



# 基于 CaaS 的微服务运维平台设计

章仕锋 潘善亮( 宁波大学信息科学与工程学院 浙江宁波 315211)

**摘 要:** 微服务架构已在许多信息系统中得到广泛运用,针对微服务架构下微服务应用的部署运维问题,本文以 Docker 容器引擎和 Kubernetes 容器编排工具为基础,设计开发了针对微服务架构特点的容器云平台,云平台简化微服务程序部署运维的操作,利用虚拟化集群的方式提高微服务应用的可用性,根据 CaaS 容器即服务(Container-as-a-Service)的思想完成微服务组件的独立部署运行和业务功能伸缩。

**关键词:** Docker; Kubernetes; 容器云平台; 微服务; 容器即服务

## 1 引言

云计算技术的出现和发展为计算机资源管理利用提供了高效可靠的平台支持,云计算的三种代表服务模式 SaaS( Software-as-a-Service,软件即服务)、PaaS( Platform-as-a-Service,平台即服务)、IaaS( Infrastructure-as-a-Service,基础设施即服务)是目前使用最广泛的云服务模型<sup>[1]</sup>。

以 Docker 技术为代表的容器虚拟化技术的出现为云平台服务提供了一种全新的服务模式 CaaS 容器即服务(Container-as-a-Service),CaaS 将云计算服务以容器运行的方式提供给用户,这种方式相较于 PaaS 模式 CaaS 能够以更低的开销实现云平台环境的搭建。CaaS 模式和 SaaS 模式相比,将应用软件划分为细粒度的原子系统,用户可以根据需求对部署原子系统的容器进行组合调用,能够灵活适应变化的业务功能需求,服务可用性更高。

本文采用 CaaS 云服务设计理念,设计基于 Docker 容器引擎和 Kubernetes 容器编排工具的微服务应用统一运维平台,将微服务架构、容器化技术两者进行结合实践,一键集成管理微服务程序的发布、运维等操作。

## 2 相关技术

### 2.1 微服务架构

微服务架构(Microservice Architect)<sup>[2]</sup>一词最早由 Martin Fowler 与 James Lewis 于 2014 年共同提出,微服务架构是一种新的软件架构风格,它将业务功能划分为细粒度的微服务,每个微服务运行在各自隔离的环境中,服务之间通过轻量级通讯机制进行交流,并能根据业务上下文选择合适的语言、工具对其进行构建。

与传统的 SOA 架构相比,最大的区别在于每一个微服务运行部署在各自独立互不干扰的环境之中,一个微服务的错误崩溃会被隔离在自身的环境中,不会造成系统的连锁反应,从而最大程度的保证了系统整体的稳定可靠。

### 2.2 Docker

Docker 是由 PaaS 企业 dotCloud 公司开发的一种 Go 语言开发的开源、轻量级的容器实现技术<sup>[3]</sup>。Docker 技术有很好的隔离性,通过容器的形式,创建一个拥有处理器、内存和硬盘存储等计算机资源的独立虚拟网络空间,用户通过从 Docker 服务器端下载初始系统镜像,然后将应用程序打包移植到系统镜像上,形成一个新的独立容器,该容器可以部署到任意安装有



Docker 环境的机器上,容器之间可以通过轻量级的网络协议进行交互。

表 1 Docker 与传统虚拟化技术对比表

	Docker	VM 虚拟机
启动速度	毫秒或秒级	分钟级
占用计算机资源(内存/硬盘)	MB 数量级	GB 数量级
基本单元	Docker 镜像	虚拟机镜像
虚拟化级别	应用程序级虚拟化	操作系统级虚拟化
应用程序粒度	细粒度	粗粒度
部署环境一致性	强	弱
资源利用率	高	低

### 2.3 Kubernetes

Kubernetes 是谷歌提出的一种基于容器技术的分布式集群管理方案<sup>[4]</sup>,能够对部署有微服务程序的 Docker 容器进行自动化运维管理。Kubernetes 支持各种编程语言,通过 TCP 协议实现管理节点之间的通信,可以很方便的将原有系统迁移到 Kubernetes 平台上。

Kubernetes 利用 Master 组件和 Node 节点来实现容器集群的管理,主要的组件和资源对象包括:

(1) Pod: Kubernetes 中最小管理单元,多个 Docker 容器可以在一个 Pod 中共享计算机资源。

(2) Kubernetes API Server: 利用 Restful API 来实现与外界通信和对内部资源对象的增添修改等业务操作。

(3) Scheduler: 用来调度集群中的各类资源。

(4) Controller Manager: 对集群中的数据对象等资源进行及时的同步操作。

(5) Etcd: Kubernetes 集群的数据库接口,采用键值对(key, value)的方式保存服务,存储整个 Kubernetes 的状态信息。

(6) Kubelet: Master 节点和 Node 节点之间的纽带,对 Pod 容器的生命周期进行管理监控等操作。

(7) Kube-proxy: Kubernetes 集群中服务之间的通信组件,有着负载均衡的功能。

Docker 容器化技术为微服务应用程序提供了容器上的载体,而 Kubernetes 技术的出现解决了微服务容器的编排、管理问题。Kubernetes 技术和 Docker 技术的结合可以为企业级微服务系统应用提供统一的容器管理接口,能够方便的调整控制容器数量来实现应用服务的高可用性和伸缩性。

### 3 总体设计

CaaS 容器云平台是微服务应用的部署运维平台,利用容器即服务的设计理念,将单个微服务部署到独立的容器环境中,容器采用 Docker 技术实现, Kubernetes 来管理容器集群。容器云平台设计时充分采用微服务设计思想,将容器云平台分解为若干独立的功能模块,这些独立的功能模块也是各个单一微服务应用程序,模块之间通过轻量级的 RESTful API 的方式来实现交互。

容器云平台总体架构主要分为可视化前端模块、平台功能模块、基础资源模块、物理硬件模块、DevOps 持续交付和容器池。

可视化前端是容器云平台的运维管理窗口,运维人员可以通过可视化前端方便的管理配置整个容器化平台的性能参数,平台功能模块中负责实现具体的容器平台功能,提供平台管理的核心功能,基础组件模块保存着容器化平台的一些重要数据资源,物理硬件是平台的运行载体。DevOps 持续交付为容器云平台提供微服务发布功能,容器池是容器云平台的基础,集成了 Docker 引擎和 Kubernetes 编排的功能。

#### 3.1 平台功能

容器云平台模块功能的具体设计如下图 2 所示,总体功能分为四大模块,各个模块下包含若干子模块设计,每个子模块可以看作一个单一的微服务应用程序。

(1) 集群配置主要包括集群创建、集群修改和集群查看三个功能模块,通过构建 Kubernetes 集群的控制接口,把一些集群的基本操作配置用程序语言来封装,将集群控制的业务逻辑用程序中的控制类来实现。

(2) 容器化平台中设计容器伸缩模块来满足系统应对业务高峰低谷时的需求,通过响应式混合伸缩对

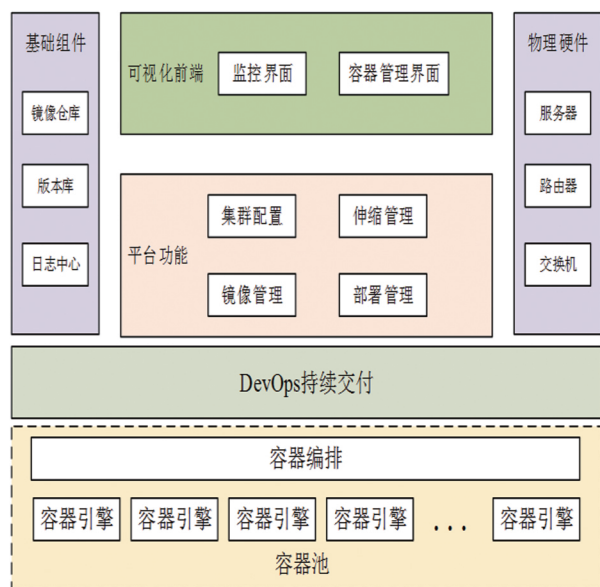


图1 容器云平台架构

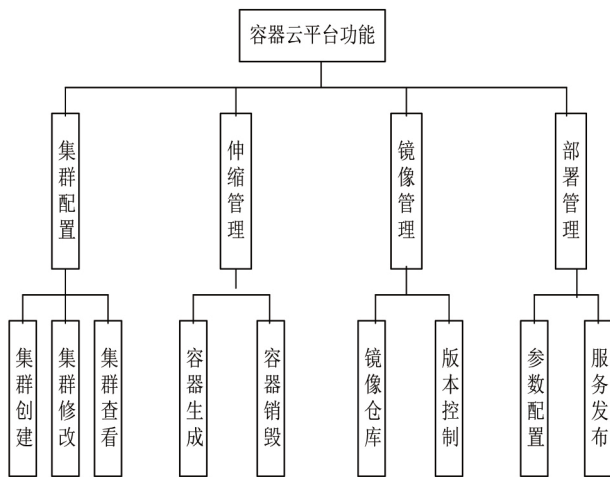


图2 容器云平台功能模块

业务需求已使用的容器数进行检测,建立伸缩策略,当检测到数值超过或低于设定的阈值时,向系统运维发送提醒,运维人员可以根据设定的步长进行手动或自动的增加或减少容器数量,同时向 Kubernetes 集群发出指令,调整相应的节点数量。

(3) 镜像管理模块主要的对镜像仓库的管理和对容器镜像版本的控制,镜像仓库是容器云平台保存管理镜像的核心,镜像管理功能负责对镜像仓库中的镜像增删修改等操作,用户通过镜像管理模块可以查询当前镜像列表,当应用程序更新时,镜像管理模块为新的容器镜像添加版本标签,用户可以方便的查看各个版本的镜像信息,若新部署的镜像发生错误则通过镜

像管理拉取旧的版本重新部署。

(4) 部署管理模块为用户提供了便捷的一键式微服务应用容器部署操作,用户通过网页选择相应的微服务应用程序,然后设置要容器部署的相应参数,如部署的集群位置、部署所需的镜像等信息,就可以实现将微服务程序生成一个新镜像并自动化部署到容器之中,然后通过容器云平台发布形成一个真正的微服务。

### 3.2 Docker 容器池设计

Docker 容器池是容器云平台生产、维护和销毁 Docker 容器的核心模块,容器池通过对 Docker 容器的编排,使相互孤立的容器之间产生联系。微服务程序镜像通过容器池的加载部署后,对外真正的发布成为拥有多实例高可用的微服务。容器池以 Docker 容器引擎为基础,采用 Kubernetes 容器编排技术为手段,实现容器池的各项功能。

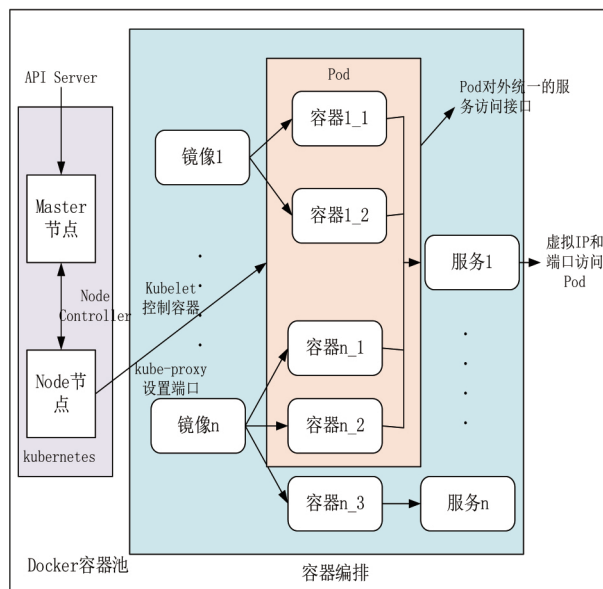


图3 Docker 容器池设计

如图3所示,Docker 容器池以 Kubernetes 的 API Server 为整个容器池的入口,用户通过 RESTful API 的方式来对容器池的增删修改等操作,Kubernetes 分为 Master 节点和 Node 节点,Master 节点是容器池总的控制中心,负责监控各个 Node 节点,Node 节点是容器池中各个 Docker 容器的管理者,负责具体容器的创建、编排等操作。

容器编排的过程可以分为:

(1) 从镜像仓库获取载有微服务的镜像,将其部



署到各个容器之中,以一个或多个容器形成相应的 Pod。Pod 将作为容器池最基本的操作单位。

(2) Node 节点通过 Kubelet 来控制容器的部署启动,并根据组合服务逻辑将相应的容器编排到 Pod 之中,利用 Kube-proxy 通信组件为 Pod 设置相应的端口。

(3) Master 节点通过 Node Controller 组件将相应的 Node 节点连接发布到集群网络之中,创建 Service 服务。Service 服务是一组共同服务 Pod 的网络访问地址入口,Service 服务的 IP 地址由容器云平台动态分配。

### 3.3 DevOps 持续交付

#### 持续交付

持续交付部署作为一种新的软件开发模式,有力地提高了系统的拓展性和容错性。因此,要求系统开发人员能通过部署运维平台在不进行整体更新的情况下,完成对系统微服务功能细粒度的发布更新。

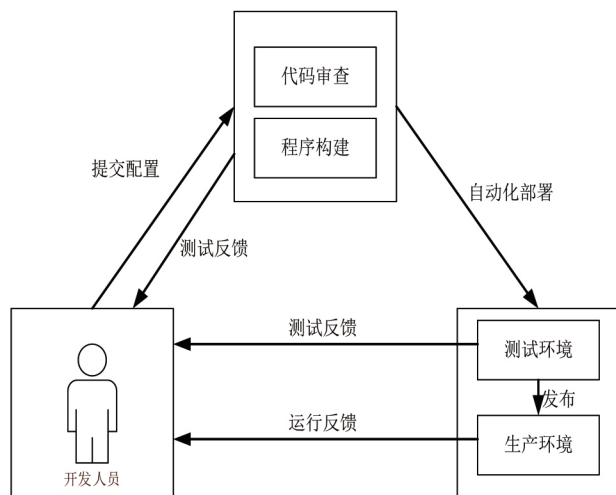


图4 持续交付部署

如图4所示,当新的微服务实例发布时,系统开发人员对实例代码进行生成或配置,通过持续集成的方式对代码进行审查并实现应用程序的构建。利用自动化部署工具将相应程序部署到测试之中,根据测试反馈结果进一步修改。测试通过后将应用程序正式发布到生产环境中。在进行系统服务更新时,对微服务节点下属的微服务实例进行更新,以这种细微的更新方式来满足系统应用开发高频率交付和边开发边测试的要求。

#### 微服务应用发布

微服务应用发布主要以 DevOps 持续交付的方式进行。DevOps 持续交付是容器云平台的核心功能之一,它为微服务系统部署、修改等操作提供自动化的流程管理,支持微服务功能快速的迭代发布。DevOps 持续交付是容器云平台与微服务系统之间对接的纽带,也是微服务架构的核心要求之一。

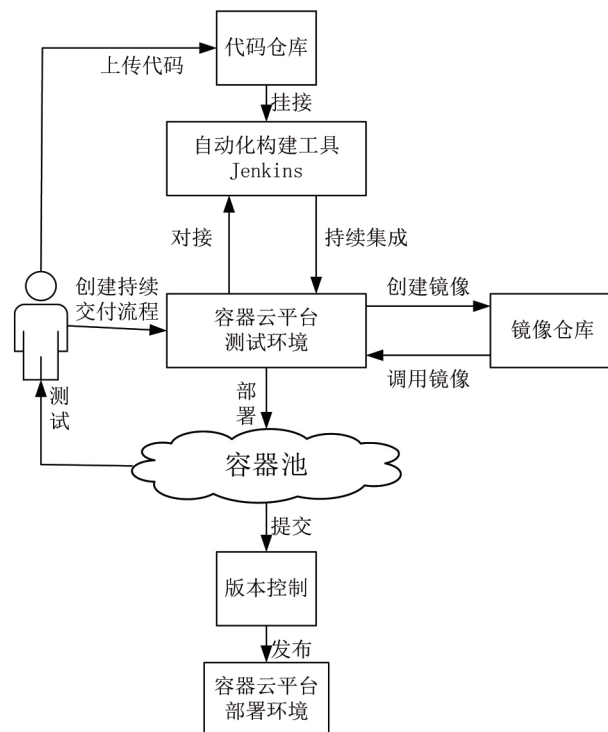


图5 DevOps 发布微服务流程

DevOps 持续交付发布微服务到容器云平台的过程如图5所示,具体的操作过程可以分为:

(1) 开发者向微服务代码仓库提交微服务应用程序代码,代码仓库通过自动化构建工具 Jenkins<sup>[5]</sup> 来创建相应的程序并将其集成到容器云平台测试服务器中。

(2) 开发者向容器云平台测试开发环境提交持续交付流程说明,对相关配置操作进行设定,如容器镜像命名、程序参数配置等,通过与自动化构建工具的对接,获取生成的应用程序实例。

(3) 容器云平台的测试开发环境将得到的应用程序实例发送至容器镜像仓库,由镜像仓库完成对应用程序容器化的封装,从而形成一个新的容器镜像。新的容器镜像被返回到容器云平台测试开发环境中。





(4) 容器云平台将新生成的容器镜像部署到容器池中,用户可以根据容器池中的镜像实例来进行业务功能测试,测试完后为相应的容器镜像建立版本标签,然后将其发布到容器云平台部署运行环境中,成为微服务系统的原子微服务。

#### 4 结束语

本文采用目前广泛应用的 CaaS 容器云设计,建立一个以 Docker 容器为基础的云服务集群平台,结合微服务架构实际需求,将容器伸缩、服务高可用等要求作为设计重点。轻量级的 Docker 容器技术提高了计算机资源利用效率,减少微服务系统运行部署的开销。Kubernetes 技术解决了 Docker 容器集群管理问题,在此基础上设计开发容器云平台以 Web 页面的方式减少指令化操作,通过直观可视化的方式来提高运维管理效率。

#### 参考文献

- [1] 齐磊,张海峰,张天晓,祝好,陈旭.基于容器技术的 PaaS 云平台方案[J].电信科学,2017(04):177-182
- [2] 张晶,黄小锋.一种基于微服务的应用框架[J].计算机系统应用,2016,25(9):265-270
- [3] 武志学.云计算虚拟化技术的发展与趋势[J].计算机应用,2017(04):915-923
- [4] 唐瑞.基于 Kubernetes 的容器云平台资源调度策略研究[D].成都:电子科技大学,2017
- [5] 周莹,欧中红,李俊.基于 Jenkins 的持续集成自动部署研究[J].计算机与数字工程,2016(02):267-270

作者简介:章仕锋(1994-):男,浙江温州人,宁波大学信息科学与工程学院硕士研究生,主研领域:微服务、服务计算;潘善亮,教授,博士,主研领域:服务计算、信息检索和推荐系统。■

#### 简讯

### 集团积极参加第二届数字中国建设峰会

5月6日至8日,第二届数字中国建设峰会在福州海峡国际会展中心举行。此次峰会是由国家互联网信息办公室、国家发展和改革委员会、工业和信息化部、福建省人民政府共同举办。峰会定位为我国信息化发展政策发布平台、电子政务和数字经济发展成果展示平台、数字中国建设理论经验和实践交流平台、汇聚全球力量助推数字中国建设的合作平台。

本届峰会围绕“以信息化培育新动能,用新动能推动新发展,以新发展创造新辉煌”主题,来自各省区市和新疆生产建设兵团有关部门负责人、行业组织负责人、产业界代表、专家学者以及智库代表等约1500人出席峰会。其中,中国信科集团总经理鲁国庆应邀参加峰会开幕式,并出席卫星分论坛活动。集团副总经理余少华在峰会大数据分论坛上作主题发言。集团下属多家企业,包括大唐高鸿、辰芯科技、虹信通信、烽火集成、楚天云等,纷纷在成果展上展示各自在数字经济领域的最新应用和取得的成效,包括电子政务、大数据、智慧社会、工业互联网、网络科技、数字生态、数字健康、卫星应用、物联网等领域。

峰会期间,鲁国庆总经理还分别和福州市政府尤猛军市长、福州市仓山区委书记蔡战胜进行了会见座谈。

在闽期间,鲁国庆总经理还走访福建电信,并分别与福建铁塔、福建电信和福建移动主要负责人进行了亲切交流。

来源于:中国信科