

## 35 | OpenResty：更灵活的Web服务器

2019-08-16 Chrono

《透视HTTP协议》

课程介绍 >



讲述：Chrono

时长 11:20 大小 12.98M



在上一讲里，我们看到了高性能的 Web 服务器 Nginx，它资源占用少，处理能力高，是搭建网站的首选。

虽然 Nginx 成为了 Web 服务器领域无可争议的“王者”，但它也并不是没有缺点的，毕竟它已经 15 岁了。

“一个人很难超越时代，而时代却可以轻易超越所有人”，Nginx 当初设计时针对的应用场景已经发生了变化，它的一些缺点也就暴露出来了。

领资料

Nginx 的服务管理思路延续了当时的流行做法，使用磁盘上的静态配置文件，所以每次修改后必须重启才能生效。



这在业务频繁变动的时候是非常致命的（例如流行的微服务架构），特别是对于拥有成千上万台服务器的网站来说，仅仅增加或者删除一行配置就要分发、重启所有的机器，对运维是一个

非常大的挑战，要耗费很多的时间和精力，成本很高，很不灵活，难以“随需应变”。

那么，有没有这样的一个 Web 服务器，它有 Nginx 的优点却没有 Nginx 的缺点，既轻量级、高性能，又灵活、可动态配置呢？

这就是我今天要说的 OpenResty，它是一个“更好更灵活的 Nginx”。

## OpenResty 是什么？

其实你对 OpenResty 并不陌生，这个专栏的实验环境就是用 OpenResty 搭建的，这么多节课下来，你应该或多或少对它有了一些印象吧。

OpenResty 诞生于 2009 年，到现在刚好满 10 周岁。它的创造者是当时就职于某宝的“神级”程序员**章亦春**，网名叫“agentzh”。

OpenResty 并不是一个全新的 Web 服务器，而是基于 Nginx，它利用了 Nginx 模块化、可扩展的特性，开发了一系列的增强模块，并把它们打包整合，形成了一个“**一站式**”的 Web 开发平台。

虽然 OpenResty 的核心是 Nginx，但它又超越了 Nginx，关键就在于其中的 ngx\_lua 模块，把小巧灵活的 Lua 语言嵌入了 Nginx，可以用脚本的方式操作 Nginx 内部的进程、多路复用、阶段式处理等各种构件。

脚本语言的好处你一定知道，它不需要编译，随写随执行，这就免去了 C 语言编写模块漫长的开发周期。而且 OpenResty 还把 Lua 自身的协程与 Nginx 的事件机制完美结合在一起，优雅地实现了许多其他语言所没有的“**同步非阻塞**”编程范式，能够轻松开发出高性能的 Web 应用。

目前 OpenResty 有两个分支，分别是开源、免费的“OpenResty”和闭源、商业产品的“OpenResty+”，运作方式有社区支持、OpenResty 基金会、OpenResty.Inc 公司，还有其他的一些外界赞助（例如 Kong、CloudFlare），正在蓬勃发展。

领资料





顺便说一下 OpenResty 的官方 logo，是一只展翅飞翔的海鸥，选择海鸥是因为“鸥”与 OpenResty 的发音相同。另外，这个 logo 的形状也像是左手比出的一个“OK”姿势，正好也是一个“O”。

## 动态的 Lua

刚才说了，OpenResty 里的一个关键模块是 ngx\_lua，它为 Nginx 引入了脚本语言 Lua。

Lua 是一个比较“小众”的语言，虽然历史比较悠久，但名气却没有 PHP、Python、JavaScript 大，这主要与它的自身定位有关。



领资料



Lua 的设计目标是嵌入到其他应用程序里运行，为其他编程语言带来“脚本化”能力，所以它的“个头”比较小，功能集有限，不追求“大而全”，而是“小而美”，大多数时间都“隐匿”在其他应用程序的后面，是“无名英雄”。

你或许玩过或者听说过《魔兽世界》《愤怒的小鸟》吧，它们就在内部嵌入了 Lua，使用 Lua 来调用底层接口，充当“胶水语言”（glue language），编写游戏逻辑脚本，提高开发效率。

OpenResty 选择 Lua 作为“工作语言”也是基于同样的考虑。因为 Nginx C 开发实在是太麻烦了，限制了 Nginx 的真正实力。而 Lua 作为“最快的脚本语言”恰好可以成为 Nginx 的完美搭档，既可以简化开发，性能上又不会有太多的损耗。

作为脚本语言，Lua 还有一个重要的“**代码热加载**”特性，不需要重启进程，就能够从磁盘、Redis 或者任何其他地方加载数据，随时替换内存里的代码片段。这就带来了“**动态配置**”，让 OpenResty 能够永不停机，在微秒、毫秒级别实现配置和业务逻辑的实时更新，比起 Nginx 秒级的重启是一个极大的进步。

你可以看一下实验环境的“www/lua”目录，里面存放了我写的一些测试 HTTP 特性的 Lua 脚本，代码都非常简单易懂，就像是普通的英语“阅读理解”，这也是 Lua 的另一个优势：易学习、易上手。

## 高效率的 Lua

OpenResty 能够高效运行的一大“秘技”是它的“**同步非阻塞**”编程范式，如果你要开发 OpenResty 应用就必须时刻铭记于心。

“同步非阻塞”本质上还是一种“**多路复用**”，我拿上一讲的 Nginx epoll 来对比解释一下。

epoll 是操作系统级别的“多路复用”，运行在内核空间。而 OpenResty 的“同步非阻塞”则是基于 Lua 内建的“**协程**”，是应用程序级别的“多路复用”，运行在用户空间，所以它的资源消耗要更少。

OpenResty 里每一段 Lua 程序都由协程来调度运行。和 Linux 的 epoll 一样，每当可能发生阻塞的时候“协程”就会立刻切换出去，执行其他的程序。这样单个处理流程是“阻塞”的，但整个 OpenResty 却是“非阻塞的”，多个程序都“复用”在一个 Lua 虚拟机里运行。

领资料





下面的代码是一个简单的例子，读取 POST 发送的 body 数据，然后再发回客户端：

```
1 ngx.req.read_body()           -- 同步非阻塞(1)
2
3 local data = ngx.req.get_body_data()
4 if data then
5     ngx.print("body: ", data)  -- 同步非阻塞(2)
6 end
```

复制代码

代码中的“`ngx.req.read_body`”和“`ngx.print`”分别是数据的收发动作，只有收到数据才能发送数据，所以是“同步”的。

但即使因为网络原因没收到或者发不出去，OpenResty 也不会在这里阻塞“干等着”，而是做个“记号”，把等待的这段 CPU 时间用来处理其他的请求，等网络可读或者可写时再“回来”接着运行。

假设收发数据的等待时间是 10 毫秒，而真正 CPU 处理的时间是 0.1 毫秒，那么 OpenResty 就可以在这 10 毫秒内同时处理 100 个请求，而不是把这 100 个请求阻塞排队，用 1000 毫秒来处理。

领资料

除了“同步非阻塞”，OpenResty 还选用了 **LuaJIT** 作为 Lua 语言的“运行时 (Runtime)”，进一步“挖潜增效”。



LuaJIT 是一个高效的 Lua 虚拟机，支持 JIT (Just In Time) 技术，可以把 Lua 代码即时编译成“本地机器码”，这样就消除了脚本语言解释运行的劣势，让 Lua 脚本跑得和原生 C 代码一样快。

另外，LuaJIT 还为 Lua 语言添加了一些特别的增强，比如二进制位运算库 bit，内存优化库 table，还有 FFI (Foreign Function Interface) ，让 Lua 直接调用底层 C 函数，比原生的压栈调用快很多。

## 阶段式处理

和 Nginx 一样，OpenResty 也使用“流水线”来处理 HTTP 请求，底层的运行基础是 Nginx 的“阶段式处理”，但它又有自己的特色。

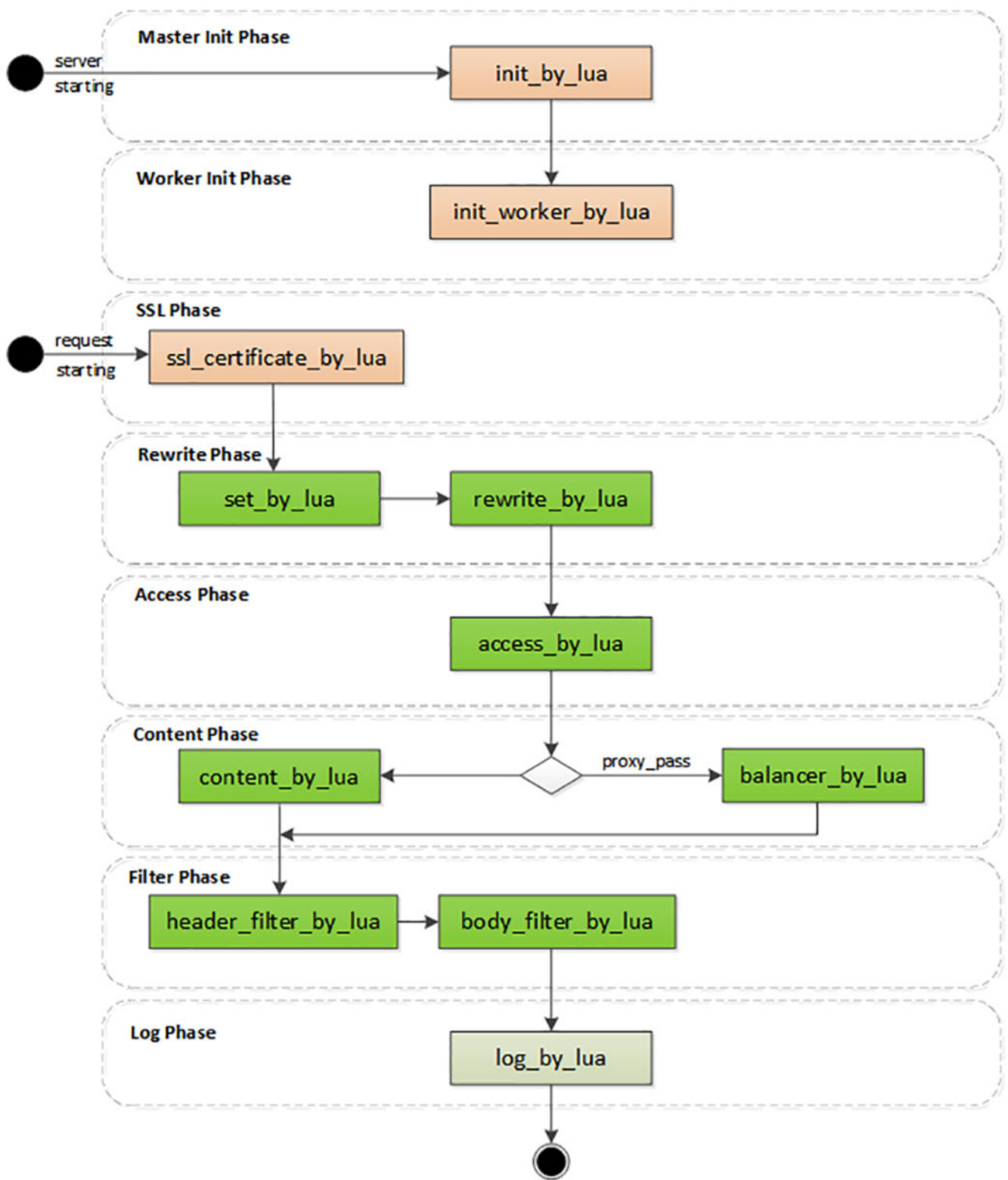
Nginx 的“流水线”是由一个个 C 模块组成的，只能在静态文件里配置，开发困难，配置麻烦（相对而言）。而 OpenResty 的“流水线”则是由一个个的 Lua 脚本组成的，不仅可以从磁盘上加载，也可以从 Redis、MySQL 里加载，而且编写、调试的过程非常方便快捷。

下面我画了一张图，列出了 OpenResty 的阶段，比起 Nginx，OpenResty 的阶段更注重对 HTTP 请求响应报文的加工和处理。

领资料







OpenResty 里有几个阶段与 Nginx 是相同的，比如 rewrite、access、content、filter，这些都是标准的 HTTP 处理。



在这几个阶段里可以用“xxx\_by\_lua”指令嵌入 Lua 代码，执行重定向跳转、访问控制、产生响应、负载均衡、过滤报文等功能。因为 Lua 的脚本语言特性，不用考虑内存分配、资源回

收释放等底层的细节问题，可以专注于编写非常复杂的业务逻辑，比 C 模块的开发效率高很多，即易于扩展又易于维护。

OpenResty 里还有两个不同于 Nginx 的特殊阶段。

一个是“**init 阶段**”，它又分成“master init”和“worker init”，在 master 进程和 worker 进程启动的时候运行。这个阶段还没有开始提供服务，所以慢一点也没关系，可以调用一些阻塞的接口初始化服务器，比如读取磁盘、MySQL，加载黑白名单或者数据模型，然后放进共享内存里供运行时使用。

另一个是“**ssl 阶段**”，这算得上是 OpenResty 的一大创举，可以在 TLS 握手时动态加载证书，或者发送“OCSP Stapling”。

还记得 [第 29 讲](#)里说的“SNI 扩展”吗？Nginx 可以依据“服务器名称指示”来选择证书实现 HTTPS 虚拟主机，但静态配置很不灵活，要编写很多雷同的配置块。虽然后来 Nginx 增加了变量支持，但它每次握手都要读磁盘，效率很低。

而在 OpenResty 里就可以使用指令“ssl\_certificate\_by\_lua”，编写 Lua 脚本，读取 SNI 名字后，直接从共享内存或者 Redis 里获取证书。不仅没有读盘阻塞，而且证书也是完全动态可配置的，无需修改配置文件就能够轻松支持大量的 HTTPS 虚拟主机。

## 小结

1. Nginx 依赖于磁盘上的静态配置文件，修改后必须重启才能生效，缺乏灵活性；
2. OpenResty 基于 Nginx，打包了很多有用的模块和库，是一个高性能的 Web 开发平台；
3. OpenResty 的工作语言是 Lua，它小巧灵活，执行效率高，支持“代码热加载”；
4. OpenResty 的核心编程范式是“同步非阻塞”，使用协程，不需要异步回调函数；
5. OpenResty 也使用“阶段式处理”的工作模式，但因为在阶段里执行的都是 Lua 代码，所以非常灵活，配合 Redis 等外部数据库能够实现各种动态配置。

## 课下作业

1. 谈一下这些天你对实验环境里 OpenResty 的感想和认识。
2. 你觉得 Nginx 和 OpenResty 的“阶段式处理”有什么好处？对你的实际工作有没有启发？

领资料







## == 课外小贴士 ==

- 01 Nginx 自己也意识到了静态配置文件的缺点，所以引入了 JavaScript 作为可编程配置脚本，实现了一定程度上的动态配置，另外还单独开发了类似 Envoy 的全动态应用服务器“Nginx Unit”。
- 02 OpenResty 其实还有一个“官方”的中文名字，叫“鸥锐”，来自于 OpenResty 的谐音，但知道的人很少，用的人就更少了。
- 03 2015 年 11 月，首届 OpenResty 开发大会在北京 798 园区召开，我有幸参加了第一天的公开大会和第二天的闭门小会，正是在闭门小会上提出了建立 OpenResty 基金会的设想。
- 04 对于网名“agentzh”（zh，即汉语拼音 zhang），章亦春特别在意要“全小写”，半开玩笑半认

真地说“千万不能首字母大写,特别难看,是‘禁区’。”

- 05 OpenResty 还提供一个命令行工具“resty”,可以解释运行 Lua 代码,利用它就能够写出比肩 Shell、Python、Perl 的高效脚本,而且 100% 无阻塞。
- 06 在 OpenResty 1.13.6.2 之前, LuaJIT 的虚拟机最多只能使用 2GB 内存,如果操作超长字符串就很容易发生内存分配失败错误。现在的 OpenResty 默认启用了新的“GC64”模式,内存的上限是 128TB。
- 07 你还可以对比着 Node.js 来理解 OpenResty。Node.js 也是一个应用服务开发平台,使用的是脚本语言 JavaScript,运行在 V8 虚拟机上,下层的支撑平台 libuv 利用 epoll 实现了高性能。

领资料

分享给需要的人, Ta订阅超级会员, 你将得 50 元

Ta单独购买本课程, 你将得 20 元

生成海报并分享

© 版权归极客邦科技所有，未经许可不得传播售卖。页面已增加防盗追踪，如有侵权极客邦将依法追究其法律责任。

上一篇    34 | Nginx：高性能的Web服务器

下一篇    36 | WAF：保护我们的网络服务

## 学习推荐

# JVM + NIO + Spring

## 各大厂面试题及知识点详解

限时免费 📌



## 精选留言 (17)

💬 写留言



锦

2019-08-16

老师好，多路复用理解起来有点困难，主语是什么呢？多路 复用分别怎么理解呢？

作者回复: 英文是I/O multiplexing，就是指多个I/O请求“复用”到一个进程或线程里处理，而不是开多个进程、线程处理。

可以看示意图再体会一下。



👍 22

📄 领资料





阿锋

2019-08-17

域名一般都是带www，也可以不带www，这两者有什么区别？www的作用是什么？

作者回复: www是“主机名”，也就是表示这台主机用于提供万维网服务。

但现在大部分互联网上的主机都是http服务器，所以www现在只是一个“历史习惯”了，比如极客时间的网站“time.geekbang.org”，虽然不是www，但也是http服务。

不带www是域名的一种简化，通常会使用重定向跳转到其他的域名。



12



闫飞

2019-08-19

看起来OpenResty的核心武器是协程模型和Lua语言嵌入融合，合理照顾到了开发效率和程序执行效率之间的平衡。

作者回复: 对。



9



-W.LI-

2019-08-16

老师好!

同步阻塞:代码同步顺序执行，等待阻塞操作完成继续往下走。

同步非阻塞:代码顺序执行，遇见阻塞操作时，CPU执行世间会让出去，得到结果时通过callBack继续回到之前阻塞的地方。

大概是这样么？

然后就是同步阻塞的话，在阻塞的时候会占用CPU执行时间么？

同步非阻塞的话，遇到阻塞操作，主线程直接让出CPU执行时间，上下文会切换么？上下文切换开销会很大吧，如果只是让出怎么实现阻塞数据就绪时不被分配cpu，如果一直没回调这个线程会死锁么？

代码中请求，redis，数据库这些操作是同步阻塞，还是同步非阻塞？

作者回复:

1.基本正确，但同步阻塞的时候是这个线程被阻塞了，操作系统会把这个线程切换出去干别的，不会耗cpu，相当于这个线程没有充分利用cpu给它的资源。

2.同步非阻塞，是线程自己主动切换cpu给其他任务，但并没有让出cpu给其他线程或进程，因为在用

领资料



户态，所以成本低，底层是epoll和Nginx的事件机制。

3.有超时机制，超时就会任务执行失败，不会死锁。

4.OpenResty的代码都是同步非阻塞的。



6



业余草

2019-08-23

老师不写OpenResty专栏亏才了

作者回复: 可以看实体书《OpenResty完全开发指南》。



4



djfhchdh

2019-08-16

2、“阶段式处理”，我的理解这个与“流水线”很像，许多的业务流程模型其实都可以抽象为流水线，通过配置化的方法，可以定制化地把各个模块组成业务流水线

作者回复: good



4



Aemon

2021-03-10

nginx reload不影响应用吧？秒级是认真的吗？

作者回复: 我曾经见过一个Nginx实例重启，要加载几百几千个配置文件，那速度.....



2



许童童

2019-08-16

老师你好，可以说一下OpenResty 和 nginx njs 有什么区别吗？

作者回复: OpenResty现在已经是一个成熟的Web开发生态体系了，已经有很多商业公司基于OpenResty开发各种业务应用，底层的LuaJIT性能很高，保证了它的运行效率。

njs现在还是处于起步阶段，功能比较弱，Nginx对它的定位是“可编程配置语言”，关注点还是在辅助

领资料





Nginx，而不是用来开发复杂的业务逻辑。

还有很重要的一点是OpenResty里的LuaJIT支持FFI，可以直接调用C接口，扩展性极高，而njs这方面的能力为零，只能限制在vm里。



👍 2



许童童

2019-08-16

谈一下这些天你对实验环境里 OpenResty 的感想和认识。

我感觉有些时候，写代码比写配置文件更加灵活，OpenResty 通过Lua脚本就可以达到这个效果。

你觉得 Nginx 和 OpenResty 的“阶段式处理”有什么好处？对你的实际工作有没有启发？阶段式处理，有点类似一个类的生命周期，又有点类似责任链模式。实际工作中编写前端组件，也可以采取类似的方式，把组件渲染分阶段，生命周期细分，使组件更专注更内聚。

作者回复: 说的挺好。

其实Nginx最初的模块设计就是想把配置文件弄成语言的形式，通过模块实现指令来增加语言里的词汇，但Nginx的配置文件修改后必须重启，而且C模块开发太麻烦。

OpenResty引入Lua后C模块开发的就越来越少了，因为脚本语言比简单的指令更灵活，开发的成本也更低。



👍 2



dahai

2020-09-06

Nginx 的服务管理思路延续了当时的流行做法，使用磁盘上的静态配置文件，所以每次修改后必须重启才能生效。

Nginx 有reload 命令，只是不是自动reload。

作者回复: reload要读取磁盘文件，而配置文件复杂的话这就有一定的成本，而且重启进程的消耗也是不容忽视的。



👍 1

领资料



钱

2020-04-05

同步非阻塞，是线程自己主动切换cpu给其他任务，但并没有让出cpu给其他线程或进程，因



为用户态，所以成本低，底层是epoll和Nginx的事件机制。

老师，这块没太明白，同步和非阻塞原本是矛盾的，一个大动作由多个小动作组成，如果其中一个动作是一个慢动作，而且是同步模式，下面的动作必然会被阻塞住吧？

你上面解释说“线程自己主动切换CPU给其他任务”，

1：那线程什么时候主动切换CPU给其他任务？

2：这里的其他任务指什么？

3：线程主动切换CPU给其他任务后处于什么状态？为什么？

5：还有我的假设中慢动作后面的动作不是被阻塞了吗？

6：还是说维度与层次不同，同步非阻塞的主体是线程，而不是线程中的一系列动作？

作者回复：

1.协程只是同步非阻塞的一种实现方式，两者不完全等同。

2.OpenResty里的线程其实是协程，内部有调度器，当有阻塞的时候就切换到其他的协程（任务）去执行。

3.协程主动yield后就处于暂停状态，可以随时切换回来继续执行，所以它自己是阻塞的，但整个程序不会因为一个协程而被阻塞。

4.可以参考其他语言里的协程概念来理解。记住协程是用户态的线程，而在操作系统来看实际上只要一个线程，所以如果有大量的磁盘io那么必然会阻塞。



👍 2



-W.LI-

2019-08-16

老师好!看完回复好像明白了一点

同步非阻塞:nginx，是单线程模型，主线程类似一个多路复用器(和NIO的IO模型类似?)，所有的请求是以任务形式被受理，任务是交给协程处理。任务结束，主线程检测到事件进行对应操作。主线程和协程一直都在处理任务，所以不会涉及到线程的上下文切换。传统的web服务器，Tomcat这些都是线程池形式的。一个请求交给一个线程，请求阻塞了这个线程就会被切换出去开销很大。nginx协程开销已经小了，又通过事件+异步非阻塞模型减少了上下文切换所以吞吐量就能很大。

领资料

作者回复：基本正确。不过Nginx里没有使用协程，它使用的是epoll的事件机制，向epoll注册socket的读写事件，当socket可读可写时调用响应的处理函数。

你说的协程是应用在OpenResty的Lua虚拟机里。



👍 2



功夫熊猫

2021-10-30

io口多路复用和多线程是我拿c写网络编程用的最多的方法。

作者回复: 现在这个是Linux里的通用做法了, 不过在20年前可不是那么容易的。



J.Smile

2020-01-20

也可能是nginx已经解决了大部分的问题, openresty对很多公司并没有体现出相比nginx的优势, 导致用不起来, 不是很流行, 大家都知道nginx, 但是未必都知道openresty。

作者回复: openresty在CDN等领域用的还是很多的, 很多大公司也在用, 比如阿里京东。



lesserror

2019-12-27

老师, 既然OpenResty这么厉害, 为什么现在大部分公司还是用的Nginx啊? 我公司都有Lua程序员, 但是Web服务器还是用的Nginx。是不是学习和运维成本都挺高的啊?

作者回复: OpenResty出来的比较晚, 而且在最近几年才开始商业化推广, 自然要比Nginx的市场份额要少一些, 相关的资料也少, 不过最近OpenResty的市场占有率已经开始快速增长了。

OpenResty其实就是Nginx加上一些非常有用的开发组件, 本质上还是Nginx, 但开发起来更方便。因为它多了Lua等其他东西, 功能已经不再是单纯的web server, 所以用起来要复杂一点。如果是单纯搭建网站, 没有二次开发的需求, 自然很多人会出于简单的目的选择Nginx, 但我觉得选择OpenResty会更好, 更有潜力。



小二

2019-08-23

多路复用, 这种是需要操作系统底层提供支持吗? 感觉自己的代码再怎么写, 也是多开一个线程在那边等,

作者回复: 目前是这样, 需要操作系统底层有epoll、kqueue等系统调用, 然后基于这些系统调用实现reactor、proactor等模式, 也就是多路复用。

领资料





彩色的沙漠

2019-08-22

老师您在一个同学回复中说“同步阻塞的时候是这个线程被阻塞了，操作系统会把这个线程切出去干别的，不会耗cpu，相当于这个线程没有充分利用cpu资源”，安卓系统用的单线程模型，如果主线程阻塞超时，就会报ANR

作者回复: Android系统不了解，欢迎补充。

共 2 条评论 >



领资料

