

Hadoop 2 Quick-Start Guide

Learn the Essentials of Big Data Computing in
the Apache Hadoop 2 Ecosystem

写给大忙人的

Hadoop 2

【美】Douglas Eadline 著 卢涛 李颖 译

学习在Apache Hadoop 2生态系统中进行
大数据计算的基础知识

Hadoop 2 Quick-Start Guide

Learn the Essentials of Big Data Computing in
the Apache Hadoop 2 Ecosystem

写给大忙人的 Hadoop 2

【美】Douglas Eadline 著 卢涛 李颖 译

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京•BEIJING

内 容 简 介

本书首先介绍了 Hadoop 的背景知识, 包括 Hadoop 2 和 YARN 的工作原理和对 Hadoop 1 的改进, 然后将数据湖与传统存储比较。第 2 章到第 8 章, 分别介绍了 Hadoop 2 和核心服务的安装方法、Hadoop 分布式文件系统、MapReduce 和 YARN 编程, 以及利用 Apache Pig 等 Hadoop 工具简化编程。最后两章讲述了利用 Apache Ambari 等工具管理 Hadoop 和基本的管理程序。附录包括 Hadoop 2 故障诊断和排除的基础知识、Apache Hue 和 Apache Spark 安装等。

本书通俗易懂, 具有大量操作实例, 易于上手, 适合 Hadoop 用户、管理员、开发和运维人员、程序员、架构师、分析师和数据科学工作者阅读。

Authorized translation from the English language edition, entitled HADOOP 2 Quick-Start Guide: Learn the Essentials of Big Data Computing in the Apache Hadoop 2 Ecosystem, 1E, 978-0134049946, by Douglas Eadline, published by Pearson Education, Inc., publishing as Addison-Wesley Professional, Copyright © 2015 Pearson Education, Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

CHINESE SIMPLIFIED language edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD., and PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY Copyright © 2016.

本书简体中文版专有出版权由 Pearson Education 培生教育出版亚洲有限公司授予电子工业出版社。未经出版者预先书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书简体中文版贴有 Pearson Education 培生教育出版集团激光防伪标签, 无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2016-0600

图书在版编目(CIP)数据

写给大忙人的 Hadoop 2 / (美) 伊德理恩 (Eadline, D.) 著; 卢涛, 李颖译. —北京: 电子工业出版社, 2016.6
书名原文: Hadoop 2 Quick-Start Guide: Learn the Essentials of Big Data Computing in the Apache Hadoop 2 Ecosystem

ISBN 978-7-121-28805-0

I. ①写… II. ①伊… ②卢… ③李… III. ①数据处理软件 IV. ①TP274

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 101034 号

策划编辑: 张春雨

责任编辑: 郑柳洁

印 刷: 北京天宇星印刷厂

装 订: 北京天宇星印刷厂

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: 18 字数: 344 千字

版 次: 2016 年 6 月第 1 版

印 次: 2016 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 69.00 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 zltz@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。

序言

Apache Hadoop 2 引进了加工和处理数据的新方法，这些方法都超越了原始 Hadoop 实现的基本 MapReduce 范式。本书详尽地介绍了 Hadoop 2 中的概念和工具，无论是 Hadoop 新人或曾使用过早期版本的经验丰富的专业人员，都能从中获益。

在过去的几年中，在原 Hadoop 项目的保护伞下已经诞生了许多项目，这些项目在与原始 Hadoop 项目保持良好集成的同时，还使得存储、处理和收集大量数据更为便利。本书介绍了许多在此更大的 Hadoop 生态系统中的项目，向读者提供高层次基础知识，引导他们使用满足自己需求的工具来开展工作。

本书很多内容是 Doug Eadline 根据他广受欢迎的 *Hadoop Fundamentals Live Lessons* 视频系列改编而成的。然而，他的资历不仅于此。Doug 与人合著了 *Apache Hadoop™ YARN: Moving beyond MapReduce and Batch Processing with Apache Hadoop™ 2* 一书，对于介绍 Hadoop 2 的覆盖范围和它给用户带来的新功能，几乎无人比他更有资格。

我激动地看到 Doug 用他涵盖 Hadoop 及其相关项目的书为本丛书带来巨大的知识财富。对于希望了解更多有关 Hadoop 可以帮助他们解决问题的新人，以及希望了解升级到最新版本的好处的现有用户，本书都将是很好的资料。

—— Paul Dix, 丛书编辑

前言

Apache Hadoop 2 已改变了数据分析的格局。Hadoop 2 生态系统已经超越了单一的 MapReduce 数据处理方法论和框架。也就是说，Hadoop 2 为 Hadoop 1 的方法论提供几乎任何类型的数据处理，并且与第 1 版的脆弱 MapReduce 范式完全向后兼容。

这种变化已经对数据处理和数据分析的许多领域产生了显著的影响。联机数据的数据量增长要求有可扩展的数据分析新方法。正如第 1 章将要讨论的，Hadoop 数据湖的概念体现了从许多既定的方法向联机数据的使用和储存的范式转变。Hadoop 2 安装的是一个可扩展的平台，它可以成长并同时适应数据量的增加及新处理模型的使用。

因此，“Hadoop 方法”非常重要，并且不应该被作为一个简单的只有“一技之长”的大数据应用程序。此外，Hadoop 开放源代码的性质和很多周边的生态系统为它的采用提供了一个重要激励。感谢 Apache 软件基金会 (ASF)，Hadoop 一直是一个开放源码项目，其内部运作机制是对所有人都开放的。开放模型使得供应商和用户拥有一个共同的目标，而不存在可能的封锁或法律障碍致使像 Hadoop 那样一个庞大而重要的项目分裂。本书中使用的所有软件都是开源的，并且是免费提供的。指向这些软件的链接位于每一章末尾和附录 C 中。

本书重点

正如书名所示，本书是写给大忙人的 Hadoop 2。根据设计，大多数主题都是概述性的，它们用一个示例来说明，并保留一些未尽事宜。事实上，这里的许多工具和主题都在别处被作为完全独立的书来介绍。因此，编写这种快速入门指南的最大障碍是，在决定不包括哪些内容的同时，又让读者领会到哪些内容是重要的。

为此，所有主题都按照我称之为 `hello-world.c` 经验的方式来设计。那就是，首先提供工具或服务的作用的一些背景知识，然后提供可以让读者快速入门的从头到尾的示例，最后提供可以找到额外的信息和更多细节的资源。这种方法允许读者对简单的工作示例

进行更改，并实现变化，使之变成能解决读者特定问题的某种东西。对于我们大多数人来说，我们的编程经验都是从对工作示例进行增量更改开始的——所以本书中的方法应该是大家所熟悉的。

本书的受众

本书是为那些想要了解 Hadoop 2，但又不想陷入技术细节的读者准备的。新用户、系统管理员和开发运维人员都应该能够通过浏览本书快速获得很多重要的 Hadoop 主题和工具。尤其是，缺乏 Hadoop 经验的读者应该发现本书非常有用，即使他们没有 Java 编程经验也没关系。读者最好具备使用 Linux 命令行工具的经验，因为所有示例都涉及用命令行与 Hadoop 交互。

当前正在使用 Hadoop 1 的用户和管理员也能从本书获得有价值的知识。Hadoop 2 的变化是非常重大的，同时，本书对 YARN 和 MapReduce 框架的一些变化的讨论也是非常重要的。

本书的结构

本书的基本结构改编自 Addison-Wesley 出版的我的视频教程——*Hadoop Fundamentals Live Lessons(2e)*和 *Apache Hadoop YARN Fundamentals Live Lessons*，书中几乎所有的示例都能在视频中找到同样的。有些读者可能会发现，把观看视频教程与阅读本书结合起来效果更好，因为我仔细地逐句执行了所有的示例。

本书从 *Apache Hadoop™ YARN: Moving beyond MapReduce and Batch Processing with Apache Hadoop™ 2* 一书中借用了几个小部分，那是我与他人合著的。如果读者想要研究更多的 YARN 应用开发细节，可以考虑阅读那本书并观看其配套视频。

本书大部分内容使用了适用于 Hadoop 的 Hortonworks 数据平台 (HDP)。HDP 是由 Hortonworks 提供的完全开源的 Hadoop 发布版本。虽然也可以下载并安装核心 Hadoop 系统和工具 (第 2 章中将讨论)，但使用集成的发布版本减少了“自己动手”的方法可能产生的很多问题。此外，Apache Ambari 是不容错过的出色安装和管理图形化的工具，并且它支持 Hortonworks HDP 软件包。本书使用 HDP 2.2 和 Ambari 1.7 描述。就在我写这篇序言时，Hortonworks 刚刚宣布发布配备 Apache Ambari 2.0 的 HDP 2.3 版本。(站在 Hadoop 世界的曲线前沿要做那么多工作!) 幸运的是，它的基本原理保持不变，所有示例仍然都是切题的。

本书各章的安排，便于为读者提供灵活的介绍。在附录 B “开始流程图和故障排除指南”中，有两条路径可以遵循：阅读第 1 章、第 3 章和第 5 章，然后开始运行示例，或直接跳到第 4 章运行其中的示例。如果你没有 Hadoop 环境，第 2 章提供在各种系统，包括笔记本电脑或台式计算机、集群，甚至在云上安装 Hadoop 的方法。可能在运行完示例之后，你会再回过头来阅读背景知识的章节。

第 1 章提供有关 Hadoop 技术和历史的基本背景知识。介绍 Hadoop 数据湖并概述 Hadoop 1 中的 MapReduce 过程。介绍了在 Hadoop 2 中的巨大变化，并把 YARN 资源管理器作为几乎任何计算模型的前进方向来介绍。最后，简要概述了组成 Hadoop 生态系统的很多软件项目。这一章为本书余下的部分提供了基础。

如果你需要访问一个 Hadoop 系统，第 2 章提供了一系列的安装攻略。它也解释了核心 Hadoop 服务及其配置方法。本章对选择硬件和软件环境提供了常规建议，但它的重点是提供一个平台来了解 Hadoop。幸运的是，有两种方法可以做到这一点，不需要购买或租用任何硬件。Hortonworks Hadoop 沙箱提供了一个可以在几乎任何平台上运行的 Linux 虚拟机。沙箱是完整的 Hadoop 安装，并提供了用以研究 Hadoop 的环境。作为沙箱的替代方法，在一台 Linux 机器上的 Hadoop 安装也能提供一个学习平台并提供一些 Hadoop 核心组件的解释。第 2 章还涉及集群方式安装，它采用 Apache Ambari 用于本地集群安装，或使用 Apache Whirr 进行云部署。

所有的 Hadoop 应用程序都使用 Hadoop 分布式文件系统 (HDFS)。第 3 章介绍了一些基本的 HDFS 功能并提供了有关如何浏览和使用文件系统的快速提示。本章也有一些 HDFS 编程的示例。它提供重要的背景知识，这些应该在尝试后面的章节中的示例之前查阅。

第 4 章通过逐步讲解提供了 Hadoop 实例和基准测试的展示说明。作为一种观察应用进展的方式，对 Hadoop 资源管理器的 Web 图形用户界面进行了介绍。本章最后总结了控制 Hadoop MapReduce 作业的一些技巧。学习这一章可以了解 Hadoop 应用程序运行和操作的方式。

虽然 MapReduce 编程模型在本质上是简单的，但它在集群上运行会出现一些混乱。第 5 章使用简单的示例提供了 MapReduce 编程模型的基本简介。本章用一个简化的并行 Hadoop MapReduce 过程演练来总结。本章还将帮助你了解基本的 Hadoop MapReduce 术语。

如果你对 Hadoop 底层编程感兴趣，第 6 章介绍了 Hadoop MapReduce 编程。它涵盖了几种基本方法，包括 Java、Python 流接口和 C++管道接口。它还用一个简短的示例说明了如何查看应用程序日志。本章对于使用 Hadoop 不是必需的。事实上，许多 Hadoop

用户都是从第 7 章讨论的高级别工具开始起步的。

虽然许多应用程序已被编写为在原生的 Hadoop Java 接口上运行，但还有种类繁多的工具都提供高层次的编程和数据移动方法。第 7 章通过实例介绍了必需的 Hadoop 工具，包括 Apache Pig（脚本语言）、Apache Hive（类似 SQL 的语言）、Apache Sqoop（RDMS 导入/导出）和 Apache Flume（串行数据导入），还提供一个示例来演示如何使用 Oozie 工作流管理器。本章最后以 Apache HBase（BigTable 的数据库）的示例结束。

如果你有兴趣学习更多关于 Hadoop YARN 应用程序的内容，第 8 章介绍了 Hadoop 的非 MapReduce 应用程序。YARN 分布式 Shell，给出一个简单的示例，进行包括 YARN 应用程序如何在 Hadoop 2 下工作的讨论。本章还提供了最新的非 MapReduce YARN 应用程序的描述。

如果你用第 2 章的 Apache Ambari 安装 Hadoop，第 9 章介绍了其功能并提供了一些示例来演示如何在真正的 Hadoop 集群上使用 Ambari。本章也给出了重新启动 Hadoop 服务和更改全系统 Hadoop 属性的 Ambari 功能和流程。本章所述的基本步骤将在第 10 章中用来对集群做出管理性更改。

第 10 章提供了一些基本的 Hadoop 管理性程序。管理员可在本章找到基本流程和建设信息，其他用户也可以从本章学到如何针对其工作负载来配置 HDFS、YARN 和容量调度程序。

有关本书配套网页的信息、入门流程图和常规的 Hadoop 故障排除指南，请参考附录。附录还包括资料总结页和安装 Apache Hue（一种高级别 Hadoop 图形用户界面）和 Apache Spark（一种流行的非 MapReduce 编程模型）的步骤。

最后，Hadoop 生态系统继续迅速增长。本书有意不包括许多现有的 Hadoop 应用程序和工具，因为若将其列入，本书将变成更冗长和更拖沓的 Hadoop 2 简介。并且，还有更多的工具和应用程序正在形成！鉴于 Hadoop 生态系统的动态性，本书介绍 Apache Hadoop 2 的宗旨是为了指明方向和一些重要的关键点，以便帮助读者研究 Hadoop 2 数据湖。

本书约定

代码和文件参考都采用等宽字体显示。因为太长而无法在一行中容纳的代码输入行，在本书中都用续行符号：➡表示。在页边界换行的长输出行则没有此符号。

配套代码

请参阅附录 A “本书网页和代码下载”，获得本书中使用的所有代码的地址。

致谢

有些图表和示例受雅虎 Hadoop 教程 (<https://developer.yahoo.com/hadoop/tutorial/>)、阿帕奇软件基金会 (ASF, Apache Software Foundation, <http://www.apache.org>)、Hortonworks (<http://hortonworks.com>) 和 Michael Noll (<http://www.michael-noll.com>) 启发并取自其中。任何复制的条目要么已由作者授予使用权限, 要么在开放共享许可下获得。

很多人一直在幕后为本书的出版默默工作。感谢花时间仔细阅读本书初稿的审阅者: Jim Lux、Prentice Bisbal、Jeremy Fischer、Fabricio Cannini、Joshua Mora、Matthew Helmke、Charlie Peck 和 Robert P. J. Day。你们的反馈意见非常有价值并有助于使本书内容更为可靠。

感谢 Addison-Wesley 的 Debra Williams Cauley, 你的努力和在中央车站牡蛎酒吧办公使得写书过程几乎并不困难。我也不能忘记感谢我的孩子们: Emily、Marlee、Carla 和 Taylor——是的, 又一本你们看不懂的书。最后, 感谢我耐心和漂亮的妻子 Maddy 对我的一贯支持。

关于作者

Douglas Eadline, 博士, 作为一个 Linux 集群 HPC 革命的践行者和记录者开始他的职业生涯, 而现在他在记录大数据分析。从开始第一份操作文档以来, 道格写了数百篇文章、白皮书, 以及说明文档, 涵盖高性能计算 (HPC) 的几乎所有方面。在 2005 年启动和编辑颇受欢迎的 ClusterMonkey.net 网站之前, 他担任 ClusterWorld 杂志的主编, 并曾是 Linux 杂志的 HPC 资深编辑。

他具有多方面的 HPC 实际操作经验, 包括硬件和软件设计、基准测试、存储、GPU、云计算和并行计算。

目前, 他是一名作家和 HPC 行业顾问, 并且是 Limulus 个人集群项目 (<http://limulus.basement-supercomputing.com>) 的领导。他是 Addison-Wesley 出版的 *Hadoop Fundamentals LiveLessons* 和 *Apache Hadoop YARN Fundamentals LiveLessons* 教学视频的作者和 *Apache Hadoop™ YARN: Moving beyond MapReduce and Batch Processing with Apache Hadoop™ 2* 一书的合著者。

目录

1	背景和概念	1
	定义 Apache Hadoop	1
	Apache Hadoop 的发展简史	3
	大数据的定义	4
	Hadoop 作为数据湖	5
	使用 Hadoop:管理员、用户或两种身份兼具	7
	原始的 MapReduce	7
	Apache Hadoop 的设计原则	8
	Apache Hadoop MapReduce 示例	8
	MapReduce 的优势	10
	Apache Hadoop V1 MapReduce 操作	11
	使用 Hadoop V2 超越 MapReduce	13
	Hadoop V2 YARN 操作设计	14
	Apache Hadoop 项目生态系统	16
	总结和补充资料	18
2	安装攻略	21
	核心 Hadoop 服务	21
	Hadoop 配置文件	22
	规划你的资源	23
	硬件的选择	23
	软件的选择	24
	在台式机或笔记本电脑上安装	25

安装 Hortonworks HDP 2.2 沙箱	25
用 Apache 源代码安装 Hadoop	32
配置单节点 YARN 服务器的步骤	33
运行简单的 MapReduce 示例	42
安装 Apache Pig (可选)	42
安装 Apache Hive (可选)	43
使用 Ambari 安装 Hadoop	44
执行 Ambari 安装	45
撤消 Ambari 安装	59
使用 Apache Whirr 在云中安装 Hadoop	59
总结和补充资料	65
3 HDFS 基础知识	67
HDFS 设计的特点	67
HDFS 组件	68
HDFS 块复制	71
HDFS 安全模式	72
机架的识别	73
NameNode 高可用性	73
HDFS NameNode 联邦	75
HDFS 检查点和备份	76
HDFS 快照	76
HDFS NFS 网关	76
HDFS 用户命令	77
简要 HDFS 命令参考	77
一般 HDFS 命令	78
列出 HDFS 中的文件	79
在 HDFS 中创建一个目录	80
将文件复制到 HDFS	80
从 HDFS 复制文件	81
在 HDFS 中复制文件	81

删除在 HDFS 中的文件	81
删除在 HDFS 中的目录	81
获取 HDFS 状态报告	81
HDFS 的 Web 图形用户界面	82
在程序中使用 HDFS	82
HDFS Java 应用程序示例	82
HDFS C 应用程序示例	86
总结和补充资料	88
4 运行示例程序和基准测试程序	91
运行 MapReduce 示例	91
列出可用的示例	92
运行 Pi 示例	93
使用 Web 界面监控示例	95
运行基本 Hadoop 基准测试程序	101
运行 Terasort 测试	101
运行 TestDFSIO 基准	102
管理 Hadoop MapReduce 作业	104
总结和补充资料	105
5 Hadoop MapReduce 框架	107
MapReduce 模型	107
MapReduce 并行数据流	110
容错和推测执行	114
推测执行	114
Hadoop MapReduce 硬件	115
总结和补充资料	115
6 MapReduce 编程	117
编译和运行 Hadoop WordCount 的示例	117
使用流式接口	122

使用管道接口	125
编译和运行 Hadoop Grep 链示例	127
调试 MapReduce.....	131
作业的列举、清除和状态查询	131
Hadoop 日志管理.....	131
启用 YARN 日志聚合.....	132
Web 界面日志查看	133
命令行日志查看	133
总结和补充资料.....	135
7 基本的 Hadoop 工具	137
使用 Apache Pig	137
Pig 示例演练	138
使用 Apache Hive.....	140
Hive 示例演练.....	140
更高级的 Hive 示例.....	142
使用 Apache Sqoop 获取关系型数据	145
Apache Sqoop 导入和导出方法.....	145
Apache Sqoop 版本更改	147
Sqoop 示例演练	148
使用 Apache Flume 获取数据流	155
Flume 的示例演练	157
使用 Apache Oozie 管理 Hadoop 工作流	160
Oozie 示例演练.....	162
使用 Apache HBase.....	170
HBase 数据模型概述.....	170
HBase 示例演练.....	171
总结和补充资料.....	176
8 Hadoop YARN 应用程序	179
YARN 分布式 shell	179

使用 YARN 分布式 shell	180
一个简单的示例	181
使用更多的容器	182
带有 shell 参数的分布式 shell 示例	183
YARN 应用程序的结构	185
YARN 应用程序框架	187
Hadoop MapReduce	188
Apache Tez	188
Apache Giraph	189
Hoya: HBase on YARN	189
Dryad on YARN	189
Apache Spark	189
Apache Storm	190
Apache REEF: 可持续计算执行框架	190
Hamster: Hadoop 和 MPI 在同一集群	190
Apache Flink: 可扩展的批处理和流式数据处理	191
Apache Slider: 动态应用程序管理	191
总结和补充资料	192
9 用 Apache Ambari 管理 Hadoop	193
快速浏览 Apache Ambari	194
仪表板视图	194
服务视图	197
主机视图	199
管理视图	201
查看视图	201
Admin 下拉菜单	202
更改 Hadoop 属性	206
总结和补充资料	212

10 基本的 Hadoop 管理程序	213
基本的 Hadoop YARN 管理	214
停用 YARN 节点	214
YARN WebProxy	214
使用 JobHistoryServer	215
管理 YARN 作业	215
设置容器内存	215
设置容器核心	216
设置 MapReduce 属性	216
基本的 HDFS 管理	217
NameNode 用户界面	217
将用户添加到 HDFS	219
在 HDFS 上执行 FSCK	220
平衡 HDFS	221
HDFS 安全模式	222
停用 HDFS 节点	222
SecondaryNameNode	223
HDFS 快照	223
配置到 HDFS 的 NFSv3 网关	225
容量调度程序背景知识	229
Hadoop 2 的 MapReduce 兼容性	231
启用应用主控程序的重新启动功能	231
计算一个节点的承载容量	232
运行 Hadoop 1 的应用程序	233
总结和补充资料	235
附录 A 本书的网页和代码下载	237
附录 B 入门流程图和故障排除指南	239
入门流程图	239
常见的 Hadoop 故障排除指南	239

规则 1: 不要惊慌	239
规则 2: 安装并使用 Ambari	244
规则 3: 检查日志	244
规则 4: 简化情况	245
规则 5: 在互联网上提问	245
其他有用的提示	246
附录 C 按主题列出的 Apache Hadoop 资源汇总	253
常规的 Hadoop 信息	253
Hadoop 安装攻略	253
HDFS	254
示例	255
MapReduce	255
MapReduce 编程	255
基本工具	256
YARN 应用程序框架	257
Ambari 管理	257
基本的 Hadoop 管理	257
附录 D 安装 Hue Hadoop GUI	259
Hue 安装	259
安装和配置 Hue	262
启动 Hue	263
Hue 用户界面	263
附录 E 安装 Apache Spark	267
在集群上安装 Spark	267
在整个集群中启动 Spark	268
在伪分布式的单节点安装版本中安装和启动 Spark	270
运行 Spark 示例	271