HZ BOOKS
华章IT

Linux/Unix
技术丛书

深入理解Nginx

模块开发与架构解析

第 2 版

陶辉 著

Understanding Nginx

Modules Development and Architecture Resolving (Second Edition)

- Nginx模块开发领域里程碑之作的升级版，多位权威专家联袂推荐
- 深度还原Nginx设计思想，揭示快速开发简单高效Nginx模块的技巧；透彻解析Nginx架构，拓展开发高性能Web服务器的思路

机械工业出版社
China Machine Press

Linux/Unix
技术丛书

深入理解Nginx

模块开发与架构解析

第 2 版

Understanding Nginx

Modules Development and Architecture Resolving (Second Edition)

陶辉 著

机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目（CIP）数据

深入理解 Nginx：模块开发与架构解析 / 陶辉著 . —2 版 . —北京：机械工业出版社，2016.2
（Linux/Unix 技术丛书）

ISBN 978-7-111-52625-4

I. 深… II. 陶… III. 互联网络 - 网络服务器 IV. TP368.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2016）第 010106 号

深入理解 Nginx：模块开发与架构解析（第 2 版）

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：佘 洁 责任校对：殷 虹
印 刷：中国电影出版社印刷厂 版 次：2016 年 2 月第 2 版第 1 次印刷
开 本：186mm × 240mm 1/16 印 张：40
书 号：ISBN 978-7-111-52625-4 定 价：99.00 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）88379426 88361066 投稿热线：（010）88379604
购书热线：（010）68326294 88379649 68995259 读者信箱：hzit@hzbook.com

Preface 前　言

为什么要写这本书

自第 1 版发行以来，笔者很欣慰得到了广大读者的认可。本书一直致力于说明开发 Nginx 模块的必备知识，然而由于 Nginx 功能繁多且性能强大，以致必须要了解的基本技能也很庞杂，而第 1 版成书匆忙，缺失了几个进阶的技巧描述（例如如何使用变量、slab 共享内存等），因此决定在第 1 版的基础上进一步完善。

事实上，我们总能在 nginx.conf 配置文件中看到各种带着 $ 符号的变量，只要修改带着变量的这一行行配置，就可以不用编译、部署而使得 Nginx 具备新功能，这些支持变量的 Nginx 模块提供了极为灵活的功能，第 2 版通过新增的第 15 章详细介绍了如何在模块中支持 HTTP 变量，包括如何在代码中使用其他 Nginx 模块提供的变量，以及如何定义新的变量供 nginx.conf 和其他第三方模块使用等。第 16 章介绍了 slab 共享内存，这是一套适用于小块内存快速分配释放的内存管理方式，它非常高效，分配与释放速度都是以纳秒计算的，常用于多个 worker 进程之间的通信，这比第 14 章介绍的原始的共享内存通信方式要先进很多。第 16 章不仅详细介绍了它的实现方式，也探讨了它的优缺点，比如，如果模块间要共享的单个对象常常要消耗数 KB 的空间，这时就需要修改它的实现（例如增大定义的 slab 页大小），以避免内存的浪费等。

Nginx 内存池在第 1 版中只是简单带过，第 2 版中新增了 8.7 节介绍了内存池的实现细节，以帮助读者用好最基础的内存池功能。

此外，很多读者反馈需要结合 TCP 来谈谈 Nginx，因此在 9.10 节中笔者试图在不陷入 Linux 内核细节的情况下，简要介绍了 TCP 以清晰了解 Nginx 的事件框架，了解 Nginx 的高并发能力。

这一版新增的第 15 章的样例代码可以从 http://nginx.taohui.org.cn 站点上下载。

因笔者工作繁忙，以致第 2 版拖稿严重，读者的邮件也无法及时回复，非常抱歉。从这

版开始会把曾经的回复整理后放在网站上，想必这比回复邮件要更有效率些。

读者对象

本书适合以下读者阅读。

- 对 Nginx 及如何将它搭建成一个高性能的 Web 服务器感兴趣的读者。
- 希望通过开发特定的 HTTP 模块实现高性能 Web 服务器的读者。
- 希望了解 Nginx 的架构设计，学习其怎样充分使用服务器上的硬件资源的读者。
- 了解如何快速定位、修复 Nginx 中深层次 Bug 的读者。
- 希望利用 Nginx 提供的框架，设计出任何基于 TCP 的、无阻塞的、易于扩展的服务器的读者。

背景知识

如果仅希望了解怎样使用已有的 Nginx 功能搭建服务器，那么阅读本书不需要什么先决条件。但如果希望通过阅读本书的第二、第三两部分，来学习 Nginx 的模块开发和架构设计技巧时，则必须了解 C 语言的基本语法。在阅读本书第三部分时，需要读者对 TCP 有一个基本的了解，同时对 Linux 操作系统也应该有简单的了解。

如何阅读本书

我很希望将本书写成一本“step by step”式（循序渐进式）的书籍，因为这样最能节省读者的时间，然而，由于 3 个主要写作目的想解决的问题都不是那么简单，所以这本书只能做一个折中的处理。

在第一部分的前两章中，将只探讨如何使用 Nginx 这一个问题。阅读这一部分的读者不需要了解 C 语言，就可以学习如何部署 Nginx，学习如何向其中添加各种官方、第三方的功能模块，如何通过修改配置文件来更改 Nginx 及各模块的功能，如何修改 Linux 操作系统上的参数来优化服务器性能，最终向用户提供企业级的 Web 服务器。这一部分介绍配置项的方式，更偏重于领着对 Nginx 还比较陌生的读者熟悉它，通过了解几个基本 Nginx 模块的配置修改方式，进而使读者可以通过查询官网、第三方网站来了解如何使用所有 Nginx 模块的用法。

在第二部分的第 3 章～第 7 章中，都是以例子来介绍 HTTP 模块的开发方式的，这里有些接近于“step by step”的学习方式，我在写作这一部分时，会通过循序渐进的方式使读者能够快速上手，同时会穿插着介绍其常见用法的基本原理。

在第三部分，将开始介绍 Nginx 的完整框架，阅读到这里将会了解第二部分中 HTTP 模块为何以此种方式开发，同时将可以轻易地开发 Nginx 模块。这一部分并不仅仅满足于阐述

Nginx 架构，而是会探讨其为何如此设计，只有这样才能抛开 HTTP 框架、邮件代理框架，实现一种新的业务框架、一种新的模块类型。

对于 Nginx 的使用还不熟悉的读者应当从第 1 章开始学习，前两章将帮助你快速了解 Nginx。

使用过 Nginx，但对如何开发 Nginx 的 HTTP 模块不太了解的读者可以直接从第 3 章开始学习，在这一章阅读完后，即可编写一个功能大致完整的 HTTP 模块。然而，编写企业级的模块必须阅读完第 4 章才能做到，这一章将会介绍编写产品线上服务器程序时必备的 3 个手段。第 5 章举例说明了两种编写复杂 HTTP 模块的方式，在第三部分会对这两个方式有进一步的说明。第 6 章介绍一种特殊的 HTTP 模块——HTTP 过滤模块的编写方法。第 7 章探讨基础容器的用法，这同样是复杂模块的必备工具。

如果读者对于普通 HTTP 模块的编写已经很熟悉，想深入地实现更为复杂的 HTTP 模块，或者想了解邮件代理服务器的设计与实现，或者希望编写一种新的处理其他协议的模块，或者仅仅想了解 Nginx 的架构设计，都可以直接从第 8 章开始学习，这一章会从整体上系统介绍 Nginx 的模块式设计。第 9 章的事件框架是 Nginx 处理 TCP 的基础，这一章无法跳过。阅读第 8 章、第 9 章时可能会遇到许多第 7 章介绍过的容器，这时可以回到第 7 章查询其用法和意义。第 10 章～第 12 章在介绍 HTTP 框架，通过这 3 章的学习会对 HTTP 模块的开发有深入的了解，同时可以学习 HTTP 框架的优秀设计。第 13 章简单介绍了邮件代理服务器的设计，它近似于简化版的 HTTP 框架。第 14 章介绍了进程间同步的工具。第 15 章介绍了 HTTP 变量，包括如何使用已有变量、支持用户在 nginx.conf 中修改变量的值、支持其他模块开发者使用自己定义的变量等。第 16 章介绍了 slab 共享内存，该内存极为高效，可用于多个 worker 进程间的通信。

为了不让读者陷入代码的“汪洋大海”中，在本书中大量使用了图表，这样可以使读者快速、大体地了解流程和原理，在这基础上，如果读者还希望了解代码是如何实现的，可以针对性地阅读源代码中的相应方法。在代码的关键地方会通过添加注释的方式加以说明。希望这种方式能够帮助读者减少阅读花费的时间，更快、更好地把握住 Nginx，同时深入到细节中。

写作本书第 1 版时，Nginx 的最新稳定版本是 1.0.14，所以当时是基于此版本来写作的。截止到第 2 版完成时，Nginx 的稳定版本已经上升到了 1.8.0。但这不会对本书的阅读造成困惑，笔者验证过示例代码，均可以运行在最新版本的 Nginx 中，这是因为本书主要是在介绍 Nginx 的基本框架代码，以及怎样使用这些框架代码开发新的 Nginx 模块。在这些基本框架代码中，Nginx 一般不会做任何改变，否则已有的大量 Nginx 模块将无法工作，这种损失是不可承受的。而且 Nginx 框架为具体的功能模块提供了足够的灵活性，修改功能时很少需要修改

框架代码。

Nginx 是跨平台的服务器，然而这本书将只针对于最常见的 Linux 操作系统进行分析，这样做一方面是篇幅所限，另一方面则是本书的写作目的主要在于告诉大家如何基于 Nginx 编写代码，而不是怎样在一个具体的操作系统上修改配置使用 Nginx。因此，即使本书以 Linux 系统为代表讲述 Nginx，也不会影响使用其他操作系统的读者阅读，操作系统的差别相对于本书内容的影响实在是非常小。

勘误和支持

由于作者的水平有限，加之编写的时间也很仓促，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。为此，我特意创建了一个在线支持与应急方案的二级站点：http://nginx.weebly.com。读者可以将书中的错误发布在 Bug 勘误表页面中，同时如果读者遇到任何问题，也可以访问 Q&A 页面，我将尽量在线上为读者提供最满意的解答。书中的全部源文件都将发布在这个网站上，我也会将相应的功能更新及时发布出来。如果你有更多的宝贵意见，也欢迎你发送邮件至我的邮箱 russelltao@foxmail.com，期待能够听到读者的真挚反馈。

致谢

我首先要感谢 Igor Sysoev，他在 Nginx 设计上展现的功力令人折服，正是他的工作成果才有了本书诞生的意义。

lisa 是机械工业出版社华章公司的优秀编辑，非常值得信任。在这半年的写作过程中，她花费了很多时间、精力来阅读我的书稿，指出了许多文字上和格式上的错误，她提出的建议都大大提高了本书的可读性。

在这半年时间里，一边工作一边写作给我带来了很大的压力，所以我要感谢我的父母在生活上对我无微不至的照顾，使我可以全力投入到写作中。繁忙的工作之余，写作又占用了休息时间的绝大部分，感谢我的太太毛业勤对我的体谅和鼓励，让我始终以高昂的斗志投入到本书的写作中。

感谢我工作中的同事们，正是在与他们一起战斗在一线的日子里，我才不断地对技术有新地感悟；正是那些充满激情的岁月，才使得我越来越热爱服务器技术的开发。

谨以此书，献给我最亲爱的家人，以及众多热爱 Nginx 的朋友。

陶辉

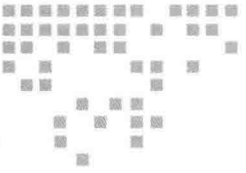
2015 年 10 月

Contents 目　录

第一部分 Part 1

Nginx 能帮我们做什么

- 第 1 章　研究 Nginx 前的准备工作
- 第 2 章　Nginx 的配置



Chapter 1 第 1 章

研究 Nginx 前的准备工作

2012 年，Nginx 荣获年度云计算开发奖（2012 Cloud Award for Developer of the Year），并成长为世界第二大 Web 服务器。全世界流量最高的前 1000 名网站中，超过 25% 都使用 Nginx 来处理海量的互联网请求。Nginx 已经成为业界高性能 Web 服务器的代名词。

那么，什么是 Nginx？它有哪些特点？我们选择 Nginx 的理由是什么？如何编译安装 Nginx？这种安装方式背后隐藏的又是什么样的思想呢？本章将会回答上述问题。

1.1 Nginx 是什么

人们在了解新事物时，往往习惯通过类比来帮助自己理解事物的概貌。那么，我们在学习 Nginx 时也采用同样的方式，先来看看 Nginx 的竞争对手——Apache、Lighttpd、Tomcat、Jetty、IIS，它们都是 Web 服务器，或者叫做 WWW（World Wide Web）服务器，相应地也都具备 Web 服务器的基本功能：基于 REST 架构风格[⊖]，以统一资源描述符（Uniform Resource Identifier，URI）或者统一资源定位符（Uniform Resource Locator，URL）作为沟通依据，通过 HTTP 为浏览器等客户端程序提供各种网络服务。然而，由于这些 Web 服务器在设计阶段就受到许多局限，例如当时的互联网用户规模、网络带宽、产品特点等局限，并且各自的定位与发展方向都不尽相同，使得每一款 Web 服务器的特点与应用场合都很鲜明。

Tomcat 和 Jetty 面向 Java 语言，先天就是重量级的 Web 服务器，它的性能与 Nginx 没有可比性，这里略过。

⊖ 参见 Roy Fielding 博士的论文《Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures》，可在 http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm 查看原文。