

# 白皮书

Cloud Native  
NFV  
容器  
微服务



# 探索运营商网络“Cloud Native” 转型之路

基于容器技术支持 NFV 应用微服务化的可行性验证

## 案例简介

以容器技术和微服务为基础的 Cloud Native 架构，与旨在实现网络功能及服务便捷部署、编排的 NFV（网络功能虚拟化）技术，分别是近年来云计算和通信领域备受关注的技术“新星”。随着电信运营商网络转型的加速，两者也开始呈现交汇和融合之势。其背后的驱动力，则是运营商在网络云化进程中对更先进、易用和灵活的云计算技术的需求，他们希望利用这样的技术来支撑通信网络云化，与 NFV 等技术结合，来实现更快的业务上线速度，细致的故障探测和隔离，自动恢复，以及更为灵活的应用开发、升级、部署和维护等优势。

为帮助运营商探索其通信网络 Cloud Native 转型之路，初步探明相关技术方案的可行性和适用性。英特尔公司近期推进了基于容器技术支持 NFV 应用微服务化的研究项目，并在中国移动通信研究院进行了测试。作为中国通信行业发展演进过程中的忠实合作伙伴、本地运营商网络转型的积极推动者和核心技术提供者，英特尔不仅为该项目提供了支撑和运行微服务化 NFV 应用的容器方案，还支持通信行业的战略合作伙伴中兴通讯股份有限公司（下文简称“中兴通讯”）开发了 Cloud Native 的 vEPC 应用，用于该方案的测试验证。截至目前，这个横跨多方的协作创新项目已初有斩获——有多项关键技术挑战或难点被精准定位，与之相对应的解决方案也已完成了初步构建，正被分享至开源社区，将借助社区的力量走向完善，并为更多拥有类似需求，也面临相似问题的业界人士提供参考。

## 目录

案例简介	1
探索目标	2
定位挑战	2
解决方案	2
阶段性成果	5
未来展望	5

## 探索目标

Cloud Native 架构被运营商关注，离不开它在云计算领域内越来越强的影响力。作为其核心架构思路的微服务，具备粒度更小、更为独立和自治的特点，能够在应用与底层平台间实现更为彻底的解耦，且在出现故障时对应用和整个平台的影响更小；作为其载体的容器技术，得益于轻量化的特点，是目前最适合于微服务的承载者，也能提供比传统虚拟化技术更灵活、更易于部署和管理的优势。

将微服务与容器技术合为一体，同时还融入 DevOps 和持续交付等先进应用思想的 Cloud Native，就意味着应用的“高聚合、低耦合”，也意味着一种全新的，“为云而生”的产品开发和运营的架构或模式。它可被部署于容器和虚拟机的混合环境中，无须中断业务即可加速应用研发和运营的迭代。对于正致力通过网络转型打造一张资源更易管理和调度、兼容性更强、架构上也更具弹性的网络，并希望在其上实现更高效的应用开发、部署和运营的运营商而言，其吸引力自不待言。

本次研究的目标，如图 1 所示，就是为了验证 Cloud Native 是否具备支持运营商网络转型的潜能，包括：考察能否用它承载 NFV 应用，摸索实现 NFV 应用的微服务化过程中都会遇到哪些技术层面的挑战和难题，以及如何克服这些挑战，才能充分利用到其上述优势，来实现：

1. 相比传统虚拟化技术更高的资源虚拟化和复用率——借助容器技术在相同的硬件资源下达到更高的可部署数量；
2. 通过微服务架构达成应用程序和底层硬件间更充分的解耦，来促进上层网元服务的重构；
3. 利用容器初始化比虚拟机初始化更为迅速的特点，来显著缩短服务上线的时间，并提高应用的维护和部署效率。

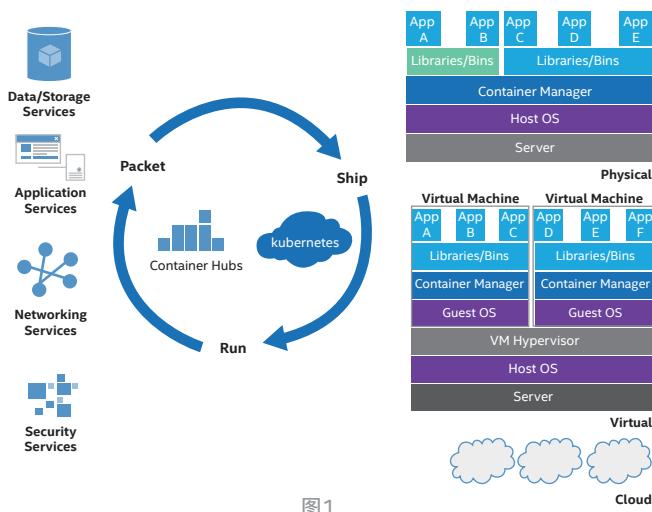


图 1

## 定位挑战

在目前阶段，这一旨在探索 Cloud Native 助力通信网络转型可行性的项目，更多聚焦在概念验证（Proof of Concept），集中在发现和定位挑战，以及提供解决方案以验证其可行性的目标上。其实对信息技术和通信技术产业界来说，不论是运营商，还是技术提供商在这一全新课题上的研究，基本还都处于探索阶段，因此能够精确定位其技术挑战和难点所在，并围绕它们提供解决方案和优化建议，对整个运营商领域的网络转型大计和初衷都将有非常重要的参考和指导意义。

围绕这一阶段的目标，英特尔与中国移动通信研究院，以及中兴通讯基于运营商通信网络高吞吐量、低时延、承载业务广泛等特点，精确定位了通过容器技术支撑微服务化 NFV 应用时必将面对，也必须要解决的四项挑战，它们包括：

### 容器网络性能不足：

默认设置状态下的容器网络采用 veth，其性能比较低，无法满足未来通信网络对性能的需求。

### 需要为共存的多个网络平面提供多接口支持：

基于此前利用虚拟化技术支持 NFV 应用的经验，运行在容器上的 VNF 的管理面、控制面及数据面也需要在不同的独立子网上运行，因此也需要为其提供多接口的支持。

### 容器编排器不支持 EPA：

现有的容器编排器不支持增强型平台感知（Enhanced Platform Awareness, EPA）的功能，在集群中无法获知及利用到其他节点所具备的硬件加速功能。

### 开发基于微服务架构的 VNF 并为其提供加速：

运行在容器上的网络功能或服务需采用微服务架构进行重构，才能利用容器技术在管理、部署和交付上灵活和便捷的优势，同时，重构的网络功能或服务也需要加速，以进一步优化性能表现。

## 解决方案

针对上述技术挑战，三方携手共同推进了相关解决方案和优化方法的初步开发工作，这些工作涉及到以下四个方向：

### 1. 借助数据平面开发套件（DPDK）加速容器网络连接

容器默认只支持 Linux 内核的 veth 作为网络设备，数据转发效率低。所以，如何使用数据平面开发套件（DPDK）来加速容器网络就成为了本次研究项目重点攻关方向之一。

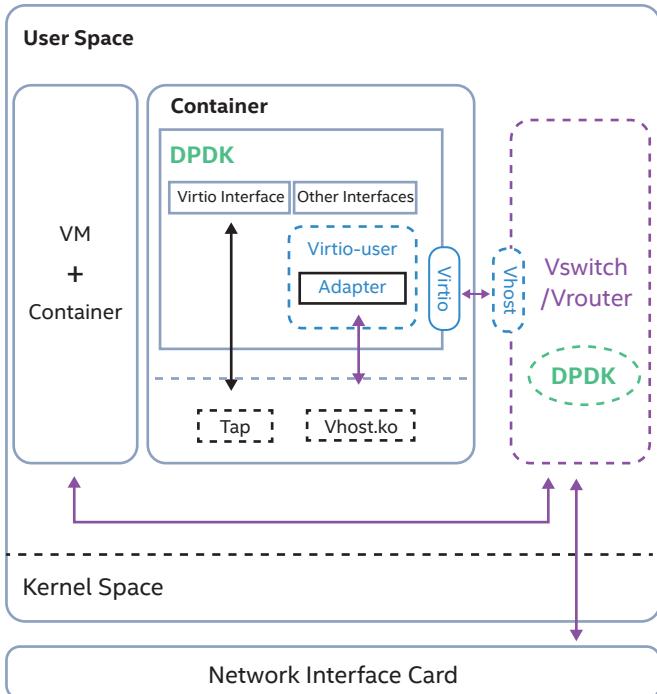


图2

英特尔利用聚合模型，提出了采用 Virtio-user 的方式来加速容器网络连接的解决方案，可实现容器对 Virtio DPDK 的驱动支持。Virtio-user 本身是一个虚拟设备，无需修改 Vhost-user 后台，就能够提供高性能的用户空间容器网络连接或进程间通信。使用 Virtio-user 加速容器网络连接的示意图如图 2 所示。图 3 展示了 Native 网络性能与 DPDK 提供的 Virtio 和 SR-IOV 性能加速的对比<sup>1</sup>。

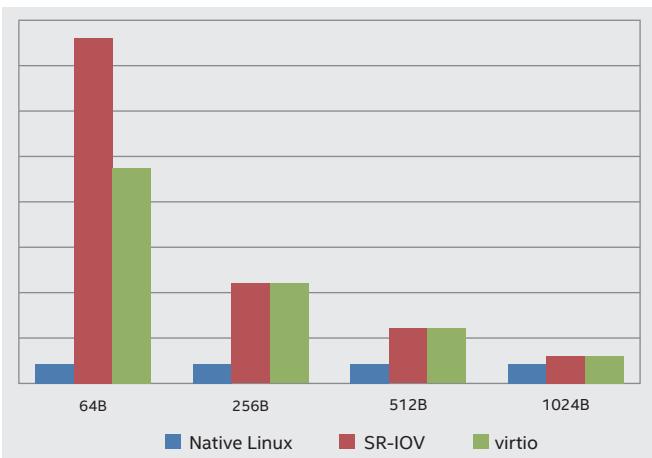


图3

## 2、基于 Multus 技术加速容器平台层

电信网元的运行依赖于多个独立的网络平面，如管理、控制、数据平面等，每个网络平面处于一个独立的子网上，即一个 VNF 上需提供多个网络接口。但是 Kubernetes 的 pod 只能提供一个网络接口，无法满足电信网元对于多网络平面的要求。

英特尔为 Kubernetes 的 CNI 网络接口开发的 Multus 插件，可以在一个 pod 中提供多个网络接口。Multus 具有管理不同 IP 地址和网络的功能，负责容器运行时和其他插件的联系，通过调用 flannel 或 calico 等其他插件来完成实际的网络配置任务。Multus 重用了在 flannel 中调用代理的概念，将多个接口组合到代理中，并根据容器网络接口配置中的 JSON 模式，来按照先后顺序彼此调用。

英特尔基于 Multus 为容器平台提供的多接口支持如图 4 所示。

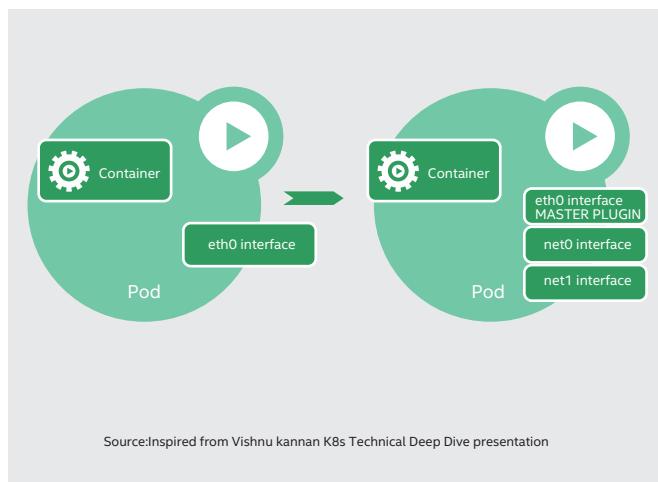


图4

## 3、基于英特尔® 架构的节点特征感知

实现容器与硬件平台的属性或特性之间的合理匹配，是提升整个部署的网络性能的关键。目前的容器编排器不支持增强型平台感知（Enhanced Platform Awareness, EPA）功能，在集群中无法获知其它节点所具备的硬件功能，无法从编排上为容器化 VNF 提供硬件加速功能。

如图 5 所示，针对这一难题，英特尔在 Kubernetes 中通过节点功能发现（Node Feature Discovery, NFD）软件提供了相对应的解决方案。

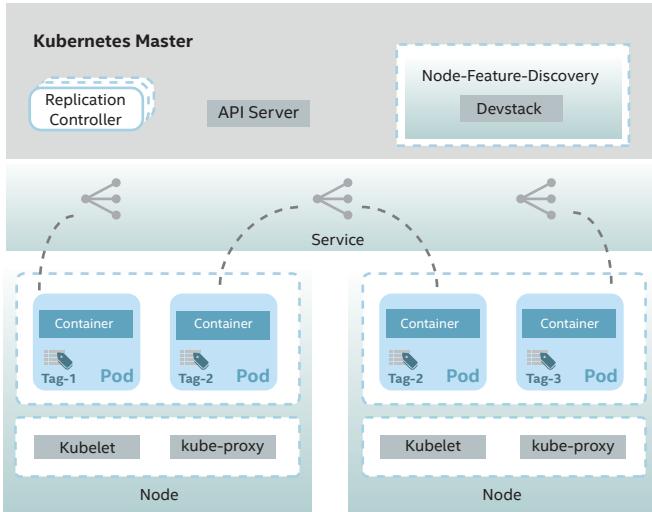


图5

如图 6 所示，该软件能检测一个 Kubernetes 集群中每一个节点的硬件功能，并使用节点标签将这些功能公布出去。

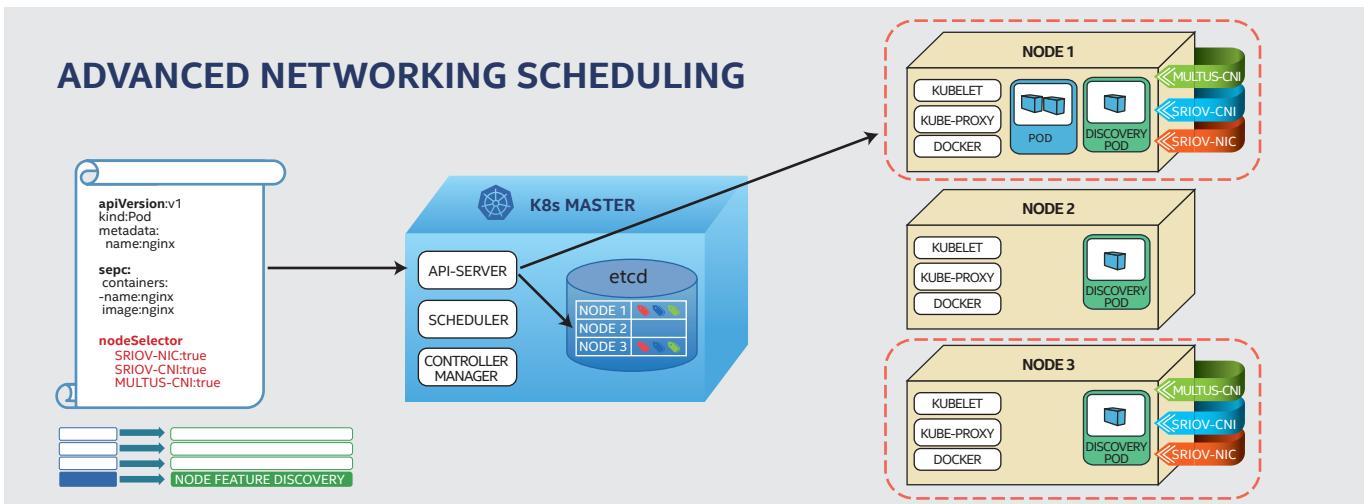


图6

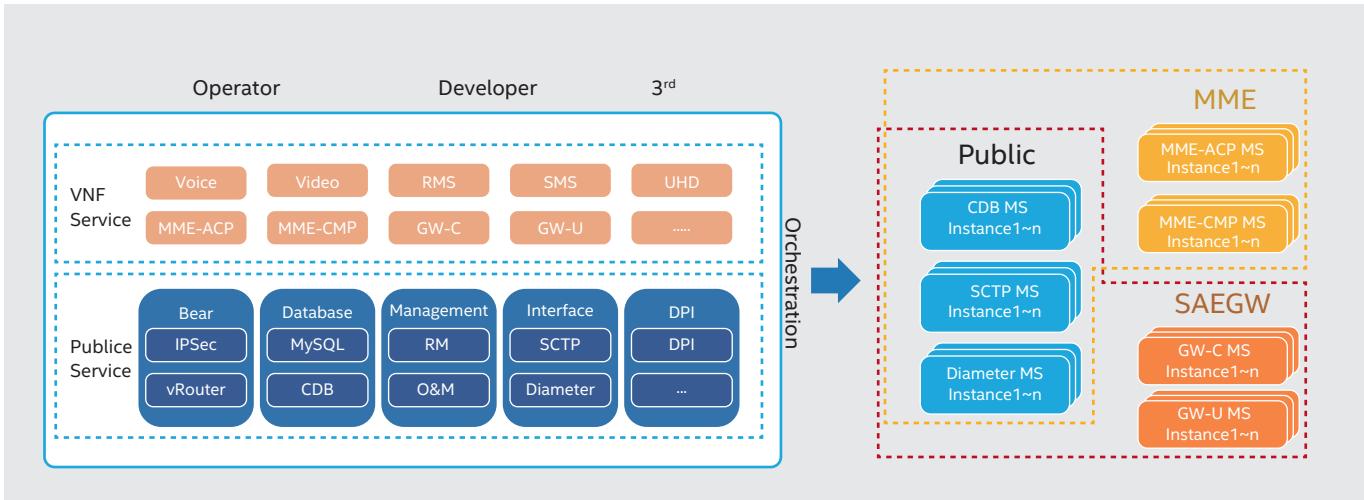


图7

#### 4、基于微服务架构的中兴通讯 vEPC

传统的、非软件定义的网络功能或服务多都采用自有、封闭的架构，通过硬件和软件紧密耦合的网络设备来实现，其功能扩展性较差，以致运营商的新业务开发和部署周期较长，运营成本也较高。针对本次项目对容器技术 + 微服务架构网络功能进行探索及验证的需求，英特尔支持中兴通讯开发了基于微服务架构的 Cloud Native vEPC 应用方案，如图 7 所示，该方案采用微服务作为基本粒度来构建整个应用，基于“高内聚，低耦合”的思路进行设计，各个微服务之间通过 API 或者统一的消息总线进行通信。微服务组件采用无状态设计，用户的接入和会话信息统一存放在数据共享层，分布在不同位置的各个微服务实例都可以通过该数据共享层获取用户的最新状态。得益于 Cloud Native 的设计，某个微服务实例的异常，不会影响应用的对外呈现，从而规避了对用户体验的影响，保障了系统的高可靠性。

为了进一步增强该 vEPC 方案的性能表现，英特尔还提供了基于 SR-IOV 的加速支持。在不支持 SR-IOV 的 PCI 设备中，数据包需要通过虚拟管理程序和虚拟交换层（VMM）来到达客户机接口，使得数据吞吐量存在瓶颈效应，无法达到网卡的有效带宽。SR-IOV 则引入了物理功能（PF，是全功能 PCIe 功能）和虚拟功能（VF，是缺少配置资源的轻量级功能）来实现 Pass through 功能。在 PCI 配置空间中，这些 VF/PF 都具有自己的基本地址寄存器（BAR）的配置空间。如图 8 所示，它们配合英特尔® VT-x 和英特尔® VT-d 技术提供的内存转换方案带来的硬件辅助功能（允许 DMA 操作），能消除虚拟机管理程序和虚拟交换层的开销，进而加速数据处理速率并提高吞吐性能。

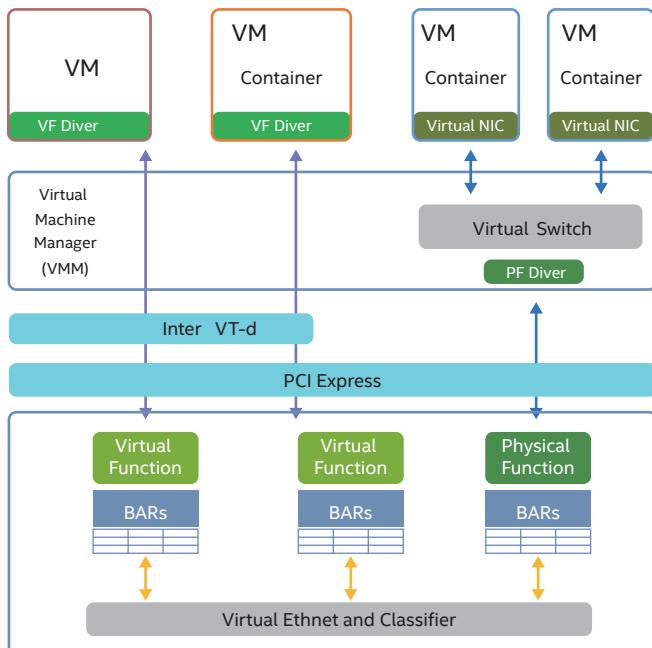


图8

## 阶段性成果

历经了对概念验证阶段四项主要技术挑战的发现，以及对相应四个解决方案的开发和验证，英特尔在中国移动通信研究院支持下推进的容器技术 + 微服务化 NFV 应用的研究项目，已取得了一些重要的阶段性成果，主要包括：

- 验证了基于容器技术的 NFV 平台的可行性及应用潜能

验证了容器化的 NFV 应用可在开放的平台上运行，同时见证了利用容器技术支持 NFV 应用微服务化的可行性和应用潜能，包括：解决了此前容器技术网络性能差，网络平面单一的问题，使之更符合网元对网络资源的需求；充分发挥了 Cloud Native 的优势，使通信网络内的功能具备了 IT 应用的特质，并兼顾了 CT 应用高性能、高可靠的特性。

### • 精准定位技术挑战，将解决方案开源，与行业共同进步

该项目通过多方协作，对利用容器技术支持 NFV 微服务化过程中的数项关键技术挑战或难点实现了精准定位。针对这些难题的分析，以及初步的解决方案和优化方法的开发，也有助于为通信行业内的其他用户提供参考或借鉴，让他们在遇到类似问题时能迅速找到适用的方案。为进一步强化这种行业支持和共赢效应，三方正致力于将相关的解决方案成果反馈给 OPNFV 开源社区。

## 未来展望

英特尔与业界同仁对 Cloud Native 与 NFV 技术融合的携手探索，有望为运营商的网络转型，为通信行业内 CT 与 IT 的融合，特别是通信网络云化探明一条全新的实现路径，从而为其增添更为多样和灵活的选择。集容器技术和微服务优势于一身的 Cloud Native 概念，也将经此充分展现其在网络转型中的一系列应用价值，特别是它对网络架构中网元微服务化改造的支持，可让运营商用户大大加速对原有软件架构的优化，这对 NFV 业务的可扩展性、可用性及其开发、部署和运营的效率来说，都大有裨益。

立足于当下移动通信数据应用大爆发，运营商网络连接和服务范围即将从手机和平板等个人信息终端，进一步拓展到汽车、VR/AR 和物联网设备等全新领域的形势，电信运营商将持续加大在新技术研发和应用上的投入。Cloud Native 概念为网络的架构优化、应用和服务的开发及迭代、基础设施的虚拟化等多方面提供的潜在发展和创新空间，势必将吸引更多的目光和投入。英特尔与运营商用户和通信产业合作伙伴也将围绕 Cloud Native，针对容器技术、微服务架构与 NFV 应用的进一步融合开展更为深入的研究和探索，并将同时向开源社区持续贡献研究成果，以推动相关解决方案的发展和完善，打造更为完整的应用生态。

<sup>1</sup> 数据来源：<https://dpdksummit.com/Archive/pdf/2016USA/Day02-Session02-Steve%20Liang-DPDKUSASummit2016.pdf>

找到适合于您公司的解决方案。请与您的英特尔代表联系，或访问英特尔[intel.cn](http://intel.cn)。

本文中提供的所有信息可在不通知的情况下随时发生变更。请联系您的英特尔代表，获得最新的预测、计划、规格和路线图。

英特尔技术特性和优势取决于系统配置，并可能需要支持的硬件、软件或服务得以激活。产品性能会基于系统配置有所变化。没有计算机系统是绝对安全的。请与您的设备制造商或零售商核对信息，更多信息，请联系[www.intel.cn](http://www.intel.cn)。

© 2017 英特尔公司版权所有。所有权保留。英特尔、英特尔标识是英特尔公司在美国和其他国家的商标。

