

高等教育规划教材



免费提供
电子教案、海量高清教学视频、
案例数据包及源代码

Hadoop 大数据 技术基础及应用

大讲台大数据研习社 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等教育规划教材

Hadoop 大数据技术基础及应用

大讲台大数据研习社 编著



机械工业出版社

本书系统介绍了 Hadoop 生态系统的核心开发技术, 内容包括: Hadoop 概述、Hadoop 开发及运行环境搭建、HDFS 分布式文件系统、MapReduce 分布式计算框架、Hadoop 的文件 I/O 以及 YARN 资源管理器、Zookeeper 分布式协调服务、Hadoop 分布式集群搭建与管理、Hive 数据仓库和 HBase 分布式数据库、Hadoop 生态系统常用开发技术、广电收视率数据统计分析和视频网站爬虫系统开发两个项目实践, 详细直观地介绍了大数据项目的开发思路及流程。

本书通俗易懂、结构清晰, 内容层层递进, 理论与实践相结合, 通过大量的实战案例, 引导读者逐步深入学习, 从而全面掌握 Hadoop 生态系统相关技术。

本书既可作为高等院校大数据相关专业的教学用书, 也可作为相关技术人员的参考用书。

本书配套授课电子课件, 需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册, 审核通过后下载, 或联系编辑索取 (QQ: 2966938356, 电话: 010-88379739)。

图书在版编目 (CIP) 数据

Hadoop 大数据技术基础及应用 / 大讲台大数据研习社编著.

—北京: 机械工业出版社, 2018.12

高等教育规划教材

ISBN 978-7-111-62016-7

I. ①H… II. ①大… III. ①数据处理软件—高等学校—教材
IV. ①TP274

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 029215 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 王 斌 责任编辑: 王 斌

责任校对: 张艳霞 责任印制: 张 博

唐山三艺印务有限公司印刷

2019 年 3 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm×260mm·22.25 印张·534 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-62016-7

定价: 69.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
电话服务

服务咨询热线: (010) 88379833

读者购书热线: (010) 88379649

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

金书网: www.golden-book.com



前 言

大数据时代已经到来，大数据技术已经应用到各行各业。特别是随着移动互联网的发展，大数据技术已经渗透到了生活的方方面面，应用非常广泛，学习和掌握大数据技术已经成为很迫切的现实需求。

Hadoop 是大数据技术中非常重要的一个组成部分，本书系统全面地介绍了 Hadoop 大数据开发技术的基础及应用，介绍了 Hadoop 核心组件以及 Hadoop 生态系统常用组件，然后再通过完整的项目实战案例整合相关技术组件。内容安排层层递进，逐步引导读者深入学习，掌握 Hadoop 的精髓。

本书主要特色在于有大量的项目实践案例，对基于 Hadoop 的大数据相关技术组件进行整合应用，避免了纯理论学习、孤立的技术组件学习，使读者在学习了大数据相关技术组件之后，能真正应用到实际项目中，从而掌握实际的项目经验。

本书共有 13 章。

第 1 章是 Hadoop 概述，主要讲解了 Hadoop 前世今生、Hadoop 生态系统、Hadoop 的优势及应用领域，以及 Hadoop 技术与其他技术之间的关系，让读者对 Hadoop 有个整体的认识。

第 2 章主要是对 Hadoop 运行环境以及 MyEclipse 开发环境的安装进行详细讲解，让读者了解环境搭建的整个过程。

第 3 章详细讲解了 HDFS 分布式文件系统，包括 HDFS 体系结构、访问方式以及新特性，让读者对 HDFS 有一个全面的了解。HDFS 是 Hadoop 核心组件之一，任何基于 Hadoop 应用的组件都要用到 HDFS。

第 4 章主要介绍了 MapReduce 编程模型、系统架构和运行原理，讲解了 MapReduce 数据本地性、容错性以及资源组织方式。另外，还介绍了计数器、二次排序、Join 算法等 MapReduce 高级特性。

第 5 章主要讲解了 Hadoop 的文件 I/O，让读者了解 Hadoop 底层的一些原理。学完本章之后，读者可对 Hadoop 的输入和输出、数据完整性、文件的序列化、数据的压缩以及文件的数据结构等有进一步的理解。

第 6 章主要介绍了第二代 MapReduce 即 YARN，讲解了 YARN 与第一代 MapReduce 的关系、YARN 的架构及工作原理。另外，还讲解了 MapReduce On YARN 的工作流程以及 YARN 的容错性和 YARN 的高可用（HA）。

第 7 章介绍了 Zookeeper 分布式协调服务的基本架构、工作原理、安装配置以及相关服务。另外，还讲解了 Zookeeper 常见应用场景以及具体项目案例。Zookeeper 是一个分布式协调服务，Hadoop 生态系统中大部分组件都需要用到 Zookeeper，Zookeeper 在实际项目中应用广泛，必须熟练掌握。

第 8 章详细讲解了 Hadoop 分布式集群的搭建过程以及 Hadoop 集群的管理。

第 9 章对 Hive 数据仓库的架构原理、安装部署以及相关操作进行了详细介绍。Hive 是基于 Hadoop 的一个数据仓库，支持类似 SQL 语句来代替 MapReduce，这样使得编程零基础

的用户也能利用 Hadoop 平台对海量数据进行分析。

第 10 章主要介绍了 HBase 分布式数据仓库的数据模型核心概念、安装部署、Shell 工具的操作以及 Java 客户端的操作。HBase 是一个基于列存储的 NoSQL 数据库，不同于一般的 NoSQL 数据库，HBase 是一个适合于非结构化数据存储的数据库。

第 11 章总体介绍了 Hadoop 生态系统中其他常用的技术组件，比如 Flume 日志采集系统，Kafka 分布式消息系统，ElasticSearch 全文检索工具，Storm 流式计算框架和 Spark 实时计算框架等，在实际项目中应用都非常广泛。

第 12 章介绍了广电收视率数据统计分析项目的背景、需求分析，详细讲解了大数据离线项目的开发流程，并完成数据的可视化，让读者掌握的大数据相关技术组件能应用到企业实际项目中。

第 13 章介绍了视频网站爬虫系统开发项目的整个系统开发流程，并重点讲解了爬虫开发过程中的难点以及解决方案，同时还详细讲解了对项目的优化以及可视化，让读者全方位掌握大数据爬虫技术。

本书内容非常丰富，除了介绍 Hadoop 的核心技术之外，还围绕 Hadoop 生态系统扩展介绍了大量的大数据实用技术，涵盖面相当广泛。除了可以满足课堂教学需求之外，书中众多的扩展学习内容和实践案例，对于学有余力的同学和从事大数据技术开发的从业者也非常有价值。

学习本书首先需要具备一定的 Java 语言基础，在学习过程中，第 1 章~第 4 章、第 6 章、第 9 章、第 10 章、第 12 章的内容是要求必须掌握的，第 5 章、第 7 章、第 8 章、第 11 章的部分内容可以不要求一定掌握（在目录中标有星号的章节），第 13 章的项目实践难度较大，扩展知识点较多，不要求全部掌握，可作为扩展学习内容结合配套学习视频供读者朋友自学。

本书配有大量的扩展阅读视频，这些视频对学习本书内容可以起到非常好的辅助效果，本书内容涉及的源代码也随书提供给读者，方便读者学习实践。

本书由北京大讲台科技有限公司（简称大讲台科技）下的大讲台大数据研习社组织编写，杨俊、雷迪具体负责，雷迪编写第 1~7 章，杨俊编写 8~13 章。其他参与的人员有：蓝黄蓉、周亚楠、张华、王少杰、冯雪然、戈启业。全书由孙斌统稿，黄炳全主审。书中部分内容参考了网上资料，由于参考内容来源广泛，因篇幅有限，恕不一一列出，在此一并表示感谢。

由于大数据开发技术发展迅速，而且相关技术组件繁多，书中难免有不足之处，恳请各位同仁及读者提出宝贵意见和建议。

编者

2018-12

目 录

前言

第 1 章 Hadoop 概述	1
1.1 Hadoop 的前世今生.....	1
1.1.1 Hadoop 是什么.....	1
1.1.2 项目起源.....	1
1.1.3 发展历程.....	2
1.1.4 名字起源.....	2
1.2 Hadoop 生态系统简介.....	2
1.3 Hadoop 的优势及应用领域.....	4
1.3.1 Hadoop 的优势.....	4
1.3.2 Hadoop 的应用领域.....	4
1.4 Hadoop 与云计算.....	5
1.4.1 云计算的概念及特点.....	5
1.4.2 Hadoop 与云计算之间的关系.....	6
1.5 Hadoop 与 Spark.....	6
1.5.1 Spark 的概念及特点.....	6
1.5.2 Hadoop 与 Spark 之间的关系.....	7
1.6 Hadoop 与传统关系型数据库.....	8
1.6.1 传统关系型数据库的概念及特点.....	8
1.6.2 Hadoop 与传统数据库之间的关系.....	8
本章小结.....	9
本章习题.....	9
第 2 章 Hadoop 开发及运行环境搭建	10
2.1 Hadoop 集群环境搭建概述.....	10
2.1.1 虚拟机的安装部署.....	10
2.1.2 Linux 操作系统的安装部署.....	11
2.1.3 Hadoop 的运行模式.....	11
2.2 Hadoop 伪分布式集群环境搭建.....	12
2.2.1 关闭防火墙和禁用 SELINUX.....	12
2.2.2 配置 hostname 与 IP 地址之间的对应关系.....	13
2.2.3 创建用户和用户组.....	14
2.2.4 配置 SSH 免密码登录.....	15
2.2.5 JDK 安装.....	17
2.2.6 Hadoop 伪分布式集群的安装配置.....	19

2.2.7 测试运行 Hadoop 集群	24
2.3 搭建 MyEclipse 开发环境	26
2.3.1 JDK 的安装配置	26
2.3.2 安装 MyEclipse	28
2.3.3 在 MyEclipse 上安装 Hadoop 插件	28
2.3.4 Hadoop 环境配置	31
2.3.5 构建 MapReduce 项目	32
本章小结	38
本章习题	38
第 3 章 HDFS 分布式文件系统	39
3.1 HDFS 体系结构详解	39
3.1.1 什么是文件系统	39
3.1.2 什么是分布式文件系统	39
3.1.3 HDFS 分布式文件系统概述	40
3.2 HDFS 的 Shell 操作	50
3.2.1 HDFS 基本 Shell 操作命令	50
3.2.2 Hadoop 管理员常用的 Shell 操作命令	52
3.3 HDFS 的 Java API 操作	53
3.3.1 获取 HDFS 文件系统	53
3.3.2 文件/目录的创建与删除	53
3.3.3 获取文件	54
3.3.4 上传/下载文件	55
3.3.5 获取 HDFS 集群节点信息	55
3.4 HDFS 的新特性——HA	56
3.4.1 HA 机制产生背景	56
3.4.2 HDFS 的 HA 机制	56
3.4.3 HDFS 的 HA 架构	57
3.5 实战：小文件合并程序的编写及运行	58
本章小结	62
本章习题	62
第 4 章 MapReduce 分布式计算框架	63
4.1 初识 MapReduce	63
4.1.1 MapReduce 概述	63
4.1.2 MapReduce 的基本设计思想	64
4.1.3 MapReduce 的优缺点	65
4.2 MapReduce 编程模型	66
4.2.1 MapReduce 编程模型简介	66
4.2.2 深入剖析 MapReduce 编程模型——以 WordCount 为例	68
4.3 MapReduce 运行框架	72

4.3.1 MapReduce 架构	72
4.3.2 MapReduce 的运行机制	75
4.3.3 MapReduce 内部逻辑	77
4.3.4 MapReduce 数据本地性	78
4.3.5 MapReduce 框架的容错性	80
4.3.6 MapReduce 资源组织方式	81
4.3.7 MapReduce 的高级特性及应用	81
4.4 实战: 统计相同字母组成的不同单词	81
本章小结	83
本章习题	83
第 5 章 Hadoop 的文件 I/O	84
5.1 Hadoop 文件 I/O 概述	84
5.2* Hadoop 文件 I/O 的数据完整性	85
5.2.1 Hadoop 文件 I/O 的数据完整性的概念	85
5.2.2 Hadoop 的数据校验方式	86
5.3 Hadoop 文件的序列化	90
5.3.1 什么是序列化	90
5.3.2 为什么要序列化	90
5.3.3 为什么不用 Java 的序列化	90
5.3.4 Hadoop 对序列化机制的要求	90
5.3.5 Hadoop 中定义的序列化相关接口	91
5.4 Hadoop 数据的解压缩	94
5.4.1 解压缩简介	94
5.4.2 Hadoop 常见压缩格式及特点	94
5.4.3 常见压缩的使用方式	95
5.5* 基于文件的数据结构	96
5.6* 实战: Hadoop 源码编译及 Snappy 压缩的配置使用	101
本章小结	103
本章习题	104
第 6 章 YARN 资源管理器	105
6.1 初识 YARN	105
6.1.1 YARN 是什么	105
6.1.2 YARN 的作用	106
6.2 YARN 基本架构	106
6.3 YARN 的工作原理	107
6.3.1 YARN 上运行的应用程序	107
6.3.2 YARN 的工作流程	108
6.3.3 MapReduce On YARN 的工作流程	109
6.4 YARN 的容错性	110

6.5	YARN HA	110
	本章小结	111
	本章习题	112
第 7 章*	Zookeeper 分布式协调服务	113
7.1	Zookeeper 概述	113
7.1.1	ZooKeeper 是什么	113
7.1.2	Zookeeper 的特点	114
7.1.3	Zookeeper 的基本架构	114
7.1.4	Zookeeper 的工作原理	115
7.2	Zookeeper 安装配置	115
7.3	Zookeeper 服务	116
7.3.1	数据模型	116
7.3.2	基本操作	118
7.3.3	实现方式	118
7.4	Zookeeper 的应用	119
7.4.1	数据发布与订阅	119
7.4.2	负载均衡	119
7.4.3	命名服务	120
7.4.4	分布式通知/协调	120
7.4.5	配置管理	120
7.4.6	集群管理	120
7.4.7	分布式锁	121
7.4.8	分布式队列	121
7.5	实战: 模拟实现集群配置信息的订阅与发布	122
	本章小结	127
	本章习题	127
第 8 章	Hadoop 分布式集群搭建与管理	128
8.1	准备物理集群	128
8.1.1	物理集群搭建方式	128
8.1.2	虚拟机的准备	128
8.2	集群规划	132
8.2.1	主机规划	132
8.2.2	软件规划	132
8.2.3	用户规划	133
8.2.4	目录规划	133
8.3	集群安装前的准备	133
8.3.1	时钟同步	133
8.3.2	hosts 文件检查	134
8.3.3	禁用防火墙	134

8.3.4	配置 SSH 免密码通信	134
8.3.5	脚本工具的使用	135
8.4	Hadoop 相关软件安装	138
8.4.1	JDK 的安装	138
8.4.2	Zookeeper 的安装	139
8.5	Hadoop 集群环境的搭建	140
8.5.1	Hadoop 软件的安装	140
8.5.2	Hadoop 配置及使用 HDFS	141
8.5.3	Hadoop 配置及使用 YARN	146
8.6	集群启停	149
8.6.1	启动集群	149
8.6.2	关闭集群	150
8.7*	主机的维护操作	151
8.7.1	Active NameNode 维护操作	151
8.7.2	Standby NameNode 维护操作	151
8.7.3	DataNode 维护操作	151
8.7.4	Active ResourceManager 维护操作	151
8.7.5	Standby ResourceManager 维护操作	152
8.7.6	NodeManager 维护操作	152
8.8*	集群节点动态增加与删除	152
8.8.1	增加 DataNode	152
8.8.2	删除 DataNode	153
8.8.3	增删 NodeManager	153
8.9*	集群运维技巧	153
8.9.1	查看日志	153
8.9.2	清理临时文件	154
	本章小结	154
	本章习题	154
第 9 章	Hive 数据仓库	155
9.1	初识 Hive	155
9.1.1	Hive 是什么	155
9.1.2	Hive 产生的背景	155
9.1.3	什么是数据仓库	156
9.1.4	Hive 在 Hadoop 生态系统中的位置	156
9.1.5	Hive 和 Hadoop 的关系	157
9.1.6	Hive 和普通关系数据库的异同	157
9.2	Hive 的原理及架构	158
9.2.1	Hive 的设计原理	158
9.2.2	Hive 的体系架构	159

9.2.3	Hive 的运行机制	160
9.2.4	Hive 编译器的运行机制	161
9.2.5	Hive 的优缺点	161
9.2.6	Hive 的数据类型	161
9.2.7	Hive 的数据存储	162
9.3	Hive 的安装部署	163
9.3.1	安装 MySQL	163
9.3.2	安装 Hive	164
9.4	Hive 数据库的相关操作	165
9.5	Hive 数据表的相关操作	171
9.5.1	常见数据表类型	171
9.5.2	操作内部表	172
9.5.3	操作外部表	177
9.5.4	操作分区表	177
9.5.5	操作桶表	180
9.6	Hive 的数据操作语言 DML	182
9.6.1	通过 LOAD 语句向表中装载数据	182
9.6.2	通过 INSERT 语句向表中插入数据	183
9.6.3	利用动态分区向表中插入数据	184
9.6.4	通过 CTAS 加载数据	186
9.6.5	导出数据	186
9.7	Hive 的数据查询语言 DQL	187
9.7.1	SELECT...FROM 语句	188
9.7.2	WHERE 语句	189
9.7.3	数据的递归查询	189
9.7.4	GROUP BY 语句和 HAVING 语句	191
9.7.5	ORDER BY 语句和 SORT BY 语句	192
9.7.6	DISTRIBUTE BY 语句	194
9.7.7	CLUSTER BY 语句	195
9.8	实战：通过 Hive 分析股票走势规律	195
	本章小结	199
	本章习题	199
第 10 章	HBase 分布式数据库	200
10.1	HBase 概述	200
10.1.1	HBase 是什么	200
10.1.2	Hbase 的特点	200
10.2	HBase 数据模型	201
10.2.1	Hbase 逻辑模型	201
10.2.2	HBase 数据模型的核心概念	202

10.2.3	Hbase 的物理模型	203
10.2.4	Hbase 的基本架构	204
10.3	HBase 的核心概念	206
10.3.1	预写日志	206
10.3.2	Region 定位	206
10.3.3	写入流程	208
10.3.4	查询流程	209
10.3.5	容错性	211
10.4	HBase 集群安装部署	211
10.4.1	集群规划	211
10.4.2	HBase 集群安装	212
10.5	HBase Shell 工具	217
10.5.1	命令分类	217
10.5.2	基本操作	218
10.6	HBase Java 客户端	220
10.6.1	客户端配置	220
10.6.2	创建表	221
10.6.3	删除表	222
10.6.4	插入数据	223
10.6.5	查询数据	223
10.6.6	删除数据	225
10.6.7	过滤查询	225
10.7	实战: MapReduce 批量操作 HBase	226
	本章小结	230
	本章习题	230
第 11 章	Hadoop 生态系统常用开发技术	231
11.1	Sqoop 数据导入导出工具	231
11.1.1	Sqoop 概述	231
11.1.2	Sqoop 的优势	232
11.1.3	Sqoop 的架构与工作机制	232
11.1.4	Sqoop Import 流程	232
11.1.5	Sqoop Export 流程	233
11.1.6	Sqoop 的安装配置	234
11.1.7	Sqoop 实战	236
11.2	Flume 日志采集系统	238
11.2.1	Flume 概述	238
11.2.2	Flume NG 的架构及工作机制	238
11.2.3	Flume NG 的核心功能模块	239
11.2.4	Flume NG 的数据可靠性	242

11.2.5	Flume NG 的应用场景	242
11.2.6	Flume NG 的安裝配置	244
11.2.7	Flume NG 实战	246
11.3	Kafka 分布式消息系统	248
11.3.1	Kafka 概述	248
11.3.2	Kafka 的特点	248
11.3.3	Kafka 的架构	248
11.3.4	Kafka 的相关服务	249
11.3.5	Kafka 的安裝配置	251
11.3.6	Kafka Shell 操作	254
11.3.7	Kafka 客户端操作	256
11.4*	ElasticSearch 全文检索工具	259
11.4.1	ElasticSearch 概述	259
11.4.2	ElasticSearch 的特点	259
11.4.3	ElasticSearch 的架构	260
11.4.4	ElasticSearch 的相关服务	261
11.4.5	ElasticSearch 的索引模块	262
11.4.6	ElasticSearch 的安裝配置	266
11.4.7	ElasticSearch RESTful API	271
11.4.8	ElasticSearch Java API	280
11.5*	Storm 流式计算框架	285
11.5.1	Storm 概述	285
11.5.2	Storm 的特点	285
11.5.3	Storm 的架构	285
11.5.4	Storm 工作流	286
11.5.5	Storm 数据流	287
11.5.6	Storm 集群的安裝配置	288
11.5.7	实战: 统计网站 PV 和 UV	292
11.6	Spark 内存计算框架	299
11.6.1	Spark 概述	299
11.6.2	Spark 的特点	299
11.6.3	弹性分布式数据集 RDD	300
11.6.4	Spark 架构原理	301
11.6.5	算子功能及分类	303
11.6.6	Spark 集群的安裝配置	304
11.6.7	实战: 搜狗搜索数据统计	308
	本章小结	310
	本章习题	310
第 12 章	项目实践: 广电收视率数据统计分析	312

12.1	项目背景	312
12.2	项目需求	312
12.3	项目分析	313
12.3.1	认识数据源	313
12.3.2	项目各个收视指标的定义及计算方法	313
12.4	项目开发流程	315
12.4.1	Flume 数据收集	316
12.4.2	MapReduce 数据清洗及分析	317
12.4.3	Hive 数据统计分析	319
12.4.4	Sqoop 数据导出	321
12.4.5	项目数据可视化展示	323
	本章小结	327
第 13 章*	项目实践：视频网站爬虫系统开发	328
13.1	项目背景	328
13.2	项目需求	328
13.3	项目分析	328
13.4	项目环境准备	329
13.5	项目开发流程	329
13.5.1	数据采集	329
13.5.2	数据存储	334
13.5.3	数据处理	335
13.5.4	数据展示	337
	本章小结	338
	参考文献	339

第 1 章 Hadoop 概述

学习目标

- 了解 Hadoop 发展历程
- 了解 Hadoop 生态系统
- 熟悉 Hadoop 优势和应用场景
- 熟悉 Hadoop 与其他技术的区别与联系

随着互联网的发展、移动互联网的广泛应用以及人工智能的兴起，Hadoop 技术的应用变得越来越普遍。本章将从 Hadoop 的前世今生、Hadoop 生态系统、Hadoop 优势及应用领域以及 Hadoop 与云计算、Spark、传统关系型数据库的关系等方面对 Hadoop 大数据技术进行概述。

1.1 Hadoop 的前世今生

1.1.1 Hadoop 是什么

Hadoop 是一个由 Apache 基金会开发的分布式系统基础架构。用户可以用其在不了解分布式底层细节的情况下开发分布式程序，充分利用集群的威力进行高速运算和存储。

Hadoop 实现了一个分布式文件系统（Hadoop Distributed File System, HDFS）。HDFS 有高容错性的特点，并且被设计用来部署在价格低廉的硬件上；而且它提供高吞吐量来访问应用程序的数据，适合那些有着超大数据集的应用程序。HDFS 放宽了可移植操作系统接口的要求，可以以流的形式访问文件系统中的数据。

Hadoop 还实现了一个分布式计算框架 MapReduce，让用户不用考虑分布式系统底层的细节，只需要参照 MapReduce 编程模型就可以快速编写出分布式计算程序，实现对海量数据的分布式计算。Hadoop 的框架最核心的设计就是：HDFS 和 MapReduce。HDFS 为海量的数据提供存储，而 MapReduce 为海量的数据提供计算。

1.1.2 项目起源

Hadoop 由 Apache Software Foundation 于 2005 年秋天作为 Lucene 的子项目 Nutch 的一部分正式引入。它最先是受到 Google Lab 开发的 Map/Reduce 和 Google File System(GFS)的启发而设计的。

2006 年 3 月份，MapReduce 和 Nutch Distributed File System (NDFS)分别被纳入名为

Hadoop 的项目中。

Hadoop 是在 Internet 上对搜索关键字进行内容分类最受欢迎的工具，它还可以解决许多具有极大伸缩性要求的问题。例如，如果要查找一个 10TB 的巨型文件，会出现什么情况呢？在传统的系统上，这将需要很长的时间。但是 Hadoop 在设计时就考虑到这些问题，采用并行执行机制，因此能大大提高效率，耗时极短。

1.1.3 发展历程

Hadoop 原本来自于谷歌一款名为 MapReduce 的编程模型包。谷歌的 MapReduce 框架可以把一个应用程序分解为许多并行计算指令，跨大量的计算节点运行非常巨大的数据集。Hadoop 最初只与网页索引有关，后来迅速发展成为分析大数据的领先平台。

目前有很多企业提供基于 Hadoop 的商业软件、支持、服务以及培训。Cloudera 是一家美国的企业软件公司，该公司在 2008 年开始提供基于 Hadoop 的软件和服务。GoGrid 是一家云计算基础设施公司，在 2012 年，该公司与 Cloudera 合作加速了企业采纳基于 Hadoop 应用的步伐。

1.1.4 名字起源

Hadoop 这个名字不是一个缩写，而是一个虚构的名字。该项目的创建者 Doug Cutting 这样解释 Hadoop 的得名：“Hadoop 是我孩子给一个棕黄色的大象玩具起的名字。我的命名标准就是简短、容易发音和拼写、没有太多的意义、不会被用于别处。”

1.2 Hadoop 生态系统简介

Hadoop 版本可以大致划分为两代：第一代 Hadoop 1.0 和第二代 Hadoop 2.0。Hadoop 1.0 是由分布式存储系统 HDFS 和分布式计算框架 MapReduce 组成的。Hadoop 2.0 的主要变化是引入了资源管理框架 YARN。Hadoop 2.0 不仅解决了 Hadoop 1.0 中的 HDFS 的单点故障（HDFS 是一个主从的架构，通常只有一个主节点和多个从节点，一个主节点挂掉，就无法再对外提供服务）问题和横向扩展问题，还解决了 MapReduce 单点故障、系统扩展和多计算框架不支持的问题。本书基于 Hadoop 2.0 来进行讲解。

上面所讲的 Hadoop 属于狭义上的 Hadoop。但开源世界的力量是非常强大的，围绕 Hadoop 而产生的软件大量出现，构成了一个生机勃勃的 Hadoop 生态系统。一般工作中所说的 Hadoop 技术指的是 Hadoop 生态系统，Hadoop 2.0 生态系统的组成如图 1-1 所示。Hadoop 2.0 生态系统包含以下组件。

- 1) HDFS: HDFS 是 Hadoop 的基石，是具有高容错性的文件系统，适合部署在廉价的机器上，同时能提供高吞吐量的数据访问，非常适合大规模数据集的应用。

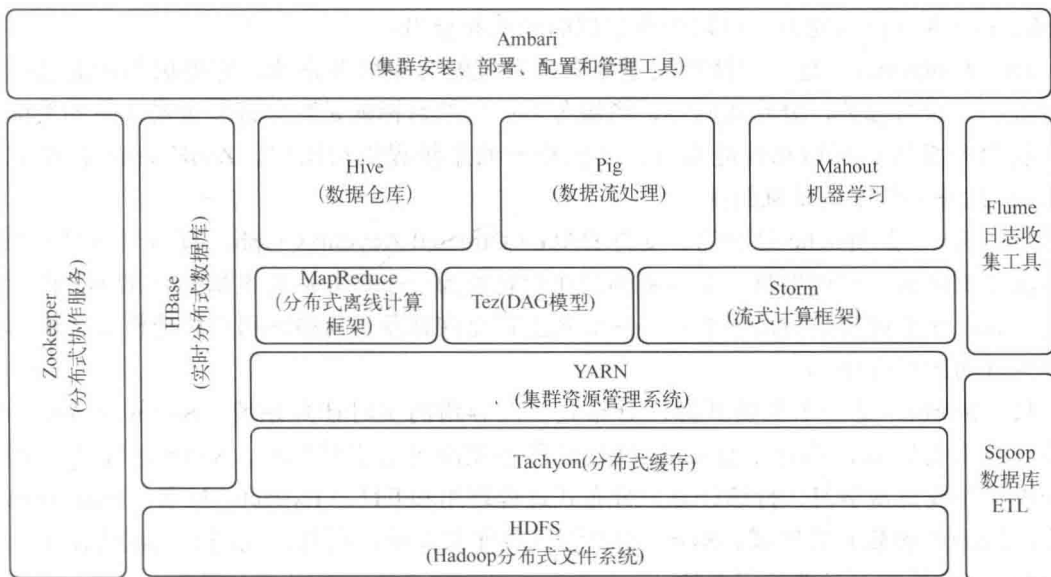


图 1-1 Hadoop 2.0 生态系统

2) MapReduce: 是一种编程模型, 利用函数式编程的思想, 将数据集处理的过程分为 Map 和 Reduce 两个阶段, MapReduce 这种编程模型非常适合分布式计算。

3) YARN: 是 Hadoop 2.0 中的资源管理系统, 它的基本设计思想是将 MRv1 (Hadoop 1.0 中的 MapReduce) 中的 JobTracker 拆分成了两个独立的服务: 一个全局的资源管理器 ResourceManager 和每个应用程序特有的 ApplicationMaster。其中 ResourceManager 负责整个系统的资源管理和分配, 而 ApplicationMaster 负责单个应用程序的管理。

4) HBase: 源于谷歌的 BigTable 论文, HBase 是一个分布式的、面向列的开源数据库, 擅长大规模数据的随机、实时读写访问。

5) Hive: 由 Facebook 开发, 是基于 Hadoop 的一个数据仓库工具, 可以将结构化的数据文件映射为一张表, 提供简单的 SQL 查询功能, 并能够将 SQL 语句转换为 MapReduce 作业运行。Hive 学习成本低, 大大降低了 Hadoop 的使用门槛, 非常适合大规模数据统计分析。

6) Pig: Pig 和 Hive 类似, 也是对大型数据集进行分析和评估的工具, 但它提供了一种高层的、面向领域的抽象语言: Pig Latin, Pig 也可以将 Pig Latin 脚本转化为 MapReduce 作业。与 SQL 相比, Pig Latin 更加灵活, 但学习成本稍高。

7) Mahout: 是一个集群学习和数据挖掘库, 它利用 MapReduce 编程模型实现了 K-Means、Collaborative Filtering 等经典的机器学习算法, 并且具有良好的扩展性。

8) Flume: 是 Cloudera 提供的一个高可用、高可靠、分布式的海量日志采集、聚合和传输系统, 它支持在日志系统中定制各类数据发送方采集数据, 同时提供对数据进行简单处理, 并写到各种数据接收方 (也可定制) 的能力。

9) Sqoop: 是连接传统数据库和 Hadoop 的桥梁, 可以把关系型数据库中的数据导入到 HDFS、Hive 中, 也可以将 HDFS、Hive 中的数据导出到传统数据库中。Sqoop 利用