# TCP 负载均衡分发器&&桥接器
# (G6)

*Calvin*

**版本修订**

| 版本 | 日期 | 修订人 | 内容 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1.0.0 | 2016-03-13 | Calvin | 创建文档： |
| 1.0.1 | 2016-03-20 | Calvin | 新增章节：<br>性能测试 |
| 1.0.2 | 2016-03-21 | Calvin | 新增章节：<br>隔离后端服务器机制<br>连接数控制<br>超时控制<br>与同类产品比较 |

# 目录索引

# 1 背景

2014 年我研发了负载均衡软件 G5，作为开源项目发布到网上，被很多公司采用，反馈了大量意见和建议，比如希望增加后端心跳功能等，在这里感谢广大朋友们的支持和帮助。近两年的开源发展，G5 已经趋近成熟，也暴露了不少设计不足，比如没有充分利用多核环境。两周年之际，我决定重新研发 G5 第二版，名字就叫做 G6，重点解决 G5 设计不足，也从代码架构上深度优化性能。

# 2 概述

G6 是一款高性能、易使用、支持远程管理的 TCP 负载均衡分发器&&桥接器，基于 Linux 的 epoll 事件驱动非堵塞全异步框架实现。

G6 工作在网络 4 层 TCP，这意味着不仅可以用于网站 HTTP 协议，还能用在 SMTP、POP、TELNET、SSH 等协议上。

## 2.1 使用场景

* 网站反向代理
* 与无负载均衡功能的通讯软件配合实现负载均衡分发
* 双网卡桥接不同网段

## 2.2 支持几乎所有主流负载均衡算法

* 主备
* 轮询
* 最少连接数
* 最小响应时间

* 随机

* 哈希

## 2.3 功能优势

* 充分利用多核环境，采用父子进程（监控进程+工作进程）+多线程（缺省数量为 CPU 核数）的软件架构。

* 平滑重载配置和自我升级，真正的无缝更新，不会影响现有会话和侦听服务端口。

* 基于红黑树的会话超时管理，这是与 epoll 配合最好的超时管理方式。

* 性能是同类软件中最高的，比 nginx 还快，具体见性能测试章节。

* 配置文件格式简洁、灵活，配置参数丰富，拥有全局继承机制以减少配置冗余。

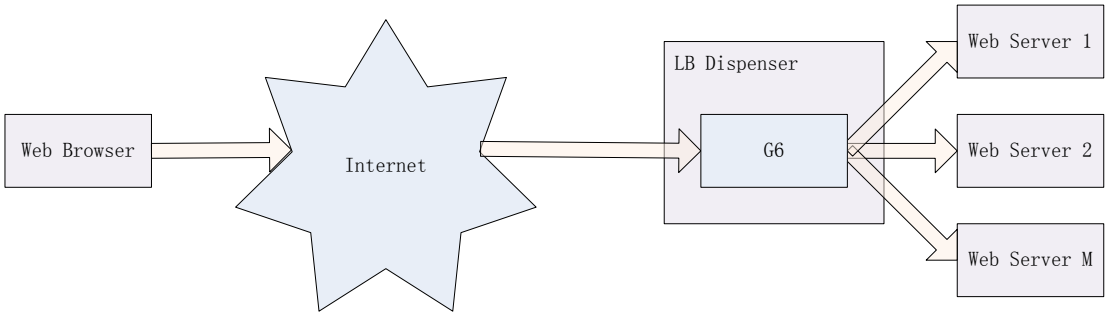
*** 提供了出错暂禁、心跳报告、管理命令主动暂禁三种隔离后端服务器机制，最后两种可与运维脚本配合实现更复杂的定制化健康检测。**

* 源码文件分布合理、代码结构清晰便于阅读，适合定制化改造。编译成可执行程序不到 200KB，无第三方软件依赖。内存使用恒定。

* 可通过管理端口远程查询和管理，便于对接第三方 UI 。

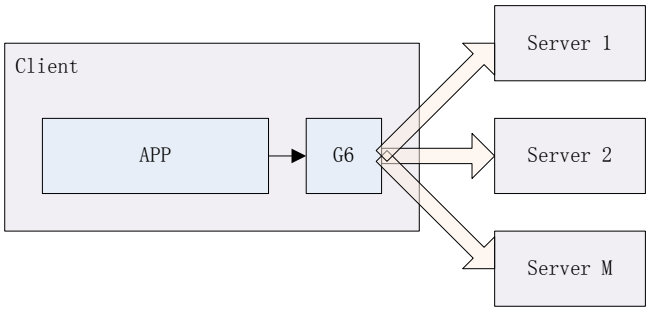
# 3 场景与架构

## 3.1 网站反向代理



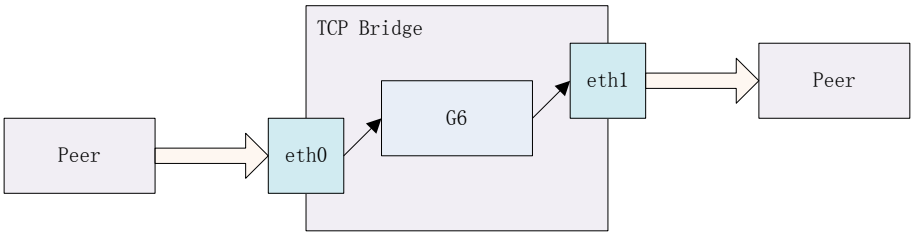
网站服务器集群前面的反向代理，高并发（理论上可支持上万条连接）、高性能（比 nginx 快）、高伸缩性（根据负载均衡算法和地址配置，允许在线动态伸缩服务器集群）。

## 3.2 与无负载均衡功能的通讯软件配合实现负载均衡分发




无须改造老的通讯软件，中间接入 G6 即可实现负载均衡分发，避免改造通讯软件带来的工作量和风险。

## 3.3 双网卡桥接不同网段




一台机器的两块网卡分别接入两个网段，利用 G6 可桥接两个网段，提供跨网段直接通讯。

# 4 安装

## 4.1 编译安装

### 4.1.1 编译

（以 Linux 环境为例）

从源码托管网站下载解开安装包或 git 克隆源码库

http://git.oschina.net/calvinwilliams/G6

https://github.com/calvinwilliams/G6

进入源码目录

```
$ cd src
```

修改安装配置文件，修改目标可执行程序 G6 安装目录变量"_BINBASE"，这里以安装到$HOME/bin 为例

```
$ vi makeinstall
...
_BINBASE        =       $(HOME)/bin
```

编译源码

```
$ make -f makefile.Linux clean
rm -f LOGC.o
rm -f rbtree.o
rm -f Util.o
rm -f main.o
rm -f Envirment.o
rm -f Config.o
rm -f MonitorProcess.o
rm -f WorkerProcess.o
rm -f AcceptThread.o
rm -f ForwardThread.o
rm -f TimeThread.o
rm -f G6
$ make -f makefile.Linux
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -I.  -c LOGC.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -I.  -c rbtree.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -I.  -c Util.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -I.  -c main.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -I.  -c Envirment.c
```

```
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -I.  -c Config.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -I.  -c MonitorProcess.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -I.  -c WorkerProcess.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -I.  -c AcceptThread.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -I.  -c ForwardThread.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -I.  -c TimeThread.c
gcc -g -fPIC -O2 -Wall -Werror -fno-strict-aliasing -o G6 LOGC.o rbtree.o Util.o
main.o Envirment.o Config.o MonitorProcess.o WorkerProcess.o AcceptThread.o
ForwardThread.o TimeThread.o -L. -lpthread
$ make -f makefile.Linux install
cp -f G6 /home/calvin/bin/
```

如果没有报错则成功编译链接出可执行程序 G6 并安装到目标目录（如果安装到$HOME 以外，注意权限）

编译安装完成！

### 4.1.2 试运行

复制配置示例文件到配置文件目录

```
$ cp ../etc/G6.conf $HOME/etc/
```

测试可执行文件

```
$ G6
G6 v1.0.0 build Mar 13 2016 01:23:00
TCP Bridge && Load-Balance Dispenser
Copyright by calvin 2016
USAGE : G6 -f (config_pathfilename) [ -t (forward_thread_size) ] [ -s
(forward_session_size) ] [ --log-level (DEBUG|INFO|WARN|ERROR|FATAL) ]
[ --log-filename (logfilename) ] [ --no-daemon ]
```

以最小缺省配置运行（只有管理端口）

```
$ G6 -f $HOME/G6.conf
```

如果没有报错，发送管理命令“显示装载的所有配置”到管理端口

```
$ echo "show rules" | nc 127.0.0.1 8600
admin_rule_id | G | 127.0.0.1:* - 127.0.0.1:8600
```

可以看到只有一条管理规则在内存中

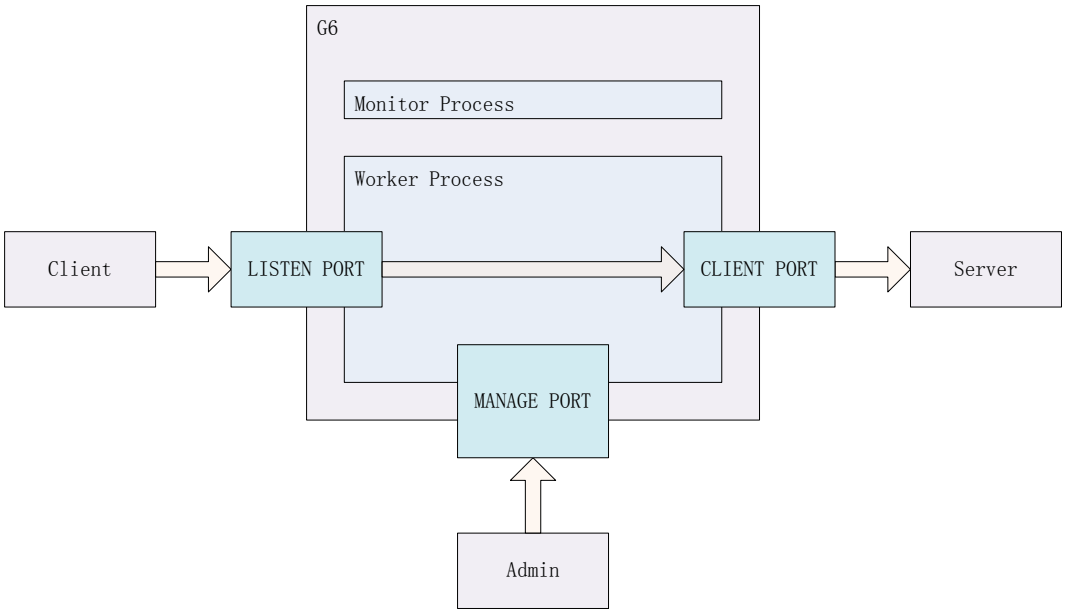
启动成功！

停止

```
ps -ef | grep G6 | grep -v grep | awk '{if($3==1)print $2}' | xargs kill
```

# 5 使用参考

## 5.1 系统结构




G6 由一个管理进程（父进程）和一个工作进程（子进程）组成，其中工作进程由一个接受连接线程、可配置数量（默认为当前机器 CPU 核数-1，最小一个）的转发线程组和一个时间线程组成。在一台只有双核的机器中缺省启动后的进程布局和线程布局为：

```
$ ps -ef | grep G6 | grep -v grep
calvin   29781     1  0 20:05 ?       00:00:00 G6 -f G6.conf
calvin   29782 29781  0 20:05 ?       00:00:00 G6 -f G6.conf
$ ps -efL | grep G6 | grep -v grep
calvin   29781     1 29781  0    1 20:05 ?       00:00:00 G6 -f G6.conf
calvin   29782 29781 29782  0    3 20:05 ?       00:00:00 G6 -f G6.conf
calvin   29782 29781 29783  0    3 20:05 ?       00:00:00 G6 -f G6.conf
calvin   29782 29781 29784  0    3 20:05 ?       00:00:00 G6 -f G6.conf
```

G6 对外侦听端口（LISTEN PORT），当有客户端连接上转发端口时，创建一条服务端新连接，并产生数据传输方向相反的两个会话用于后续数据交换。

当两个方向有一端有数据到达时，转发到另一端。

当两个方向有一端连接断开时或定时器达到设定超时时，拆毁另一端，同时销毁两个会话。

G6 还提供的若干个管理端口（MANAGE PORT），通过管理端口可以远程查询内部状态、发送命令等。

## 5.2 启停和更新

### 5.2.1 启动

不带命令行参数执行 G6 将得到完整的命令行参数列表

```
USAGE : G6 -f (config_pathfilename) [ -t (forward_thread_size) ] [ -s
(forward_session_size) ] [ --log-level (DEBUG|INFO|WARN|ERROR|FATAL) ]
[ --log-filename (logfilename) ] [ --no-daemon ]
```

各项参数说明如下：

-f (config_pathfilename)　　指定规则配置文件名

-t (forward_thread_size)　　指定转发线程数量，缺省为 CPU 核数-1，最小一个

-s (forward_session_size)　　最大会话数量。最大连接数=最大会话数/2

--log-level (DEBUG|INFO|WARN|ERROR|FATAL)　　指定日志等级，缺省为 INFO

--log-filename (logfilename)　指定日志文件名，缺省为$HOME/log/G6.log

--no-daemon　　非守护进程模式，缺省为守护进程模式

### 5.2.2 停止

向管理进程（ppid 为 1）发送 TERM 信号即可优雅停止 G6（关闭侦听端口，等待所有当前会话结束后再退出），也可以向所有 G6 进程发送 KILL 信号以强制立即停止。

### 5.2.3 更新

向管理进程发送 USR1 信号可重新生成日志文件。

向管理进程发送 USR2 信号可优雅重启（老进程创建新进程，老进程关闭侦听端口和等待当前所有会话结束后退出，新进程读取新配置文件开始并行工作），用于重载配置、可执行程序平滑升级。

## 5.3 配置文件格式

试运行时使用的是最小配置，只配置了管理规则，以下为分发规则配置示例：

接受来自互联网 HTTP 请求，连接反向代理服务端口 80，然后轮询分发给内网 WEB 服务器集群 192.168.0.101~192.168.0.105:80，这样配置（可能需要 root 权限）：

```
my_rule1_id RR *:* - 0.0.0.0:80 > 192.168.0.101:80 192.168.0.102:80
192.168.0.103:80 192.168.0.104:80 192.168.0.105:80 ;
```

在双网卡连接两个网段的机器 192.168.0.51 里，接受来自 192.168.0.*的连接，转发端口为 8080，转发给 192.168.1.101:8080，这样配置：

```
my_rule2_id RR 192.168.0.*:* - 192.168.0.51:8080 > 192.168.1.101:8080 ;
```

本地软件连接本地 G6 转发端口 8601，然后主备机制分发给 192.168.0.101~192.168.0.102 的 10601 端口，这样配置：

```
my_rule3_id MS 127.0.0.1:* - 127.0.0.1:8601 > 192.168.0.101:10601
192.168.0.102:10601 ;
```

转发时限制来源地址最多接受一个连接，除了 192.168.0.1

```
my_rule4_id RR ( max_connection = 1 ) 192.168.0.100:* ( max_connections = 0 )
*: 192.168.0.2:8080 > 192.168.0.3:808 ;
```

转发时设置会话超时时间为 120 秒

```
my_rule5_id RR 192.168.0.1:* - ( timeout = 120 ) 192.168.0.2:8080 >
192.168.0.3:8080 ;
```

转发时限制转发端与目标服务器最多 10 个连接

```
my_rule6_id RR *:* - 192.168.0.2:8080 > ( max_connections = 60 ) 192.168.0.3:8080
192.168.0.4:8080 192.168.0.5:8080 ;
```

设置所有目标服务器为报告模式，必须每隔 60 秒内报告才能有效，否则失效隔离

```
my_rule7_id RR *:* - 192.168.0.2:8080 > ( heartbeat = 60 ) 192.168.0.3:8080
192.168.0.4:8080 192.168.0.5:8080 ;
```

G6.conf 缺省配置文件自带完整使用说明注释

```
////////////////////////////////////////////////////////////
// G6 配置文件格式
// 1.各配置词（包括括号、分号等符号）之间必须用白字符隔开，白字符包含空格、TAB 和换行
// 2.每条配置用;结尾，中间可以任意折行
// 3.可以用 // 注释到到行尾 或 /*...注释...*/

////////////////////////////////////////////////////////////
// 全局属性 :
(
    // moratorium = 60 , // 服务端不可用时暂禁时间，默认不暂禁
    // timeout = 60 , // 客户端连接超时，默认不超时
    // max_ip = 1 , //  最大 IP 数量，默认无限制
    // max_connections = 2 , // 最大客户端连接数量，默认无限制
    // max_connections_per_ip = 2 , //  每个 IP 最多客户端数量，默认无限制
) ;

////////////////////////////////////////////////////////////
// 管理规则 :
// 规则名（白字符）G（白字符）客户端地址列表（白字符）-（白字符）侦听地址列表（白字符）;
admin_rule_id G 127.0.0.1:* - 127.0.0.1:8600 ;

/*
规则名为唯一的 64 个字符以内的字符串

客户端地址列表 :
    客户端 IP:客户端 PORT
或
    客户端 1IP:客户端 1PORT 客户端 2IP:客户端 2PORT?..
IP 和 PORT 可以使用'*'和'?'通配，如"127.0.0.1:*"、"192.168.0.*:*"、"*:*"
*/

////////////////////////////////////////////////////////////
// 转发、分发规则 :
// 规则名（白字符）负载均衡算法（白字符）客户端地址列表（白字符）-（白字符）侦听地址列表（白
字符）>（白字符）服务端地址列表（白字符）;

// 接受来自互联网 HTTP 请求，连接反向代理服务端口 80，然后轮询分发给内网 WEB 服务器集群
192.168.0.101~192.168.0.105:80，这样配置（可能需要 root 权限）:
// my_rule1_id RR *:* - 0.0.0.0:80 > 192.168.0.101:80 192.168.0.102:80
```

```
192.168.0.103:80 192.168.0.104:80 192.168.0.105:80 ;

// 在双网卡连接两个网段的机器192.168.0.51里,接受来自192.168.0.*的连接,转发端口为8080,
转发给192.168.1.101:8080，这样配置：
// my_rule2_id RR 192.168.0.*:* - 192.168.0.51:8080 > 192.168.1.101:8080 ;

// 本地软件连接本地G6转发端口8601，然后主备机制分发给192.168.0.101~192.168.0.102的
10601端口，这样配置：
// my_rule3_id MS 127.0.0.1:* - 127.0.0.1:8601 > 192.168.0.101:10601
192.168.0.102:10601 ;

//  转发时限制来源地址最多接受一个连接，除了192.168.0.100
// my_rule4_id RR ( max_connection = 1 ) 192.168.0.100:* ( max_connections = 0 )
*: 192.168.0.2:8080 > 192.168.0.3:808 ;

// 转发时设置会话超时时间为120秒
// my_rule5_id RR 192.168.0.1:* - ( timeout = 120 ) 192.168.0.2:8080 >
192.168.0.3:8080 ;

// 转发时限制转发端与目标服务器最多10个连接
// my_rule6_id RR *:* - 192.168.0.2:8080 > ( max_connections = 60 )
192.168.0.3:8080 192.168.0.4:8080 192.168.0.5:8080 ;

// 设置所有目标服务器为报告模式，必须每隔60秒内报告才能有效，否则失效隔离
// my_rule7_id RR *:* - 192.168.0.2:8080 > ( heartbeat = 60 ) 192.168.0.3:8080
192.168.0.4:8080 192.168.0.5:8080 ;

/*
my_rule9_id  RR
    ( max_connections = 100 )
    192.168.0.1:* ( max_connections = 10 )
    192.168.0.2:* ( max_connections = 5 )
    192.168.0.*:* ( max_connections = 1 )
    -
    ( timeout = 60 )
    192.168.0.50:8080 ( timeout = 10 )
    192.168.0.50:8081
    >
    ( max_connections = 100 , heartbeat = 60 )
    192.168.0.101:80 ( max_connections = 20 )
    192.168.0.102:80 ( max_connections = 10 )
    192.168.0.103:80
    192.168.0.104:80
    192.168.0.105:80 ( heartbeat = 30 )
```

```
    ;
*/

/*
侦听地址列表 和 服务端地址列表 同 客户端地址列表 但不允许出现通配符

地址属性格式 :
    ((白字符)属性名(白字符)=(白字符)属性值(白字符))
或
    ((白字符)属性1名(白字符)=(白字符)属性1值(白字符),(白字符)属性2名(白字符)
=(白字符)属性2值(白字符),...)

全局属性会自动继承到地址列表前属性，地址列表前配置的属性会自动继承到地址列表中，每个地址后也
可以配置属性，越后者优先

客户端地址列表中可以配置的属性有
    max_connections : 最大连接数
转发端地址列表中可以配置的属性有
    timeout : 双向会话超时时间(缺省单位：秒)；可以加后缀单位's'或'm'或'h'
服务端地址列表中可以配置的属性有
    max_connections : 最大连接数
    heartbeat : 心跳周期，当配置该参数时，必须在周期内通过管理端口向该IP:PORT报告，否则
该服务端被失效隔离；可以加后缀单位's'或'm'或'h'
        报告简易命令 :
            echo "beartbeat 192.168.0.101 80" | nc 127.0.0.1 8600
            也可与复杂的检测脚本配合

负载均衡算法 :
    MS : 主备
    RR : 轮询
    LC : 最少连接数
    RT : 最小响应时间
    RD : 随机
    HS : 哈希(根据来源IP)
*/
```

特殊注意：常见配置错误为配置词之间没有用白字符隔开！

### 5.3.1 负载均衡算法

#### 5.3.1.1 主备

当前后端服务器无法访问时，切换到下一台后端服务器，如果没有可用后端服务器则返回错误。

主备算法配置符为"MS"

#### 5.3.1.2 轮询

选定当前后端服务器后切换指针指向下一台后端服务器，以供下一次选择，如果没有可用后端服务器则返回错误。

轮询算法配置符为"RR"

#### 5.3.1.3 最少连接数

在所有可用的后端服务器中选择一台当前连接数最少的服务器，如果没有可用后端服务器则返回错误。

轮询算法配置符为"LC"

#### 5.3.1.4 最小响应时间

在所有可用的后端服务器中选择一台以往数据交换反应最快的服务器，如果没有可用后端服务器则返回错误。

轮询算法配置符为"RT"

#### 5.3.1.5 随机

每次随机选择一台后端服务器。如果当前服务器不可用，则尝试检查下一台，直到找到一台可用或者返回错误。

为实现随机均匀分布，如果第一次击中不可用服务器但最终找到可用服务器，选定服务器前，交换第一次和最后一次服务器配置单元。

轮询算法配置符为"RD"

#### 5.3.1.6 哈希

根据客户端 IP 哈希选定一台后端服务器，如果该服务器当前状态不可用，则返回错误。

轮询算法配置符为"HS"

### 5.3.2 隔离后端服务器机制

G6 提供了三种隔离后端服务器机制：

#### 5.3.2.1 出错暂禁

当接受侦听端口连接后，创建客户端连接后端服务器时，如果连接失败，则会设置该服务器状态为不可用，同时设置暂禁时间（缺省为 0 秒，可以用全局属性 moratorium 改变该值），等过了暂禁时间后，该服务器自动恢复正常状态。

#### 5.3.2.2 心跳报告

启动时初始化指定或所有后端服务器为不可用状态，需向管理端口定期（长连接或短连接）发送心跳指令维持正常状态，心跳指令可重置不可用倒计时，一

旦心跳周期结束时未接到心跳指令，立即改为不可用状态。

当条转发规则中，所有服务端地址列表前配置属性 heartbeat 可置所有服务端为心跳报告模式，如

```
my_rule9_id  RR
    *:*
    -
    192.168.0.50:8081
    >
    ( heartbeat = 60 )
    192.168.0.101:80
    192.168.0.102:80
    192.168.0.103:80
    192.168.0.104:80
    192.168.0.105:80
    ;
```

也可单独设置某个服务端为心跳报告模式

```
my_rule9_id  RR
    *:*
    -
    192.168.0.50:8081
    >
    192.168.0.101:80
    192.168.0.102:80
    192.168.0.103:80 ( heartbeat = 60 )
    192.168.0.104:80
    192.168.0.105:80
    ;
```

#### 5.3.2.3 管理命令主动暂禁

当后端某台服务器要暂时离线时，可通过管理端口发送主动暂禁指令，G6 将立即隔离该后端服务器，直到到达暂禁结束时间，如暂禁 192.168.0.101:80 十分钟

```
echo "disable 192.168.0.101 80 600" | nc 127.0.0.1 8600
```

期间也可以立即启用，如果不想等到暂禁期满

```
echo "enable 192.168.0.101 80" | nc 127.0.0.1 8600
```

心跳报告模式和管理命令主动暂禁模式可与其它复杂检测脚本配合，定制化检测逻辑，如部署在其它机器上的检测脚本周期性 GET 某个 URL，如果返回成功则发送心跳，或返回失败则发送主动暂禁指令。

### 5.3.3 连接数控制

#### 5.3.3.1 客户端连接数控制

G6 可限制每个客户端连接数（配置键 max_connections）、IP 数（配置键 max_ip）、每个 IP 连接数（配置键 max_connections_per_ip）。如果配置属性在所有客户端地址列表前则继承影响所有客户端，如果配置在某个客户端地址后面则影响当前客户端，后者优先。如果不配置则不限制。

```
my_rule9_id  RR
    ( max_ip = 10 , max_connections_per_ip = 10 , max_connections = 50 )
    192.168.0.1:* ( max_ip = 2 )
    192.168.0.2:* ( max_connections_per_ip = 2 )
    192.168.0.*:* ( max_connections = 10 )
    -
    192.168.0.50:8081
    >
    192.168.0.101:80
    192.168.0.102:80
    192.168.0.103:80
    192.168.0.104:80
    192.168.0.105:80
    ;
```

#### 5.3.3.2 服务端连接数控制

G6 可限制每个服务端连接数（配置键 max_connections）。如果配置属性在所有服务端地址列表前则继承影响所有服务端，如果配置在某个服务端地址后面则影响当前服务端，后者优先。如果不配置则不限制。

```
my_rule9_id  RR
    192.168.0.*:*
```

```
    -
    192.168.0.50:8081
    >
    ( max_connections = 10 )
    192.168.0.101:80
    192.168.0.102:80 ( max_connections = 2 )
    192.168.0.103:80
    192.168.0.104:80
    192.168.0.105:80
    ;
```

### 5.3.4 超时控制

G6 可设置会话无数据交换超时时间（配置键 timeout）。如果配置属性在所有转发端地址列表前则继承影响所有转发端，如果配置在某个转发端地址后面则影响当前转发端，后者优先。如果不配置则不超时。

```
my_rule9_id  RR
    192.168.0.*:*
    -
    ( timeout = 60 )
    192.168.0.50:8080 ( timeout = 30 )
    192.168.0.50:8081
    >
    192.168.0.101:80
    192.168.0.102:80
    192.168.0.103:80
    192.168.0.104:80
    192.168.0.105:80
    ;
```

## 5.4 管理命令

直接 telnet 连接管理端口，即可进入管理界面，然后发送管理命令即可，如

```
telnet 127.0.0.1 8600
```

也可以通过其它工具如 nc 一次性发送执行完后立即返回

```
echo "show sessions" | nc 127.0.0.1 8600
```

管理命令如下：

查询以装载的所有规则

```
show rules
```

查询当前所有会话

```
show sessions
```

临时暂禁某个后端服务端口

```
disable (ip) (port)
```

恢复某个后端服务端口

```
enable (ip) (port)
```

向 G6 报告，以免被失效隔离（需要周期性发送）

```
beartbeat (ip) (port)
```

退出管理命令界面

```
quit
```

# 6 性能测试

在网站反向代理场景，我们拿使用最广泛的 Nginx 来做比对。

因为家里机器有限，性能测试用两台 Linux 来做，一台是实体机 A，一台是虚拟机 B（外面实体机是 Windows），A 机里用 ab 发起并发 300 共 50000 个 HTTP 请求到 B，B 上部署 G6 和 Nginx，配置轮询算法分发回 A 机上的 Apache 的 5 个虚拟站点。

A 机：

CPU AMD E-350 Processor 1.6GHz*2

内存 4GB

B 机：

CPU Intel(R) Core(TM) i3-3240 CPU @ 3.40GHz*2

内存 500Mbo

G6 配置如下：

```
admin_rule_id G
      127.0.0.1:*
      -
      127.0.0.1:8600
      ;
```

```
press_rule_id RR
      192.168.6.111:*
      -
      192.168.6.54:8601
      >
      192.168.6.111:8801
      192.168.6.111:8802
      192.168.6.111:8803
      192.168.6.111:8804
      192.168.6.111:8805
      ;
```

Nginx 配置如下（只输出错误日志）：

```
events {
   worker_connections  1024;
}
http {
   include      mime.types;
   default_type  application/octet-stream;
   sendfile       on;
   upstream site {
      server 192.168.6.111:8801 ;
      server 192.168.6.111:8802 ;
      server 192.168.6.111:8803 ;
      server 192.168.6.111:8804 ;
      server 192.168.6.111:8805 ;
   }
   server {
      listen 8701 ;
      server_name 192.168.6.54 ;
      location / {
         root html ;
         index index.html index.htm ;
         proxy_pass http://site ;
      }
   }
   access_log off ;
}
```

启动 G6（只输出错误日志）

```
G6 -f press.conf --log-level ERROR
```

启动 Nginx

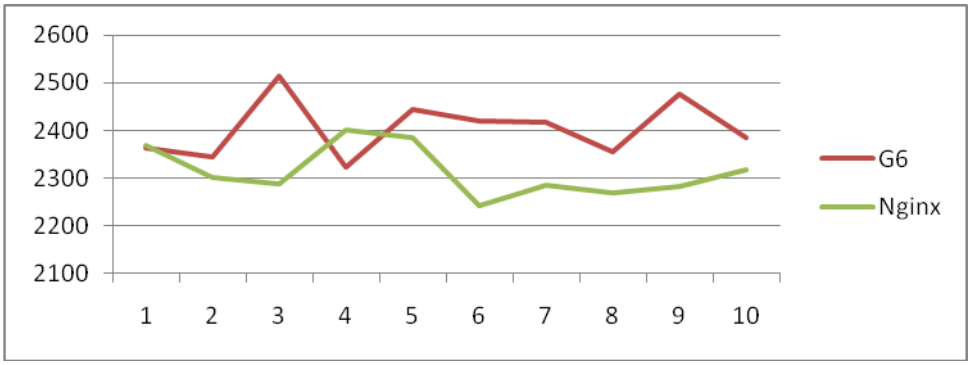
```
nginx
```

压测脚本

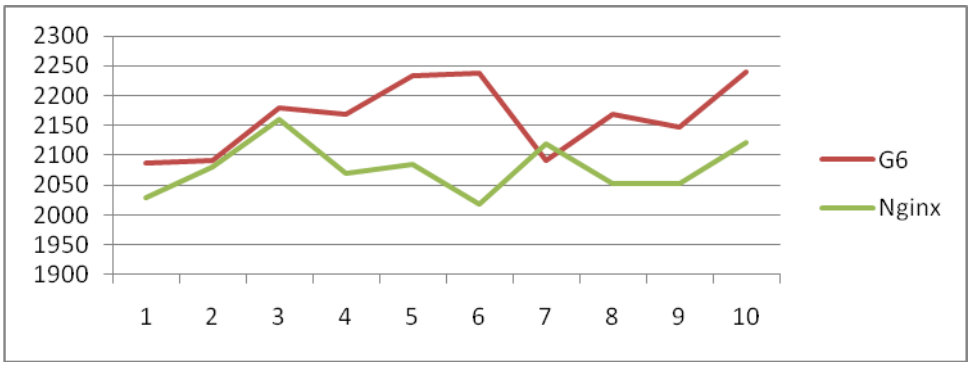
```
if [ $# -eq 0 ] ; then
	MAX_ROUND=999
else
	MAX_ROUND=$1
fi

ROUND=0
while [ $ROUND -le $MAX_ROUND ] ; do
	TIME1=`ab -c 300 -n 50000 http://192.168.6.54:8601/index2.html | grep "Requests per second" | awk '{print $4}'`
	sleep 2
	TIME2=`ab -c 300 -n 50000 http://192.168.6.54:8701/index2.html | grep "Requests per second" | awk '{print $4}'`
	sleep 1
	echo "ROUND: $ROUND    G6: $TIME1    Nginx: $TIME2"
	TIMES1[$ROUND]=$TIME1
	TIMES2[$ROUND]=$TIME2
	sleep 1
	ROUND=`expr $ROUND + 1`
done

echo "--- result ----------"

ROUND=0
while [ $ROUND -le $MAX_ROUND ] ; do
	echo "ROUND: $ROUND    G6: ${TIMES1[$ROUND]}    Nginx: ${TIMES2[$ROUND]}"
	ROUND=`expr $ROUND + 1`
done
```

反复跑了 10*3 轮，结果如下：

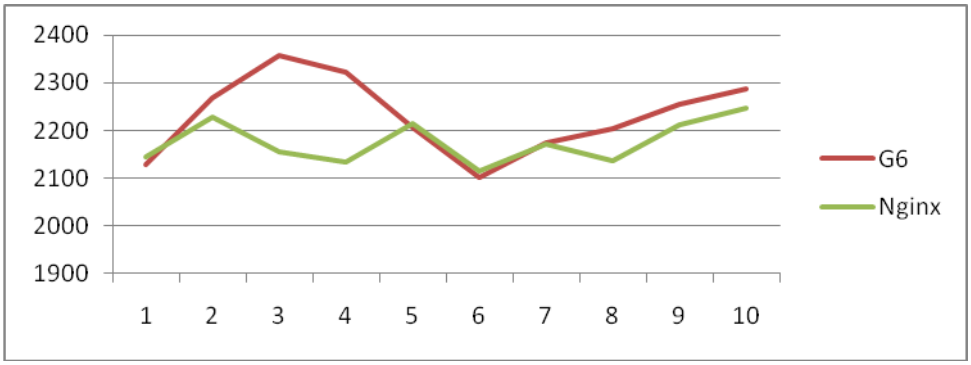
| ROUND | G6 | Nginx | (G6-Nginx)/Nginx*100% |
|---|---|---|---|
| 1 | 2362.43 | 2370.41 | -0.34% |
| 2 | 2342.65 | 2302.41 | 1.75% |
| 3 | 2514.02 | 2287.89 | 9.88% |
| 4 | 2322.4 | 2402.21 | -3.32% |
| 5 | 2444.29 | 2387.26 | 2.39% |
| 6 | 2420.46 | 2243.33 | 7.90% |
| 7 | 2418.13 | 2287.04 | 5.73% |
| 8 | 2355.61 | 2270.59 | 3.74% |
| 9 | 2475.75 | 2284.26 | 8.38% |
| 10 | 2385.67 | 2318.5 | 2.90% |




| ROUND | G6 | Nginx | (G6-Nginx)/Nginx*100% |
|---|---|---|---|
| 1 | 2087.81 | 2029.56 | 2.87% |
| 2 | 2091.75 | 2080.61 | 0.54% |
| 3 | 2179.92 | 2159.78 | 0.93% |
| 4 | 2169.49 | 2069.9 | 4.81% |
| 5 | 2233.48 | 2085.19 | 7.11% |
| 6 | 2237.65 | 2018.47 | 10.86% |
| 7 | 2092.45 | 2119.8 | -1.29% |
| 8 | 2170.11 | 2052.72 | 5.72% |
| 9 | 2147.43 | 2053.06 | 4.60% |
| 10 | 2240.2 | 2122.01 | 5.57% |




| ROUND | G6 | Nginx | (G6-Nginx)/Nginx*100% |
|---|---|---|---|
| 1 | 2127.61 | 2145.95 | -0.85% |
| 2 | 2268.37 | 2227.7 | 1.83% |
| 3 | 2356.53 | 2155.04 | 9.35% |
| 4 | 2322.03 | 2134.54 | 8.78% |
| 5 | 2205.4 | 2214.02 | -0.39% |
| 6 | 2101.11 | 2115.53 | -0.68% |
| 7 | 2174.56 | 2171.36 | 0.15% |
| 8 | 2203.29 | 2136.8 | 3.11% |
| 9 | 2253.41 | 2211.55 | 1.89% |
| 10 | 2286.82 | 2246.1 | 1.81% |




**G6 在负载均衡性能要略高于 Nginx！**

**但功能上 G6 多了隔离后端服务器机制，这是 nginx 所没有的负载均衡器重要特性。**

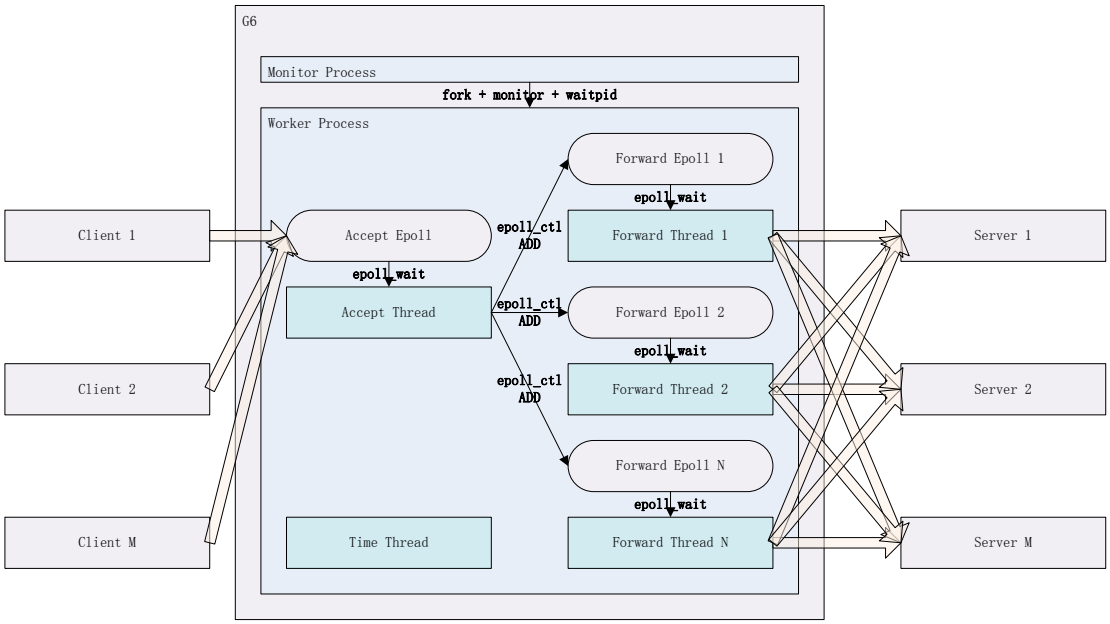
# 7 与同类产品比较

| | LVS | Nginx | G6 |
|---|---|---|---|
| 安装、配置难度 | 难 | 简单 | 超简单 |
| 工作网络层次 | 2~4 层 | 7 层 | 4 层 |
| 工作层次 | 内核层 | 应用层 | 应用层 |
| 工作协议 | TCP/IP/MAC | HTTP(S)、SMTP、POP(3) | 基于 TCP 的任何协议，并对 HTTP 做了优化 |
| 并发支持 | 超过 6 万 | 不超过 6 万 | 不超过 6 万 |
| 自带的对后端的主动健康检测 | 无 | 无 | 心跳报告和管理命令主动暂禁两种模式 |
| 性能 | 快 | 中等 | 中等稍快 |
| 负载均衡算法 | 全支持 | 全支持 | 全支持 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 平滑重载配置或重启 | 需要 keepalived 配合 | 可以 | 可以 |
| 操作系统 | 仅 Linux | UNIX/Linux 、WINDOWS | 目前仅 Linux，后续增加 WINDOWS、AIX 等 |
| 其它功能 | 无 | Web 服务器 | HTTP 静态页面高速缓存池（待开发） |

# 8 设计与实现

## 8.1 内部结构




G6 采用父子进程+多线程结构设计。

管理进程（src/MonitorProcess.c）派生工作进程，然后监控工作进程存活，一旦发现工作进程结束就重启之。

工作进程（src/WorkerProcess.c）创建侦听端口放入侦听 epoll 池，创建若干（缺省为 CPU 核数-1，最少一个）转发线程、时间线程，本身转化为连接接受线程。

连接接受线程（src/AcceptThread.c）从侦听 epoll 池（ET 模式）等待接受新

连接，均衡放入转发 epoll 池。

转发线程（src/ForwardThread.c）从自己的转发 epoll 池（LT 模式）中等待数据交换事件，并处理之。

时间线程（src/TimeThread.c）定时刷新时间，提供给其它线程使用，避免写日志等操作频繁取当前时间，提高性能。

## 8.2 平滑重启

平滑重启用于重载配置和可执行程序无缝升级。

管理进程收到平滑重启信号（USR2）后，保存所有侦听端口描述字到环境变量，通知工作进程关闭所有侦听端口，然后创建下一代新管理进程，最后优雅等待结束。新管理进程在创建侦听端口时，如果环境变量中存在老一代的侦听端口，则复用，否则新创建侦听端口。