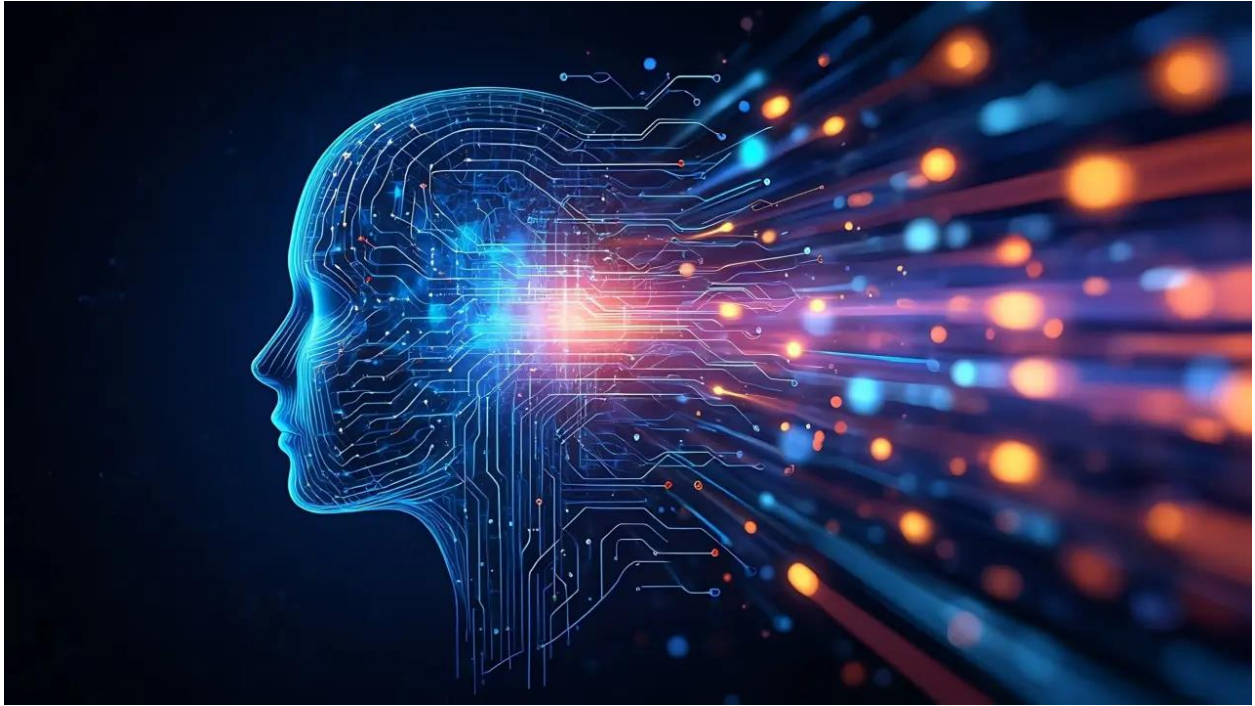


没有先进网络，AI 超级周期将无法延续

“站在诺基亚贝尔实验室的一间 AI 机器人实验室中，我看到的一幕彻底改变了我对人工智能未来的认知：一台机器人在高度复杂的空间中自主行进，实时判断路径、评估风险，并与人类协作完成任务。许多人看到的只是先进的机器人算法，而真正让我震撼的，是贯穿其背后的网络智能——一套始终在线、实时处理、低时延响应的通信基础设施。这一‘看不见的能力’让我清晰地意识到，我们正迎来 AI 的超级周期，而它能否持续前进的关键，已不在算法，而在网络。”

——伯纳德·马尔 (Bernard Marr)，全球知名的未来学家、商业与科技领域的影响者及思想领袖

几乎在同一时间，英伟达宣布向诺基亚投资 10 亿美元，并与其建立以 AI-RAN (AI 原生无线接入网) 为核心的合作，面向 5G-Advanced 和 6G。英伟达 CEO 黄仁勋将电信网络称为“经济与国家安全的数字神经系统”，并明确表示要以 AI 重构其底层架构。这一正式合作将网络演进从战略构想推向了商业现实，也印证了我在贝尔实验室看到的一切：未来的 AI 能力上限，将由网络能力定义，而非模型大小。



被忽视但最关键的基础设施：网络

网络作为 AI 的基础设施长期被忽视。过去十年，行业关注点几乎全部集中在大模型突破、计算机视觉迭代以及自动化系统升级。然而，推动这些应用的核心早已不是传统意义上的“连接”，而是一种具备实时感知、极低时延和高可靠性的基础设施。诺基亚贝尔实验室咨询部门预测，随着新型 AI 原生应用的崛起，全球年度数据需求将在未来几年内以超过 20% 的速度增长，其中最主要的贡献来自 VR/AR 实时环境数据、自动驾驶传感器矩阵、工业机器人数据流以及大规模分布式 AI 训练所需要的海量模型同步。这些数据类型不再像视频那样容忍延迟，它们要求毫秒级甚至更低时延，要求稳定带宽，也要求网络具备一定的自治能力。

诺基亚 CEO Justin Hotard 指出，全球数据中心正在根据“电力就绪度”而非“网络最优性”布局，这意味着未来 GPU 集群的地理分布将越来越离散，其互联需求反而更加严苛。在 AI 规模快速扩张的背景下，网络架构持续沿用传统模式已难以支撑。从跨区域的 GPU 超算互联，到边缘计算设施与云端 AI 系统的实时协作，再到自动驾驶车辆需要的连续无缝连接，网络必须从根本被重新设计。

网络正在从“通信系统”转变为“感知系统”

在贝尔实验室，最具颠覆性的技术之一是将网络从“传输系统”提升为“感知系统”。依托 AI 的网络能够理解物理环境，识别频谱活动变化，捕捉设备行为模式，并在干扰、拥塞或潜在风险出现前做出预测性响应。在机器人实验室中，这一能力支撑了机器人对空间的实时认知，使其在复杂环境中进行高安全性的自主操作，也使得 AI 在工业场景中具备前所未有的实用性。此外，AI 驱动的 RAN 和自组织网络（SON）正在使 5G 网络具备自我优化能力，无论是频谱利用效率、能耗管理还是负载分配，网络都能根据实时需求自动调度资源。

然而，更智能的网络也意味着更复杂的威胁面。随着 AI 应用成为各行业的基础设施，网络安全的重要性被无限放大。诺基亚正在推进预测性网络安全，通过分析大量网络模式提前识别异常信号，而不是在攻击发生后被动响应。此外，面对量子计算可能对现有加密体系造成的冲击，诺基亚已在光网络和 IP 网络端部署量子安全技术，以确保未来十年网络安全不会因一次技术突变而全面失效。

随着 AI 系统规模的指数级增长，人工管理网络的方式已到达极限。AI 驱动的自治网络越来越成为必然趋势，这类网络具备自我感知、自主优化、自主修复的能力，能够在毫秒级时间内做出调度和安全决策。对于连接跨区域 GPU 集群、支撑数百万 IoT 设备、服务自动驾驶和工业自动化的网络来说，自治不是未来能力，而是当前生存条件。

AI 与网络的双向奔赴——自智网络

真正使这些研究具备行业意义的，是诺基亚的端到端部署能力。从数据中心互联的光网络，到骨干网的 IP 路由系统，再到全球运营商使用的无线接入网络，诺基亚覆盖了整个通信栈，而 AI 应用对网络的要求又是跨栈、跨域的。例如，自动驾驶需要车辆在移动中切换蜂窝网络，同时将传感器数据传给边缘节点，再与云端 AI 模型同步。如果其中任意一段链路出现瓶颈，整个系统便无法运作。因此，网络重构必须是端到端的，而不是局部升级。

随着 AI 超级周期全面启动，制造、医疗、交通、金融和科研等行业已进入深度变革期。诺基亚的战略清晰指向未来网络的双重转型：一方面构建专为 AI 应用设计的网络，另一方面用 AI 驱动网络自身的智能化管理。这种双向演进意味着 AI 将成为网络不可分割的组成部分，而网络将成为 AI 的延展能力。

贝尔实验室的经历再次提醒我：决定技术未来的往往不是看得见的产品，而是支撑其背后的基础设施。在 AI 超级周期中，网络的质量、智能程度与自主能力将决定创新的速度与极限。诺基亚专注于网络的根本性变革，面对即将到来的全球 AI 竞争，这可能是唯一正确的选择。