



云边协同产业方阵

边缘函数计算技术与应用 研究报告

云边协同产业方阵

2022 年 6 月

前 言

无服务器边缘函数是融合边缘计算、无服务器计算等先进技术，高效、低成本利用边缘侧有限资源，基于大量无服务器边缘计算节点形成的一体化计算网络，实现计算节点内的转发、计算、存储操作的融合，以及节点间的网络协同，支撑用户在边缘侧的差异化计算诉求，满足广泛接入、高吞吐和低时延的网络诉求。

本观察报告首先介绍了边缘函数计算的发展背景、基本定义、发展现状、技术优势、关键技术，同时分析了无服务器边缘函数的典型应用场景。由于无服务器边缘函数仍然存于快速发展之中，因此本观察报告还存在需要不断完善的地方，期盼业界同仁批评指正。

目 录

一、 边缘函数计算的发展背景.....	1
(一) 宏观驱动.....	1
(二) 技术演进：中心云函数计算的互补和延伸.....	3
二、 边缘函数计算概述.....	5
(一) 边缘函数计算的定义.....	5
(二) 边缘函数计算的价值.....	5
三、 边缘函数计算发展现状.....	6
(一) 主流厂商及代表.....	6
(二) 技术优势.....	9
(三) 技术观察.....	11
(四) 落地挑战.....	15
四、 边缘函数计算的应用场景探索.....	16
(一) 可编程边缘网络.....	17
(二) 政企行业.....	18
(三) 工业互联网.....	18
(四) IoT 场景.....	18
(五) 车联网.....	18
(六) 消费互联网.....	18
五、 总结与展望.....	18
参考文献.....	20

一、边缘函数计算的发展背景

无服务器边缘函数是融合边缘计算、无服务器计算等先进技术，高效、低成本利用边缘侧有限资源，基于大量无服务器边缘计算节点形成的一体化计算网络，实现计算节点内的转发、计算、存储操作的融合，以及节点间的网络协同，支撑用户在边缘侧的差异化计算诉求，满足广泛接入、高吞吐和低时延的网络诉求。

本章对无服务器边缘函数计算的发展背景进行介绍，首先介绍和分析无服务器边缘函数的驱动因素，然后从技术演进的角度补充说明其与中心云函数计算的互补和延伸。

（一）宏观驱动

网络边缘数据爆炸增长。随着互联网的普及和发展，海量智能终端、移动设备产生的数据量激增，数据类型复杂多样；国际数据公司（IDC）预测全球数据圈将从2018年的33ZB增至2025年的175ZB，其中中国数据圈增速将最为迅速，平均每年的增长速度比全球快3%。Gartner预测到2022年，75%的各行业数据将在网络边缘产生并被处理，而非传统的IDC或云。

随着VR/AR、云游戏、智慧城市、工业互联网等应用的普及，海量终端设备在边缘侧产生大量的实时数据，集中式的云计算在网络延时、带宽容量、传输成本等方面将愈发显得捉襟见肘，难以适应数据频繁交互的需求。

端侧行为模式改变。智能终端、物联网设备数量的爆炸式增长，

它们产生的数据规模也呈指数级增长；在这种情况下，越来越多的计算需要在网络边缘处理，在数据创建的位置就近处理；因此对网络系统也提出了更高要求，例如低时延、实时处理、事件驱动开发、云边协同等。

“新基建”加速产业融合。“新基建”是十四五规划的重点方向，通过优化算力资源结构，将高频调用、低时延业务需求分配至边缘数据中心，推动 5G 承载网络的边缘组网建设，为将算力和网络下沉到边缘创造条件。同时，工业互联网、车联网、远程医疗等产业政策明确提及边缘计算，推动关键技术研究、标准体系建设及软硬件产品研发，促进边缘云在典型产业的融合应用。例如：2018 年 7 月，工信部发布《工业互联网平台建设及推广指南》，组织开展边缘计算技术测试与应用验证，推动基于工业现场数据的实时智能分析与优化。2020 年 12 月，发改委、网信办、工信部、能源局发布《关于加快构建全国一体化大数据中心协同创新体系的指导意见》，对于面向高频次业务调度、对网络时延要求极高的业务，支持向城市级高性能、边缘数据中心调度。2021 年 3 月，工信部发布《“双千兆”网络协同发展行动计划》，协同推进 5G 承载网络建设。逐步推动三层虚拟专用网组网到边缘，兼容边缘云数据中心互联组网。

《关于深入推进移动互联网全面发展的通知》 2020.04 工信部 重点加强网络切片、边缘计算、高精度定位、智能传感、安全芯片、小型化低功耗智能仪表、跨域协同等新兴关键技术研究，并开展相关试验。 《关于加快构建全国一体化大数据中心协同创新体系的指导意见》 2020.12 发改委、网信办、工信部、能源局 对于需后台加工存储、对网络时延要求不高的业务，支持向能源丰富、气候适宜地区的数据中心集群调度；对于面向高频次业务调用、对网络时延要求极高的业务，支持向城市级高性能、边缘数据中心调度；对于其它算力需求，支持向本区域内数据中心集群调度。 《“双千兆”网络协同发展行动计划（2021-2023年）》 2021.03 工信部 协同推进5G承载网络建设。逐步推动三层虚拟专用网（L3VPN）组网到边缘，兼容边缘云数据中心互连组网。	《工业互联网平台建设及推广指南》 2018.07 工信部 组织开展边缘计算技术测试与应用验证，推动基于工业现场数据的实时智能分析与优化。 《车联网（智能网联汽车）产业发展行动计划》 2018.12 工信部 加快推动多接入边缘计算、网络功能虚拟化、5G网络切片等技术应用，构建通信和计算相结合的体系架构，提升多接入边缘计算敏捷性，实现更多业务创新。分步构建中心-区域-边缘-终端的多级分布式V2X计算平台体系。 《关于进一步加强远程医疗网络能力建设的通知》 2020.10 工信部、卫健委 应用5G切片、边缘计算等先进技术，为远程医疗提供更优网络能力。 《工业互联网创新发展行动计划（2021-2023年）》 2020.12 工业互联网专项工作组 加强边缘计算等新技术对工业装备、工业控制系统、工业软件的带动提升，打造智能网联装备，提升工业控制系统实时优化能力，加强工业软件模拟仿真与数据分析能力。
---	---

来源：《2021 年中国边缘云计算行业展望报告》

图 1：边缘云计算行业相关重点政策

（二）技术演进：中心云函数计算的互补和延伸

随着公有云产品的繁荣发展，已经被越来越多的开发者使用，5G 落地、AI 爆发、大数据持续突破，云计算已然成为新时代的水电煤，用户使用云计算的主要矛盾发生了转变。AWS 推出 Lambda 云服务，提出了以函数计算为核心的 Serverless 架构，用户只需要编写代码，并将传统云计算所需的大量基础设施的管理和维护任务委托给云厂商。同类的中心云函数计算服务还有 Google Cloud Functions、Azure Function、IBM Cloud Functions、阿里云函数计算、腾讯云函数等。

从数据存储和处理到系统响应能力，中心云函数计算正在被其支持的服务和应用的需求推向极限。在很多情况下，更高的带宽或计算能力并不一定意味着能够以更快的速度处理来自联网设备上的数据，也不足以近乎实时地生成即时响应和行动。主要挑战包括：

延迟。越来越多的行业应用需要进行快速分析和响应，仅靠中心云的函数计算服务无法完全满足这些需求，因为数据产生的位置与中心云的网络距离产生了延迟，从而影响到客户体验。

资源。中心云的函数计算往往每个函数都需要独占一个虚拟机或容器实例，对于资源的开销较高，预留实例容易造成浪费，而全靠突发实例则容易造成延迟抖动。

带宽。增大传输带宽可以一定程度上缓解网络的延迟问题。但是，随着边缘设备数量进一步增加，其产生的数据再传输到中心云的成本可能会居高不下，而这些成本可以通过在边缘计算和存储进行优化。

安全与隐私。在边缘对敏感数据进行保护，减少通过互联网传输的数据，有助于降低数据被截获的风险，从而提高安全性。此外，部分政府或客户可能会需要让数据留在其创建的管辖区内。例如，在医疗保健领域，对于个人数据的存储或传输，甚至可能存在地方或地区性限制要求。

边缘函数计算将一些数据功能（如存储、处理和分析）从中心云移至边缘更靠近数据生成的位置，可以带来一些关键益处：

提升速度并降低延迟。将数据处理和分析转移到边缘有助于加快系统响应，从而加速事务处理，提升体验，这在准实时应用中至关重要，如自动驾驶车辆。

节省传输成本。尽量减少通过网络发送到云端的数据量，可降低传输和存储大量数据的带宽和成本。

更高的可靠性。网络可单次传输的数据量是有限的。对于网络连接较差的位置，借助在边缘存储和处理数据的能力，可提高云连接中断时的可靠性。

增强的安全性。如果实施得当，边缘计算解决方案可限制网络的

数据传输，从而提高数据安全性。

二、边缘函数计算概述

（一）边缘函数计算的定义

边缘函数计算是一个基于大量无服务器边缘计算节点形成的边缘开发平台，其通过云边、边终端等协同的架构机制，解决特定的业务需求。边缘函数计算是一种分布式 IT 体系架构，在这种架构中，通过发布预先定义的处理规则（函数）到边缘云的边缘节点，尽可能的使数据请求处理更靠近请求来源。边缘函数计算主要构筑于中心云和终端客户之间的边缘的网络设施上，是中心云/公有云函数计算向边缘的下沉。

（二）边缘函数计算的价值

边缘函数计算平台使开发人员可以轻松利用分布式公有云基础架构并构建高性能、安全、全球规模的应用程序和服务。开发者无需关注服务的部署区域，无需搭建和维护基础设施，只需要编写并上传代码，一键部署，就可以在边缘节点上即时生效，就近响应终端用户或设备的请求。

边缘函数计算作为中心云函数的下沉，除了具备中心公有云服务的构建、部署、体系化管理的优势以外，更主要的是为了弥补中心云能力的不足，注重于解决实时数据的处理，提高终端请求的即时生效，降低时延，优化云服务算力的分配，其主要价值在于中心云函数计算能力的延伸与拓展。

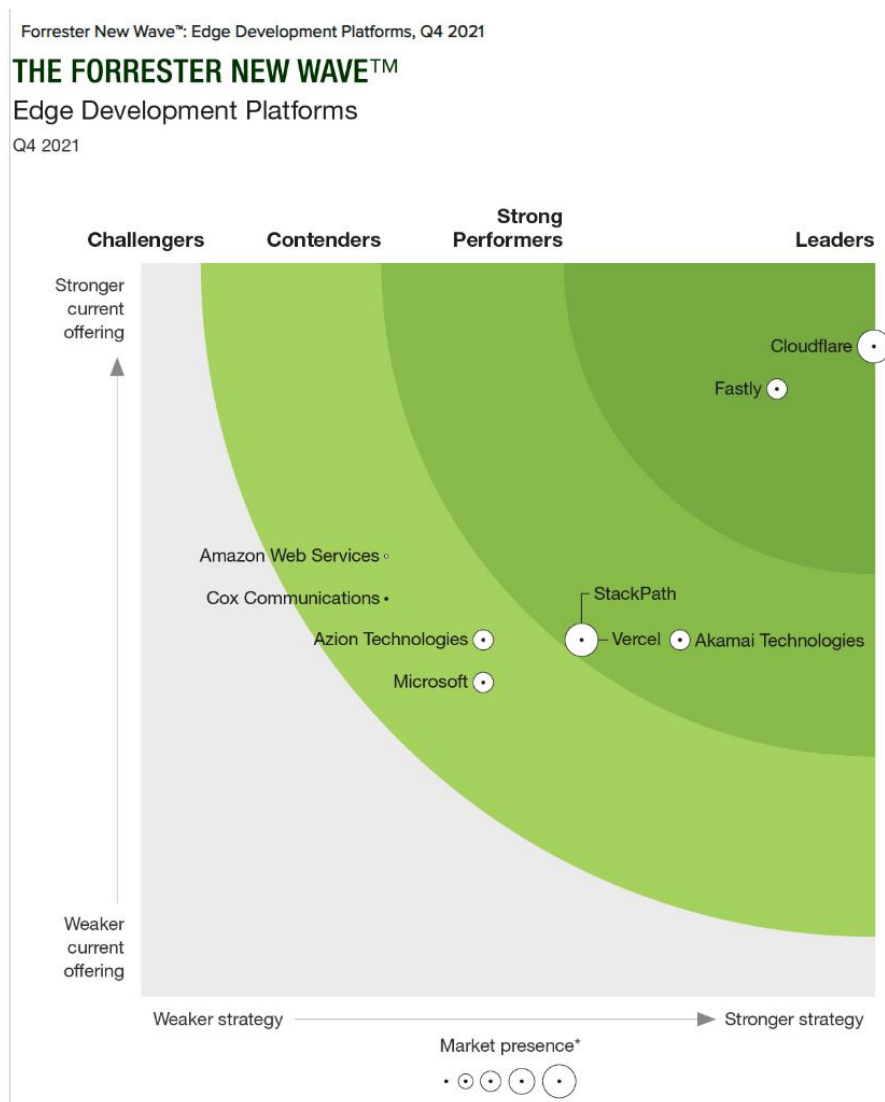
三、边缘函数计算发展现状

与云计算领域已经具备成熟的计算管理软件平台不同，边缘函数计算平台在国内外并没有成熟稳定的对应技术。当前各个公司都希望在边缘函数计算这一新的领域获得先发优势，边缘计算和无服务计算（Serverless Computing）的研究工作仍处于初级阶段，各厂商及开源社区边缘技术路线各不相同，个性体现并丰富着共性，同时个性并不完全包含于共性之中。

中心云函数计算的国内外发展现状，2014 年 AWS 推出 Lambda 云服务，提出了以函数计算为核心的 Serverless 架构。随后各个云计算提供商纷纷推出函数计算云服务，谷歌推出 Google Cloud Functions，微软推出 Azure Function，IBM 推出了 IBM Cloud Functions 并开源了 Apache OpenWhisk，2017 年 4 月，阿里云推出 Function Compute，腾讯云推出无服务器云函数。函数计算 2017 年成为当年增长最快的云服务。业界认为，使用函数计算，云的费用可减少 10%至 90%。自 2009 年加州大学伯克利分校预测的当时云计算所面临的挑战将会被逐一解决，云计算将会繁荣起来，如今已一一实现。2019 年 2 月，伯克利再次发表论文预测 Serverless 将成为下一代云服务的主流形态。

（一）主流厂商及代表

关于边缘函数计算，参考 Forrester 2021 Q4 《Forrester New Wave™：边缘开发平台》列举出了九家主流厂商：



Cloudflare Workers. Cloudflare 是一家美国的 CDN 加速服务提供商。在他们的解决方案中,支持无服务器应用程序部署到网络边缘,从而大大减少延迟。他们的 Cloudflare Workers 是一个 FaaS 解决方案,它使用了 Cloudflare 的全球网络,可以在边缘缓存静态内容,同时根据用户位置、设备类型、时间等,整合动态内容。目前 Cloudflare Workers 已经被各行各业约 25,000,000 个互联网应用所使用,帮助他们节省了开发和服务器资源。

Cloudflare 的解决方案主要是通过通过在 CDN 节点上运行 JavaScript

V8 引擎的 Isolate 来实现隔离，以更小的资源粒度来承载函数，从而实现一个进程中运行大量的函数实例。与此同时，Cloudflare 也推出了支持 WebAssembly 的运行时，以及 Workers KV、Durable Objects 等存储服务以配合 Cloudflare Workers 在边缘构建完整的有状态服务。

Fastly Compute@Edge。 美国知名云计算服务供应商 Fastly 也推出了无服务器边缘运算服务 Compute@Edge, 该服务提供一种灵活且可扩展的方法，让用户在网络边缘构建无服务器应用程序。在 Fastly 的无服务器边缘计算网络方案 Compute@Edge 中，允许用户把复杂的逻辑移动到边缘，可以为任何应用程序或后端服务部署和运行复杂的逻辑，同时 Compute@Edge 的 WebAssembly 运行时能以微秒级的速度启动，为用户提供的轻量级、高性能和可扩展的无服务器计算方法。

与 Cloudflare 的技术演进方向不同，Fastly 采用 WebAssembly 虚拟机作为边缘函数计算的运行时。基于 WebAssembly 技术，用户可以将 C++、Rust 等高级语言程序编译成 Wasm，并在边缘网络上运行。

Akamai EdgeWorkers。 Akamai 是领先的内容交付网络 (CDN) 提供商，他的网络承载着全球 15%-30% 的互联网 Web 流量。Akamai 推出了 EdgeWorkers 边缘无服务计算，使开发人员可以在全球超过 25 万台的边缘服务器中创建和部署函数计算服务。EdgeWorkers 会将数据和程序推送到更靠近最终用户的位置，以确保用户体验不会因网络延迟而受到影响。借助 EdgeWorkers，开发者可以快速地创建边缘计

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/887036120055006161>