

文章编号: 1007-5399(2018)06-0042-03

基于 Docker 容器的中国邮政网络学院架构研究

刘庆芳, 赵李东, 庞 超

(石家庄邮电职业技术学院, 河北 石家庄 050021)

摘 要: 文章介绍了中国邮政网络学院现有架构面临的挑战, 分析了 Docker 容器的优势, 研究和设计了基于 Docker 容器的中国邮政网络学院新架构。

关键词: Docker 容器; 虚拟化; 系统架构; 远程教育

中图分类号: F61 **文献标识码:** A

中国邮政网络学院(以下简称“中邮网院”)是中国邮政面向全员、全域、全业务开展教育培训工作的重要手段, 是具有邮政特色的互联网教育培训平台。中邮网院一直在尝试运用各种现代化信息技术与远程教育技术为学员提供更加优质的远程教育服务。

Docker 容器是一种开源的虚拟化技术, 具有敏捷灵活、集成度高、性能损耗低等多项优点。基于 Docker 的系统架构可以解决中邮网院目前面临的访问集中度高、业务变化频繁等挑战。

1 中邮网院全国中心现有架构研究

中邮网院自 2010 年正式成立以来, 经历了两次大规模的建设, 基础技术平台经过扩充和优化, 业务处理、网络支撑和安全保障能力得到了大幅提升, 目前中邮网院平台可以支持 1.5 万人同时在线流畅学习, 2 万人同时在线考试, 300 人同时在线视频交流。

1.1 网络架构研究

中邮网院采用全国集中式网络架构, 数据集中存储, 业务集中处理, 资源分布部署。中国邮政集团公司(以下简称“集团公司”)和各省中心的培训信息、员工个人信息、学习记录等, 均存放在集团公司培训中心数据库。

中邮网院全国中心采用千兆带宽的局域网, 连接数据库主机、应用系统主机及 Web 服务器等设备。主要设备包括数据库服务器、应用服务器、Web 服务器、点播服务器等主机设备; 路由器、交换机等网络设备; 磁盘阵列等存储设备; 防火墙、IDS/IPS、系统审计、Web 防火墙等安全设备。其网络拓扑结构如图 1 所示。

1.2 应用系统架构简介

核心应用系统采用浏览器/服务器的方式。Web 服务器负责完成各应用系统管理和查询请求、学员的学习请求; 应用服务器负责业务逻辑处理; 数据库服务器负责存储所有应用系统的培训信息、员工个人信息、学习记录等各种数据。Web 服务器、应用服务器和数据库服务器采用集群方式, 避免单点故障, 保证系统正常运行。如图 2 所示。

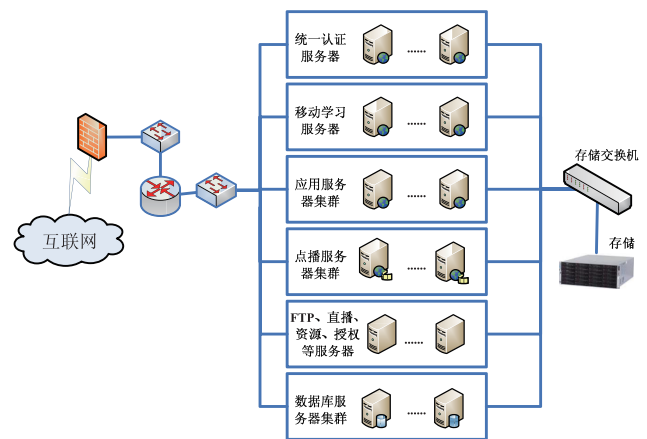


图1 全国中心局域网网络结构图

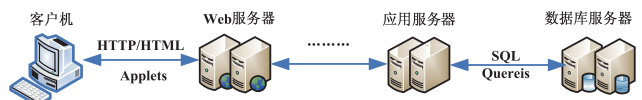


图2 中邮网院应用体系结构图

1.3 现有架构遇到的挑战

在当前的架构下, 各个业务系统的程序随着 Web 应用服务器直接部署在物理服务器的操作系统中。随着网院各类在线培训业务的不断发展, 业务量的变化幅度越来越大, 给中邮网院技术系统带来的挑战也与日俱增。

1.3.1 学习集中度增加

随着中国邮政储蓄银行(以下简称“邮储银行”)对员工持证上岗制度的推行, 邮储银行与中邮网院每年组织两次岗位资格考试, 以满足邮储银行员工培训和测评的实际业务需求。此外, 集团公司每年会定期举办全系统的人才评价考试, 中邮网院还和集团公司的其他业务部门合作开展一些大型培训项目。

培训和考试项目举办期间, 参加学习或考试的学员访问中邮网院学习系统的集中度会大大提高, 学习系统的压力是平时的 2~3 倍, 甚至更大。

1.3.2 业务类型不断扩展

中邮网院全面支撑集团公司的人力培训发展战略，对人力培训部门提出的业务需求，会尽快反映到学习系统中，造成现有系统的功能模块持续增加，比如近两年新上线了4套人才评价相关的系统。

1.3.3 业务系统频繁迁移

中邮网院各系统的访问量变化频繁，此起彼伏，需要根据访问压力实时调节支撑具体业务的硬件数量，以免影响学员的学习体验，同一个硬件在不同时间会部署不同的业务系统，同一个业务系统的硬件数量变更频繁。而且，中邮网院的硬件数量多，时有损坏。这就要求中邮网院的业务系统能根据具体情况，进行迁移。

中邮网院系统的访问集中度变化要求系统伸缩性强，业务持续增加要求系统的扩展性强，系统迁移频繁要求系统的可移植性强。此外，机房空间不能无限扩展，要求最大化利用硬件资源，提升系统性能容量，同时要求成本越低越好。

但是，在现有的技术平台下，系统性能和容量难以满足业务发展的需求。如果能设计成本低、周期短的方案，最大化利用现有软硬件资源，提升系统的性能和容量，同时提高系统的扩展性和伸缩性，对中邮网院下一步的发展具有重要意义。

2 基于 Docker 的架构研究

2.1 Docker 容器简介

Docker是一个开源的应用容器引擎，是一种新型轻量化的虚拟化技术。Docker被称为软件工业的集装箱技术，它可以让开发者将应用以及依赖包打包到一个可移植的容器中，包括环境变量、各种组件、可运行程序等，整个容器是一套完整的交付环境。相比传统虚拟化技术（如KVM之类），Docker最明显的特点就是启动快，资源占用小，可用于构建隔离的标准化、自动化运行环境和持续集成环境，以及一切可以横向扩展的应用，尤其是需要快速启停来应对峰谷的Web应用。

Docker作为充分发掘计算平台能力的虚拟化技术，近两年得到了整个行业中许多大企业的支持，腾讯、网易等大型信息技术公司已经大规模部署和使用Docker，利用Docker的可伸缩性和可靠性支持多种业务。中邮网院作为全国邮政的在线教育平台，目前服务器数量已达130余台，硬件设备数量几近饱和，利用免费的、轻量级的Docker虚拟化技术，可以最大化地利用现有的硬件设备，在不增加硬件数量的情况下，大大提高系统的性能容量，同时利用Docker环境封装的特点，增强系统的可扩展性和可伸缩性。

2.2 Docker 容器的特性

2.2.1 敏捷灵活

可伸缩性强，可扩展性强，作为轻量级的虚拟化技术，能够只加载每个容器变化的部分，资源占用小、启动快，可以支持大规模分布系统的水平扩展。

2.2.2 集成度高

可移植性强，将应用以集装箱的方式打包交付，使应用

在不同的团队中共享，通过镜像的方式应用可以部署于任何环境，屏蔽了宿主操作系统的版本和环境变量等差异。

2.2.3 性能损耗低

轻量级，一台服务器上可以部署10~100个容器，甚至更多。与通过Hypervisor把底层设备虚拟化的虚拟机不同，Docker直接移植于操作系统内核之上，自身的性能损耗比传统虚拟机低很多，几乎可以忽略。

如果在中邮网院系统中应用Docker容器技术，可以带来多项益处。利用Docker敏捷灵活的特点，中邮网院的应用可以高峰期开启，低峰期关闭，部署方便，增加系统的弹性；利用Docker集成度高的特点，方便系统进行迁移和扩展；利用Docker容器性能损耗低的特性，可以提高系统硬件的资源利用率，提升性能容量的同时，节省硬件成本。此外，Docker为开源项目，可以免费使用，成本低。

2.3 Docker 系统架构

基于Docker的系统架构分为5层（见图3），分别是物理计算机层、宿主操作系统层、Docker服务层、容器层和应用层。Docker服务层、容器层这两层取代了传统虚拟化架构中的Hypervisor层、虚拟机层、客户操作系统、客户应用服务共4层。而且，Docker基于宿主操作系统内核，同时采用了共用容器文件、文件分层加载等轻量化技术，大大降低了中间层对系统资源的占用，有效降低了中间层的性能消耗。

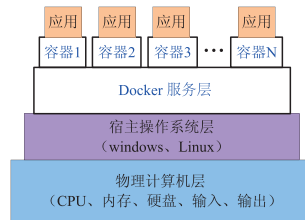


图3 Docker系统结构

2.4 基于 Docker 的中邮网院开发运行架构研究

基于Docker的中邮网院开发运行架构的总体设计目标为搭建一致性强、便于使用的新的开发运行环境。这就要求新架构灵活方便，能与现有开发环境无缝集成；可扩展性强，能快速扩展多套基础环境；可移植性强，能无差别地移植到测试、生产环境中。

在新架构中，每个开发人员可以创建、启动、停止自己的容器，要求普通账户（非管理员账户）运行Docker；开发电脑、Linux服务器、Docker卷三者之间无缝共享目录，通过Samba共享服务器目录，并挂载到开发人员电脑的驱动目录中，同时可以通过Docker的卷功能挂载到Docker容器中；利用Docker容器轻便灵活的特点（1条命令、3秒生成一个容器），快速、批量部署应用环境；通过搭建内网私有镜像仓库，使得镜像的下载速度快、容器环境统一；利用Docker的DockerFile镜像制作技术，创建高度自定义的镜像，提高自定义程度，降低技术风险；利用Docker的宿主机关无关性，无差别移植到任意的物理服务器中。

基于Docker的中邮网院开发运行架构，主要由5部分组

成：运维服务器、私有镜像仓库、开发服务器、测试服务器、生产服务器，如图4所示。

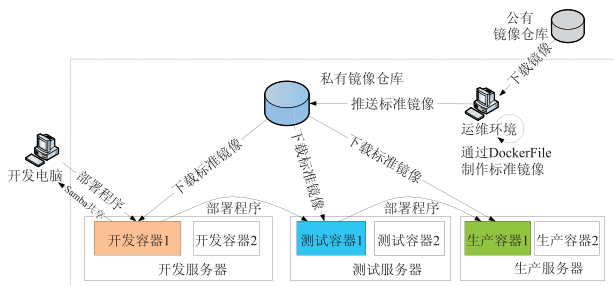


图4 基于Docker的中邮网院架构

运维服务器：主要存放下载的公有镜像，并部署 DockerFile 自定义镜像制作环境，利用此环境制作并推送中邮网院的自定义镜像。

私有镜像仓库：存放中邮网院的自定义镜像，供其他环境下载；私有镜像仓库本身可以是一个容器，存放于运维服务器中，也可以是一个基于宿主机的独立服务。

开发服务器：主要存放开发阶段的容器环境，通过 Samba 服务提供共享目录给开发人员电脑，用来交换和共享程序和日志等文件。

测试服务器：主要存放开发人员交付的测试版本的业务系统，供测试人员和业务人员进行测试；测试环境容器中的程序可以由开发人员打包到镜像中，也可以是通过共享目录部署到容器卷中。

生产服务器：主要存放测试人员发布的正式版本的业务系统，供实际业务生产环境的所有人员访问；生产环境容器中的程序可以由测试人员打包到镜像中，也可以通过共享目录部署到容器卷中。

3 基于 Docker 的中邮网院新架构实践

3.1 物理部署

为了验证基于Docker的中邮网院架构的可行性和优势，将访问集中度较小的速递物流、高职分院、成人教育等多个分院的生产系统迁移至新架构中。新架构的生产环境中，现部署有两台生产服务器。

如果采用传统的架构，按双机模式部署3组业务，则需要6台物理服务器；而采用新架构，3组业务在每台服务器中分别部署一个容器节点，对于每组业务，部署为双机环境，则只需要两台物理服务器，如图5所示。

通过应用新架构，物理服务器的处理器资源利用率由1%提高到了3%，通过提高单台物理服务器的资源利用率，总体上可以减少一半以上的物理服务器数量。

3.2 服务负载均衡

由于Docker 容器通过宿主机的套接字端口提供服务，而对于同一个端口（如http80端口、https443端口），在同一个宿主机中只能有一个。因此，同一宿主机中的不同 Docker 容器只能通过不同的端口提供服务，例如同一个物

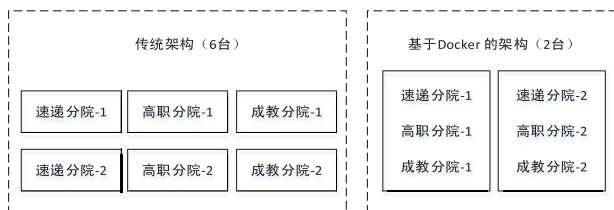


图5 传统架构和新架构服务器数量对比

理服务器里面的速递物流、成人教育、高职分院业务子系统分别用80、81、82端口。但是，在互联网中一般通过443端口（或80端口）访问Web服务器，本文通过nginx做应用层（OSI第7层）负载均衡，通过域名将学员的访问请求分发到不同的业务组上，即任何业务对学员均提供443端口的标准https服务，而内部业务的实际端口为非443端口。为了避免nginx单点故障，通过Keepalived实现nginx双机双活热备，如图6所示。

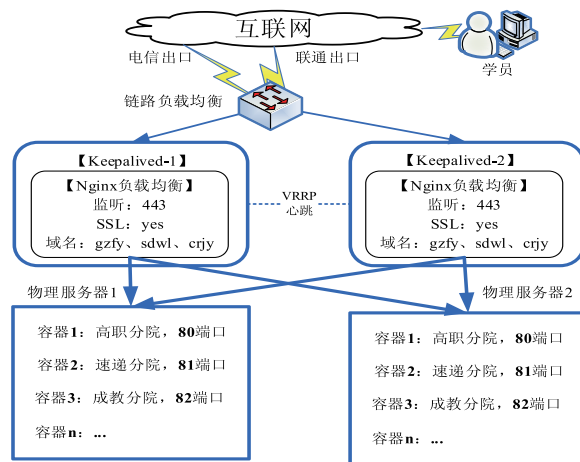


图6 基于Docker容器的中邮网院生产架构

4 结语

通过设计并实施基于Docker容器的中邮网院系统架构，验证了Docker容器的优点以及新架构在中邮网院平台下的可行性，为中邮网院进一步架构升级提供了参考。下一步的研究工作为测试大规模Docker容器集群部署、管理、调度以及量化Docker容器资源损耗等。

收稿日期：2018-07-05

作者简介：刘庆芳（1981~），男，河北石家庄人，硕士，高级工程师，主要从事软件工程与远程教育研究；赵李东（1981~），男，河北唐山人，硕士，高级工程师，主要从事计算机应用与远程教育研究；庞超（1981~），男，河北石家庄人，硕士，工程师，主要从事人力资源与远程教育研究。

注：本文系邮政应用技术协同创新中心资助项目成果，项目名称为“Docker容器技术在中邮网院平台的应用实践”，项目编号为YB2016055。