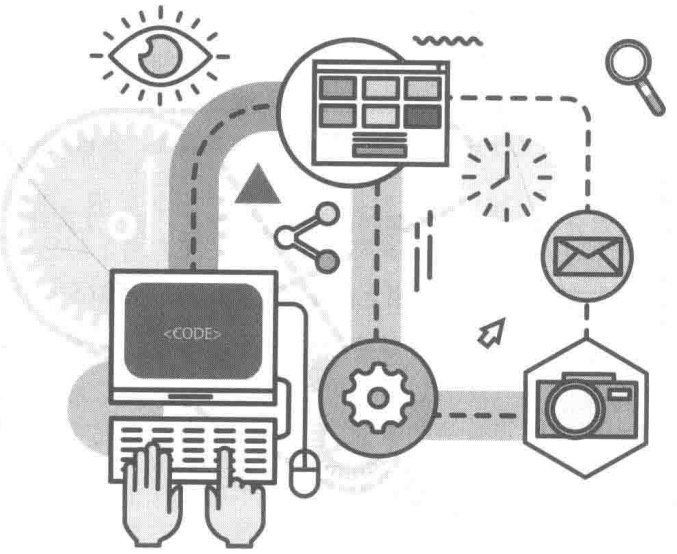
介绍分布式系统基础理论，分析分布式系统中常用的主流技术，
分享实战案例，做到理论与实践相结合。

Broadview®
www.broadview.com.cn

分布式系统
常用技术及案例分析
（第2版）

柳伟卫◎编著

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



分布式系统
常用技术及案例分析
（第2版）

柳伟卫◎编著

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

内 容 简 介

本书全面介绍在设计分布式系统时所要考虑的技术方案，内容丰富、案例新颖，相关理论与技术实践前瞻性较强。本书不仅介绍分布式系统的原理、基础理论，同时引入大量市面上常用的最新分布式系统技术，不仅告诉读者怎么用，同时分析为什么这么用，并阐述这些技术的优缺点。

本书分为两部分，即分布式系统基础理论、分布式系统常用技术。第一部分主要介绍分布式系统基础理论知识，总结一些在设计分布式系统时需要考虑的范式、知识点，以及可能会面临的问题，包括线程、通信、一致性、容错性、CAP 理论、安全性和并发等相关内容；同时讲述分布式系统的常见架构体系。第二部分主要列举了在分布式系统应用中经常采用的一些主流技术，并介绍这些技术的作用和用法，这些技术涵盖了分布式消息服务、分布式计算、分布式存储、分布式监控、分布式版本控制系统、RESTful、微服务、容器等。

本书主要面向的读者是对分布式系统感兴趣的计算机专业学生、软件工程师、系统架构师等。

图书在版编目（CIP）数据

分布式系统常用技术及案例分析 / 柳伟卫编著. —2 版. —北京：电子工业出版社，2019.1
ISBN 978-7-121-35677-3

Ⅰ. ①分… Ⅱ. ①柳… Ⅲ. ①分布式操作系统－研究 Ⅳ. ①TP316.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 271143 号

责任编辑：陈晓猛
印　　刷：北京京科印刷有限公司
装　　订：北京京科印刷有限公司
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：787×980　1/16　　印张：34.75　　字数：667.2 千字
版　　次：2017 年 2 月第 1 版
　　2019 年 1 月第 2 版
印　　次：2019 年 1 月第 1 次印刷
定　　价：99.00 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。

再 版 序

时光荏苒，岁月匆匆，距离《分布式系统常用技术及案例分析》第 1 版出版已经一载有余。热心的读者对于本书也投以了极大的关注，提了很多中肯的建议。对于这些建议，不管褒贬，一并全收，于是才有了第 2 版的出版。

对于技术型书籍的创作，笔者倾向于采用当今软件开发主流的方式——敏捷。敏捷写作打通了编写、校稿、出版、发行的整个流程，让知识可以在第一时间呈现给读者。读者在阅读本书之后，也可以及时对书中的内容进行反馈，从而帮助作者完善书中内容，最终形成良好的反馈闭环。第 2 版所更新的内容，希望正是读者所期待的。

第 2 版修改篇幅较大，修改内容大致包括以下几个方面：

（1）删除软件安装等比较简单的内容。

（2）每章的开头新增“概述”，让各个章节的技术点可以关联起来。

（3）每章增加“实战”案例，让技术点更具可操作性。

（4）修改第 1 版中的措辞、插图。

完整的修改内容，读者可以扫描封面上的二维码，参阅本书的在线文档“本书第 1 版与第 2 版的差异对比”。

柳伟卫

2018 年 5 月 22 日于深圳

前　言

写作背景

我一直想写一本关于分布式系统的书。一方面想把个人工作中涉及的分布式技术做一下总结，另一方面想把个人多年的经验分享给广大的读者朋友。由于我的开发工作大都以 Java 为主，所以一开始设想的主题是“分布式 Java”，书也以开源方式发布在互联网上（网址为 https://github.com/waylau/distributed-java）。

后来，陈晓猛编辑看到了这本开源书，以及我关于分布式系统方面的博文，问我是否有兴趣出版分布式相关题材的图书。当然，书的内容不仅仅是“分布式 Java”。

对于出书一事，我犹豫良久。首先，本身工作挺忙，实在无暇顾及其他；其次，虽然我之前写过超过一打的书籍（https://waylau.com/books/），但多是开源电子书，时间、内容方面自然不会有太多约束，几乎是“想写就写，没有时间就不写”，这个跟正式出版还是存在比较大的差异的；最后，这本书涉及面相对较广，需要查阅大量资料，实在是太耗费精力。

但陈晓猛编辑还是鼓励我去做这个事情。思索再三，最终我答应了。当然，最后这本书还是在规定时间内完成了。它几乎耗尽了我写作期间所有的业余和休息时间。

“不积跬步，无以至千里；不积小流，无以成江海。”虽然整本书从构思到编写完成的时间不足一年，但书中的大部分知识点，都是我在多年的学习、工作中积累下来的。之所以能够实现快速写作，一方面是做了比较严格的时间管理，另一方面得益于我多年坚持写博客和开源书的习惯。

内容介绍

本书为两部分，即分布式系统基础理论和分布式系统常用技术。第一部分为第 1 章和第 2 章，主要介绍分布式系统基础理论知识，总结一些在设计分布式系统时需要考虑的范式、知识点及可能会面临的问题。第二部分为第 3 章到第 8 章，主要列举了在分布式系统应用中的一些主流技术，并介绍这些技术的作用和用法。

第 1 章介绍分布式系统基础理论知识，总结一些在设计分布式系统时需要考虑的范式、知识点及可能会面临的问题，包括线程、通信、一致性、容错性、CAP 理论、安全性和并发等相关内容。

第 2 章详细介绍分布式系统的架构体系，包括传统的基于对象的体系结构、SOA。

第 3 章介绍常用的分布式消息服务框架，包括 Apache ActiveMQ、Apache RabbitMQ、Apache RocketMQ、Apache Kafka 等。

第 4 章介绍分布式计算理论和应用框架方面的内容，包括 MapReduce、Apache Hadoop、Apache Spark、Apache Mesos 等。

第 5 章介绍分布式存储理论和应用框架方面的内容，包括 Bigtable、Apache HBase、Apache Cassandra、Memcached、Redis、MongoDB 等。

第 6 章介绍分布式监控方面常用的技术，包括 Nagios、Zabbix、Consul、ZooKeeper 等。

第 7 章介绍常用的分布式版本控制工具，包括 Bazaar、Mercurial、Git 等。

第 8 章介绍 RESTful API、微服务及容器相关的技术，着重介绍 Jersey、Spring Boot、Docker 等技术的应用。

源代码

本书提供源代码下载，下载地址为 https://github.com/waylau/distributed-systems-technologies-and-cases-analysis。

勘误和交流

本书如有勘误，会在 https://github.com/waylau/distributed-systems-technologies-and-cases-analysis 上发布。由于笔者能力有限，时间仓促，书中难免有错漏，欢迎读者批评指正。读者也可以到博文视点官网的本书页面进行交流（www.broadview.com.cn/00000）。

您也可以直接联系我：

博客：https://waylau.com

邮箱：waylau521@gmail.com

微博：http://weibo.com/waylau521

GitHub：https://github.com/waylau

致谢

首先，感谢电子工业出版社博文视点公司的陈晓猛编辑，是您鼓励我将本书付诸成册，并在我写作过程中审阅了大量稿件，给予我很多指导和帮助。感谢工作在幕后的电子工业出版社评审团队对于本书在校对、排版、审核、封面设计、错误改进方面所给予的帮助，使本书得以顺利出版发行。

其次，感谢在我十几年求学生涯中教育过我的所有老师，是你们将知识和学习方法传递给了我。感谢我曾经工作过的公司和单位，感谢和我一起共事过的同事和战友，你们的优秀一直是我追逐的目标，你们所给予的压力正是我不断改进的动力。

感谢我的父母、妻子 Funny 和两个女儿。由于撰写本书，我牺牲了很多陪伴家人的时间。感谢你们对于我工作的理解和支持。

最后，特别要感谢这个时代，互联网让所有人可以公平地享受这个时代的成果。感谢那些为计算机、互联网做出贡献的先驱，是你们让我可以站在更高的“肩膀”上！感谢那些为本书提供灵感的佳作，包括《分布式系统原理与范式》、*UNIX Network Programming*、*Enterprise SOA*、*MapReduce Design Patterns*、*Hadoop: The Definitive Guide Learning Hbase*、*Advanced Analytics with Spark*、*Pro Git*、*Docker in Action*、《淘宝技术这十年》、*Hatching Twitter*，等等，详细的书单可以参阅本书在线资源中的“参考文献”部分。

柳伟卫

目　录

第 1 章
分布式系统基础知识

1.1 概述

毫无疑问，计算机改变了人类的工作和生活方式，而计算机系统也正在进行一场变革。无论是手机应用，还是智能终端，都离不开背后那个神秘的巨人——分布式系统。正是那些看不见的分布式系统，每天处理着数以亿计的计算，提供可靠而稳定的服务。

本章就揭开分布式系统的神秘面纱。

1.1.1 什么是分布式系统

《分布式系统原理与范型》一书中是这样定义分布式系统的：

“分布式系统是若干独立计算机的集合，这些计算机对于用户来说就像单个系统。”

这里面包含了两个要点：

- 硬件独立；
- 软件统一。

什么是硬件独立？所谓硬件独立，是指机器本身是独立的。一个大型的分布式系统，由若干计算机组成系统的基础设施。而软件统一，是指对于用户来说，用户就像跟单个系统打交道。就好比我们每天上网看视频，视频网站对我们来说就是一个系统软件，它们背后是如何运作的、部署了几台服务器、每台服务器是干什么的，这些对用户来说是不可见的。用户不关心背后的这些服务器，用户所关心的是，今天能看什么样的节目、视频运行是否流畅、清晰度如何等。

软件统一的另外一个方面是指，分布式系统的扩展和升级都比较容易。分布式系统中的某些节点发生故障，不会影响整体系统的可用性。用户和应用程序交互时，不会察觉哪些部分正在替换或维修，也不会感知新加入的部分。

1.1.2 集中式系统与分布式系统

集中式系统主要部署在HP、IBM、Sun等小型机以上档次的服务器中，把所有的功能都集成到主服务器上（这对服务器的要求很高）。它们的主要特色在于年宕机时间只有几小时，所以又统称为z系列（zero，零）。AS/400主要应用在银行和制造业，还用于Domino，主要的技术包括TIMI（技术独立机器界面）和单级存储。有了TIMI，可以实现硬件与软件相互独立。RS/6000比较常见，用于科学计算和事务处理等。这类主机的单机性能一般都很强，带多个终端。终端没有数据处理能力，运算全部在主机上进行。现在的银行系统大部分都是集中式系统。