

图书在版编目 (C I P) 数据

Hadoop实战 / (美) 拉姆 (Lam, C.) 著 ; 韩冀中译 .
— 北京 : 人民邮电出版社, 2011. 10
(图灵程序设计丛书)
书名原文: Hadoop in Action
ISBN 978-7-115-26448-0

I. ①H… II. ①拉… ②韩… III. ①数据处理—应用
软件—网络编程 IV. ①TP274

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第191474号

内 容 提 要

作为云计算所青睐的分布式架构, Hadoop 是一个用 Java 语言实现的软件框架, 在由大量计算机组成的集群中运行海量数据的分布式计算, 是谷歌实现云计算的重要基石。本书分为 3 个部分, 深入浅出地介绍了 Hadoop 框架、编写和运行 Hadoop 数据处理程序所需的实践技能及 Hadoop 之外更大的生态系统。

本书适合需要处理大量离线数据的云计算程序员、架构师和项目经理阅读参考。

www.chinaDBA.net 中国DBA超级论坛

图灵程序设计丛书

Hadoop实战

◆ 著 [美] Chuck Lam

译 韩冀中

责任编辑 卢秀丽

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

三河市潮河印业有限公司印刷

◆ 开本: 800×1000 1/16

印张: 16.75

字数: 417千字

2011年10月第1版

印数: 1—5 000册

2011年10月河北第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2011-0806 号

ISBN 978-7-115-26448-0

定价: 59.00元

读者服务热线: (010)51095186转604 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

www.ChinaDBA.net 中国DBA超级论坛

前言

我很长时间里都痴迷于数据。当我还是一名电气工程本科生的时候，数字信号处理就对我产生了极大的吸引力。我发现音乐、视频、照片和很多其他的东西都可以被视为数据。数据的计算不断带来并加强了这些感性的体验。我当时认为那是最酷的事情。

随着时间的推移，我继续为数据所展现的崭新视野而欣喜。近几年社交数据和大数据崭露头角。特别是大数据，它对我而言是一个智力挑战。早先我已经学会了从统计学角度来观察数据，新的数据类型“只是”需要新的数学方法。这并不简单，但至少我已经得到过训练，了解它们所需的资源也非常丰富。另一方面，大数据涉及系统级的创新和新的编程方法。我从未得到过这样的训练，更重要的是，不只我一个人如此。有关在实践中处理大数据的知识在一定程度上是一种魔法。许多用于扩展数据处理的工具和技术都是如此，包括缓存（例如memcached）、复制及分片，当然还有MapReduce/Hadoop。近几年，我的时间都花在不断地学习这些技术上。

从个人经历看，学习这些技术最大的障碍出现在学习过程的中段。开始时，很容易找到引导性的博客和演示文稿，它们会教你如何做一个“Hello World”的示例。当足够熟悉之后，你就会知道如何在邮件列表中提问，在大小会议中邂逅专家，甚至自己阅读源代码。但在这中间存在一个巨大的知识落差，你的胃口更大了，但又不太清楚下一步该问什么问题。对Hadoop这种最新的技术而言尤为如此。需要一个有组织的说明，将你从开始的“Hello World”引领到可以从容地实践中应用Hadoop。这就是我希望本书所做到的。幸好我发现了Manning出版社的In Action系列丛书，它们正与此目标相吻合，而且出版社有一群优秀的编辑帮助我达成目标。

我非常享受写作这本书的时光，希望它能为你开启畅游Hadoop的旅途。

致 谢

很多人为这本书提供了灵感并做出了奉献。首先我要感谢James Warren。他将分析引入RockYou，我们一起在公司上下灌输了Hadoop的使用。我从他身上学到了很多，他甚至还为初稿出谋划策。

我很幸运有很多人为我提供了Web 2.0行业以外的有趣案例。为此我要感谢罗治国、徐萌、孙少陵、Ken MacInnis、Ryan Rawson、Vuk Ercegovic、Rajasekar Krishnamurthy、Sriram Raghavan、Frederick Reiss、Eugene Shekita、Sandeep Tata、Shivakumar Vaithyanathan以及Huaiyu Zhu。

我也要感谢这本书的许多审阅者。他们为早期的初稿提供了有价值的反馈意见。特别是Paul O'Rourke，他虽是技术审阅人，但却提出了许多超出其职责的中肯建议，告知我如何让这份手稿更为出色。我期待有朝一日能够看到由他自己写的书。我也很享受与Jonathan Cao的长期交谈。他在数据库和大规模系统上的专业知识，为我理解Hadoop的功能提供了广阔的视野。

其他审阅者在此期间对草稿做了大量的反复阅读，多谢他们宝贵的意见，他们是：Paul Stusiak、Philipp K. Janert、Amin Mohammed-Coleman、John S. Griffin、Marco Ughetti、Rick Wagner、Kenneth DeLong、Josh Patterson、Srini Panchikala、Costantino Cerbo、Steve Loughran、Ara Abrahamian、Ben Hall、Andrew Siemer、Robert Hanson、Keith Kim、Sopan Shewale、Marion Sturtevant、Chris Chandler、Eric Raymond以及Jeroen Benckhuijsen。

我很幸运与Manning出版社很出色的一群人工作。特别感谢Troy Mott让我开始本书的撰写工作，并有足够耐心等待我把它完成。也多亏Tara Walsh、Karen Tegtmeyer、Marjan Bace、Mary Piergies、Cynthia Kane、Steven Hong、Rachel Schroeder、Katie Tennant以及Maureen Spencer。他们的支持是了不起的。我想象不出比这更好的工作团队。

不用说，所有对Hadoop及其生态系统做出贡献的人都值得称赞。Doug Cutting发起了它，Yahoo颇具远见地最早支持它。Cloudera现在将Hadoop推广给更多的企业用户。加入成长中的Hadoop社区令人兴奋不已。

最后但重要的是，我要感谢所有的朋友、家人和同事在我编写这本书时给我的支持。

作者在线

购买本书可以免费访问 Manning 出版社的内部论坛，在那里可以对这本书进行评论、提出技术问题，并从作者和其他用户那里获得帮助。你可以通过网址 www.manning.com/HadoopinAction 访问并注册论坛。在注册之后，该页面会为你提供如何进入论坛、可以获得的帮助以及论坛的行为规则等信息。

Manning 出版社承诺在读者之间，以及读者和作者之间建立有意义的对话平台。这种承诺并不包含作者的参与，作者在论坛上所作的贡献依然是自愿的（且是无偿的）。我们建议你尝试向作者问一些有挑战性的问题，免得让他兴趣索然！

只要这本书在出版，作者在线论坛和先前的讨论文档都可通过出版商的网站进行访问。

www.ChinaDBA.net 中国DBA超级论坛

关于本书

Hadoop是一个开源框架，它遵循谷歌的方法实现了MapReduce算法，用以查询在互联网上分布的数据集。这个定义自然会导致一个明显的问题：什么是map（映射），为什么它们需要被reduce（归约）？使用传统机制分析和查询大规模数据集会非常困难，当查询自身很复杂时尤为如此。实际上，MapReduce算法将查询操作和数据集都分解为组件——这就是映射。在查询中被映射的组件可以被同时处理（即归约）从而快速地返回结果。

这本书教会读者如何使用Hadoop并编写MapReduce程序。目标读者为不得不离线处理大量数据的程序员、架构师和项目经理。这本书引导读者去获得Hadoop的一个副本、在集群中安装并编写数据分析程序。

在书的开篇，为了让Hadoop和MapReduce的基本理念更易于掌握，本书在Hadoop的默认安装上运行了几个易于理解的任务，例如文档正文中词频变化的分析。然后在使用Hadoop开发MapReduce应用的过程中，探究其基本概念，包括仔细观察框架的组成、Hadoop在各种数据分析中的使用以及Hadoop实战中的大量实例。

MapReduce是一个在概念和实现上都很复杂的想法，要了解运行Hadoop的方方面面对于用户而言是一个挑战。本书除带给你Hadoop的运行机理之外，还会教你在MapReduce框架下写出有意义的程序。

本书假定读者基本掌握了Java，因为大多数代码示例是用Java写的。熟悉基本的统计学概念（如直方图和相关）将有助于读者理解更高级的数据处理示例。

路线图

本书将12章划分为3个部分。

第一部分的3章介绍了Hadoop的框架，涵盖我们理解并使用Hadoop所需的基础知识。这些章节描述了构成一个Hadoop集群的硬件组件，以及建立一个可运行系统的安装及配置方法。第一部分还从高层描述了MapReduce框架，并让你能编写和运行第一个MapReduce程序。

第二部分包含5章，给出编写和运行Hadoop数据处理程序所需的实践技能。在这些章节中，我们将探讨使用Hadoop分析专利数据集的各种实例，包括Bloom filter这样的先进算法。我们还将给出对生产环境下使用Hadoop极其有用的编程和管理技术。

第三部分被称为“Hadoop也疯狂”，包含这本书的最后4章，将探讨Hadoop之外更大的生态系统。云服务提供了创建Hadoop集群的另一种方案，可以替代那种由自己购买并拥有硬件集群的

方式。许多附加产品包在MapReduce之上提供了更高级别的编程抽象。最后，我们会看到几个用Hadoop解决实际业务问题的案例。

附录包含HDFS命令的列表及其说明和使用方法。

编码约定及代码下载

所有列表或文本中的源代码都是用固定宽度字体与普通文本相区别的。许多代码清单中都给出了代码注释，重要的概念被突出地显示。有时，随代码清单还会给出由数字符号相连的注释。

本书的示例代码可从Manning出版社的网站www.manning.com/HadoopinAction上下载。

www.ChinaDBA.net 中国DBA超级论坛

关于封面图

本书封面上的图为“一个来自达尔马提亚Kistanja的年轻人”。该图取自克罗地亚19世纪中叶传统服饰影集的一个副本，作者为尼古拉·阿尔塞诺维奇，由Ethnographic博物馆在2003年于克罗地亚的斯普利特出版。该图得自于一位乐于助人的斯普利特Ethnographic博物馆馆员，这个博物馆位于该城镇在中世纪罗马时的核心位置，是公元304年左右罗马皇帝戴克里先的宫殿遗址。这本书包含来自克罗地亚不同地域的颜色精美的插图，附有服饰和日常生活的说明。

Kistanja是一个小镇，位于克罗地亚的布科维卡地区。它坐落在达尔马提亚北部，有悠久的罗马和威尼斯的历史。在克罗地亚，“mamok”一词是指单身汉、花花公子或求婚者（一个在求爱年龄的年轻男人），在封面上的这个年轻人看起来干净利落，很明显正穿着他最好的衣服，小巧玲珑的白色亚麻衬衫，色彩鲜艳的绣花背心，这样的衣服他只有在去教堂和节日时才会穿——或者是去约会一位年轻女士。www.ChinaDBA.net 中国DBA超级论坛

过去200年间，着装和生活方式已经发生变化，曾经如此丰富的地域多样性已渐渐消失了。现在，各大洲的居民已经很难分辨，更遑论分隔只有几英里的不同村庄或城镇的人。也许我们用文化差异换来了一个更丰富的个人生活——必然是更为多样和快节奏的技术生活。

Manning出版社取材此类古老书籍中的插图，用两个世纪前丰富多样的地域生活来制作书的封面，用以庆贺计算机行业的创造性和主动性。

目 录

第一部分 Hadoop——一种分布式编程框架

第1章 Hadoop简介2

1.1 为什么写《Hadoop 实战》3

1.2 什么是 Hadoop3

1.3 了解分布式系统和 Hadoop4

1.4 比较 SQL 数据库和 Hadoop5

1.5 理解 MapReduce6

1.5.1 动手扩展一个简单程序7

1.5.2 相同程序在MapReduce中的
扩展9

1.6 用Hadoop统计单词——运行第一个
程序11

1.7 Hadoop历史15

1.8 小结16

1.9 资源16

第2章 初识Hadoop17

2.1 Hadoop 的构造模块17

2.1.1 NameNode17

2.1.2 DataNode18

2.1.3 Secondary NameNode19

2.1.4 JobTracker19

2.1.5 TaskTracker19

2.2 为 Hadoop 集群安装 SSH21

2.2.1 定义一个公共账号21

2.2.2 验证SSH安装21

2.2.3 生成SSH密钥对21

2.2.4 将公钥分布并登录验证22

2.3 运行 Hadoop22

2.3.1 本地（单机）模式23

2.3.2 伪分布模式24

2.3.3 全分布模式25

2.4 基于 Web 的集群用户界面28

2.5 小结30

第3章 Hadoop组件31

3.1 HDFS 文件操作31

3.1.1 基本文件命令32

3.1.2 编程读写HDFS35

3.2 剖析 MapReduce 程序37

3.2.1 Hadoop数据类型39

3.2.2 Mapper40

3.2.3 Reducer41

3.2.4 Partitioner: 重定向Mapper
输出41

3.2.5 Combiner: 本地reduce43

3.2.6 预定义mapper和Reducer类
的单词计数43

3.3 读和写43

3.3.1 InputFormat44

3.3.2 OutputFormat49

3.4 小结50

第二部分 实战

第4章 编写MapReduce基础程序52

4.1 获得专利数据集52

4.1.1 专利引用数据53

4.1.2 专利描述数据54

4.2 构建 MapReduce 程序的基础模板55

4.3 计数60

4.4 适应 Hadoop API 的改变.....	64	6.2.3 用IsolationRunner重新运行出 错的任务.....	128
4.5 Hadoop 的 Streaming.....	67	6.3 性能调优.....	129
4.5.1 通过Unix命令使用Streaming.....	68	6.3.1 通过combiner来减少网络 流量.....	129
4.5.2 通过脚本使用Streaming.....	69	6.3.2 减少输入数据量.....	129
4.5.3 用Streaming处理键/值对.....	72	6.3.3 使用压缩.....	129
4.5.4 通过Aggregate包使用 Streaming.....	75	6.3.4 重用JVM.....	132
4.6 使用 combiner 提升性能.....	80	6.3.5 根据猜测执行来运行.....	132
4.7 温故知新.....	83	6.3.6 代码重构与算法重写.....	133
4.8 小结.....	84	6.4 小结.....	134
4.9 更多资源.....	84		
第 5 章 高阶MapReduce.....	85	第 7 章 细则手册.....	135
5.1 链接 MapReduce 作业.....	85	7.1 向任务传递作业定制的参数.....	135
5.1.1 顺序链接MapReduce作业.....	85	7.2 探查任务特定信息.....	137
5.1.2 具有复杂依赖的MapReduce 链接.....	86	7.3 划分为多个输出文件.....	138
5.1.3 预处理和后处理阶段的链接.....	86	7.4 以数据库作为输入输出.....	143
5.2 联结不同来源的数据.....	89	7.5 保持输出的顺序.....	145
5.2.1 Reduce侧的联结.....	90	7.6 小结.....	146
5.2.2 基于 DistributedCache 的复制联结.....	98	第 8 章 管理Hadoop.....	147
5.2.3 半联结: map侧过滤后在reduce 侧联结.....	101	8.1 为实际应用设置特定参数值.....	147
5.3 创建一个 Bloom filter.....	102	8.2 系统体检.....	149
5.3.1 Bloom filter做了什么.....	102	8.3 权限设置.....	151
5.3.2 实现一个Bloom filter.....	104	8.4 配额管理.....	151
5.3.3 Hadoop 0.20 以上版本的 Bloom filter.....	110	8.5 启用回收站.....	152
5.4 温故知新.....	110	8.6 删减 DataNode.....	152
5.5 小结.....	111	8.7 增加 DataNode.....	153
5.6 更多资源.....	112	8.8 管理 NameNode 和 SNN.....	153
第 6 章 编程实践.....	113	8.9 恢复失效的 NameNode.....	155
6.1 开发 MapReduce 程序.....	113	8.10 感知网络布局和机架的设计.....	156
6.1.1 本地模式.....	114	8.11 多用户作业的调度.....	157
6.1.2 伪分布模式.....	118	8.11.1 多个JobTracker.....	158
6.2 生产集群上的监视和调试.....	123	8.11.2 公平调度器.....	158
6.2.1 计数器.....	123	8.12 小结.....	160
6.2.2 跳过坏记录.....	125		
		第三部分 Hadoop也疯狂	
		第 9 章 在云上运行Hadoop.....	162
		9.1 Amazon Web Services 简介.....	162
		9.2 安装 AWS.....	163

9.2.1 获得AWS身份认证凭据	164	第 11 章 Hive及Hadoop群	207
9.2.2 获得命令行工具	166	11.1 Hive	207
9.2.3 准备SSH密钥对	168	11.1.1 安装与配置Hive	208
9.3 在 EC2 上安装 Hadoop	169	11.1.2 查询的示例	210
9.3.1 配置安全参数	169	11.1.3 深入HiveQL	213
9.3.2 配置集群类型	169	11.1.4 Hive小结	221
9.4 在 EC2 上运行 MapReduce 程序	171	11.2 其他 Hadoop 相关的部分	221
9.4.1 将代码转移到Hadoop集群上	171	11.2.1 HBase	221
9.4.2 访问Hadoop集群上的数据	172	11.2.2 ZooKeeper	221
9.5 清空和关闭 EC2 实例	175	11.2.3 Cascading	221
9.6 Amazon Elastic MapReduce 和其他		11.2.4 Cloudera	222
AWS 服务	176	11.2.5 Katta	222
9.6.1 Amazon Elastic MapReduce	176	11.2.6 CloudBase	222
9.6.2 AWS导入/导出	177	11.2.7 Aster Data和Greenplum	222
9.7 小结	177	11.2.8 Hama和Mahout	223
第 10 章 用Pig编程	178	11.2.9 search-hadoop.com	223
10.1 像 Pig 一样思考	178	11.3 小结	223
10.1.1 数据流语言	179	第 12 章 案例研究	224
10.1.2 数据类型	179	12.1 转换《纽约时报》1100 万个库存	
10.1.3 用户定义函数	179	图片文档	224
10.2 安装 Pig	179	12.2 挖掘中国移动的数据	225
10.3 运行 Pig	180	12.3 在 StumbleUpon 推荐最佳网站	229
10.4 通过 Grunt 学习 Pig Latin	182	12.3.1 分布式 StumbleUpon 的	
10.5 谈谈 Pig Latin	186	开端	230
10.5.1 数据类型和schema	186	12.3.2 HBase 和 StumbleUpon	230
10.5.2 表达式和函数	187	12.3.3 StumbleUpon 上的更多	
10.5.3 关系型运算符	189	Hadoop 应用	236
10.5.4 执行优化	196	12.4 搭建面向企业查询的分析系统——	
10.6 用户定义函数	196	IBM 的 ES2 项目	238
10.6.1 使用UDF	196	12.4.1 ES2 系统结构	240
10.6.2 编写UDF	197	12.4.2 ES2 爬虫	241
10.7 脚本	199	12.4.3 ES2 分析	242
10.7.1 注释	199	12.4.4 小结	249
10.7.2 参数替换	200	12.4.5 参考文献	250
10.7.3 多查询执行	201	附录A HDFS文件命令	251
10.8 Pig 实战——计算相似专利的例子	201		
10.9 小结	206		