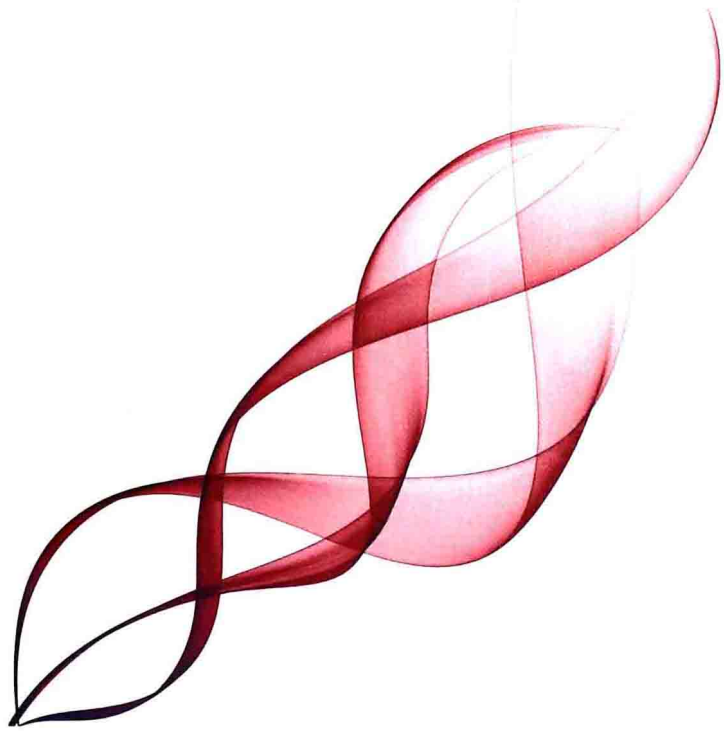
华章科技

国内资深Hadoop技术专家实践经验结晶，完全从企业实际生产环境和需求出发，旨在帮助企业真正解决大数据的落地问题

系统介绍HBase的功能使用、框架设计、基本原理和高级特性；详细讲解使用HBase设计大型数据应用系统的实践方法和技巧；深刻总结系统运维、监控和性能调优的最佳实践

大数据技术丛书



Enterprise Application Development with HBase

HBase企业应用开发实战

马延辉　孟鑫　李立松◎著

机械工业出版社
China Machine Press

技术丛书

Enterprise Application Development with HBase

HBase企业应用开发实战

马延辉　孟鑫　李立松◎著

机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目（CIP）数据

HBase 企业应用开发实战 / 马延辉，孟鑫，李立松著 . —北京：机械工业出版社，2014.9
（大数据技术丛书）

ISBN 978-7-111-47832-4

I. H… II. ①马… ②孟… ③李… III. 计算机网络 – 信息存贮 IV. TP393.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 204102 号

HBase 企业应用开发实战

出版发行：机械工业出版社（北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码：100037）
责任编辑：姜 影
责任校对：殷 虹
印 刷：北京市荣盛彩色印刷有限公司
版 次：2014 年 9 月第 1 版第 1 次印刷
开 本：186mm × 240mm 1/16
印 张：30.25
书 号：ISBN 978-7-111-47832-4
定 价：89.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
客服热线：（010）88378991 88361066
投稿热线：（010）88379604
购书热线：（010）68326294 88379649 68995259
读者信箱：hzjsj@hzbook.com

Preface 前　言

为什么要写这本书

大数据是继云计算、物联网之后IT行业又一次颠覆性的技术革命。大数据在互联网、军事、金融、通信和物理学等领域已经有不少落地案例，而Hadoop技术的快速发展也引起业界广泛关注。可以说，现在Hadoop是大数据处理的关键技术，也是迄今为止，最成熟、应用最广泛的技术。

HBase原型是Google的BigTable论文，从基因上讲，HBase已经是Hadoop生态系统不可或缺的一部分。HBase是完全开源的，同时存在多个版本，并且版本升级非常快，其学习成本比较高，学习周期比较长，所以现在大部分公司的工作人员很难在短时间内快速掌握并使用HBase框架。

此外，现在有关HBase的中文学习资料非常少，也给研发人员的学习带来了很大的难度。尽管现在市面上已经有几本关于HBase的中文书，但是，这几本书都是翻译作品，语言的组织不符合国人的习惯，并且实例讲解部分也不能切合本土国情。还有，这几本书分别侧重了某一个方面，如理论、实战、运维等，还没有一本书能够非常系统地阐述HBase框架。本书正是为了解决以上各种问题而编写的，也是国内第一本系统讲解HBase理论、实战和运维调优的书籍。

本书以HBase 0.94为基础，不仅深入探讨了HBase的原理架构和数据模型，更重要的是通过实际案例教会读者如何运用HBase框架来设计、搭建及运行大数据应用系统，同时结合生产案例剖析HBase系统运维和性能调优的技巧。

读者对象

本书适合以下读者阅读。

（1）云计算、大数据处理技术和NoSQL数据库爱好者

“大数据”无疑是继“云计算”之后IT业界最热门的词汇。而云计算、大数据、NoSQL

技术本身存在交集，现在不少研究云计算的公司或机构都开始涉猎大数据和 NoSQL 领域，本书讲解的 HBase 数据库是 NoSQL 的一种，同时是大数据处理的关键技术，本书可以帮助这部分读者快速且全面地了解 HBase 的原理、架构、使用场景和细节知识点，理解 HBase 在云计算、大数据和 NoSQL 中的位置。

（2）对 Hadoop 及 HBase 感兴趣的开发人员

Hadoop 技术在近几年非常热，它已经是大数据处理的关键技术，而 HBase 作为 Hadoop 生态系统的重要组件，已经被越来越多的公司使用。本书详细介绍了 HBase 与 Hadoop 的关系、HBase 的基本概念、核心知识点和高级特性，并且结合实战案例讲解，使得读者可以快速掌握 HBase 的使用。

（3）使用 HBase 进行数据库开发或运维的高级 DBA

HBase 作为 NoSQL 数据库的一种，被越来越多的企业应用用作底层存储或者中间存储。本书不但讲解了 HBase 的原理和架构，更重要的是详细介绍了 HBase 的使用方法、运维监控和系统调优方法，能够帮助该部分读者快速掌握大型分布式数据库的安装、运维和调优技巧。

（4）开源软件爱好者

HBase 作为 Apache 基金会的顶级优秀开源项目，其实现过程中吸收了很多开源领域的优秀思想，同时也值得我们深入研究和学习。本书在讲解过程中剖析了不少 HBase 源代码，可以帮助该部分读者了解和掌握 HBase 框架源代码的设计方法和技巧。

（5）开设相关课程的高等院校学生

现在越来越多的高等院校已经开设了大数据方向的学生培养课程。在这些课程中，Hadoop 生态系统技术是核心课程，本书详细介绍 Hadoop 生态系统重要组件——HBase，这部分读者可以将本书作为参考教材使用。

如何阅读本书

本书分为三大部分。

第一部分为基础篇（第 1 ~ 5 章），介绍了大数据背景、HBase 基本原理、模式设计、HBase 的安装部署和所支持客户端 API 及使用方法。

第二部分为实战篇（第 6 ~ 8 章），通过三个典型的应用案例和代码示例，结合实践技巧和理论知识，深入讲解如何使用 HBase 设计大型数据应用系统。

第三部分为高级篇（第 9 ~ 12 章），重点介绍 HBase 的整体架构、高级特性、运维监控和性能调优等，并结合生产系统的性能优化和运维经验进行讲解，旨在提升读者的实际操作经验。

最后本书列出了三个附录供读者参考。

附录 A 为 HBase 框架所有配置参数的介绍。

附录 B 为基于 HBase 的 SQL 引擎工具 Phoenix 的 SQL 语法详解。

附录 C 为 HBase 性能测试工具 YCSB 编译安装介绍。

如果你是一名已经具备一定 Hadoop、HBase 基础知识和使用经验的用户，那么可以直接阅读第二部分和第三部分。第二部分侧重实战，第三部分侧重运维，请读者自行选择阅读。但是，如果你是一名初学者，请一定从第 1 章的基础理论知识开始学习。

勘误和支持

本书第 2、3 章由孟鑫书写，第 4 章由李立松书写，其他章由马延辉书写。由于作者的水平有限，编写时间仓促，书中难免会出现一些错误或者不准确的地方，恳请读者批评指正。读者可以将书中的错误发布在站点页面 http://www.adintellig.com/hbase-in-action/ 的留言中。同时如果你遇到任何问题，也可以访问该页面，我们将尽量在线上为你提供最满意的解答。如果你有更多的宝贵意见，也欢迎发送邮件至邮箱 binma85@gmail.com，期待能够得到你们的真挚反馈。

致谢

首先要感谢 Google 公司，它开放了如此优秀的论文 BigTable——HBase 的原型。

感谢 Apache 基金会以及所有对开源软件和开源社区作出贡献的朋友。感谢一直以来帮助过我们的数盟社区和 EasyHadoop 社区，他们提供的平台让我们认识了很多圈子里的同行，交流中技术和思想的碰撞让我们受益匪浅。

感谢查礼老师百忙之中抽出时间为本书写推荐。

感谢对我们有过帮助的 Ted Yu、叶刚、史彪、向磊、魏兴宝、卢亿磊、赵修湘、史东杰、廖旻可、陈书美、傅杰、费伟、孙利兵等人。

感谢机械工业出版社华章公司的编辑杨福川、姜影和白宇，在这一年多的时间中始终支持我们的写作，他们的鼓励和帮助引导着我们顺利完成本书。

最后感谢我们的爸爸、妈妈、爷爷、奶奶，感谢他们的养育之恩，并时时刻刻为我们灌输着信心和力量！

谨以此书献给我们最亲爱的家人，以及众多热爱 HBase 的朋友们！

马延辉于中国北京

目　录 *Contents*

第一部分 Part 1

基 础 篇

- 第 1 章　认识 HBase
- 第 2 章　HBase 安装与配置
- 第 3 章　数据模型
- 第 4 章　HBase 表结构设计
- 第 5 章　HBase 客户端

Chapter 1 第 1 章

认识 HBase

本章将介绍大数据背景和 HBase 的基本概念，从大数据引申到 NoSQL，并阐述 HBase 出现的契机。随后，将介绍 HBase 的概念、发展历史、发行版本和基本特性。其中，HBase 的核心功能模块将作为一个小节单独重点介绍，最后通过介绍 HBase 的使用场景和经典案例，让读者朋友能够清晰地了解 HBase 可以做什么。

作为 NoSQL 家庭的一员，HBase 的出现弥补了 Hadoop 只能离线批处理的不足，同时能够存储小文件，提供海量数据的随机检索，并保证一定的性能。而这些特性也完善了整个 Hadoop 生态系统，泛化其大数据的处理能力，结合其高性能、稳定、扩展性好的特行，给使用大数据的企业带来了福音。

因为本章是全书的开篇，唯有简明扼要地介绍才能帮助正在学习和想要学习 HBase 的读者，所以本章将提纲挈领地介绍 HBase 的相关知识，重点介绍 HBase 是什么以及 HBase 能做什么两部分。

1.1 理解大数据背景

经美国权威机构 IDC 调查发现，现如今的公司正在以前所未有的速度和丰富的类型产生数据，并且也有能力存储这些数据，但是，如何关联这两方面以便产生最大的商业价值，是所有公司共同面临的挑战。这个问题非常复杂：虽然业务人员在技能提升和专业工具的帮助下，越来越了解数据，但由于数据的增长速度越来越快，积累量级越来越大，公司可以利用的数据比例正在迅速下降。

1.1.1　什么是大数据

Gartner 认为与过去相关概念相比，大数据强调 3V 特征，即 Volume（量级）、Varity（种类）和 Velocity（速度），如图 1-1 所示。

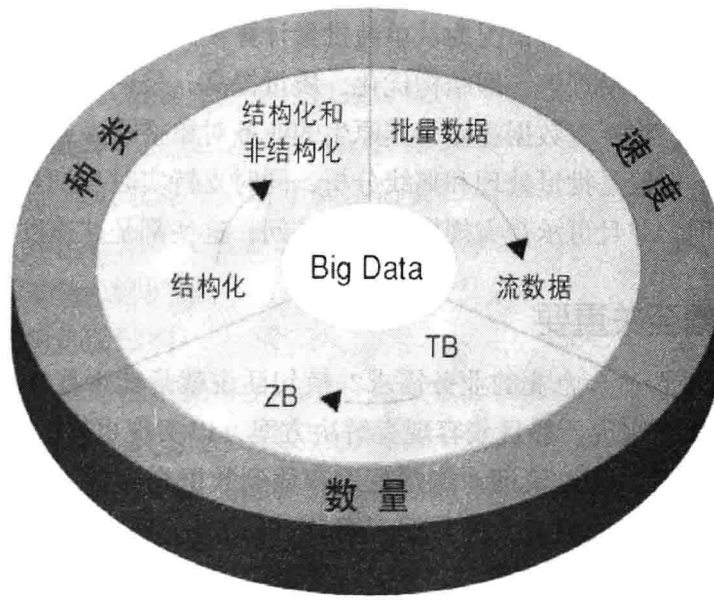


图 1-1　大数据三大特性

如今存储的数据量正在急剧增长，2000 年全球存储了 EB 级别的数据，预计到 2020 年，该值将变为 ZB 级别。仅 Twitter 每天就会生成超过 10TB 的数据，Facebook 的数据为几十 TB，一些特殊的企业在每小时就会产生 TB 级别的数据。

上面这些企业是一些典型的案例，其实我们生活的方方面面都会形成很多“轨迹”。例如，打开手机会生成一个事件；乘坐公共交通刷卡，这是一个事件；检票登机、打卡上班、App Store 上购买应用、更换电视频道、使用高速路电子收费系统等。每一项操作都会生成数据，并且该数据的量级与参与的人数相关，全球 60 亿人口，如果仅仅 1/10 的人参与进来，那么这个数据量级就已经非常惊人。就在 10 年前 IT 界超过 1TB 的数据仓库屈指可数，而现在则是“举不胜举”。

随着传感器、智能设备以及社交协作技术的激增，企业中的数据也变得更加复杂，因为它不仅包含传统的关系型数据，还包含来自网页、Web 日志文件、社交媒体论坛、电子邮件、文档、传感器数据等原始、半结构化和非结构化数据。

传统系统可能很难存储、分析这些数据的内容，更不要说挖掘有价值的信息。因为传统的数据库、数据仓库、联机事务处理等技术并不适合处理这些数据。尽管一些公司正在朝大数据方向大力发展，但总体而言，大部分公司只是刚开始理解大数据。当回首整个数据库发展的历程会发现，人们将大部分时间都花在仅 20% 的数据上：这些数据格式整齐且符合严格模式的关系类型。但事实是，全球 80% 的数据是非结构化的或者半结构化的。

视频和图片不能轻松或高效地存储在关系型数据库中，某些事件信息可能动态地更改（如气象），它们不太适合严格的模式。要利用大数据，企业必须能够分析所有类型的数据，包括关系和非关系数据：文本、传感器数据、音频和视频等。

有效处理大数据需要在数据变化的过程中对它的数量和种类进行分析，而不只是在“静止”状态进行分析。业界定义这种情况为从单纯批量计算模式到实时动态计算模式的内涵式转变。内涵式在这里也比较容易理解，即结构优化、质量提高，是一种实现实质性的跨越式的进程。大数据平台允许用户将所有数据存储为其原生的业务对象格式，通过可用组件上的大规模并行计算实现价值，不仅仅是批量处理和离线分析，同时支持实时查询和处理等特征，甚至要求响应时间在毫秒级别，并且可承受大规模的并发访问，这些都是“速度”特征的范畴。

1.1.2 为何大数据至关重要

这种非传统分析是否适合企业的业务需求？换句话说就是能否找到一个大数据平台可为当前的分析工具提供补充实现，并且兼容现有解决方案，以实现更好的业务成果。

通常情况下，数据必须经过清理才能规范地存放到数据仓库中。相反大数据解决方案不仅会利用不适合传统仓库且数量庞大的数据，而且不需要改变原有数据格式，保留了数据的真实性，并能够快速访问海量的信息。对于不能使用传统关系型数据库方法处理的信息所带来的挑战，大数据解决方案非常适合。大数据之所以重要，是因为其具备解决现实问题的三个关键方面。

- 分析各种不同来源的结构化、结构化和非结构化数据的理想选择。
- 当需要分析所有或大部分数据，或者对一个数据抽样分析效果不明显时，大数据解决方案是理想的选择。
- 未预先确定数据的业务度量指标时，是进行迭代式和探索式分析的理想选择。

1.1.3 NoSQL 在大数据中扮演的角色

NoSQL，是 Not only SQL 的缩写，泛指非关系型的数据库。与关系型数据库相比，NoSQL 存在许多显著的不同点，其中最重要的是 NoSQL 不使用 SQL 作为查询语言。其数据存储可以不需要固定的表模式，也通常会避免使用 SQL 的 JOIN 操作，一般又都具备水平可扩展的特性。NoSQL 的实现具有两个特征：使用硬盘和把随机存储器作存储载体。

1. 传统关系型数据库的缺陷

随着互联网 Web 2.0 的兴起，传统的关系数据库在应付 Web 2.0 网站，特别是超大规模和高并发的 SNS 类型动态网站时已经力不从心，暴露了很多难以克服的问题。

（1）高并发读写的瓶颈

Web 2.0 网站要根据用户个性化信息来实时生成动态页面和提供动态信息，所以基本上无法使用静态化技术，因此数据库并发负载非常高，可能峰值会达到每秒上万次读写请求。