

# 基于 Kubernetes 容器云的应用研究

谢超群

( 福建中医药大学 现代教育技术中心, 福州 350108)

**摘 要:** 随着高校信息化的不断深入, 高校数据中心在传统虚拟化模式下, 存在服务器资源利用率低、应用服务部署和迁移困难等问题。结合高校数据中心的实际情况, 利用 Docker 容器技术和 Kubernetes 容器集群技术设计了一种高校数据中心容器云。该平台实现了应用服务容器的调度和管理、快速部署和迁移, 提高了高校数据中心的资源利用率和运维效率。

**关键词:** Docker Kubernetes; 数据中心; 虚拟化

中图分类号: TP393

文献标志码: A

## Research on Application of Container Cloud Based on Kubernetes

XIE Chao-qun

( The Modern Educational Technology Center , Fujian University of Traditional Chinese Medicine , Fuzhou 350108 , China)

**Abstract:** With the deepening of information technology in colleges and universities , under the traditional virtualization mode , there are some problems in the data center of colleges and universities , such as the low utilization rate of server resources and the difficulties in the deployment and migration of application services , etc. In this paper , combined with the actual situation of university data center , a university data center container cloud is designed by using the docker container technology and kubernetes container cluster technology. The platform realizes the scheduling and management of application service container , rapid deployment and migration , and improves the resource utilization and operation and maintenance efficiency of university data center.

**Key words:** Docker Kubernetes; data center; virtualization

随着高校信息化的不断深入, 学校的各种业务应用服务的数量和种类不断增多, 在传统运维模式下, 高校数据中心面临着以下的问题: 应用服务软件环境需重复部署, 软件环境准备时间较长。在高校数据中心传统运维模式下, 软件环境的准备需经过操作系统的安装、中间件的安装、WEB 服务的安装等多个环节, 无法实现软件环境的快速部署发布; 数据中心资源利用率较低, 采用传统方式部署应用服务, 需重新准备服务器安装操作系统及相应的软件环境, 浪费大量的服务器计算和存储资源, 无法充分利用数据中心资源; 应用服务无法根据负载灵活调度, 在高校数据中心的某些服务场景下, 应用负载会临时增加,

收稿日期: 2019-10-13

基金项目: 福建省教育厅项目( JAT170299): 基于 Docker 容器技术的校园应用云计算平台

作者简介: 谢超群( 1982-) , 男, 湖北仙桃人, 福建中医药大学现代教育技术中心工程师, 硕士, 主要从事云计算、数据中心研究。

传统模式下无法快速部署应用服务来自适应业务负载的临时增长;应用服务迁移困难.当应用服务需要从一台服务器向其他服务器迁移时,需重新部署操作系统和软件环境,无法实现应用服务和软件环境的打包快速迁移.

针对上述高校数据中心所面临的现状,本文设计了一种高校数据中心容器云,该容器云平台采用 Docker 容器技术将高校应用服务和相应的软件环境制作容器镜像,达到快速部署和迁移的目的.同时,结合 Google 开源的 Kubernetes 容器编排技术来实现容器资源的灵活调度和管理.

## 1 Docker 容器技术简介

Docker 容器技术是一种基于 Go 语言开发的开源容器技术,它基于命名空间将服务器的资源划分成独立的资源容器,该资源容器包含了进程、网络、IPC 管道等资源形成一个类似操作系统的运行容器. Docker 容器可以将操作系统的资源划分到相互隔离的资源容器,并可以高效调度不同资源容器所使用的资源,满足容器应用高效运行的需求.<sup>[1]</sup>与传统的虚拟化技术相比,Docker 容器的指令执行可以直接运行在本地 CPU,不需要通过中间的虚拟化层进行指令模拟或者编译,降低了程序运行中 CPU 运行的开销,提高了程序指令的运行效率. Docker 具有将运行的应用容器打包成镜像的功能,在实际使用过程中,可以将应用容器的操作系统、软件运行环境和应用程序整体打包为一个镜像,推送到 Docker 的镜像仓库中,当需要重新部署类似的应用时可以直接从镜像仓库拉取所需要的镜像,再利用镜像直接生成应用容器,不需要像传统模式下重新安装操作系统和软件环境,提高了应用服务的部署速度,解决了应用服务迁移困难的问题.传统虚拟化技术由于操作系统和硬件虚拟化的开销,比 Docker 应用容器要消耗更多的 CPU、内存和 IO 资源,因此可以实现在同样配置的服务器下,部署更多的应用服务,资源利用率更高. Docker 采用 Union FS 分层文件系统,当 Docker 的镜像进行修改时会在原有的基础镜像层上生成一个新的层次,所有的修改都在新生成的镜像层进行添加,原有的镜像层并不会发生改变, Docker 的这个特性使部署新的应用更加简单,不需要从头开始构建整个 Docker 应用镜像,只需要从 Docker 仓库拉取一个相似度比较高的 Docker 镜像,在这个镜像上进行修改扩展就可以部署好自定义的应用服务.<sup>[2]</sup>

## 2 Kubernetes 技术简介

Kubernetes 是 Google 公司用 Go 语言开发的一个开源容器集群管理平台,它可以实现 Docker 容器的自动部署维护、自动调度、服务发现、自适应负载伸缩等功能,能高效简单地管理 Docker 容器应用. Kubernetes 集群采用 Master/Node 基本架构, Master 主节点负责整个集群的运行和管理, Node 从节点主要为容器提供计算资源,整个 Kubernetes 的基础架构如图 1 所示.

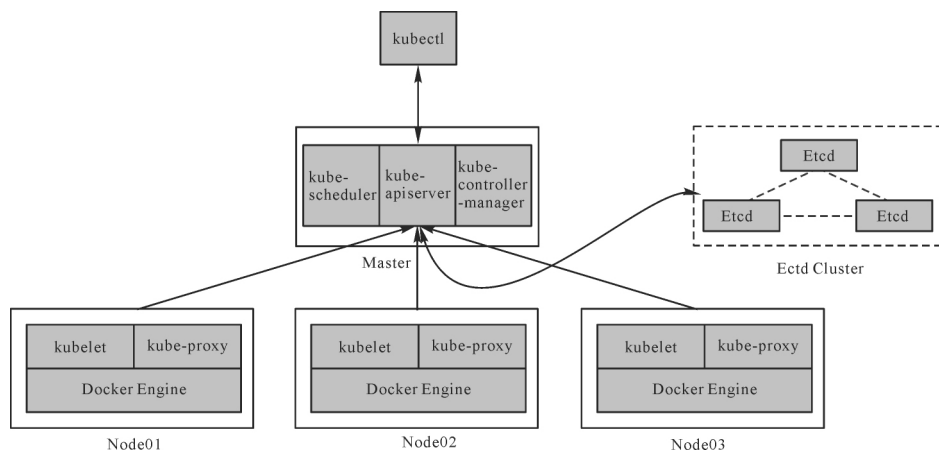


图 1 Kubernetes 基础架构图

Kubernetes 的 Mater 节点主要由 kube-apiserver、kube-controller-manager、kube-scheduler 三大组件构成,并需要 Etc 组件配合来存储整个集群的相关配置信息.kube-apiserver 是 Kubernetes 重要的核心组

件,协调各个组件之间的通信,它以 HTTP API 接口服务的方式提供集群资源操作的唯一入口,其他组件对象资源的增删改查和监听操作需通过 kube-apiserver 处理后再提交给 Etcd 存储。<sup>[3]</sup> kube-apiserver 还提供认证、授权、访问控制、API 注册和发现等功能。kube-controller-manager 负责监控整个 Kubernetes 集群的工作状态,保证集群的各种对象资源处在预期的工作状态,它可以实现集群资源的故障检测、自动扩展、滚动更新等功能。kube-scheduler 负责集群的资源调度,它接受来自 kube-controller-manager 的操作请求,利用集群调度算法将资源对象调度到满足条件的节点上。etcd 是一种高效的分布式键值对存储系统,在 Kubernetes 中主要用于存储 kube-apiserver 发送过来的集群持久化配置信息,如 Pod、Service 等对象的配置信息。<sup>[4]</sup>

Kubernetes 的 Node 节点主要由 kubelet、kube-proxy、Docker Engine 等组件构成。kubelet 负责容器的全生命周期管理,每个 Node 节点上都会运行一个 kubelet 服务进程,它接受来自 Master 节点的指令控制容器的启动、停止和回收,每个 kubelet 进程会在 API Server 上注册 Node 节点自身信息,定期向 Master 节点汇报节点的资源使用情况,并通过 cAdvisor 监控节点和容器的资源。kubelet 同时也提供集群数据卷和网络的管理的功能。kube-proxy 运行在每个 Node 节点上,监听 API Server 中 service 和 endpoint 的变化情况,通过配置节点的 iptables 来实现 Node 节点上的容器 Pod 的网络代理和负载均衡等工作。Docker Engine 是安装在每台 Node 节点上的容器运行引擎,Kubernetes 通过 Docker Engine 在每台 Node 节点运行容器镜像来生成应用容器。<sup>[5]</sup>

### 3 校园容器云的设计研究

#### 3.1 研究背景

随着高校信息化的不断深入发展,高校数据中心的各种应用服务的数量和种类不断增多,在传统的服务器虚拟化的模式下,需要安装操作系统、软件环境、应用程序才能完成一个应用服务的部署,部署周期长,运维效率低下。部署完成后如需要迁移到其他的服务器可能需要重新完成上述的过程,无法实现应用服务和软件环境的打包快速迁移;应用服务的虚拟机个数无法随着负载的变化而动态自适应变化,如大学选课系统等应用服务。由于虚拟化模式下每台部署的虚拟机操作系统需占用资源,同时指令运行需要转换和翻译导致资源利用率低,指令执行效率低下。针对以上传统虚拟化模式下高校数据中心面临的问题,采用 Docker 容器承载传统的某些虚拟化应用,并结合 Kubernetes 容器编排技术来实现容器的自适应调度和管理,建设校园数据中心容器云能解决上述问题,提高数据中心的资源利用率和运行效率。

#### 3.2 校园容器云的设计

面对传统虚拟化模式下所存在的问题,利用 Docker 容器技术和 Kubernetes 容器编排技术搭建了学校数据中心的容器云平台。整个容器云平台的架构如图 2 所示。

整个校园容器云平台采用 Kubernetes 容器编排技术的 Master/Node 的架构来搭建,底层容器化技术采用 Docker 容器技术。Master 节点采用二台服务器部署 kube-

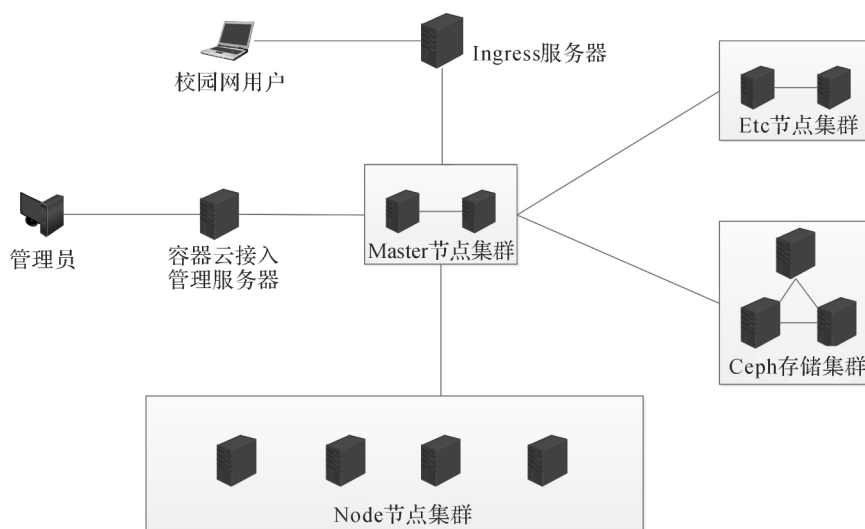


图2 校园容器云体系架构图

apiserver、kube-controller-manager、kube-scheduler、Docker Registry 核心组件作为 Master 负载均衡节点

集群,保证整个 Kubernetes 集群的高可用性,同时为满足管理员接入容器终端的要求,将 VNCServer 远程终端服务端也部署在该服务器集群上。Kubernetes 集群的 Master 节点需要 Etcd 键值对系统来存储整个集群的配置信息,采用二台服务器配置 Etcd 键值对系统集群满足高可靠性的要求。Kubernetes 集群的后端存储采用三台高速互联的服务器安装 ceph 块存储服务,对接 Master 节点的 Docker Registry 组件为整个容器云平台提供高效、可靠的容器镜像存储服务。Node 节点采用四台服务器部署 kubelet、kube-proxy、Docker Engine 组件,为保证不同 Node 节点之间的容器网络互通,在每台 Node 节点上也部署 flannel,在每台 Node 节点上生成一个容器子网,子网之间通过 UDP/VxLAN 对报文进行封装而实现跨主机的容器之间的通讯,flannel 主要依靠 etcd 键值对系统来记录容器子网和节点的对应关系,因此还需要将 flannel 和 etcd 集群进行相应的对接。<sup>[6]</sup>为便于管理整个校园容器云平台,前端接入管理服务器采用一台服务器作为 Kubernetes 集群的 Node 节点,对原生的 Kubernetes dashboard 镜像进行改写,整合进容器终端组件 noVNC,采用改写后的镜像 Kubernetes dashboard 容器部署在该 Node 节点上,同时采用 NodePort 的方式将容器访问暴露在集群外,集群管理员通过 Node ip 和暴露的端口就可以访问 Kubernetes dashboard 集群管理面板,并可以通过 noVNC 远程终端访问每个容器的管理终端。校园容器云平台的应用容器对外接入服务,采用一台服务器作为 Kubernetes 集群的 Node 节点,部署公共镜像库中的 Ingress Controller,Ingress Controller 可以将 Kubernetes 集群的内部容器服务通过反向代理的方式让集群外部的网络用户可以访问到,从而达到对外暴露内部应用容器服务的目的。Ingress Controller 可以监控 Kubernetes 集群内部的服务的增加或者删除,自动修改内置的反向代理的配置,可以实现服务自动发现和对外暴露。通过 Ingress Controller 校园网用户可以通过域名的方式方便地访问校园容器云的服务。校园容器云的日志收集采用 Deployment 的方式,在 Kubernetes 集群部署 Elasticsearch 日志索引容器服务和 Kibana 日志分析容器服务,Elasticsearch 可以高效索引海量的日志,Kibana 具备各种可视化日志分析组件,满足高效便捷的分析集群日志的需求。日志收集的采集端以 DaemonSet 在每台 Node 节点上部署 Filebeat 容器服务作为集群日志的采集端,Filebeat 是一种轻量级的日志采集服务,资源占有率低,可以高效快速地采集日志。<sup>[7]</sup>

## 4 结语

在传统虚拟化模式下,高校数据中心面临着服务器资源利用率低、应用服务部署效率不高等问题,利用 Kubernetes 搭建的 Docker 容器云平台能解决上述问题,该平台利用 Docker 容器技术替代了传统的虚拟化技术,可以提高资源的利用率 and 应用服务的部署密度,同时通过搭建高可靠性镜像仓库,达到了应用快速部署和迁移的目的。最后通过搭建 Kubernetes 容器管理集群实现了容器的自适应调度和管理,满足了高校实际应用需求,提高了高校数据中心的信息化水平。

### [参 考 文 献]

- [1] 杨保华. Docker 技术入门与实战[M]. 北京:机械工业出版社,2018:3-6.
- [2] 华为 Docker 实践小组. Docker 进阶与实战[M]. 北京:机械工业出版社,2016:3-10.
- [3] 龚正. Kubernetes 权威指南[M]. 北京:电子工业出版社,2017:12-18.
- [4] 陈金光. 基于阿里云的 Kubernetes 容器云平台的设计与实现[D]. 杭州:浙江大学,2018.
- [5] 杨茂. 基于 Kubernetes 的容器自动伸缩技术的研究[D]. 西安:西安邮电大学,2018.
- [6] 陆平,左奇. 基于 Kubernetes 的容器云平台实战[M]. 北京:机械工业出版社,2018.
- [7] 翟雅荣,于金刚. 基于 Filebeat 自动收集 Kubernetes 日志的分析系统[J]. 计算机系统应用,2018,27(9):81-86.

[责任编辑 马云彤]