



家庭网关功能虚拟化技术研究^{*}

蒋 铭,李浩琳,沈成彬,曹 敏

(中国电信股份有限公司上海研究院 上海 200122)

摘 要:家庭网关强大的功能增加了设备成本和运维复杂度,因此家庭网关功能上移的理念应运而生。介绍了基于虚拟化的家庭网关功能上移技术的原理,提出了家庭网关功能上移的两种网络部署方式并分析了技术可行性,随后对比现有的家庭网关,进行了经济型分析,最后结合该技术标准化进展和产业链发展情况,分析其发展趋势和应用策略。

关键词:家庭网关;虚拟化;网络侧增强的家庭网关

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2014.07.022

Study on Virtualized Residential Gateway Technology

Jiang Ming, Li Haolin, Shen Chengbin, Cao Min

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

Abstract: Since the powerful function of residential gateway increased equipment costs and maintenance complexity, virtualized residential gateway technology emerged. The principle of virtualized residential gateway technology was investigated. Then two implementations of network deployment and the technical feasibility are analyzed. The CAPEX and OPEX of virtualized residential gateway were discussed compared with the existing residential gateway. Finally, with consideration of standardization and industry development, NERG's development trend and deployment strategy were proposed.

Key words: residential gateway, virtualization, network enhanced residential gateway

1 引言

随着以 FTTH 为代表的高速宽带接入技术的普及和各类互联网应用的发展,家庭网关已经成为宽带接入终端的重要形式。家庭网关集成了 DSL/PON 接入、家庭路由器、互联网业务提供平台等多种功能,并提供比较完善的远程管理能力,拓展了宽带接入终端的功能和价值。随着家庭网关部署的不断深入,现有的家庭网关架构面临着一系列挑战,主要包括复杂功能和接口要求增加了家庭网关的设备成本和运行维护成本,业务和应用对家庭网关功能

和性能的依赖度导致新业务和应用的引入需要频繁地进行家庭网关的升级,家庭网关软硬件与业务的紧密耦合对家庭网关的性能不断提出新要求等。

针对上海的实际情况,西班牙电信、法国电信(FT)、葡萄牙电信(PT)的一些专家在 2011 年提出了一个全新的家庭网关功能上移(network located residential gateway, NLRG)的技术思路,就是通过把家庭网关的安全功能、部分 L3 功能和部分管理功能上移到网络侧的 OLT 或者 BRAS(broadband remote access server,宽带远程接入服务器)/SR(service router,业务路由器)上,降低对家庭网关的

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



功能和性能要求,通过在 OLT 或 BRAS/SR 上实现家庭网关三层与安全功能的虚拟化和集中化提高新业务引入的灵活性、降低建网成本(CAPEX)和运维成本(OPEX),并达到节能减排的效果。在 OLT 或 BRAS/SR 上实现的虚拟家庭网关被称为 vRGW(virtual residential gateway)后,业界专家考虑到 OLT 或 BRAS/SR 并没有实现全部家庭网关的功能,而是通过增强一些家庭网关的三层功能实现家庭网关功能的重新分布,将家庭网关虚拟化又称为网络侧增强的家庭网关(network enhanced residential gateway, NERG)。

这个新的思路目前受到业界的广泛关注。对于在 FTTH 和家庭网关部署方面走在国际前列并处于技术转型关键期的中国电信运营商来讲,需要从家庭网络和接入网技术长期演进的视角,深入研究和论证 NLRG 技术的可行性,为将来宽带网络的长期发展指明技术路线,规避可能的技术风险。本文对 NERG 技术的原理、技术和经济可行性、实现方案、关键技术问题进行了研究,探讨了其发展趋势和应用前景。

2 NERG 技术原理

NERG 的原理如图 1 所示,就是通过把用户侧家庭网关的安全功能(防火墙、防病毒、远程接入控制等)、三层网络功能(IGMP、QoS、PPPoE、NAT、DHCP 等)和部分管理功

能(DLNA、性能统计、诊断、部分 TR-69 功能等)上移到局端 OLT 或者 BRAS/SR 上,由网络侧设备上的“虚拟家庭网关”模块实现,而在用户侧则采用简化的桥接型终端,仅需要支持业务接口功能(以太网、Wi-Fi、POTS (plain old telephone service,普通老式电话业务)语音等)、二层的网络功能(L2 QoS、L2 交换、DHCP 客户端、IGMP snooping(窥探)等)和简单的管理功能(部分 TR-69 功能、本地管理的图形化界面 GUI、OAM/OMCI 功能)。这样,在家庭网络简单化的同时提高承载网络的智能化,从而降低对家庭终端的功能和性能要求,希望借此提高新业务引入的灵活性、降低 CAPEX 和 OPEX,提升用户的满意度,并能达到节能减排的效果。

NERG 一经提出,就受到了业界的普遍关注。在技术标准方面,宽带论坛(BBF)于 2012 年 5 月正式设立 PD-295 项目,在 2012 年第 4 季度会上,PD-295 已经转为正式项目 WT-317,并命名为“Network Enhanced Residential Gateway (NERG)”,该项目计划结束时间为 2014 年底。欧洲电信战略规划与研究协会(EURESCOM)也启动了 P2055 项目开展 NERG 研究。同时,欧洲电信标准协会(ETSI)成立了 ISG NFV(network function virtualization),进行网络虚拟化方面的研究,其中也包括家庭网关的虚拟化。2013 年,中国通信标准化协会(CCSA)也立项开始研究 NERG 技术及其标准。总体上看,NLRG 的标准化可以在 2014 年完成。

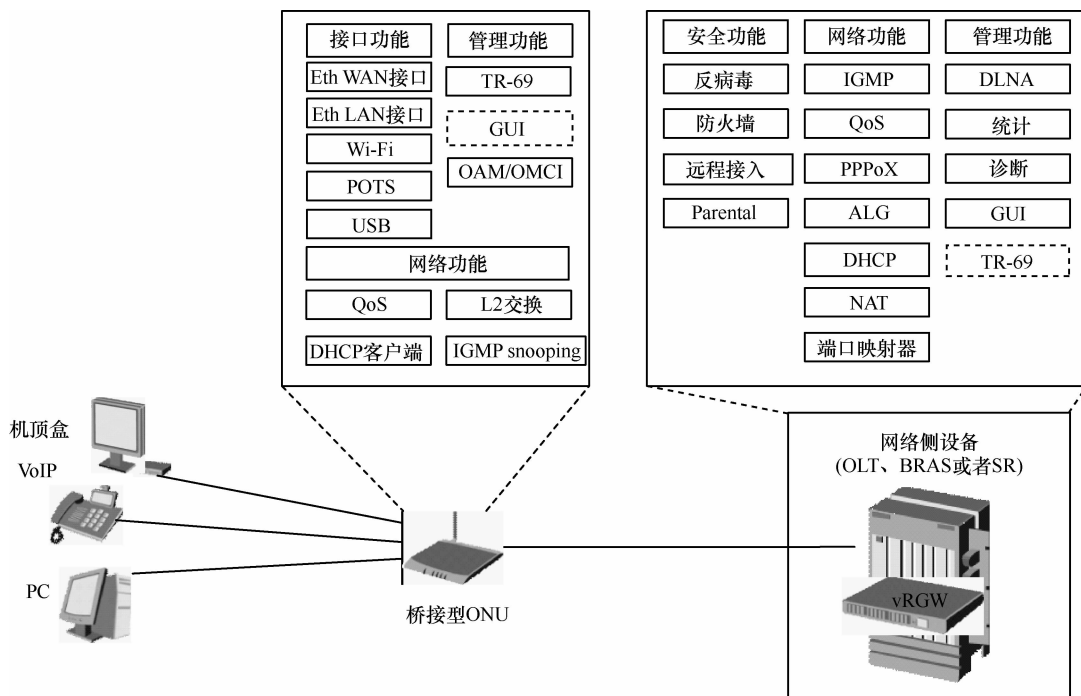


图 1 NERG 的功能划分

3 NERG 的技术实现

在网络侧,vRGW 的实现方式有两种。一种是在 OLT 上实现 vRGW 的功能,又称为分布式 NERG;另一种是由 IP 城域网边缘设备 BRAS 或者 SR 实现 vRGW 功能,又称为集中式 NERG。表 1 对这两种实现方式的部署方式、设备要求、管理模式及功耗等方面进行了比较分析。

可以看出,在 NERG 引入初期,在流量不大的情况下,采用集中式方案相对更有利于部署和管理,也有利于控制成本;然后随着流量的增加逐步过渡到分布式部署。随着 IPv6 全面商用、IPv6 成为主流后,IP 地址将不再是瓶颈,BRAS 的 IP 地址管理功能将弱化,地址池可以下移到 OLT,vRGW 的 PPPoE、DHCP 客户端和 NAT 功能不再需要,BRAS 功能弱化后可以下移到 OLT 的 NERG 中,网络层次进一步简化。

在用户侧,相对于现有的 PON 上行家庭网关而言,采用 NERG 技术后简化型的用户终端基本采用桥接方式,保留了现有家庭网关的各种硬件接口、二层交换功能和必要的业务模块(主要涉及与语音、IPTV 等业务关系密切的 VoIP、多播、业务隔离与 QoS 保障问题),简化取消三层功能(路由、安全及 TR69 管理的范围等),降低了对 CPU 处理能力、存储空间的要求,也降低了软件的复杂度;简化后的家庭网关终端主要采用桥接方式,基本不会存在性能方面的瓶颈,可支持今后较长时期的业务需求而不必升级。

引入 NERG 会对网络设备、接入网架构以及家庭网络产生较大影响,也会导致网络建设模式、运行维护手段与模式、业务与应用发放等各方面的改变。从技术角度看,NERG 还需要解决一系列的关键技术问题。

首先,PON 层面 OLT 与 ONU 之间无法传输模拟语音

信号,因此如果需要承接已有的 POTS 语音设备,则必须由 ONU 实现 VoIP 功能,即保持与现有家庭网关相同的处理方式,由终端设备内置 VoIP。从这个意义来讲,NERG 还无法实现家庭语音功能的上移。考虑到承载效率和业务体验,NERG 系统中的简化终端也需要支持 IGMP snooping 功能。另外,在 PON 层面仍需采用 VLAN 进行业务隔离,简化终端需支持 VLAN 功能,并支持二层优先级 QoS 及简单安全功能。

NLRG 的引入需要 OSS 周边系统做相关改造(如虚拟网关网管系统、业务发放系统、运维系统等)。针对 NLRG 的配置及功能管理(如上网账号、端口配置、功能配置、安全配置等),NLRG 需要与原有 OSS/PON/ITMS 等管理平台或系统进行接口互通且流程需作一定的改变。

根据已有 NERG 思路,家庭内部互联(如打印、文件/视频共享等)均需通过虚拟网关的处理,因此相关流量均需经 OLT/BRAS 上的 vRGW 模块进行转接,这就导致只有网关设备上电且至局侧网络链路正常时才能实现家庭内部联网,当网络侧出现故障时则无法进行家庭内部联网,不符合现有的业务模式和用户使用习惯,影响用户感知,也会带来家庭内部互联的速率受限于简化终端与局侧虚拟网关间的网络速率(尤其是上行速率)的问题,可能对用户感知带来影响。当然,这些问题均有相应的解决方案,但还不成熟且没有实现标准化,所以还需要研究探索。

在 NERG 产品实现方面,目前有部分厂商开发了原型产品,一般是在 OLT 平台上开发相关板卡。相关产品从技术上验证了 NERG 技术可行性。但受到标准化、应用模式与应用策略不明确的影响,相关厂商尚无商用版本 NERG 设备。目前,终端侧目前没有针对 NLRG 优化的专用 SOC 芯片(网络侧可采用通用处理器芯片),终端芯片厂商对 NLRG 态度亦不明朗,相关产业发展还有待观察。

表 1 分布式 NERG 和集中式 NERG 的比较

类型	优势	劣势
分布式 NERG	- 与接入共框,机房要求低; - 网络层次无变化,与运营商现有运维习惯以及组织架构一致性较高; - 插板式解决方案,适合初期验证部署	- 对接入平台的技术演进依赖较高(功能、性能、散热、可持续性、可靠性); - 需要进行运维资源的重新调配,增加 OLT 维护的资源投放和人员培训; - 网管配套和管理复杂; - 用户密度相对较低,功耗相对较大,初期单用户成本相对较高
集中式 NERG	- 容量大,密度高,初期单位成本较低; - 对接入无依赖,可独立演进和发展; - 跨厂商互操作能力强,理论上可适应不同厂商接入网; - 集中式管理,网管配套和管理简化,维护简单; - 有高可靠性方案; - 用户密度相对较高,功耗相对较小	- 需要大 L2 网络(用户数、MAC 地址容量、VLAN 隔离、承载带宽等 L2 网络资源需求剧增); - vRGW 部署在接入网设备的汇聚层时,运营商的运维习惯和组织架构可能需要做相应调整; - 小规模虚拟家庭网关情况下,部署成本升高



4 NERG 的经济性分析

结合国内的运营商的实际情况,根据不同业务流量模型对 NLRG 架构下的 OPEX、CAPEX 进行了分析,并与现有家庭网关模式下的 CAPEX 和 OPEX 进行比较。

就 OPEX 而言,NERG 可以简化新业务部署,而且由于用户终端功能相比原有家庭网关简单,相对故障率较低,有利于减少用户报障,总体上降低维护人员上门修障的次数,从而一定程度降低了运维成本。分析表明,采用 NERG 后预计可降低 OPEX 约 1/3,提高装维效率,虽然没有达到西班牙电信所预期的 80% OPEX 降幅,但也比较明显。

就 CAPEX 而言,考虑到目前家庭网关终端芯片与桥接型 ONU 芯片价格相差不大,采用 NERG 技术的终端侧其成本降低比较有限(5%左右)。但另一方面,由于用户侧设备因简化后使用年限的延长,可以大幅度节约设备更换的成本,因此总体上节约终端侧 CAPEX 约 1/3 左右。同时,尽管网络侧设备需要增加虚拟网关软硬件,但由于三层功能集中化,局端增加的成本将远少于用户端节约的成本。因此,NERG 技术能够明显降低运营商的设备投资。

此外,相比传统的家庭网关部署方式,家庭网关终端功能的上移可以降低一定的总体能耗(约 20%),有利于节能减排。简化型桥接终端的寿命更长,也可以避免终端频繁更换带来的污染和回收问题。

5 NERG 技术发展趋势

目前,国内运营商的光网建设和家庭网关部署迅速,我国的 FTTH 覆盖用户数已经超过 1.5 亿户,建成了全球最大的 FTTH 宽带网。家庭网关部署量也达到数千万台,已经率先形成了比较完善的光网建设维护体系。短期内全面引入 NERG 技术进行接入网的升级改造会带来大量的成本浪费,考虑到 NERG 技术亦不足够成熟,所以短期内并不具备规模部署 NERG 技术的可行性。

但另一方面,国内宽带上网带宽迅速提升(部分省市已经推出 100 Mbit/s 和超 100 Mbit/s 的业务),业务种类越来越丰富,传统的家庭网关终端面临着满足高带宽、高灵活性的业务提供能力要求的压力,传统的运营商承担全部终端成本的模式也给运营商带来了巨大的成本,传统的终端部署模式能否延续成为一个现实的问题。而 NLRG 通过在局端虚拟化,以可接受的成本满足未来宽带业务对灵活性、经济性和运营维护的要求。随着 BBF、ITU-T 等国际标

准化组织对 NERG 技术标准化的推进,相信相关标准将很快完成,并推动产业界 NERG 相关产品的研发和部署,尽快解决 NERG 面临的的关键的技术问题。法国电信、西班牙电信等欧洲主流运营商的积极推动也将加快 NERG 的发展和成熟。我国的宽带接入产业应高度关注 NERG 的进展并参与到 NERG 技术发展和产品开发的进程中。

6 结束语

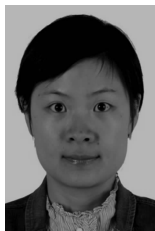
NERG 通过对家庭网关功能虚拟化,实现用户侧终端功能简化,使用寿命延长,并实现局端网关功能虚拟化集中部署,有利于降低 CAPEX 和 OPEX,提高业务发放效率,并实现节能减排,受到了全球主要运营商的高度重视。

引入 NERG 会对网络设备、接入网架构以及家庭网络产生较大影响,相关标准化工作正在快速推进,原型产品也已出现,相关技术和产业正在快速发展过程中,具有比较好的发展前途。

参考文献

- 1 BBF WT-317. Network Enhanced Residential Gateway (NERG), 2013

[作者简介]



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,目前主要研究方向为下一代 PON 技术以及 PON 的网络规划和运维。

李浩琳,男,中国电信股份有限公司上海研究院高级工程师,长期从事宽带接入研究与应用工作,主要研究方向为 DSL 铜缆技术、PON 技术以及 WLAN 等,发表过多篇学术论文和专利。

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。

曹敏,男,中国电信股份有限公司上海研究院高级工程师、基础网络部主任,长期从事宽带技术研究、宽带网络建设与运维工作,先后发表 10 多篇学术论文。

(收稿日期:2014-03-28)