

超高性能 Web 服务器(hetao)

厉华

版本修订

文档版本号	修订日期	修订人	修订内容
v1.0.0	2016-08-08	厉华	创建
v1.0.1	2016-08-17	厉华	新增章节 压测
v1.0.2	2016-08-20	厉华	修改章节 虚拟主机 新增章节 内部实现
v1.0.3	2016-08-28	厉华	新增章节 扩大系统限制 重新压测
v1.0.4	2016-09-01	厉华	补充 配置通览和说明
v1.0.5	2016-09-04	厉华	重写 网站配置
v1.0.6	2016-09-06	厉华	重写 配置通览和说明 重写 网站配置
v1.0.7	2016-09-07	厉华	重写 配置通览和说明
v1.0.8	2016-09-08	厉华	重写 配置文件
v1.0.9	2016-09-10	厉华	修改 编译安装 修改 配置文件 新增 配置文件格式检查工具
v1.0.10	2016-09-11	厉华	增加 hetao/0.7.0 压测
v1.0.11	2016-09-18	厉华	概述中新增 hetao 安全机制 随 hetao/0.8.0 增加配置项说明
v1.0.12	2016-10-07	厉华	新增 WINDOWS(VS2008 编译工程) 新增 选择 hetao 的理由
v1.0.13	2016-10-13	厉华	新增 配置文件最小化 新增 用 minihetao 直接启动，无需配置文件
v1.0.14	2016-10-15	厉华	配置文件中的 template 改成 new_uri
v1.0.15	2016-10-17	厉华	新增 WINDOWS 二进制包安装 完善 用 minihetao 直接启动，无需配置文件

v1.0.16	2016-10-21	厉华	新增 配置包含文件
v1.0.17	2016-10-22	厉华	新增 重定向域名功能

目录索引

1	前言	6
2	概述	7
2.1	hetao 功能	7
2.2	hetao 安全机制	8
2.3	选择 hetao 的理由	8
3	安装	9
3.1	Linux 源码包编译安装	9
3.1.1	编译	9
3.1.2	安装	10
3.1.3	用缺省配置第一次启动并测试	11
3.1.4	扩大系统限制	12
3.2	WINDOWS 源码包编译安装(VS2008 工程)	13
3.2.1	创建安装目录结构	13
3.2.2	编译	15
3.2.3	安装为服务	15
3.2.4	用缺省配置第一次启动并测试	16
3.3	WINDOWS 二进制包安装	17
4	配置文件	17
4.1	配置通览和说明	17
4.2	配置文件最小化	25
4.3	网站配置和示例	25
4.3.1	简单的网站配置	26
4.3.2	带域名的虚拟主机网站配置（两个虚拟主机）	26
4.3.3	需要改写 URI 的网站配置（/xxx/yyy 改写为/yyy/xxx）	27
4.3.4	需要重定向域名的网站配置（www.google.com 改写为 www.baidu.com）	27
4.3.5	简单的 HTTPS 网站配置	28
4.3.6	反向代理配置，针对文件类型 php，轮询算法	28

4.3.7	反向代理配置，针对文件类型 php，轮询算法，转发时装载证书变成 HTTPS.....	29
4.4	配置包含文件.....	29
4.5	配置文件格式检查工具	30
5	服务器管理.....	30
5.1	直接用命令管理.....	30
5.2	用自带脚本管理.....	31
5.3	用 minihetao 直接启动，无需配置文件.....	32
6	压测	33
6.1	压测环境	33
6.1.1	压测平台	33
6.1.2	压测客户端.....	33
6.1.3	压测服务端.....	34
6.2	压测方案	36
6.3	压测过程	37
6.4	压测结果	42
7	内部实现.....	45
7.1	系统结构	45
7.2	函数调用关系图.....	46
7.2.1	启动与初始化.....	46
7.2.2	管理进程	46
7.2.3	工作进程	47

1 前言

2010 年，我给行里新核心项目研发了核心后台应用服务平台，采用了定制通讯协议，几年使用下来无论与第三方业务系统（大多数是 JAVA 体系）对接、还是协议效率等方面都感受不好，趁着今年发起研发新一代核心后台应用服务平台契机，重新审视通讯协议的设计，最终选择了 HTTP/1.1。

于是我花时间研发了高性能 HTTP 解析器 `fasterhttp`，在编写示例时想，既然有了 HTTP 解析器为何不研发一个静态页面 Web 服务器呢？于是结合文件系统主动通知机制 `inotify` 研发了 `htmlserver`，改善了传统的被动轮询更新的缓存设计，性能比号称世界最快的 `Nginx` 还要快好几倍，我备受鼓舞。

`htmlserver` 发布后受到了广大网友的巨大反响，除了攻击名字幼稚、版本号和我压测数据作弊的喷子外，还是有不少网友提出了中肯的意见和建议，当然避免不了和 `Nginx` 的功能比较，于是，原只是支持静态页面的研发目标又一次“被逼”扩展为还要支持动态页面、反向代理负载均衡。（好深的坑啊）

原名字已不适合，于是我重新创建了一个项目 `hetao`，`hetao V0.1.0` 从 `htmlserver V1.0.0` 移过来继续研发，计划加入反向代理负载均衡、动态页面接口等一个 Web 服务器应具备的功能。

故事还在继续...

2 概述

hetao 是一款国人原创研发的开源的 C 语言实现的支持高并发、超高性能 Web 服务器，使用高性能 HTTP 解析器 `fasterhttp` 作为其解析核心，在开启 `Keep-Alive` 和 `gzip` 压缩（现代浏览器默认开启）时性能比 `nginx` 约快 3 倍。如此高性能得益于轻巧的架构设计和采用 `Inotify` 文件变化主动通知缓存机制，把大量静态文件尽可能缓存在内存直接读取，比传统的轮询式检查文件机制避免了大量存储 IO。

hetao 的设计理念是快速、稳定和小巧。没有完全采用 `apache` 或 `nginx` 纯模块化架构，因为大多数人使用 `webserver` 一般都会把所有模块都打上，除了动态内容模块（如 `mod_php`），很少见到有人特意去组装模块，那还不如直接全部编译在一起算了，使用简单，避免了管理员或运维人员面对过多选择带来的学习成本。当你需要本地定制化时，直接改代码吧，因为它就是开源的嘛。hetao 只有在动态内容上才设计了模块接口，以适应各种各样的语言架构和开发者。

hetao 目前只支持 `GET` 和 `HEAD` 方法，将来很快会支持 `POST` 动态网页和 `FastCGI`。

2.1 hetao 功能

- * 支持主流操作系统 Linux(基于 `epoll`)、WINDOWS(基于 `IOCP`)
- * 支持 `HTTP/1.0`、`HTTP/1.1`
- * 支持通讯超时控制
- * 支持多侦听端口
- * 支持多虚拟主机
- * 支持自定义错误页面
- * 支持自定义缺省 `index` 文件
- * 支持自适应 `Keep-Alive`
- * 支持自适应 `gzip`、`deflate` 压缩
- * 支持 `HTTPS`

- * 支持反向代理负载均衡（目前支持轮询、最少连接数算法），支持 HTTP 与 HTTPS 互转

- * 支持改写 URI

- * 支持重定向域名

- * 支持优雅重启/重载配置，重启期间完全不中断对外服务

- * 支持工作进程绑定 CPU

- * 支持进程崩溃后自动重启

2.2 hetao 安全机制

- * HTTP 请求报文合法性校验

- * 活跃超时控制（防止僵尸连接）和累积超时控制（防止慢速攻击）

- * 每个 IP 连接数限制

- * 全局最大连接数限制

- * 最大单个文件缓存大小

2.3 选择 hetao 的理由

- * hetao 在 Linux 上的综合性能约比 Nginx 还要快三倍，尤其适合中小型静态文件

- * hetao 是众多开源 Web 服务器中在 WINDOWS 版本唯一全部采用 IOCP 模型。Apache 的 WINDOWS 版本是传统的 Leader-Follow 多进程模型，Nginx 则是多线程 select 模型（玩具？）

- * hetao 配置文件采用 JSON 标准格式，简洁易写，而且支持行注释和块注释。Apache 配置格式比较复杂，Nginx 配置格式多变怪异且不支持块注释

- * hetao 设计精炼，代码结构简洁易读，代码量小，易于改造

- * hetao 是中国国产原创，作者可随时联系交流<calvinwilliams@163.com>，中文资料较多

- * Linux 版提供指定目录直接创建 Web 站点，WINDOWS 版提供了右键目录直

接创建 Web 站点，便于测试页面

3 安装

3.1 Linux 源码包编译安装

3.1.1 编译

从 <http://git.oschina.net/calvinwilliams/hetao> 或 <https://github.com/calvinwilliams/hetao> 上 git clone 或直接下载 zip 包到本地解开，进入 src 目录，执行编译命令，Linux 环境构造文件为 makefile.Linux

```
$ make -f makefile.Linux
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c ListenSession.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c LOGC.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c rbtree.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c list.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c fasterjson.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c fasterhttp.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c IDL_hetao_conf.dsc.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c Util.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c Config.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c Envirment.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c main.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c MonitorProcess.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c WorkerProcess.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c WorkerThread.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c TimerThread.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c OnAcceptingSocket.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c OnReceivingSocket.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c OnSendingSocket.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c VirtualHostHash.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c ProcessHttpRequest.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c OnConnectingForward.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c OnSendingForward.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c OnReceivingForward.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c HttpSession.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c HtmlCacheSession.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c HtmlCacheEventHandler.c
```

```

gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c HtmlCacheWdTree.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c HtmlCachePathfilenameTree.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c HttpSessionTimeoutTree.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c LeastConnectionCountTree.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c MimeTypeHash.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -c RewriteUrl.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -o hetao ListenSession.o LOGC.o rbtree.o list.o
fasterjson.o fasterhttp.o IDL_hetao_conf.dsc.o Util.o Config.o Envirment.o main.o
MonitorProcess.o WorkerProcess.o WorkerThread.o TimerThread.o OnAcceptingSocket.o
OnReceivingSocket.o OnSendingSocket.o VirtualHostHash.o ProcessHttpRequest.o
OnConnectingForward.o OnSendingForward.o OnReceivingForward.o HttpSession.o
HtmlCacheSession.o HtmlCacheEventHandler.o HtmlCacheWdTree.o
HtmlCachePathfilenameTree.o HttpSessionTimeoutTree.o LeastConnectionCountTree.o
MimeTypeHash.o RewriteUrl.o -lpcre -lpthread -lssl -lz
INSTALL CONFIG :
    mkdir -p /var/hetao
    mkdir -p /var/hetao/log
    hetao -> /usr/local/bin
    ../bin/hetao.sh -> /usr/local/bin
    ../conf/hetao.conf -> /etc/hetao
    ../certs/* -> /etc/hetao/certs
    ../www/* -> /var/hetao/www
Execute the command to install : sudo make -f makefile.Linux install

```

没有报错的话就能编译出可执行文件 `hetao`。也可以加上参数 `-j 10` 以加快编译速度。

编译输出最后一段提示本次配置预安装目标，确认后执行后面的安装命令。

3.1.2 安装

以下为安装到系统用户中，如果要安装到其它目录，请修改 `makefile.Linux` 中的

```

...
##### 目标文件、安装目录配置区
NOCLEAN_DIRINST_NOCOVER=      /var/hetao
NOCLEAN_DIRINST2_NOCOVER=     /var/hetao/log
BIN                            =      hetao
BININST                        =      /usr/local/bin
NOCLEAN_OBJ                   =      ../bin/hetao.sh
NOCLEAN_OBJINST               =      /usr/local/bin
NOCLEAN_OBJ_NOCOVER           =      ../conf/hetao.conf
NOCLEAN_OBJINST_NOCOVER =     /etc/hetao

```

```
NOCLEAN_OBJ2_NOCOVER    =    ../certs/*
NOCLEAN_OBJINST2_NOCOVER=    /etc/hetao/certs
NOCLEAN_OBJ3_NOCOVER    =    ../www/*
NOCLEAN_OBJINST3_NOCOVER=    /var/hetao/www
...
```

执行安装命令：

```
$ sudo make -f makefile.Linux install
mkdir -p /var/hetao
mkdir -p /var/hetao/log
cp -rf hetao /usr/local/bin/
cp -rf ../bin/hetao.sh /usr/local/bin/
mkdir -p /etc/hetao
cp -rf ../conf/hetao.conf /etc/hetao/
mkdir -p /etc/hetao/certs
cp -rf ../certs/gencert.sh /etc/hetao/certs/
cp -rf ../certs/server.crt /etc/hetao/certs/
cp -rf ../certs/server.csr /etc/hetao/certs/
cp -rf ../certs/server.key /etc/hetao/certs/
cp -rf ../certs/server.pem /etc/hetao/certs/
mkdir -p /var/hetao/www
cp -rf ../www/error_pages /var/hetao/www/
cp -rf ../www/index.html /var/hetao/www/
```

安装过程做了如下事情：

- 自动创建日志目录/var/hetao/log
- 自动复制主执行程序 hetao 到/usr/local/bin/
- 自动复制管理脚本 hetao.sh 到/usr/local/bin/
- 自动复制缺省配置文件 hetao.conf 到/etc/hetao/
- 自动复制示例证书文件到/etc/hetao/certs/
- 自动复制示例首页文件到/var/hetao/www/
- 自动复制自定义出错页面文件到/var/hetao/www/error_pages/

这样就安装好了！

3.1.3 用缺省配置第一次启动并测试

执行以下命令以缺省配置启动

```
$ sudo hetao.sh start
```

如果没有产生输出、没有产生/var/hetao/log/error.log 以及该日志中没有出现

ERROR 行的话表示启动成功。注意：缺省配置文件中的侦听端口为 80。

可以看到进程，hetao 进程结构由一个管理进程+n 个工作进程组成

```
$ ps -ef | grep hetao | grep -v grep
root    14122      1  0 23:17 ? 00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
root    14123 14122  0 23:17 ? 00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
```

以及侦听端口

```
$ netstat -an | grep -w 80
tcp      0      0 0.0.0.0:80      0.0.0.0:*        LISTEN
```

自测一下

```
$ curl http://127.0.0.1:80/index.html
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=gb18030" />
<title>Welcome</title>
</head>
<body>
Hello HETAO
</body>
</html>
```

恭喜您，启动成功！

直接发送 TERM 信号到父进程可停止 hetao

```
$ kill 14122
```

3.1.4 扩大系统限制

默认系统中单个进程最大可打开描述符只有 1024 个，肯定不能满足一个正式的 Web 服务器的需要，那么作为生产环境，一定要扩大系统限制。

一些推荐的系统限制设置放在 conf/*，把文件内容追加到系统配置中，需要 root 权限。

conf/limits.conf.add -> /etc/security/limits.conf

```
*      soft    nofile    65536
*      hard    nofile    65536
*      soft    nproc     unlimited
*      hard    nproc     unlimited
```

conf/sysctl.conf.add -> /etc/sysctl.conf

```
fs.file-max=65536
```

```
net.ipv4.tcp_tw_reuse=1
net.ipv4.tcp_tw_recycle=1
net.ipv4.tcp_fin_timeout = 30
net.ipv4.tcp_keepalive_time = 1200
net.ipv4.ip_local_port_range = 1024 65000
net.ipv4.tcp_max_tw_buckets = 5000
```

执行以下命令生效

```
sysctl -p
```

3.2 WINDOWS 源码包编译安装(VS2008 工程)

3.2.1 创建安装目录结构

双击执行 mkdir.bat 将在 C:\Program Files 下创建目录 hetao, 以及子目录 bin、conf、www、log, 并自动复制 install.bat、uninstall.bat 到 C:\Program Files\hetao\bin 目录, 自动复制 conf/hetao.conf.WINDOWS 到 C:\Program Files\hetao\conf, 自动复制 www/*到 C:\Program Files\hetao\www。

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

D:\Work\gitfiles\oschina.net\hetao>mkdir "C:\Program Files\hetao"

D:\Work\gitfiles\oschina.net\hetao>mkdir "C:\Program Files\hetao\bin"

D:\Work\gitfiles\oschina.net\hetao>copy "install.bat" "C:\Program Files\hetao\bin\install.bat" /Y
已复制      1 个文件。

D:\Work\gitfiles\oschina.net\hetao>copy "uninstall.bat" "C:\Program Files\hetao\bin\uninstall.bat" /Y
已复制      1 个文件。

D:\Work\gitfiles\oschina.net\hetao>copy "bin\mf90d.dll" "C:\Program Files\hetao\bin\mf90d.dll" /Y
已复制      1 个文件。

D:\Work\gitfiles\oschina.net\hetao>copy "bin\msvcr90d.dll" "C:\Program Files\hetao\bin\msvcr90d.dll" /Y
已复制      1 个文件。

D:\Work\gitfiles\oschina.net\hetao>copy "expack\openssl-0.9.8a.win32\bin\libeay32.dll" "C:\Program Files\hetao\bin\libeay32.dll" /Y
已复制      1 个文件。

D:\Work\gitfiles\oschina.net\hetao>copy "expack\openssl-0.9.8a.win32\bin\ssleay32.dll" "C:\Program Files\hetao\bin\ssleay32.dll" /Y
已复制      1 个文件。

D:\Work\gitfiles\oschina.net\hetao>copy "expack\pcre-7.0-win32\bin\pcre3.dll" "C:\Program Files\hetao\bin\pcre3.dll" /Y
已复制      1 个文件。

D:\Work\gitfiles\oschina.net\hetao>copy "expack\pcre-7.0-win32\bin\pcreposix3.dll" "C:\Program Files\hetao\bin\pcreposix3.dll" /Y
已复制      1 个文件。

D:\Work\gitfiles\oschina.net\hetao>copy "expack\zlib-1.2.3.win32\bin\zlib1.dll" "C:\Program Files\hetao\bin\zlib1.dll" /Y
已复制      1 个文件。

D:\Work\gitfiles\oschina.net\hetao>mkdir "C:\Program Files\hetao\conf"

D:\Work\gitfiles\oschina.net\hetao>if exist "C:\Program Files\hetao\conf\hetao.conf" goto skip_copy_hetao_conf

D:\Work\gitfiles\oschina.net\hetao>copy "conf\hetao.conf.WINDOWS" "C:\Program Files\hetao\conf\hetao.conf" /Y
已复制      1 个文件。

D:\Work\gitfiles\oschina.net\hetao>mkdir "C:\Program Files\hetao\www"

D:\Work\gitfiles\oschina.net\hetao>if exist "C:\Program Files\hetao\www\index.html" goto skip_copy_index_html

D:\Work\gitfiles\oschina.net\hetao>copy "www\index.html" "C:\Program Files\hetao\www\index.html" /Y
已复制      1 个文件。

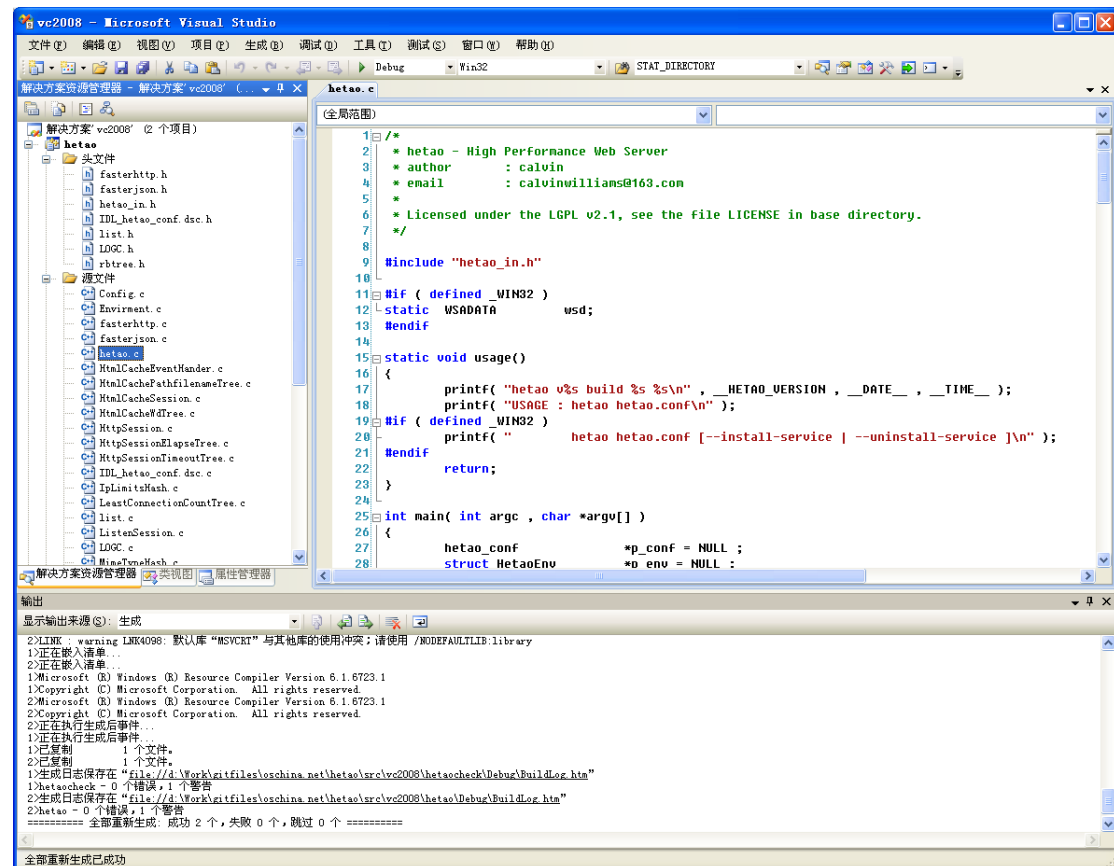
D:\Work\gitfiles\oschina.net\hetao>if exist "C:\Program Files\hetao\www\error_pages" goto skip_copy_error_pages

D:\Work\gitfiles\oschina.net\hetao>mkdir "C:\Program Files\hetao\www\error_pages"
```

再次执行 mkdir.bat 只会覆盖 install.bat、uninstall.bat、bin/*。

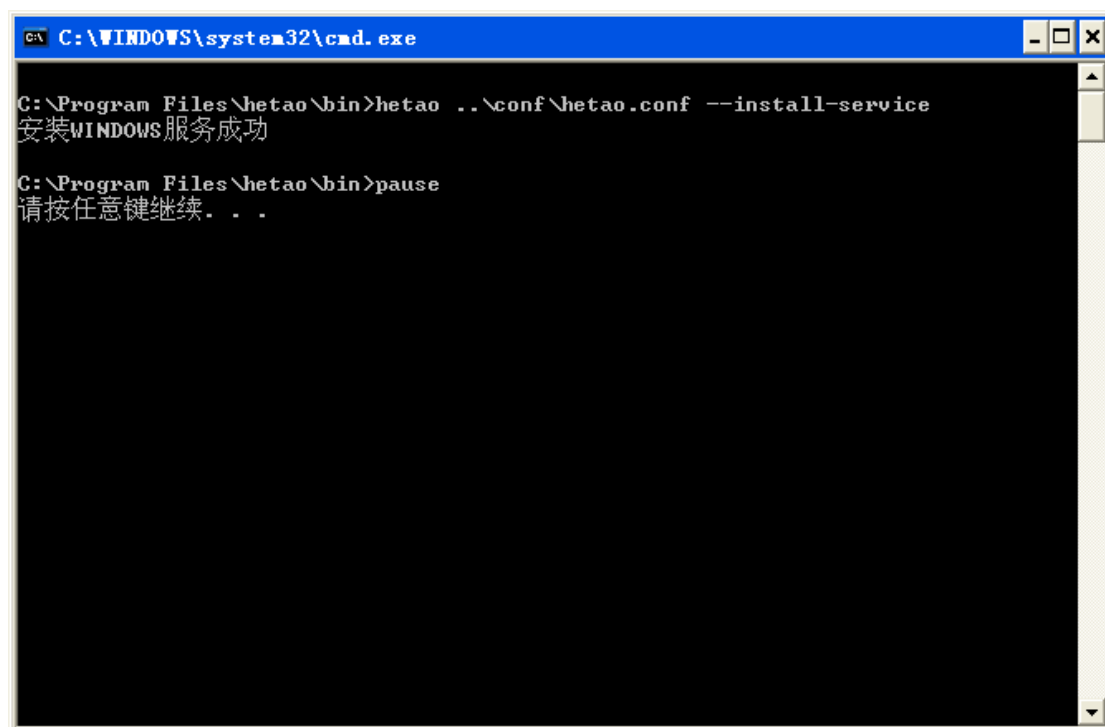
3.2.2 编译

打开 VS2008 解决方案文件 src/vs2008/vc2008.sln，“生成”->“重新生成解决方案”，将自动编译出 hetao 和 hetaocheck 并复制到 C:\Program Files\hetao\bin。



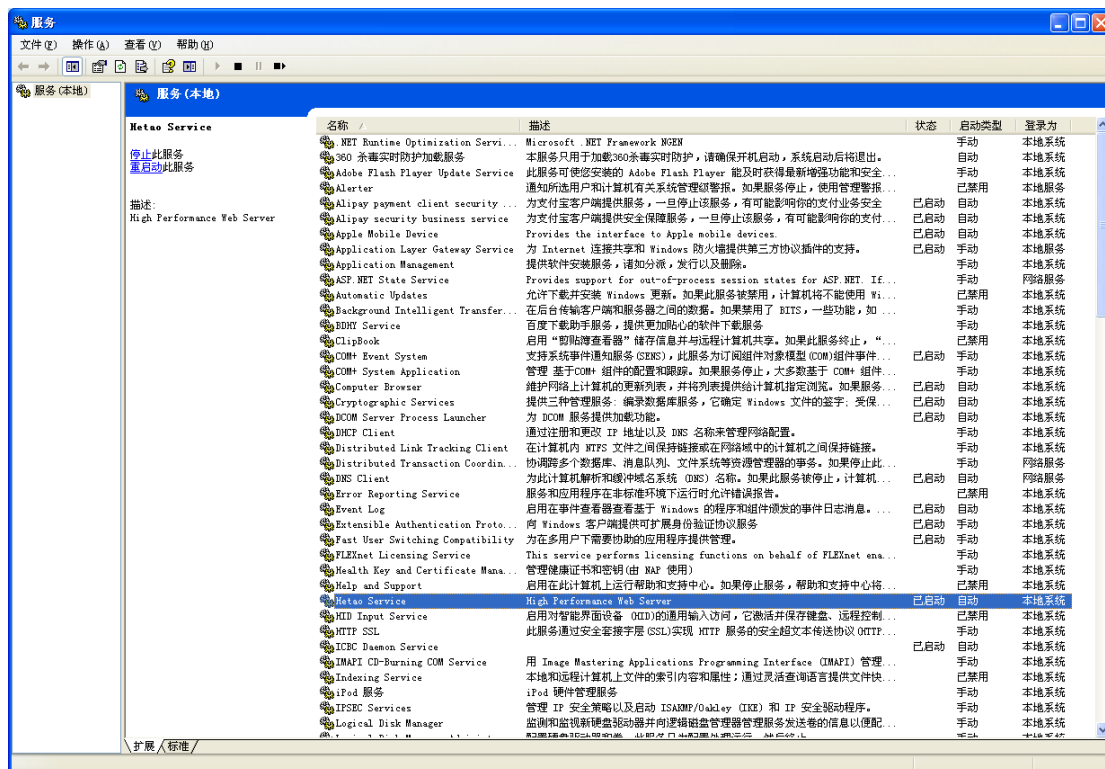
3.2.3 安装为服务

双击执行 C:\Program Files\hetao\install.sh 安装为服务。

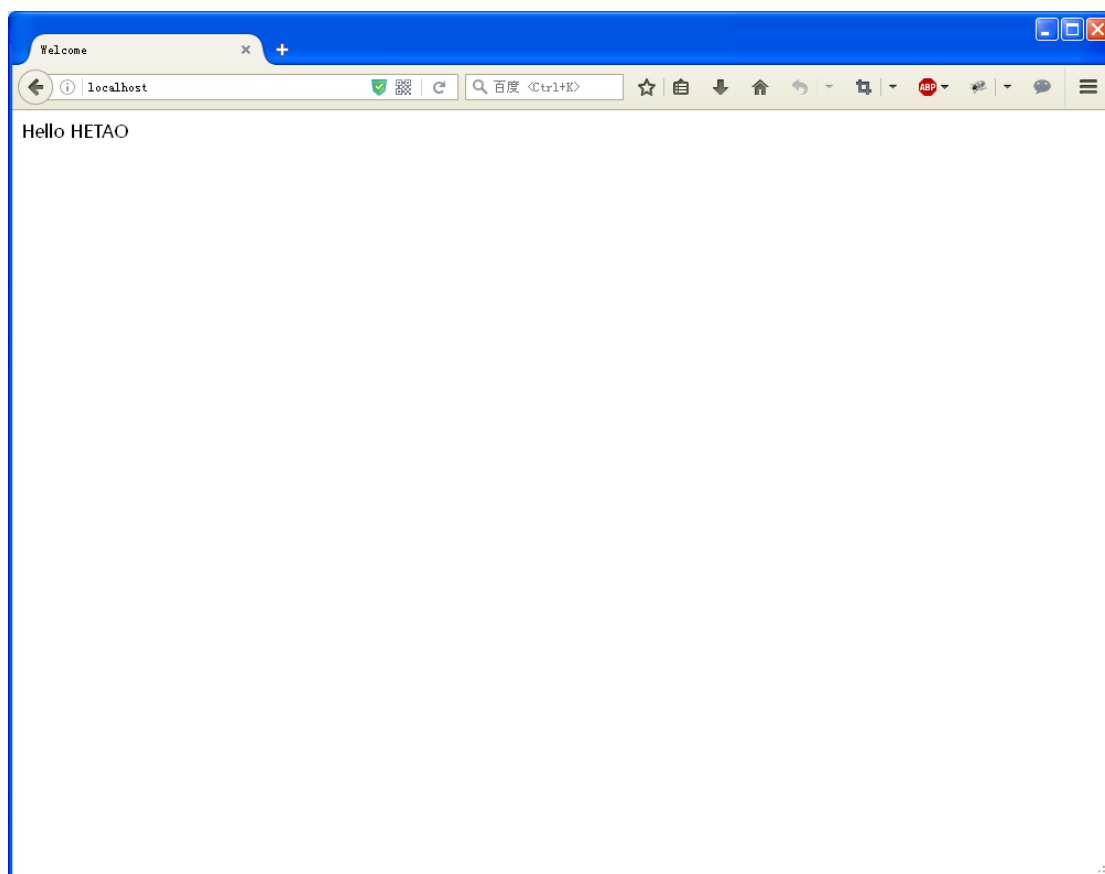


3.2.4 用缺省配置第一次启动并测试

在 WINDOWS 服务中找到并启动“Hetao Service”，观察日志目录 C:\Program Files\hetao\log。



在浏览器里访问 “http://localhost/”



出现以上文字表示安装完成。

3.3 WINDOWS 二进制包安装

双击执行源码包中的 `setup.exe` 即可。

再次执行会提示文件是否覆盖，注意自己修改过的 `conf/hetao.conf` 不要被覆盖。

4 配置文件

4.1 配置通览和说明

安装时复制的配置文件为缺省配置，可根据实际情况调整，如侦听端口、server 配置等。

```
$ cat ~/etc/hetao.conf
```

```
{
  "worker_processes" : 1 ,
  "cpu_affinity" : 1 ,
  "accept_mutex" : 1 ,

  "error_log" : "/var/hetao/log/error.log" ,
  "log_level" : ERROR ,

  "user" : "nobody" ,

  "limits" :
  {
    "max_http_session_count" : 100000 ,
    "max_file_cache" : 1024000 ,
    "max_connections_per_ip" : -1
  } ,

  "listen" :
  {
    "ip" : "" ,
    "port" : 80 ,
    "website" :
    {
      "domain" : "" ,
      "wwwroot" : "/var/hetao/www" ,
      "index" : "/index.html,/index.htm" ,
      "access_log" : "/var/hetao/log/access.log"
    }
  } ,

  /*
  "listen" :
  {
    "ip" : "" ,
    "port" : 80 ,
    "website" :
    {
      "domain" : "www.test.com" ,
      "wwwroot" : "/var/hetao/www.test.com" ,
      "index" : "/index.html,/index.htm" ,
      "access_log" : "/var/hetao/log/www_test_com_access.log"
    }
  } ,
  "website" :
```

```
{
    "domain" : "www.test2.com" ,
    "wwwroot" : "/var/hetao/www.test2.com" ,
    "index" : "/index.html,/index.htm" ,
    "access_log" : "/var/hetao/log/www_test2_com_access.log"
}
},
*/

/*
"listen" :
{
    "ip" : "" ,
    "port" : 80 ,
    "website" :
    {
        "domain" : "" ,
        "wwwroot" : "/var/hetao/www" ,
        "index" : "/index.html,/index.htm" ,
        "access_log" : "/var/hetao/log/access.log" ,
        "rewrite" : { "pattern":"/(.+)/(.+)" , "new_uri":"/(2)/(1)" }
    }
},
*/

/*
"listen" :
{
    "ip" : "" ,
    "port" : 80 ,
    "website" :
    {
        "domain" : "" ,
        "wwwroot" : "/var/hetao/www" ,
        "index" : "/index.html,/index.htm" ,
        "access_log" : "/var/hetao/log/access.log" ,
        "forward" :
        {
            "forward_type" : "php" ,
            "forward_rule" : "R" ,
            "forward_server" : { "ip" : "192.168.6.111" , "port" : 8080 } ,
            "forward_server" : { "ip" : "192.168.6.111" , "port" : 8080 } ,
            "forward_server" : { "ip" : "192.168.6.111" , "port" : 8080 }
        }
    }
}
```

```

    }
},
*/

/*
"listen":
{
    "ip": "",
    "port": 80,
    "website":
    {
        "domain": "",
        "wwwroot": "/var/hetao/www",
        "index": "/index.html,/index.htm",
        "access_log": "/var/hetao/log/access.log",
        "forward":
        {
            "forward_type": "php",
            "forward_rule": "R",
            "ssl":
            {
                "certificate_file": "/etc/hetao/certs/server.crt"
            },
            "forward_server": { "ip": "192.168.6.111", "port": 1443 },
            "forward_server": { "ip": "192.168.6.111", "port": 1443 },
            "forward_server": { "ip": "192.168.6.111", "port": 1443 }
        }
    }
},
*/

/*
"listen":
{
    "ip": "",
    "port": 443,
    "ssl":
    {
        "certificate_file": "/etc/hetao/certs/server.pem",
        "certificate_key_file": "/etc/hetao/certs/server.key"
    },
    "website":
    {
        "domain": "",

```

```

        "wwwroot" : "/var/hetao/www" ,
        "index" : "/index.html,/index.htm" ,
        "access_log" : "/var/hetao/log/access.log"
    }
},
*/

"tcp_options" :
{
    "nodelay" : 1 ,
    "nolinger" : -1
},

"http_options" :
{
    "compress_on" : 1 ,
    "timeout" : 30 ,
    "elapse" : 60 ,
    "forward_disable" : 60
},

"error_pages" :
{
    "error_page_400" : "/var/hetao/www/error_pages/error_page_400.html" ,
    "error_page_401" : "/var/hetao/www/error_pages/error_page_401.html" ,
    "error_page_403" : "/var/hetao/www/error_pages/error_page_403.html" ,
    "error_page_404" : "/var/hetao/www/error_pages/error_page_404.html" ,
    "error_page_408" : "/var/hetao/www/error_pages/error_page_408.html" ,
    "error_page_500" : "/var/hetao/www/error_pages/error_page_500.html" ,
    "error_page_503" : "/var/hetao/www/error_pages/error_page_503.html" ,
    "error_page_505" : "/var/hetao/www/error_pages/error_page_505.html"
},

"mime_types" :
{
    "mime_type" : { "type":"html htm shtml" , "mime":"text/html" ,
"compress_enable":1 },
    "mime_type" : { "type":"css" , "mime":"text/css" , "compress_enable":0 } ,
    "mime_type" : { "type":"xml" , "mime":"text/xml" , "compress_enable":1 } ,
    "mime_type" : { "type":"txt" , "mime":"text/plain" , "compress_enable":1 } ,
    "mime_type" : { "type":"gif" , "mime":"image/gif" } ,
    "mime_type" : { "type":"jpeg jpg" , "mime":"image/jpeg" } ,
    "mime_type" : { "type":"png" , "mime":"image/png" } ,
    "mime_type" : { "type":"tif tiff" , "mime":"image/tiff" } ,

```

```

        "mime_type": { "type": "ico", "mime": "image/x-ico" },
        "mime_type": { "type": "jng", "mime": "image/x-jng" },
        "mime_type": { "type": "bmp", "mime": "image/x-ms-bmp" },
        "mime_type": { "type": "svg svgz", "mime": "image/svg+xml" },
"compress_enable": 1 },
        "mime_type": { "type": "jar war ear", "mime": "application/java-archive" },
        "mime_type": { "type": "json", "mime": "application/json", "compress_enable": 1 },
        "mime_type": { "type": "doc", "mime": "application/msword" },
        "mime_type": { "type": "pdf", "mime": "application/pdf" },
        "mime_type": { "type": "rtf", "mime": "application/rtf" },
        "mime_type": { "type": "xls", "mime": "application/vnd.ms-excel" },
        "mime_type": { "type": "ppt", "mime": "application/vnd.ms-powerpoint" },
        "mime_type": { "type": "7z", "mime": "application/x-7z-compressed" },
        "mime_type": { "type": "rar", "mime": "application/x-rar-compressed" },
        "mime_type": { "type": "swf", "mime": "application/x-shockwave-flash" },
        "mime_type": { "type": "xhtml", "mime": "application/xhtml+xml" },
"compress_enable": 1 },
        "mime_type": { "type": "bin exe dll iso img msi msp msm" },
"mime": "application/octet-stream" },
        "mime_type": { "type": "zip", "mime": "application/zip" },
        "mime_type": { "type": "docx" },
"mime": "application/vnd.openxmlformats-officedocument.wordprocessingml.document" },
        "mime_type": { "type": "xlsx" },
"mime": "application/vnd.openxmlformats-officedocument.spreadsheetml.sheet" },
        "mime_type": { "type": "pptx" },
"mime": "application/vnd.openxmlformats-officedocument.presentationml.presentation" },
        "mime_type": { "type": "mid midi kar", "mime": "audio/midi" },
        "mime_type": { "type": "mp3", "mime": "audio/mpeg" },
        "mime_type": { "type": "ogg", "mime": "audio/ogg" },
        "mime_type": { "type": "m4a", "mime": "audio/x-m4a" },
        "mime_type": { "type": "ra", "mime": "audio/x-realaudio" },
        "mime_type": { "type": "3gpp 3gp", "mime": "video/3gpp" },
        "mime_type": { "type": "ts", "mime": "video/mp2t" },
        "mime_type": { "type": "mp4", "mime": "video/mp4" },
        "mime_type": { "type": "mpeg mpg", "mime": "video/mpeg" },
        "mime_type": { "type": "mov", "mime": "video/quicktime" },
        "mime_type": { "type": "webm", "mime": "video/webm" },
        "mime_type": { "type": "flv", "mime": "video/x-flv" },
        "mime_type": { "type": "m4v", "mime": "video/x-m4v" },
        "mime_type": { "type": "mng", "mime": "video/x-mng" },
        "mime_type": { "type": "asx asf", "mime": "video/x-ms-asf" },
        "mime_type": { "type": "wmv", "mime": "video/x-ms-wmv" },
        "mime_type": { "type": "avi", "mime": "video/x-msvideo" }
}

```

```
}
```

worker_processes Linux 环境里启动的工作进程数量，如果为-1 则设置为 CPU 核数量；缺省值为 1

cpu_affinity 如果为 1，则子进程绑定在 CPU 上，如果为 0，不绑定；缺省值为 1

accept_mutex 如果为 1，开启 accept 锁，防止多子进程因 epoll 惊群而引起的 CPU 稍稍高耗；缺省值为 0

error_log 详细日志文件名。支持\$...\$环境变量展开。以下所有目录文件配置项都可以内嵌环境变量；缺省值为空

log_level 详细日志文件内的日志等级，枚举有 DEBUG、INFO、WARN、ERROR、FATAL；缺省值为 ERROR

user 启动后以该用户身份（可选配置）；缺省值为"nobody"

limits 限制设置

max_http_session_count 最大 HTTP 通讯会话并发数量；缺省值为 100000

max_file_cache 最大缓存文件大小；缺省值为 1024000

max_connections_per_ip 每个 IP 最大连接数限制，-1 为 unlimited；缺省值为-1

listen 侦听配置

ip 本地侦听端口，填空则为 0.0.0.0

port 本地侦听端口

website 网站配置

domain 网站域名，用于匹配 HTTP 请求头选项 Host 区分虚拟主机。如果填空则统配所有

wwwroot 网站本地根目录

index 当浏览器请求的是目录，尝试的入口文件，格式为"/index.html"，如果有多个，则格式为"/index.html,/index.htm,..."。注意：入口文件名前有"/"

access_log 事件日志文件名，一个 HTTP 请求写一条事件日志

ssl 服务端安全加密规则（可选配置块）

certificate_file 公钥证书文件名

certificate_key_file 私钥文件名
 rewrite 改写 URI 规则（可选配置块）
 pattern 正则匹配式
 template 改写后模板
 forward 反向代理规则（可选配置块）
 forward_type 该文件扩展名的 URL 走反向代理
 forward_rule 负载均衡算法，目前支持：R 轮询，L 最少连接数

 ssl 客户端安全加密规则（可选配置块）
 certificate_file 公钥证书文件名
 forward_server 后端应用服务器地址
 ip 后端侦听端口
 port 后端侦听端口
 tcp_options TCP 选项
 nodelay 当为 1 时，启用 TCP 选项 TCP_NODELAY，有助于提高响应速度；当为 0 时，关闭之；缺省值为 1
 nolinger 当大于等于 0 时，启用 TCP 选项 SO_LINGER 并设置成其值；当为-1 时，不设置之；缺省值为-1
 http_options HTTP 选项
 compress_on 是否响应浏览器端的压缩请求，有助于大幅减少通讯传输流量；缺省值为 1
 timeout HTTP 活跃超时时间，单位：秒；缺省值为 30
 elapse HTTP 累积超时时间，单位：秒；缺省值为 60
 forward_disable 当反向代理连接后端失败后，暂禁时间，单位：秒；缺省值为 60
 error_pages 出错页面配置（可选配置块）
 error_page_??? HTTP 响应???时返回的页面文件，目前支持 400、401、403、404、408、500、503、505
 mime_types 流类型配置集合。主要用于填充 HTTP 响应头选项

Content-Type; 缺省值为缺省配置文件中信息

mime_type	流类型配置
type	文件扩展名
mime	流类型描述, 填充 HTTP 响应头选项 Content-Type
compress_enable	是否压缩缓存, 1 位压缩, 不出现或 0 为不压缩

最后注意: json 元素之间有","以及最后一个元素后面没有","。

4.2 配置文件最小化

上述配置中每一项都可以不写以启用缺省值, 仅配置 listen, 达到配置最小化。安装包中自带了精简化配置文件

```
$ cat conf/hetao.conf.Linux.minimize
{
    "listen" :
    {
        "ip" : "",
        "port" : 80,
        "website" :
        {
            "domain" : "",
            "wwwroot" : "/var/hetao/www",
            "index" : "/index.htm,/index.html",
            "access_log" : "/var/hetao/log/access.log"
        }
    }
}
```

4.3 网站配置和示例

网站配置层次关系:

listen(侦听) - website(网站) - forward_server(反向代理转发服务器)

一个 hetao 运行实例里可以有多个 listen, 每个 listen 为一个 ip、port 对, 对应一个 TCP 服务端侦听。每个 listen 上可以配置多个网站 website, 基于域名 domain 识别虚拟主机。每个 website 上可以配置成某一文件类型 forward_type

转发到后方应用服务器 `forward_server`，以及负载均衡算法 `forward_rule`。

`domain` 需要匹配浏览器访问 Web 服务器请求头选项 `Host` 的值（URL 中 "http://" 与 "/" 之间的部分）以确定服务器使用哪个虚拟主机来响应，如：

`http://www.google.com/` `domain` 为 "`www.google.com`"

`http://192.168.1.110:8080/` `domain` 为 "`192.168.1.110:8080`"

4.3.1 简单的网站配置

```
"listen" :
{
  "ip" : "",
  "port" : 80 ,
  "website" :
  {
    "domain" : "",
    "wwwroot" : "/var/hetao/www" ,
    "index" : "/index.html,/index.htm" ,
    "access_log" : "/var/hetao/log/access.log"
  }
},
```

4.3.2 带域名的虚拟主机网站配置（两个虚拟主机）

```
"listen" :
{
  "ip" : "",
  "port" : 80 ,
  "website" :
  {
    "domain" : "www.test.com" ,
    "wwwroot" : "/var/hetao/www.test.com" ,
    "index" : "/index.html,/index.htm" ,
    "access_log" : "/var/hetao/log/www_test_com_access.log"
  },
  {
    "domain" : "www.test2.com" ,
    "wwwroot" : "/var/hetao/www.test2.com" ,
    "index" : "/index.html,/index.htm" ,
    "access_log" : "/var/hetao/log/www_test_com_access.log"
```

```
    },  
  },  
}
```

4.3.3 需要改写 URI 的网站配置（/xxx/yyy 改写为 /yyy/xxx）

```
"listen" :  
{  
  "ip" : "",  
  "port" : 80 ,  
  "website" :  
  {  
    "domain" : "",  
    "wwwroot" : "/var/hetao/www",  
    "index" : "/index.html,/index.htm",  
    "access_log" : "/var/hetao/log/access.log",  
    "rewrite" : { "pattern":"/(.+)/(.+)", "new_uri":"/(2)/(1)" }  
  }  
},
```

4.3.4 需要重定向域名的网站配置（www.google.com 改写为 www.baidu.com）

```
"listen" :  
{  
  "ip" : "",  
  "port" : 80 ,  
  "website" :  
  {  
    "domain" : "",  
    "wwwroot" : "/var/hetao/www",  
    "index" : "/index.html,/index.htm",  
    "access_log" : "/var/hetao/log/access.log",  
    "redirect" : { "domain":"www.google.com",  
"new_domain":"http://www.baidu.com" }  
  }  
},
```

4.3.5 简单的 HTTPS 网站配置

```
"listen" :
{
  "ip" : "",
  "port" : 443 ,
  "ssl" :
  {
    "certificate_file" : "/etc/hetao/certs/server.pem" ,
    "certificate_key_file" : "/etc/hetao/certs/server.key"
  },
  "website" :
  {
    "domain" : "",
    "wwwroot" : "/var/hetao/www",
    "index" : "/index.html,/index.htm" ,
    "access_log" : "/var/hetao/log/access.log"
  }
},
```

4.3.6 反向代理配置，针对文件类型 php，轮询算法

```
"listen" :
{
  "ip" : "",
  "port" : 80 ,
  "website" :
  {
    "domain" : "",
    "wwwroot" : "/var/hetao/www",
    "index" : "/index.html,/index.htm" ,
    "access_log" : "/var/hetao/log/access.log" ,
    "forward" :
    {
      "forward_type" : "php" ,
      "forward_rule" : "R" ,
      "forward_server" : { "ip" : "192.168.6.111" , "port" : 8080 } ,
      "forward_server" : { "ip" : "192.168.6.111" , "port" : 8080 } ,
      "forward_server" : { "ip" : "192.168.6.111" , "port" : 8080 }
    }
  }
},
```

4.3.7 反向代理配置，针对文件类型 php，轮询算法，转发时装载证书变成 HTTPS

```
"listen" :
{
    "ip" : "",
    "port" : 80 ,
    "website" :
    {
        "domain" : "" ,
        "wwwroot" : "/var/hetao/www" ,
        "index" : "/index.html,/index.htm" ,
        "access_log" : "/var/hetao/log/access.log" ,
        "forward" :
        {
            "forward_type" : "php" ,
            "forward_rule" : "R" ,
            "ssl" :
            {
                "certificate_file" : "/etc/hetao/certs/server.crt"
            },
            "forward_server" : { "ip" : "192.168.6.111" , "port" : 1443 } ,
            "forward_server" : { "ip" : "192.168.6.111" , "port" : 1443 } ,
            "forward_server" : { "ip" : "192.168.6.111" , "port" : 1443 }
        }
    }
},
```

4.4 配置包含文件

配置文件可以包含其它文件，如把虚拟主机配置单独移到外面的一个文件里，然后在 `hetao.conf` 中包含它。在配置文件中任意位置加入

```
!include filename
```

或者

```
!include "filename"
```

filename 是相对于 `hetao.conf` 所在路径的相对路径+包含文件名。如

```
"website" :
{
```

```
"domain" : "",  
"wwwroot" : "/var/hetao/www",  
"index" : "/index.html,/index.htm",  
"access_log" : "/var/hetao/log/access.log",  
!include hetao_redirect.conf  
...
```

hetao_redirect.conf

```
redirect { "domain":"www.google.com", "new_domain":"www.baidu.com" },
```

注意：小心 json 格式中的','

4.5 配置文件格式检查工具

json 配置格式很容易写坏，比如段落之间少了','，又比如括号不匹配，工具 hetaocheck 用来检查配置文件格式是否正确。

执行参数与 hetao 一致，以下表示格式正确

```
$ hetaocheck /etc/hetao/hetao.conf  
OK
```

以下表示格式有误

```
$ hetaocheck /etc/hetao/hetao.conf  
2016-03-27 01:12:10 | ERROR | 14309:3086837744:Config.c:163 |  
DSCDESERIALIZE_JSON_hetao_conf failed[-134][0], errno[0]  
FAILED[-1]
```

5 服务器管理

5.1 直接用命令管理

启动 hetao

```
$ hetao ~/etc/hetao.conf
```

查询 hetao 进程

```
$ ps -ef | grep hetao | grep -v grep  
calvin 14876 1 0 00:10 ? 00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf  
calvin 14877 14876 0 00:10 ? 00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
```

优雅的重启 hetao，或者重载配置文件

```
$ ps -ef | grep hetao | grep -v grep
calvin  14876      1  0 00:10 ?    00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
calvin  14877 14876  0 00:10 ?    00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
$ kill -USR2 14876
$ ps -ef | grep hetao | grep -v grep
calvin  14876      1  0 00:10 ?    00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
calvin  14877 14876  0 00:10 ?    00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
calvin  14889      1  0 00:12 ?    00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
calvin  14890 14889  0 00:12 ?    00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
$ kill 14876
$ ps -ef | grep hetao | grep -v grep
calvin  14889      1  0 00:12 ?    00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
calvin  14890 14889  0 00:12 ?    00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
```

向 hetao 发送重新打开日志文件信号

```
$ kill -USR1 14889
```

停止 hetao

```
$ kill 14889
```

5.2 用自带脚本管理

启动 hetao（默认配置文件路径~/etc/hetao.conf）

```
$ hetao.do start
hetao start ok
calvin  14703      1  0 00:05 ?    00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
calvin  14704 14703  0 00:05 ?    00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
```

查询 hetao 进程

```
$ hetao.do status
calvin  14703      1  0 00:05 ?    00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
calvin  14704 14703  0 00:05 ?    00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
```

重启 hetao

```
$ hetao.do restart
calvin  14703      1  0 00:05 ?    00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
calvin  14704 14703  0 00:05 ?    00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
hetao end ok
hetao start ok
calvin  14761      1  0 00:06 ?    00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
calvin  14762 14761  0 00:06 ?    00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
```

优雅的重启 hetao，或者重载配置文件

```
$ hetao.do restart_graceful
calvin  14761      1  0 00:06 ?    00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
calvin  14762 14761  0 00:06 ?    00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
```

```

new hetao pid[14796] start ok
old hetao pid[14761] end ok
calvin 14796 1 0 00:06 ? 00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
calvin 14797 14796 0 00:06 ? 00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf

```

向 hetao 发送重新打开日志文件信号

```

$ hetao.do relog
calvin 14796 1 0 00:06 ? 00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
calvin 14797 14796 0 00:06 ? 00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
send signal to hetao for reopening log

```

停止 hetao

```

$ hetao.do stop
calvin 14796 1 0 00:06 ? 00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
calvin 14797 14796 0 00:06 ? 00:00:00 hetao /home/calvin/etc/hetao.conf
hetao end ok

```

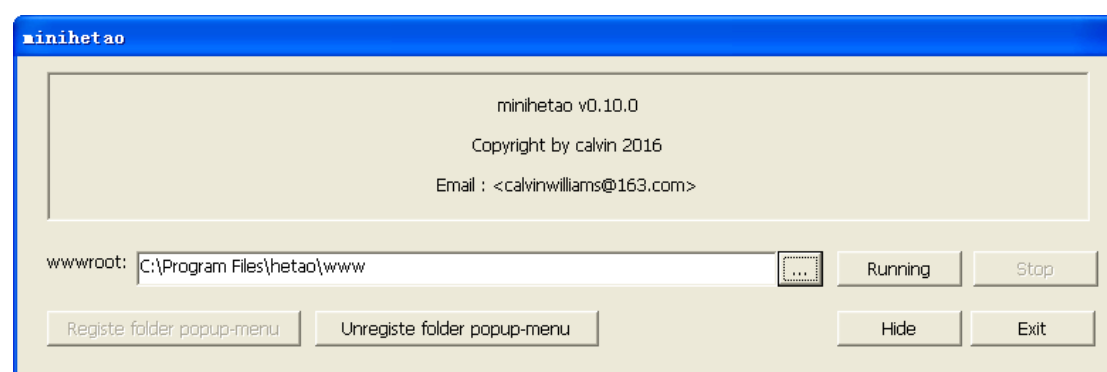
5.3 用 minihetao 直接启动，无需配置文件

一般用于临时测试。

Linux 版本的 minihetao 读入网站根目录 wwwroot 直接启动，无需配置文件

```
$ minihetao /var/hetao/www
```

WINDOWS 版本的 minihetao 是个带窗口的小程序



wwwroot 右边的路径编辑框以及选择目录按钮可以设置网站根目录

Running 启动网站

Stop 关闭网站

Registe folder popup-menu 注册目录右键菜单项直接启动网站的注册表配置

Unregiste folder popup-menu 卸载目录右键菜单项直接启动网站的注册表配置

Hide 隐藏窗口，缩小到托盘

Exit 退出 minihetao

注意：WINDOWS 版本 minihetao 还可以右键某驱动器或目录直接启动网站。

6 压测

6.1 压测环境

6.1.1 压测平台

压测发起端为台机 PC(192.168.6.17)，配置如下：

CPU : Intel Core i3-3240 3.40GHz 3.40GHz

内存 : 512MB

WindowsXP 里面装了 VMWARE 10 里面装了 RedHat Enterprise Linux Server release 5.4 (32BITS)

压测网络为百兆有线

压测服务端为台机 PC(192.168.6.111)，配置如下：

CPU : AMD E-350 1.60GHz 1.60GHz

内存 : 4GB

RedHat Enterprise Linux Server release 5.4 (32BITS)

6.1.2 压测客户端

压测客户端采用 Apache 自带工具 ab。

因 ab 只支持 HTTP/1.0 而不支持 HTTP/1.1，会引发 Nginx 的压缩和 Keep-Alive 不能同时开启的 BUG，故修改了 ab.c 中填充 HTTP 请求版本的代码，重新编译成

ab2 供压测使用。hetao 和 Apache 则不受影响。

httpd-2.2.17/support/ab.c

```
1609      /* setup request */
1610      if (posting <= 0) {
1611          snprintf_res = apr_snprintf(request, sizeof(_request),
1612              "%s %s HTTP/1.1\r\n"
1613              "%s" "%s" "%s"
1614              "%s" "\r\n",
1615              (posting == 0) ? "GET" : "HEAD",
1616              (isproxy) ? fullurl : path,
1617              keepalive ? "Connection: Keep-Alive\r\n" : "",
1618              cookie, auth, hdrs);
1619      }
1620      else {
1621          snprintf_res = apr_snprintf(request, sizeof(_request),
1622              "%s %s HTTP/1.1\r\n"
1623              "%s" "%s" "%s"
1624              "Content-length: %" APR_SIZE_T_FMT "\r\n"
1625              "Content-type: %s\r\n"
1626              "%s"
1627              "\r\n",
1628              (posting == 1) ? "POST" : "PUT",
1629              (isproxy) ? fullurl : path,
1630              keepalive ? "Connection: Keep-Alive\r\n" : "",
1631              cookie, auth,
1632              postlen,
1633              (content_type[0]) ? content_type : "text/plain", hdrs);
1634      }
```

6.1.3 压测服务端

选用以下 Web 服务器软件做横向压测，版本和配置侦听端口如下：

hetao/0.7.0，侦听端口为 9527

Nginx/1.9.13，侦听端口为 9528

Apache/2.2.14，侦听端口为 9529

Tengine/2.1.2，侦听端口为 9530

（原计划还有 kangle/3.4.8，但是从官网上下载的源代码编译安装始终报错，猜可能是我的 Linux 编译器 gcc 版本过低，不支持__sync_原子操作，但 rhel5.4 也不低啊，算了，不用它了）

```
...
g++ -I../module/access -I../module/whm -O2 -g -DNDEBUG -D_REENTRANT -DLINUX
-D_LARGE_FILE -D_FILE_OFFSET_BITS=64 -D__USE_FILE_OFFSET64 -L../lib -o kangle cache.o
KConfig.o forwin32.o garbage_c.o HttpCore.o KAccess.o KAcserver.o KAcserverManager.o
KBuffer.o KChain.o KConfigBuilder.o KConfigParser.o KContentType.o KDiskCache.o
KPortSelector.o KQueueSelector.o KPollSelector.o KFastcgiFetchObject.o KFastcgiUtils.o
KFetchObject.o KFileMsg.o KFileName.o KHtmlSupport.o KHtmlSupportException.o
KHttpKeyValue.o KHttpManage.o KHttpRequest.o KHttpRequestHash.o KHttpRequestParserHook.o
KHttpRequestParser.o KHttpRequestParserHook.o KHttpRequestProxyFetchObject.o KHttpRequest.o
KHttpRequestParser.o KLang.o KLangParser.o KLogElement.o KReg.o KSelector.o
KSelectorManager.o KSequence.o KServerListen.o KSocket.o KSocketFetchObject.o KTable.o
KThreadPool.o KTimeMatch.o KUrlValue.o KVirtualHost.o KVirtualHostManage.o KWriteBack.o
KWriteBackManager.o KXmlContext.o KXml.o KXmlException.o KXmlSupport.o lib.o log.o
main.o malloc_debug.o md5.o work.o utils.o KAccessParser.o KString.o KRewriteMark.o
KSingleProgram.o KHttpTransfer.o KDeChunked.o KZip.o KServer.o KSelectable.o KStream.o
KNsVirtualHost.o KContentMark.o KRedirectMark.o KLineFile.o KMultiHostAcl.o test.o
KHttpFieldValue.o KSingleAcserver.o KMultiAcserver.o KSockPoolHelper.o KEnvInterface.o
KRedirect.o KCGIRedirect.o KCGIFetchObject.o KPipeStream.o KCGI.o KCGIEnv.o KApiRedirect.o
KApiEnv.o HttpExt.o KApiFetchObject.o KHttpHeadPull.o KSockFastcgiFetchObject.o
KApiFastcgiFetchObject.o KPathRedirect.o KLogManage.o KBaseVirtualHost.o process.o
KContentTransfer.o KChunked.o KCacheStream.o KHttpField.o KHttpDigestAuth.o KHttpAuth.o
KHttpBasicAuth.o KAuthMark.o KObjectList.o KAjPMessage.o KAjPFetchObject.o
KExpressionParseTree.o KSSICommandCondition.o KSSICommandEcho.o
KSSICommandInclude.o KSSIContext.o KSSIRedirect.o KSSICommandSet.o KSSIProcess.o
KSSICommand.o KSSICommandPrintEnv.o KSSIFetchObject.o KServiceProvider.o
KISAPIServiceProvider.o directory.o KSSICommandExec.o KSSICommandConfig.o ssl_utils.o
KApiPipeStream.o KPoolableSocketContainer.o KProcessManage.o KCmdPoolableRedirect.o
KSubVirtualHost.o KIpVirtualHost.o KHttpPost.o KHttpAccess.o KHttpModule.o
KHttpRewriteModule.o KRewriteMarkEx.o EdcodeUtils.o KProcess.o KApiProcess.o
KCmdProcess.o KVirtualHostProcess.o KExtendProgram.o KDynamicString.o kmysql.o
KCdnMysqlMark.o KCdnRewriteMark.o KCdnContainer.o KTemplateVirtualHost.o
KVirtualHostDatabase.o KDsoModule.o KList.o KListNode.o KLogHandle.o KRequestQueue.o
KContext.o KCdnRedirect.o time_utils.o rbtree.o KVirtualHostContainer.o KSocketBuffer.o
KAsyncFetchObject.o KSyncFetchObject.o KStaticFetchObject.o KDirectoryFetchObject.o
KApiDso.o KUwsgiFetchObject.o KScgiFetchObject.o KHttpFetchObject.o KTempFile.o
KListenConfigParser.o KApacheVirtualHost.o KSSLSocket.o KAsyncWorker.o KInputFilter.o
KMultiPartInputFilter.o KReplaceContentMark.o KReplaceContentFilter.o
KConcatFetchObject.o KIpSpeedLimitMark.o KDynamicListen.o KCache.o KPerlAcl.o
KDiskCacheIndex.o
KSqliteDiskCacheIndex.o ../module/whm/dllmain.o ../module/whm/WhmCallMap.o ../modul
e/whm/WhmCommand.o ../module/whm/WhmContext.o ../module/whm/whm.o ../module/
whm/WhmLog.o ../module/whm/WhmPackage.o ../module/whm/WhmPackageManage.o ../
module/whm/KWhmService.o ../module/whm/stdafx.o ../module/whm/WhmDso.o ../modul
e/whm/WhmExtend.o ../module/whm/WhmUrl.o ../module/whm/WhmShell.o ../module/wh
```

```

m/WhmShellProcess.o ../module/whm/WhmShellSession.o ../module/whm/whmdso/core/co
re.o KTimer.o KUrlParser.o KHttpFilterContext.o KHttpFilterDso.o KHttpFilterDsoManage.o
KHttpFilterHookCollectRequest.o KHttpFilterHook.o KHttpFilterManage.o KTempFileStream.o
KHttpFilterStream.o KHttpFilterHookCollectResponse.o KAccessDso.o KConnectionSelectable.o
KReadWriteBuffer.o KResponseContext.o KUpstreamSelectable.o KSimulateRequest.o
KCloudIpAcl.o -lpthread -lpcre -lz -ldl
KConfig.o: In function `katom_cas':
/home/calvin/expack/kangle-3.4.8/src/katom.h:107: undefined reference to
`__sync_bool_compare_and_swap_4'
KConfig.o: In function `katom_inc':
/home/calvin/expack/kangle-3.4.8/src/katom.h:39: undefined reference to
`__sync_add_and_fetch_4'
HttpCore.o: In function `katom_inc':
/home/calvin/expack/kangle-3.4.8/src/katom.h:39: undefined reference to
`__sync_add_and_fetch_4'
HttpCore.o: In function `katom_dec':
/home/calvin/expack/kangle-3.4.8/src/katom.h:49: undefined reference to
`__sync_add_and_fetch_4'
HttpCore.o: In function `katom_dec':
/home/calvin/expack/kangle-3.4.8/src/KHttpRequest.h:353: undefined reference to
`__sync_add_and_fetch_4'
HttpCore.o: In function `katom_inc':
/home/calvin/expack/kangle-3.4.8/src/katom.h:39: undefined reference to
`__sync_add_and_fetch_4'
HttpCore.o:/home/calvin/expack/kangle-3.4.8/src/katom.h:49: more undefined references to
`__sync_add_and_fetch_4' follow
...

```

6.2 压测方案

考察现代浏览器默认配置的开启 HTTP 长连接 Keep-Alive、开启 gzip 压缩、中型大小网页的 GET 性能

并发 1000，共发起 HTTP 请求 5 万次，目标网页文件大小约 3.3KB

准备网页文件 press.html

```
-rwxrwxr-x 1 calvin calvin 3321 08-27 21:03 press.html
```

命令：

```
$ ab2 -kc 1000 -n 50000 -H "Accept-Encoding: gzip" http://192.168.6.111:8080/press.html
```

6.3 压测过程

先交替的各压一次热身（可以预览一下性能）

```
$ ab2 -kc 1000 -n 50000 -H "Accept-Encoding: gzip" http://192.168.6.111:9527/press.html
This is ApacheBench, Version 2.3 <$Revision: 655654 $>
Copyright 1996 Adam Twiss, Zeus Technology Ltd, http://www.zeustech.net/
Licensed to The Apache Software Foundation, http://www.apache.org/
```

Benchmarking 192.168.6.111 (be patient)

```
Completed 10000 requests
Completed 20000 requests
Completed 30000 requests
Completed 40000 requests
Completed 50000 requests
Completed 60000 requests
Completed 70000 requests
Completed 80000 requests
Completed 90000 requests
Completed 100000 requests
Finished 100000 requests
```

```
Server Software:      hetao/0.2.0
Server Hostname:      192.168.6.111
Server Port:          9527
```

```
Document Path:        /press.html
Document Length:       281 bytes
```

```
Concurrency Level:     1000
Time taken for tests:   6.923 seconds
Complete requests:      100000
Failed requests:         0
Write errors:           0
Keep-Alive requests:    100000
Total transferred:      41709990 bytes
HTML transferred:       28242186 bytes
Requests per second:    14445.19 [#/sec] (mean)
Time per request:       69.227 [ms] (mean)
Time per request:       0.069 [ms] (mean, across all concurrent requests)
Transfer rate:          5883.87 [Kbytes/sec] received
```

Connection Times (ms)

	min	mean[+/-sd]	median	max
Connect:	0	13 198.9	0	3080
Processing:	1	31 102.2	15	3456
Waiting:	0	31 102.2	15	3456
Total:	1	44 242.5	15	3479

Percentage of the requests served within a certain time (ms)

50%	15
66%	31
75%	36
80%	43
90%	64
95%	85
98%	108
99%	126
100%	3479 (longest request)

\$ ab2 -kc 1000 -n 50000 -H "Accept-Encoding: gzip" http://192.168.6.111:9528/press.html

This is ApacheBench, Version 2.3 <\$Revision: 655654 \$>

Copyright 1996 Adam Twiss, Zeus Technology Ltd, <http://www.zeustech.net/>

Licensed to The Apache Software Foundation, <http://www.apache.org/>

Benchmarking 192.168.6.111 (be patient)

Completed 10000 requests

Completed 20000 requests

Completed 30000 requests

Completed 40000 requests

Completed 50000 requests

Completed 60000 requests

Completed 70000 requests

Completed 80000 requests

Completed 90000 requests

Completed 100000 requests

Finished 100000 requests

Server Software: nginx/1.9.13
 Server Hostname: 192.168.6.111
 Server Port: 9528

Document Path: /press.html
 Document Length: 293 bytes

Concurrency Level: 1000

Time taken for tests: 23.928 seconds
Complete requests: 100000
Failed requests: 0
Write errors: 0
Keep-Alive requests: 99004
Total transferred: 54195020 bytes
HTML transferred: 29300000 bytes
Requests per second: 4179.19 [#/sec] (mean)
Time per request: 239.281 [ms] (mean)
Time per request: 0.239 [ms] (mean, across all concurrent requests)
Transfer rate: 2211.83 [Kbytes/sec] received

Connection Times (ms)

	min	mean[+/-sd]	median	max
Connect:	0	23 268.2	0	3167
Processing:	1	127 904.6	75	20671
Waiting:	0	127 904.6	75	20670
Total:	1	150 1058.7	75	23814

Percentage of the requests served within a certain time (ms)

50%	75
66%	86
75%	87
80%	87
90%	92
95%	96
98%	96
99%	2365
100%	23814 (longest request)

\$ ab2 -kc 1000 -n 50000 -H "Accept-Encoding: gzip" http://192.168.6.111:9529/press.html

This is ApacheBench, Version 2.3 <\$Revision: 655654 \$>

Copyright 1996 Adam Twiss, Zeus Technology Ltd, <http://www.zeustech.net/>

Licensed to The Apache Software Foundation, <http://www.apache.org/>

Benchmarking 192.168.6.111 (be patient)

Completed 10000 requests

Completed 20000 requests

Completed 30000 requests

Completed 40000 requests

Completed 50000 requests

Completed 60000 requests

Completed 70000 requests

Completed 80000 requests

Completed 90000 requests
Completed 100000 requests
Finished 100000 requests

Server Software: Apache/2.2.14
Server Hostname: 192.168.6.111
Server Port: 9529

Document Path: /press.html
Document Length: 281 bytes

Concurrency Level: 1000
Time taken for tests: 39.800 seconds
Complete requests: 100000
Failed requests: 0
Write errors: 0
Keep-Alive requests: 99119
Total transferred: 65363814 bytes
HTML transferred: 28101124 bytes
Requests per second: 2512.58 [#/sec] (mean)
Time per request: 397.998 [ms] (mean)
Time per request: 0.398 [ms] (mean, across all concurrent requests)
Transfer rate: 1603.83 [Kbytes/sec] received

Connection Times (ms)

	min	mean[+/-sd]	median	max
Connect:	0	1 48.4	0	3001
Processing:	1	97 774.0	2	25875
Waiting:	0	97 773.8	2	25875
Total:	1	98 780.3	2	25897

Percentage of the requests served within a certain time (ms)

50%	2
66%	3
75%	3
80%	4
90%	6
95%	82
98%	1398
99%	2352
100%	25897 (longest request)

\$ ab2 -kc 1000 -n 50000 -H "Accept-Encoding: gzip" http://192.168.6.111:9530/press.html

This is ApacheBench, Version 2.3 <\$Revision: 655654 \$>
Copyright 1996 Adam Twiss, Zeus Technology Ltd, <http://www.zeustech.net/>
Licensed to The Apache Software Foundation, <http://www.apache.org/>

Benchmarking 192.168.6.111 (be patient)

Completed 10000 requests

Completed 20000 requests

Completed 30000 requests

Completed 40000 requests

Completed 50000 requests

Completed 60000 requests

Completed 70000 requests

Completed 80000 requests

Completed 90000 requests

Completed 100000 requests

Finished 100000 requests

Server Software: Tengine/2.1.2
Server Hostname: 192.168.6.111
Server Port: 9530

Document Path: /press.html
Document Length: 293 bytes

Concurrency Level: 1000
Time taken for tests: 25.203 seconds
Complete requests: 100000
Failed requests: 0
Write errors: 0
Keep-Alive requests: 99027
Total transferred: 51895135 bytes
HTML transferred: 29300000 bytes
Requests per second: 3967.81 [#/sec] (mean)
Time per request: 252.028 [ms] (mean)
Time per request: 0.252 [ms] (mean, across all concurrent requests)
Transfer rate: 2010.84 [Kbytes/sec] received

Connection Times (ms)

	min	mean[+/-sd]	median	max
Connect:	0	16 233.6	0	21003
Processing:	1	91 485.5	33	21267
Waiting:	1	91 485.5	33	21267
Total:	1	107 637.0	33	24392

Percentage of the requests served within a certain time (ms)	
50%	33
66%	101
75%	112
80%	112
90%	132
95%	182
98%	213
99%	337
100%	24392 (longest request)

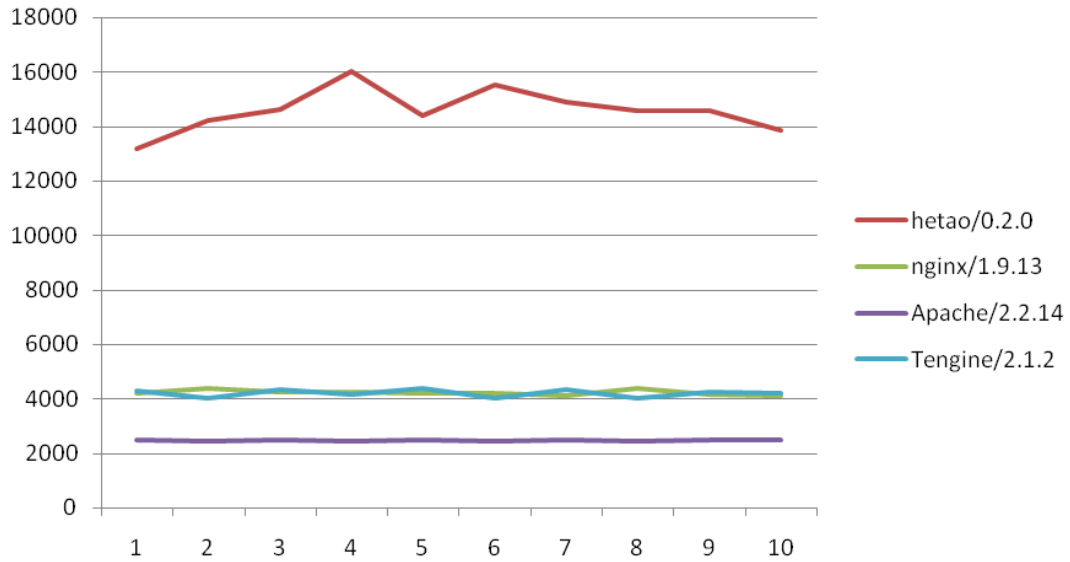
然后交替压 10 次，取 “Requests per second” 的值。

6.4 压测结果

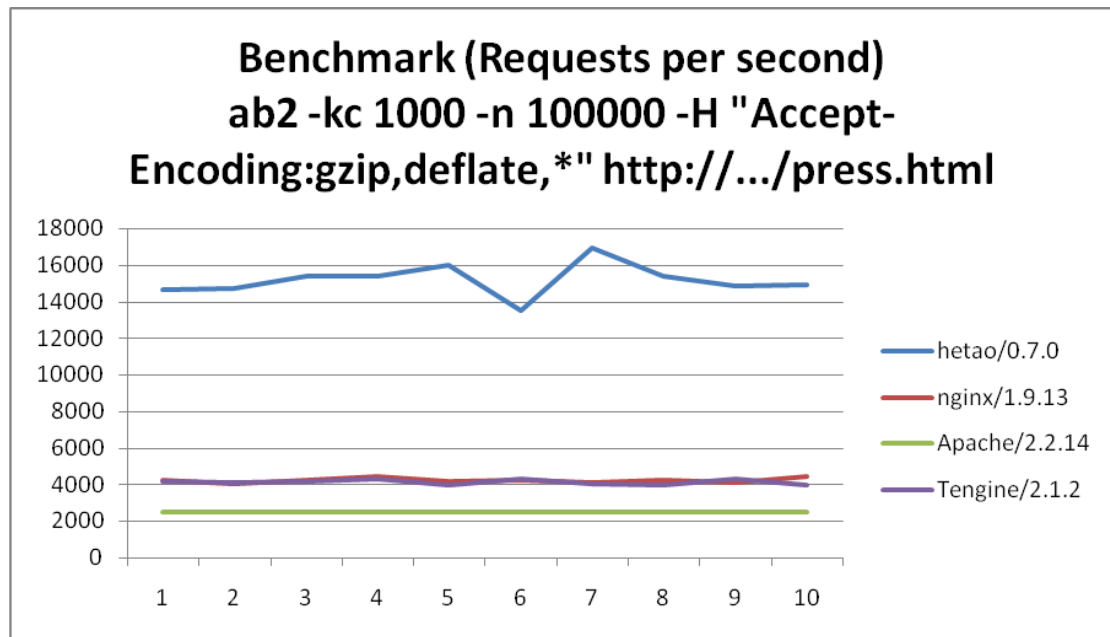
ROUND	hetao/0.2.0	nginx/1.9.13	Apache/2.2.14	Tengine/2.1.2
1	13191.46	4208.08	2472.8	4282.31
2	14237.18	4395.69	2466.09	4013.62
3	14650.89	4245.99	2471.7	4346.52
4	16023.53	4234.76	2454.81	4152.04
5	14409.31	4206.19	2469.85	4381.55
6	15535.74	4184.32	2458.29	4013.12
7	14893.44	4110.75	2471.7	4313.44
8	14581.95	4406.23	2467.72	4014.66
9	14572.83	4171.1	2481.25	4250.61
10	13868.79	4100.61	2479.77	4209.85

Benchmark (Requests per second)

ab2 -kc 1000 -n 100000 -H "Accept-Encoding:gzip,deflate,*" http://.../press.html



ROUND	hetao/0. 7. 0	nginx/1. 9. 13	Apache/2. 2. 14	Tengine/2. 1. 2
1	14661. 97	4207. 47	2498. 64	4129. 57
2	14751. 86	4026. 66	2474. 3	4077. 7
3	15424. 81	4228. 18	2482. 39	4163. 84
4	15393. 55	4407. 28	2477. 92	4256. 37
5	16013. 01	4174. 62	2480. 06	3951. 33
6	13500. 85	4229. 33	2474. 44	4257. 32
7	16960. 94	4115. 91	2480. 42	4034. 18
8	15429. 98	4198. 95	2475. 3	3966. 88
9	14829. 6	4108. 92	2483. 37	4289. 45
10	14901. 13	4377. 75	2485. 03	3969. 52



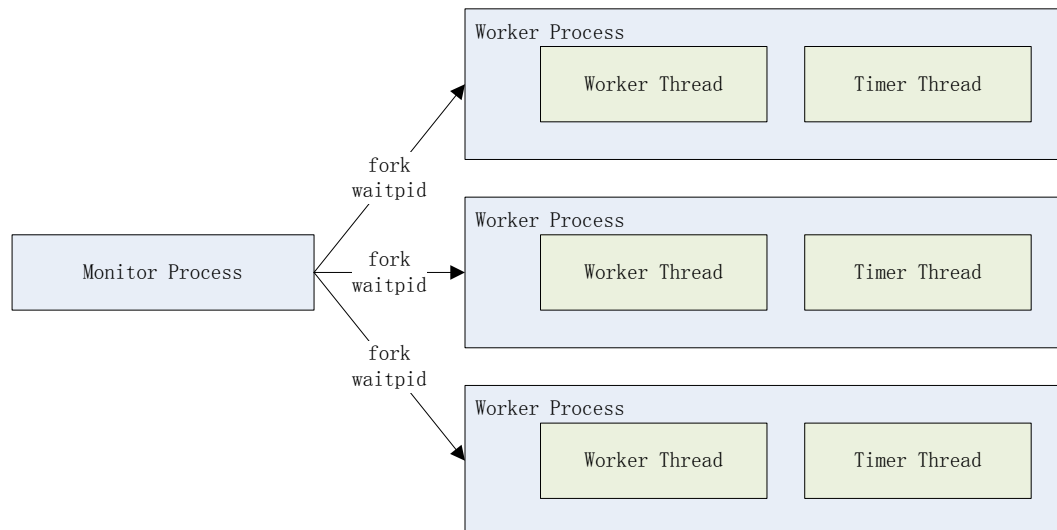
结论:

在开启 Keep-Alive 和 gzip 压缩、中型文件（约 3.3KB）的场景下，hetao 比 nginx 足足快了近 3 倍 ^_^

（现代浏览器一般都开启 Keep-Alive 和压缩，3.3KB 也算是普遍的网页大小）

7 内部实现

7.1 系统结构



hetao 进程结构:

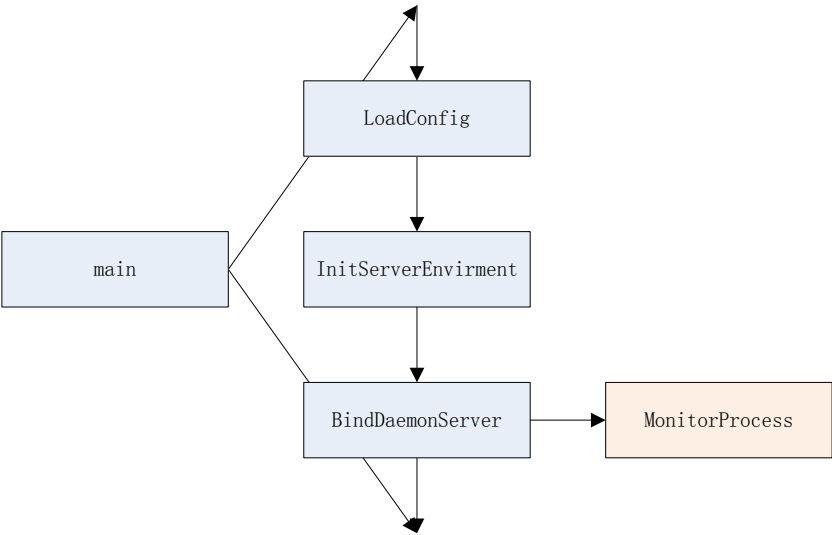
- 管理进程，负责创建、监管工作进程，负责传递 **signal** 管理命令。
- 工作进程

工作线程，负责多路复用 **IO** 管理，负责解析 **HTTP**，负责静态文件的响应和缓存。

定时器线程，负责定时更新用于日志输出的时间缓冲区。

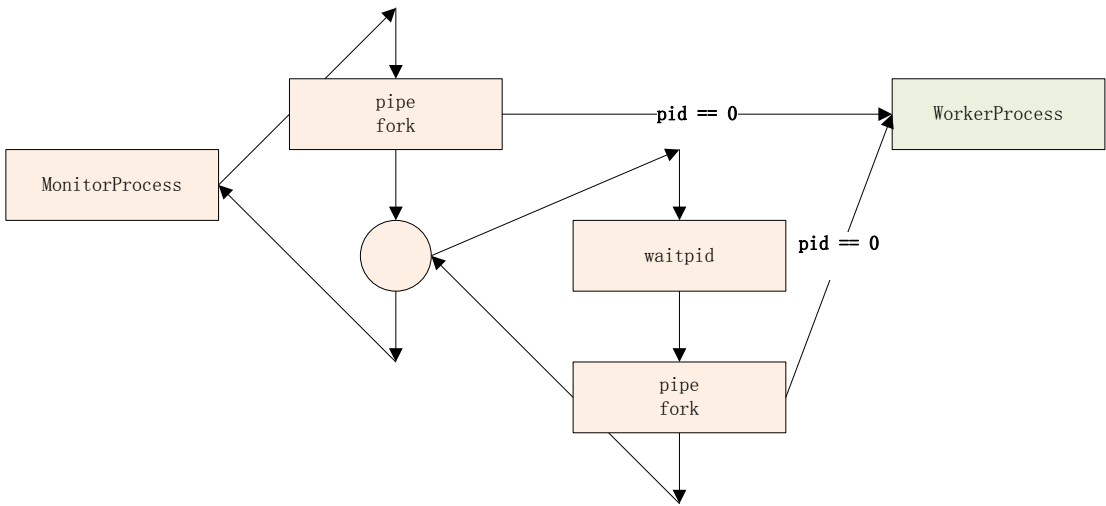
7.2 函数调用关系图

7.2.1 启动与初始化



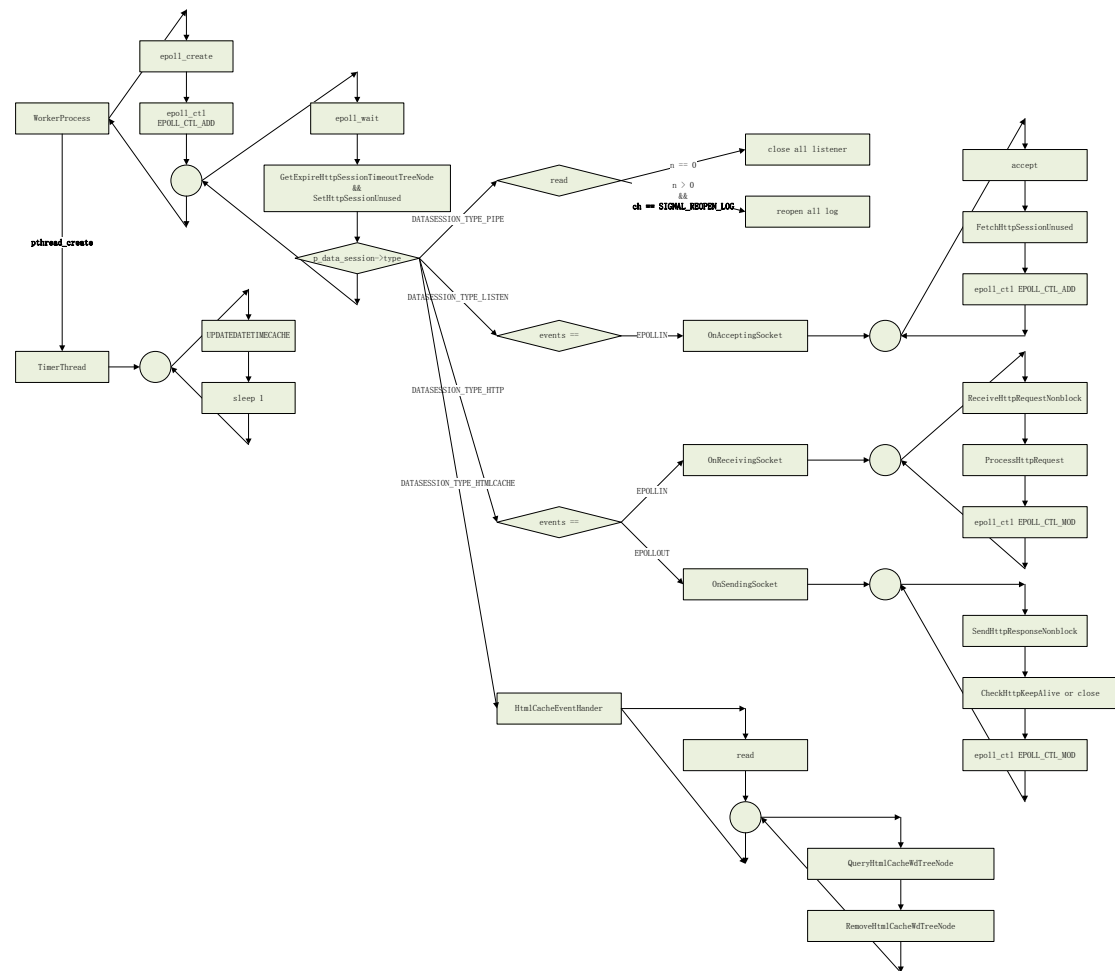
启动后，经过装载配置和初始化环境后，函数 `BindDaemonServer` 转换进程为守护进程，切换到管理进程角色。

7.2.2 管理进程



创建所有管道和工作进程，然后监控工作进程结束事件，重启工作进程。如果期间接收到 `signal`，通过管道传递命令给所有工作进程。

7.2.3 工作进程



创建多路复用 IO 池，加入管道、文件缓存句柄、侦听端口，然后进入主循环，等待 IO 事件。

如果是侦听端口事件，接受连接放入多路复用 IO 池。

如果是通讯会话事件，收发数据，处理 HTTP 请求，加入文件监控句柄，并修改多路复用 IO 等待事件掩码。

如果是文件缓存事件，清理该文件监控句柄。

如果是管道事件，处理管理进程传递过来的事件。