Broadview®
www.broadview.com.cn

Docker是改变世界的盒子，微服务的基石，
带领云计算进入2.0时代

Docker 容器实战

原理、架构与应用

廖煜　晏东　编著

快速入门：透过简单的理论讲解，带你进入 Docker 的世界
权威作者：笔者具有十多年虚拟化研究经验
步骤详细：手把手教你配置方法，为你量身定制自己的 Docker
内容丰富：揭露镜像制作过程，教你搭建镜像仓库

中国工信出版集团　電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

Docker 容器实战

原理、架构与应用

廖煜 晏东 编著

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以 Docker 实战为原则，通过各种应用实例详细介绍 Docker 基本原理、Docker 容器管理、Docker 镜像制作、Docker 仓库搭建等内容。本书注重 Docker 在不同场景的具体应用，专注于实用性和操作性。

本书共 14 章。涵盖的主要内容包括云计算简介、Docker 的安装、使用 Docker、Docker 深入解析、容器的网络、容器的数据、镜像仓库、镜像和容器的存储结构、定制 Docker Daemon、如何编写 Dockerfile、Dockerfile 最佳实践、使用容器提供服务、建立私有镜像仓库、Docker 常见问题等。

本书内容丰富，实例典型，实用性强。适合学习 Docker 的初学者、使用 Docker 的开发者及系统运维人员，尤其是需要在生产环境定制 Docker 的开发者和运维人员。

图书在版编目（CIP）数据

Docker 容器实战 ：原理、架构与应用/廖煜，晏东编著. —北京：电子工业出版社，2016.11
ISBN 978-7-121-30244-2

Ⅰ. ①D… Ⅱ. ①廖… ②晏… Ⅲ. ①Linux 操作系统—程序设计 Ⅳ. ①TP316.85

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2016）第 260100 号

策划编辑：张月萍
责任编辑：张　慧
印　　刷：三河市双峰印刷装订有限公司
装　　订：三河市双峰印刷装订有限公司
出版发行：电子工业出版社
　　北京市海淀区万寿路 173 信箱　　邮编　100036
开　　本：787×1092　1/16　印张：17.25　　字数：441.6 千字
版　　次：2016 年 11 月第 1 版
印　　次：2016 年 11 月第 1 次印刷
定　　价：55.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：010-51260888-819，faq@phei.com.cn

前　言

为什么要写这本书?

在 2013 年 3 月，Docker 项目正式开源。短短的三年中，Docker 已经迅速普及开来，云计算、大数据、互联网等相关 IT 技术公司纷纷开始拥抱 Docker。在硅谷，有 200 多家 Docker 相关的创业公司。Google、Microsoft、AWS、IBM 等大型技术公司都已经加入 Docker 生态圈，开始使用 Docker，并为 Docker 社区共享。OpenStack、Hadoop 等云计算、大数据框架也开始向 Docker 迁移。

在国内，从 Docker 诞生之日起，各大技术公司和极客们就开始紧密关注这项技术。从 2014 年下半年开始，陆续有公司开始把现有系统迁移到 Docker 平台。BAT、华为、新浪、京东都有 Docker 相关产品上线。Docker 的普及愈演愈烈，大有掀起第二次云计算革命之势。

笔者从 2014 年年初开始接触 Docker，一下就被 Docker 的轻量性、便捷性所吸引。通过在实际项目中使用 Docker，发现 Docker 天生就是要解决敏捷开发、持续集成、持续发布、动态迁移、动态伸缩等互联网、云计算、大数据行业普遍存在的问题。通过把产品容器化，加速了开发、测试、发布的流程，产品发布时间从半天减少到 47 秒。通过镜像提交产品，解决了开发、测试、发布的环境异构性问题，使产品可以平滑地在各个部门之间传递。

在 Docker 的实际使用中，笔者遇到了很多棘手的问题，花费了大量的时间研究、分析、测试、解决这些问题。同时，笔者也发现很多初学者正在重复笔者走过的一些弯路。究其原因，是目前国内没有一本详细介绍 Docker 实战的书籍。因此，笔者决定把自己的一些经验总结出来，编撰成书，为广大读者服务。

本书有何特色?

1. 配置详细

本书涵盖 Docker Daemon、Docker 存储驱动、Docker 镜像仓库的所有配置选项，并对每个选项都有详细的介绍。

2. 注重实践性

本书从实践出发，介绍在实际应用场景中应该如何定制 Docker。详细介绍镜像制作的步骤、指令和最佳实践，各种存储驱动的区别和使用场合，以及 Docker Daemon

各种扩展功能和接口的使用方法，并列举了典型镜像的使用方法。

3．对 Docker 框架和原理进行分析

本书深入浅出地介绍 Docker 使用的核心技术：Namespace、CGroups 和 UnionFS。方便读者理解 Docker 原理，并在实际应用中可以更好地使用 Docker。

4．项目案例典型，实战性强，有较高的应用价值

本书中的第 11 章和第 12 章专门从实践出发，详细介绍镜像和容器的使用，并列出详细步骤，方便读者快速上手。

5．提供完善的技术支持和售后服务

本书提供专门的技术支持邮箱：book@ghostcloud.cn。读者在阅读本书过程中有任何疑问都可以通过该邮箱获得帮助。

本书内容及知识体系

第 1 篇　Docker 基础知识介绍（第 1～3 章）

本篇介绍云计算的历史和基本概念，Docker 的安装和基本使用。帮助读者对 Docker 有一个基本的了解，并搭建自己的 Docker 环境。

第 2 篇　Docker 的基本使用（第 4～7 章）

本篇介绍 Docker 的构架、Docker 的工作方式、下载镜像、制作镜像、运行容器、配置容器网络、在容器中实现数据持久化、备份还原迁移容器卷、关联容器代码做持续集成、查找镜像、下载镜像、上传镜像等内容。

第 3 篇　Docker 的高级使用（第 8～13 章）

本篇主要介绍 Docker 中的存储驱动、配置 Docker Daemon、制作镜像和搭建仓库等内容。

Docker 镜像提供了丰富的应用，对于 Docker 的流行起了重要作用。本篇详细介绍如何制作镜像，为读者介绍基本指令和最佳实践。Docker 镜像和容器有非常紧密的联系，本篇详细介绍两者的关系。

镜像和容器是通过 Docker 的存储驱动管理的。Docker 中有多种存储驱动，每种存储驱动在性能、可扩展性、安全性上有差别，不同应用场景应该选择不同的存储驱动。本篇详细介绍各种存储驱动，为读者在实际应用中选择存储驱动做指导。

Docker Daemon 是 Docker 管理镜像和容器的核心，除基本功能外，还提供很多扩展功能和接口。本篇详细介绍每种扩展功能和接口的具体使用方法。

第 4 篇　Docker 常见问题（第 14 章）

本篇主要总结 Docker 学习中遇到的一些问题，为读者提供统一的解释。

适合阅读本书的读者

- 在校计算机相关专业的学生；
- Docker 初学者；
- 基于 UNIX/Linux 环境的系统运维人员；
- 基于 UNIX/Linux 环境的测试人员；
- 基于 UNIX/Linux 环境的开发人员；
- 系统构架师；
- CTO；
- 互联网行业的开发、测试、运维人员；
- 初创公司的技术人员；
- 云计算、大数据行业的技术人员。

阅读本书的建议

- 没有云计算背景知识的读者，建议从第 1 章顺次阅读。
- 对于还没有使用过 Docker 的读者，建议从第 2 章开始阅读，首先搭建自己的实验环境。
- 对于特别关注 Docker 在存储方面的读写速度、稳定性、安全性的读者，建议详细阅读第 8 章。
- 对于需要在特定环境下定制 Docker Daemon 的读者，建议详细阅读第 9 章，学习如何修改 Docker Daemon 的配置，以适应具体应用场景。
- 对于希望在开发、测试、部署中使用 Docker 镜像提交产品的开发人员和运维人员，建议详细阅读第 10 章和第 11 章，学习如何制作镜像。
- 对于希望直接使用容器提供服务的读者，可以详细阅读第 12 章，学习如何使用官方镜像运行容器。
- 对于需要建立私有仓库管理镜像的读者，可以详细阅读第 13 章，学习搭建私有镜像仓库。
- 每章中都介绍详细的配置选项，读者需要通过实验，深刻理解和熟练地使用这些选项。
- 读者可以首先通读一遍本书，对 Docker 使用过程有一个大概的了解，然后根据自己的应用场景，详细阅读相关章节。

目　录

第 1 篇

Docker 基础知识介绍

第1章　云计算简介

云计算刚刚问世的时候，很多人都认为它的好处仅限于节约成本。但很快，大家就开始认识到云计算的强大，以及它对整个 IT 行业产生的深远影响。在云计算的推动下，IT 行业发生了深刻的变革。云计算将基础设施作为一种动态的、可自适应的资源提供给 IT 企业，一举解决了困扰业界许久的灵活性和响应性问题。随着云计算的兴起，像“cloud-native”和“cattle not pets”之类的术语行话也纷纷出现，它们都表达了一个意思，那就是整个和云计算相关的 IT 领域都需要彻底改变现有的意识形态，不能再像过去一样看待基础设施组件。因为在云计算模式下，基础设施已经不再是一个既庞大又昂贵，而且专业得令人难以企及的怪物，它不再需要烦琐的手动维护，也不再难以改换。

如果说云计算导致了 IT 业的变革，那么容器技术的出现则将这场变革提升到了新的高度。作为一种容器技术，Docker 已经以迅雷不及掩耳之势，迅速占领了业界的想象空间。容器一开始出现的时候遇到的情况和云计算差不多，大家都以为容器技术只不过是针对当前存在的封装和部署方面的问题提供了一个更便捷的解决方案而已。但实际上，容器虚拟化技术并不仅是一项更好的解决方案，它给我们的思维模式带来的变革要比云计算更为深远。

云计算改变了我们对“机器”的管理模式，但并未从本质上改变我们管理的对象。但容器就不一样，其优越性远超传统技术。借助容器技术，用户就能真正摆脱对服务器和操作系统的依赖，从而专注于应用及其组件本身。甚至可以这么说，容器技术和软件微服务架构代表了面向对象的组件式应用开发思想，同时也为云计算 2.0 提供了最核心的基础组件。本章主要从以下几个方面进行介绍。

- 虚拟化技术的分类和历史
- 云计算的几种服务模式
- Docker 的简单介绍
- Linux 快速入门
- 公有云主机快速入门

1.1　虚拟化技术的分类和历史

虚拟化一般分为硬件级虚拟化（hardware-level-virtualization）和操作系统级虚拟化（os-level-virtualization）。硬件级虚拟化是运行在硬件之上的虚拟化技术，它的管理软件也就是我们通常说的 hypervisor 或者 virtual machine monitor，它需要模拟的就是一个完整的操作系统，也就是我们通常所说的基于 Hyper-V 的虚拟化技术，VMWare、Xen、VirtualBox、AWS EC2 和阿里云 ECS 都是用的这种技术。操作系统级虚拟化是运行在操作系统之上的，它模拟的是运行在操作系统上的多个不同进程，并将其封装在一个密闭的容器里面，也称为容器化技术。Docker 正是容器虚拟化中目前最流行的一种实现。

1.1.1　硬件级虚拟化历史

硬件级虚拟化的历史非常久远，距今已超过半个世纪，但是在 VMWare、Hyper-V 及公有云技术兴起之前，在国内外都不是一个受人关注的行业。时至今日，当我们翻开这段历史的时候，不禁感叹美国在科技领域的前瞻性和领先地位。下面介绍一部分硬件级虚拟化的历史。

- 19 世纪 60 年代：美国出现了第一个虚拟化系统，它是由 IBM 开发的 CP-40 Mainframes 系统，虽然这个系统只是在实验室使用，但却为后来的 CP-67 系统奠定了基础。在那个时代，虚拟化系统主要由通用、贝尔实验室和 IBM 主导研发。
- 1987 年：一个非常强大的公司 Insignia Solutions 演示了一个称为 SoftPC 的软件模拟器，这个模拟器允许用户在 Unix Workstations 上运行 DOS 应用。在此之前这是不可能办到的。当时，一个可以运行 MS DOS 的个人计算机需要 1500 美元，而通过 SoftPC 模拟后，可降低到 500 美元。可以看出，当时的需求就是在大型工作站上运行微软的 DOS。到 1989 年，Insignia Solutions 发布了 Mac 版的 SoftPC，使苹果用户不仅能够运行 DOS，还能够运行 Windows 操作系统。
- 1997 年：随着 SoftPC 的一炮而红，其他虚拟化公司如雨后春笋般地出现了。在 1997 年，苹果开发了 Virtual PC，后来卖给了 Connectix。
- 1998 年：真正的王者 VMWare 出现了，他们在 1999 年开始销售 VMWare workstation，也就是我们很多人使用过的桌面版的虚拟机。
- 2001 年：VMWare 又发行了 ESX 和 GSX，也就是我们现在经常使用的 ESX-i 的前身。
- 2003 年：之前所说的 Connectix 被微软收购，后续推出了 Microsoft Virual PC，

再之后就没什么音讯了。同年，VMWare 也被 EMC 收购，成为 EMC 迄今最成功的一笔收购。就在这一年，一个开源的虚拟化项目 Xen 启动了，并在 2007 年被 Citrix 收购。

注意 Insignia Solutions 的衰败，Connectix 的没落，以及 VMWare 的半路杀出，都说明了商业和科技的竞争，正如一场马拉松，绝非一朝一夕，只有不断进步，才不会被淘汰。

1.1.2 操作系统级虚拟化历史

操作系统级虚拟化历史比硬件级虚拟化历史要短一些，尽管如此，其仍然有超过 30 年的历史，如果你是做 UNIX/Linux 开发的工程师，或许你已经在以往的工作中使用了这项技术，只是你不知道而已。

- 1982 年：你一定会很惊讶，第一个操作系统级的虚拟化技术是什么。答案就是 chroot，直到现在我们依然在使用的一个系统调用。这个系统调用会改变运行进程的工作目录，并且只能在这个目录里面工作。这种操作其实就是一种文件系统层的隔离。
- 2000 年：FreeBSD jail，真正意义上的第一个功能完整的操作系统级虚拟化技术。所以，真正的容器化技术从出现到现在已经过去了 16 年，并不是几年的时间。
- 2005 年：OpenVZ，这是 Linux 平台上的容器化技术实现，同时也是 LXC，即 Docker 最初使用的容器技术核心实现。
- 2008 年：LXC 发布，这是 Docker 最初使用的具体内核功能实现。
- 2013 年：Docker 发布，可以看出，Docker 本身是使用了 LXC，同时封装了其他的一些功能。Docker 的成功，与其说是技术的创新，还不如说是一次组合式的创新。

备注 曾经听一位资深人士说过，iPhone 你要说有多创新，真的说不上。手机很早就有了，电脑很早就有，触摸屏很早就有，但是苹果将所有这些有机地组合到了一起，再提供极致的用户体验，就产生了跨时代的产品。同样 Docker 所使用的技术也都不是新技术，它将这一系列技术有机地组合到一起，并提供极致的用户体验，就产生了跨时代意义的产品。

1.2 云计算服务模式

我们知道传统的服务器或者计算机主机，基本都是一锤子买卖，商家卖给你之后