

BNG向5G演进

通过控制和用户平面分离以及固移融合宽带实现

有线，固定和无线宽带网络的不断发展，在5G中实现了融合。

5G引入高度可编程和可扩展的云原生架构，以实现用户平面功能从控制平面的分离和解耦。

本文讨论诺基亚宽带BNG平台中的控制和用户平面分离（CUPS）如何提高操作效率和支持集成的有线，固定和无线宽带业务，并演进到4G和5G的融合业务架构。

内容

BNG转控分离	3
BNG的控制和用户平面分离	4
用于有线带宽演进	5
4G集成固定无线宽带	7
向多接入边缘和5G融合核心演进	8
结论	9
参考与资源	9
缩略语	10

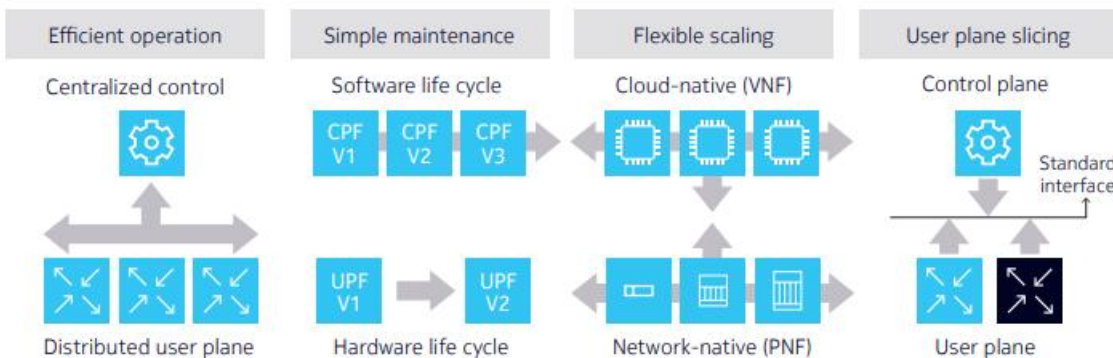
宽带网络网关（BNG）是提供宽带服务，对用户和用户设备进行管理并控制网络访问策略的必不可少的组成部分。在BNG多年的发展演进中，它从支持拨号互联网接入发展到提供支持更多种类的有线和固定无线接入的高度灵活的系统，提供零售和批发型宽带服务。

传统上，BNG是一个部署在接近互联网对等节点集中位置上的单一设备，集成了用户面和控制面的功能。

在有较高的用户密度的地方、有分布式Peering连接、有本地IPTV/Video内容的大型网络中，BNG也可以采用分布式部署方式，部署在靠近用户的地方，在这些场景下，分布式BNG部署可以提供更优的价格和服务体验。在这种部署种，当BNG数量增加时，对用户的管理控制点也激增，提高了操作的复杂性。

控制和用户平面分离（CUPS）通过分离BNG的用户管理控制平面和用户转发平面来解决此问题。这简化了操作并也提供了控制平面功能（CPFs）和用户平面功能（UPFs）的独立部署、独立生命期管理能力。单个控制平面运行在集中式虚拟化网络功能（VNF）模式，可以控制和管理多个用户面（参见图1）。

图 1. CUPS的好处



CUPS的好处

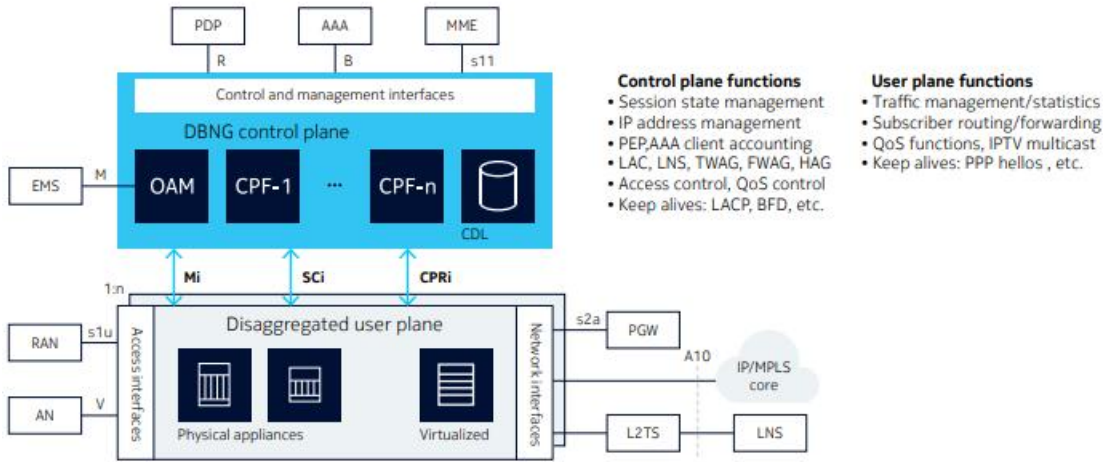
- 通过集中CPFs实现高效的运营，通过分布的UPFs以优化吞吐量，延迟，交付成本
- 通过CPFs和UPFs解耦实现维护简化; 这使得更容易来管理他们的不同生命周期，并减少了硬件和软件升级的业务影响
- 通过允许CPFs和UPFs被部署在任何物理或虚拟化平台实现灵活扩展（例如CPF在统一的 x86服务器上，高吞吐的UPFs在定制化的NPU装置上）
- 同一个控制平面控制异构的用户平面设备、不同的接入技术，构成用户平面切片

运营商部署的集成型BNG（例如，基于诺基亚7750 SR路由平台），借助软件升级操作（即，诺基亚SR OS）可以很容易地迁移到BNG CUPS部署，因为CUPS下的UPFs 保持相同。

BNG的控制和用户平面分离

要实现开放互通与最小的系统集成成本的所有的益处，必须有一个统一和标准化的方法来划分BNG CPFs和UPFs的接口。诺基亚引领这项工作，并推动了TR-459 [3]的发布。总体轮廓如图2所示。

图2. BNG上的控制和用户平面分离的体系结构

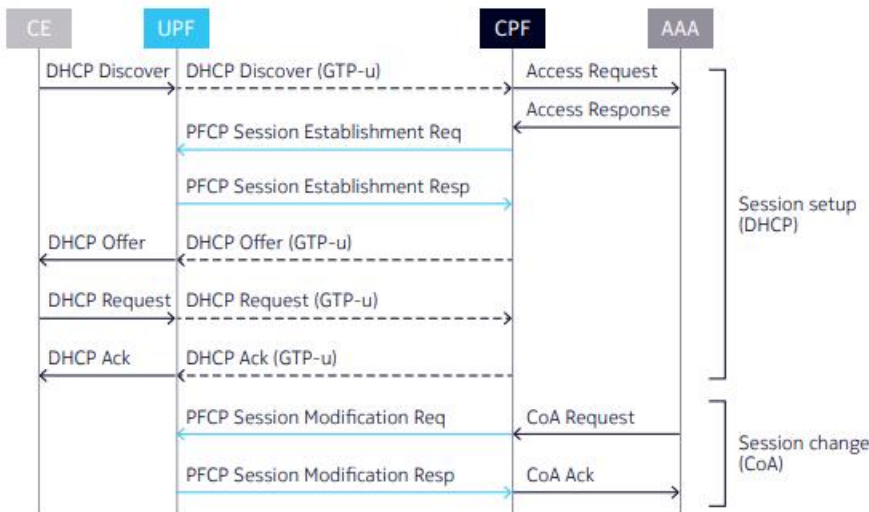


诺基亚BNG CUPS采纳了关键的3GPP 5G架构原则，例如使用一个公共数据层（CDL），以解耦和独立地扩展存储和处理功能，实现一个优化资源效率和弹性的状态高效控制平面。虚拟控制平面作为和外部系统的统一接口点，例如作为和RADIUS服务器接口的统一客户端；并且通过控制面和用户面的模型驱动的管理接口，控制面作为单一管理点统一管理CUPS BNG系统。UPFs可以是任何的物理或虚拟化平台，并保留基本的用户平面控制功能，实现IP单播和组播路由，MPLS 交换和双向转发检测（BFD）以进行连接性验证。

状态控制接口（SCi）利用PFCP协议（数据包转发控制协议）对3GPP SX/N4参考点接入CPF和UPFs的（3GPP 5G Technical Specification 29.244 iso 129.244）[4]进行扩展用于固定宽带访问。CPRi（控制包重定向接口）采用GTP-U隧道将客户设备（CE）的带内控制平面的消息从UPF中继到CPF。

图3展示了一个PFCP和GTP-U隧道一起工作如何建立一个DHC用户会话和通过RADIUS CoA修改其参数的示例场景。相同的原理可以被应用于建立PPPoE会话。

图3. 控制和用户平面功能之间的通信（DHCP会话示例）



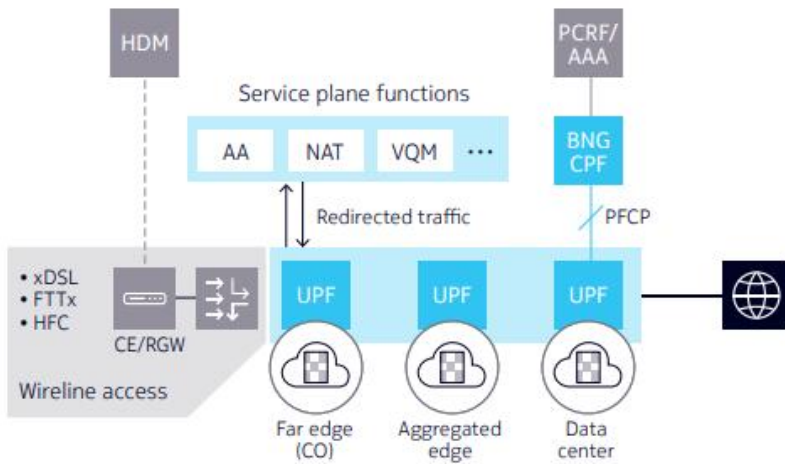
接下来的章节会讨论有CUPS使能下的丰富的BNG演进场景。

用于有线宽带演进

基于铜缆(xDSL) , 光纤 (FTTx) 和混合光纤同轴电缆 (HFC) 的有线接入技术提供服务的通信服务提供商 (CSPs) 将可以通过CUPS提升扩展性, 并优化服务提供。CUPS通过采用统一的控制平面, 使得运营多种具有不同分发特性的不同固定接入方式变得更为容易。当提供多种服务, 如三重播放业务 (互联网, 语音和电视) 时, CUPS的解耦特性和分布式的UPFs的能力通过灵活的流量分布, 出口选择, 和卸载选项 (参见图4) 还优化了容量, 性能和成本。

- 在远端边缘位置的分布式UPFs实现语音、互联网业务的本地出口。
- 边缘云中的UPF使得热门视频缓存内容和处理的迟敏感型计算功能可以更接近用户。BNG增值业务平面功能 (SPF功能), 如应用保障 (AA), 网络地址转换 (NAT) 或视频质量管理 (VQM) 也可以被放在更贴近用户的位置。
- 集中UPFs是BNG控制平面的流量的典型终结点, 被往往与认证, 授权和计费 (AAA) 与策略和计费规则功能 (PCRF) 部署在相同位置。

图4. BNG CUPS用于固定宽带演进



BNG用户平面在第2层和第3层运行, 以汇聚用户流量。不同于通用IP互连路由器, BNG用户平面需要一个高度可扩展的层次化QoS和访问控制列表 (ACL) 以支持高用户会话密度为一个大范围的不同服务类型。高可扩展的HQoS队列和调度与线速的分组缓冲是确保成千上万的用户在许多接入节点能够公平地共享可用的宽带容量的必要条件。细颗粒的流量整形和限速策略确保每个用户根据订阅的服务获得相应的承诺速率和峰值速率。高可扩展性和细粒度的 ACL是支持访问安全的必需功能, 例如支持反欺骗和分布式拒绝的服务 (DDoS) 攻击保护。

在BNG的增值业务平面实现层2和层3分组处理以上的计算和存储密集型功能, 例如AA, NAT或VQM。业务平面功能的最适合在CPU架构上执行, 例如如英特尔的x86, 此功能可以在路由器的服务模块实现 (PNF), 或者作为一个虚拟化UPF (VNF) 运行在边缘云的服务器平台 (外置式业务模块)。当需要BNG

服务平面功能时，BNG CPF将自动重定向用户流量至集成或外部业务模块。

CUPS架构中的计算和存储密集型BNG控制平面功能是理想的部署在电信数据中心的通用x86服务器上，它们可以独立于BNG用户平面进行扩展功能。集中的解耦的CPF为OSS系统、AAA服务器（身份验证、授权和计费）和策略服务器提供统一的控制和管理点，可以管理大量分布式用户平面实例，并允许有效地管理共享资源。例如，传统的综合BNG部署要求运营商为每个BNG网络设备分配专用的地址池，这会导致资源碎片并且难以有效管理。通过让集中式CPF从共享IP地址池中动态分配子网给它控制的BNG UPF实例，转控分离的BNG CUPS模型解决了这一问题。最后，BNG CUPS模型还支持有效的分布式UPF的N:1冗余和负载平衡，支持集中式CPF的地理冗余部署。

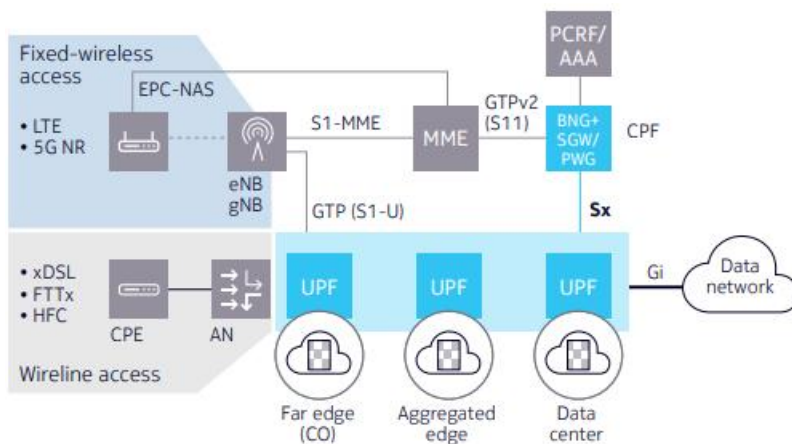
4G集成固定无线宽带

服务发展和监管要求，让电信运营商（CSPs）有扩大宽带容量和覆盖范围持续的压力。然而，现有固定接入设备的局限性使得在现有区域实现这一目标更昂贵和耗时。此外，在新的区域部署光纤到户也不总是一个高效的商业模型。这些类型的宽带容量和覆盖挑战通常可以通过用固定无线宽带（特别是4G/LTE和5G技术）补充固定宽带接入来解决。

这可以通过集成固定无线接入相关的3GPP SGW和PGW 能力的子集到BNG（CPF+UPF）来实现。图5所示的功能架构支持LTE接入（eNB）和非独立（NSA）选项3、3A和3X中的5G NR接入（gNB）与现有4G EPC的集成。

尽管此处未显示，但BNG CPF可选择性地进一步增强，以作为TWAG运行，以支持运营商Wi-Fi®接入，在家庭热点和公共热点上使用开放或封闭的服务集标识符（SSID）。

图5. 有线和固定无线宽带接入集成



SGW / PGW CPF接口与MME通过S11的参考点控制用户访问，并将LTE和5G NR住宅固定无线用户业务终结到和固定接入网络统一的UPFs。请注意，对于CPE设备，SGW/PGW仅需支持“有限移动性”，仅需在相邻基站之间进行切换（X2切换）。CPF结合了BNG和SGW/PGW控制平面功能，并使用PFPCP（并对BNG进行扩展）通过Sx接口控制UPFs。UPF可以终结固定和固定无线用户，融合CPF可以控制具有固定和固定无

线用户的BNG UPF以及用于移动UE的4G/5G UPF（移动网关或云移动网关）。PCRF/AAA的通用Gx接口可实现跨跨越固定有线和固定无线网接入的无缝用户管理。

集成固定和无线宽带访问支持以下部署选项：

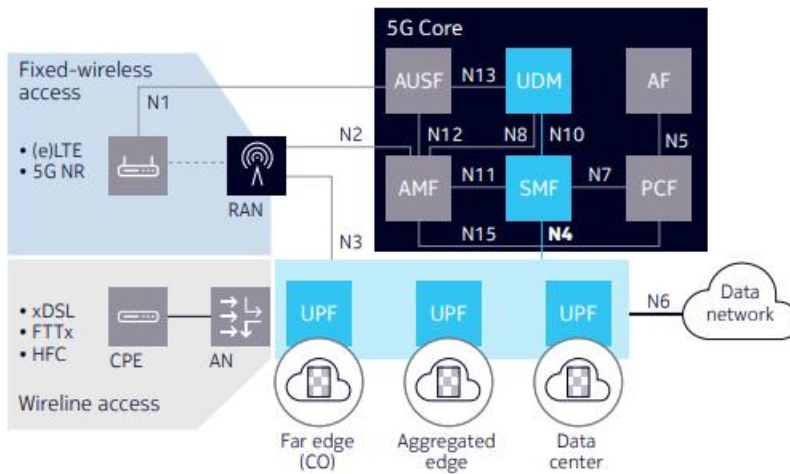
- 纯固定无线接入，用于覆盖在新建地区没有有线宽带接入
- 固定有线接入，固定无线接入作为有线覆盖的补充

由于固定无线和有线宽带接入业务支持相同的客户群和服务组合，它们的网关用户平面功能具有类似的需求。两者都必须支撑众多的用户设备，如电视、个人电脑、游戏机、笔记本电脑和平板电脑，可产生持续的高带宽流量。在硬件设备上终结固定无线宽带流量将产生与有线BNG相同的成本和性能，和在通用x86服务器设备上的虚拟化用户平面功能终结固定无线宽带流量相比，可以显著降低每比特的成本

向多接入边缘和5G融合核心演进

在转控分离的BNG上的融合有线和固定无线宽带接入是向5G多接入边缘和融合核心演进的关键抓手。通过部署统一的SMF来管理有线和固定无线宽带接入可以实现和5G核心网的互通。网络运营商可以利用CUPS体系架构，为有线宽带和无线固定宽带切片优化部署合适的BNG用户平面设备类型及部署位置，并利用融合的控制平面来动态地选择合适的基于接入点名称或数据网络名称的UPF（见图6）。在统一的控制平面下，动态UPF选择允许网络运营商为有线和固定无线接入切片优化尺寸和分配BNG用户平面功能。

图6. 有线和固定无线宽带接入与5G核心网的互联



在统一的5G核心网上整合有线和固定无线宽带，使运营商能够扩展宽带连接和覆盖范围，通过任何接入提供任何服务，同时从云原生5G服务架构的卓越可编程性中获得更多的优势。

结论

BNG上的CUPS为现有有线宽带业务提供部署优势：



- 通过集中CPF实现高效运营，同时分布式部署UPF，以优化吞吐量、延迟和成本
- 通过解耦CPF和UPF简化维护；这样可以更容易地管理其不同的生命周期，并将硬件和软件升级的影响降至最低
- 在最适合的专用平台上独立扩展部署CPF和UPF（即通用x86服务器平台上的CPF和定制NPU设备上的高吞吐量UPF）
- 通过标准化接口分离控制平面和用户平面，实现开放式互通；这允许在统一的控制平面下操作异构或多供应商用户平面。

此外，CUPS使BNG能够通过统一的控制面控制多接入UPF来支持有线和固定无线宽带接入，从而：

- 在服务不足的地区提供宽带服务，可以作为有线覆盖率较差的地区的补充，或者作为新覆盖地区有线部署前的中间步骤
- 通过固定和固定无线接入捆绑，支持4K视频等高带宽服务，并为商业用户，提高宽带容量和可靠性
- 跨固定有线、4G/LTE和5G NR接入提供无处不在的无缝宽带体验。

最后，CUPS是支持向数字服务基础架构演进的一项基本功能，具体包括：

- 通过多接入边缘融合接入有线和无线宽带，并接入到融合5G核心
- 利用云原生5G服务架构的卓越可编程性，提供动态和个性化的宽带服务体验。

诺基亚提供完整的5G解决方案，包括大容量5G NR，SDN控制的“Anyhaul”承载、融合的多接入边缘和云原生5G核心。

诺基亚是一家领先的宽带解决方案供应商，可在世界各地提供各种集中式或分布式、硬件或虚拟化的解决方案。有关的详细信息请参阅[1]并访问诺基亚官网

缩略语

5G NR	5G New Radio
AA	Application Assurance
AAA	Authentication, Authorization and Accounting
ACL	Access control list
AF	Application Function
AMF	Access and Mobility management Function
AUSF	Authentication Server Function
BFD	Bidirectional Forwarding Detection



BNG	Broadband Network Gateway
CDL	Common data layer
CE	Customer equipment
CoA	Change of authorization
CO	Central office
CPC	Cloud Packet Core
CPE	Customer premises equipment
CPF	Control Plane Function
CPU	Central processing unit
CUPS	Control and User Plane Separation
EPC	Evolved Packet Core
FTTx	Fiber to the anything
GRE	Generic Routing Encapsulation
GTP	General Packet Radio Service (GPRS) Tunneling Protocol
HDM	Home device management
HQoS	Hierarchical Quality of Service
HFC	Hybrid fiber coax
IPsec	IP security
L2TP	Layer 2 Tunneling Protocol
LAC	L2TP Access Concentrator
LAN	Local area network
LNS	Layer 2 Tunneling Protocol Network Server
LTE	Long term evolution
MME	Mobility Management Entity
MPLS	Multiprotocol Label Switching
MP-TCP	Multipath TCP
NAS	Non-Access Stratum
NAT	Network Address Translation
NERG	Network Enhanced Residential Gateway
NETCONF	Network Configuration Protocol
NFV	Network functions virtualization
OAM	Operations, administration and maintenance
PCF	Policy Control Function
PCRF	Policy Charging Rules Function



PFCP	Packet Forwarding Control Protocol
PGW	Packet Data Network Gateway
PNF	Physical network function
PPPoE	Point-to-Point Protocol over Ethernet
RADIUS	Remote Authentication Dial-In User Service
RGW	Residential Gateway
SDN	Software defined network
SMF	Session Management Function
SGW	Serving Gateway
TCP	Transmission Control Protocol
UPF	User Plane Function
VNF	Virtualized network function
xDSL	Any DSL
YANG	Yet Another Next Generation