数据包会被路由到另一路由器；(E)：当入口路由器到另一路由器路径经过的节点中都有到另一路由器的路由表时，包会逐跳传到另一路由器，否则缺失路由表项的路由器会发送请求到控制器，控制器计算路由并分发到相应路由器；(F)：当另一路由器接收到包，它检查目的 ID 域为路由器自己的 ID，另一路由器分析包的目的地主机 ID 并转发到目的地主机。
7. 根据权利要求 1 所述的集中式身份网络路由协议 CIN，其特征在于：
当主机处于移动状态时，通过该集中式身份网络路由协议 CIN 进行数据包转发过程为：(A) 控制器发送消息通知第二路由器删除 RHT 中 H2 表项，第二路由器缓存 $\langle \text{HID2}, \text{RLID}_x \rangle$ 到 ILMD；(B)：入口路由器发送从 H1 到 H2 的数据包，由于入口路由器的 ILMC 的滞后更新发送该数据包到第二路由器，第二路由器本地 RHT 查询失败查询本地 ILMC，如果查询失败或者还是第二路由器本身，则第二路由器查询控制器 H2 对应的 RLID 并缓存到自身 ILMC；(C)：第二路由器发送通知消息到入口路由器通知入口路由器 H2 的最新身份-位置映射关系，同时，第二路由器重写该数据包的目的 ID 并路由到查询控制器 H2 对应的路由器；(D)：入口路由器更新 H2

的身份-位置映射关系。

8. 根据权利要求 6 或 7 任一所述的集中式身份网络路由协议 CIN, 其特征在于: 每个路由器只需维护直连路由器的状态且不需计算、存储自治域路由表。
9. 根据权利要求 1 所述的集中式身份网络路由协议 CIN, 其特征在于: 所述身份/位置层以 “010” 开头的保留地址用来当做其身份/位置标识。

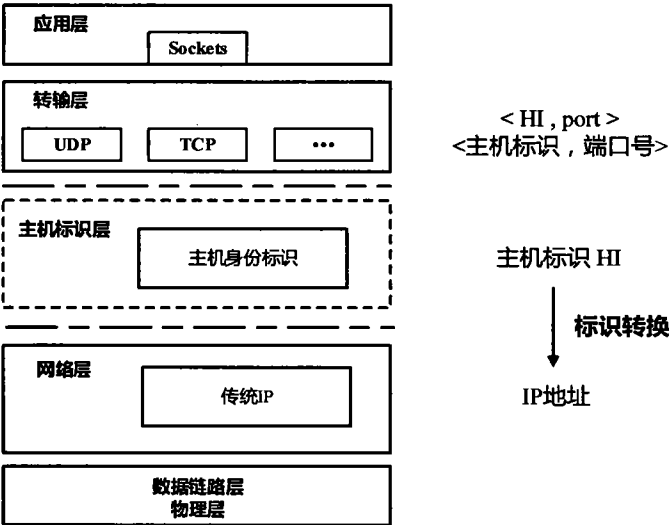


图 1

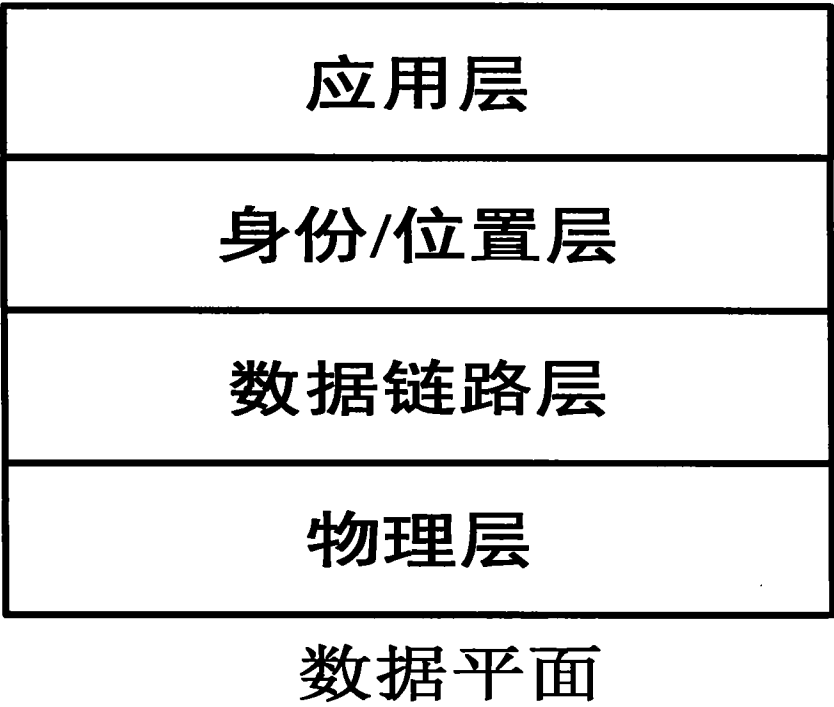


图 2

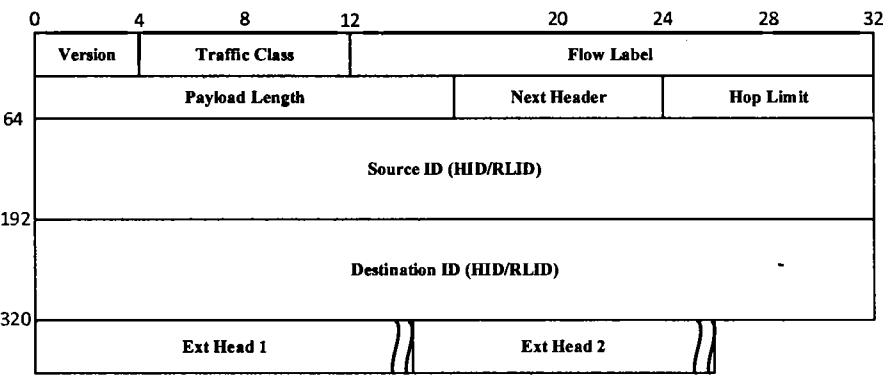


图 3

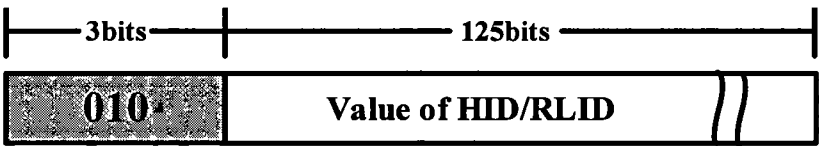


图 4

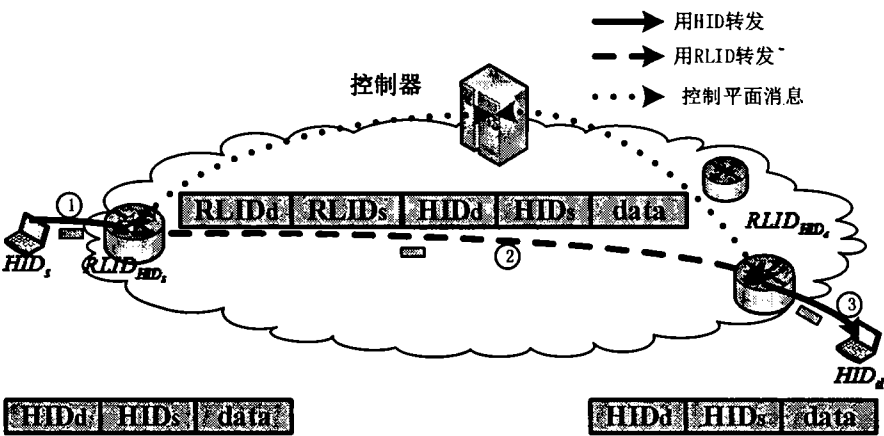


图 5

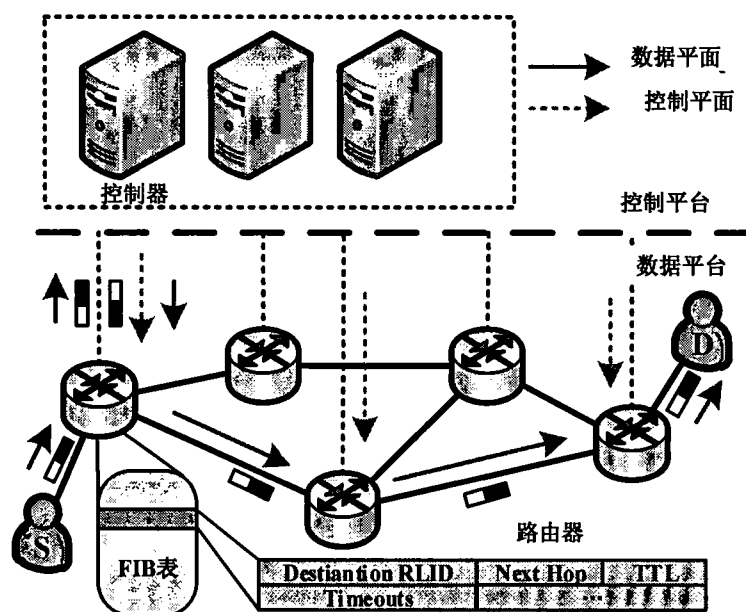
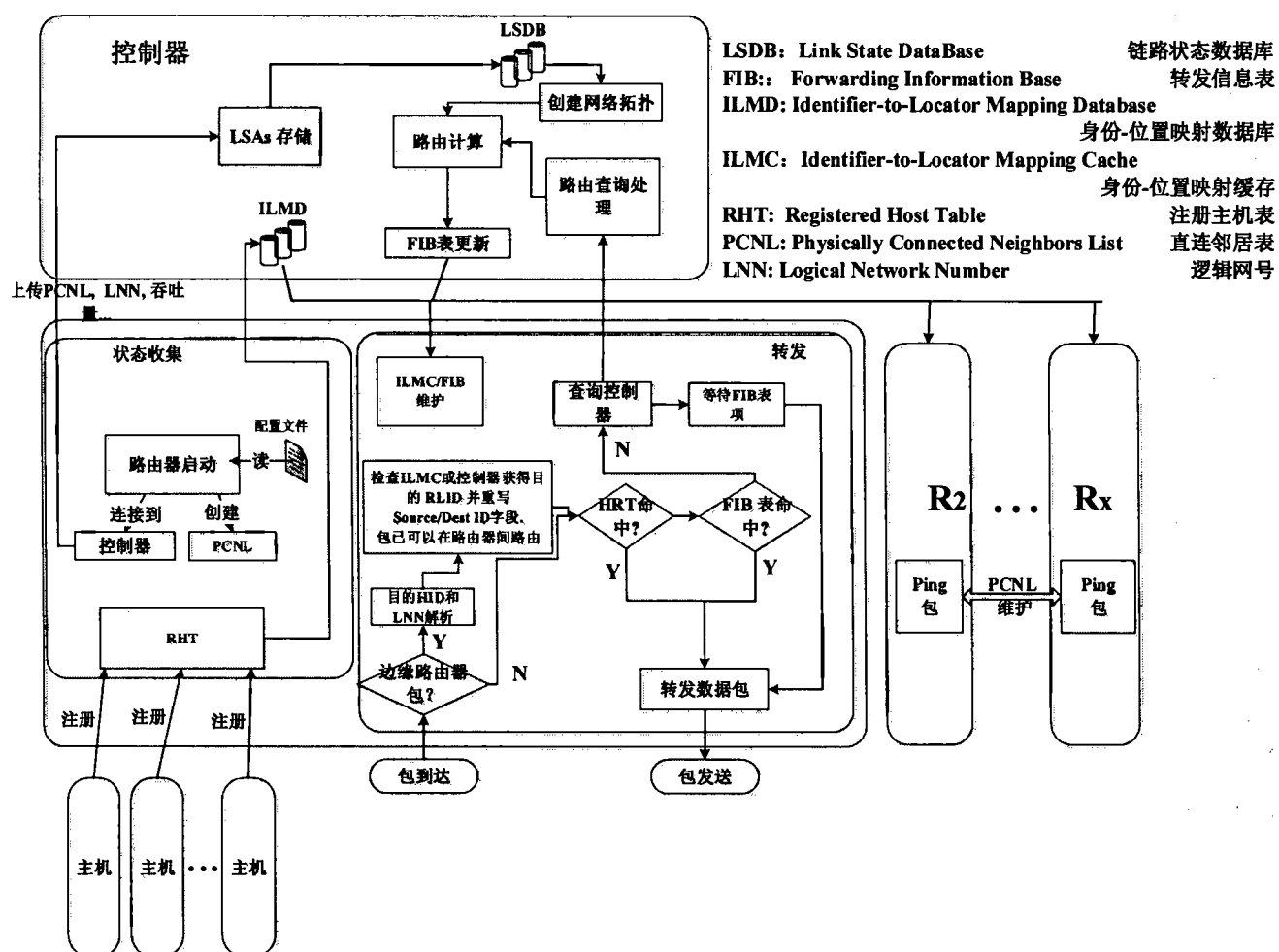


图 6



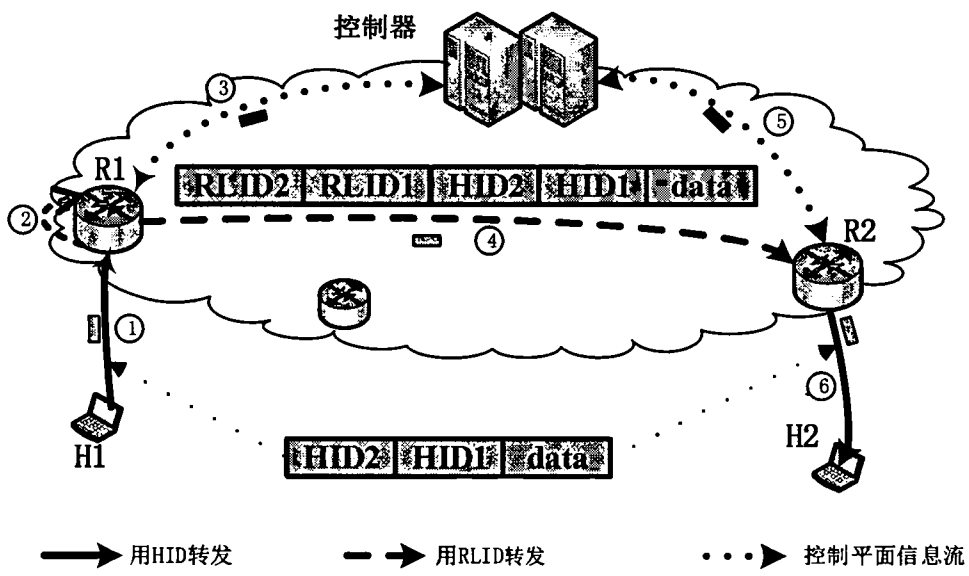


图 8

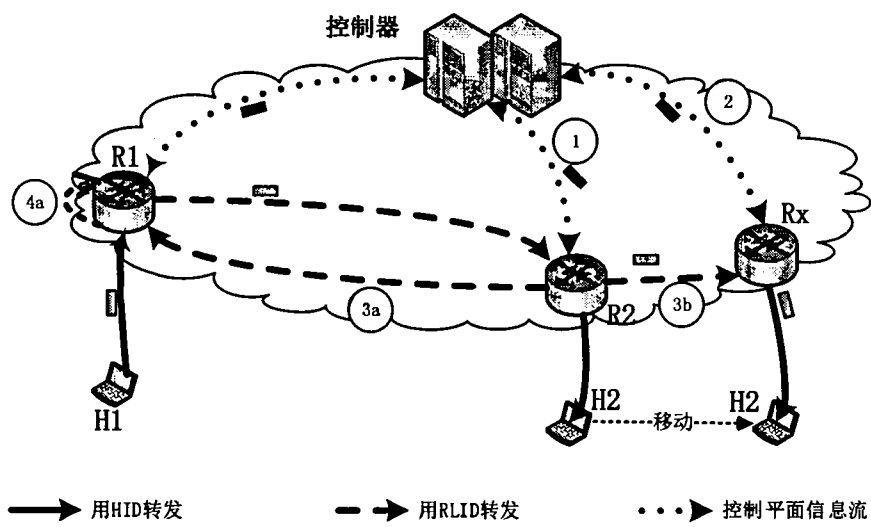


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/096860

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 29/06 (2006.01) i; 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, G06F

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: host, decoupling, host identity layer, host identity protocol, HIP, identity network, position, identity, separat+, label, HIP, HIL, replace, map+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102957621 A (ALCATEL-LUCENT SHANGHAI BELL CO., LTD.), 06 March 2013 (06.03.2013), abstract, and description, paragraphs [0003], [0005]-[0006], [0013], [0021]-[0024] and [0034]-[0073]	1-9
Y	CN 102123182 A (SHANDONG NORMAL UNIVERSITY), 13 July 2011 (13.07.2011), abstract, and description, paragraphs [0010]-[0019], [0026]-[0034], and figure 1	1-9
A	CN 102938885 A (ZTE CORP.), 20 February 2013 (20.02.2013), the whole document	1-9
A	US 2015023262 A1 (ZTE CORPORATION), 22 January 2015 (22.01.2015), the whole document	1-9
A	XU, Dongxiao et al., "A Novel Scheme for Separating Location Identity and Identification", COMPUTER APPLICATIONS AND SOFTWARE, vol.27, no.2, 28 February 2010 (28.02.2010), ISSN: 1000-386X, the whole document	1-9

☐ 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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 11 August 2016 (11.08.2016)	Date of mailing of the international search report 31 August 2016 (31.08.2016)
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 YAN, Hongbo Telephone No.: (86-10) 82246955

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2015/096860

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102957621 A	06 March 2013	None	
CN 102123182 A	13 July 2011	None	
CN 102938885 A	20 February 2013	WO 2013023465 A1	21 February 2013
US 2015023262 A1	22 January 2015	EP 2768205 A1	20 August 2014
		WO 2013071825 A1	23 May 2013
		CN 103108056 A	15 May 2013

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2015/096860

A. 主题的分类

H04L 29/06(2006.01)i; H04L 12/741(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, G06F

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))

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 位置, 身份, 主机, 分离, 解耦, 主机标识层, 主机标识协议, HIP, 映射, 身份网络, 替换, position, identity, separat+, label, HIP, HIL, replace, map+

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 102957621 A (上海贝尔股份有限公司) 2013年 3月 6日 (2013 - 03 - 06) 说明书摘要, 说明书第[0003]段、第[0005]-[0006]段、第[0013]段、第[0021]-[0024]段、第[0034]-[0073]段	1-9
Y	CN 102123182 A (山东师范大学) 2011年 7月 13日 (2011 - 07 - 13) 说明书摘要, 说明书第[0010]-[0019]段, [0026]-[0034]段, 图1	1-9
A	CN 102938885 A (中兴通讯股份有限公司) 2013年 2月 20日 (2013 - 02 - 20) 全文	1-9
A	US 2015023262 A1 (ZTE CORPORATION) 2015年 1月 22日 (2015 - 01 - 22) 全文	1-9
A	许东晓 等. "一种新型的位置标识与身份标识分离方法" 计算机应用与软件, 第27卷, 第2期, 2010年 2月 28日 (2010 - 02 - 28), ISSN: 1000-386X, 全文	1-9

☐ 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

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2016年 8月 11日

国际检索报告邮寄日期

2016年 8月 31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

闫洪波

电话号码 (86-10) 82246955

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2015/096860

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	102957621	A	2013年 3月 6日	无			
CN	102123182	A	2011年 7月 13日	无			
CN	102938885	A	2013年 2月 20日	WO	2013023465	A1	2013年 2月 21日
US	2015023262	A1	2015年 1月 22日	EP	2768205	A1	2014年 8月 20日
				WO	2013071825	A1	2013年 5月 23日
				CN	103108056	A	2013年 5月 15日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)