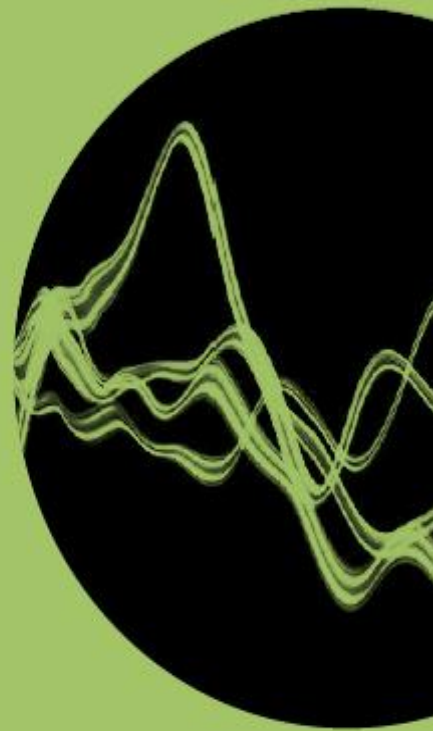


ERICSSON
TECHNOLOGY

Review



扩展现实
和 5G



XR 和 5G: 大规模扩展现实与时间 关键型通信

5G 的价值远远超出了增强型移动宽带的范畴，全球已有超过 10 亿人通过 150 多家通信服务提供商接入此类型宽带[1]。5G 网络中的时间关键型通信功能将在广泛的应用领域实现重大突破，包括扩展现实 (XR)。

FREDRIK
ALRIKSSON、DU
HO KANG、CHRIS
PHILLIPS、JOSE
LUIS PRADAS、ALI
ZAIDI

与增强型移动宽带 (MBB) 相比，大多数新兴的 5G 增值应用在本质上是时间关键型的，对可靠的低延迟有苛刻的要求。时间关键型用例可分为四类：实时媒体、远程控制、工业控制和移动性自动化[1, 2]。

■ 实时媒体类别包括消费者、企业和公共机构都越来越感兴趣的创新扩展现实 (XR) 应用。

5G 网络上时间关键型通信的出现使得将部分 XR 处理和功能分流到边缘云成为可能，并通过轻便且经济高效的头盔显示器 (HMD) 增强用户体验。

XR 用例

XR 是虚拟现实 (VR)、混合现实 (MR)、增强现实 (AR) 等沉浸式技术的总称。在 VR 中，用户完全沉浸在模拟的数字环境或现实的数字复制品中。MR 包括虚拟环境和真实环境混合的所有变体。

AR 就是这样一种变体，它将数字信息叠加在通过设备观看的现实图像上。增强的程度可以从简单的信息显示到添加虚拟物体，甚至是对真实世界的完全增强。MR 还可以包括将真实对象包含在虚拟世界中的变体。

XR 有望在娱乐、培训、教育、远程支持、远程控制、通信和虚拟会议等领域提高消费者、企业和公共机构的生产力和便利性。它可用于几乎所有的行业部门，包括医疗保健、房地产、购物、交通运输和制造业。VR 技术已经被用于家庭和专用场所的游戏，用于房地产环境中的虚拟游览，用于教育和培训目的，以及用于远程参与音乐会或体育赛事等活动。

虽然 VR 拥有广阔的前景，但 AR 和 MR 用例具有更大的变革潜力。在 VR 中，头戴式耳机切断了用户与周围环境的联系，限制了他们的移动性[3]。有了 AR，用户可以身临其境，甚至在使用 HMD 时也可以自由移动。许多智能手机用户体验过基础的 AR 技术，比如 Pokémon Go 之类的游戏，以及让购物者在购买之前可以看到新家具摆放在家里的应用。然而，当 AR 技术与 HMD 结合使用时，会变得更加强大。通过解放用户的双手，AR HMD 会改变用户交互方式。事实已经证明，在解放双手的同时，将信息叠加在现实世界中，可以极大地提高员工的工作效率[4]。

●●虽然 VR 拥有广阔的前景，但 AR 和 MR 用例具有更大的变革潜力 ●●

XR 边缘处理架构

目前市场上已经有大规模的 VR HMD，但它们仍在迅速发展。由于 VR 应用通常是处理密集型的，所以启用高端 VR 需要将 HMD 连接到高端处理单元——通常是功能强大的 PC 或游戏机。具有本地处理能力的 VR HMD 也开始面世，但它们相对较大、较重，无法提供与使用设备外处理时相同的体验。

目前市场上也有 AR HMD，主要用于企业[5]。如想推广到大众市场，则需要在其易用性、外观和内容方面进行进一步的改进[6]。由于处理能力、存储、电池寿命和散热能力的限制，打造时尚的小型 HMD 以满足 XR 的需求具有挑战性。我们认为，解决这些挑战的最佳方法是将部分 XR 处理分流到移动网络边缘。

术语和缩略语

5GC – 5G 核心 | AAS – 高级天线系统 | AR – 增强现实 | CG – 配置授权 | CoMP – 协调式多点 | DAPS – 双激活协议栈 | DC – 数据中心 | DL – 下行链路 | E2E – 端到端 | L4S – 低延迟、低丢失、可扩展吞吐量 | HMD – 头盔显示器 | MBB – 移动宽带 | MR – 混合现实 | SPS – 半静态调度 | TRP – 传输接收点 | TTI – 传输时间间隔 | UE – 用户设备 | UL – 上行链路 | VR – 虚拟现实 | XR – 扩展现实

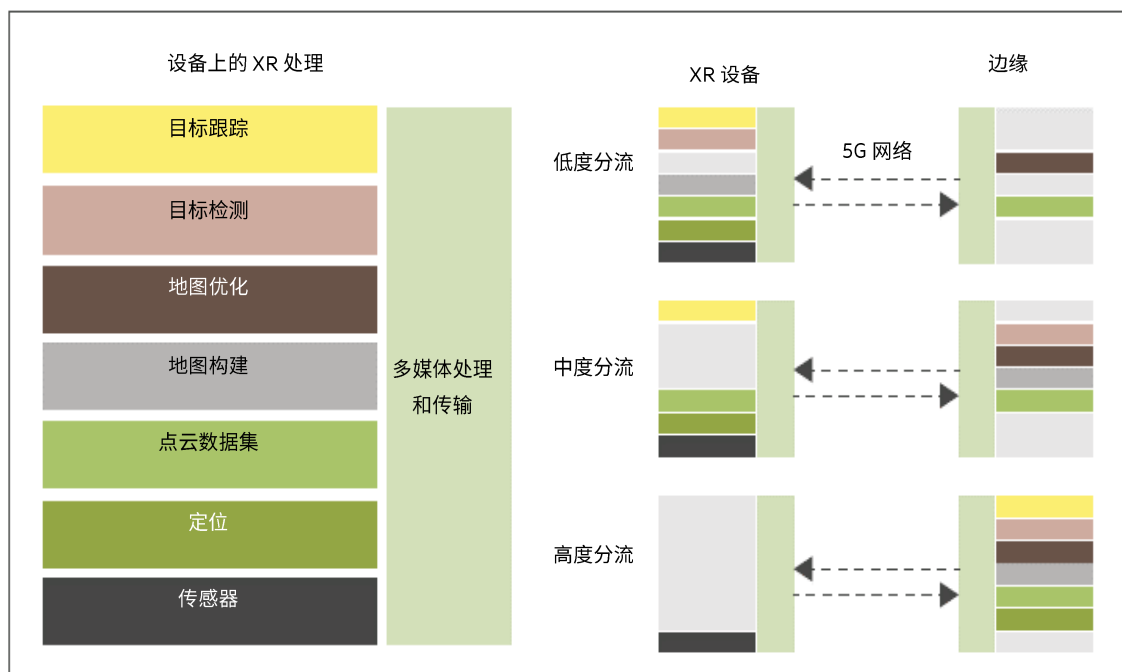


图 1 具有 5G 连接的拆分架构选项

图 1 展示了 XR 的八种主要功能类型，以及如何在 XR 设备和网络边缘之间进行拆分。XR 处理的主要组成部分包括 SLAM（同步定位、地图构建和地图优化）[7]和点云数据集[8]、手势和姿态估计[9]、目标检测和跟踪[10]以及多媒体处理和传输。多媒体处理和传输的示例为渲染、异步时间扭曲[11]以及视频、音频和传感器编码。

图 1 还展示了用于拆分 XR 处理的三种架构：低度分流、中度分流和高度分流。我们的内部研究表明，低度分流可将设备能耗降低三倍，而中度分流可将设备能耗降低四倍。高度分流可将设备能耗降低 7 倍以上。

●● 我们的内部研究表明，高度分流可将设备能耗降低 7 倍以上 ●●

在低度分流架构中，几乎所有处理都在设备上完成。点云数据集、空间地图生成和定位都发生在设备上。随着点云和空间地图部分的构建，点云通过多媒体处理压缩，通过 5G 网络传输到边缘，在边缘创建上传的空间地图数据，并合并到现有的全球空间地图数据中。在设备上执行目标检测和跟踪。渲染可以在设备本地或网络边缘进行。

在中度分流情况下，在设备上执行定位和目标跟踪功能。在网络中生成空间地图和点云数据集。使用视频编解码器压缩关键图像帧，并将其发送到网络边缘以生成空间地图和点云数据集，并执行目标检测。在网络边缘，创建点云数据集和空间地图，并与全局点云数据集和空间地图进行合并。

●● XR 连接需求取决于拆分架构的级别和目标 QoE ●●

重叠渲染发生在网络边缘。边缘渲染的视频和音频内容被编码成视频和音频流，并与渲染网格数据一起传输到设备。

在高度分流情况下，只有传感器数据通过上行链路发送。传感器数据包括相机数据。许多 AR/VR 设备都有多个摄像头，包括红外和 RGB (红、绿、蓝) 摄像头。传感器数据还包括诸如 LiDAR (光探测和测距) 和 IMU (惯性测量单元) 之类的传感器。图像数据使用诸如动态影像专家小组 (MPEG) 高效视频压缩编码 (HEVC) 或多功能影像编码 (VVC) 之类的视频压缩技术进行编码。

针对 IMU 数据提出了几种压缩技术，如增量编码、线性外推、二阶到五阶多项式回归和样条外推 [12]。有许多技术可以压缩由 LiDAR 传感器生成的三维点云。ISO/MPEG 目前有两个点云压缩标准化的发展方向，

即基于视频的点云压缩 (V-PCC) 和基于几何的点云压缩 (G-PCC)。LiDAR 包含在 MPEG G-PCC 方向中 [13]。边缘渲染的视频和音频内容被编码成视频和音频流，并与渲染网格数据一起传输到设备。

XR 流量特征和连接需求

XR 流量的特征是，来自/流向同一 XR 设备的姿态和视频混合，视频帧大小随时间变化，IP 分段后具有应用抖动的准周期性数据包到达。由于应用处理时间的不确定性，流量到达 RAN 的时间是周期性的，具有不可忽略的抖动。视频帧的大小要大一个数量级，同时，与语音或工业控制通信中的数据包相比，随着时间的推移，视频帧大小并不固定。每个帧的分段是预期的，这意味着数据包以突发方式到达，必须一起处理以满足严格的有界延迟需求。

XR 连接需求依赖于拆分架构的级别和目标 QoE，从而产生广泛的比特率和有界延迟需求。图 2 展示了生态系统 (包括 3GPP) 的发展，对 AR、VR 和云游戏的 5G 连接需求 [14]。这些需求假设在拆分架构中采用本地处理技术，以减少消费者延迟需求 [15]。请注意，延迟和可靠性需求基于视频帧 (或文件) 级别，不包括应用错误和延迟。

用例	DL 比特率 (Mbps)	UL 比特率 (Mbps)	单向延迟 (ms)	帧可靠性 (%)
云游戏	8-30	~0.3	10-30	≥99
VR	30-100	< 2	5-20	≥99
AR	2-60	2-20	5-50	≥99

图 2 5G 网络的用例需求

对于下行链路 (DL) 视频流量, VR 通常需要比云游戏更高的比特率, 才能在使用 HMD 时支持视网膜分辨率, 而由于低延迟编码, 压缩效率较低。某些用于会话业务的 AR 应用可以将 DL 视频流量作为 VR。然而, 它们可能具有较低的分辨率, 只在显示器的一部分上渲染视频, 从而导致其比特率比 VR DL 视频更低。此外, 它们可以具有用于目标检测和跟踪的上行链路 (UL) 视频流, 但是比特率要求可以比 DL 视频低。所有云游戏、AR 和 VR 都包括 UL 中的姿态流量, UL 的比特率比视频流量低得多, 但 AR 和 VR 将比云游戏有更高的比特率要求, 以传递更多姿态信息 (例如六个自由度)。

与云游戏相比, AR 和 VR 对端到端 (E2E) 的有界延迟要求更为严格, 因为人对 3D 虚拟环境中的差异更敏感。

例如, 人们普遍认为, 当一个人佩戴 VR 头盔时, 将运动呈现给光子延迟大于 20ms 会开始引起恶心。异步时间扭曲[11]等处理技术在一定程度上放宽了延迟需求, 使 VR 在 5G 网络上变得可行。对于 AR, 目标检测可以在网络边缘执行, 并且可以在设备上执行目标跟踪, 如图 1 中的低度分流和中度分流情况所示。通过在网络中执行目标检测并在设备上执行跟踪, 可以将 5G 网络的有界延迟需求放宽到 50ms。

用于时间关键型通信的网络架构

时间关键型通信是一个新兴的 5G 概念, 用于实现具有可靠低延迟需求的业务, 如 XR[2]。其目标是确保在特定延迟范围 (X ms) 内以所需的可靠性级别 (Y %) 保护数据传输。

根据用户需求, X 的延迟从几十毫秒到 1 毫秒不等, Y 的可靠性从 99% 到 99.999% 不等。为了确保有界延迟, 系统可能必须在容量、吞吐量、能效或覆盖方面做出妥协。

5G RAN、5G 核心 (5GC) 和传输网络以及设备共同构成了 E2E 可靠性和延迟。E2E 延迟是每个组件的单个延迟贡献的总和。E2E 可靠性不能优于最薄弱环节的可靠性。

5GC 和应用的边缘部署是减少应用和 RAN 之间传输延迟的关键。如果应用托管在中央国家数据中心 (DC), 传输网络往返延迟可能在 10-40ms 左右, 具体取决于到 DC 的距离和传输网络的构建情况。通过将应用移动到区域 DC, 传输延迟可以减少到 5-20ms, 边缘站点甚至可以减少到 1-5ms。对于具有本地托管的网络功能和应用的本地网络部署, 传输延迟可以忽略不计[2]。

可实现的 RAN 延迟/可靠性性能取决于一般部署因素 (例如频带、带宽、站点间距离、数字学、双工方案和 TDD 配置)、RAN 和用户设备 (UE) 能力 (就硬件和软件特征而言) 以及流量特征 (例如数据速率和数据包大小)。

实现时间关键型通信的 5G 工具箱

为确保 XR 应用在 5G 网络上正常工作, 必须使用具有优化 QoS 流的 5G QoS 框架将 XR 流量与尽力服务 MBB 流量分开, 如图 3 顶部所示。这使得能够在整个移动网络中特别是在 RAN 中优化 XR 的处理, 以减轻不同的延迟来源。

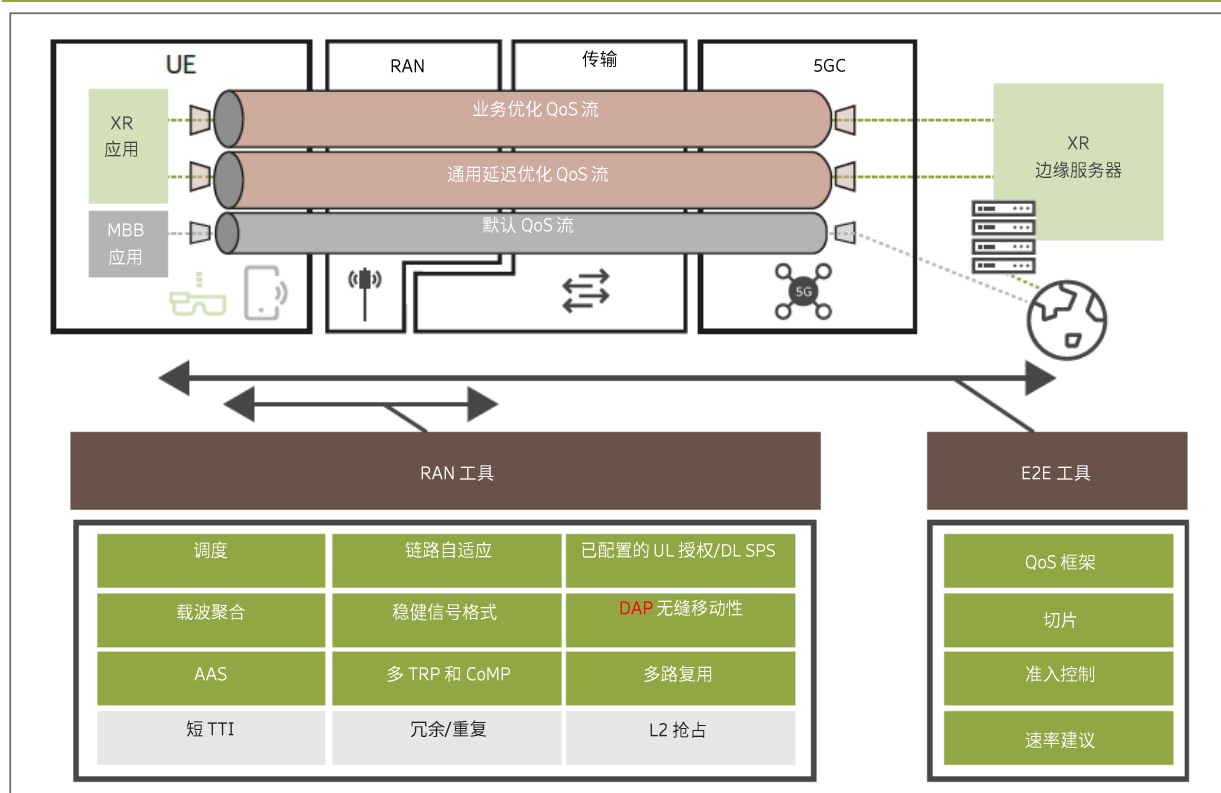


图 3 实现时间关键型通信的 5G 工具箱——对 XR 非常重要的工具标记为绿色

为 XR 和其他业务提供有界延迟需要防止延迟和中断。图 3 的下半部分提供了用于实现时间关键型通信的全面 5G 工具箱，该工具箱可以克服以下五个导致延迟和中断的原因：

1. 拥塞
2. 动态无线电环境
3. 标准/协议
4. 移动性
5. 设备节能

拥塞

当终端主机以高于网络所能承受的比特率传输时，有几种方法可以减轻与拥塞相关的延迟。对于速率自适应流量，如 XR 和云游戏，快速应用速率自适应是避免拥塞的关键。低延迟、低丢失、可扩展吞吐量（L4S）是一种现有方法，可快速指示来自网络的拥塞，可应用于 RAN，支持 RAN 速率建议，并形成 5G 上速率自适应的通用框架基础[16]。

例如，网络切片和无线资源划分以及准入控制和延迟优化调度是为时间关键型业务预留网络资源并避免拥塞相关延迟以提供最低保证比特率的重要工具。网络切片还有助于保护 MBB 和其他业务免受资源密集型、时间关键型业务的影响。

动态无线电环境

高级调度与稳健链路自适应和信号传输格式是对抗与动态无线电环境相关延迟（例如衰落/阻塞和干扰）的重要工具。高速率 XR 流量对这些工具提出了新的要求，以提供非常高的频谱效率，同时确保可靠和及时的视频帧传输。高级天线系统（AAS）在改善链路预算、减少干扰和增加空间复用方面具有巨大的潜力，最终为 XR 带来更大的无线电系统容量。

●● 5G QoS 框架使建立为特定流提供优化网络处理的 QoS 流成为可能 ●●

标准/协议

最大限度降低与标准/协议相关的延迟的功能包括预调度、UL 配置授权 (CG) 和 DL 半静态调度 (SPS) 等工具。例如, 可以使用周期性 CG 和动态授权的组合来减少由大小变化的周期性帧组成的 UL AR 流量的延迟。XR 流量到达时间特征要求进一步优化 UL CG 和 DL SPS, 以避免不必要的等待时间。从 SDAP (服务数据自适应协议) 到物理层 (包括 PDCP (分组数据汇聚协议)、RLC (无线链路控制) 和 MAC (媒体接入控制)) 的协议增强对于提高 XR 应用的容量也可能非常重要。例如, 可以提高控制信令效率, 以便为大型 XR 视频帧所需的多个无线资源分配提供授权。

移动性

时间关键型业务对移动性性能的要求远比 MBB 业务严格。对于 XR 业务, 移动性中断需要远低于帧间到达时间 (通常在 15-50ms 之间) 才能不被注意到。这将需要更智能、更快的网络算法以及更严格的设备处理要求。5G 新无线电提供了一些支持无缝和更稳健的移动性的选项, 包括多传输接收点 (多 TRP)、双激活协议栈 (DAPS) 切换和有条件切换。

设备节能

设备节能对于低功耗 XR 设备非常重要, 而 XR 流量到达时间特征也要求进一步优化不连续接收。

RAN 中的流量感知

3GPP 未来标准化工作的一个有趣领域是, 通过提高 RAN 中的 XR 流量感知, 进一步优化 5G 性能和容量, 特别是针对应用层可能难以处理的非常短期的流量变化。例如, 如果 RAN 有能力知道哪些 IP 数据包与同一个应用框架相关联, 那么它可能会利用这一知识优化无线电资源分配、调度、链路自适应、数据包丢弃和其他功能, 以增加容量。

面向扩展现实的 5G QoS 方法

5G QoS 框架使建立 QoS 流成为可能, 除了 MBB 使用的默认 QoS 流之外, 还可以为特定流量流提供优化的网络处理。可以通过使用 5GC QoS 公开应用编程接口来通信业务需求, 或者通过流量检测与预先配置的业务需求 (例如依赖标准化的 5G QoS 标识符特征) 来建立这些额外的 QoS 流。可以为 XR 实施两种互补的 5G QoS 方法: 通用延迟优化 QoS 流和业务优化 QoS 流。

RAN 部署	频率分配	最小比特率	最大延迟	帧可靠性
广域	中频 FDD 2x20MHz@2GHz	DL: 8-30Mbps UL: 2-10Mbps	DL: 10-30ms UL: 10-30ms	99%
	中频 TDD 100MHz@3.5GHz			
室内	中频 TDD 100MHz@3.5GHz	DL: 30-60Mbps UL: 10-20Mbps	DL: 10-30ms UL: 10-30ms	99%
	mmWave 800MHz@30GHz		DL: 5-10ms UL: 5-10ms	

图 4 5G RAN 的模拟假设

通用延迟优化 QoS 流

可在任何网络中实施的通用延迟优化 QoS 流是一个重要工具，可帮助包括 XR 在内的高速率、速率自适应、时间关键型应用和业务的大型生态系统涌现，并有望像 MBB 和智能手机那样蓬勃发展[16]。实施此类通用 QoS 流使网络能够向应用提供基于 L4S 的早期 RAN 拥塞检测和快速速率建议，以及针对低延迟和抖动（而不是吞吐量）进行优化的数据包处理。由于不依赖于特定业务需求的知识，它避免了应用和网络之间的紧密耦合。

业务优化 QoS 流

例如，在需要增加覆盖或容量同时仍提供良好的最小 QoE 的情况下，可以针对在数据包延迟预算、误包率、最小保证比特率等方面具有已知业务需求的特定 XR 业务来建立业务优化 QoS 流。这需要应用和网络之间更紧密的耦合，这增加了生态系统的复杂性，但提供的 QoE 超出了通用延迟优化 QoS 流所能实现的范围，并且可能是要求最苛刻的 QoS 应用所必需的。

部署策略

为了深入了解不同 XR 应用的 5G 网络部署战略，我们对广域部署和室内企业部署进行了模拟研究。对于广域场景，我们根据需求评估了中低端 XR 应用的容量。对于室内部署，我们还考虑了高端应用。图 4 中总结了模拟研究的假设。99%的帧可靠性意味着，如果将每个帧分段为 10 个以上的 IP 数据包，则误包率不到 0.1%。

广域场景基于伦敦市中心的宏部署，站点间距离约为 450m。对于中频广域部署，我们包含了一个 AAS，在 3.5GHz 和 2GHz 带宽每极化分别有 32 个元件和 16 个元件。室内部署还假设 AAS 在 3.5GHz 和 30GHz 带宽每极化分别有 8 个元件和 32 个元件。评估中使用了具有四个接收器分支的设备。室内布置假设有一个 120m×50m 的开放办公区域，在该区域的天花板上放置了四个微微站点，每个站点有三个扇区。对于 TDD 频带，我们假设采用 4:1 DL 和 UL 配置。

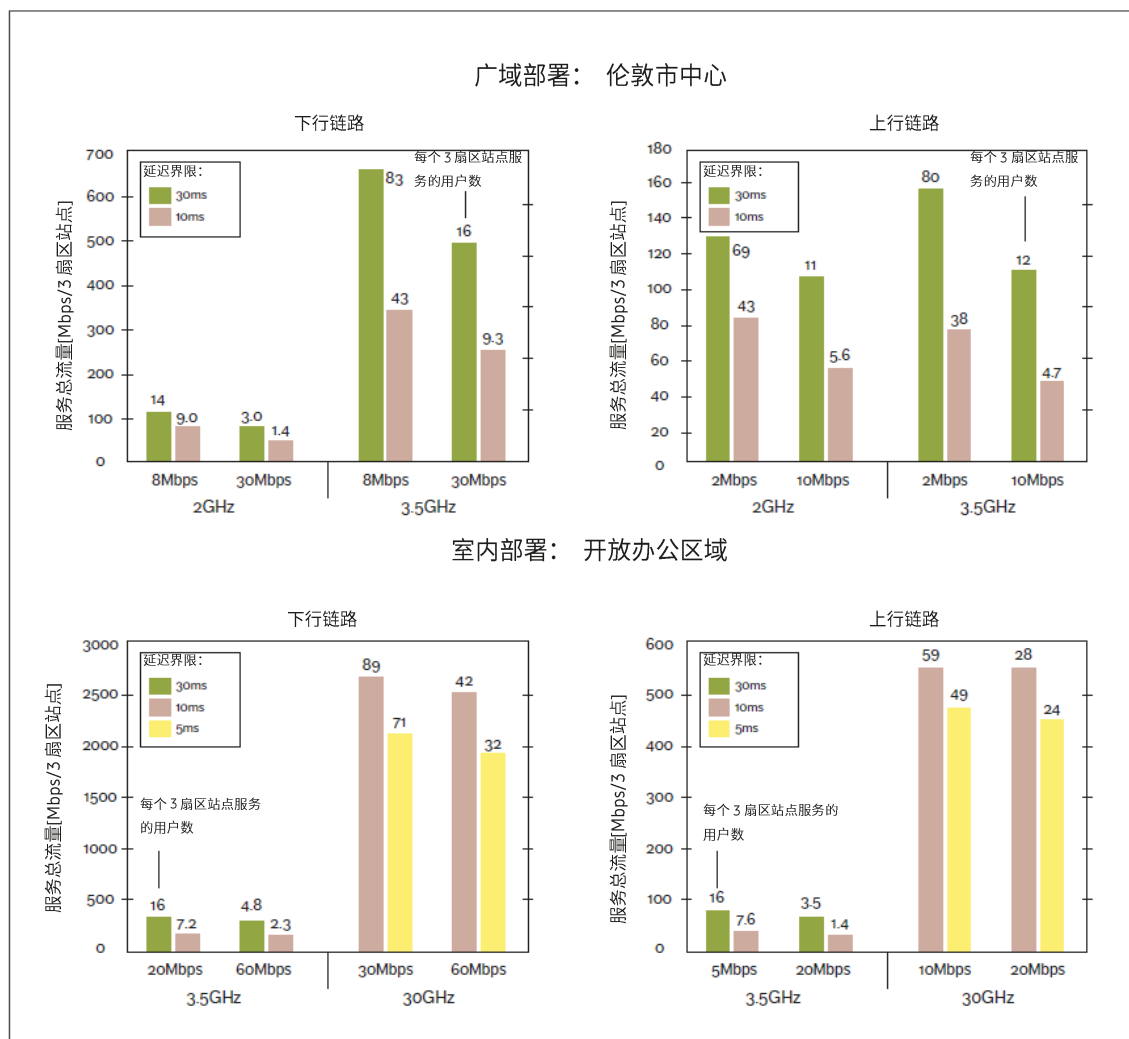


图 5 满足各种需求的 5G RAN 服务流量

图 5 显示了广域和室内部署场景的平均服务流量（每个用户的最小比特率和最大延迟需求的不同组合），分别假设覆盖率为 90%和 95%。

根据小区吞吐量和每个用户的最小比特率，可以推导出每个小区同时服务的最大用户数，如图 5 中每个条形的旁边所示。当小区容量未得到充分利用时，应用可以通过速率自适应来提高比特率，以获得更优的 QOE。

我们可以观察到，通过增加最小用户比特率要求或通过降低最大延迟目标，所服务流量中的小区容量降低。在给定延迟预算下增加用户比特率要求会产生更多干扰和资源消耗，从而导致服务的总流量更少。类似地，当降低给定比特率要求的延迟要求时，更严格的延迟目标意味着资源在更短的时间范围内可用，这导致服务的用户更少。

这些结果表明，随着利用中频的 5G 网络铺设，通信服务提供商可以开始在大范围内解决云游戏和低端 AR 用例（对于消费者和企业而言），并逐步发展功能和密集部署，以满足更大覆盖范围以及在吞吐量和有界延迟方面更苛刻的要求。

对于在主题公园、工业园区或办公室等较小地理区域内有覆盖需求的用户，有机会通过室内部署支持高端 XR，并通过核心网络的本地分支来满足更严格的延迟和更高的比特率要求。

结论

虽然扩展现实 (XR) 对于企业和社会都具有变革的潜力，但由于诸如发热以及小型头戴式设备的有限处理能力、存储和电池寿命等问题，还没能受到广泛采用。通过 5G 中的时间关键型通信功能，将 XR 处理分流到移动网络边缘，使克服这些挑战成为可能。移动网络运营商正在进行 5G 铺设，这使他们处于有利位置，能够大规模实现 XR。

进一步阅读

- » 开启更好的 5G 网络，网址为：<https://www.ericsson.com/en/5g/5g-networks>
- » 爱立信 5G，网址为：<https://www.ericsson.com/en/5g>
- » 5G 和边缘计算如何增强虚拟现实，网址为：<https://www.ericsson.com/en/blog/2020/4/how-5g-and-edge-computing-can-enhance-virtual-reality>
- » 与 5G NR 进行时间关键型通信的技术概述，网址为：<https://www.ericsson.com/en/blog/2021/2/time-critical-communication--5g-nr>

参考文献

1. Ericsson Mobility Report, November 2020, available at: <https://www.ericsson.com/4adc87/assets/local/mobility-report/documents/2020/november-2020-ericsson-mobility-report.pdf>
2. Critical IoT connectivity: Ideal for time-critical communications, Ericsson Technology Review, June 2, 2020, Alriksson, F; Boström, L; Sachs, J; Eric Wang, Y.-P; Zaidi, A, available at: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/ericsson-technology-review/articles/critical-iot-connectivity>
3. Merged Reality: Understanding how virtual and augmented realities could transform everyday reality, Ericsson ConsumerLab, June 2017, available at: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/consumerlab/reports/merged-reality>
4. Augmented Reality Is Already Improving Worker Performance, Harvard Business Review, March 13, 2017, Abraham, M; Annunziata, M, available at: <https://hbr.org/2017/03/augmented-reality-is-already-improving-worker-performance>
5. Augmented Reality Headsets Market, Industry Report, 2019-2025, Grand View Research, November 2019, available at: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/augmented-reality-ar-headsets-market>
6. Is 2021 finally the year for smart glasses? Here's why some experts still say no, CNBC Evolve, January 23, 2021, Subin, S, available at: <https://www.cnbc.com/2021/01/23/why-experts-dont-expect-smart-glasses-to-surge-in-2021.html>
7. AR Products Enhance its Accuracy Through SLAM Technology, PS Marketing Intelligence, February 24, 2021, Shrivastava, D, available at: <https://psmarketing.home.blog/2021/02/24/ar-products-enhance-its-accuracy-through-slam-technology/>
8. Point clouds and VR: The future of point cloud visualisation, Vercator blog, April 21, 2020, Thomson, C, available at: <https://info.vercator.com/blog/point-clouds-and-vr-the-future-of-point-cloud-visualisation>
9. Pose Estimation Guide, Fritz AI, 2021, available at: <https://www.fritz.ai/pose-estimation/>
10. Object Detection and Pose Tracking for Augmented Reality: Recent Approaches, HAL, 18th Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision (FCV), February 2012, Uchiyama, H; Marchand, E, available at: <https://hal.inria.fr/hal-00751704/document>
11. The asynchronous time warp for virtual reality on consumer hardware, Proceedings of the 22nd ACM Conference on Virtual Reality Software and Technology (pp. 37-46), 2016, van Waveren, J.M.P, available at: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/2993369.2993375>
12. Lossless Compression of Human Movement IMU Signals, Sensors (Basel), October 2020, Chiasson, D; Xu, J; Shull, P, available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7590134/>
13. 3D Point Cloud Compression: A Survey, Web3D '19, Los Angeles, CA, USA, July 26–28, 2019, Chao Cao, C; Preda, M; Zaharia, T, available at: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3329714.3338130>
14. Study on XR Evaluations for NR (RP-193241), 3GPP TSG RAN Meeting #86, 2019, available at: https://www.3gpp.org/ftp/TSG_RAN/TSG_RAN/TSGR_86/Docs/RP-193241.zip
15. Extended Reality (XR) in 5G (Release 16) TR 26.928, V16.1.0, 3GPP Technical Specification Group Services and System Aspects, December 23, 2020, available at: https://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/26_series/26.928/26928-g10.zip
16. Enabling time-critical applications over 5G with rate adaptation, Ericsson white paper, 2021, available at: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/white-papers/enabling-time-critical-applications-over-5g-with-rate-adaptation>

作者想感谢以下人士对这篇文章的贡献：Henrik Ronkainen、Christer Östberg、Emma Wittenmark、Oskar Drugge、Yashar Nezami、Lisa Englund、Jonas Ericsson、Per Willars、Kjell Gustafsson、Eric Blomquist、Ben Wilmot、Ann-Christine Eriksson、Håkan Olofsson、Johnny Karlsen、Reiner Ludwig、David Lindero、Ingemar Johansson 和 Marie Hogan、Héctor Caltenco 以及 José Araújo。



Fredrik Alriksson

◆ 是 Development Unit Networks 的研究员，引领物联网和新产业的战略技术和概念开发。他于 1999 年加入爱立信，从事架构演进方面的研发工作，涉及范围广泛的技术领域，包括 RAN、Core、IMS 和 VoLTE。Alriksson 拥有瑞典斯德哥尔摩皇家理工学院电气工程硕士学位。



Du Ho Kang

◆ 是 Ericsson Research 的高级专家，于 2014 年加入公司。

他的专长是对各种国际标准化和频谱管理机构（包括 3GPP RAN、ETSI BRAN（欧洲电信标准化协会宽带无线电接入网络）和 ITU-R（国际电信联盟-无线电通信部门））进行 5G 及 5G 之后概念开发和性能评估。他目前的兴趣是为新兴业务开发未来的 RAN 概念。Kang 拥有皇家理工学院无线基础设施和部署博士学位。



Chris Phillips

◆ 是爱立信研究部门的首席研究员，也是公司内部 XR 研究项目的技术负责人。他自 2007 年以来一直在爱立信工作。他的主要专长领域是视频处理和传输优化。

他的最新工作重点是用于 VR、360 视频、云游戏的注视点远程渲染，以及针对点云数据集的分布式空间地图的处理/传输优化。他还活跃在 3GPP SA4、VRIF、SVA 和 OpenXR 组织中。Phillips 拥有美国乔治亚大学计算机科学硕士学位。



Jose Luis Pradas

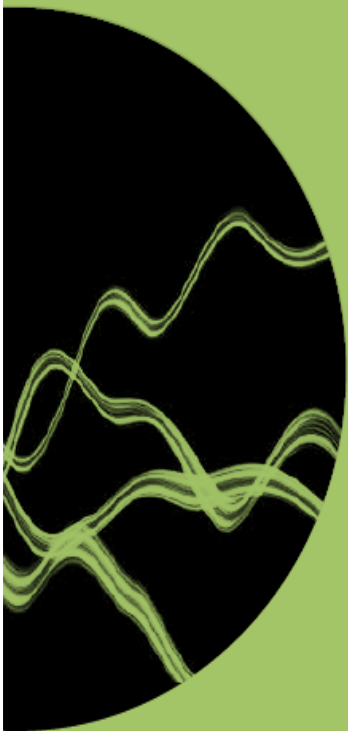
◆ 是爱立信研究部门的首席研究员，目前的工作重点是 RAN 增强，以支持 5G 网络中的 XR 服务。他于 2007 年加入爱立信，从事研究工作，在架构和 RAN 协议方面执行概念开发，并推动 3GPP 标准化。

Pradas 拥有西班牙瓦伦西亚理工大学电信专业理学硕士学位，以及芬兰赫尔辛基理工大学通信专业理学硕士学位。



Ali Zaidi

◆ 是爱立信蜂窝物联网的战略产品经理，也是公司物联网能力主管。自 2014 年加入爱立信以来，Zaidi 一直致力于 4G 和 5G 无线接入的技术和业务开发。他目前负责用于时间关键型通信、工业自动化、XR 和汽车的爱立信无线电产品。Zaidi 拥有皇家理工学院的创新管理硕士和电信博士学位。



ISSN 0014-0171
284 23- 3361 | Uen

© Ericsson AB 2021
Ericsson
SE-164 83 Stockholm, Sweden
电话： +46 10 719 0000