



PPPoE+技术在宽带接入网中的应用研究^{*}

杜 喆¹, 朱 俊², 沈成彬¹, 蒋 铭¹

(1. 中国电信股份有限公司上海研究院 上海 200122;

2. 中国电信股份有限公司上海分公司 上海 200120)

摘 要:随着 FTTx 宽带接入网的规模发展和大量宽带用户向 FTTx 的迁移,电信运营商需要实现用户账号与接入设备物理端口的绑定以及精确的用户识别。详细介绍了基于 PPPoE+技术的宽带用户标识技术的原理和实现,研究了宽带接入网设备对 PPPoE+功能支持的情况,提出了 PPPoE+技术在宽带接入网中的应用策略。

关键词: PPPoE+; 用户识别; 接入线路标识; 宽带接入网

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2014.08.022

Research on Application of PPPoE+ Technology in Broadband Access Network

Du Zhe¹, Zhu Jun², Shen Chengbin¹, Jiang Ming¹

(1. Shanghai Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Shanghai 200122, China;

2. Shanghai Branch of China Telecom Co., Ltd., Shanghai 200120, China)

Abstract: Along with large-scale FTTx access network construction and massive users upgrade from DSL to FTTx, bundling between user account and access equipment physical port is an important function to achieve accurate user identification for telecom operators. The principle and implementation of PPPoE +-based broadband user identification technology were introduced. Implementation status of broadband access network equipments' PPPoE+ function was investigated. Application strategy of PPPoE+ in the broadband access network was discussed.

Key words: PPPoE+, user identification, subscriber access loop identification, broadband access network

1 引言

为响应国家三网融合的号召,电信运营商陆续推出了“宽带中国·光网城市”战略规划,旨在打造一张无所不在、触手可及的宽带网络,为用户提供带宽更高、速率更快的宽带接入服务。为此,电信运营商大力推进宽带接入网的建设。而在做大、做宽基础管道,提升宽带接入速率的同时,为了对业务流量实现客观可控,实现精细化运营,以支撑新型业务发展,给用户提供更差异化服务,原先传统的粗

放型管道需求向智能化管道转变。在这个背景下,宽带接入网正在发生巨大的质变,基于 PON 技术的 FTTx 宽带接入网正在逐步替代原先基于 DSL 技术的铜缆接入。然而,在实施由 DSL 接入改造为 FTTx 接入的过程中,除了要在工程上进行宽带用户 DSL 接入链路割接外,宽带用户接入链路及端口在 BRAS(broadband remote access server,宽带远程接入服务器)上的绑定信息及其在 RADIUS(remote authentication dial in user service,远程用户拨号认证)系统服务器中的记录也要随之更新,为此需要大量的人工修改

^{*} 国家高技术研究发展计划(“863”计划)基金资助项目(No.2011AA01A104)

工作,不仅工作周期长,而且容易出错,影响用户光网迁移体验。因此,运营商迫切需要自动化、智能化的用户识别技术,以解决上述问题。PPPoE 中继代理(PPPoE+)是实现宽带接入网“用户可识别”及端到端用户业务视图的重要技术。本文主要研究了基于 PPPoE+的宽带用户精确识别和绑定技术的原理、实现、技术发展现状和部署策略。

2 用户识别技术

在目前 IPv4 的宽带接入网中,主要的用户识别技术包括 QinQ、DHCP option82 以及 PPPoE+这 3 种技术。

(1) QinQ 技术

QinQ 技术,标准出自 IEEE 802.1ad,也可以称为 stacked VLAN,就是指在用户的 CVLAN 标签上再封装一层外层 SVLAN,使报文带着两层 VLAN 标签穿越运营商的骨干网络。目前基于 PON 技术的 FTTx 宽带接入网中 PPPoE 拨号上网业务渗透率高且有安全隔离的需求,对 VLAN 资源消耗多,单层 VLAN 无法满足需求,因此普遍采用 QinQ 技术进行 VLAN 资源的扩展,QinQ 功能在 PON OLT 设备上开启,终结于 BRAS 设备。QinQ 技术中 VLAN 规划原则为:外层 SVLAN 用于识别不同的接入网业务和接入设备,内层 CVLAN 用于识别不同的宽带用户。即采用 PUPSPV(per user per service per VLAN,每用户每业务每 VLAN)的方式,实现对用户的识别、定位,解决用户唯一性标识、用户身份识别及宽带账号盗用问题。

(2) DHCP option82 技术

DHCP relay agent information option(中继代理信息选项),选项号为 82,故又称为 DHCP option82,由 RFC3046 实现定义。DHCP option82 就是通过在宽带接入设备上实现二层的 DHCP relay agent,对 DHCP 报文进行监测并处理,将包含了客户端的接入物理端口和接入设备标识等信息填充到 DHCP option82 报文的 sub option 字段中,从而使得 DHCP 服务器接收到报文后,根据预先配置策略和报文中 DHCP option82 信息为客户端分配 IP 地址和配置相关信息,同时 DHCP 服务器也可以依据 DHCP option82 中的信息识别可能的 DHCP 攻击报文并做出保护及防御。

(3) PPPoE+技术

在国际标准中,PPPoE+又称为 PPPoE 中继代理,是一种动态的用户接入线路(端口)标识技术。BBF WT-101_issue-2 定义了 PPPoE 中继代理实现接入线路标识,其核心思路是宽带接入设备(如 PON 设备)收到用户

发送的 PPPoE 协议 PADI 或 PADR 报文后,在报文中增加表示宽带用户物理端口和逻辑端口(如 VLAN)信息。BRAS 设备对报文进行识别,将用户物理位置信息提取出来,再发给 RADIUS 服务器,从而实现用户识别与用户管理。

DHCP option82 技术主要应用于采用 IPoE 认证的场景,实现用户接入物理端口的标识。例如,在 IPTV 业务应用时可以借助 DHCP option82 技术实现 FTTH ONU 终端的标识,以便于 IPTV 业务平台实现终端与 IPTV 账号的精确绑定。而在采用 PPPoE 认证的应用场景,目前主要采用 QinQ 技术实现宽带用户的唯一性标识。但是 QinQ 技术中使用的 VLAN 信息与宽带接入局端设备、终端设备、逻辑标识符以及宽带账号没有直接关联,从而加大了用户精确定位与账号绑定的实施难度。而通过研究和试验发现 PPPoE+技术的部署则能够彻底解决上述问题。以下就 PPPoE+技术原理以及应用进行介绍。

3 基于 PPPoE+技术的用户识别

3.1 PPPoE+技术的原理及特点

根据 BBF WT-101 标准规定 PPPoE+技术支持 PPPoE 接入方式且是接入节点的一种功能,以实现插入接入线路标识,并具体定义了 PPPoE 接入线路标识句法,PPPoE+接入线路标识句法具体如图 1 所示。

0x0105 (vendor-specific)	tag length
0x00000DE9 (3561 decimal, i.e. "BBF" IANA entry)	
0x01	length
agent circuit ID value (con't)...	agent circuit ID value (con't)...
0x02	length
agent remote ID value (con't)...	agent remote ID value (con't)...

图 1 PPPoE+接入线路标识句法

从 PPPoE+接入设备将接入线路标识编码到“agent circuit ID”sub option 字段。编码必须可以唯一标识接入设备。同时,还可以通过“agent remote ID”sub option 字段进行用户标识编码,表示接入设备上相关的用户接入线路逻辑接口标识。BRAS 设备将携带宽带用户接入线路信息的 NAS_PORT_ID 属性通过 RADIUS 接口送给 RADIUS 服务器,RADIUS 服务器对 PPPoE+信息进行解析,并根据不同的账号绑定规则进行认证。

而在国内标准方面,中国通信标准化协会于 2011 年发布了《YDT 2275-2011 接入网技术要求—宽带用户接入线路(端口)标识》,该标准整合了 DSL、PON 以及 LAN 设



备的 PPPoE+技术要求。

通过电信运营商现网应用表明,在 PPPoE 场景迫切需要采用用户识别技术,而采用 PPPoE+技术可以准确识别用户,并能够快速关联用户所使用的网络资源。进而在“用户可识别”的基础上建立起从用户业务起点开始到业务终点结束所包含的网络设备、资源的端到端全程的用户业务视图。PPPoE+技术的特点主要包括以下 5 个方面。

(1)实现用户精确定位

由接入设备在 PPPoE 发现阶段用户报文中插入标识用户物理端口的信息,可以实现直接在 RADIUS 系统中查询到用户所在的设备、端口信息,便于故障维修。同时,用户 PPPoE 报文中携带用户物理端口信息,只要用户拨号上网,其位置信息即可上送 RADIUS 系统,信息的准确性和实时性高。

(2)解决用户账号和逻辑标识符(LOID)、PON 端口和 OLT 设备之间的关联关系

在 FTTH 场景下,QinQ 技术无法将用户逻辑链路标识符(LOID)等信息上报给 RADIUS 系统,而采用 PPPoE+技术,除了可以获取 OLT 设备、OLT PON 端口等信息外,还能精确掌握 ONU 的 LOID 信息,方便根据 LOID 信息关联宽带用户。

(3)识别 PON 中 OLT 和 ONU 之间的连接关系

采用 PPPoE+技术,还可以解决 QinQ 技术无法识别 PON 中 OLT 和 ONU 之间的连接关系的问题,为后期 FTTx 用户“端到端用户业务视图”的呈现奠定技术基础;可以利用 PPPoE+上报的信息,回填到综合资源系统,核实资源系统数据;甚至可以将用户宽带账号以及 OLT 与 ONU 之间的连接关系传送到“IP 综合网管系统”,绘制并自动更新 PON 拓扑图。

(4)实现用户账号精确绑定

采用 PPPoE+携带的信息进行绑定,可以将用户账号

精确绑定到接入设备(设备标识)的物理端口。这样用户只针对某个接入设备,而接入设备上层网络的变化对该用户账号绑定信息没有影响,从而减少上层网络割接造成用户的绑定属性发生变化。

(5)实现 BRAS 设备的 1:1 或者 N:1 保护

PPPoE+技术也是 BRAS 设备建立 1:1 或者 N:1 保护的重要基础,即通过接入网设备标识 NAS_PORT_ID 属性,而当主用 BRAS 设备发生故障时,可以自动切换到备用 BRAS 设备上,无需人工干预,这对政企场景等重点客户的专用 BRAS 设备保护具有较大的价值。

3.2 PPPoE+技术的应用

在现有的宽带接入网中根据不同宽带接入场景,PPPoE+技术的应用略有不同,目前主要有 DSL、FTTB/FTTN 和 FTTH/FTTO 3 种接入场景。

(1)DSL 接入场景

DSL(ADSL/ADSL2+、VDSL2)接入网通常包括用户终端(如 modem、家庭网关等)、局端 DSLAM(以太网接口上联)以及汇聚交换机组成的二层网络。DSLAM 通过汇聚交换机连接到 BRAS 或直接连接到 BRAS,具体应用场景如图 2 所示。

在 DSL 接入场景中,DSLAM 设备为用户终端发送的 PPPoE 消息打上 PPPoE 标签。主要填写 DSLAM 设备端口号,然后将 PPPoE 报文经汇聚交换机或者直接发送给 BRAS 设备。

(2)FTTB/FTTN 接入场景

FTTB/FTTN 接入网包括用户终端(如 LAN 上行家庭网关)、MDU/MTU 型 ONU 设备、局端 OLT 设备和/或汇聚交换机组成的二层网络。OLT 设备可以通过汇聚交换机连接到 BRAS 或直接连接到 BRAS,具体应用场景如图 3 所示。

在 FTTB/FTTN 场景中,MDU/MTU 型的 ONU 设备需要支持 PPPoE 中继代理功能,为从用户家庭网关终端接收到

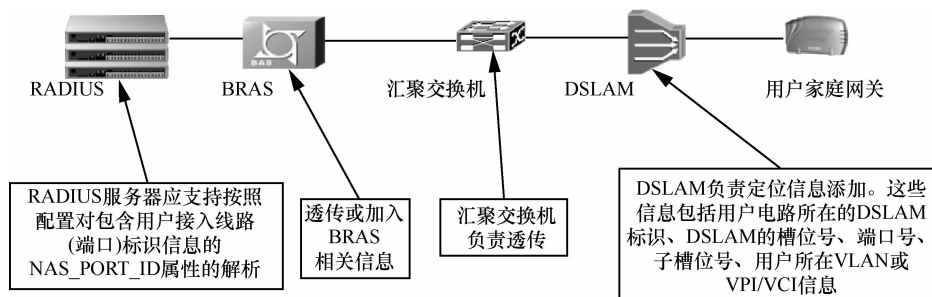


图 2 DSL 接入场景 PPPoE+技术应用示意

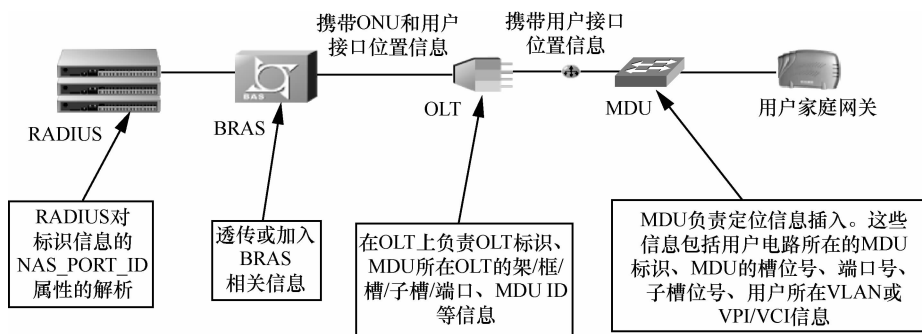


图 3 FTTH/FTTN 接入场景 PPPoE+ 技术应用示意

的 PPPoE 消息打上 PPPoE 标签,主要填写 ONU 的 UNI 端口号、端口类型以及 PVC/VLAN 信息,即填写“[ONU_Slot/ONU_Subslot/Port_ID:{atmleth}/Port_XPI.Port_XCI]”,然后将 PPPoE 报文发送给 OLT 设备。OLT 收到 PPPoE 报文后再负责添加与其相关的信息,即填写“AccessNodeIdentifier/ANI_rack/ANI_frame/ANI_slot/ANI_subslot/ANI_port/ONU_ID”和“{EPIGP|XE|XG}”信息,并上报给 BRAS 设备。

(3) FTTH/FTTO 接入场景

FTTH/FTTO 接入网包括用户终端(如 SFU、HGU 和 SBU 型 ONU)、局端 OLT 设备和/或汇聚交换机组成的二层网络。OLT 设备可以通过汇聚交换机连接到 BRAS 或直接连接到 BRAS,具体应用场景如图 4 所示。

在 FTTH/FTTO 场景中,SFU、HGU 和 SBU 型的 ONU 不需要支持 PPPoE 中继代理功能,OLT 根据 ONU 透传的 PPPoE 报文判断确定用户的逻辑端口信息(即 ONU_ID)并为 PPPoE 消息打上 PPPoE 标签字段的信息,填写与 OLT 相关的信息,并上报给 BRAS 设备。

在上述 3 种应用场景中,BRAS 设备在接收到宽带接入网设备上报的 PPPoE 报文后,为 PPPoE 标签添加上“{atmleth|trk}”和“NAS_slot/NAS_subslot/NAS_port:SVLAN.CVLAN”信息,并将携带用户接入线路信息的 NAS_PORT_ID 属性通过

RADIUS 接口送给 RADIUS 服务器进行认证。

RADIUS 系统对 BRAS 设备封装上送的 BRAS 本身接入位置信息、SVLAN、CVLAN 及接入节点位置信息进行解析,并根据不同的账号绑定规则进行认证。若通过 RADIUS 认证,则 BRAS 设备将为宽带用户分配 IP 地址,否则不给宽带用户分配 IP 地址。

3.3 全面启用 PPPoE+ 技术存在的问题

目前宽带接入网、BRAS 等设备已经基本支持 PPPoE+ 技术以实现用户识别,但是部分接入网设备、BRAS 设备以及 RADIUS 系统均存在一系列问题,导致 PPPoE+ 功能无法端到端启用实现精确用户识别。

(1) 接入网设备存在的问题

接入网设备存在的问题主要表现为部分早期使用的接入网设备不支持《YD/T 2275-2011 接入网技术要求—宽带用户接入线路(端口)标识》行业标准所规定的 PPPoE+ 技术;而部分接入设备并未严格按照行业标准研发并开启使用 PPPoE+ 功能。对于不支持 PPPoE+ 的接入网设备,RADIUS 系统仍需要使用原有 NAS_PORT_ID 解析功能,实现用户的精绑定。

(2) BRAS 设备存在的问题

部分 BRAS 设备需要参照行业标准针对 NAS_PORT_ID 属性进行手工配置;此外,部分 BRAS 设备会上报一些私有字段。对于存在私有字段的 PPPoE 报文,则需要 RADIUS 系统在 NAS_PORT_ID 字段解析过程中进行区别处理。

(3) RADIUS 服务器存在的问题

目前运营商主要通过 RADIUS 服务器实现 AAA (authentication, authorization, accounting, 用户认证、授权和计费),而 AAA 系统的认证报文处理模块需要识别本指导意见定义的标准

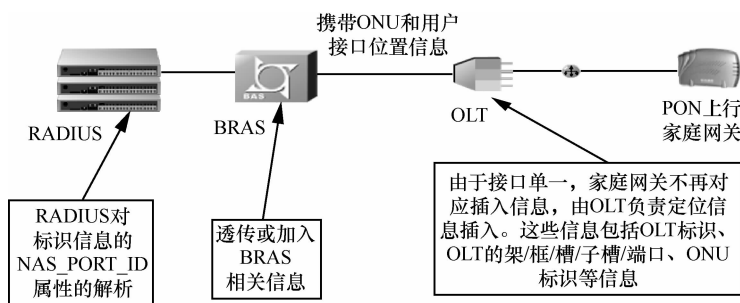


图 4 FTTH/FTTO 接入场景 PPPoE+ 技术应用示意



NAS_PORT_ID 属性格式并正确解析,获取相关线路标识、CVLAN/SVLAN 标识,同时根据解析获得的线路信息来实现用户的精确绑定功能。但是目前现网 RADIUS 并不支持上述 PPPoE 报文识别和解析功能。根据现网 RADIUS 的实际能力需要进一步完善,可以采取对 NAS_PORT_ID 属性中新增的接入设备信息逐字段解析或者将新增接入设备信息作为一个整体字段保存,按需由单独系统对该字段进行解析。而用户绑定则可采用自动绑定或用户开户绑定两种方式:自动绑定方式中,AAA 系统需要支持 PPPoE+格式的 NAS_PORT_ID 属性格式的解析,并根据该字段的解析信息(线路标识/SVLAN/CVLAN)对开户后首次上线的用户账号进行精确绑定;用户开户方式中,需要对 AAA 系统/OSS 开户接口,增加相应的线路标识属性,AAA 系统需要增加相关的属性处理逻辑,生成用户的绑定信息,实现基于 PPPoE+信息的精确绑定。

3.4 PPPoE+技术实施和推广的策略

在 PPPoE+技术实施和推广过程由于涉及数据(如 BRAS 设备)和接入(如 PON 设备)两大类设备,因此需要同步推进 PPPoE+技术实施和推广工作。首先,应统一数据和接入两大类设备的 PPPoE+技术实现方式。需要根据行业标准《YD/T 2275-2011 接入网技术要求—宽带用户接入线路(端口)标识》,推动数据设备和接入设备厂商分别研发并提供符合该标准规范的 BRAS 设备和接入设备;在符合行业标准的基础上,还必须支持模板可编辑。其次,需要开发 RADIUS 系统对 NAS_PORT_ID 属性中新增的接入设备信息的解析功能,包括逐字段解析或者将新增接入设备信息作为一个整体字段保存,按需由单独系统对该字段进行解析的功能。还需要开发 RADIUS 系统的用户自动绑定或用户开户绑定的功能。最后,制定 PPPoE+技术实施和推广的计划。根据各个方面综合因素,包括开启 PPPoE+的迫切程度、现网设备支持能力、现网设备改造难易程度和计划以及设备厂商生产研发进展等,制定 PPPoE+技术端到端实施和推广的时间表。还需要根据 BRAS 设备和接入设备对于 PPPoE+的支持能力,评估实施 PPPoE+全网端到端开启的可行性,并制定现网设备实施 PPPoE+技术的改造方案和现网规模实施推广的技术方案,以推动 PPPoE+技术的端到端部署和应用。2012 年以来,已经有一些运营商已经开始部署 PPPoE+技术,显著提升了用户管理的精确度和维护的效率,并在 BRAS 保护倒换等方面取得

了很好的效果。

4 结束语

在宽带接入网中应用 PPPoE+技术不但可以实现准确的用户识别,以快速关联用户所使用的网络资源,而且还可以为建立端到端用户业务视图奠定基础,有利于实现宽带接入网络运行维护的便捷化和接入管道的智能化。设备厂商应在遵从相关行业标准的基础上,尽快完善宽带接入设备对 PPPoE+的支持能力。运营商应在宽带接入网中积极推动 PPPoE+技术的部署。随着运营商宽带网络智能化的持续推进,相信 PPPoE+技术会得到越来越广泛的应用。

参考文献

- 1 YD/T 2275-2011. 接入网技术要求—宽带用户接入线路(端口)标识, 2011
- 2 IETF RFC3046. DHCP Relay Agent Information Option, 2001
- 3 Architecture and Transport Working Group TR-101. Migration to Ethernet-Based DSL Aggregation, 2006

[作者简介]



杜喆,男,中国电信股份有限公司上海研究院助理工程师,多年从事宽带光接入技术及其应用研究工作,主要研究方向为 EPON/GPON 及光链路测量与诊断等,曾先后发表过多篇学术论文,并获得中国通信学会科学技术奖二等奖等奖项。



朱俊,男,中国电信股份有限公司上海分公司高级工程师,主要从事光传输和接入专业的技术研究工作。

沈成彬,男,博士,中国电信股份有限公司上海研究院教授级高级工程师、技术总监,多年从事宽带光接入与传输技术及其应用研究工作。

蒋铭,女,博士,中国电信股份有限公司上海研究院高级工程师、基础网络部接入室主任,长期从事光纤接入网的技术研究工作。

(收稿日期:2014-03-28)