

爱立信
技术评论

第7期, 2025年9月



CTO技术趋势报告2025:
推动下一波移动技术浪潮的
主要趋势



CTO技术趋势报告2025： 推动下一波移动技术浪潮的 主要趋势

作者：
Erik Ekudden, 爱立信首席技术官

随着全球各行业加速数字化转型, 移动网络正面临前所未有的需求。从沉浸式应用到数字孪生, 从自主运营到人工智能驱动决策, 未来的服务将需要比以往更快速、更智能且适应性更强的连接能力。为满足这些需求, 移动基础设施将不断演进——日趋自主化、可扩展, 并与更广泛的数字生态系统深度集成。一个融合先进连接能力、弹性云服务与人工智能的数字技术栈将在其中发挥关键作用, 尤其是在支持新兴应用的可扩展性方面。

ISSN 0014-0171 284 23-3412 | Uen
© Ericsson AB 2025
Ericsson, SE-164 83 Stockholm, Sweden
电话: +46 10 719 0000

过去一年, 整个行业在实现定制化程度更高、更可靠、更智能的移动体验方面取得了显著进展。水平架构的发展进步在这一过程中发挥了关键作用。我们看到, 将基础设施与业务逻辑分离的水平分层平台正日益普及。这一架构演进提升了移动网络的敏捷性, 允许在云环境中更灵活、独立地部署各种功能和服务, 从而加快创新步伐。如今, 运营商 (CSP) 能够更轻松、更轻松地通过标准化的应用程序编程接口 (API) 开放网络能力, 为动态、以客户为中心的服务交付奠定了基础。

未来的移动网络必须满足从个人消费者、企业客户到国家政府在内的多方利益相关者的需求。

这意味着网络不仅需要在技术上领先, 还必须具备可信赖性和韧性, 并能适应不同的监管和运营环境。同时, 这些网络还需支持多种新型商业模式。

企业日益要求其数字系统之间实现无缝集成, 这就需要具备高度适应性和灵活性的基础设施。

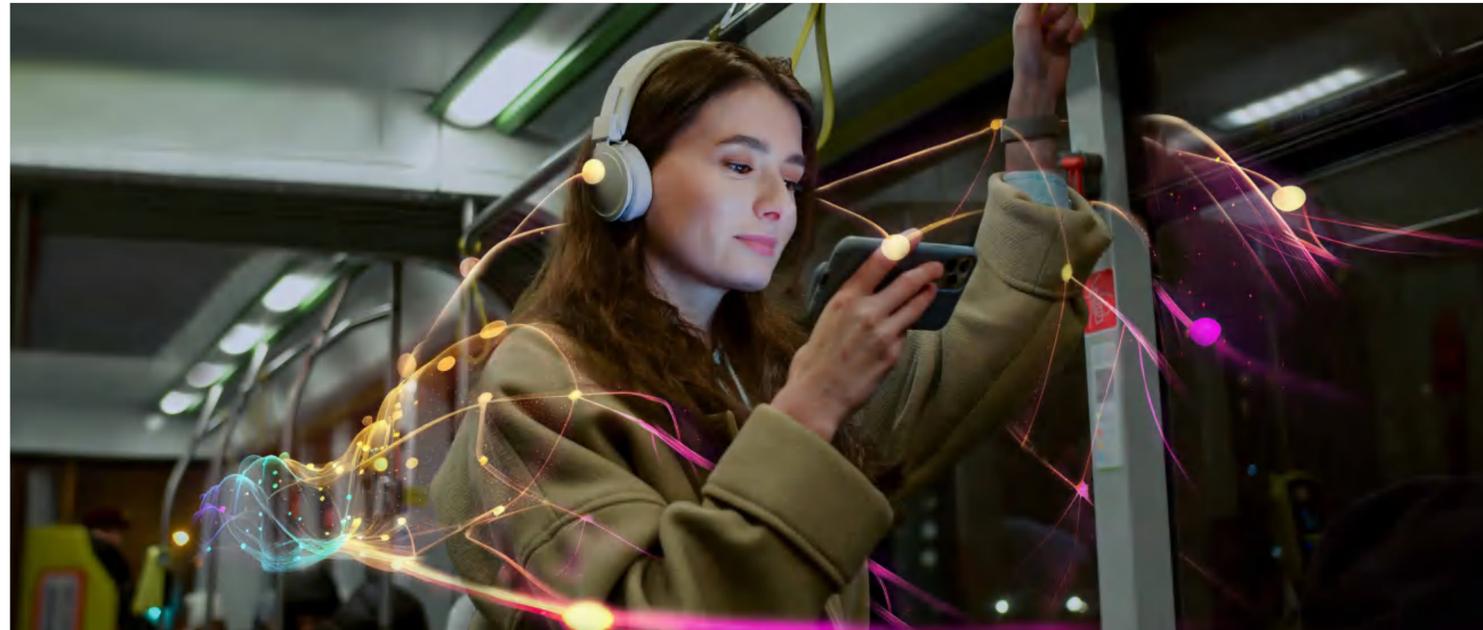
政府需要安全且具有主权掌控力的解决方案来支持关键服务。消费者则期望无论使用何种设备或身处何地, 都能获得无缝的高性能体验。以开放性、自主性和成本效益为核心理念构建的移动网络独具优势, 能够满足上述所有需求。

推动技术演进的三大宏观趋势

电气化、自动化和数字化正在塑造从物流到医疗等几乎所有经济领域的未来。这三大趋势均从根本上依赖于移动通信、云和人工智能技术, 以构建一个全面可扩展的数字技术栈。电气化需要超可靠、低时延的连接来管理分布式能源系统并确保实时响应能力。制造业、物流和城市基础设施等领域的自动化则依赖高速、确定性的通信来协调机器间交互及自主决策。数字化 (即将各种流程、服务和体验广泛转化为数字形式) 则需要可扩展的数据基础设施、无缝的云集成以及具备上下文感知能力的人工智能。

移动技术作为这三大趋势之间的连接纽带, 使数据能够安全高效地流动, 从而实现物理世界与数字世界的融合。如果没有高性能的移动网络, 智能工厂、自主物流或个性化公共服务等愿景将无法实现。





移动技术创新推动数字化转型的规模化

我们必须认识到, 移动连接不仅支持数字化转型, 更使其具备可扩展性。移动连接提供支持高级应用所需的响应能力、覆盖范围和可编程性, 释放了云和人工智能的全部潜力。在此过程中, 移动网络不仅为运营商创造价值, 也让各行各业的企业、政府和消费者受益匪浅。

例如, 一家全球物流公司为其车队部署了人工智能赋能的预测性维护系统。该系统依赖移动网络传输来自车辆的实时运营数据, 在云端进行分析, 并即时向维护人员推送更新或警报。这类跨行业创新取决于下一代移动系统的可扩展性和响应能力。

爱立信的下一代移动网络愿景

为满足未来需求, 我们正在设计下一代移动网络, 使其具备开放性、自主性和高能效。标准化的API将利用这些网络能力来提供支持业务创新所需的开放性。可编程性将使运营商能够动态、实时地调整网络行为, 以满足特定用例的需求。我们致力于提高能效, 确保即使在性能需求不断增长的情况下也能实现最低的功耗。

这些设计原则将带来一系列新优势, 包括更高的可靠性、可用性和速率。它们能够支持诸如铁路控制、远程辅助手术和物流等任务关键型场景。基于意图的管理与控制使运营商能够动态调整网络资源, 提升性能, 并通过增强网络

的自主性来降低运营开销。基于优先级的安全定制服务可实现细粒度的服务质量管理, 这对于涉及公共安全、金融交易或工业自动化的应用至关重要。

变革性的网络API

当前最具转型性的变革或许在于, 移动网络正通过引入标准化的网络API演变为平台, 使开发者能够直接与时延、速率和位置等网络能力

进行交互。通过安全的API开放这些网络能力, 移动网络正成为创新的载体。开发者可以创建具备上下文感知能力且对时延敏感的强大新应用, 而且能够实时响应现实世界的变化。这极大地拓展了创新生态系统, 降低了新服务的进入门槛, 在金融、物流、医疗和制造等高价行业尤其如此。

聚焦Aduna: 网络API的战略合作伙伴关系

为确保能在全球范围内实现我们的愿景, 爱立信正与全球领先的运营商紧密合作, 共同成立了一家名为Aduna的合资企业。我们联合推出了一个全球性的网络API聚合平台, 旨在以高可用性、广泛的地理覆盖和稳定的性能支持多样化的应用。作为聚合平台, Aduna定位于运营商与Vonage、Google Cloud等应用开发者平台之间。

预期的应用场景示例包括:

- 银行业: 利用网络验证的用户位置和身份实现安全的移动交易, 减少欺诈并简化交易流程。
- 新兴应用: 通过“按需质量”(Quality on Demand) 支持增强现实/虚拟现实协作、远程维护和智慧城市服务。

Aduna可作为创新催化剂, 它既是API驱动开发的行业示范, 也是其加速器, 展示了标准化网络API如何集成到多样化的应用环境中, 推动整个生态系统的快速原型设计和应用采纳。其目标是将移动网络转变为一个全球平台, 使开发者和企业能够利用该平台, 跨行业构建新的差异化服务, 从而充分释放其潜力。从银行、物流到制造业和沉浸式应用, Aduna正在为全球范围内的跨行业创新奠定基础。





四大新兴技术趋势

随着移动网络不断演进, 以满足高度互联、数据密集型未来的需求, 四大新兴技术趋势将重新定义电信行业的格局:

1. 自主型人工智能 (Agentic AI) 正通过自主、目标驱动的软件智能体来改变运营和价值创造模式。
2. 通感一体化 (ISAC) 将连接能力与感知能力相融合, 开辟了新的服务和应用场景。
3. 光学与无线技术创新正推动端到端性能提升, 包括速度、时延与能效方面的改进。
4. 量子计算正在释放新的计算能力, 以化解复杂的优化和人工智能挑战。

这四大趋势正推动整个行业向智能化、自适应、高性能的下一代移动网络转变。

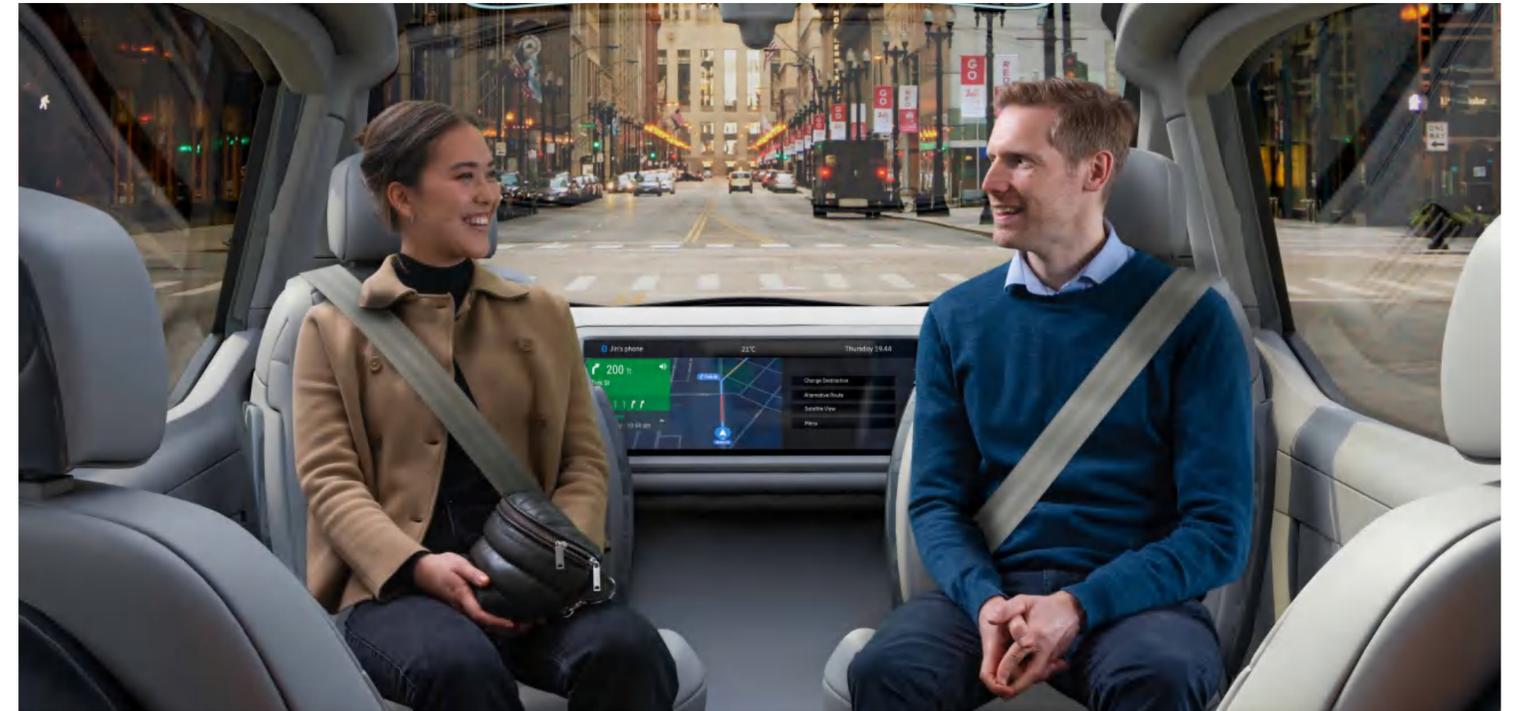
趋势1: 自主型人工智能 (Agentic AI) 正在重塑电信行业价值链

自主型人工智能 (Agentic AI) 的出现标志着智能软件系统构建和部署方式的根本性转变。这些 AI 智能体能够自主感知环境、做出决策并实时采取行动以实现复杂目标。它们与早期 AI 的区别在于其能够持续从情境交互中学习, 适应用

户偏好和操作环境, 并与其他智能体协作以实现更复杂的目标。这种集体智能使得跨领域的大规模主动式、超个性化服务成为可能。

自主型人工智能 (Agentic AI) 将在数字经济中使能一个新的交互层。运营商能够提供超越全球云平台能力之外的低时延、数据主权和安全性, 因此在支持这一转变方面具有独特的定位。借助这些能力, 运营商将能够利用针对基于智能体计算 (Agent – based computing) 进行了优化的边缘托管基础设施, 提供量身定制的用户体验, 例如大规模按需服务。这将催生新的 AI 原生价值链, 企业和开发者可以在同一边缘基础设施上部署智能体, 以交换数据, 甚至通过自主协商服务等级协议 (SLA) 来驱动运营决策。未来还可能出现 AI 市场, 为智能体提供注册、认证和差异化连接服务, 实现从安全的智能体间通信到封闭群组交互的一切功能。

传统的网络管理模式越来越难以适应 5G 及即将到来的 6G 时代的复杂性。对电信行业而言, 自主型人工智能 (Agentic AI) 有望彻底改变网络运营和服务创新模式。网络中的 AI 与 L4 自动驾驶网络 (Autonomous Networks Level 4) 将推动服务创新, 以大规模创建定制化的用户体验。



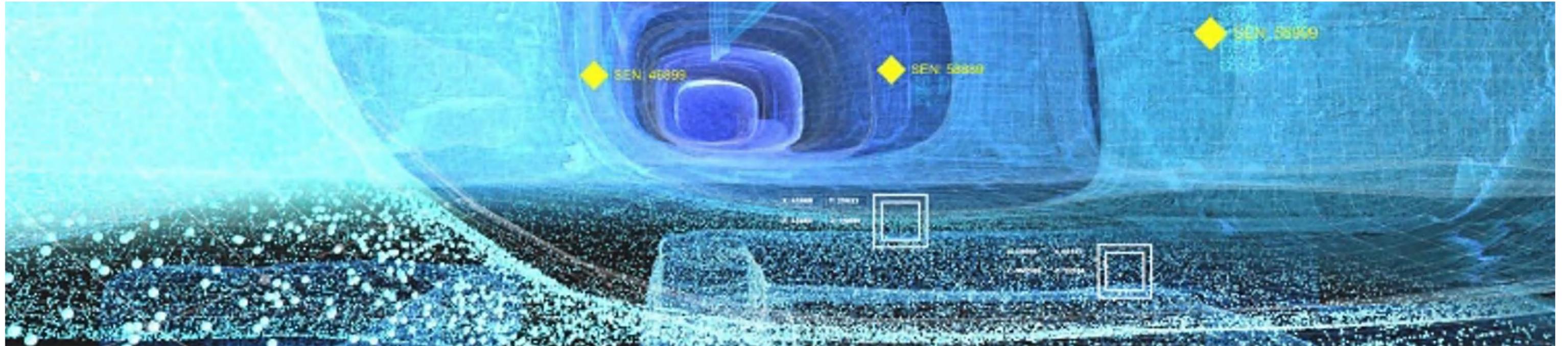
将 AI 智能体直接嵌入到这些架构中, 可帮助网络实现自主优化、故障预测和预防, 并实时动态管理流量和频谱资源。

随着网络自主化水平的不断提高, 自主型人工智能 (Agentic AI) 将成为可编程、可互操作架构的核心, 智能体可以按需主动编排基础设施和服务。除了网络运营, AI 智能体正在加速从电路与协议设计到新架构探索等各方面的研发周期, 显著提升整体创新能力。

随着智能体间通信 (Agent-to-Agent communication) 的互操作协议以及 AI 模型情境协议的

日益普及, 我们有望进一步将其拓展至具身化、具有情境感知能力的智能体系统, 为机器人、空间计算及工业自动化领域的智能机器奠定基础。电信基础设施将需要为这些智能体提供情境感知支持与无缝协同能力。

在此愿景中, 电信网络将演进为不仅支持连接, 更支撑认知与自主能力的智能平台。通过积极采用自主型人工智能 (Agentic AI), 运营商可提升运营效率, 解锁新的收入模式, 并在推动下一代数字应用与服务方面发挥核心作用。



趋势2: 通感一体化 (ISAC) 实现规模化感知能力

移动网络的未来不仅取决于其数据传输能力,更取决于其感知和理解物理世界的能力。通感一体化 (ISAC) 是一种范式转变,将这些传统上分离的功能融合在一起,使移动基础设施兼具连接层与分布式感知平台双重属性。这一融合为网络公司、企业、政府以及运营商带来了全新的应用场景和价值主张。

与需要专用基础设施和频谱的独立感知系统不同,通感一体化 (ISAC) 利用现有移动网络

架构 (包括基站与传输层) 实现规模化感知能力。利用现有基础设施,不仅可显著提升成本效益与运营效率,还显著拓展了感知应用的覆盖范围。随着通感一体化 (ISAC) 技术的成熟,电信网络将能通过承载通信流量的同一物理层,支持运动检测、环境映射、干扰监测及射频信号分类等服务。

影响深远:城市基础设施可增强实时环境感知能力;关键基础设施可受益于持续监测;工业自动化系统可获得用于机器人、物流和安全系统的新型感知输入。面向消费者的应用可能包括跌倒检测、车辆追踪和无人机监管等。

这些服务可直接叠加在现有移动网络之上,从而加快部署进程并提升投资回报率。更重要的是,通感一体化 (ISAC) 还能增强通信功能本身的性能。通过感知信号在不同环境中的传播特性,网络可动态优化波束成形、干扰管理与小区形态调整。这一反馈闭环提升了可靠性与效率——这是网络向6G性能目标演进的两大关键指标。

然而,要发掘通感一体化 (ISAC) 的全部潜力,还需克服多项挑战。技术障碍因应用场景而异,例如,由于多普勒效应,检测空中物体相对简单,而高分辨率环境映射则更为复杂。此外,还需要开发先进的信号处理算法,如杂波抑制,

以及向外部应用或融合引擎开放传感数据的新型标准化API。

通感一体化 (ISAC) 已引起产业界和3GPP等标准化组织的关注,相关6G前期研究项目正在稳步推进。通过聚焦互操作性、基础设施复用与智能编排,通感一体化 (ISAC) 有望成为下一代网络的基础要素,助力将电信基础设施转变为智能多感官平台。

通过将感知能力嵌入移动网络的核心结构,运营商不仅能提升服务质量,还能开辟依赖实时物理世界感知的新市场与服务。



趋势3:

光学与无线技术创新赋能超高速连接

光学组件在实现超高速、低时延数据传输方面扮演着关键角色。光学无线电技术将光纤的大容量与无线传输的灵活性相结合,可通过光骨干网提供先进的无线接入。光骨干网与领先移动技术(5G及未来技术)相集成,可显著提升带宽、降低时延,并为用户提供更稳定的连接。此外,通过将无线接入与先进光学网络相融合,还能构建混合基础设施。

由人工智能驱动的应用和实时数字服务所引发的数据流量激增,正对电信基础设施提出巨大挑战。这一增长不仅关乎吞吐量,还涉及能效、时延以及在分布式架构中支持多样化计算负载的能力。要满足这些需求,需要从根本上变革网络与计算范式。

向以数据为中心的基础设施(DCI)模式的整体转型,正在重新定义计算发生的位置与方式。DCI不再依赖集中式数据中心,而是在跨云、边和端的分布式架构中实现智能数据处理。这一方法使网络能够将计算能力动态部署至数据生成与使用位置的附近,从而最小化时延并提升能效。同时,它使服务提供商能灵活构建兼具高性能与成本效益的数据管道。



光网络在实现这一分布式愿景方面发挥着关键作用。当前的互连技术由于需要处理大量且复杂的数据,经常会导致显著的效率下降。全光子网络在端点之间建立直接光学路径,解决了这些挑战,实现了确定性性能,同时大幅降低能耗与时延。该架构使运营商能精准集成光子网络功能,并实施动态网络控制。

趋势4:

量子计算为电信网络优化带来新契机

随着移动网络智能化程度不断提升且功能日益多样化,其底层计算需求正在快速增长。未来的移动通信系统不仅需要传输海量数据,

还需要为日益依赖人工智能的应用提供超低时延、极高可靠性与实时响应能力。这要求解决一系列超越传统计算能力范围的优化问题——从网络资源分配、协议设计到预测性分析。量子计算有望与传统计算架构形成互补关系,共同应对这些挑战。

在当前NISQ(含噪声中等规模量子)设备时代,我们正在探索量子启发式方法与量子-经典混合计算方法如何提升效率。早期用例显示,量子算法在网络优化与机器学习任务中颇具潜力。例如,张量分解及其他量子启发式方法已

在复杂网络行为建模与仿真方面展现出优势,而这些行为对传统计算系统而言计算负担极重。

硬件层面也取得持续进展:超导电路、囚禁离子(trapped ion)与光量子处理器在相干性、错误率与可扩展性方面各具优势。目前,量子纠错是一个关键焦点领域——这是实现容错量子计算的重要步骤。目前主要有两种策略:一种强调先扩展硬件规模,后期再引入纠错机制;另一种则主张从一开始就集成纠错功能,以确保长期可靠性与性能。

量子-经典混合架构在中短期内至关重要, 尤其是在需要实时响应与大规模系统集成的电信环境中。这类架构高度依赖先进互联技术(包括光学与超导互连), 以实现量子与经典组件的高效协同。对电信行业数据中心而言, 这意味着要着眼未来, 将量子协处理器嵌入到传统基础设施中, 以加速流量工程、频谱管理与信号检测等特定工作负载。

热管理是另一个关键考量。使用稀释制冷机等低温制冷系统仍是维持量子比特稳定性的必要手段。幸运的是, 近期的技术创新使这些系统更加紧凑、高效且易于集成, 从而降低了能耗和运营开销。爱立信正积极探索这些前沿技术, 并与学术界密切合作, 评估量子技术在硬件、算法及应用领域的潜力。这种协作方式将确保随着量子计算技术的成熟, 电信行业能够充分发掘其潜力, 推动网络智能化、性能提升与安全性增强。

尽管量子计算仍处于发展初期, 但其发展轨迹已十分清晰。对于正迈向AI驱动网络与日益复杂服务生态系统的运营商而言, 现阶段布局量子技术, 将在未来赢得显著的竞争优势。

结论

先进连接能力、弹性云服务与人工智能相得益彰, 构成强大的数字技术栈, 将重塑社会各领域的未来。移动技术正进入一个关键发展阶段: 其角色正从传统通信骨干转变为推动跨行业智能创新的催化剂。自主型人工智能 (Agentic AI)、通感一体化 (ISAC)、光学与无线技术突破以及量子计算等新兴力量, 正在拓展移动网络的性能边界与应用维度。

与此同时, 在Aduna等项目的推动下, 网络架构正向自主化水平平台与开放API转型, 实现前所未有的灵活性、速度与开发者驱动的创新能力。对运营商而言, 这意味着有机会提供值得信赖、动态且差异化的服务, 在各行业中构建新的价值链。

下一波移动技术创新不仅关乎性能提升, 更在于重新定义网络的能力与角色。爱立信认为, 这是塑造更智能、更具弹性、更可持续的数字未来的重大机遇。





作者简介



作为集团首席技术官, Erik Ekudden负责爱立信集团的战略和技术发展方向。他在全球领先技术领域的丰富工作经验影响了公司在5G、6G、边缘计算、人工智能(AI)、增强/虚拟现实和物联网方面的战略决策及投资。Ekudden的领导才能建立在他在技术战略和行业活动领域的数十年经验之上。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、美洲首席技术官(美国圣克拉拉)和标准化与行业负责人。他还是瑞典皇家工程科学院的成员, 也是《爱立信技术评论》的出版人。

更多阅读材料

- 《爱立信技术评论》, 探索量子计算在电信网络中的潜在优势 ↗
- 《爱立信技术评论》, 提升开发者体验, 加速网络自动化 ↗
- 爱立信白皮书《ICT能源演进: 电信、数据中心与人工智能》↗
- 爱立信白皮书《差异化连接: 释放5G的全部潜力》↗
- 爱立信白皮书《意图驱动网络是迈向自智网络的关键步骤》↗
- 爱立信白皮书《从CPaaS到全球网络API平台——助力运营商实现5G变现》