

业界 Serverless 架构调研

李海峰

December 29, 2022

本调研旨在根据公开资料搜集业界 Serverless 实现架构，以了解其实现方式、遇到的困难等，为我们设计实现 Serverless 平台提供参考。

Contents

| | |
|-----------------------------|----------|
| 1 概述 | 1 |
| 1.1 主要的 Serverless 产品 | 1 |
| 1.2 Serverless 产商服务能力排名 | 2 |
| 1.3 Serverless 技术实现的核心问题 | 2 |
| 2 底层虚拟化 | 4 |
| 2.1 基于 Kubernetes | 5 |
| 2.2 基于裸金属 + 虚拟化技术 | 5 |
| 2.3 混合使用 Kubernetes 及裸金属服务器 | 6 |
| 3 性能参考指标 | 6 |

1 概述

1.1 主要的 Serverless 产品

自 2014 年 AWS 发布 Lambda[4] 以来已经过了近 10 年时间，各个产商都相继推出了自己的 Serverless 产品，Serverless 相关技术和框架也逐渐趋于成熟。从服务模式来看，Serverless 主要有两方面的应用：一类是主要面向公有云市场的 Serverless 产品，还有一类是面向企业内部应用的私有云 Serverless 平台。

Serverless 根据其实现方式而言又可以分为以下几类 [8]：

- **函数即服务 (FaaS)**：这类产品的特点是用户只需要编写函数代码即可，如 table 1 所示
- **后端即服务 (BaaS)**：例如 AWS S3、DynamoDB 等 [16]¹
- **容器即服务 (CaaS)**：用户可以自行打包镜像运行，这类产品如 table 2 所示

¹此类应用与我们的实际需求差别较大，因此不在本文研究范围之内

| 产商 | 产品 | 发布时间 | 类型 |
|-----------|---------------------|---------|-----|
| Amazon | AWS Lambda | 2014/03 | 公有云 |
| Google | Cloud Functions | 2017 | 公有云 |
| Microsoft | Azure Functions | 2016/03 | 公有云 |
| IBM | IBM Cloud Functions | 2016/02 | 公有云 |
| Oracle | Oracle Functions | 2019/08 | 公有云 |
| Nimbella | Nimbella Platform | N/A | 公有云 |
| 阿里巴巴 | 函数计算 | 2017/04 | 公有云 |
| 华为 | 函数工作流 FunctionGraph | 2021/07 | 公有云 |
| 腾讯 | 云函数 SCF | 2020/03 | 公有云 |
| 百度 | 函数计算 CFC | 2017/11 | 公有云 |
| 字节跳动 | ByteFaaS | 2019/? | 私有云 |
| 美团 | Nest | 2019/? | 私有云 |

Table 1: 主要的 FaaS 提供商和产品

1.2 Serverless 产商服务能力排名

根据评测机构 Forrester 的评测，可以大致看出各个 Serverless 产商的竞争力排名，如 fig. 1 所示。其中，Amazon、Microsoft、阿里巴巴几家公司处于领先的地位。

1.3 Serverless 技术实现的核心问题

Serverless 技术在实现上，一方面需要解决 Serverless 理念自身的技术要求所带来的挑战，另一方面，在落地实际业务时，也会收到实际业务影响而带来一些其他的问题。总结来看，在 Serverless 技术实现上，需要解决的核心问题有：

- **弹性伸缩**：弹性伸缩是 Serverless 的基础，如何能够响应近乎“无限”的请求、根据需要自动伸缩，是 Serverless 平台最核心的要素之一。它又可以拆解为两个子问题：基础架构和伸缩算法。

| 产商 | 产品 | 发布时间 | 类型 |
|-----------|----------------------|---------|-----|
| Amazon | AWS Fargate | 2019 | 公有云 |
| Google | Cloud Run | 2019 | 公有云 |
| Microsoft | Azure Container Apps | 2019 | 公有云 |
| IBM | Code Engine | 2016/02 | 公有云 |
| 阿里巴巴 | Serverless 应用引擎 SAE | 2017/04 | 公有云 |

Table 2: 一些 CaaS 应用产品



Figure 1: 《Forrester Wave™: 函数即服务 (FaaS) 平台, 2021 年第一季度》评估结果 [10]

- **冷启动优化**: 由于 Serverless 一般按照时长计费, 且需要支持极度的伸缩, 因

此，决定其伸缩效率的关键因素是启动时间。如何降低启动时间是一个需要解决的问题，该问题一般又可以等价于冷启动优化问题。

- **高可用保障**：保障平台在突发流量增长时能够从容应对、容忍临时软硬件故障
- **应用部署**：
- **安全性**：FaaS 需要运行用户代码，如何进行安全隔离、保证函数调用之间互不影响，是非常重要的问题
- **整合现有系统**：

2 底层虚拟化

基础设施是指 Serverless 底层的运行基础，需要支持虚拟化/资源隔离/扩缩容等，部分产品的架构选型如 table 3所示。

| 基础架构 | 产品 |
|---------------------|--|
| Kubernetes | 美团 Nest[16, 17]、字节 ByteFaaS[11]、Nimbella[6]、京东 Serverless[14, 13] |
| Docker | 阿里函数计算 [20] ¹ 、Oracle Functions[7] |
| Knative | Google Cloud Run[5]、工商银行 Serverless[12] ¹ 、滴滴 Serverless[9] |
| Firecracker/microVM | AWS Lambda、AWS Fargate[2]、腾讯云函数 [18, 19] ² |
| Apache OpenWhisk | IBM Cloud Functions[3] |
| EasyFaaS | 百度函数计算 CFC[15]、工商银行 Serverless[12] |

¹ 阿里函数计算第二代架构已经改为用神龙裸金属 + 安全容器实现 [20]

² 腾讯云使用自研的轻量级虚拟化技术，不确定是否与 AWS microVM 相同

³ 工商银行函数计算 1.0 使用 Knative，2.0 改用百度函数计算产品

Table 3: 一些 Serverless 平台的基础设施

2.1 基于 Kubernetes

Kubernetes 已经是事实上的云原生标准，因此使用 Kubernetes 作为底层运行时是一个最常规的选择，且其本身自带了容器编排、服务治理等功能，生态较好。Knative 是谷歌开源的基于 Kubernetes 的 Serverless 运行环境。因此有不少 Serverless 实现是使用 Kubernetes 作为运行时，或者在此基础之上的 Knative，例如美团、字节以及谷歌等。

2.2 基于裸金属 + 虚拟化技术

使用裸金属服务器结合虚拟化技术（如安全容器或者 MicroVM），例如 AWS Lambda 和阿里函数计算等。相对于 Kubernetes 而言，这种方式弱化了集群管理的功能，而将工作负载的管理交由 Serverless 平台处理，更直接一些。如 AWS Lambda 使用 Firecracker/microVM 实现工作负载，如 fig. 2所示。

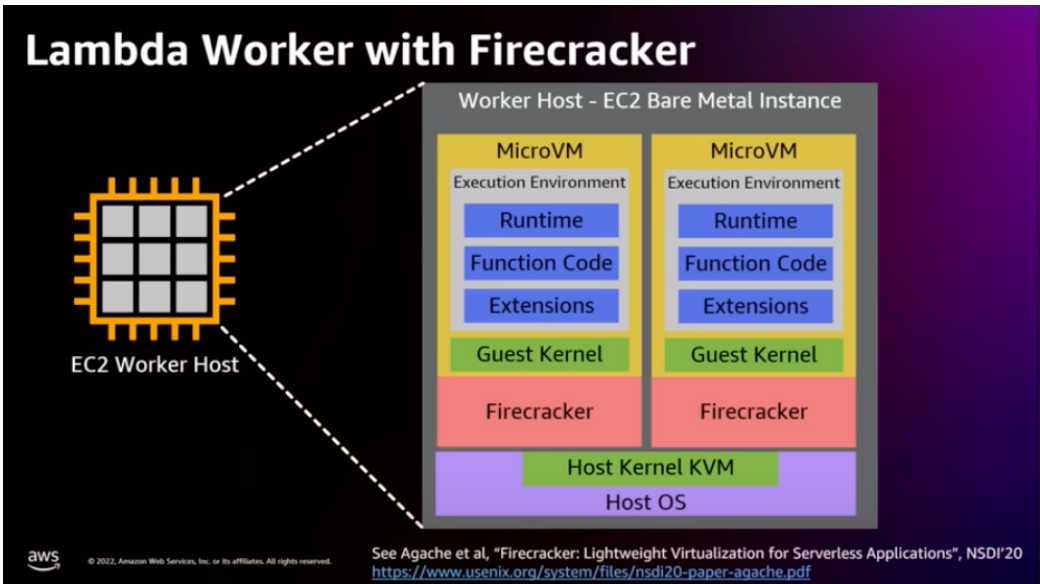


Figure 2: AWS Lambda 的工作负载使用 Firecracker 虚拟化 [1]

除了 AWS，阿里、腾讯等均采取了裸金属服务器 + 轻量级虚拟化技术的方式，其中虚拟化技术又分为 microVM 或者安全容器两类。除此之外，还有基于普通 Docker 实现的，例如基于 Docker 的 FaaS 平台（如 Fn Project）。

2.3 混合使用 Kubernetes 及裸金属服务器

除了上述的做法外，还有一些框架也有支持多种运行时的，例如 Apache OpenWhisk、百度开源的 EasyFaaS 等，采用框架封装支持多种运行时，可以混合使用 Kubernetes 以及 Docker 等。

3 性能参考指标

References

- [1] *AWS re:Invent 2022 - A closer look at AWS Lambda (SVS404-R)*. 2022.
URL: https://www.youtube.com/watch?v=0_jfH6qijVY.
- [2] *Firecracker - Secure and fast microVMs for serverless computing*. 2022.
URL: <https://firecracker-microvm.github.io/>.
- [3] *How Cloud Functions works*. 2022.
URL: <https://cloud.ibm.com/docs/openwhisk?topic=openwhisk-about&locale=en>.
- [4] *Introducing AWS Lambda*. 2014.
URL: <https://aws.amazon.com/cn/about-aws/whats-new/2014/11/13/introducing-aws-lambda/>.
- [5] *Is Google Cloud Run really Knative?* 2020.
URL: <https://ahmet.im/blog/cloud-run-is-a-knative/>.
- [6] *Meet Nimbella, newest Kubernetes serverless solution on the block*. 2019.
URL: <https://techgenix.com/nimbella-kubernetes-serverless/>.
- [7] *Overview of Functions*. 2022. URL: <https://docs.oracle.com/en-us/iaas/Content/Functions/Concepts/functionoverview.htm>.
- [8] 云原生行业研究短报告 (七): 无服务器. 2021. URL: https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202201141540404897_1.pdf?1642193074000.pdf.
- [9] 从零到一, *Serverless* 平台在滴滴内部落地. 2020.
URL: <https://cloud.tencent.com/developer/article/1664422>.
- [10] 如何评估 *Serverless* 服务能力? 这份报告给出了 40 条标准. 2021.
URL: <https://developer.aliyun.com/article/784359>.
- [11] 字节跳动函数计算大规模实践及 *Serverless* 展望. 2022.
URL: <https://zhuanlan.zhihu.com/p/532458495>.
- [12] 工商银行 *Serverless* 函数计算落地实践. 2021.
URL: <https://www.infoq.cn/article/plg82yfmwvioqvvl0hzi>.
- [13] 微服务低代码 *Serverless* 平台 (星链) 的应用实践. 2022.
URL: <https://xie.infoq.cn/article/a6cc05adc879c31b0df66ebc1>.
- [14] 李道兵: 京东云的云原生理念及 *Serverless* 最佳实践. 2019.
URL: <https://www.infoq.cn/article/5vbwEcE2UJuxxE4xer2k>.

- [15] 百度 *Serverless* 架构揭秘与应用实践. 2021.
URL: <https://xie.infoq.cn/article/429b59c0c6c91f9cf8b633021>.
- [16] 美团 *Serverless* 平台 *Nest* 的探索与实践. 2021. URL:
<https://tech.meituan.com/2021/04/21/nest-serverless.html>.
- [17] 美团如何通过新平台落地 *Serverless* 的?. 2022.
URL: https://www.infoq.cn/article/ecrsxE0Vt00wXlFgCvgW?utm_source=rss&utm_medium=article.
- [18] 腾讯云函数计算冷启动优化实践. 2019.
URL: <https://cloud.tencent.com/developer/article/1461709>.
- [19] 腾讯云原生战略及 *Serverless* 平台实践解析. 2019.
URL: https://www.infoq.cn/article/we9ubdr1p*tr6crsmylv.
- [20] 阿里云 *FaaS* 架构设计. 2021.
URL: <https://developer.aliyun.com/article/819594?spm=a2c6h.12873581.technical-group.dArticle819594.46fb5e66m8eGjW>.