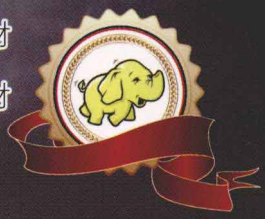
国家信息技术紧缺人才培养工程（移动云计算方向）系列教材

工业和信息化部CSIP移动云计算教育培训中心官方教材



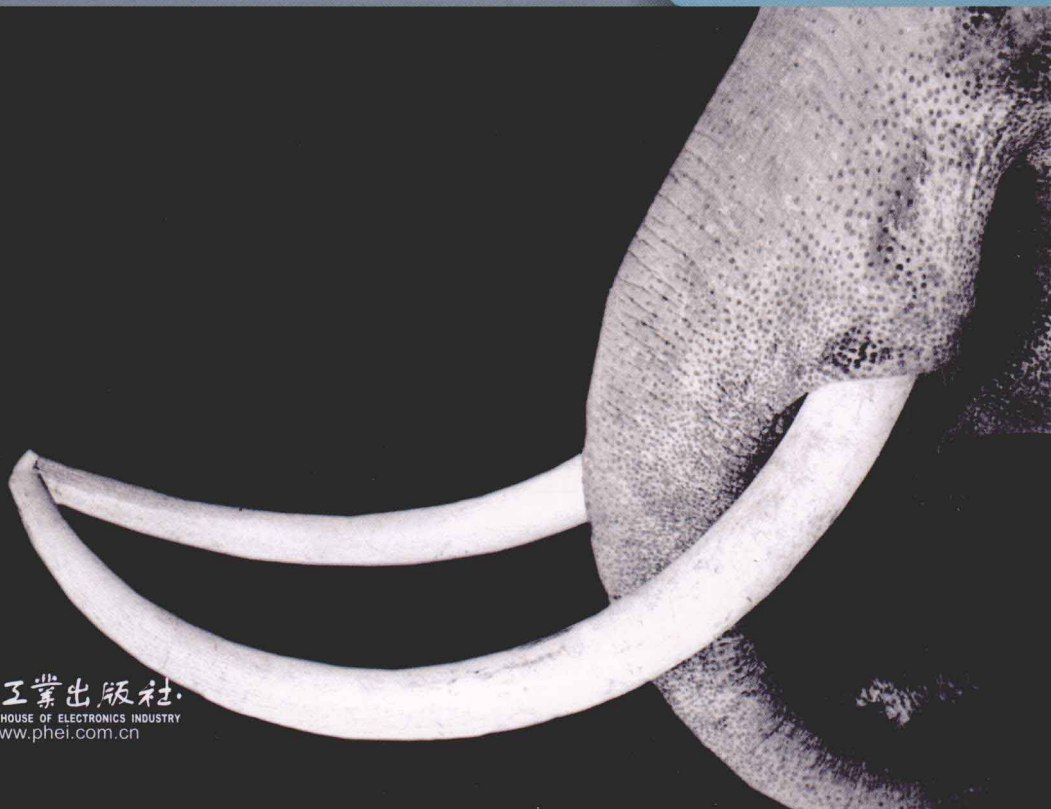
实战Hadoop

——开启通向云计算的捷径

- 云计算核心研发团队剖析Hadoop：
  怎么装？ 怎么编程？ 怎么解决实际问题？
- HDFS、MapReduce、HBase、Hive、Pig、Cassandra、Chukwa和ZooKeeper全覆盖

刘 鹏 主编

黄宜华
陈卫卫 副主编



電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

实战 Hadoop

——开启通向云计算的捷径

刘　鹏　主　编

黄宜华
陈卫卫　副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

作为谷歌云计算基础架构的模仿实现，Hadoop 堪称业界最经典的开源云计算平台软件。本书是原著的 Hadoop 编程技术书籍，是云计算专家刘鹏教授继《云计算》教材取得成功后，再次组织团队精心编写的又一力作，其作者均来自拥有丰富实践经验的云计算技术研发和教学团队。

该书强调动手、强调实战，以风趣幽默的语言和一系列生动的实战应用案例，系统地讲授了 Hadoop 的核心技术和扩展技术，包括： HDFS、MapReduce、HBase、Hive、Pig、Cassandra、Chukwa 和 ZooKeeper 等，并给出了 3 个完整的 Hadoop 云计算综合应用实例，最后介绍了保障 Hadoop 平台可靠性的方法。

本书读者对象为各类云计算相关企业、高校和科研机构的研发人员，亦适合作为高校研究生和本科生教材。

图书在版编目（CIP）数据

实战 Hadoop：开启通向云计算的捷径 / 刘鹏主编. —北京：电子工业出版社，2011.9
ISBN 978-7-121-14475-2

Ⅰ. ①实… Ⅱ. ①刘… 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 174992 号

责任编辑：董亚峰　　特约编辑：史　涛
印　　刷：
装　　订：三河市鑫金马印装有限公司
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：720×1 000　1/16　印张：29.5　字数：758 千字
印　　次：2011 年 10 月第 2 次印刷
印　　数：4 001～6 000 册　　定价：59.00 元

编 写 组

主　编： 刘　鹏　　解放军理工大学 教授

副主编： 黄宜华　　南京大学 教授

陈卫卫　　解放军理工大学 教授

编　委： 程　浩　　华南理工大学

王　磊　　中国矿业大学、云创存储

顾　荣　　南京大学、云创存储

张　贞　　华东交通大学

邓　鹏　　湘潭大学、云创存储

杨晓亮　　南京大学、云创存储

郭岩岩　　云创存储

李　浩　　云创存储

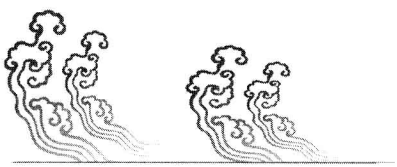
魏家宾　　南京邮电大学、云创存储

王胤然　　南京航空航天大学、云创存储

张　欣　　江苏科技大学

王海坤　　云创存储

南京云创存储科技有限公司
Nanjing Innovative Cloud Storage Technology Co., Ltd.



前　言

1998 年，斯坦福大学的博士生拉里·佩奇和谢尔盖·布林在车库里创建了 Google 公司。2001 年，Google 已经索引了近 30 亿个网页。2004 年，Google 发布 Gmail，提供闻所未闻的 1GB 免费邮箱——众人还以为这是个愚人节玩笑。紧接着，Google 又发布了 Google Maps 和被称为“上帝之眼”的 Google Earth……

目前，google.com 为全世界访问量最高的站点。Google 在全球部署了约 200 多万台服务器，每天处理数以亿计的搜索请求和用户生成的约 24PB 数据，而且这些数据还在不断迅速增长。同时，Google 的 Android 智能手机操作系统已经拥有超过 40%的美国智能手机用户，而苹果仅以 8.9%的市场份额排名第四。社交服务 Google+推出不到半月，用户数量就突破 1000 万，其增长速度罕见。数辆 Google 无人驾驶汽车已经安全行驶了至少 22.5 万公里，没有发生过任何意外。Google 机器翻译服务能够实现 60 多种语言中任意两种语言间的互译……

是什么技术造就了这家让人惊叹的公司？是什么样的平台在支撑这些让人匪夷所思的应用？——全世界的人都很好奇。好在 Google 并不保守——从 2003 年开始，Google 连续几年发表论文，揭示其核心技术，包括 Google 文件系统 GFS、Map/Reduce 编程模式、分布式锁机制 Chubby 以及大规模分布式数据库 BigTable 等。随后，Google CEO 施密特将这类技术称之为“云计算”。所谓“云计算”，就是用网络连接大量廉价计算节点，通过分布式软件虚拟成一个可靠的高性能计算平台。之所以称作“云”，是因为我们画网络图的时候，总是将网络画成一朵云。现在，这朵云变成了我们的“计算机”，而我们的 PC、智能手机等则变成了它的终端，因此称之为“云计算”。

2004 年，正当开源搜索引擎 Nutch 和开源全文检索包 Lucene 之父 Doug Cutting 为平台的可靠性和性能深受困扰时，看到了 Google 发表的

GFS 和 MapReduce 论文，花了 2 年时间将之实现，使平台的能力得到大幅提升。2006 年，Doug Cutting 加入 Yahoo!，并将这部分工作单列形成 Hadoop 项目组。Hadoop 的名称，并不是一个正式的英文单词，而来源于 Doug Cutting 的小儿子对所玩的小象玩具牙牙学语的称呼。Hadoop 主要由以下几个子项目组成。

（1）Hadoop Common：是支撑 Hadoop 的公共部分，包括文件系统、远程过程调用（RPC）和序列化函数库等。

（2）HDFS：提供高吞吐量的可靠分布式文件系统，是 GFS 的开源实现。

（3）MapReduce：大型分布式数据处理模型，是 Google MapReduce 的开源实现。

与 Hadoop 直接相关的配套开源项目还包括如下几个方面。

（1）HBase：支持结构化数据存储的分布式数据库，是 Bigtable 的开源实现。

（2）Hive：提供数据摘要和查询功能的数据仓库。

（3）Pig：是在 MapReduce 上构建的一种高级的数据流语言，可以简化 MapReduce 任务的开发。

（4）Cassandra：由 Fackbook 支持的开源高可扩展分布式数据库。是 Amazon 底层架构 Dynamo 的全分布和 Google Bigtable 的列式数据存储模型的有机结合。

（5）Chukwa：一个用来管理大型分布式系统的数据采集系统。

（6）ZooKeeper：用于解决分布式系统中一致性问题，是 Chubby 的开源实现。

等等。

经过 5 年发展，在所有的开源云计算系统里，Hadoop 稳居第一。事实上，Hadoop 是如此受欢迎，全球已经安装了数以万计的 Hadoop 系统。不仅高校和小企业使用 Hadoop，连 Facebook、淘宝、360 安全卫士这样的知名企业也在大规模使用 Hadoop。2007 年，Google 开始在全球推广“Google 101”计划，即在全球知名高校给学生开设 Google 模式的云计算编程课程。Google 中国公司大学合作部在近几年也在国内的清华大学、北京大学、南京大学、上海交大、同济大学等几家著名高校中资助开设了 MapReduce 和云计算技术课程，本书的部分章节内容也正是在所开设课程内容的基础上形成。有趣的是，由于 Google 不能直接将其平台开放给学生做实验室，于是 Google 干脆用 Hadoop 来搭建实验环境——可见 Google 对 Hadoop 的认同度。

目前国内学习和使用 Hadoop 的热情高涨。在中国云计算（http://www.chinacloud.cn）网站上作的一个调查表明，网友将 Hadoop 作为云计算领域要学习的首选技术。然而，目前国内 Hadoop 书籍非常匮乏，迫切需要原著的传授 Hadoop 编程经验和解决实际问题技巧的书籍。我们的云计算技术研发团队长期战斗在存储和处理海量数据的前线，在实践过程中积累了一些经验。为此，我们感觉到有必要向淘宝网核心架构团队学习，将自己积累的点滴经验贡献出来与大家分享，于是萌生了创作此书的念头。

本书由刘鹏教授负责总体设计、组织全书写作和对内容把关调整，黄宜华教授负责第 5 章和整体润色，陈卫卫教授负责全书逐字审校，程浩完成第 3、4 章，王磊完成第 14 章，顾荣完成第 11 章，张贞完成第 1、2 章，邓鹏完成第 6 章并与王胤然完成第 10 章，杨晓亮完成第 12 章，郭岩岩与王海坤完成第 13 章，李浩完成第 8 章，魏家宾完成第 7 章，张欣完成第 9 章。南京云创存储科技有限公司对本书的编写给予了大力支持，在紧张从事云计算系统研发的同时，仍然派出几位研发人员参与本书写作。

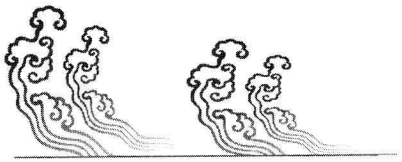
衷心感谢中国电子学会云计算专家委员会、中国通信学会云计算与 SaaS 专家委员会、江苏省计算机学会、江苏省云计算论坛专家委员会和电子工业出版社对本书出版的大力支持。感谢多位知名院士、专家在百忙之中阅读书稿并给予推荐。在此拜谢我的硕士导师谢希仁教授和博士导师李三立院士对我的辛勤培养。

本书的读者服务网页为：http://www.chinacloud.cn/hadoop.html，该网页提供书中源码下载、相关信息和问题交流。如读者需要较为全面地学习云计算技术，欢迎阅读本书的姊妹篇《云计算（第二版）》，刘鹏主编，电子工业出版社 2011 年 5 月出版。

由于作者水平有限，加之时间较紧，书中难免会存在写作不到位甚至错误的之处，敬请读者批评指正。意见和建议请发邮件到：cloudforum@163.com。新浪微博互动交流请关注：http://weibo.com/cloudgrid。

解放军理工大学　刘　鹏

2011 年 9 月



目　录

第 5 章 更上一层楼——MapReduce 进阶

第1章

神奇的大象——Hadoop