

# Hadoop 大数据开发

## 案例教程与项目实战

在线实验 + 在线自测

西普教育研究院 时允田 林雪纲 主编  
马云涛 薛乔毓 武功成 副主编

- ◆ 内容新颖，可操作性强，层层深入，简明易懂。
- ◆ 从实用角度出发，重点培养动手解决问题的能力。
- ◆ 提供体系完整的 100 学时在线实验，即学即练，书网结合。
- ◆ 包含 96 个案例实战（课程配套案例 36 个、扩展案例 60 个）和 50 余套自测题。
- ◆ 附赠全部案例源代码和操作视频等资源。

  
让实验更简单

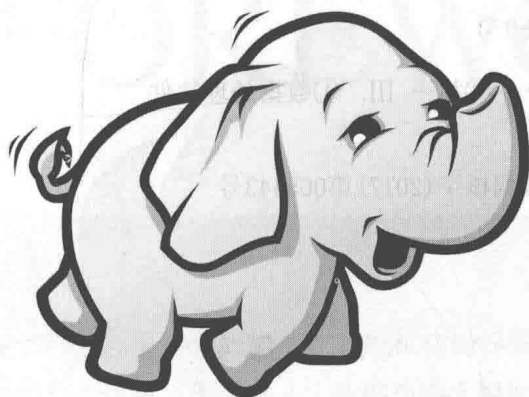
  
开放实验云平台

扫描书中  
二维码  
随时进行  
在线测试



课程 | 实验 | 题库

教育部产学研合作协同育人项目成果教材  
西普教育研究院 IT 前沿技术方向高校系列教材



# Hadoop 大数据开发 案例教程与项目实战

在线实验 | 在线自测

西普教育研究院 田允田 林雪纲 主编  
马云涛 薛亦毓 武功成 副主编



人民邮电出版社  
北京

## 图书在版编目(CIP)数据

Hadoop大数据开发案例教程与项目实战：在线实验+  
在线自测 / 时允田, 林雪纲主编. — 北京：人民邮电  
出版社, 2017.5

ISBN 978-7-115-45360-0

I. ①H… II. ①时… ②林… III. ①数据处理软件  
IV. ①TP274

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第065443号

## 内 容 提 要

本书是一本 Hadoop 学习入门参考书, 全书共 11 章, 分为基础篇和提高篇两部分。基础篇包括第 1~6 章, 具体包括 Hadoop 概述、Hadoop 基础环境配置、分布式存储 HDFS、计算系统 MapReduce、计算模型 Yarn、数据云盘。提高篇包括第 7~11 章, 具体包括协调系统 Zookeeper、Hadoop 数据库 Hbase、Hadoop 数据仓库 Hive、Hadoop 数据采集 Flume、OTA 离线数据分析平台。全书内容结构合理, 知识点全面, 讲解详细, 重点难点突出。

本书适合作为院校计算机及相关专业大数据课程的教材, 也可供学习者自学参考。

- 
- ◆ 主 编 西普教育研究院 时允田 林雪纲
  - 副 主 编 马云涛 薛乔毓 武功成
  - 责任编辑 左仲海
  - 责任印制 焦志炜
  
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号  
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京市昌平百善印刷厂印刷
  
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 18.25 2017年5月第1版  
字数: 425千字 2017年5月北京第1次印刷
- 

定价: 49.80 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字20170147号



## 前言

# FOREWORD

### 编写目的

现今各大电商企业、行业巨头、科研机构、政府机构纷纷提出向大数据进军，大数据逐渐充满我们生活的每个角落，作为推动大数据快速发展的 Hadoop 产品自然受到众多企业和开发者的欢迎。从事 Hadoop 开发的人员越来越多，应用 Hadoop 产品的企业也越来越多，大数据相应课程也逐渐成为高校计算机相关专业必修的课程之一。

### 平台支撑

为了让广大学习者能够快速入门，本书以实践案例为主线，通过遵循书中的案例操作步骤，完成一个个实验案例，学习 Hadoop 开发技术。同时，北京西普阳光教育科技股份有限公司（简称西普教育）开发的在线教育平台——实验吧（<http://www.shiyanbar.com>），提供了强大的集成实验环境及海量的在线教学资源，把本书配套的实验搬到线上，可以让读者更方便地结合本书进行动手实践。

#### 1. 如何学习本书中配套实验课程

- (1) 购买本书后，找到粘贴在本书封底的刮刮卡，刮开获得学号。
- (2) 登录实验吧网站（[www.shiyanbar.com](http://www.shiyanbar.com)），完成网站注册。
- (3) 登录人邮学院在线实验中心（[rymooc.shiyanbar.com](http://rymooc.shiyanbar.com)），输入在实验吧注册的账户及密码，完成登录（见图 1）。
- (4) 输入刮刮卡中的学号，姓名填写“人邮学院”，单击保存，完成绑定（见图 2）。



图 1 登录在线实验平台

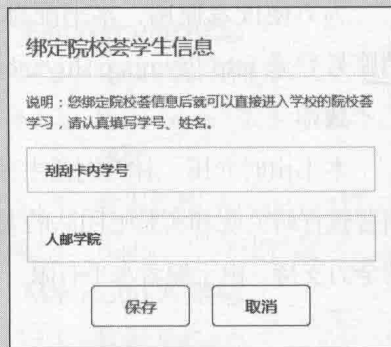


图 2 绑定学生信息

# Hadoop 大数据开发案例教程与项目实战 (在线实验+在线自测)

4.2.3 Mapper 执行过程	73	5.1.2 Yarn 的组成	89
4.2.4 Reducer 执行过程	74	5.2 Yarn 的执行过程	89
4.2.5 Shuffle 过程	75	5.3 新旧 MapReduce 的对比	90
4.3 第一个 MapReduce 案例	75	本章小结	101
4.4 MapReduce 接口类	79	习题	101
4.4.1 MapReduce 输入的处理类	79	<b>第 6 章 数据云盘</b>	<b>102</b>
4.4.2 MapReduce 输出的处理类	80	6.1 项目概述	102
本章小结	87	6.2 功能需求	102
习题	87	6.3 软件开发需求	102
<b>第 5 章 计算模型 Yarn</b>	<b>88</b>	6.4 效果展示	103
5.1 Yarn 概述	88	6.5 系统开发	104
5.1.1 Yarn 简介	88	本章小结	125
		习题	125

## 提高篇

<b>第 7 章 协调系统</b>		习题	156
Zookeeper	126	<b>第 8 章 Hadoop 数据库</b>	
7.1 Zookeeper 概述	126	Hbase	157
7.1.1 Zookeeper 简介	126	8.1 Hbase 概述	157
7.1.2 Zookeeper 数据模型	127	8.1.1 Hbase 简介	157
7.1.3 Zookeeper 特征	127	8.1.2 Hbase 优势和特点	158
7.1.4 Zookeeper 工作原理	128	8.1.3 Hbase 专业术语	158
7.2 Zookeeper 术语	129	8.2 Hbase 架构	158
7.2.1 节点	129	8.2.1 角色	159
7.2.2 角色	129	8.2.2 Hbase 物理存储和逻辑视图	160
7.2.3 顺序号	129	8.3 Hbase Shell 操作	163
7.2.4 观察	129	8.4 Hbase API 操作	168
7.2.5 Leader 选举	129	8.5 Hbase 过滤器	182
7.3 事件	130	8.5.1 过滤器的含义	182
7.4 Zookeeper Shell 操作	130	8.5.2 过滤器的比较操作符	182
7.4.1 Zookeeper 服务命令	130	8.5.3 过滤器的比较器	183
7.4.2 Zookeeper 客户端命令	134	本章小结	193
7.5 Zookeeper API 操作	137	习题	193
本章小结	156		

第 9 章 Hadoop 数据仓库	习题	231
Hive	第 11 章 OTA 离线数据分析平台	232
9.1 Hive 概述	11.1 项目概述	232
9.1.1 Hive 简介	11.2 功能需求	233
9.1.2 Hive 数据类型	11.3 软件开发关键技术	233
9.1.3 Hive Metastore	11.4 效果展示	233
9.1.4 Hive 存储和压缩	11.5 平台搭建与测试	233
9.1.5 Hive 与传统数据库对比	11.5.1 配置 ssh 免密码登录	233
9.2 Hive 的系统架构	11.5.2 配置 JDK	234
9.3 Hive 的数据模型	11.5.3 配置 Hadoop	236
9.3.1 内部表	11.5.4 配置 Hive	242
9.3.2 外部表	11.6 数据收集	247
9.3.3 分区表	11.6.1 解压 Flume	247
9.3.4 桶表	11.6.2 修改配置文件	248
9.4 Hive Shell 操作	11.6.3 启动 Flume	248
9.5 Hive API 操作	11.6.4 校验数据	248
9.6 Hive 内置函数和 UDF	11.7 数据分析	249
9.6.1 内置函数	11.7.1 数据清洗	249
9.6.2 UDF 函数	11.7.2 ETL 编程	256
本章小结	11.7.3 业务分析	261
习题	11.7.4 配置 Sqoop	264
第 10 章 Hadoop 数据采集	11.7.5 从 HDFS 导出数据至 MySQL	267
Flume	11.8 数据展示	268
10.1 Flume 概述	11.8.1 搭建 Web 开发环境	268
10.1.1 Flume 简介	11.8.2 添加代码	272
10.1.2 Flume 核心概念	11.8.3 项目结构	282
10.1.3 Flume 系统要求	11.8.4 启动 Tomcat	283
10.2 Flume 架构	11.8.5 访问 Web 页面	283
10.3 Flume 常见操作命令	本章小结	283
10.4 Flume 环境搭建	习题	284
10.4.1 设置一个 Agent		
10.4.2 启动 Agent		
本章小结		

# 基础篇

## 第 1 章 Hadoop 概述

### 本章要点

- Hadoop 简介。
- 了解 Hadoop 的相关项目。
- 了解 Hadoop 的来源和发展。
- 了解 Hadoop 的特点和体系架构。

### 引言

继云计算技术之后，大数据时代快速来临，大数据充满世界的每个角落，发展势头盖过任何一门技术。以 Hadoop 为首的大数据平台为大数据掀起一阵狂潮，也让全世界认识了道格·卡丁（见图 1-1）以及大数据带给人类的贡献。并随着世界上的 IT 巨头企业分别研发出同类大数据平台，再次把大数据应用推上高潮。本章通过对 Hadoop 的基本知识、Hadoop 来源、Hadoop 发展史和特点、Hadoop 体系架构以及 HDFS 体系结构的介绍，让读者对 Hadoop 有一个初步的认识。

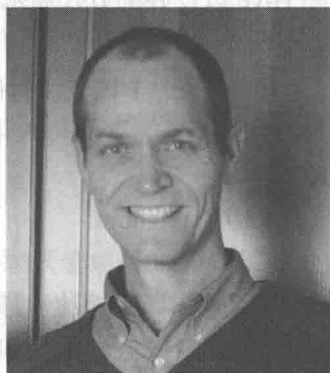


图 1-1 道格·卡丁图

### 1.1 Hadoop 简介

Hadoop 是一个由 Apache 基金会开发的开源软件，具有可靠性、扩展性的分布式的计算存储系统，标识性 Logo 为一个黄色小象（见图 1-2）。Hadoop 软件库作为一个框架，它可以轻松地通过 1 台到数千台服务器联合在一起实现对大数据进行存储和计算，而且每一个都能提供存储和计算能力。用户可以在不了解 Hadoop 底层细节的情况下，开发分布式程序，能够十分方便地利用集群的强大能力进行程序运算，而且能够解决高可用问题。

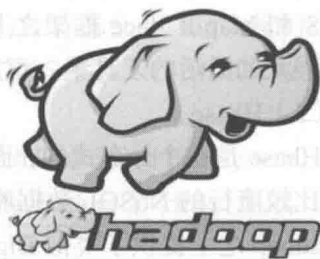


图 1-2 Logo

Hadoop 系统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，并且设计用来部署在低廉的硬件上。它提供高吞吐量（high throughput）

来访问应用程序的数据，适合那些有着超大数据集（large data set）的应用程序。

Hadoop 的框架核心的设计是 HDFS 和 MapReduce。HDFS 为海量的数据提供了存储，而 MapReduce 为海量的数据提供了计算。

Hadoop 项目主要包括 4 个部分。

- Hadoop Common: 支撑其他模块。
- Hadoop Distributed File System: 分布式系统对应用提供高吞吐量的访问。
- Hadoop Yarn: 资源管理和任务调度的一个框架。
- Hadoop MapReduce: 能够并行处理大数据集的 Yarn 基本系统。

## 1.2 Hadoop 相关项目

在 Apache 项目中和 Hadoop 相关联的项目有很多，常见的项目包括：

### （1）Ambari。

Apache Ambari 是一种基于 Web 的工具，支持 Apache Hadoop 集群的供应、管理和监控。Ambari 目前已支持大多数 Hadoop 组件，包括 HDFS、MapReduce、Hive、Pig、Hbase、Zookeeper、Sqoop 和 Hcatalog 等。Ambari 也提供了一种仪表盘用来查看集群健康状况，Pig 和 Hive 以友好的方式展示特有的特征。

### （2）Avro。

Avro 是一个比较流行的数据序列化系统，可以提供丰富的结构类型，快速可压缩的二进制数据格式，存储持久化数据，支持远程过程调用协议（Remote Procedure Call Protocol, RPC）。

### （3）Cassandra。

Cassandra 是一套开源分布式 NoSQL 数据库系统。它最初由 Facebook 开发，用于储存收件箱等简单格式数据，集合 Google BigTable 的数据模型与 Amazon Dynamo 的完全分布式的架构于一身。Facebook 于 2008 年将 Cassandra 开源，此后，由于 Cassandra 良好的可扩展性，被 Digg、Twitter 等知名 Web 2.0 网站所采纳，成为了一种流行的分布式结构化数据的存储方案。

### （4）Chukwa。

Chukwa 是一个开源的用于监控大型分布式系统的数据收集系统。它构建在 Hadoop 的 HDFS 和 Map/Reduce 框架之上，继承了 Hadoop 的可伸缩性和健壮性。Chukwa 还包含了一个强大和灵活的工具集，可用于展示、监控和分析已收集的数据。

### （5）Hbase。

Hbase 是一个分布式的，面向列的开源数据库，可以称为 Hadoop 的标准数据库，也是一款比较流行的 NoSQL 数据库，由 Google 公司发表的论文 BigTable 经过演变而来，Hbase 在 Hadoop 之上提供了类似 BigTable 的能力，主要解决非关系型数据存储问题。

### （6）Hive。

Hive 本身是建立在 Hadoop 体系结构上的数据仓库基础构架，可以将结构化的数据文件映射为一张数据库表，并提供完整的查询语言（QueryLanguage, QL）语句，把 QL 语句转化成 MapReduce 程序提交给 Hadoop 集群完成相关任务。它提供了一系列的工具，可以



用来进行数据提取转化加载 (Extract-Transform-Load, ETL), 这是一种可以存储、查询和分析并存储在 Hadoop 中的大规模数据处理的机制。

#### (7) Mahout。

Mahout 是阿帕奇软件基金会 (Apache Software Foundation, ASF) 旗下的一个开源项目, 提供一些可扩展的机器学习领域经典算法的实现, 旨在帮助开发人员更加方便快捷地创建智能应用程序。Mahout 包含许多实现, 包括聚类、分类、推荐过滤、频繁子项挖掘。此外, 通过使用 Apache Hadoop 库, Mahout 可以有效地扩展到云中。

#### (8) Pig。

Pig 是一个基于 Hadoop 的大规模数据分析平台, 它提供的 SQL-LIKE 语言叫 Pig Latin, 该语言的编译器会把类 SQL 的数据分析请求转换为一系列经过优化处理的 MapReduce 运算。Pig 为复杂的海量数据并行计算提供了一个简单的操作和编程接口。

#### (9) Spark。

Apache Spark 是一个快速和通用的集群计算系统。它还支持一组丰富的高级工具, 包括 Spark SQL、SQL 和结构化数据处理、MLlib 机器学习、GraphX 图形处理、Spark 流。

#### (10) Zookeeper。

Zookeeper 是一个能够高效开发和维护分布式的开放源码的应用协调服务, 是 Google 的 Chubby 一个开源的实现, 是 Hadoop 和 Hbase 的重要组件。它是一个为分布式应用提供一致性服务的软件, 提供的功能包括维护配置信息、名字服务、分布式同步、组服务等。这些服务都被应用在分布式应用程序或其他一些形式。

## 1.3 Hadoop 来源

Hadoop 这个名字不是常见的几个单词的缩写, 而是由道格·卡丁虚构的一个名字。道格·卡丁曾解释 Hadoop 的由来: “这个名字是我孩子给一个棕黄色的大象玩具起的名。命名的标准就是简短, 容易发音和拼写, 没有太多的意义, 并且不会被用于别处。小孩子恰恰是这方面的高手”。道格·卡丁是 Lucene、Nutch、Hadoop 等项目的发起人。

Hadoop 的出现来自 Google 的两款产品: GFS 和 MapReduce。GFS 用于存储不同设备所产生的海量数据, 可以解决在网络抓取和索引过程中产生的大文件存储问题。MapReduce 运行在 GFS 之上, 负责分布式大数据的计算, 可以处理海量网页的索引问题。MapReduce 框架解决问题的思路就是把一个应用程序分解为许多并行的计算指令, 通过大量的计算节点运行指令并产生非常巨大的数据集。后来由 ASF 公司于 2005 年秋天作为 Lucene 的子项目 Nutch 的一部分正式引入。

2006 年 3 月份, Map/Reduce 和 Nutch 分布式文件系统 (Nutch Distributed File System, NDFS) 分别被纳入称为 Hadoop 的项目中。Hadoop 主要由 HDFS、MapReduce 和 Hbase 组成。



### 学习 小贴士

道格·卡丁, 1985 年毕业于美国斯坦福大学, 大学期间对 IT 产生浓厚的兴趣, 第一份工作是在 Xerox 实习并开发屏幕保护平台程序。1997 年, 道格·卡丁发布 Lucene。2004 年, 道格·卡丁发布 Nutch。2006 年受邀加入 Yahoo。后来又加入 Cloudera。

## 1.4 Hadoop 的发展史

- 2002 年，Hadoop 起始于 Apache 项目的 Nutch。
- 2003 年，Google 发布关于 GFS 的论文。
- 2004 年，Nutch 的开发者开发了 NDFS。
- 2004 年，Google 发表了关于 MapReduce 的论文。
- 2004 年，由道格·卡丁开发了现在 HDFS 和 MapReduce 的最初版本。
- 2005 年，MapReduce 被引入 NDFS。
- 2005 年 12 月，Nutch 移植到新框架，Hadoop 在 20 个节点上稳定运行。
- 2006 年 1 月，道格·卡丁加入 Yahoo!。
- 2006 年 2 月，Apache Hadoop 项目正式启动以支持 MapReduce 和 HDFS 的独立发展。
- 2006 年 2 月，Yahoo! 的网格计算团队采用 Hadoop。
- 2006 年 4 月，在 188 个节点上（每个节点 10 GB）运行排序测试需要 47.9 小时。
- 2006 年 5 月，Yahoo! 建立了一个 300 个节点的 Hadoop 研究集群。
- 2006 年 5 月，在 500 个节点上运行排序测试需要 42 小时（硬件配置比 4 月的更好）。
- 2006 年 11 月，研究集群增加到 600 个节点。
- 2006 年 12 月，排序测试集在 20 个节点上运行 1.8 小时，100 个节点上运行 3.3 小时，500 个节点上运行 5.2 小时，900 个节点上运行 7.8 小时。
- 2007 年 1 月，研究集群增加到 900 个节点。
- 2007 年 4 月，研究集群增加到两个 1000 个节点的集群。
- 2008 年 4 月，在 900 个节点上运行 1 TB 排序测试仅需 209 秒，成为世界最快。
- 2008 年 10 月，研究集群每天装载 10 TB 的数据。
- 2009 年 3 月，17 个集群总共 24 000 台机器。
- 2009 年 4 月，赢得每分钟排序，59 秒内排序 500 GB（在 1400 个节点上）和 173 分钟内排序 100 TB 数据（在 3400 个节点上）。
- 2009 年 7 月，Avro 和 Chukwa 成为 Hadoop 新的子项目。
- 2010 年 5 月，Avro 脱离 Hadoop 项目，成为 Apache 顶级项目。
- 2010 年 5 月，Hbase 脱离 Hadoop 项目，成为 Apache 顶级项目。
- 2010 年 5 月，IBM 提供了基于 Hadoop 的大数据分析软件——InfoSphere BigInsights，包括基础版和企业版。
- 2010 年 9 月，Hive（Facebook）脱离 Hadoop，成为 Apache 顶级项目。
- 2010 年 9 月，Pig 脱离 Hadoop，成为 Apache 顶级项目。
- 2011 年 1 月，ZooKeeper 脱离 Hadoop，成为 Apache 顶级项目。
- 2011 年 3 月，Apache Hadoop 获得 Media Guardian Innovation Awards。
- 2011 年 3 月，Platform Computing 宣布在它的 Symphony 软件中支持 Hadoop MapReduce API。
- 2011 年 5 月，HCatalog 1.0 发布。该项目由 Hortonworks 在 2010 年 3 月份提出，HCatalog 主要用于解决数据存储、元数据的问题，主要解决 HDFS 的瓶颈，它提供了一个地方来存

储数据的状态信息，这使得数据清理和归档工具可以很容易地进行处理。

2011 年 4 月，SGI(Silicon Graphics International)基于 SGI Rackable 和 CloudRack 服务器产品线提供 Hadoop 优化的解决方案。

2011 年 5 月，EMC 为客户推出一种新的基于开源 Hadoop 解决方案的数据中心设备——GreenPlum HD，以助其满足客户日益增长的数据分析需求并加快利用开源数据分析软件。Greenplum 是 EMC 在 2010 年 7 月收购的一家开源数据仓库公司。

2011 年 5 月，在收购了 Engenio 之后，NetApp 推出与 Hadoop 应用结合的产品 E5400 存储系统。

2011 年 6 月，Calxeda 公司(之前公司的名字是 Smooth-Stone)发起了“开拓者行动”，一个由 10 家软件公司组成的团队将为基于 Calxeda 即将推出的 ARM 系统上芯片设计的服务器提供支持。并为 Hadoop 提供低功耗服务器技术。

2011 年 6 月，数据集成供应商 Informatica 发布了其旗舰产品，产品设计初衷是处理当今事务和社会媒体所产生的海量数据，同时支持 Hadoop。

2011 年 7 月，Yahoo!和硅谷风险投资公司 Benchmark Capital 创建了 Hortonworks 公司，旨在让 Hadoop 更加鲁棒(可靠)，并让企业用户更容易安装、管理和使用 Hadoop。

2011 年 8 月，Cloudera 公布了一项有益于合作伙伴生态系统的计划——创建一个生态系统，以便硬件供应商、软件供应商以及系统集成商可以一起探索如何使用 Hadoop 更好地洞察数据。

2011 年 8 月，Dell 与 Cloudera 联合推出 Hadoop 解决方案——Cloudera Enterprise。Cloudera Enterprise 基于 Dell PowerEdge C2100 机架服务器以及 Dell PowerConnect 6248 以太网交换机。

2013 年 5 月，Hadoop 与 Cloudera 完全整合。

2014 年 2 月，Hadoop 发布 Hadoop 2.3.0。

2014 年 4 月，Hadoop 发布 Hadoop 2.4.0。

2014 年 8 月，Hadoop 发布 Hadoop 2.5.0。

2014 年 11 月，Hadoop 发布 Hadoop 2.6.0。

2015 年 4 月，Hadoop 发布 Hadoop 2.7.0。

2016 年 9 月，Hadoop 发布 Hadoop 3.0.0。

## 1.5 Hadoop 特点

Hadoop 作为比较流行的分布式开源项目系统，提供了存储和处理海量数据的能力，很多大公司，如 Google、Facebook 等都争先使用 Hadoop 作为公司内部产品的技术支撑。Hadoop 所具有的几个特征如下。

(1) 高可扩展性。

Hadoop 是一个高度可扩展的存储平台，可以存储和分发横跨数百个并行操作的廉价的服务器数据集群。能可靠地(reliably)存储和处理拍字节(PB)数据。不同于传统的关系型数据库系统不能扩展到处理大量的数据，Hadoop 是能给企业提供涉及成百上千 TB 的数据节点上运行的应用程序。

## （2）成本效益良好。

Hadoop 为企业用户提供了极具成本效益的存储解决方案。传统的关系型数据库管理系统的问题是符合海量数据的处理器，不能够符合企业的成本效益。Hadoop 的架构则不同，其被设计为一个向外扩展的架构，可以经济地存储所有公司的数据供以后使用，节省的费用是非常惊人的，Hadoop 提供数百 TB 的存储和计算能力。

可以通过普通机器组成的服务器群来分发以及处理任务数据。这些服务器群总计可达数千个节点，甚至更多。与一体机、商用数据仓库相比，Hadoop 是开源的，项目的软件成本因此会大大降低

## （3）灵活性更好。

Hadoop 能够帮助企业轻松地访问数据源，并可以分析不同类型的数据，从这些数据中产生价值，这意味着企业可以利用 Hadoop 的灵活性从社交媒体、电子邮件或单击流量等数据源获得宝贵的商业价值。

此外，Hadoop 的用途非常广，诸如对数处理、推荐系统、数据仓库、市场活动分析及欺诈检测。

## （4）Hadoop 处理更快。

Hadoop 拥有独特的存储方式，用于数据处理的工具通常在与数据相同的服务器上，从而能够更快地处理数据，如果你正在处理大量的非结构化数据，Hadoop 能够有效地在几分钟内处理 TB 级的数据。

通过分发数据，Hadoop 可以在数据所在的节点上并行地（Parallel）处理，这使得处理非常快速高效。

## （5）容错能力强。

使用 Hadoop 的一个关键优势就是具有很强的容错能力。当数据被发送到一个单独的节点，该数据也被复制到集群的其他节点上，这意味着在故障情况下，存在另一个副本可供使用。

Hadoop 能自动地维护数据的多份副本，一般默认备份为 3 份，一旦某个节点上的数据损坏或丢失，立刻将失败的任务重新分配。并且在任务失败后能自动地重新部署（Redeploy）计算任务。

## 1.6 Hadoop 体系架构

Hadoop 是实现了分布并行处理任务的系统框架，Hadoop 的核心组成是 HDFS 和 MapReduce 两个子系统，能够自动完成大任务计算和大数据存储的分割工作。随着 Hadoop 近几年的发展，现在 Hadoop 已经包括很多项目，可以称为 Hadoop 的子集。很多 Hadoop 相关的生态项目也应运而生，例如 Common、Yarn、Avro、Chukwa、Hive、Hbase、Zookeeper 等。这些生态工具对 Hadoop 的核心起到了良好的补充作用。

HDFS 系统是 Hadoop 的存储系统，能够实现创建文件、删除文件、移动文件等功能，操作的数据主要是要处理的原始数据以及计算过程中的中间数据，实现高吞吐率的数据读写。MapReduce 系统是一个分布式计算框架，主要任务就是能够利用廉价的计算机对海量数据进行分解处理。

### 1.6.1 HDFS 体系结构

HDFS 和 MapReduce 是 Hadoop 的两大核心。而实际上 Hadoop 的体系结构主要是通过 HDFS 来实现对分布式存储的底层支持的，并且它会通过 MapReduce 来实现对分布式并行任务处理的程序支持。

HDFS 的体系结构，采用主从 (Master/Slave) 结构模型 (见图 1-3)，一个 HDFS 集群是由一个 NameNode 若干个 DataNode 组成的。其中 NameNode 作为主服务器，管理文件系统的命名空间和客户端对文件的访问操作。集群中的 DataNode 管理存储的数据。当文件进行存储时，文件会被分割成若干个数据块，并且这些数据块会被存放在集群中的各个 DataNode 节点上。NameNode 执行文件系统的命名空间操作，比如打开、关闭、重命名文件或目录等，负责数据块到具体 DataNode 上的映射。DataNode 负责处理文件系统客户端的文件读写请求，并在 NameNode 的统一调度下进行数据块的创建、删除和复制工作。NameNode 和 DataNode 都被设计成可以在普通计算机上运行。这些计算机通常运行的是 GNU/Linux 操作系统。一个典型的部署场景是集群中的一台机器运行一个 NameNode 实例，其他机器分别运行一个 DataNode 实例。NameNode 是所有 HDFS 元数据的管理者，用户数据永远不会存储到 NameNode 上。

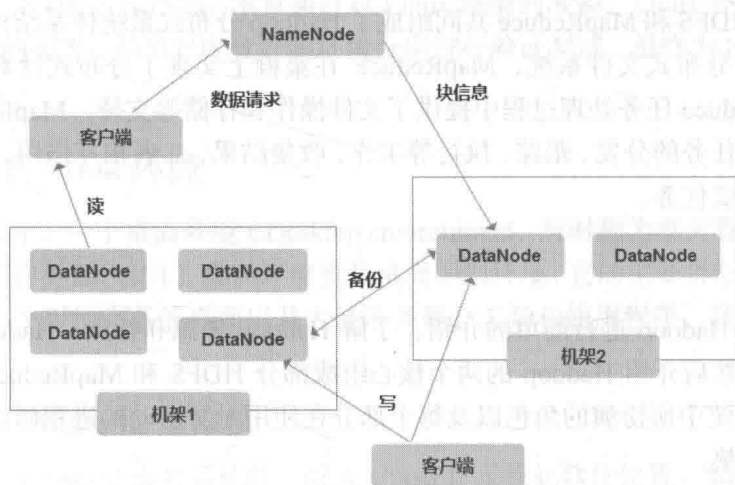


图 1-3 HDFS 的体系结构

### 1.6.2 MapReduce 体系结构

MapReduce 是一种并行编程模式，这种模式使得软件开发者可以轻松地编写出分布式并行程序。在 Hadoop 的体系结构中，MapReduce 是一个简单易用的软件框架，基于它可以将任务分发到由上千台商用机器组成的集群上，并以一种高容错的方式并行处理大量的数据集，实现 Hadoop 的并行任务处理功能。在早期的 MapReduce 框架中，主要是由一个单独运行在主节点上的 JobTracker 进程和运行在每个集群从节点上的 TaskTracker 进程共同组成的 (见图 1-4)。主节点 JobTracker 负责调度构成一个作业的所有任务，这些任务分布在不同的从节点 TaskTracker 上。主节点通过心跳机制(心跳,主从节点的通信时间间隔)监控它们的执行情况，并且重新执行之前失败的任务；从节点仅负责由主节点指派的任务。当

一个 Job 被 Client 提交时, JobTracker 接收到提交作业和配置信息之后, 就会将配置信息等分发给从节点, 同时调度任务并监控 TaskTracker 的执行。后来 MapReduce 的体系结构略有变化, 实际上原理还是一致的。

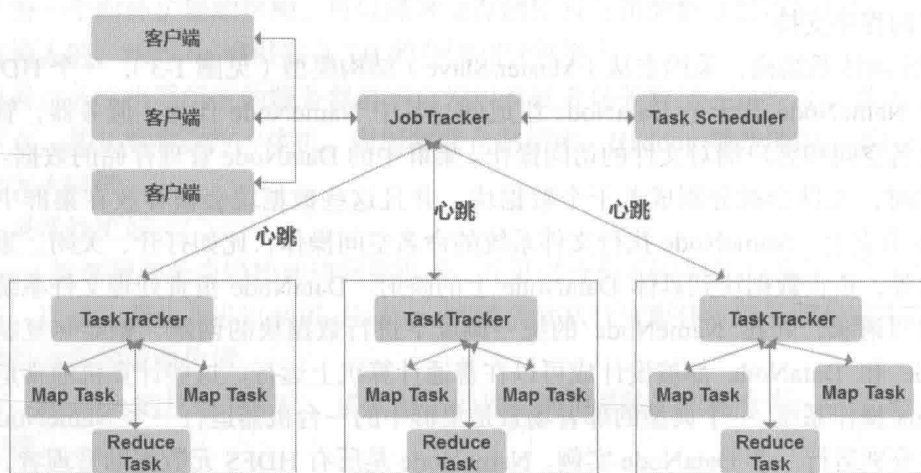


图 1-4 MapReduce 体系结构

也就是说, HDFS 和 MapReduce 共同组成了 Hadoop 分布式系统体系结构的核心。HDFS 在集群上实现了分布式文件系统, MapReduce 在集群上实现了分布式计算和任务处理。HDFS 在 MapReduce 任务处理过程中提供了文件操作和存储等支持, MapReduce 在 HDFS 的基础上实现了任务的分发、跟踪、执行等工作, 收集结果, 二者相互作用, 完成了 Hadoop 分布式集群的主要任务。

## 本章小结

本章首先对 Hadoop 进行简单的介绍, 了解 Hadoop 来源和特点, Hadoop 的体系架构的组成及原理。然后介绍 Hadoop 的两个核心组成部分 HDFS 和 MapReduce, 并对这两部分在 Hadoop 系统中所扮演的角色以及每个部分在使用时所启动的进程做简单的介绍, 为后续内容做好铺垫。

## 习题

1. 简述 Hadoop 平台的发展过程。
2. 简述 Hadoop 名称及技术来源。
3. 简述 Hadoop 的体系架构。
4. 简述 MapReduce 的体系架构。
5. 简述 HDFS 和 MapReduce 在 Hadoop 中的角色。



扫一扫在线测

## 第 2 章 Hadoop 基础环境配置

### 本章要点

- 熟悉 Linux 环境准备。
- 掌握 Linux 系统配置。
- 熟悉 Hadoop 环境搭建。

### 引言

Hadoop 是大数据发展的领军平台，应该说 Hadoop 把大数据技术推上高潮，所以要学习大数据，应该从 Hadoop 开始。本章通过对 Linux 环境的准备，Linux 环境的配置，以及对 Hadoop 环境的配置，最后对配置好的环境分别进行验证测试，最终为 Hadoop 的开发学习做好一切准备。

## 2.1 准备 Linux 环境

在图形计算中，一个桌面环境（Desktop environment，有时称为桌面管理器）为计算机提供一个图形用户界面（GUI）。桌面环境就是桌面图形环境，它的主要目标是为 Linux/Unix 操作系统提供一个更加完备的界面以及大量各类整合工具和使用程序，其基本易用性吸引着大量的新用户。

### 2.1.1 安装 VMware12 虚拟机

(1) 安装 VMware12 虚拟机软件，进入 C:\iso 目录找到软件位置，如图 2-1 所示。

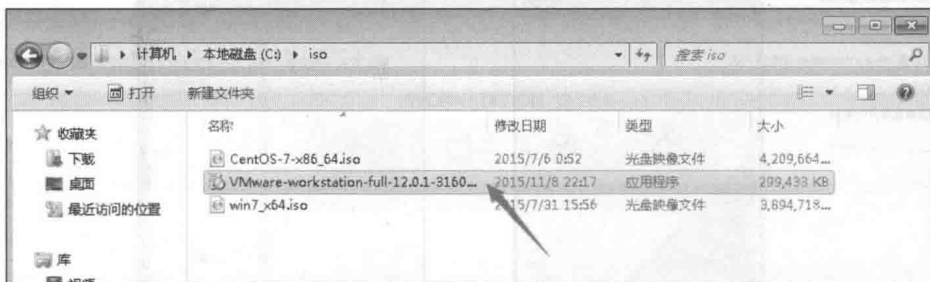


图 2-1 软件位置

(2) 双击软件进入安装界面，如图 2-2 所示。

(3) 选中“我接受许可协议中的条款”选项后，单击“下一步”按钮，如图 2-3 所示。

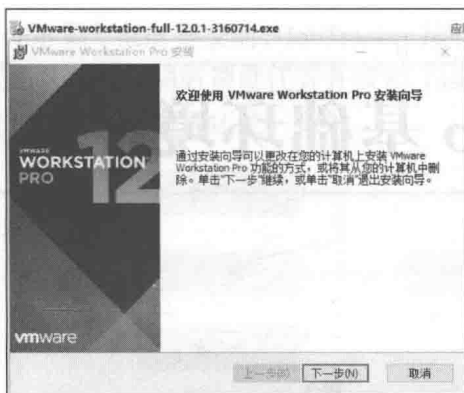


图 2-2 安装界面

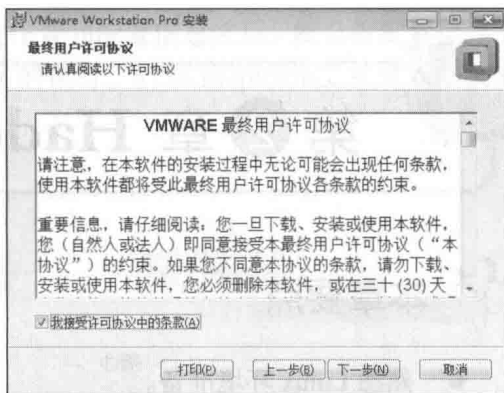


图 2-3 用户许可协议

(4) 默认安装位置，单击“下一步”按钮，如图 2-4 所示。

(5) 取消勾选“启动时检查产品更新”选项和“帮助完善 VMware Workstation Pro (H)”选项，单击“下一步”按钮，如图 2-5 所示。

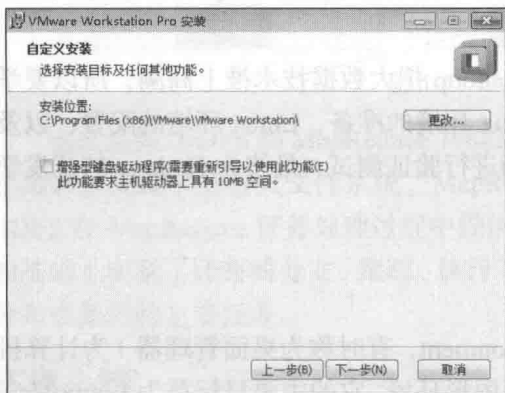


图 2-4 自定义安装

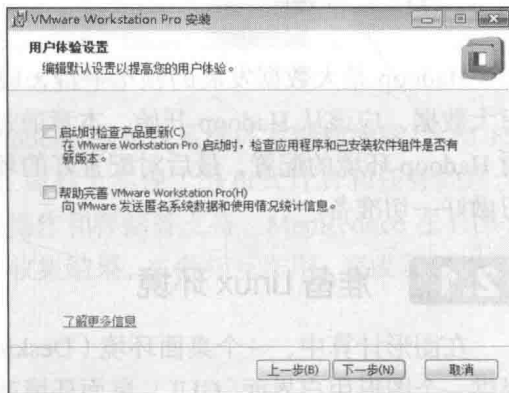


图 2-5 用户体验设置

(6) 确定建立快捷方式后单击“下一步”按钮，如图 2-6 所示。

(7) 基本设定完成后单击“安装”按钮，开始安装该软件，如图 2-7 所示。

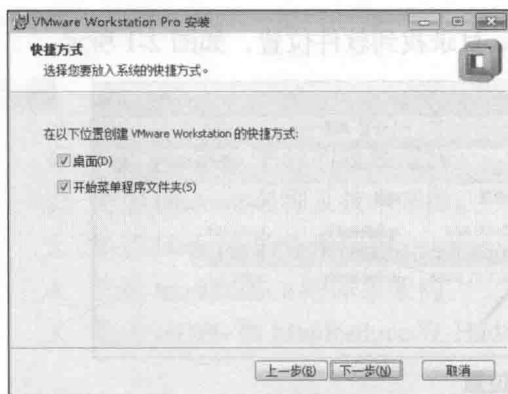


图 2-6 快捷方式

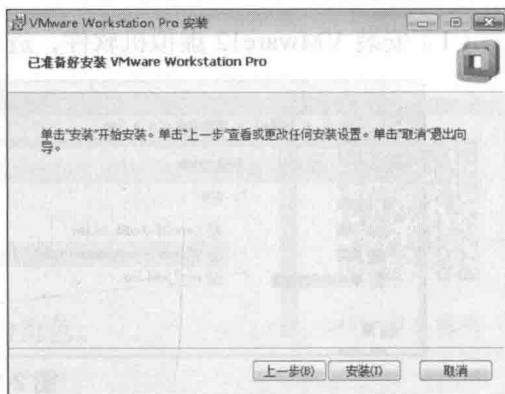


图 2-7 VMware 安装

(8) 安装完成后单击“完成”按钮结束安装，如图 2-8 所示。

(9) 找到桌面上的虚拟机图标并双击，如图 2-9 所示。



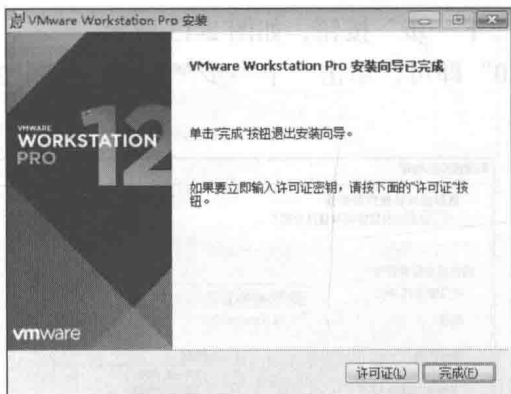


图 2-8 完成安装



图 2-9 双击虚拟机图标

(10) 出现激活使用界面后选择“我希望试用 VMware Workstation 12 30 天 (W)”，并输入一个邮箱地址，单击“继续”按钮，如图 2-10 所示。

(11) 最终弹出完成界面，单击“完成”按钮，如图 2-11 所示。



图 2-10 使用界面

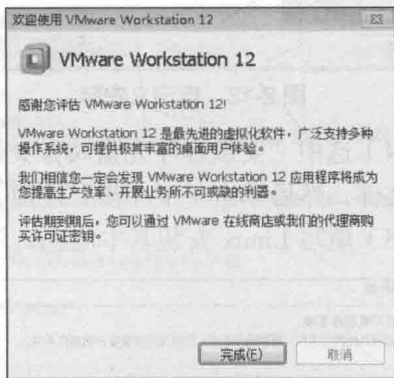


图 2-11 完成安装

### 2.1.2 部署 CentOS 64 位操作系统

(1) 找到桌面上的虚拟机图标，双击后，启动 VMware 界面，选择“创建新的虚拟机”，如图 2-12 所示，即会弹出向导。



图 2-12 VMware 界面