

本书为你进入大数据分析领域提供了专家指导，并热烈欢迎来到大数据分析的世界

引自前言，Paco Nathan, *Enterprise Data Workflows with Cascading* 一书的作者，  
Zettacap 的顾问，Amplify 的合作伙伴

颠覆  
思维

[美] Vijay Srinivas Agneeswaran 著

吴京润 黄经业 译

并发编程网 (ifeve.com) 组织翻译

# 大数据分析

基于Storm、Spark等Hadoop替代技术的实时应用

BIG DATA ANALYTICS  
BEYOND HADOOP

Real-Time Applications with Storm, Spark,  
and More Hadoop Alternatives



中国工信出版集团



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
www.phei.com.cn

顛  
覆

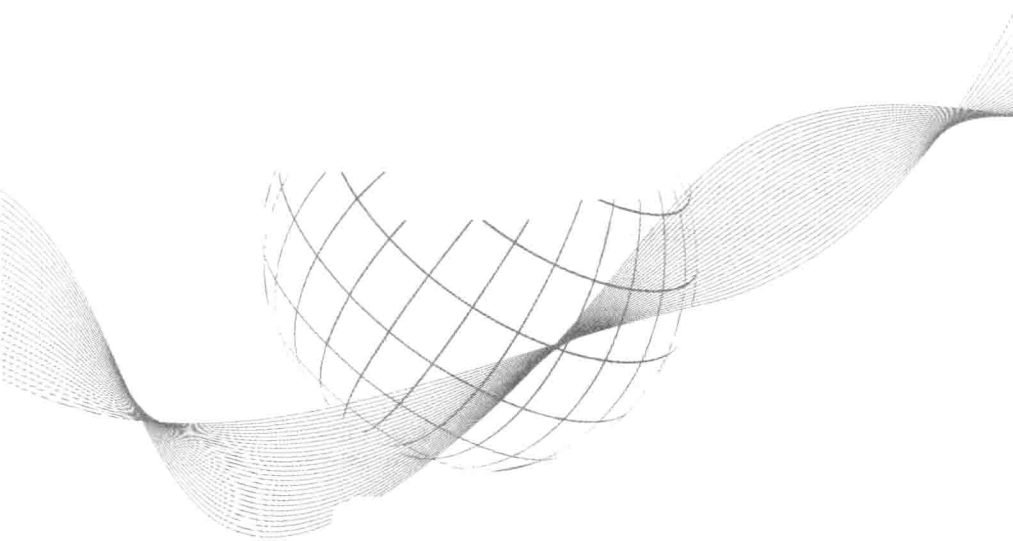
[美] Vijay Srinivas Agneeswaran 著

吴京润 黄经业 译

并发编程网 (ifeve.com) 组织翻译

# 大数据分析

基于Storm、Spark等Hadoop替代技术的实时应用



電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书每章一个主题,介绍了各种大数据分析技术与机器学习算法。本书能够让读者掌握大数据分析和机器学习的相关技术的大致脉络,为之后的进阶学习提供参考与指导。

本书适合大数据技术入门者、希望对大数据技术有所了解,以及想要学习大数据技术但是不知道应该从何处入手的读者阅读。

Authorized translation from the English language edition, entitled *Big Data Analytics Beyond Hadoop: Real-Time Applications with Storm, Spark, and More Hadoop Alternatives*, 9780133837940 by Vijay Srinivas Agneeswaran, published by PEARSON EDUCATION, INC., publishing as FT Press, Copyright © 2014 Pearson Education, Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

CHINESE SIMPLIFIED language edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD., and PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY Copyright © 2015.

本书简体中文版专有版权由 Pearson Education 培生教育出版亚洲有限公司授予电子工业出版社。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书简体中文版贴有 Pearson Education 培生教育出版集团激光防伪标签,无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2014-8177

### 图书在版编目(CIP)数据

颠覆大数据分析:基于 Storm、Spark 等 Hadoop 替代技术的实时应用/(美)阿涅斯瓦兰(Agneeswaran,V.)著;吴京润,黄经业译.—北京:电子工业出版社,2015.5

书名原文:Big data analytics beyond hadoop: real-time applications with Storm,Spark,and more Hadoop alternatives

ISBN 978-7-121-25224-2

I. ①颠... II. ①阿... ②吴... ③黄... III. ①数据处理软件 IV. ①TP274

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 302686 号

策划编辑:张春雨

责任编辑:刘 筋

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

装 订:北京中新伟业印刷有限公司

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:880×1230 1/32

印张:7.375

字数:189 千字

版 次:2015 年 5 月第 1 版

印 次:2015 年 5 月第 1 次印刷

定 价:49.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

# 译者序

2014年的时候，因为要查找技术资料，我知道了并发编程网（[www.ifeve.com](http://www.ifeve.com)，下文简称并发网），后来又加入了它的技术交流群。当时我刚好在学习 Storm，由于相关资料太少，不得已买了一本英文版的 *Getting Started With Storm*，很痛苦地研读。那时我想，既然不得不把英文书读一遍，为什么不把它翻译成中文呢，刚好并发网在招募翻译，要引进国外优秀的技术文章，我主动询问能不能把我翻译的内容发到并发网上。从此之后，便开始了我的技术文章翻译之路，利用业余时间完成了 *Getting Started With Storm* 的翻译工作。后来，方腾飞又提供了这一本 *Big Data Analytics Beyond Hadoop : Real-Time Applications with Storm, Spark, and More Hadoop Alternatives*，与支付宝公司的黄经业合作完成了这本书的翻译工作。

本书概述了各种大数据技术在不同领域的应用，可以为想要了解大数据技术的朋友提供必要的指引和概览。在读完本书之后再决定要继续深入学习哪些内容将会事半功倍。

本书的翻译也是互联网上本来互不相识的几人共同促成与努力的结果，又因为本书使我们几人相识。本书译本绝对是

#### IV 颠覆大数据分析：基于 Storm、Spark 等 Hadoop 替代技术的实时应用

互联网精神的绝佳诠释。

感谢方腾飞和郭蕾提供了并发网这样一个技术交流平台。感谢黄经业与我一起完成本书的翻译工作。感谢刘舫对本书的审阅与指正。谢谢大家！

虽然这是本人的第二本译作，但经验与水平实在有限，书中很多专业术语和数学概念对于本人来说实在晦涩艰深，译文不妥之处还请读者海涵，并予以斧正。最后希望本书能为需要了解与学习大数据技术的朋友提供帮助。

吴京润

于 2015.1.14 零点

# 前 言

我试图给人们学习大数据留下一点深刻的印象：尽管 Apache Hadoop 很有用，而且是一项非常成功的技术，但是这一观点的前提已经有些过时了。考虑这样一条时间线：由谷歌实现的 Map-Reduce 投入使用的时间可追溯到 2002 年，发布于 2004 年。Yahoo! 于 2006 年发起 Hadoop 项目。MR 是基于十年前的数据中心的经济上的考虑。从那时起，已经有太多的东西发生了变化：多核处理器、大内存地址空间、10G 网络带宽、SSD 等，至今，这已经产生了足够的成本效益。这些极大地改变了在构建可容错分布式商用系统规模方面的取舍。

此外，我们对于可处理数据规模的理念也发生了变化。成功的公司，诸如亚马逊、eBay、谷歌，他们想要更上一层楼，也促使随后的商业领袖重新思考：数据可以用来做什么？举个例子，十年前是否有为大型图书出版商优化业务的大规模图论用例？不见得有。出版社高层不可能有耐心听取这样一个古怪的工程建议。这本书本身的营销将基于大规模数据、开源、图

论引擎，这些也将在本书后续章节讲到。同样的，广告科技和社交网络应用驱动着开发技术，对于如今工业化的因特网，采用 Hadoop 将显得捉襟见肘，也就是所谓的“物联网”——在某些情况下，会有几个数量级的差距。

自从 MR 的商用硬件规模首次制定以来，底层系统的模型已发生了巨大变化。我们的商业需求与期望模型也发生了显著的变化。此外，应用数学的数据规模与十年前的构想也有巨大的差异。如今主流编程语言也能为并行处理的软件工程实践提供更好的支持。

Agneeswaran 博士认为，这些视图以及对它们的更多关注和系统方法，呈现了如今大数据环境的全景视图，甚至还有超越。本书引领我们看到了过去十年是如何通过 Map-Reduce 做批处理数据分析的。这些章节介绍了理解它们的关键历史背景，并为应用这些技术提供了清晰的商业用例的至关重要的方面。这些论据为每个用例提供了分析，并指出为什么 Hadoop 不是很适合应用于此——通过对例证的彻底研究、对可用开源技术的出色调查，以及对非开源项目的出版文献的回顾。

本书研究了在如今的商业需求中除 Hadoop 以外的最佳实践以及数据访问方式的可用技术：迭代、流式处理、图论，以及其他技术。比如，一些企业的收入损失计算可精确到毫秒级，以至于“批处理窗口”这样的概念变得毫无意义。实时分析是唯一可以想到的可行方案。开源框架，诸如 Apache Spark、Storm、Titan、GraphLab，还有 Apache Mesos，可以满足这些

## XII 颠覆大数据分析：基于 Storm、Spark 等 Hadoop 替代技术的实时应用

需求。Agneeswaran 博士引导读者们了解这些框架的架构和计算模型、研究通用设计模式。他在书中提到了业务范围的影响以及实现细节，还有代码样例。

伴随着这些框架，本书也为开放标准预测模型标记语言提出了一个引人入胜的例子，使得预测模型可以在不同平台与环境之间迁移。本书还提到 YARN 以及下一代超越 Map-Reduce 的模型。

这正是当今业界的焦点——Hadoop 基于 2002 年以来的 IT 经济，然而更新的框架与当代业界的用例更为密切。本书为你进入大数据分析领域提供了专家指导，并热烈欢迎来到大数据分析的世界。

Paco Nathan

*Enterprise Data Workflows with Cascading* 一书的作者

Zettacap 的顾问，Amplify 的合作伙伴



# 致 谢

首先，我要衷心感谢 Impetus 的助理副总裁兼创新实验室的主管 Vineet Tyagi。Vineet 对我的帮助很大，并让我得以写作此书。这六七个月以来，他每天给我的工作时间里留出 3 个小时来进行写作，这是本书得以完稿的关键。任何学术活动都要专注与坚持——如果我只能在工作之余写作的话，想必是难上加难。Vineet 使得写作本书成为我工作的一部分。

同时，我也想感谢 Impetus 的 CTO 及高级副总裁 Pankaj Mittal，感谢他对研发的全力支持，让我能够全职参与研发工作。Impetus 能够有这样一支没有赢利压力的研发团队，Pankaj 功不可没。这极大地减轻了我的负担并使我得以专注于研发工作。在 IT 行业，工作之余进行写作是一项艰巨的任务。感谢 Pankaj 让这一切成为了可能。

Praveen Kankariya 是 Impetus 的 CEO，他一直激励并引导着我。感谢 Praveen 的大力支持！

## XIV 颠覆大数据分析：基于 Storm、Spark 等 Hadoop 替代技术的实时应用

我还要感谢 Impetus 的助理副总裁，数据科学实践小组的主管 Nitin Agarwal 博士。我的一些思想的成形离不开他的帮助，尤其是在我们讨论完机器学习算法的实现之后。他是我非常敬佩的人，也激励着我在生活中不断地追求卓越。Nitin 之前还担任过印度管理学院（IIM）印多尔分院的教授，我一向对学者都非常敬重，从这也可见一斑。

本书的完成也离不开 Pranay Tonpay 的帮助，他是 Impetus 的资深架构师，在我的研发团队里负责实时分析流。他一直在帮助实现本书中的一些想法，包括在 Spark 和 Storm 上的一些机器学习算法。他是我的得力助手，这里要特别感谢他。

Jayati Tiwari 是 Impetus 的资深软件工程师，Spark 及 Storm 上的部分机器学习算法便是她完成的。她对 Storm 了如指掌——事实上，她被公认是公司里面的 Storm 专家。同时她对机器学习和 Spark 也产生了浓厚的兴趣。很高兴能与她一起共事。谢谢你，Jayati！

Sai Sagar 是 Impetus 的软件工程师，他帮助实现了 GraphLab 上的一些机器学习算法。感谢 Sagar，很高兴团队中有你存在！

Ankit Sharma，Impetus 的前数据科学家，现担任 Snapdeal 的研究工程师，“逻辑回归”部分中的一节出自他的笔下，就是本书第 3 章中介绍逻辑回归基础的那部分。我们也曾多次就机器学习进行切磋探讨，这里一并感谢，Ankit！

我还要感谢编辑 Jeanne Levine、Lori Lyons 以及 Pearson 出版社的其他工作人员，他们一直以来的努力让这本书从最初交付的草稿到现在最终的定稿。同时还要感谢 Pearson 出版社，是他让这本书得以面世。

我要感谢我们的技术作家 Gurvinder Arora，是他对本书的各个章节进行了审阅。

我还想借此机会感谢我在印度理工学院（IIT）马德拉斯分校的博士导师，D. Janakiram 教授，在我成长的岁月里，是他鼓励我走上了研究的道路。他对我帮助良多——我的技术性思维、价值观都受他启发，在我的职业生涯中他也一直激励和鼓舞着我。其实，这本书的写作最初是受他最近在 Tata McGraw-Hill 出版的新书 *Building Large Scale Software Systems* 的影响。不仅是 DJ 教授，我还要感谢从 Sankara 高中一直到在 Sri Venkateshwara 工程学院（SVCE）以及印度理工学院马德拉斯分校的所有老师及教授——是他们培养出了今天的我。

我还要感谢 Impetus 的前资深数据科学家，目前担任 MacAfee 资深科学家的 Joydeb Mukherjee。他对本书的第一章进行了审阅，我们一起工作的时候，经常会在想法上产生共鸣。这更加坚定了我的超越 Hadoop 的思想体系。同时他也指出了这一领域中的一些优秀的成果，其中就包括 Langford 等人的杰作。

我还要感谢 Edd Dumbill 博士，他曾就职于 O'Reilly，现担任硅谷数据科学（Silicon Valley Data Science）的副总裁——

他是大数据期刊的编辑，我曾经在上面发表过文章。他一直在帮忙审阅本书。2013 年 2 月，他在加州组织 Strata 会议时，我做了一次有关超越 Hadoop 的概念的演讲。这次演讲奠定了本书的基调。我还要借此机会感谢 Strata 大会的组织者采纳了我发表的一些提议。

我还要感谢 Paco Nathan 博士对本书的审阅，并为本书撰写了序言。他的评价对我的鼓舞很大，正如他的职业生涯也一直激励着我一样。他是我的偶像之一，感谢 Paco！

我还要感谢团队的其他成员——如，Pranav Ganguly，他是 Impetus 的资深架构师，替我承担了不少工作，并顺利接手了大数据团队的日常管理工作。很高兴团队中有他以及 Nishant Garg 这样的同事存在。感谢我团队中的所有成员。

如果没有一个强大的家庭后盾，写作本书将会异常艰巨，甚至不可能完成。我的妻子 Vidya 在维持家庭的和睦及幸福方面付出了许多。她牺牲了我们一起相处的时间，以便让我可以专注地进行写作。我的孩子 Prahaladh 和 Purvajaa 也表现得很成熟，让我得以完成此书。感谢他们让我拥有这么一个温馨的家庭。我还要感谢父母早年对我的养育之恩以及品德的培养。

最后，当然也是最重要的，感谢主赐予我的这一切。感谢万能的主对我的眷顾。

# 关于作者

Vijay Srinivas Agneeswaran 博士，1998 年于 SVCE 的马德拉斯分校获得计算机科学与工程专业的学士学位，2001 年获取了印度理工学院马德拉斯分校的硕士学位（研究性质），2008 年又获取了该校的博士学位。他曾在瑞士洛桑的联邦理工学院的分布式信息系统实验室 (LSIR) 担任过一年的博士后研究员。之前 7 年先后就职于 Oracle、Cognizant 及 Impetus，对大数据及云领域的工程研发贡献颇多。目前担任 Impetus 的大数据实验室的执行总监。他的研发团队在专利、论文、受邀的会议发言以及下一代产品创新方面都处于领导地位。他主要研究的领域包括大数据管理、批处理及实时分析，以及大数据的机器学习算法的实现范式。最近 8 年来，他一直是计算机协会 (ACM) 以及电气和电子工程师协会 (IEEE) 的专家成员，并于 2012 年 12 月被推选为 IEEE 的资深成员。他在美国、欧洲以及印度的专利局都申请过专利（并持有美国的两项专利）。他在前沿的期刊及会议，包括 IEEE transaction 上都发表过论文。他还是国内外多个会议的特邀发言人，譬如 O'Reilly 的 Strata 大数据

## **XVIII 颠覆大数据分析：基于 Storm、Spark 等 Hadoop 替代技术的实时应用**

系列会议。最近一次公开发表论文是在 Liebertpub 的大数据期刊上。他与妻子及儿女一起居住在班加罗尔，对印度、埃及、巴比伦以及希腊古代的文化与哲学的研究非常感兴趣。

# 目 录

前言.....	X
致谢.....	XIII
关于作者 .....	XVII
<b>1 引言：为什么要超越 Hadoop Map-Reduce .....</b>	<b>1</b>
Hadoop 的适用范围.....	3
大数据分析之机器学习实现的革命.....	10
第一代机器学习工具/范式.....	11
第二代机器学习工具/范式.....	11
第三代机器学习工具/范式.....	14
小结.....	18
参考文献.....	19
<b>2 何为伯克利数据分析栈（BDAS） .....</b>	<b>23</b>
实现 BDAS 的动机.....	24
Spark：动机 .....	25
Shark：动机 .....	26
Mesos：动机 .....	28

## VI 颠覆大数据分析：基于 Storm、Spark 等 Hadoop 替代技术的实时应用

BDAS 的设计及架构 .....	29
Spark: 高效的集群数据处理的范式 .....	34
Spark 的弹性分布式数据集 .....	36
Spark 的实现 .....	40
Spark VS. 分布式共享内存系统 .....	42
RDD 的表达性 .....	44
类似 Spark 的系统 .....	45
Shark: 分布式系统上的 SQL 接口 .....	46
Spark 为 Shark 提供的扩展 .....	47
列内存存储 .....	49
分布式数据加载 .....	50
完全分区智能连接 .....	50
分区修剪 .....	50
机器学习的支持 .....	51
Mesos: 集群调度及管理系统 .....	51
Mesos 组件 .....	52
资源分配 .....	54
隔离 .....	55
容错性 .....	57
小结 .....	58
参考文献 .....	59
<b>3 使用 Spark 实现机器学习算法 .....</b>	<b>66</b>
机器学习基础知识 .....	66
机器学习：随机森林示例 .....	68



逻辑回归：概述.....	72
二元形式的逻辑回归.....	73
逻辑回归估计.....	75
多元逻辑回归.....	76
Spark 中的逻辑回归算法.....	77
支持向量机.....	80
复杂决策面.....	81
支持向量机背后的数学原理.....	82
Spark 中的支持向量机.....	84
Spark 对 PMML 的支持.....	85
PMML 结构.....	87
PMML 的生产者及消费者.....	92
Spark 对朴素贝叶斯的 PMML 支持.....	94
Spark 对线性回归的 PMML 支持.....	95
在 Spark 中使用 MLbase 进行机器学习.....	97
参考文献.....	99
<b>4 实现实时的机器学习算法.....</b>	<b>101</b>
Storm 简介.....	101
数据流.....	103
拓扑.....	104
Storm 集群.....	105
简单的实时计算例子.....	106
数据流组.....	108
Storm 的消息处理担保.....	109