



智联5G 绽放边缘

2019边缘计算产业峰会
Edge Computing Industry Summit 2019



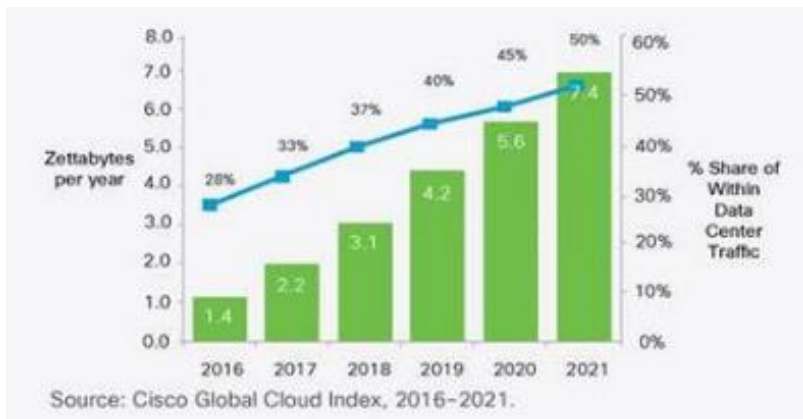
算力感知网络技术白皮书发布会

蔡慧

中国移动研究院网络与IT技术研究所

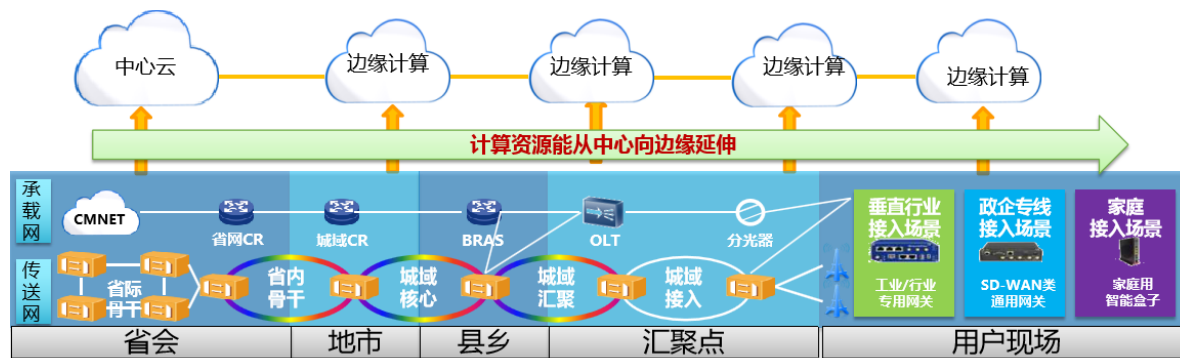
数字化转型需要泛在的连接和算力

全行业数字化转型使云计算面临着“传不畅，算不动，存不下”等问题



- 据预测，2021年，大于**500亿终端设备**，产生数据达**847ZB/年**其中**超过50%的数据**需要在网络边缘侧分析、处理与存储
- 未来万物互联的时代，IoT传感器等产生**海量数据**，提出更高带宽、更低时延，更强安全的需求

边缘计算的广泛部署给运营商网络带来新的机遇和挑战



- 边缘计算的发展促进基础资源层面**网络与计算的融合**，算力资源由“端”变“网”，逐步实现智能化基础设施的全网覆盖
- 云计算、边缘计算的发展大趋势下，未来社会中会在靠近用户的不同距离遍布许多不同规模的算力，通过全球网络为用户提供各类个性化的服务

新一代网络架构设计需协同考虑网络和计算融合演进的需求，实现泛在连接+算力架构中网络的全局优化，算力的灵活调度，业务的合理分布。

算力感知网络 (CAN, Computing-aware Networking)

边缘计算部署面临的挑战

网络角度:

- 单边缘站点资源有限
- 多边缘站点间缺乏协同
- 集中式调度可扩展性差

业务角度:

- 应用层与网络层解耦, 业务无法感知网络状态
- 传统DNS解析+TCP会话模式无法保证用户体验一致性



这些挑战只在“计算域”内
无法解决。
业务调度至最近节点却不
一定是最优节点, 需要考
虑“网络域”与“计算域”如
何协同?

算力感知网络的目标:

1. 用户体验一致性: 网络可以感知无处不在的计算和服务, 用户无需关心网络中的计算资源的位置和部署状态。
2. 服务灵活动态部署: 根据实时资源状态和用户SLA需求, 灵活调度业务到最优的边缘节点上。

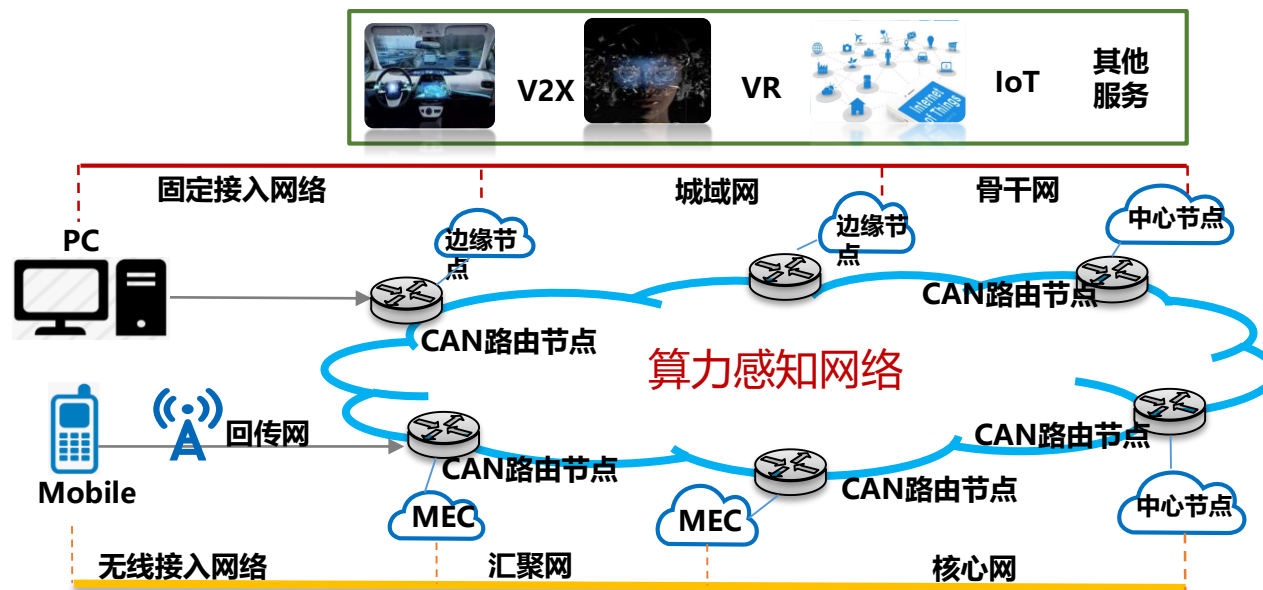
算力感知网络的部署场景

无线接入网络场景

- 5G以后，伴随**核心网下移**，边缘计算节点进一步分布化
- 算力感知网络助力**高度分布化的MEC规模部署**

固定接入网络场景

- 通过算力感知网络拉通不同位置的边缘计算节点和中心云构成**融合业务网络**
- 实现计算资源**即插即用**，解决服务多副本、服务动态性问题



算力感知网络作为承载未来泛在算力的基础网络架构，通过算力路由节点（CAN路由节点）互联分布化的MEC站点

CAN的整体架构

算力服务层

- 基于分式式微服务架构，支持**应用解构成原子化功能组件**并组成算法库；
- 由API Gateway统一调度，实现**原子化算法按需实例化**

算力平台层

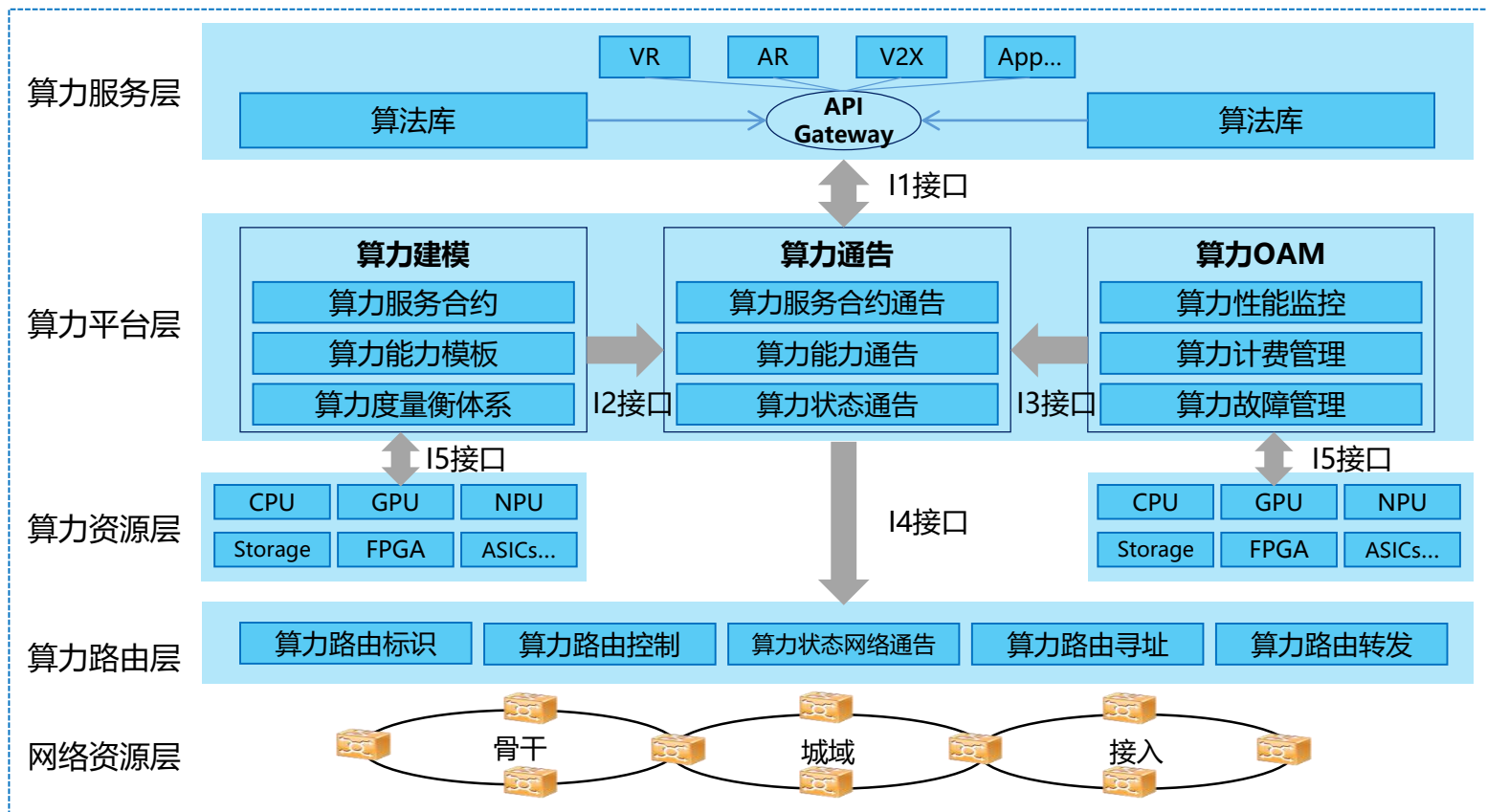
- **算力建模**：算力资源抽象描述和表示并形成算力能力模版
- **算力OAM**：对算力资源进行性能监控，将算力资源的性能、故障等信息，通告给相应的网络节点
- **算力通告**：将算力资源的感知、度量和OAM管理信息等通知给算力路由节点

算力资源层

- 面对网络中分布的多种异构计算资源，算力资源层需要实现算力资源的度量衡体系

算力路由层

- 综合考虑**网络状况**和**计算资源状况**，将业务**灵活按需调度**到不同的计算资源节点中



算力感知网络通过网络、存储、算力等多维度资源的统一管理和协同调度，实现连接和算力在网络的全局优化

CAN算力路由层的关键技术：计算优先网络（Computing First Networking）

- 由中国移动和华为在IETF推动的计算优先网络（CFN, Computing First Networking）技术方案可以作为CAN算力路由层的关键技术

控制面流程

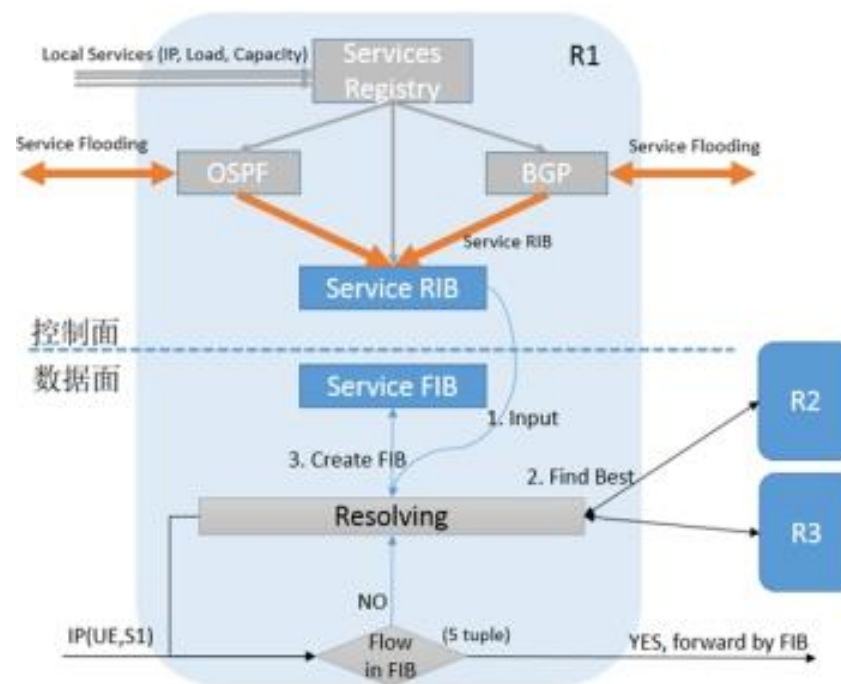
- Service副本分发**：在网络中不同节点部署该Service副本时，对应多个不同的Service IP地址，映射为同一个Service ID
- 计算和网络性能信息扩散**：通过扩展BGP、IGP协议等在CFN进行扩散和同步

数据面流程

- 首包探路**：入口节点接收到首个报文后，将原始报文复制多份并随路发送“服务以及网络查询”测量报文，至多个出口节点/MEC节点
- 选优转发**：入口节点根据计算性能(如服务负载)和网络性能(如时延)后，选出最优的MEC并生成FIB表，转发报文

IETF相关工作

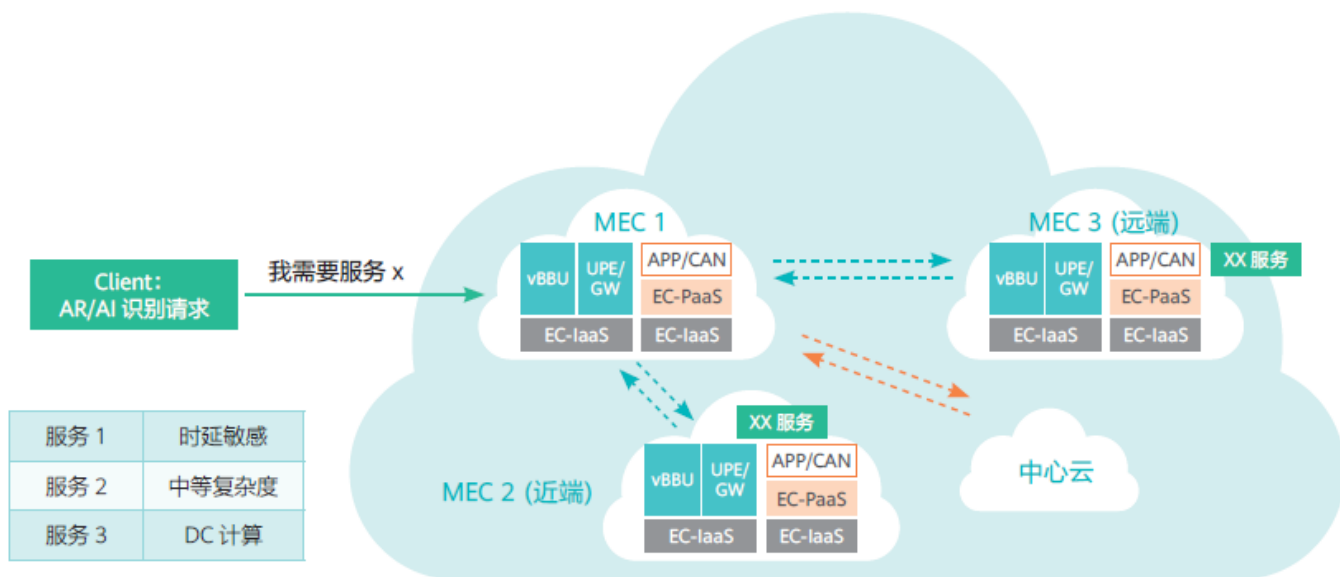
- [1] CFN场景和需求：[draft-geng-rtgwg-cfn-req-00](#)
- [2] CFN的架构：[draft-li-rtgwg-cfn-framework-00](#)
- [3] CFN的实验部署：[draft-gu-rtgwg-cfn-field-trial-00](#)



CAN算力路由层需要结合当前的计算能力状况和网络状况，将计算任务报文路由到相应的计算节点

算力感知网络应用场景：Cloud VR

Cloud VR业务场景包括视频编解码、内容渲染、内容生成等多种任务，算力感知网络通过对分布式计算资源和网络资源进行协同优化，动态分配与调度计算任务，保证业务体验和资源利用率。

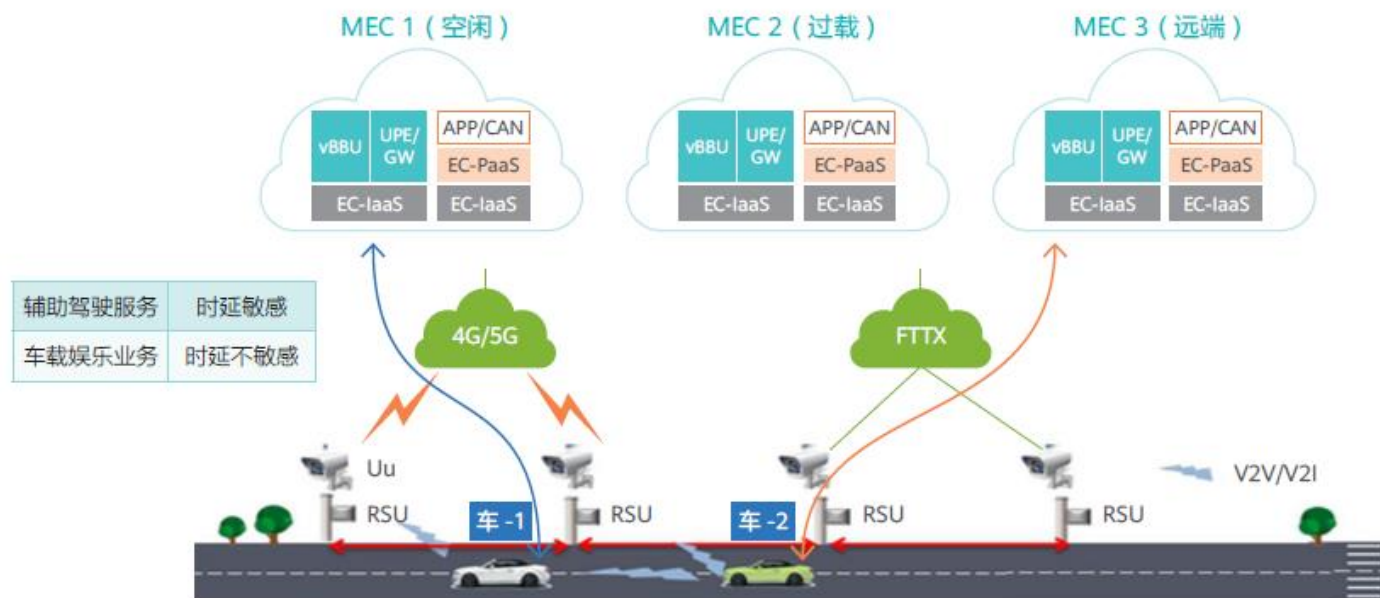


中心云：将Cloud VR中计算负载重的多路并行计算、内容产生等任务部署在中心云上
边缘云：计算要求较低的视频编解码、内容渲染等任务动态卸载至边缘节点处完成

通过计算任务分级卸载，提高云、边、网资源利用率，提高业务体验，对于Cloud VR由试点走向规模部署具有积极的意义。

算力感知网络应用场景：V2X车联网

车联网业务场景包括辅助驾驶业务和车上娱乐业务，通过算力感知网络对于资源的分配与调度，可以高效、可靠的完成多种业务。



- 对于**高优先级**的业务流量调度至最近的节点进行计算，如预警信息。
- 而非**实时**的流量则调度至远端节点或云端处理，如车上娱乐业务。
- 当本地的边缘节点**过载**时，辅助安全驾驶通知会发生延迟，可能导致交通事故的发生。
- 通过算力感知网络将**时延不敏感**的业务如车载娱乐从本地节点调度到远端节点进行计算，而在本地**优先**处理低时延业务，保证其用户体验和可用性。

在车联网场景下，算力感知网络将根据业务优先级和节点实时负载和资源状态进行流量调度，保证用户体验，实现节点负载均衡。

算力感知网络的意义与展望

网络模型的变化

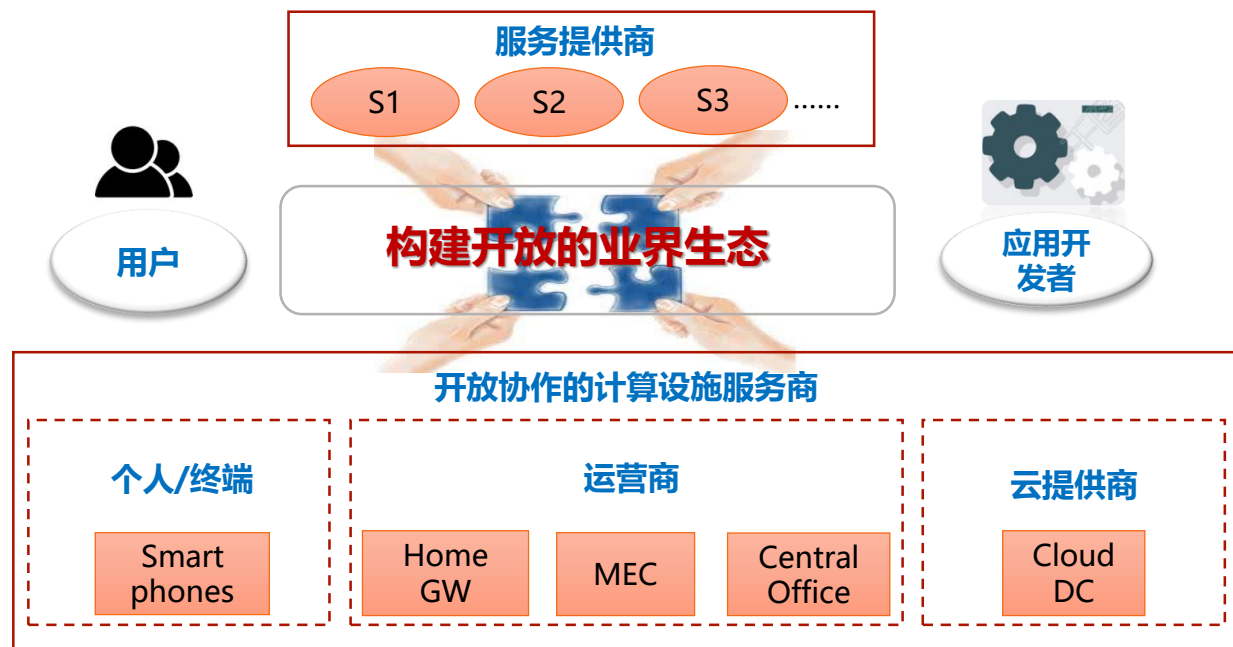
- 算力感知网络**改进**了当前计算在网络边缘的**端到端模型**，支持类似**向日葵的网络模型**，计算像葵花籽一样嵌入在网络中间

互联网服务的变化

- 当前用户通过网络获取原始信息，网络只作为信息**传输载体**而不具备计算处理能力
- 算力感知网络通过提供**连接+计算**，提供**网络即服务能力**，用户通过网络直接获取计算的结果

构建共赢的产业生态

- 算力感知网络作为一个**开放的基础设施**，使能海量应用、海量服务、海量计算资源，有利于突破传统计算产业的封闭，构建更加**开放共赢的产业生态环境**



算力感知网络作为开放的基础设施，实现连接和算力在网络的全局优化，使运营商网络具备ICT协同融合的综合服务能力，提供一致的用户体验。



智联5G 绽放边缘

2019边缘计算产业峰会
Edge Computing Industry Summit 2019



THANKS