

未来网络驱动无处不在的元宇宙 移动性

作者：ERIK EKUDDEN, CTO

过去几年，商界、社会和政府的利益相关者对未来关键网络能力和性能期望大幅提高。这主要是由于数字基础设施在疫情期间的稳定性能表现。与此同时，电信行业积极响应联合国可持续发展目标，继续投资不断演进的5G和6G的研究，打造一个值得信赖的通用开放连接平台，加速数字化发展，提高社会、经济和环境成果。

印度实业家和慈善家拉坦·塔塔 (Ratan Tata) 曾说过：“如果你想走得快，就一个人走。但是如果你想走得远，就要一起走。”在我看来，他的话在今天比以往任何时候都更适用。为了在未来几年支持更广泛的合作，我们需要建立一个扩大的生态系统，在开放接口、开源和开放创新的支持下，增强开发能力。这一扩大的生态系统将促进通信和计算资源集成到一个持续增强的智能网络计算结构中，以便随时随地提供数据处理和智能。而系统能效是该网络计算结构的一个基本设计优化参数。

除了技术解决方案外，该生态系统还将在应用、广告、设备和支付等领域开创出新的商业模式，以推动规模化并提高客户效率。这包括优化消费者为各类服务付费的意愿，从尽力而为的服务质量转变为有保证的服务质量 (QoS)。

未来十年，扩展现实 (XR) 和沉浸式通信将发挥优势，实现完全的虚拟元宇宙，并将虚拟内容嵌入现实环境。在去年的趋势报告中，第一个趋势讲到了将现实世界和数字世界融合的数字表示背后的技术。这之后，我就注意到元宇宙相关技术上的巨大投资，

例如在设备、芯片组、开发平台和应用领域。

今年，我选择了下述3个网络趋势，作为我的年度技术趋势报告的焦点：一个支持业务驱动型企业创新的统一网络平台；用于沉浸式用户体验的连接；以及对高性能网络的追求。

趋势#1和#2——以及它们之间的紧密联系——对即将到来的6G系统提出了极其苛刻的性能要求，以此支持多样的企业用例，进而增强服务差异化。也正是这些要求，直接引出了趋势#3。

什么是元宇宙？

元宇宙是下一代互联网的一种常见表达方式，它具有实时性、空间性和交互性。这个词最初是由尼尔·斯蒂芬森 (Neal Stephenson) 在其1992年出版的小说《雪崩》中创造的。现在，它的确切含义因人而异。对一些人来说，元宇宙存在于一个纯粹的虚拟世界中，人们通过虚拟现实头戴设备体验这个世界。而对于其他人来说，它能在现实世界中发挥强大的作用，通过增强现实或更具交互性的混合现实，让人们体验到数字叠加的内容。在元宇宙中，你和/或你的化身能够自然交互，看对方的眼睛，感知肢体语言，甚至触摸对方。

趋势#1 支持业务驱动型企业创新的统一 网络平台

一个统一的网络平台将支持和推动各种创新企业用例的开发。这些用例大多涉及人与人之间的易于使用的沉浸式体验交付，以及智能机器之间或人与机器之间的自主通信和操作。因此，这个统一网络平台将作为连接不同生态系统的开放创新平台，促进各方协作以及业务增长。

推动应用创新的一个关键是通过开放、易用的网络功能，让网络用户/开发人员更好地交互。这类功能是指实现生产力、通信、协作、游戏和增强视频的功能。统一网络平台将提供聚合能力，使生态系统中的参与者能够进行互操作，以确保统一性和全球覆盖。这些开放的网络功能将优化应用性能和用户体验。开发者可以根据应用/消费者的需求，如体验质量（QoE）、性能、安全性和隐私级别，自由选择差异化服务。

架构

实现统一网络平台的一个基础是可以聚合和增强来自不同网络的开放服务。通过开放应用程序编程接口（API）开放的功能有：QoS预测、空间信息、

用户身份、服务授权、即时无线覆盖和用户密度图。为了管理不同的运营商的网络接口，统一网络平台将确保开放的网络功能的聚合和路由的安全性。这些网络功能将通过整合源自全球生态系统的其他增值功能而得到增强。例如，空间权限管理的中介和互操作性功能。

统一网络平台开放的网络功能和服务，将使开发者生态系统能够构建新的应用并将其变现。开放的服务范围广泛，从基本的聚合5G网络功能、统一通信服务，一直到有保证的QoS、实时游戏、XR对话和专用工业服务等更高级的服务。利用网络切片的高级的高度差异化服务将根据服务水平协议（SLA）提供。统一网络平台将提供一个统一的软件开发环境，实现服务和应用创新的激增。

统一网络平台将受益于行业的统一。因为它确保了成本效益，带来了更快的创新和行业普及。特别是对于电信行业来说，通过开放的API统一开放的网络能力，才能在创新企业业务开发过程中实现简单易用。



趋势#2 用于沉浸式用户体验的连接

为了充分发挥XR、人工智能（AI）、物联网（IoT）和感官互联网等技术的潜力，许多的网络能力需要在未来十年以指数级增长。在成功应对了前几代技术的指数级增长后，我们的行业现在正在投资演进5G和6G研究，以满足未来的需求。

行业领先企业需要实现与传统上主导IT行业的尽力而为的服务相区别的QoE差异化服务。有保证的QoE需要涉及设备、网络、分布式和中央计算以及应用参与者的端到端（E2E）生态系统的解决方案。这需要生态系统中不同参与者之间的合作，以建立开放标准，实现全球规模、创新、互操作性和高性能。

为扩展现实敞开大门

随着设备和网络能力的提高，XR应用将从最基本的功能开始，逐步发展起来。促成这一演变的重要应用集群包含游戏、娱乐、社交、零售、购物和虚拟工作等。

现有的XR应用主要是一个用户使用，该用户身处预定义的静态环境中，而半静态的沉浸式内容，只是部分地适应环境，例如映射到地板或另一个平面。而未来的数字内容，将适应包含移动对象和人员的动态环境，这意味着新的XR应用需要开始适应这种动态演变。

随着XR技术的不断成熟，我们最终将有可能实现让多个用户身处同一个动态环境中，而且数字内容将能够动态适应环境。实时遮挡渲染内容将实现完全空间化的数字体验。

要呈现沉浸式内容，现实环境需要被复制成名为“空间映射（spatial map）”

的数字格式。空间映射建立在静态物理环境数据（如房子和道路）的基础上，并覆以实时物理环境数据，如移动的汽车和行人。

要实现最佳渲染，空间映射信息还需要包括应用使用者的位置和朝向信息，包括他们的头部运动信息和视网膜中央区信息，即人眼负责高敏感度视觉的部分“目力所及”的区域。

网络演进

XR应用将对涵盖设备、连接、边缘和云的E2E系统，提出进行新的系统设计优化的要求。例如，空间映射计算和渲染分布将对设备能耗、重量和大小产生重大影响。为了设计出眼镜风格、纤薄外形且电池寿命长的标志性设备，就需要转移空间映射和渲染处理。爱立信的研究表明，将XR应用的数据处理转移到边缘，可以将设备能耗降低到原来的三分之一甚至七分之一，具体取决于设备的卸荷量。

由于媒体流的增加和媒体质量要求的提高，从传统2D媒体向高级沉浸式媒体服务的转变，增加了信息荷载。它对整个通信链路上的数据处理和传输比特率造成了很大的压力，具体取决于XR用例的实现方式，也就是说，它可能会影响上行链路、下行链路或两者兼有。例如，与移动宽带（MBB）流量相比（主要是下行链路流量大），设备空间映射计算卸荷（到边缘/云）将导致下行链路和上行链路的流量荷载更加对称。

为了保证XR应用的QoE，当设备计算被转移到边缘和云时，就需要严格的确定性时延要求。为了降低确定性时延要求，

厂商将实施智能设备内处理技术，例如异步时间扭曲，它将转换网络渲染内容，以补偿渲染和显示时间之间的姿势变化。

为了优化所有网络用户的QoE，运营商可以借助基于意图的网络切片，将XR应用的流量与其他MBB流量分开。此外，为了确保满足时延要求，他们还可以引入时间关键型通信功能，如无线接入网络（RAN）辅助速率自适应（使用低时延、低损耗、可扩展吞吐量技术）和时延优化调度。

广域蜂窝网络覆盖范围、容量和时延需求之间有着密切的联系。提高广域蜂窝网络覆盖率的关键参数是分配频谱效率和站点间距离。爱立信移动市场报告预测，2030年的流量增长将高于预期的频谱增加。由于这不足以支持预测的流量增长，网络致密化将变得越来越重要，它将确保容量需求和上行覆盖范围扩大，从而实现无限连接。

XR服务的日益差异化和新设备类型的多样化，要求网络能够支持更智能的交互。在认知网络中，这些交互的编排涉及到诸如设备登录、连接管理和QoS策略选择等任务。网络必须能够在设备、RAN、核心网、边缘和应用之间分配操作，以最小的E2E资源利用率，动态地满足QoE要求。在这方面，爱立信已经踏出第一步，即爱立信开发的Dynamic End-user Boost，这是一款智能手机应用，用户可以动态地优化QoE。



趋势#3 对高性能网络的追求

随着数字化进程的不断推进，许多人类体验将变得更具沉浸感。例如，“远程办公体验”会将身处不同地点的同事连接起来，就仿佛他们真的在同一个环境中一样。工业数字化将利用实体运营的完整数字表示（即数字孪生）来改进运营技术应用。全自动汽车的发展则又是一个我们周围正在发生的变革的极好的例子。提供动态、适应性和分布式连接服务的网络部署对于支持所有这些进步都至关重要。

提供比“尽力而为”更好的连接服务 未来连接服务的一个关键要素是全球范围广泛覆盖。无论室内还是室外，都要满足社会关键型MBB的要求，以及企业和工业的任务关键型和业务关键型应用的要求（要在特定位置具有极佳无线接入性能）。这种连接还要实现专用和公用网络之间或地面和非地面网络之间的无缝服务交付。

用例的连接要求有所不同，这体现在性能方面。有些用例要求数据包丢失

趋近于零，以及始终保持连接。这种时间关键型和确定性时延应用所需的无线资源，比目前公共网络提供的典型MBB多几倍。高性能网络与边缘（或云）的可靠和确定性处理的结合，将为关键型应用提供E2E的保证。

这种高性能网络还需要一种停机时间接近于零的网络解决方案。很重要的一点是，我们要考虑到所有网络节点和网段，以识别和攻克薄弱点，改善E2E服务的特性。E2E可用性和恢复能力

管理将通过应用感知网络提供，该网络将根据商定的QoS动态编排服务开通。

值得信赖的网络

到2030年，全球将连接数十亿的物联网资产、产品和机器。要确保其在10-20年的生命周期中高效、安全而低成本部署和运行，需要一个能够批量处理设备的全自动化流程。使用eSIM和iSIM等蜂窝凭据作为单一信任根将是确保全球覆盖的关键。

随着资源和应用的分布越来越广，工业机器人的大部分控制操作可以转移

到边缘计算环境中，其中有该机器人及其周围环境的数字表示。

对于满足客户和监管安全要求的E2E解决方案的需求正在迅速增长。为了解决这个问题，必须在“云-网络-设备-应用-用户”的分布式E2E链路中，对所有身份进行验证和授权。促进实现这一要求的最佳方法是实施基于“从不信任，始终验证”原则的零信任架构和控制。零信任解决方案特别依赖于基于意图的自动化，其构建基于人工智能技术，如机器学习和机器推理。

5G驱动的工业机器人概念验证

在爱立信5G-SMART项目中，全球领先的技术公司ABB和爱立信已经展示了，工业机器人的大部分控制操作可以转移到边缘计算环境中，其中有该机器人及其周围环境的数字表示。而这个边缘计算环境通过高性能5G网络，与这些

（移动）机器人连接。关键的机器人任务，如动作规划、定位、映射、运动规划和导航，都是在边缘执行的。车间的机器视觉系统可以连接到边缘云中移动机器人的控制系统，以实现亚厘米精度的精确机器人动作，支持各种机器人行为，如将移动机器人停靠在目标站点，以及执行拾取和放置操作等。

-2976 2312 3423 4245 5722 6821 7531

结语

数字化为个人、企业和社会提供了无限的机会。它赋能了强大的新解决方案，实现了任务关键型服务、沉浸式通信和无所不在的物联网。这些用例的成功推出——每个用例都有其独特的好处——将与它们使用的数字基础设施的性能直接相关。而性能是一个主要的竞争优势，因此，率先实现高性能服务的运营商将掌握先发优势。

无限连接、可信系统和认知网络是演进5G和6G的主要优势。演进5G和6G网络除了提供连接能力，还将成为智能、计算和空间数据的可信平台，鼓励开放式创新，并成为社会、工业和企业的信息脊梁。

统一网络平台是提供实现通用元宇宙移动性所需的性能、质量和规模的最有效系统，也是数字现实中人类和机器最经济的通信解决方案。它的另一个主要优势是，作为数字基础设施，它已经成为当今数字经济的一个组成部分，为生态系统提供了广泛的服务和业务逻辑。

在爱立信，我们坚信，建立可靠且可扩展的数字基础设施的最佳方式是加大业务驱动的投资，以及促进生态系统参与者之间的长期合作。基于这一点，我们专注对演进5G和6G的研发进行大量投资，并与客户、供应商、企业、行业乃至整个社会进行深入和长期的合作。我们将共同努力，让无限畅想变成无限可能，创造一个无限连接的世界，改善我们的生活，重新定义商业，并开创可持续发展的未来。

关于作者

作为爱立信集团首席技术官，Erik Ekudden负责制定爱立信的整体战略和技术领导方向。他在全球技术领导层的丰富工作经验影响了公司的战略决策及其在5G、6G、边缘计算、人工智能、增强/虚拟现实和物联网方面的投资。Ekudden的领导能力建立在他数十年的技术战略和行业活动相关的职业生涯之上。他于1993年加入爱立信，曾在公司担任多个管理职位，包括技术战略主管、美国圣克拉拉首席技术官以及标准化和工业主管。他还是瑞典皇家工程科学院的成员和《爱立信技术报告》的出版者。



扩展阅读

- » 爱立信技术报告, Five network trends towards the 6G era, 网址: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/ericsson-technology-review/articles/technology-trends-2021>
- » 爱立信技术报告, Holographic communication in 5G networks, 网址: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/ericsson-technology-review/articles/holographic-communication-in-5g-networks>
- » 爱立信技术报告, Service exposure and automated life-cycle management: The key enablers for 5G services, 网址: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/ericsson-technology-review/articles/5g-service-automation-key-enablers>
- » 爱立信技术报告, End-to-end network slicing orchestration – a key enabler for industry-vertical use cases, 网址: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/ericsson-technology-review/articles/end-to-end-network-slicing-orchestration>
- » 爱立信技术报告, XR and 5G: Extended reality at scale with time-critical communication, 网址: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/ericsson-technology-review/articles/xr-and-5g-extended-reality-at-scale-with-time-critical-communication>
- » 爱立信, 5G-SMART – a research collaboration for 5G in manufacturing, 网址: <https://www.ericsson.com/en/cases/2021/5g-smart>