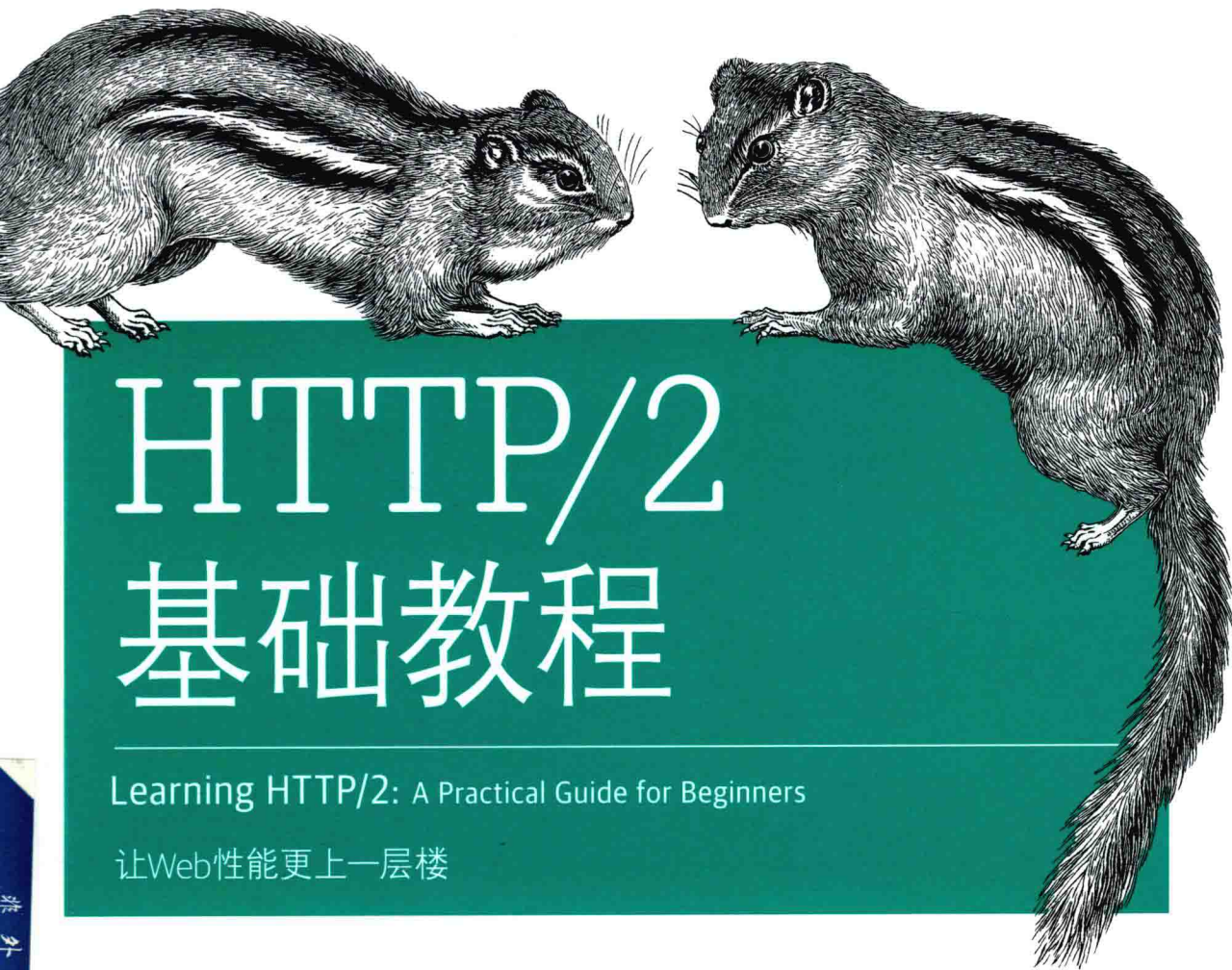


O'REILLY®

TURING

图灵程序设计丛书



HTTP/2 基础教程

Learning HTTP/2: A Practical Guide for Beginners

让Web性能更上一层楼

[美] Stephen Ludin Javier Garza 著

罗正龙 郑维智 译

余晟 审校



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TURING

图灵程序设计丛书

HTTP/2基础教程

Learning HTTP/2
A Practical Guide for Beginners

[美] Stephen Ludin Javier Garza 著

罗正龙 郑维智 译

余晟 审校



Beijing • Boston • Farnham • Sebastopol • Tokyo

O'REILLY®

O'Reilly Media, Inc. 授权人民邮电出版社出版

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

HTTP/2基础教程 / (美) 斯蒂芬·卢丁
(Stephen Ludin), (美) 哈维尔·加尔萨
(Javier Garza) 著; 罗正龙, 郑维智译. — 北京: 人
民邮电出版社, 2018.1

(图灵程序设计丛书)

ISBN 978-7-115-47389-9

I. ①H… II. ①斯… ②哈… ③罗… ④郑… III. ①
计算机网络—通信协议—教材 IV. ①TN915.04

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第303412号

内 容 提 要

如今互联网发展日新月异, HTTP/1.1 协议已经难以承载日益复杂的网页内容, 因此 HTTP/2 值得尝试。本书介绍了 HTTP/2 的设计初衷和新特性, 对比了在不同网络环境下以及不同浏览器上 HTTP/1.1 与 HTTP/2 的性能表现差异, 指出了网站迁移到 HTTP/2 需要注意的问题, 并在附录中给出了书中用到的所有资源的列表, 方便读者快速上手实践。

本书适合网站开发及运维人员, 以及正考虑要实现 HTTP/2 或者希望了解 HTTP/2 如何工作的读者。

-
- ◆ 著 [美] Stephen Ludin Javier Garza
 - 译 罗正龙 郑维智
 - 审 校 余 晟
 - 责任编辑 朱 巍
 - 执行编辑 温 雪
 - 责任印制 彭志环

 - ◆ 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>
 - 北京鑫正大印刷有限公司印刷

 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
 - 印张: 8.5
 - 字数: 201千字 2018年1月第1版
 - 印数: 1-4 000册 2018年1月北京第1次印刷
 - 著作权合同登记号 图字: 01-2017-8331号
-

定价: 49.00元

读者服务热线: (010)51095186转600 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

站在巨人的肩上
Standing on Shoulders of Giants



iTuring.cn

站在巨人的肩上
Standing on Shoulders of Giants



iTuring.cn

版权声明

© 2017 by Stephen Ludin and Javier Garza.

Simplified Chinese Edition, jointly published by O'Reilly Media, Inc. and Posts & Telecom Press, 2018. Authorized translation of the English edition, 2018 O'Reilly Media, Inc., the owner of all rights to publish and sell the same.

All rights reserved including the rights of reproduction in whole or in part in any form.

英文原版由 O'Reilly Media, Inc. 出版，2017。

简体中文版由人民邮电出版社出版，2018。英文原版的翻译得到 O'Reilly Media, Inc. 的授权。此简体中文版的出版和销售得到出版权和销售权的所有者——O'Reilly Media, Inc. 的许可。

版权所有，未得书面许可，本书的任何部分和全部不得以任何形式重制。

O'Reilly Media, Inc.介绍

O'Reilly Media 通过图书、杂志、在线服务、调查研究和会议等方式传播创新知识。自 1978 年开始，O'Reilly 一直都是前沿发展的见证者和推动者。超级极客们正在开创着未来，而我们关注真正重要的技术趋势——通过放大那些“细微的信号”来刺激社会对新科技的应用。作为技术社区中活跃的参与者，O'Reilly 的发展充满了对创新的倡导、创造和发扬光大。

O'Reilly 为软件开发人员带来革命性的“动物书”；创建第一个商业网站（GNN）；组织了影响深远的开放源代码峰会，以至于开源软件运动以此命名；创立了 *Make* 杂志，从而成为 DIY 革命的主要先锋；公司一如既往地通过多种形式缔结信息与人的纽带。O'Reilly 的会议和峰会集聚了众多超级极客和高瞻远瞩的商业领袖，共同描绘出开创新产业的革命性思想。作为技术人士获取信息的选择，O'Reilly 现在还将先锋专家的知识传递给普通的计算机用户。无论是通过书籍出版、在线服务或者面授课程，每一项 O'Reilly 的产品都反映了公司不可动摇的理念——信息是激发创新的力量。

业界评论

“O'Reilly Radar 博客有口皆碑。”

——*Wired*

“O'Reilly 凭借一系列（真希望当初我也想到了）非凡想法建立了数百万美元的业务。”

——*Business 2.0*

“O'Reilly Conference 是聚集关键思想领袖的绝对典范。”

——*CRN*

“一本 O'Reilly 的书就代表一个有用、有前途、需要学习的主题。”

——*Irish Times*

“Tim 是位特立独行的商人，他不光放眼于最长远、最广阔视野，并且切实地按照 Yogi Berra 的建议去做了：‘如果你在路上遇到岔路口，走小路（岔路）。’回顾过去，Tim 似乎每一次都选择了小路，而且有几次都是一闪即逝的机会，尽管大路也不错。”

——*Linux Journal*

中文版推荐序一：等待与希望

HTTP/2 已经渗入普通人的生活。如果你平时多个心眼，会发现很多网站已经悄然采用了 HTTP/2，享受了 HTTP/2 带来的诸般好处，甚至在一些技术大会上已经有相关的主题分享。

另一方面，大家对它的了解还相当粗浅。从我主持面试的经历来看，在我认为“应当了解 HTTP/2”的候选人——不管后端还是前端——当中，大部分人还处在“听说过有这么回事”的阶段，只有不到 20% 的候选人能够说出一点实质性的内容。如果继续问“HTTP/2 和 HTTPS 是什么关系”“从 HTTP/1.1 升级到 HTTP/2 有什么要注意的”“HTTP/2 为什么不叫 HTTP/2.0”，能答上来的人就寥寥无几了。

为什么会出现这种情况？我觉得和 HTTP/2 的中文资料匮乏有关。

纵观近年来的中文技术图书市场，无论是涉及的领域，还是作品的质量，都有明显的进步，众星捧月追求英文原版的情况已经是过去时。这对广大技术从业者来说，无疑是好事。但是另一方面，这种情况也间接造成了中英文技术资料的割裂：没有中文图书，大家最多看看网上的文章，没有那么多人愿意去研读英文图书了。关于 HTTP/2，到目前为止，还没有看到过任何中文图书。

难道是因为 HTTP/2 不重要吗？答案显然是否定的。

我最早进入互联网行业时，仅仅满足于“写好程序在网上能跑就行”。随着工作经历的丰富，我越来越深刻地意识到，只要你在这个行业从事技术，无论是前端还是后端，网络相关的基础知识这一课终究是躲不过去的。无论是服务器端要面对的大负载和高并发，还是客户端要面对的有限计算资源和弱网通信环境，最后都离不开对网络的深入理解。

对 TCP/IP 的了解越深，我们往往越会感叹其层次设计的巧妙。各种新出现的优化并不会破坏原有的体系结构。但是，对 HTTP 的了解越深，我们往往越会感叹它的过时——Web 的发展太迅猛了，相比之下，定稿于 1999 年的 HTTP/1.1 时常让人以为是“上古卷轴”。所以，大家才会想出各种“优化黑魔法”来避开 HTTP/1.1 的各种限制和缺陷。域名拆分、

资源域名分离、精灵图（用 CSS 选择大拼图中的小区域）等，都是如此。

不幸的是，这些“高招”往往并非标准统一的解决方案，所以并不能直接放心享用。和 CDN 厂商打过交道就会知道，网络设备成千上万，规范的实现程度也参差不齐，由此产生形形色色的问题，简直让人不胜其烦。再加上各种“优化黑魔法”，只会让本来杂乱的网络世界变得更加混沌。除非自己技术实力足够强，否则只能望洋兴叹。

有没有造福大家的统一的解决办法？Google 先揭竿而起，发明制订了 SPDY 规范。继而大家才发现，原来所有人都在翘首期盼新的 HTTP 协议。于是，顺理成章地，HTTP/2 诞生了。虽然制订过程是漫长而痛苦的，但首部压缩、分帧传输、服务端推送等新特性，直击 HTTP/1.1 这种“古董协议”的痛点，让广大开发者大呼过瘾，迫不及待想要投入 HTTP/2 的怀抱。

然而，天下没有免费的午餐。要想享受 HTTP/2 带来的诸般好处，“简单升级”协议是行不通的。没错，HTTP/1.1 显得简单直白，相当一部分的开发人员甚至把它理解为一问一答的简单通信模型（和编程语言中的方法调用一样），也不妨碍自己的开发。可惜，HTTP/2 不能这么玩。首部压缩等应用层特性或许还很好懂，但是，新出现的帧传输层绝对要花一番功夫才能理解。不理解这些新特性背后的原理，许多时候就没法调试；不能调试，很多问题就束手无策；束手无策，就无法享受新技术带来的诸般好处。

所幸，《HTTP/2 基础教程》中文版面世了。在我看来，这本书相当适合作为广大开发人员了解 HTTP/2 的资料，大家也确实需要这样一本书，理由如下。

第一，它的范围足够广，HTTP/2 中有价值的新特性基本都有覆盖，不是就概念而概念，而是会讲解各种新特性适合哪些场景以及不适合哪些场景。比如，如果你的网站大量引用第三方资源，那么域名拆分能带来的获益就相当小。

第二，它的编排很用心，不是单纯罗列 HTTP/2 的好处，而是通过与 HTTP/1.1 的对比加以讲解，更有一章专门讲解从 HTTP/1.1 升级到 HTTP/2 的一般过程，以前做的优化哪些必须变更、哪些可以保留，翔实可靠。比如，精灵图这种优化手段依然有助于提升响应速度，但会丧失缓存的便利性。

第三，它不是简单通过定性分析来论证 HTTP/2 的好处，而是大量使用了定量分析的方法。HTTP/2 比 HTTP/1.1 要好，到底好多少，提升的幅度会受哪些因素的影响？书中对这类问题都给出了严谨详细的分析。我读了这本书才知道，光在光纤中的传输速度只有真空中的 2/3。

第四，作为一本优秀的技术图书，其中的分析和思考会让读者在今后的工作中获益更多。本书不仅告诉读者 HTTP/2 的首部压缩采用的是 HPACK 算法，还讲解了为什么采用 HPACK 而不是沿用 SPDY 的 gzip 算法。我相信，如果了解了 CRIME 漏洞的原理，我们在今后的工作中会有更多样的思考角度，以及更完善的安全意识。

《HTTP/2 基础教程》的两位译者罗正龙、郑维智都是沪江优秀的前端开发工程师，本身就对 HTTP 协议有丰富的开发经验，对工作也有高度的责任感，在繁忙的工作之余迅速完成了这本书的翻译。我在审校过程中，经常发现他们就书中的具体问题展开细致的讨论——因为不满足于“翻译文本”，更注重理解和思考背后的原理，所以发现了原书的若干错漏，也确定了很多符合中文开发者习惯的更容易理解的表达方式。我敢说，在今天的中文技术图书译者里，有这样认真精神的人，不超过十分之一。有这样的精神为支撑，图书的翻译质量是有保证的。

写完这篇文章的时候，我再次确认了一番，目前中文技术图书里确实还没有任何一本 HTTP/2 的专著。如果没有估计错误，《HTTP/2 基础教程》中文版的出版只会落后英文原版半年左右，不出意外的话，它应当算中文世界里第一本 HTTP/2 的专著了。我相信，它的质量不会辜负“第一”的名次。

大仲马说过，人类的一切智慧都包含在两个词里——等待与希望。你是不是深深被 HTTP/1.1 所困扰，面对 HTTP/2 又有困惑？那好，现在《HTTP/2 基础教程》终于和读者见面了，让我们共同期待 HTTP/2 的美好未来吧。

——余晟，技术图书翻译写作爱好者，现任沪江教育集团技术中心研发总监

中文版推荐序二

如果有一种远程通信协议堪称“万能协议”的话，那一定非 HTTP 莫属。除了那些对于性能和实时性要求极高的通信场合之外，几乎所有的远程通信都可以基于 HTTP 来实现。Web（全称 World Wide Web）的四大技术基石是 URI、HTML、HTTP 和 MIME，正是这四大基石支撑了宏伟的 Web 神殿。在这四大基石之中，HTTP 的重要性最为突出。今天有很多移动 Web 应用并没有使用 URI、HTML、MIME，只用了 HTTP，仍然可以称为“Web 应用”。从这个角度看，HTTP 几乎是 Web 的代名词。

HTTP 的上一个正式版本是 1.1 版，主设计师是 Roy T. Fielding 博士。HTTP/1.1 与 HTTP/1.0 相比，无论是设计思想还是技术细节方面都取得了巨大的进步。在设计思想方面，Fielding 系统化地提出了 REST 架构风格的理论，以 REST 理论指导 HTTP/1.1 的设计。在 HTTP/1.1 中引入了“资源”这个极为重要的抽象概念，将 HTTP 从一种面向文档的协议彻底转变为一种面向资源的协议。资源是一种非常强大的抽象工具，在 HTTP/1.1 发布之后，Web 之上不再只有大量具体、静态的“文档”，而是包括了无数抽象、动态的“资源”。从对 Web 的概念理解上看，这是一次革命性的转变，推动了 Web 应用的数量以几何级数速度爆发，Web 的范围扩展到了地球上有人类生存的所有地方。可以说，不理解“资源”和相关的“资源表述”，就不理解 HTTP/1.1，对 Web 的理解其实还没有入门。在技术细节方面，HTTP/1.1 也增加了很多新的内容，例如：HTTP 连接支持 keepalive、增加 CONNECT 方法来支持 HTTP tunnel，等等。

这里再强调一下 REST。REST 是 Web 自身的架构风格，也是 Web 取得巨大成功的技术层面的深层原因，理解 REST 就是理解 Web 技术架构的钥匙。前面提到的“资源”及“资源表述”只是 REST 理论之中入门级的概念，REST 还有很多其他重要的概念，例如对于超媒体的有力支持等。建议对 REST 非常感兴趣的读者去读一下 Fielding 的博士论文中文版《架构风格与基于网络应用程序的架构设计》。REST 理论有力地指导了 HTTP/1.1 的设计，也确保了后续 HTTP 协议沿着正确的方向发展，包括从旧版本到新版本的平滑升级。

尽管 HTTP/1.1 取得了辉煌的成就，但 HTTP/1.1 从 1998 年底发布之后，已经十几年都没有更新了，它的很多方面已经难以跟上时代发展的要求。特别是移动互联网普及之后，HTTP/1.1 在性能方面的瓶颈越来越突出，以至于有些公司研发出五花八门的私有二进制 RPC 协议来解决性能问题。这些应用连 HTTP 都不用了，还自称是“Web 应用”，这实在是挂羊头卖狗肉。改进 HTTP 以便跟上新时代 Web 发展的需要，已经迫在眉睫。经过各方参与者几年的不懈努力之后，HTTP/2 终于在 2015 年正式发布了。HTTP/2 是一次非常棒的升级，它在继续遵循 REST 架构风格的前提下，在性能方面取得了巨大的提升。

目前距离 HTTP/2 正式发布已经过去了两年时间，主流的 Web 服务器、浏览器、HTTP 客户端工具、开发库（例如最新的 JDK9）已经能够很好地支持 HTTP/2。可以预见，无论是国内还是国外，2018 年都会是 HTTP/2 迅速普及的一年。国内有很多从事 Web 开发、测试、运维的工程师对 HTTP/2 非常感兴趣，但是苦于缺乏详细的图书文档，难以开展学习。《HTTP/2 基础教程》正是这个领域的最佳图书。这本书虽然不厚，但是满满的都是干货，实战性非常棒。感谢本书的译者罗正龙、郑维智，审校者余晟的辛勤工作，在短时间内将这本高质量的图书贡献给中国的读者。正如本文开头所说的，HTTP 的重要性再怎么强调也不为过。《HTTP/2 基础教程》这本书值得所有软件开发者拥有，作为自己的案头常备图书。

——李锐，Web 架构师，Web 开发老兵

序

截至 2009 年，HTTP/1.1 面世已经超过 10 年了，并且无可争议的是，它依然是互联网上最受欢迎的应用层协议。这是因为它不仅用来浏览网页，还是很多其他东西的参考协议。它上手简单、实现容易，并被广大的开发者和运维工程师所理解，因此积累了很多优势，成为了无可替代的协议。一些人甚至开始说，HTTP 形成了互联网架构经典沙漏模型的“第二腰”。

尽管如此，HTTP 还是与时代脱节了。Web 如今已经发生了翻天覆地的变化，它的需求给 HTTP 协议造成了巨大的压力。现在，加载一个网页通常包含好几百个请求，总体开销在拖慢 Web。这就催生了一个新的行业，专治 Web 性能问题——Web 性能优化。

HTTP 社区很清楚这些问题，但是并没有授权大家修复它们。过往的努力，如 HTTP-NG，已经失败了。没有来自 Web 浏览器和服务器的强力支持的提案就动手的做法，看起来并不妙。这反映在 HTTP 工作组当时的纲领中，它说：

工作组不得制定 HTTP 的新版本，也不得给 HTTP 添加新功能。

相反，我们的使命是阐述清楚 HTTP 的规范，并且（至少对我而言）重建一个 HTTP 实现者的强大社区。

也就是说，还有人想实现 HTTP 语义的更高效表达，像 Roy Fielding 的 WAKA 提案¹（很不幸，从未完成）和基于 SCTP² 的 HTTP（主要在特拉华大学）。

去 Google 做了一次有关上面这些话题的分享后，我收到了 Mike Belshe 留给我的一张便条，问我们是否可以碰个面。我们在 Mountain View 的 Castro 大街上吃了晚饭，他说 Google 正要发布 SPDY，替代 HTTP 协议。

注 1: <https://tools.ietf.org/agenda/83/slides/slides-83-httpbis-5.pdf>

注 2: <https://tools.ietf.org/html/draft-natarajan-http-over-sctp-00>

SPDY 之所以不同，是因为 Mike 为 Chrome 浏览器工作，他和为 GFE（Google 的前端 Web 服务器）工作的 Roberto Peon 是搭档。他们控制着连接的两端，因而可以快速迭代，并且他们可以在 Google 的超大流量上测试新的协议，因此能够在大规模场景下验证协议的设计。

整个晚饭时间我都感到发自内心的高兴。他们在解决实际问题，并且已经测试过代码和数据。这些正是互联网工程任务组（IETF）所推崇的。

然而，直到 2012 年，SPDY 才开始流行开来。Firefox 实现了该协议，然后是 Nginx 服务器，接着是 Akamai。Netcraft 报告说，支持 SPDY 协议的网站数据激增。

显然，新版本的 HTTP 协议引起了广泛的关注。

2012 年 10 月，HTTP 工作组被授权发布 HTTP/2，使用 SPDY 作为起点。之后的两年间，来自各个公司和开源项目的代表在各地碰面讨论这个新的协议，解决其中的问题，并确保彼此的实现能互相兼容。

在这个过程中，我们有过意见不一致的时候，甚至也有过激烈的争辩。但是，每个人所表现出的专业能力、合作意愿和强烈信念仍然让我印象深刻。这真是一支了不起的、让人愿意共事的团队。

举个例子，有时候大家一致认为，取得进展比为某人的观点争论一整天更重要，所以我们掷硬币来做决定。有些人可能觉得这很疯狂，但我觉得这反映出了成熟的态度和深邃的洞察力。

2014 年 12 月，在规定的截止日期 16 天后（这对标准制定的工作来讲，已经很早了），我们向国际互联网工程指导委员会（IESG）提交了 HTTP/2，申请批准。

大家都说，实践才能出真知；对互联网工程任务组来说，可运行的代码才能说明一切。我们很快就有了拿得出手的东西，并得到了所有主流浏览器、多数 Web 服务器、CDN 和其他工具的支持。

HTTP/2 并不是完美的，但完美向来也不是我们的目标。我们的现实目标是化乱为治，并逐渐提升 Web 性能；远景目标则是为确保可以发布新版本的 HTTP 做好准备，这样 Web 才不会受制于一份过时的协议。

从这个角度来看，我们已经成功了。当然，我们要做的还有很多。

——Mark Nottingham

Mark Nottingham 在 HTTP 工作组已经 10 多年了。对本书来说尤其有意义的是，当 HTTP/2 完成的时候，他担任工作组主席。他现在是工作组负责 QUIC 的主席，也曾是 Akamai Foundry 团队的一员。

前言

HTTP/2, 简称 h2, 是万维网 (World Wide Web) 所使用的 HTTP 网络协议的一个重大修订版本, 其目的是提升加载 Web 内容时的感知性能。

自从 1999 年 HTTP/1.1 (h1) 通过以来, Web 发生了翻天覆地的变化。最早大小只有几千字节、包含资源只有个位数、主要基于文本的网页, 如今已发展为平均大小超过 2MB¹、包含资源数平均为 140 的富媒体网站。然而, 用来传输 Web 内容的 HTTP 协议这些年并没有什么变化。于是一个新的工种出现了: Web 性能专家, 他们精于发掘变通办法, 在原有协议上提升网页加载速度。大家对性能的期望也改变了——在 20 世纪 90 年代后期, 大家愿意为一个页面等上 7 秒, 而技术和市场调研公司 Forrester Research 在 2009 年的一项研究中发现, 在线购物者期望单个页面能在 2 秒内完成加载, 其中很大一部分用户会放弃加载时间超过 3 秒的页面。近期 Google 的一项研究表明, 甚至 400 毫秒 (一眨眼的的时间) 的延迟, 都可能降低人们的搜索意愿。

这就是 h2 诞生的原因——该协议可以更好地适应如今的复杂页面, 同时又不牺牲速度。HTTP/2 的应用在不断增多, 因为越来越多的网站管理员意识到, 他们可以借此花很小的成本来提高他们网站的感知性能。

我们每天都在使用 h2——它支撑了若干最流行的网站, 如 Facebook、Twitter、Google 和 Wikipedia——但很多人并不了解它。我们的目标是讲解 h2 的原理及其性能优势, 这样你就可以充分利用它。

本书目标读者

不管你在工作中扮演什么角色, 只要你的工作涉及网站生命周期的任意部分, 本书就会对你有所帮助。本书的目标读者是网站开发和运维人员, 以及那些正考虑要实现 h2 或者希望了解 h2 如何工作的人。

注 1: <http://httparchive.org/trends.php?s=Top1000&minlabel=Oct+15+2015&maxlabel=Oct+1+2016>

阅读本书要求你熟悉 Web 浏览器、Web 服务器、网站和 HTTP 协议的基础知识。

本书涵盖范围

本书的目标是讲解 h2，并帮你充分利用新版的 HTTP 协议。本书不是一份针对所有 h2 客户端、服务器、调试工具、性能基准测试的全面指南。本书虽然是为不太熟悉 HTTP/2 的人而准备的，但专家没准儿也会觉得这是份称手的资源。

推荐资源

你可以浏览本书在 O'Reilly 网站上的页面 (<http://shop.oreilly.com/product/0636920052326.do>) 获取更多信息。此外，我还推荐以下这些书。

- 《高性能网站建设指南》，作者 Steve Souders，前端工程师的基础知识。
- 《高性能网站建设进阶指南》，作者 Steve Souders，Web 开发者的性能最佳实践。
- 《Web 性能权威指南》²，作者 Ilya Grigorik，快速上手指南，关于各种网络、传输协议、应用协议，以及浏览器中可用的 API。
- 《WebPageTest 应用指南》，作者 Rick Viscomi、Andy Davies 和 Marcel Duran，介绍 WebPagetest 的基础和高级应用，WebPagetest 是一个用以优化网站的免费性能检测工具。
- *High Performance Mobile Web*³，作者 Maximiliano Firtman，介绍如何优化移动网站和移动应用性能。
- *http2 explained* (<https://daniel.haxx.se/http2/>)，作者 Daniel Stenberg。

排版约定

本书使用了下列排版约定。

- **黑体**
表示新术语或重点强调的内容。
- 等宽字体 (`constant width`)
表示程序片段，以及正文中出现的变量、函数名、数据库、数据类型、环境变量、语句和关键字等。
- 加粗等宽字体 (`constant width bold`)
表示应该由用户输入的命令或其他文本。

注 2：该书已由人民邮电出版社出版，书号：9787115349101。——编者注

注 3：该书中文版即将由人民邮电出版社出版，暂名《高性能移动 Web 开发》，参见 <http://www.it-ebooks.com.cn/book/1911>。——编者注

- 等宽斜体 (*constant width italic*)
表示应该由用户输入的值或根据上下文确定的值替换的文本。



该图标表示提示或建议。



该图标表示一般注记。



该图标表示警告或警示。

使用代码示例

补充材料（代码示例、练习等）可以从 <https://github.com/oreillymedia/learning-http2> 下载。

本书是要帮你完成工作的。一般来说，如果本书提供了示例代码，你可以把它用在你的程序或文档中。除非你使用了很大一部分代码，否则无需联系我们获得许可。比如，用本书的几个代码片段写一个程序就无需获得许可，销售或分发 O'Reilly 图书的示例光盘则需要获得许可；引用本书中的示例代码回答问题无需获得许可，将书中大量的代码放到你的产品文档中则需要获得许可。

我们很希望但并不强制要求你在引用本书内容时加上引用说明。引用说明一般包括书名、作者、出版社和 ISBN。比如：“*Learning HTTP/2* by Stephen Ludin and Javier Garza (O'Reilly). Copyright 2017 Stephen Ludin and Javier Garza, 978-1-491-96244-2.”

如果你觉得自己对示例代码的用法超出了上述许可的范围，欢迎你通过 permissions@oreilly.com 与我们联系。

O'Reilly Safari



Safari（前身为 Safari Books Online）是企业、政府、教育机构和个人提供的会员制的培训和参考平台。

会员可以观看和收听来自 250 多家出版商的上千种图书、培训视频、学习路径、互动教程和推荐歌单。这些出版商包括 O'Reilly Media、Harvard Business Review、Prentice Hall