

# MEC 业务系统架构总结

Hailiang Zhao

hliangzhao@zju.edu.cn

1、边缘计算体系包含边缘网（提供连接能力：UPF 流量分流）、边缘云（提供计算能力：UPF 计算加速）和边缘应用。和中心云类似，边缘云包含公有云和私有云，分别提供面向广域的应用和面向局域的应用。UPF 是 ETSI 与 3GPP 网络架构融合的锚点，是 5GC 中的用户面处理网元。

2、ETSI 列举了 17 类 MEC 场景，包含视频优化（多相机事件内容编排）、视频分析、企业分流、增强/虚拟现实（渲染、传输）、车联网（V2X）、工业互联网、辅助敏感计算。MEC 被引入的最初原因是降低时延。光纤传输时延（每公里 5 微秒）无法满足毫秒级别的 QoS 要求。此外在边缘分流能够节省承载网的带宽，对于提升业务体验十分重要：

“5G 发展，承载先行”

3、端到端网络结构：

接入设备 → RAN (5G-gNB、4G-eNB 等) → 传输网汇聚 → 5G Core (5GC) → Internet

接入设备 (UE)：用户移动终端、智慧物流/工厂传感器与机器人、智慧城市摄像头、智慧医疗站点等；

接入模式：包含运营商网络 (4G、5G、固网) 和非运营商网络 (Wi-Fi、LoRa、Bluetooth、ZigBee、NB-IoT)；

数据中心：可以部署在从 RAN 到 Internet 中的任意位置。部署在 RAN 和传输层，可认为是边缘 DC (30km~50km)；部署在 5GC 和 Internet，可认为是区域 DC (100km~150km) 和中心 DC (200km~300km)。MEC 主要关注边缘 DC 和区域 DC；

MEC App Platform：UPF 从 5GC 下沉到边缘 DC，在 RAN 即可提供服务、计算与存储。得益于 NFV，MEC 平台的硬件资源采用通用的 X86 基础设施、存储和交换设备即可，无需购买专用的网络元件设备。MEC 主要依托于 5G 的网络架构重组，是传统 C/S 架构的升级。与 NFV 相比，SDN 利用 OpenFlow 协议将路由器的控制平面 (control plane) 从数据平面 (data plane) 中分离，改以软件方式实现。该架构可使网络管理员在不更换硬件设备的前提下，以中央控制方式用程序重新规划网络。和 SDN 相比，NFV 前途漫漫。因为不会有厂商主动放弃现有的硬件设备，毕竟“能用就行”。

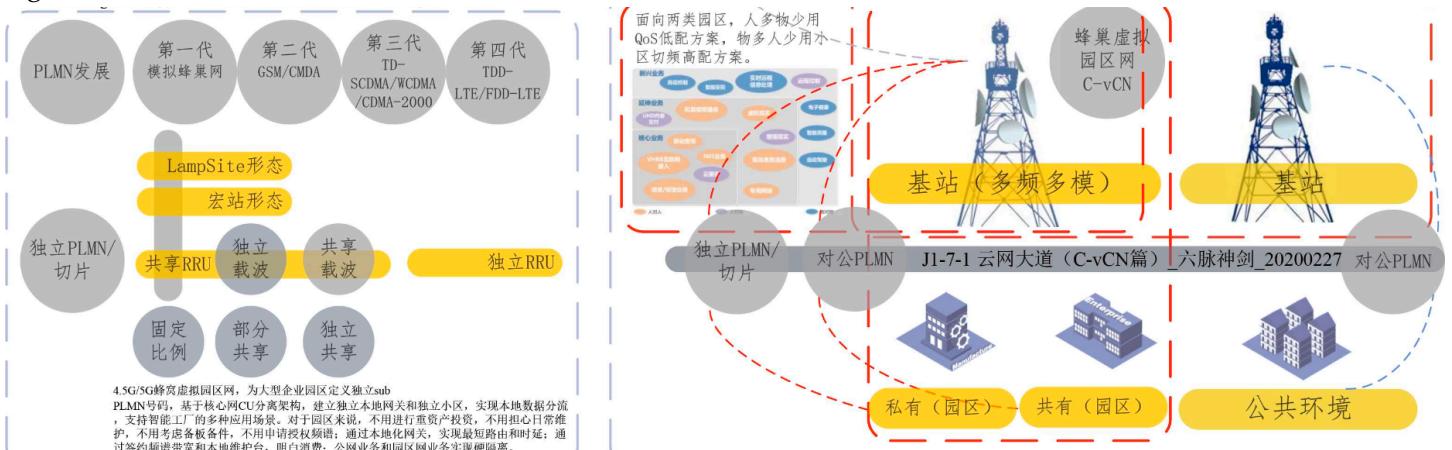
站在移动通信的角度看，NFV 主要用于核心网和接入网，SDN 主要用于承载网 (SD-WAN)。在 5G 时代二者有重要的合作关系。**SDN 是控制和转发解耦，是未来网络演进的方向；NFV 是软件和硬件解耦，是未来计算演进的方向。**

4、区分流量卸载与 CDN：流量卸载（本地分流）把符合特定卸载规则的流量卸载到边缘网络，以节省回传带宽、降低时延、拓展新的业务。传统的 CDN 以内容分发为主，但是其资源可以被 MEC 复用，增设计算处理的能力。（二者数据流动的方向其实是相反的）

5、计算机诞生以来，计算模式就在集中式与分布式架构之间反复横跳。如今进入以 MEC 为主的云边协同的分布式计算时代。5GC 将会采用 Service-based Architecture (SBA) 架构，UPF 下沉。站在推动者的角度思考，要想促使 MEC 的蓬勃发展，重点在于搭建 MEC App Platform/App Store，构建应用生态。（当今世界的云计算模式与苹果手机 APP Store 模式的首创不无关系）

6、考虑到5G的铺设成本以及各种错综复杂的因素，2C的发展应该不会十分迅速。相反地，5G可能会在私有企业网络中出现爆炸性的增长。因为5G的一系列转变核心（NFV和QoS切片）完美契合2B市场。

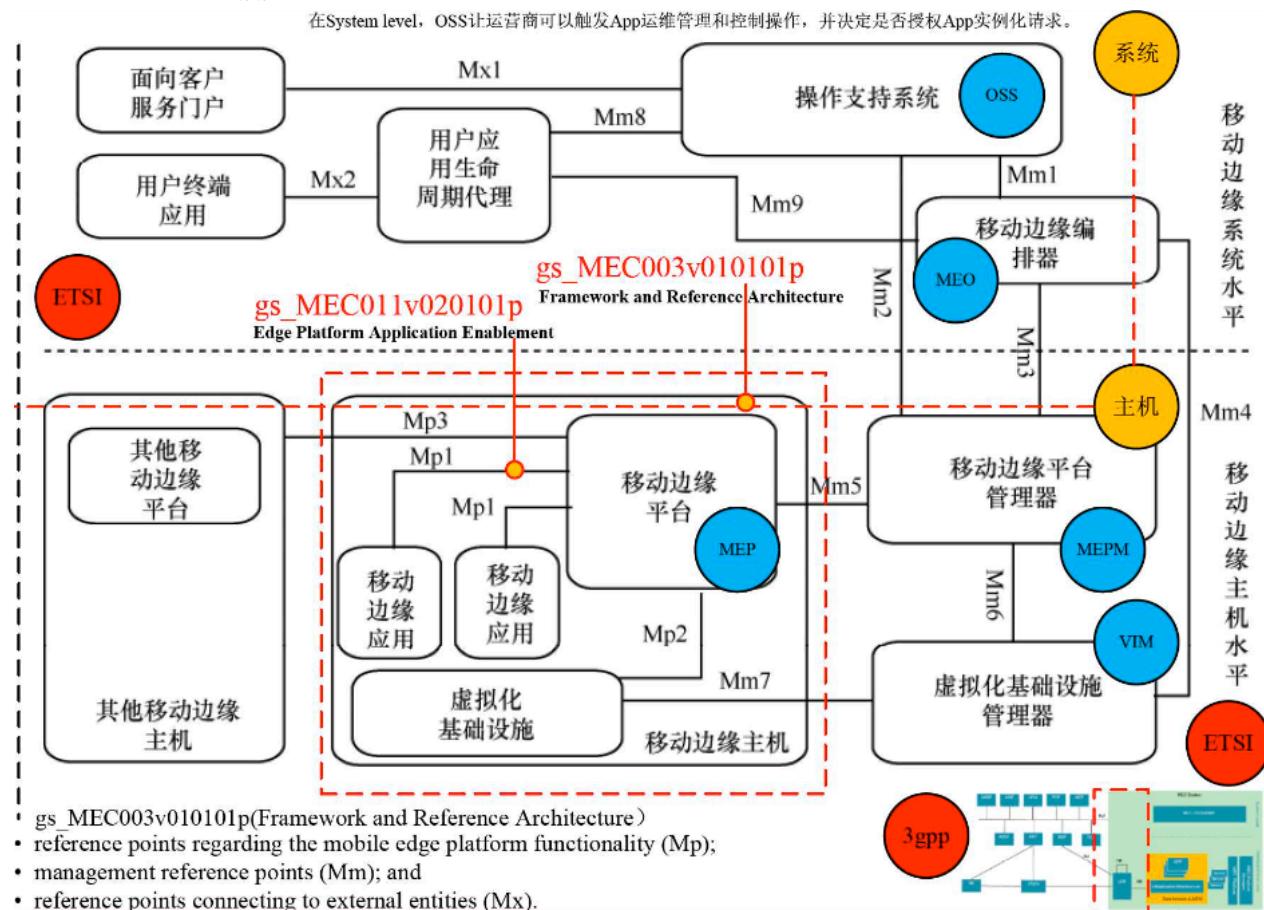
e.g.: C-vCN蜂窝虚拟园区网：



7、ETSI和3GPP是MEC的标准定义机构。3GPP更多地从**网络**的角度出发，定义了控制面和承载面分离的网络结构；ETSI从**系统**的角度出发，定义了MEC的应用平台的框架，包含应用部署环境，管理软件架构，应用场景和API接口等。ETSI只定标准，不规定具体的软件架构和模块实现。

8、ETSI定义的MEC App Platform标准：

平台划分为**System Level**和**Host Level**。System Level包含OSS和MEO，负责MEC App的运维管理和控制操作（high level operation），决定是否授权App的实例化请求（new an instance）；Host Level包含MEP，MEPM和VIM，负责为MEC App提供由VIM的虚拟化基础设施。



**MEP:** 支持本地DNS代理服务器的配置，可以将**数据流量重定向**到对应的应用和服务；

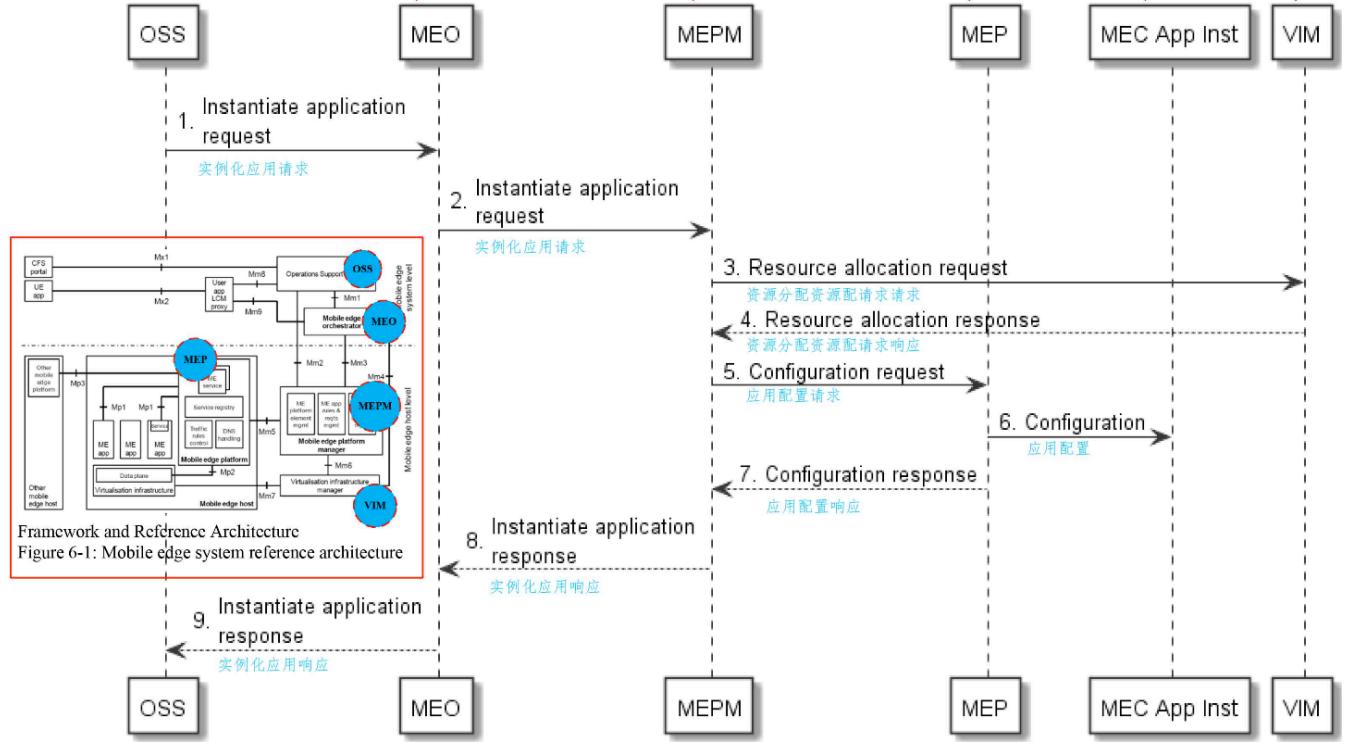
**MEO:** 宏观掌控ME网络的资源和容量，包括所有已经部署好的ME主机和服务、每个主机的可用资源、已经被实例化应用和网络的拓扑等。**主要负责为用户分配、切换ME主机，该组件是MEC App Platform的核心；**

**OSS:** 是 main 向用户服务的门户。从用户终端接收实例化和终止 App 的请求，并将数据和请求转发给 MEO 处理。

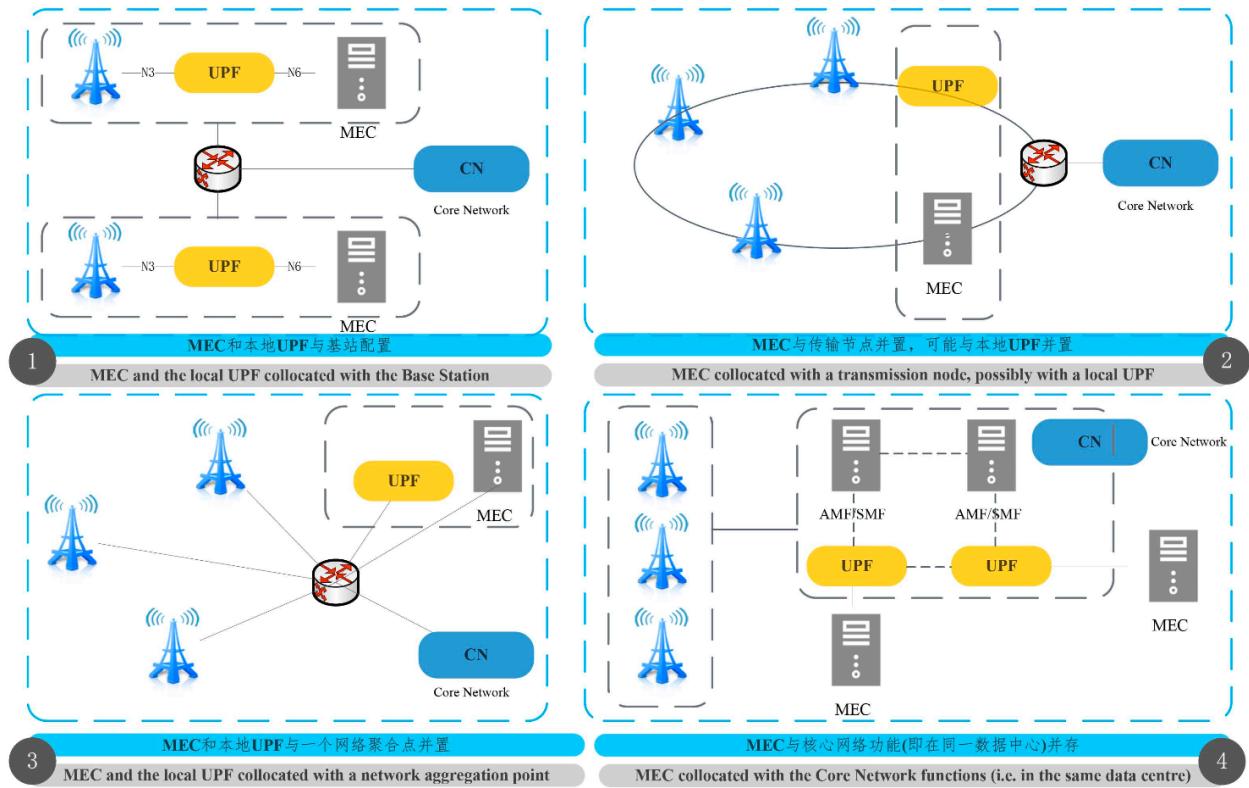
“谁率先开发出被大众承认的 MEC App Platform， 并不断邀请各个厂家开发自己的 App 的 MEC 版本，谁就占据了边缘计算的核心市场。”

Apache EdgeX Foundry, Microsoft Azure IoT Edge 等均属于 MEC App Platform。这是一个比单纯管理虚拟化 App 的软件 (如 K8S) 更加复杂全面的系统，资源的管理与 App 的编排仅仅是其中的一小部分。

### 9、实例化一个 MEC App 的事件流程：



### 10、MEC 应当部署在哪里？



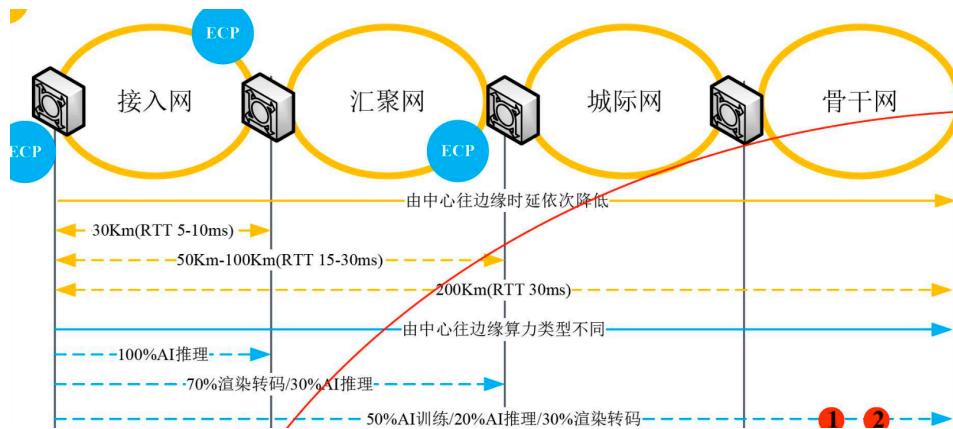
MEC 可以灵活部署在从 RAN 到 5GC 的任意位置。UPF 用于将来自基站和固网的通信量引导至目标 MEC App。

## 11、运用 MEC 开展边缘业务的运营模式：

(1) 运营商直接运营包括 MEC App 在内的 MEC 系统，向终端用户直接提供边缘业务；

(2) 运营商将 MEC 系统作为 PaaS 平台提供给第三方应用，各厂家均可在此 MEC App Platform 开发自己的 MEC App。运营商和这些厂家均可提供边缘业务。

## 12、MEC 的算力和时延的分布：



13、MEC 的市场前景：可优先部署交通、医疗、高校和工业。未来 2~3 年将以 LTE-V2X+5G NR 网络部署为主。MEC 将与 C-V2X 深度融合。以 RSU 为例，400 多万公里的道路+14 万公里的高速+50 多万个城市路口大约需要 3000 多亿的投资。

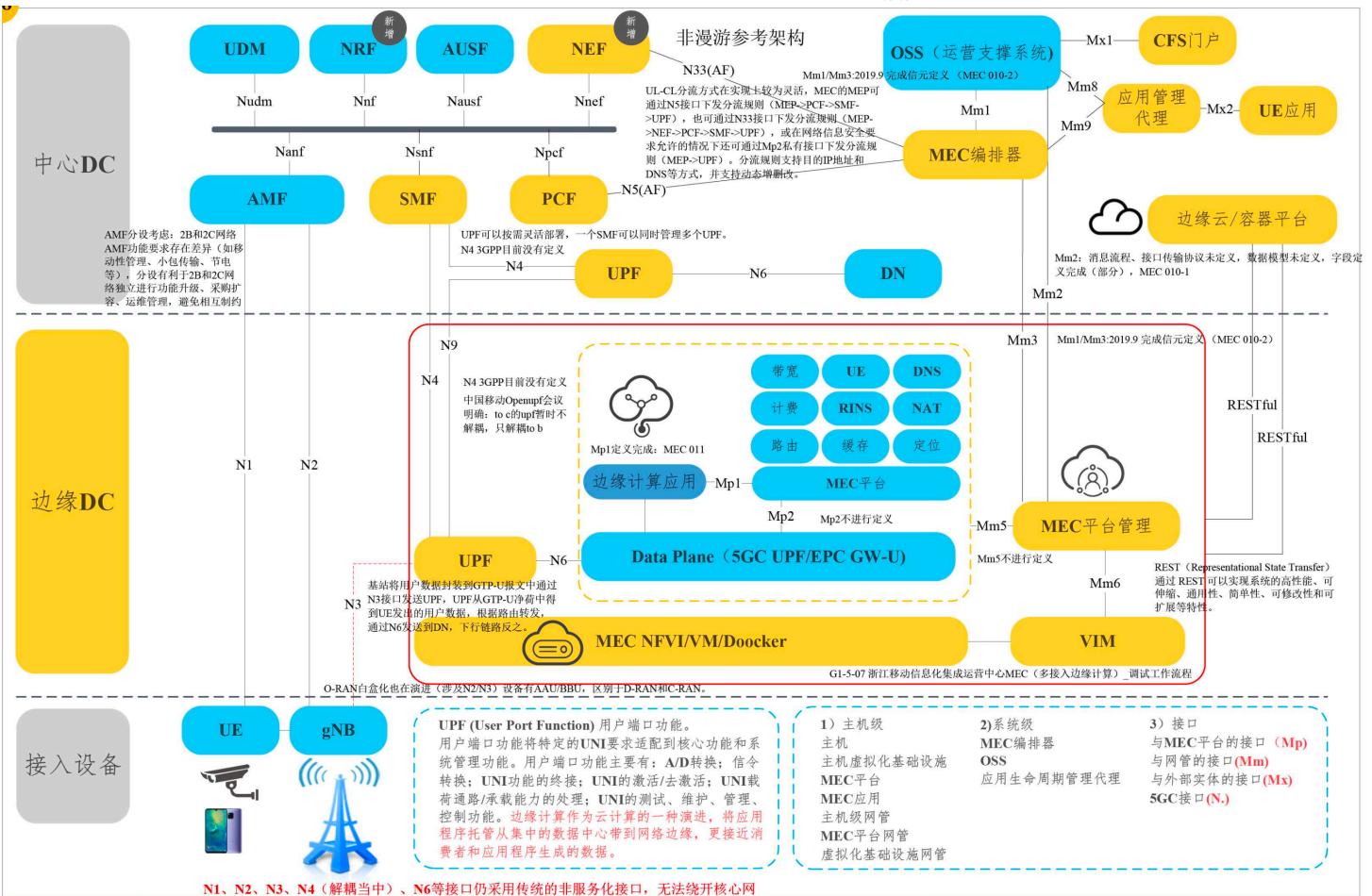
14、E2E Network Slicing：是物理网络（包括固网+移动网）的逻辑分区/虚拟片段。不同切片共享部分组件，各自也具备独享的专用组件。



## 15、5G 网络切片的业务、种类及案例：

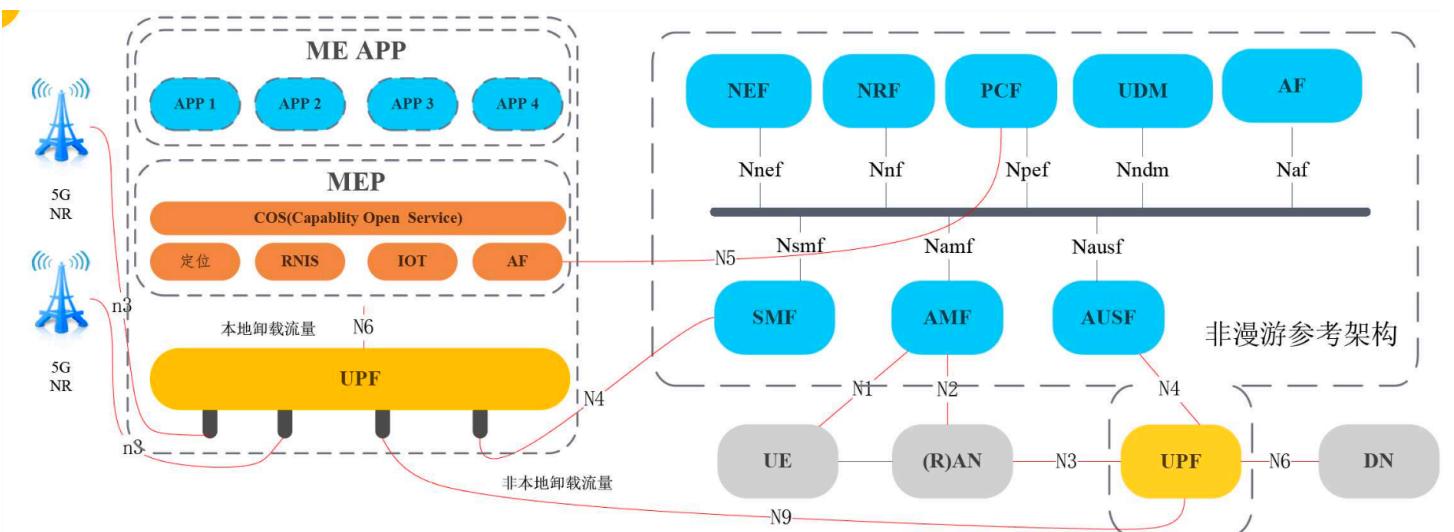
基础业务	切片种类	设备终端	典型案例
eMBB	VR直播	VR头显	2019春节晚会启动VR传输
	VR游戏	VR头显	SKT与Nexon合作开发VR游戏
	远程医疗	远程手术机器人	北京301、福建医科大5G远程医疗
	远程控制	车辆	西班牙电信远程驾驶
	超高清视频	移动终端	日本东武高铁的8K视频传输
mMTC	智能电网	配电系统	南方电网智能电网项目
URLLC	车联网	汽车	兼容车联网的奥迪V2X

## 16、运营商搭建 MEC 体系的非漫游参考架构（基于 ETSI 提出的 MEC App Platform）：

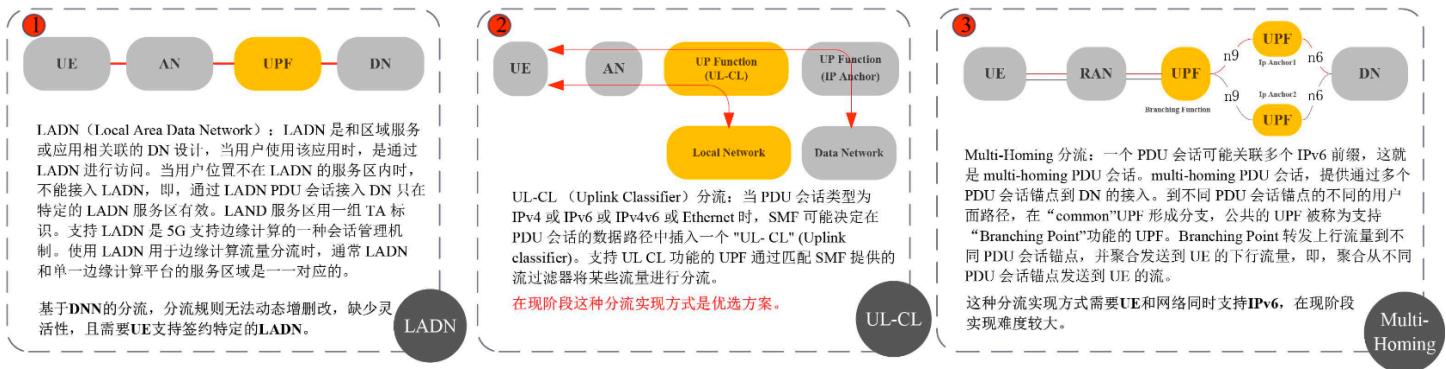


在该架构中，System Level 部署在中心 DC，Host Level 则部署在边缘 DC（主要在 5GC）。MEC App 的托管平台部署在边缘 DC。在 MEC 出现以前，流量的转发与结算主要在核心网完成，处理需要转发给 Internet；现在部分流量的转发、结算和处理可以直接在接入网和核心网完成，因为 App 就部署在位于此处的 MEC App Platform 上。这就是本地分流（流量就近卸载）。

## 17、本地分流：



## 18、本地分流的三种实现方式：



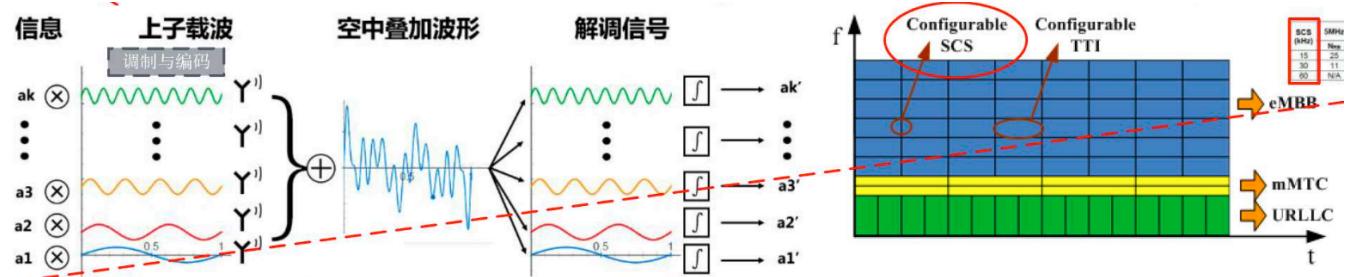
类别	技术特点	UE支持
LADN	5G网络对LADN的支持类似于4G网络GW C通过APN选择GW C	UE无感知
UL-CL	基于目的IP进行分流; SMF在PDU会话建立后或者建立期间, 在PDU会话的数据路径中插入或删除UL-CL(上行链路分类器)的分流规则	UE无感知, UE不参与UL-CL规则插入删除
Multi-Homing	基于IPv6前缀进行分流; SMF根据时延等信息选择BP点和PDU会话Anchor点; 可以支持SSC3的make - before-break会话连续性	UE须支持IPv6, 并参与PDU会话Anchor点改变过程

## 19、为什么 5G 网络可以进行切片？

网络中的资源可以划分为通信资源和计算资源。计算资源是很容易进行切片的, 采用虚拟化技术 (包括容器、虚拟机等) 即可构造相互隔离的计算环境。通信资源主要是频域资源 (信道带宽)、时域资源和空域资源。时域资源包含 slot, frame, subframe 等。空域资源是指码字、天线端口等。对频率资源而言, 有介质链路上的带宽可以通过 NFV 的方式进行切片, 但是编解码时消耗的频域资源在 4G-LTE 及以前是做不到划分切片的。这是因为 LTE 仅支持 15KHz 的固定子载波间隔 (Sub Carrier Spacing, SCS)。相比之下, 5G 支持 15KHz、30KHz、60KHz (Sub\_6G 毫米波)、120KHz (毫米波)、240KHz (毫米波) 等子载波间隔, “自由定制”成为可能。

例如, mMTC 业务不需要很大的带宽, 给 15KHz 即可, 而 uRLLC 业务和 eMBB 业务则可以给到 240KHz。

$$\text{最大传输带宽} = N_{RB} \times 12 \times SCS$$



20、5G 没有真正意义上的创新技术。和 4G 相比, 5G 的重要区别在采用了更高的频带和更新的编码方式 (包括具有稀疏校验矩阵的分组纠错编码 LDPC 和前向错误更正编码 Polar 码)。

21、5GC 将采用 SBA 架构。每个网络服务在业务功能上解耦, 对外提供服务化接口。SBA 架构将通信设备网元云化, 是微服务架构在通信领域的体现。5GC 虚拟化部署的三种方案:



总体上看, 采用方案一, 运营商仅需提供在NFV中已广泛部署且比较成熟的虚机, 对近期而言更为稳妥, 但虚机承载容器方式的效率有所降低。方案二中, 运营商灵活提供多种方式, 能够充分发挥容器方式的特点, 但存在容器尚未在NFV中规模部署、成熟度有限的风险, 以及容器间隔离度不足、大量容器带来的管理复杂度等问题。从长远看, 应进一步评估方案二的成熟度与可行性, 方案三适合在部署初期采用, 风险最小。