



Prospecting for Performance: Data Center Networking in 2025

Networking Blueprints for the AI and Cloud Era

AvidThink 发布研究报告并采访 Nokia 等重要企业的专家

市场知名分析机构 AvidThink 发布研究报告 [《Prospecting for Performance: Data Center Networking in 2025 - Networking Blueprints for the AI and Cloud Era》](#)，并就数据中心网络的相关话题采访了业界相关的专家。

在报告中，AvidThink 给出其行业观察和建议：

数据中心网络的关键观察

人工智能工作负载对数据中心网络的转型揭示了几个关键趋势：

■ 人工智能正在从根本上重塑数据中心架构

这种影响涵盖了网络中的所有规模 - 从训练到推理工作负载，从纵向扩展到横向扩展到扩展外部网络。关键发展包括：

- 从单个服务器到集成机架级系统的转变，以 NVIDIA 的 GB200 NVL72 和 AWS 的 Trainium2 UltraServer 为例。
- 电力正成为一个关键的制约因素，预计到 2030 年，仅美国就需要 47 吉瓦的增量发电量。
- 训练和推理架构的演变推动了新的连接要求。

■ 网络体系结构的复杂性要求新的方法

当今的人工智能工作负载需要复杂的解决方案：

- 需要网络感知调度的多维并行性（数据、管道、张量）。
- 跨地理位置部署的数据中心的新兴分布式和联合训练需要高带宽、低延迟互连。
- 实时跟踪和监控调试性能问题，包括位翻转等微妙问题。
- 复杂的拓扑管理和工作负载的布局。

■ 标准和开放解决方案正在获得动力

我们通过以下方式看到了行业对开放标准的坚定承诺：

- 超以太网联盟的 UET 协议开发。
- UALink 高速互连计划。

- 主要供应商越来越多地采用 SONiC。
- 开放式解决方案和专有性能优势之间的平衡。

■ 网络性能要求不断提高

我们预计网络性能的主要趋势包括：

- 支持 RDMA/RoCE 的后端网络速度将达到 400/800Gbps。
- 具有复杂拥塞控制的无损网络至关重要。
- 出现了针对人工智能训练优化的铁路专用网络等新型拓扑结构。
- 越来越关注端到端延迟优化。

AvidThink 建议

■ 拥抱架构灵活性

组织应该开发能够适应不断变化的人工智能工作负载所需求的网络架构。这意味着：

- 实现针对不同工作负载类型优化的独立前端和后端网络。前端网络可以同时关注传统企业流量和与人工智能集群的交互，而后端网络支持密集型人工智能用于训练或推理的沟通模式。
- 酌情考虑使用以太网和 InfiniBand 进行数据中心部署（例如 Meta、Microsoft Azure）。虽然配备 RoCE 的以太网正在逐渐普及，InfiniBand 可能是满足特定高性能要求的最佳选择。
- 规划跨多个数据中心的分布式人工智能训练和推理能力。这需要超越思维单站点架构，包括数据中心间的连接和编排。
- 随着平衡的发展，保持灵活性以支持训练和推理工作负载。基础设施应当具有足够的适应性，以适应工作负载模式的变化。

■ 优先考虑卓越运营

人工智能驱动的数据中心的成功需要稳健的运营实践：

- 实施全面的监控和遥测系统，提供整个网络的端到端可见性堆栈。这种可见性对于解决复杂的人工智能训练问题至关重要。
- 培养网络感知工作负载调度和安排方面的专业知识。团队需要了解传统网络概念和人工智能工作负载特征。
- 投资自动化工具和平台，以管理日益增加的复杂性。人工操作在人工智能规模上是不切实际的。
- 建立具有跨职能专业知识的团队，涵盖传统网络和人工智能基础设施。这可能需投资于训练和招聘。

■ 专注于未来的准备

长期成功需要仔细考虑未来的要求：

- 在设计过程中计划功率限制。电力可用性可能是数据中心扩展的限制因素。

- 了解直接液体冷却将如何影响数据中心架构。
- 尽可能采用开放标准，同时保持性能要求。这为未来提供了灵活性技术采用。
- 在未来的架构规划中考虑光交换和共封装光学等新兴技术的影响。
- 随着需求的增长，构建可以纵向（在机架内）和横向（跨数据中心）扩展的基础设施。

■ 增强安全性和可靠性

现代人工智能驱动的数据中心需要强大的安全性和可靠性措施：

- 从一开始就实施零信任安全框架和微细分。人工智能训练数据的高价值模型将安全性放在首位。
- 部署 DPU/SmartNIC 解决方案，以增强安全性和网络功能卸载。这些提供了硬件加速安全功能，同时提高网络性能。
- 在初始网络设计中建立冗余和容错能力。扩展的人工智能训练工作需要卓越的可靠性。
- 考虑软错误的影响，并实施适当的检测和缓解策略。支持人工智能的工作负载的高速网络容易受到这些问题的影响。

■ 增强安全性和可靠性

现代人工智能驱动的数据中心需要强大的安全性和可靠性措施：

- 从一开始就实施零信任安全框架和微细分。人工智能训练数据的高价值模型将安全性放在首位。
- 部署 DPU/SmartNIC 解决方案，以增强安全性和网络功能卸载。这些提供了硬件加速安全功能，同时提高网络性能。
- 在初始网络设计中建立冗余和容错能力。扩展的人工智能培训工作需要卓越的可靠性。
- 考虑软错误的影响，并实施适当的检测和缓解策略。高速网络支持人工智能的工作负载容易受到这些问题的影响。

■ 优化成本和效率

财务优化需要采用整体方法：

- 评估总拥有成本，包括电力、布线、冷却和运营费用。电力成本，单位：特别是可能成为 TCO 计算中的主导因素。
- 考虑基于位置的策略，以获得低成本、可持续的能源。这可能涉及分布式跨多个地区的架构。
- 实施高效的工作负载放置和调度，以最大限度地提高资源利用率。人工智能基础设施太贵了以低利用率运行。
- 在专有和开放解决方案之间进行选择时，要平衡资本支出和运营灵活性。有时，为灵活的解决方案提前支付更多费用可以降低长期成本。



诺基亚负责数据中心业务的副总裁 Mike Bushong 接受了采访。

【分析师】 以太网与 InfiniBand 一直是人工智能领域的一个长期争论网络。你认为市场会走向何方？

【诺基亚】 在这个领域，没有绝对的赢家通吃的情况，但**我们相信以太网将随着时间的推移占据主导地位，因为其经济优势是显而易见的**，比如来自博通等供应商的商用硅芯片在规模上提供了卓越的成本效益。来自博通的芯片，如 Tomahawk4/5/6，与 NVIDIA ConnectX-7 和 ConnectX-8 等下一代 NIC 相结合，将推动以太网性能向前发展。拥塞管理和无损网络也将不断发展，在一个重视互操作性和多供应商灵活性的世界里，以太网具有优势。UEC（超以太网联盟）在推动标准化方面发挥着关键作用，这加强了这一趋势。

【分析师】 除了在机架内的交换之外，您对人工智能数据中心互连有什么看法？

【诺基亚】 人工智能数据中心不会孤立存在，它们需要高带宽、低延迟的互连。这意味着 DCI（数据中心互连）和光网络与内部交换结构同样重要。**诺基亚最近对 Infinera 的收购加强了我们在这一领域的地位，使我们能够将光器件直接与我们的网络解决方案进行集成。** 人工智能网络的未来不仅仅是机架内甚至整排机架上发生的事情；这是关于这些单元如何通过超可靠、高速的传输连接到更广泛的人工智能计算基础设施。

【分析师】 最后，让我们总结一下潜在的大规模网络基础设施的管理。人工智能特定的基础设施管理可以发挥什么作用？

【诺基亚】 互联网头部企业有能力搞定自己的运维管理，但对于其他公司来说，操作的复杂性会成为一个关键挑战。这就是为什么诺基亚推出了**事件驱动自动化（EDA），这是一个多供应商、基于意图的自动化管理平台，可以抽象复杂性，而不是专注于低级配置，企业可以定义高级意图，而且系统可以在 SR Linux 或开源 SONiC 等网络操作系统平台上进行转换。**

NOKIA 上海贝尔