



端到端优化的网络功能 虚拟化部署

基于行业标准信息模型的智能网络功能虚拟化 (NFV) 协调功能助力实现电信级服务级别协议 (SLA)。

要点综述

多年来，网络功能虚拟化 (NFV) 一直受到电信行业的青睐，被电信行业视为最理想的创新途径以提高服务敏捷性，降低成本和提高电信数据中心灵活性。NFV 的前景和优势非常明显，也很好理解。但是，智能、自动化部署虚拟化的网络功能模块 (VNF) 仍然存在较高的复杂性，给电信行业和 VNF 提供商带来了不小的挑战。

Cyan、Brocade、英特尔和 Red Hat 近来与位于西班牙马德里的 Telefónica NFV 参比实验室进行了合作，利用增强型平台感知信息模型和一个标准 NFV 基础架构，展示了一种高效的 NFV 部署场景。这一 NFV 基础架构运行于基于英特尔® 至强™ 处理器的服务器之上。该部署展示了 Brocade* Vyatta* vRouter VNF 如何在部署过程中通过充分利用基础架构中的可用技术，在经过优化的智能部署后将性能相比未经优化的部署提升了 85 倍。

本文主要介绍了电信公司和 VNF 提供商面临的问题，以及经过优化的基于行业标准部署所提供的解决方案。

简介

过去，网络功能通常在专用的硬件设备上提供，包括演进分组核心 (EPC)、3G 无线节点、宽带网络网关 (BNG)、提供商边缘 (PE)、路由器和防火墙等。但是，近来出现的虚拟化的网络功能模块 (VNF) 将采用软件设备取代这一以硬件为主的模式。该软件设备将配置在目前的基于英特尔® 至强™ 处理器的主流服务器上，并将运行在电信级的虚拟化环境中。电信行业了解并认同这种实现网络功能虚拟化 (NFV) 的转变将会是一个重要契机，这将提高他们业务的敏捷性和网络适应能力，同时降低其总体拥有成本 (TCO)。

虽然 NFV 的方式为电信公司和日益壮大的 VNF 设备提供商生态系统提供了新的可能，但是 VNF 组件本身只是解决方案的一部分。部署电信级 VNF 服务涉及到许多新的复杂问题，亟需电信公司和提供商予以解决。



目录

要点综述	1
简介.....	1
电信级部署需求	2
标准化电信 NFV 部署	2
电信级 VNF 部署的实际应用	2
结果.....	5
结论.....	6
合作伙伴引言.....	7
缩略词	8

电信级部署需求

通常每个 VNF 实例化都伴随有相应的服务级别协议 (SLA)。企业需要执行和满足 SLA 要求, 并实现采用服务所需的可扩展性。鉴于这些要求, 企业在处理数据层面的工作负载时, 需要对吞吐率、丢包保证和延迟影响予以重点关注。这些属性会对 VNF 设备的性能产生极大的影响。因此, 网络拓扑控制力、VNF 位置、链路带宽、QoS 保证、以及对底层服务器平台硬件功能的了解对于电信业至关重要。

电信服务提供商和设备开发人员都需要有效的工具和方法来实现实例化, 同时提供足够的平台和网络硬件资源来满足 SLA 要求。这些工具需要考虑到内部的服务器内存拓扑、分配给虚拟机的 CPU 和 I/O 接口、用于提高查找效率的“大页面”中的内存使用率、以及直接分配给虚拟机的接口等特性。只有能够识别这些属性, 才能够确保设备在性能、可扩展性和可预测性方面达到给定 SLA 的要求。¹

标准化电信 NFV 部署

网络虚拟化功能由众多不同厂商构成的生态系统所提供, 并且通过电信运营商异构网络、数据中心拓扑结构和技术来部署这些功能。随着功能的日益多样化, 相关行业正在使用开放的行业标准打造一个通用平台, 以提高环境的可预测性。多年来, 诸如 PCI Express* 和 SATA 等标准很好地推动了电脑和服务器行业生态系统的发展。

在欧洲电信标准协会 (ETSI) 的管理下, 这种方法也开始在电信行业开展, 旨在定义一个网络功能虚拟化基础架构 (NFVI), 以便电信公司能够使用一种能够展示功能和需求的描述语言, 高效地部署 VNF。

ETSI-NFV 参考架构为 VNF 部署定义了一种分层方法 (参见图 1)。

为了确保基于 NFV 的服务部署和运营具有可移植和确定的性能, 基础架构必须向整个交付堆栈展示相关 NFVI 属性。同时, VNF 的信息模型对于推动设置层做出智能最优的部署决策也至关重要。这些信息模型描述了 VNF 和已推出服务的资源要求。NFVI 中的这一增强型平台感知 (EPA) 功能可帮助协调平台将精心设计的 VNF 智能地部署到适当的底层基础架构上, 并帮助确保在端到端的 VNF 服务场景中正确分配资源。

电信级 VNF 部署的实际应用

为了展示上述的概念, 英特尔、Telefónica、Cyan、Brocade 和 Red Hat 共同合作, 使用 TOSCA 描述语言实施了一个完整的 ETSI-NFV 端到端服务部署解决方案堆栈。这一概念验证 (PoC) 由 Telefónica 在其位于西班牙马德里的 NFV 参比实验室中主持开展, 其中使用的组件在表 1 中列出 (同见图 2)。随后, 我们使用这些组件在 VNF 路由服务场景中对解决方案堆栈进行了测试。

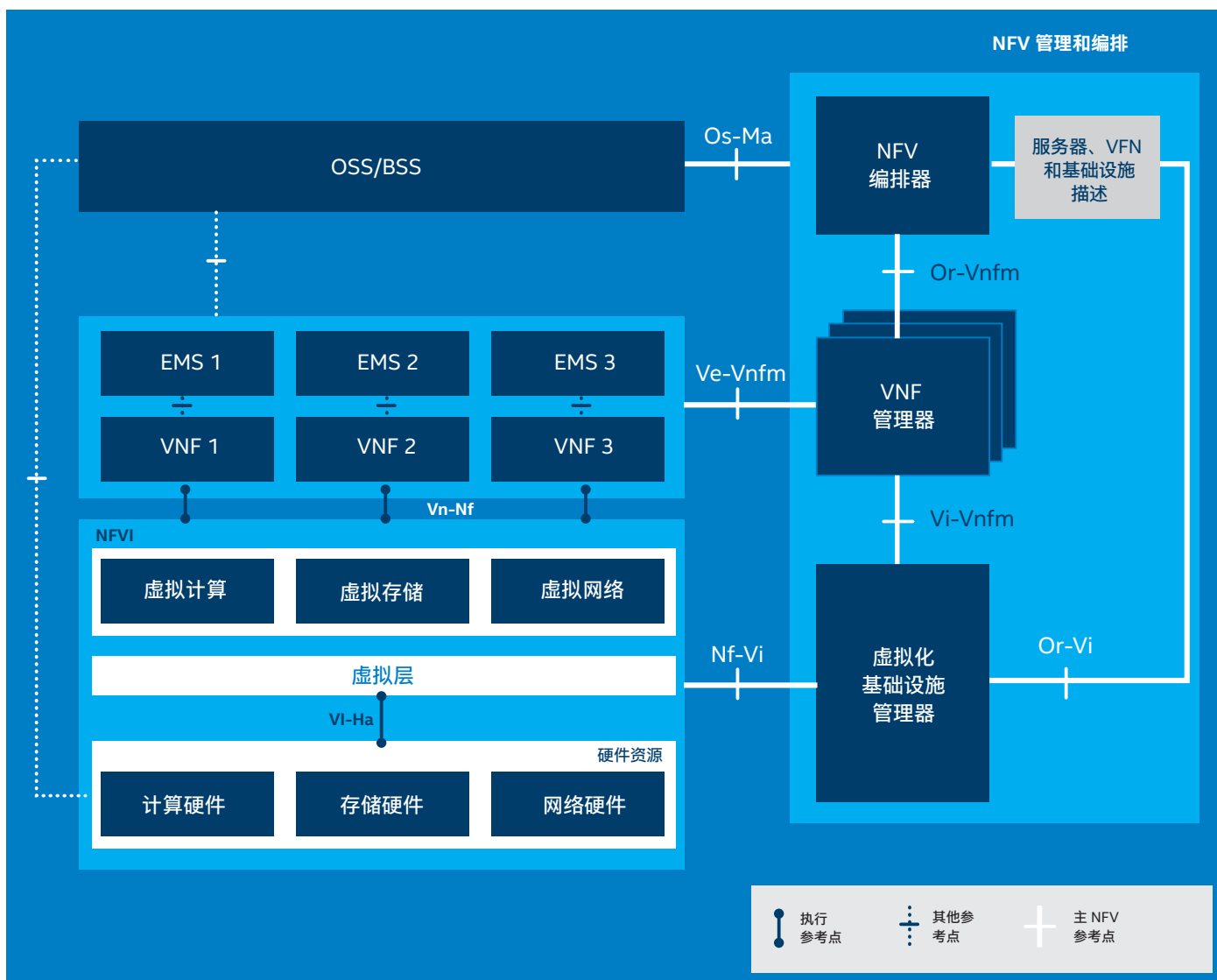


图 1. ETSI 端到端 NFV 架构。

VNF 路由服务概述

VNF 转发图使用 Brocade Vyatta vRouter 作为 VNF 进行路由。我们设计了一个三节点的网络转发拓扑，以期在路由器 A 和 C 的入口与出口间实现 40 Gbps 的吞吐率（图 3）。概念验证 (PoC) 旨在取得以下结果：

- 要实现最佳的 VNF 服务链部署，需要部署一个端到端 NFV 服务交付堆栈，并在每一层构建相关的 NFV 智能，包括信息模型到 VNF、NFV 协调器、VIM 和 NFVI 等。

- 为了有效部署部署，应在 VNF 描述符中包含与性能相关的 NFVI 属性，同时采用出色的 VNF 设计来定义 VNF (Vyatta vRouter) 和服务要求。
- 基于行业标准的开放且可扩展的信息模型 (如 TOSCA) 以及适当的 VNF 格式，对于帮助 VNF 厂商向这一全新端到端架构中交付服务至关重要。
- 高性能、精心设计的服务器和网络组件对于提供电信级 VNF 部署所需的性能必不可少。

优化与未优化

为了比较未经优化的电信部署和基于 NFV 的经过优化的电信部署，我们构建了两个系统环境（见图 4）：

- NFV 就绪的 NFVI 池，采用 Telefónica 开发的支持 NFV 的虚拟化基础设施管理器 (VIM)，以实施必要的 EPA；同时采用了 Cyan NFV 协调器，以支持使用增强型 NFV 信息模型和 TOSCA 描述语言的高级 VNF 部署。

• 未经优化的计算基础设施池, 使用相同的 Telefónica VIM, 连接到同样的 Cyan NFV 协调器上, 但是未采用增强型信息模型作为部署的基础。

我们通过相同的协调器将路由器部署到两个平台上, 二者的环境服务器池一开始均为空值 (即未部署任何 VNF)。两个系统运行后, 我们对其吞吐性能进行了实时测量。经 NFV 优化的部署的全线速吞吐率为 23 Mpps, 而未经优化的部署为 270 Kpps, 前者的吞吐率速度快 85 倍。

我们对两种场景的信息模型进行了比较, 展示了端到端 EPA 在经过优化的 NFV 部署中提供的其他重要属性。

英特尔	Brocade	Cyan	Telefónica	Red Hat
硬件平台: • 基于英特尔® 至强™ 处理器 E5-2680 v2 @ 2.80 GHz 的服务器 ³ • 英特尔® 开放网络平台 (ONP) 组件, 包括 DPDK R.6 ⁴ • 10 Gb 英特尔® 以太网融合网络适配器 X520	虚拟化网络功能: • Brocade* Vyatta* vRouter 5600 3.2 R2 • OpenFlow* 交换机 (Brocade* NetIron* MLXe)	编排: • NFV-Blue Planet* Orchestrator 15.02 版	网络和管理: • 基于数据平面开发套件 (DPDK) R1.6 的流量生成器	运行环境: • RHEL 7.0* (包括补丁) 和 QEMU- KVM 2.0.0 版 (包括补丁)

表 1. 解决方案堆栈组件。²

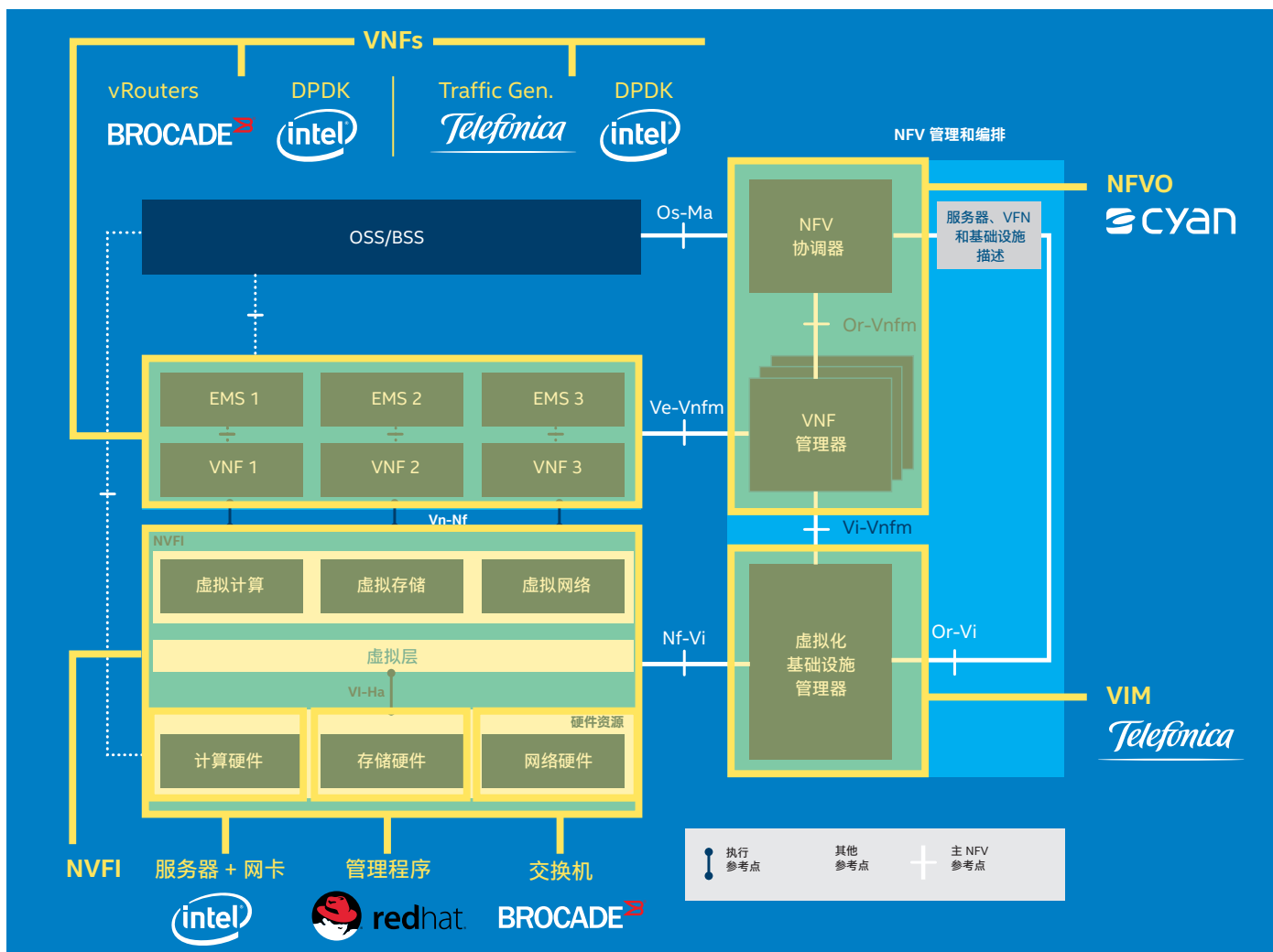


图 2. 合作伙伴和系统组件贡献。

结果

未优化的部署

Brocade vRouter 通过普通 NFVI 堆栈进行部署。它的吞吐率仅为 270 Kpps, 而经优化的部署为 23 Mpps (40 Gbps @ 192 字节数据包大小)。参见图 5。

优化的 NFV 部署

优化的 NFV 部署使用 TOSCA 和精心设计的 VNF 模型。模型中的信息可帮助 Planet Blue 协调器在 Telefónica VIM 中智能部署 vRouter 配置。其结果为 23 Mpps (40 Gbps @ 192 字节) 的全线速

性能, 如图 5 所示。更大的数据包具有相似的线速性能, 如图 6 所示。性能的显著提升主要出于以下原因:

- 支持 PCIe* 直通: 网卡可以绕过 vSwitch 直接与 vRouter 相连。到 VNF 的非 PCIe 直通方式会限制吞吐率, 并产生可接受的丢包率, 而 PCIe 直通模式可实现无障碍通信。
- NUMA 亲和性: vCPU 使用适当的 CPU 插座智能分配, 包含本地内存, 能够加速 vRouter 的 CPU 性能。如果没有 NUMA 亲和性, CPU 则可能来自任何

插座, 可能没有直接与网卡相连, 也会使用非本地内存总线。

- CPU pinning: 分配到 vRouter 的 vCPU 专门用于 VNF, 可确保 VNF 有专有处理器资源。如果没有 pinning, CPU 可能会被共享或动态调度, 从而影响确定性, 进而对性能造成限制。
- 1G 大页面设置。大页面可显著提升 DPDK 的可实现性能。此外, 它还可利用服务器 IOTBL 和 VTd 架构方面的最新技术, 尤其是对于小数据包。

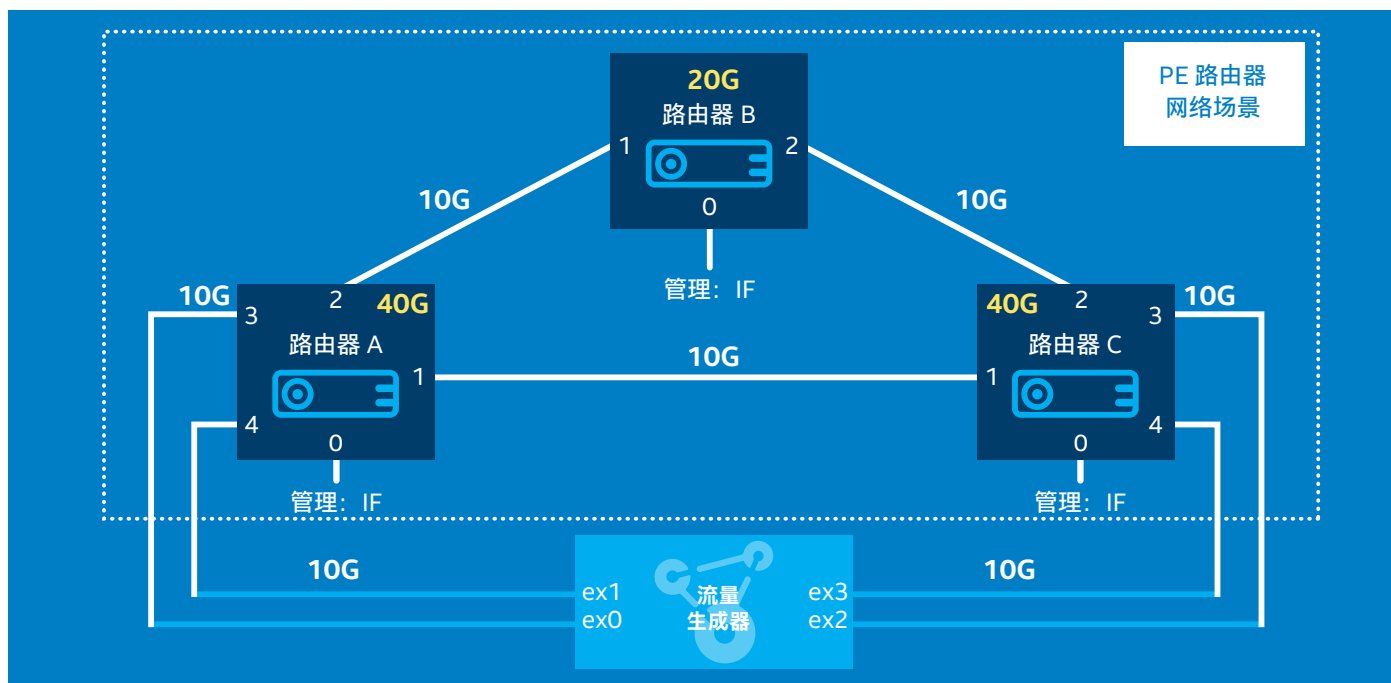


图 3. PE VNF 路由服务链。

结论

在采用 TOSCA 和增强信息模型的 ETSI-NFV 基础设施上, 实施基于智能的增强型平台感知功能的 NFV 部署可显著提升 VNF 的性能, 满足基于 NFV 的电信数据中心的需求。在概念验证 (PoC) 中, 利用增强型模型, Brocade vRouter 通过在部署过程中实施 PCIe 直通、NUMA 亲和性、CPU pinning 和大页面, 成功实现了预定性能。总体而言, 概念验证 (PoC) 强调了以下几个方面:

- 端到端 NFV 部署可显著提升性能, 以满足电信级服务性能的需求。
- 精心设计的 VNF 和针对设备设计的 EPA 属性可帮助在堆栈中展示设备与服务要求。VNF 开发人员必须将这些属性设计到 VNF 模型中。
- 标准和开放的信息模型能够推动建立开放的 VNF 生态系统, 并推动实现从基于硬件的设备向基于软件的 NFV 进行转变。
- NFV 服务信息模型的标准化以及开源组件 (如 DPDK、Open Stack 和优化的 KVM) 的推出, 将能够帮助全面实现 NFV 解决方案的潜力, 充分利用一流的云开源技术和经过优化的高性能服务器的性能。英特尔、Red Hat、Cyan 和 Telefónica 将继续展开合作, 支持 VIM (如 OpenStack) 和这些关键 NFV EPA 增强。⁵

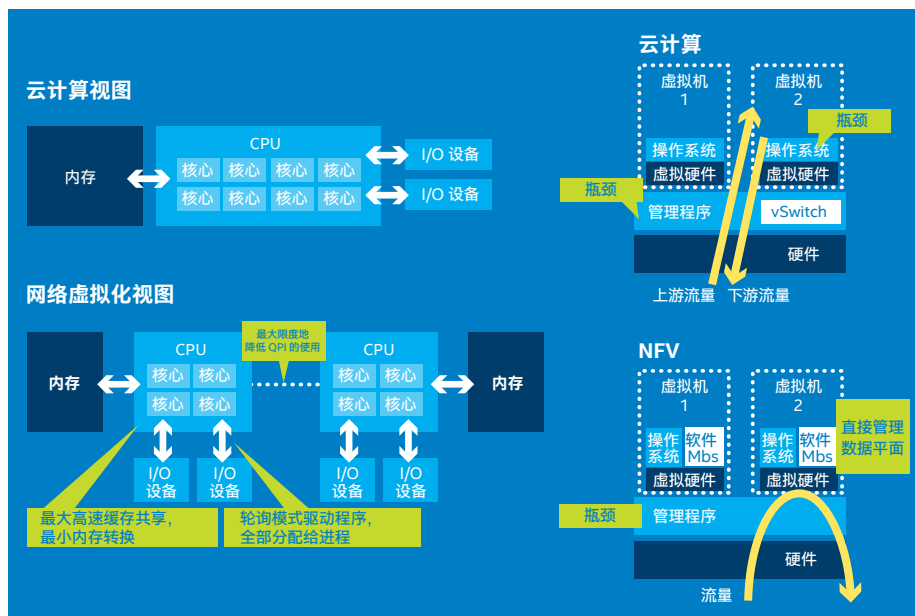


图 4. 云与 NFV

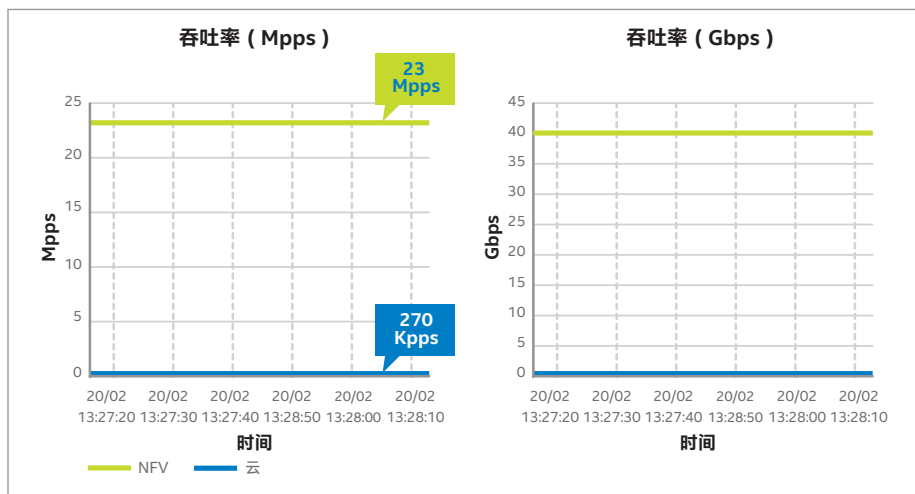


图 5. 帧尺寸为 192 字节时的性能比较。

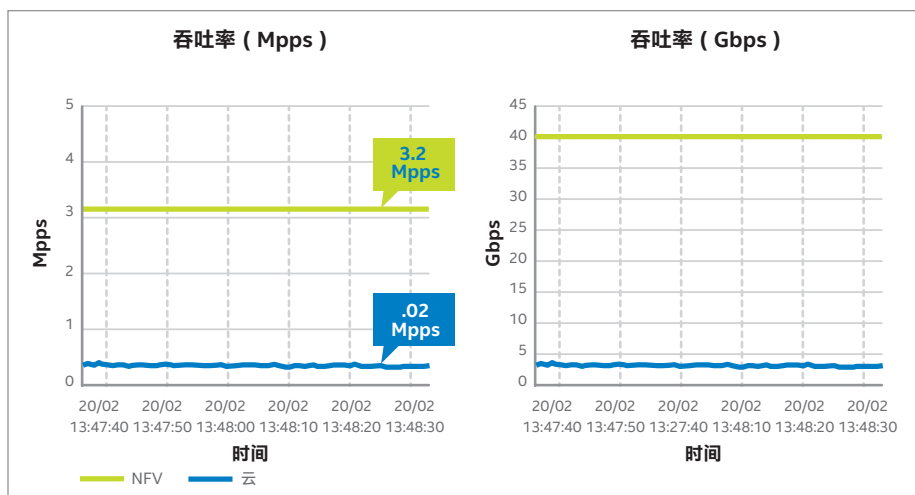


图 6. 帧尺寸为 1,518 字节时的性能比较。

合作伙伴引言

Brocade

“Brocade 对于智能编排领域的进步感到非常振奋，并希望在开放方面继续加大合作，同时采用主要的 NFV 标准。英特尔网络构建计划，凭借其杰出的灵活性和开放性吸引了众多致力于推动通信行业向新 IP 愿景转变的优秀合作伙伴。在 Telefónica、英特尔和 Cyan 等合作伙伴的共同努力下，Brocade 的 VNF 平台 Vyatta 5600 vRouter 的主要架构优势及其内在的开放信息数据模型得到了全面优化，能够以出色的性能推动向智能架构进行迁移。同时这也体现出 NFV 编排器的价值，及其对于实现有效且最优的网络部署的重要性。Telefónica 非常荣幸能够担负主要责任，全面展现出 NFV 的卓越性能。”

— 工程副总裁 **Robert Bays**, Brocade Software Networking

Cyan

“Cyan 总裁 Mike Hatfield 表示：“我们在世界移动通信大会上展示的与 Telefónica 合作的智能 NFV 编排和配置 PoC，就是协同合作能推动实际 NFV 用例发展的最佳写照。这一多厂商平台是一个独一无二的框架，能够很好地展示 Brocade VNF 和 Telefónica VIM 如何向 Cyan 增强的基础架构感知型 NFV 协调器展示性能要求和特点。该协调器可在英特尔服务器上智能部署 VNF，以满足 VNF 的特定性能需求，并高效利用计算资源提供端到端服务。这是该行业在大规模部署 NFV 增强型服务时必须解决的问题。”

— **Mike Hatfield**, Cyan 总裁

英特尔

“英特尔相信 SDN-NDV 将成为行业转折点，并致力于通过开放架构创新推动网络架构变革，同时采用开放标准来建立开放的生态系统。英特尔一直致力于交付出色的 NFV，并积极制定相关的标准和开源计划将其变为现实。英特尔将通过开放网络平台计划确保其全部产品和服务为开源⁶，并将与 Cyan、Brocade 和 Telefónica 等 Netbuilders SDN-NFV 生态系统社区⁷ 合作伙伴展开密切合作，将其变为现实。”

— **Rene Torres**, 英特尔 SDN-NFV 营销总监

Red Hat

“Red Hat OpenStack 总经理 Radhesh Balakrishnan 表示：“为开放 NFV 基础架构构建基础需要 Linux、KVM 和 OpenStack 等所有开源领域的专业知识，而 Red Hat 正是该领域的主要贡献者。通过在 NFV 参考实验室的合作，我们不仅为上游 OpenStack 社区贡献了大量的特性和专业知识，以及我们的电信级 Red Hat Enterprise Linux OpenStack 平台上，而且还支持 CSP 通过 NFV 成功部署了其现代化计划。”

— **Radhesh Balakrishnan**, Red Hat OpenStack 总经理

Telefónica

“Telefónica 在虚拟化网络方面的愿景是构建一个从客户端到内部网络基础架构的端到端虚拟化方法，从而提升容量和灵活性，实现更低的总体拥有成本 (TCO)。Telefónica NFV 参考实验室 (NFV Reference Lab) 旨在帮助合作伙伴生态系统和网络设备厂商利用高级 NFV 协调框架和相应功能合理分配池中的资源，测试和开发虚拟化网络功能。NFV 参考实验室通过发布开源代码推动了该基础架构的采用，鼓励软件开发人员通过一个精心设计的分层架构来开发新的 NFV 功能。它的目的是提高互操作性，并提供一个更加开放的生态系统，以便电信运营商更加轻松地采用和扩展其网络。”

— **Enrique Algaba**, Telefónica I+D-Global 首席技术官兼网络创新和虚拟化总监

缩略词

BNG	宽带网络网关	NFV	网络功能虚拟化
BSS	业务支持系统	NFVI	网络功能虚拟化基础架构
CMS	云管理系统	NFV – O	网络功能虚拟化协调器
CPU	中央处理单元	NUMA	非一致性内存访问
vCPU	虚拟中央处理单元	OSS	运营支持系统
DPDK	数据平面开发套件	PE	提供商边缘路由器
EPC	演进分组核心	PCIe	可扩展周边设备接口总线
EMS	网元管理系统	QoS	服务质量
EPA	增强的平台感知能力	SLA	服务级别协议
GCTO	全球首席技术官	TCO	总体拥有成本
IOTLB	I/O 转换后备 缓冲区 — 虚拟化技术	VIM	虚拟基础架构管理器
NiC	网卡	VNF	虚拟网络功能
		VT-d	支持直接 I/O 访问的英特尔® 虚拟化技术

1. ETSI GS NFV-PER 001 V1.1.2 - “网络功能虚拟化 (NFV) ; NFV 性能和可移植性最佳实践” http://docbox.etsi.org/ISG/NFV/Open/Published/gs_NFV-PER001v010102p%20-%20Perf_and_Portab_Best_Practices.pdf
2. 在性能检测过程中涉及的软件及其性能只有在英特尔微处理器的架构下才能得到优化。诸如 SYSmark 和 MobileMark 等测试均系基于特定计算机系统、硬件、软件、操作系统及功能，上述任何要素的变动都有可能致测试结果的变化。请参考其它信息及性能测试 (包括结合其它产品使用时的运行性能) 以对目标产品进行全面评估。
3. 更多信息敬请登录 <http://www.intel.com/performance>
4. <http://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/white-papers/open-network-platform-server-paper.pdf>
5. https://software.intel.com/sites/default/files/managed/72/a6/OpenStack_EPA.pdf
6. http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/NFV/001_099/002/01.02.01_60/gs_NFV002v010201p.pdf
7. https://networkbuilders.intel.com/docs/Intel_Network_Builders_Directory_Sept2014.pdf

本文件中包含关于英特尔产品的信息。本文件不构成对任何知识产权的授权，包括明示的、暗示的，也无无论是基于禁止反言的原则或其他。除英特尔产品销售的条款和条件规定的责任外，英特尔不承担任何其他责任。英特尔在此作出免责声明：本文件不构成英特尔关于其产品的使用和/或销售的任何明示或暗示的保证，包括不就其产品的 (i) 对某一特定用途的适用性、(ii) 适销性以及 (iii) 对任何专利、版权或其他知识产权的侵害的承担任何责任或作出任何担保。

“关键业务应用”是指当英特尔产品发生故障时，可能会直接或间接地造成人员伤亡或死亡的应用。如果您针对此类关键业务应用购买或使用英特尔产品，您应当对英特尔进行赔偿，保证因使用此类关键业务应用而造成的产品责任、人员伤亡或死亡索赔中直接或间接发生的所有索赔成本、损坏、费用以及合理的律师费不会对英特尔及其子公司、分包商和分支机构，以及相关的董事、管理人员和员工造成损害，无论英特尔及其分包商在英特尔产品或其任何部件的设计、制造或警示环节是否出现疏忽大意的情况。

英特尔有权随时更改产品的规格和描述而无需发出通知。设计者不应信赖任何英特尔产品所不具有的特性，设计者亦不应信赖任何标有“保留权利”或“未定义”说明或特性描述。对此，英特尔保留将来对其进行定义的权利，同时，英特尔不应为其日后更改该等说明或特性描述而产生的冲突和不相容承担任何责任。此处提供的信息可随时改变而无需通知。请勿根据本文件提供的信息完成一项产品设计。

本文件所描述的产品可能包含使其与宣称的规格不符的设计缺陷或失误。英特尔提供最新的勘误表备索。

在发出订单之前，请联系当地的英特尔营业部或分销商以获取最新的产品规格。

索取本文件中或英特尔的其他材料中提到的、包含订单号的文件的复印件，可拨打 1-800-548-4725，或登陆：<http://www.intel.com/design/literature.htm>

英特尔公司 © 2015 年版权所有。所有权保留。英特尔、Intel 标识、至强和 Xeon 是英特尔在美国和/或其他国家的商标。

* 其他的名称和品牌可能是其他所有者的资产。

0615/EC/HBD/PDF

332099-003CN

