

## 边缘组网介绍

本文探索边缘机会、开源和Linux基金会项目的作用以及如何加入LFN和LFE。

如有疑问，请联系[lfm-info@linuxfoundation.org](mailto:lfm-info@linuxfoundation.org)。



# 1 什么是边缘？

“边缘”代表了一种新的计算模式，其中计算和存储位于网络的边缘，尽可能靠近生成数据和收集数据的物理位置。

行业组织还在定义网络边缘这一概念，故还会存在一些可变区域。然而，需要指出的是边缘计算功能可以托管于**基础设施边缘**（如微模块数据中心或运营商蜂窝站点）或**设备边缘**（如智能手机、无人机、智能摄像机或联网车），作为集中云的扩展程序在应用或工作流中运行。这些应用或工作流在云端集中管理，在边缘上运行。

## 1.1 如今，是什么推动了边缘部署？

边缘计算带来的实时决策、更低的连接成本以及更好的安全性使得企业和消费者应用受益。以下是其中一些示例：

- 除了消费者应用带来的Pokemon类的游戏体验和身临其境的体验之外，**AR/VR**还为制造业和维护运营提升了业务效率。边缘托管的AR/VR消除了因过度延迟和缓慢刷新率造成的眩晕，将计算带入边缘服务器，降低了对AR护目镜高处理能力的需求。
- 无论是出于安全目的，还是作为制造业、农业或物流的一部分，**视频监控**都受益于在摄像机或边缘服务器上处理的视频数据。在边缘处理数据，仅需将选定的事件上传到云端，加速对关键时间、关键安全功能如人脸识别、机器对准检测的处理，节省回传带宽。
- **云游戏**需达到保证所有玩家一致性的超低时延，才能给大型多人游戏（Massively Multiplayer Game, MMPG）提供身临其境的体验。边缘计算在保证超低时延的同时，通过将游戏转移到边缘服务器处理降低设备成本。
- **物联网**使用边缘计算，一方面通过本地处理数据降低带宽成本，另一方面通过实时的现场决策提高敏捷性。在云连接断断续续的情况下，边缘计算能使包括工业物联网（Industrial IoT, IIoT）在内的流程自主运行。
- 其他**医疗业、制造业、智慧城市、智能楼宇、自动驾驶汽车和智能零售**等领域的应用也使用边缘计算来改变现有流程，创造新的用户体验和使能新的商业机会。

这些应用大多会使用人工智能（Artificial Intelligence, AI）和机器学习（Machine Learning, ML）实现自主操作和提升用户体验。例如，智能安防摄像机将使用基于AI的视觉处理技术来辨别商业区中的已授权员工，只有在有人出现与预设参数不匹配的情况时，才会向云端发出警报。

许多不同类型的公司都在寻求提供边缘服务的商业机会，这些公司包括：

- **通信服务提供商**（Communications Service Providers, CSP）拥有并运营固定和移动基础设施，提供云连接以及物理访问点（Point of Presence, PoP）。
- **主机托管提供商**在边缘提供多租户数据中心（Multi-Tenant Data Center, MTDC）。
- **云服务提供商**正在扩展其公有云和混合云解决方案，以涵盖边缘服务。
- **边缘数据中心提供商**正在边缘采用如运输集装箱的创新外形规格部署共存的多租户微模块数据中心。
- **内容分发网络（Content Delivery Network, CDN）提供商**正在扩展其全球边缘位置网络，以托管除CDN以外的第三方边缘应用。

## 1.2 边缘计算如何改造网络？

很多边缘计算应用无需高速网络即可完美工作。低带宽物联网用例的部署采用LoRaWAN、BLE、NB-IoT等低功耗的广域组网协议。同样，Wi-Fi和4G/LTE足以满足许多视频监控、AR和在线游戏应用的网络要求。

然而，随着5G的到来，企业将推出前几代人无法做到的新型边缘应用。5G在边缘计算方面的一些好处包括以下几个方面：

- **高连接密度**：每平方公里连接100万设备，这为物联网传感器和可穿戴设备的激增提供了基础。
- **高带宽**：数据速率高达10-20 Gbps，这能在流媒体视频、自动驾驶汽车和触觉应用中使能新用例。
- **超低时延**：适用于工业机器人和无人机导航等边缘应用。
- **网络切片**：允许运营商共享红外频谱和无线电频谱，以高效利用基础设施和执行诸如仅部署支持特定客户所需的功能等操作，这相比向设备提供全部功能，运营效率更高。

还有其他好处，包括网络边缘能够参与自动化、编排、人工智能、机器学习和云原生开发方法等5G的开发。5G也使能了新的商业模式和用例，开启了行业创新的新时代。随着越来越多的企业部署和运营自己的专网，无论是基于4G/LTE还是基于5G，会有越来越多的企业边缘业务，如工厂机器人、工业AR、智能零售和智能楼宇，从确定的性能特征中受益。

同样，确保敏感信息在现场传输而不是通过公共网络传输，能提高数据的安全性。

## 2 开源与边缘

### 3.1 开源于边缘，必不可少

开源已经成为创建软件的事实方法。今天，创新型公司正在从私有的、固定的功能和封闭的基础设施中走出来，逐步发展以开放新的开源商业模式，创造运营价值、生成新的收入流、降低成本和提高竞争力。公司和开发人员使用开源代码来生产自己的商业产品和服务，也通过回馈相应的项目来获得战略价值。开源节省了时间和精力投入，同时提高了效率和互操作性。

很多公司已经认识到，边缘应用在越来越多的细分市场中激增，导致整个边缘生态系统的复杂性不断增加。除数据中心提供商外，边缘生态系统还包括服务器、虚拟化平台、编排器、管理系统、分析器以及应用供应商。这种复杂性正在推动边缘对开源软件 and 标准的采用。

IBM 华盛顿副总裁兼首席技术官 Rob High 总结了开源对边缘行业标准化的重要性：

“……你开始意识到的第一件事就是，如果这个行业不能建立标准管理方法和创建一套可以被开发者社区用来形成和创建生态系统的标准，那么这个行业就会面临内爆的风险……我们认为，开源是实现标准化唯一且有用的途径。”

### 3.2 开源的作用是什么？

为满足边缘服务端到端架构和生命周期的需求和寻求商业机会，开源项目应运而生。社区正在积极开展以下项目：

- **边缘基础设施平台：**能托管虚拟化/容器化的边缘应用和网络功能。
- **编排工具：**自动提供所需的基础设施服务，能够高效、大规模地部署应用和网络功能，且能在不需要时移除这些应用和功能。
- **管理工具：**自动化流程，保证基础设施、网络功能和应用的安全、持续更新和可用性。
- **监控工具：**提供管理和编排子系统使用的实时分析和遥测功能，用以诊断和解决整个系统的问题，优化资源分配和性能。
- **网络功能：**在虚拟机或容器中运行，在设备边缘、企业边缘/电信边缘实现底层网络基础设施。
- **应用：**在虚拟机或容器中运行，实现用户可见或设备可见的AR、机器视觉、机器人控制、无人机导航、游戏、视频分析等边缘服务。

- **安全：**边缘安全唯一的挑战就是如何保护和管理公司企业网络和数据中心周边之外的计算设备，以及如何解决设备标识和设备上线等问题。

### 3.3 边缘、5G和云原生转型之间的相互依赖

工业物联网等边缘应用必须要在大规模（如在制造工厂的百万传感器上）自动化部署和频繁高效更新的环境中实施和运行，消除计划外的系统停机和硬件平台的独立性，才能充分发挥其业务潜力。云原生原理的应用是实现以上目标的最好方法。

云原生应用利用现代开发和运营（Development and Operations, DevOps）方法，使能与平台无关的松耦合微服务的持续交付。微服务架构确保自动伸缩性，消除因错误导致的停机，并在应用或基础设施故障时快速恢复应用或基础设施。通过遥测，云原生边缘提供丰富的、实时的运营洞察，用于预测分析操作流程的持续优化。

随着企业使用5G网络部署高连接密度规模的边缘应用，使用网络切片为大量单个终端设备提供定制服务，云原生架构将是确保边缘应用所需规模化、自动化、可靠性和安全性的最佳方法。

## 3 Linux基金会：将创新和社区带入边缘

Linux基金会（Linux Foundation, LF）是一个成立于2000年的非营利性技术联盟，旨在规范Linux，支持Linux的发展和推动Linux的商业应用。Linux基金会及其项目拥有来自40多个国家的1500多名企业成员和30000多个个人贡献者。这些贡献者支持了200多个开源项目。

### 3.1 边缘的LFN能力

作为Linux基金会组织的一部分，LFN（Linux Foundation Networking, LFN）囊括了世界上最大的网络技术社区。LFN汇集了SDN（Software Defined Networking, SDN）、NFV（Network Functions Virtualization, NFV）、MANO（Management and Orchestration MANO）、自动化、分析、数据面加速等领先项目。

LFN项目与边缘计算计划深度集成，包括与LFE（Linux Foundation Edge, LFE）社区的强力协作（详情见下文），以在边缘蓝图和用例中添加以网络为中心的能力和特性。

ONAP（[Open Networking Automation Platform, ONAP](#)）提供了一个支持LFN项目中的边缘用例的示例。ONAP是一个实时的由策略驱动的编排和自动化平台，支持物理和虚拟网络功能的编排和自动化。通过LFN和LFE社区之间的协作，ONAP正在向给分布式边缘位置上线边缘云提供支持的方向扩展。

在LFN和LFE社区协作的另一个示例，OPNFV（[Open Platform for NFV, OPNFV](#)）项目中，正在开发建设边缘云用例参考平台。该项目侧重于在一套定义好的边缘计算场景，解决如有限的空间和电力资源、无人值守的操作、数万个位置的扩展、网络基础设施的加速和异构平台的支持等与边缘相关的限制。

许多LFN项目直接被LFE社区用于边缘用例。例如，模块化的、开放的网络定制和自动化平台ODL（[OpenDaylight, ODL](#)）以及用于网络连接和安全的虚拟化解决方案[Tungsten Fabric](#)，都已被LFE社区用作基于[Akraino](#)边缘堆栈的网络边缘项目的SDN基础设施（详情见下文）。

## 3.2 LFE概述

作为LFN的同级组织，LFE成立于2019年，是一个伞形组织，旨在为独立于硬件、硅、云或操作系统的边缘计算建立一个开放、可互操作的框架。

LFE有以下开源项目：

- [Akraino](#)是一个软件堆栈，支持针对边缘计算系统和应用进行了优化的高可用云服务。它为用户提供了新的灵活性，可以快速扩展边缘云服务，最大化边缘所支持的应用和功能，确保系统的可靠性，确保这些系统始终保持完全正常的运行。2020年1月推出的Akraino第2版包括6个蓝图族和14个蓝图。这些蓝图支持电信云（如[Radio Edge Cloud, REC](#)）和网络云（如[Unicycle](#)）的用例，为定义和管理基础设施生命周期提供了框架。
- [Baetyl](#)（发音为“Beetle”）是边缘计算的通用平台，将不同类型的硬件设施和设备能力操控成标准化的容器运行环境和API，通过云端和本地的远程控制台，实现应用、服务和数据流的高效管理。
- [EdgeX Foundry](#)是一个厂商中立的、松耦合的微服务框架，它提供了两种选择：即插即用现有的不断成长的第三方产品生态系统或实现自有创新。
- [Fledge](#)是一个工业边缘框架，专攻于关键操作、预测性维护、态势感知和安全。Fledge旨在将工业物联网、传感器和现代机器与云和现有的旧系统集成在一起。
- [Home Edge](#)是一个强大、可靠、智能的家庭边缘计算开源框架、平台和生态系统。它提供了一个可互操作、灵活和可扩展的边缘计算服务平台，支持API与库和运行态一起使用。
- [边缘计算开放术语项目](#)提供了边缘计算领域相关的术语集，通过词汇共享，改善沟通和加速创新，提供一个厂商中立的平台，共同讨论边缘计算提供的吸引人的解决方案。
- [Project EVE](#)是一个边缘计算引擎，支持在分布式边缘计算节点上开发、编排和管理云原生应用和旧应用。通过支持容器、集群虚拟机和unikernel，为物联网的边缘部署提供了灵活的基础。

除上述基线项目的描述外，这些项目正在研究和孵化一些对边缘用例很重要的技术。例如，在Akraino社区，专家们正在探索云原生卸载堆栈，以应对在通用处理器内核上支持25G、50G和100G链路的相关重大挑战。

## 3.3 其他LF计划

在LFN和LFE组织之外，以下社区和项目也与边缘应用相关：

- 云原生计算基金会（[Cloud Native Computing Foundation, CNCF](#)），Linux基金会的—个项目，推动了云原生计算的采用，旨在建立与厂商无关的开发者、最终用户、IT技术与服务提供商之间的社区，在容器、微服务与服务网格化等技术上开展协作，

以达到在云计算平台上开发和部署可扩展应用的目标。

- 云原生计算基金会为计划在网络中使用云原生技术的通信服务提供商及其厂商建立了[电信用户组](#)，以便就需求、最佳实践、差距分析和类似文档进行协作。
- 由GSMA和LF于2019年合作成立的CNTT ([Common NFVi Telco Taskforce, CNTT](#))，作为开放委员会运作，负责创建和记录公共NFVi框架。该框架由GSMA和OPNFV共同管理，目标是创建参考实现方式和架构，以减少VNF和CNF在开发和使用中的电信运营成本，缩减上市时间和降低复杂性。还成立了[CNTT边缘工作组](#)。

# 4 如何加入

## 4.1 加入LFN

无论您是网络解决方案供应商、系统集成商、最终用户网络运营商、云服务提供商还是企业，加入LFN社区，您将会与正在改变网络行业的创新技术项目、公司和开发者社区联系起来。成为其中的一员就是您对社区驱动的开源解决方案的支持。同时，您的加入将会加速开源SDN、NFV、编排、自动化等的开发和使用。

进入LFN网站，[加入我们](#)页面将告诉您如何加入LFN，还提供了现有LF成员和非成员的流程说明。请参阅[入门](#)页面了解加入LFN的多种方式。同时提供了[咨询](#)页面的链接，如有兴趣，可以提出具体问题以获得更多信息。

## 4.2 加入LFE

电信、云和企业技术领域的行业领先组织已经加入LFE，为开发独立于硬件、硅、云或操作系统的开放、可互操作的边缘计算框架提供了支持。成员们正在展开跨公司和跨边界合作，为边缘和物联网技术、用例和应用发展和塑造生态系统。

进入LFE网站，[加入我们](#)页面将告诉您如何加入LFE，还提供了现有LF成员和非成员的流程说明。[《LFE入门指南》](#)提供了有关如何参与的信息。同时提供了[咨询](#)页面的链接，如有兴趣，可以提出具体问题以获得更多信息。

如有疑问，请联系[lfm-info@linuxfoundation.org](mailto:lfm-info@linuxfoundation.org)。