

面向中小企业的低成本 Web 服务负载均衡器的设计

徐 伟 朱 帅 叶春豪

(绍兴职业技术学院 绍兴 312000)

摘 要 Web 访问流量急剧增长,使得负载均衡设备应用越来越广泛,而当前负载均衡设备价格非常昂贵,中小企业难以承受,因此设计一种低成本的 Web 服务负载均衡器具有重要意义。通过分析当前主流负载均衡技术,构建了 Web 服务负载均衡器的设计框架,提出了服务器性能判定、健康状态检测、持续服务提供等算法的设计思路,解决了面向中小企业的低成本 Web 服务负载均衡器设计的核心问题。

关键词 Web 服务,负载均衡,NAT,SNMP

中图分类号 TP393.05 **文献标识码** A

Design for SMEs of Low Cost Web Server Load Balancer

XU Wei ZHU Shuai YE Chun-hao

(Shaoxing Vocational & Technical College, Shaoxing 312000, China)

Abstract With the rapid growth of Web traffic, making the application of load balancing equipment more and more widely, but the current load balancing equipment is very expensive, leading to small and medium-sized enterprises (SMEs) unbearable, so the design of a low cost Web service load balancer has important significance. The author through the analysis of the current load balancing technology, Constructed the design framework of Web server load balancer, designed algorithms, such as server performance evaluation, health check, continuous service etc, to solve the core problem for SMEs to design the low cost Web server load balancer.

Keywords Web server, Load balancer, NAT, SNMP

1 引言

随着互联网新闻、娱乐、电子商务等产业的发展,Web 服务访问量急剧增长,使云计算和虚拟化技术等技术得到了发展,因此对 Web 服务器的并发访问能力和处理能力提出了新要求。在过去,一旦单服务器不能满足当前网络访问服务,往往采用更换性能更强、最昂贵的服务器来解决,不仅造成浪费,还不能根本上解决问题。因此需要一种能够将网络访问负载分摊到多个并行服务器上执行,共同完成相同的网络服务,一旦出现访问瓶颈,只需简单地增加服务器数量,就能成倍提升处理能力和并发访问能力的负载均衡技术。而当前负载均衡设备的价格动辄几十万元甚至上百万元,中小企业只能望洋兴叹^[1]。本文主要围绕这一问题,提出一种低成本、高性能的 Web 服务负载均衡器的解决方案。

2 主流负载均衡技术分析

2.1 DNS 负载均衡

最早的负载均衡技术是通过 DNS 来实现的,在 DNS 中为多个 IP 地址配置同一个域名,查询这个域名的客户机将随机得到其中一个 IP 地址,从而实现不同的客户访问不同的服务器而得到相同的 Web 服务,达到负载均衡的目的^[2]。由于

DNS 不能了解到服务器的当前健康状态,不能为性能较好的服务器多分配请求,因此 DNS 负载均衡效果不太理想。

2.2 代理服务器负载均衡

代理服务器负载均衡技术可以按照指定的负载均衡策略将外部访问请求转发给选定的内部服务器,针对每次转发,代理服务器都必须打开两个网络连接,一个对外,一个对内^[3]。这种技术应用在并发访问连接请求数量非常大时,这时代理服务器本身承担的负载也非常大了,代理服务器本身就会成为访问瓶颈,因此代理服务器负载均衡技术也不能从根本上解决 Web 访问瓶颈问题。

2.3 NAT 负载均衡

NAT 技术可以将一个外部 IP 地址映射为多个内部 IP 地址,对每次 TCP 连接请求动态使用其中一个内部地址,达到负载均衡的目的^[4],将 NAT 负载均衡技术集成在网络互联设备中,提高了负载均衡的性能。目前 NAT 负载均衡技术被 RADWARE、ARRAY、SINFOR 等设备厂商广泛采用。现行技术的缺点是采用统计最小连接 (Least Connection Scheduling) 或加权最小连接 (Weighted connection Scheduling) 来了解服务器的负载情况,容易出现误差;尤其是 NAT 负载均衡设备价格昂贵,难以推广应用。

通过比较和分析以上 3 类负载均衡技术,NAT 负载均衡

本文受浙江省新苗人才计划项目(2012R458001),浙江省高职高专院校特色专业建设项目(TZZ09078)资助。

徐 伟(1970—),男,硕士,讲师,主要研究方向为网络安全、交换路由技术,E-mail: xuwei@sxvtc.com;朱 帅(1991—),男,主要研究方向为服务器集群技术;叶春豪(1992—),男,主要研究方向为网络设备配置技术。

技术比其它两类更先进,因此本负载均衡器的设计基于 NAT 技术,不但对负载均衡算法进行优化和改进,能够实现负载均衡功能,使之达到高性能,而且要降低设备制造成本,使得中小企业能够承担。

3 负载均衡器的设计思路

为了降低设备制造成本并提高传输性能,我们选择利用交换机价格低、数据转发速度快的优势,在具有 NAT 功能的多层交换技术基础上实现负载均衡技术。要解决的核心问题是交换机如何判定服务器的物理性能和当前健康状态,以及如何保证在会话周期内客户机由同一服务器提供持续服务等。在这些问题解决后,就可以利用成熟的 NAT 技术实现负载均衡功能。基于这种思想,我们构建了 Web 服务负载均衡技术的基本网络结构,如图 1 所示。

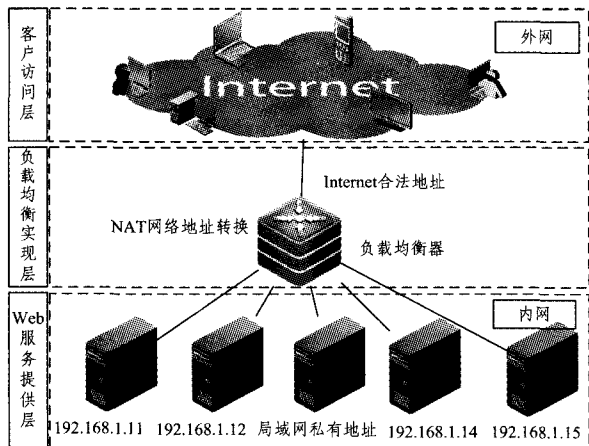


图 1 Web 服务负载均衡网络结构

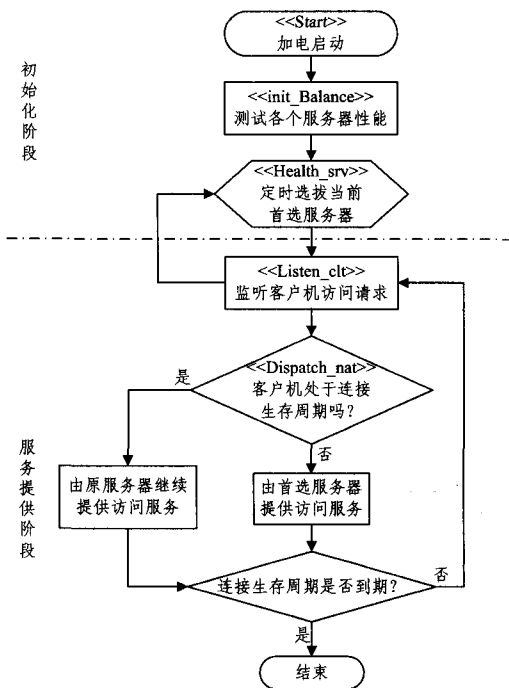


图 2 程序流程图

本负载均衡器的工作过程划分为初始化阶段和服务提供阶段两个阶段。初始化阶段的设计思路是:当负载均衡器是加电启动时,运行性能判定算法,计算各服务器的处理访问数据的最大流量。通过定时运行健康状态检测算法来获得服务器的即时流量,通过即时流量与最大临界流量之间的比值来

判定该服务器的访问负载的真实情况,从而确定负载最轻的首选服务器。服务提供阶段的设计思路是:负载均衡器监听客户机的 Web 访问请求,判断客户机是否存在 NAT 访问记录,如果存在,表明该客户机正处于连接会话周期内,由原服务器继续提供访问服务;如果不存在,则表明是新的 Web 访问请求,由负载最轻的首选服务器提供访问服务。程序设计流程如图 2 所示。

4 负载均衡器的主要算法实现

负载均衡器的算法核心部分包括了 init_Balance、Health_srv、Dispatch_nat、Service_conti 等。主要利用 SNMP(简单网络管理协议)来解决获得流量信息,利用 NAT 技术来完成数据转发。

简单网络管理协议 SNMP GET/SET/TRAP 可以用来获取、设置和反馈设备信息^[5], 通过从 SNMP 管理信息库 MIB 中定时读取接口组变量: ifInOctets (B/s), ifOutOctets (B/s) 及 IP 组变量: ipForwDatagrams (packet/s), ipInReceives(packet/s), 它们分别表示设备接口每秒接收到和发送的字节数、接收和转发的数据包数。

由于每个数据帧在以太网中传输时都包含了帧间隙数据(由 96 位的帧间隙时间 12 字节和 8 字节的前同步信号组成), 共计 20 字节, 因此获得即时流量的公式是: 即时流量 = (发送/接受帧数) * 20 + 接受/发送字节数。

4.1 性能判定算法

性能判定算法(init_Balance)通过初始化测试, 获得服务器处理数据的最大数据传输流量的临界值, 以评估该服务器的处理能力。负载均衡器在加电启动后, 产生 n_num 个 http 访问请求, 并在每个访问过程中读取标本数据, 让负载均衡器采样统计 n_num 个 http 访问过程中服务器接入端口的最大数据传输临界流量(Status_max), 便于健康状态检测算法中判断服务器的健康状况。算法如下:

```

init_Balance()
Begin
For i=1 to n_num Do//生成 n_num 个请求
Begin
AfxBeginThread();//生成工作线程
Con_Thread();//调用 Con_Thread()函数
End;
Status_max=ip_mib, ipInReceives * 20 + if_mib, ifInOctets//获取最大临界流量值
return(Status_max);//返回最大临界流量值
End
Con_Thread//发送 http 请求并接收应答
Begin
Con=GetHttpConnection();//连接 http 服务器,并返回一个 chttp-connection 指针
File=con->OpenRequest();//打开一个 http 连接,返回指针 file
file->SendRequest();//发送 http 请求
ReadString();//读取所请求的文件
End
  
```

4.2 健康状态检测算法

健康状态检测算法(Health_srv)负责定期采集每个服务器的即时流量信息,通过即时流量与最大临界流量的比值,来获得服务器的健康状态率,以此作为选择首先服务器的依据,并且及时隔离工作异常的服务器。该算法以采样时间为粒

度,流量采样时间可以是毫秒、秒、分、小时等,采用细粒度的调度在最大限度上避免由于用户突发性访问引起的负载不平衡。

通过探测 tcpAttmptFails 的值来鉴别工作异常的服务器,将之淘汰出候选服务器序列;利用获取即时流量的公式来获取服务器当前的即时流量。

通过即时流量与最大临界流量的比值,来获得该服务器的健康状态率。计算公式为: $Status_health_i = Status_now_i / Status_max_i$ (下标 i 表示服务器编号)。

通过比较各服务器的 $Status_health_i$ 的值来选拔当前的首选服务器。 $Status_health_i$ 值最小的入选首选服务器。

4.3 调度算法

调度算法(Dispatch_nat)负责判断客户机的 Web 访问请求是否已建立连接,决定采用哪种 NAT 技术服务。客户机将 Web 访问请求发送给服务器群前端的负载均衡器时,首先检查 NAT 表中是否存在该客户机的 IP 地址和端口号,如果存在,表明该客户机正处于连接会话周期内,利用 SNAT(源网络地址转换)技术^[6],由原服务器继续提供访问服务;如果不存在,则表明是新的 Web 访问请求,负载均衡器利用 DNAT(目的网络地址转换)技术^[7],将访问服务映射到首选服务器的 IP 地址上,由该服务器为该客户机提供访问服务。

下面以 Cisco 多层交换机设备配置为例列举 SNAT 和 DNAT 的配置过程,网络参数如表 1 所列。

表 1 实验网络环境参数

设备名	接口名	IP 地址	备注
交换机	FO/O	60.190.195.162/28	外网接口
	VLAN 1	192.168.1.254/24	内网接口
服务器	服务器网卡	192.168.1.11-15/24	共计 5 台
首选服务器		192.168.1.12/24	当前负载最轻的服务器

4.3.1 SNAT 配置

SNAT 是最常见的网络地址转换技术,其作用是将内网的 IP 地址动态转换成外网接口的 Internet 合法 IP 地址,使内网服务器能够与外网客户机完成正常通信,通信双方的 IP 地址和端口号将自动记录到 NAT 表中。

```
Switch(config)# interface vlan 1 //进入接口模式
Switch (config-if) # ip address 192.168.1.254 255.255.255.0 //设置
vlan 1 的虚接口 IP
Switch(config) # interface F0/0
Switch(config-if) # no switchprot//将交换接口转变成路由接口
Switch (config-if) # ip address 60.190.195.162 255.255.255.240 //
设置外网 IP 地址
Switch (config) # access-list 1 permit 192.168.1.0 0.0.0.0,255 //建立
访问控制列表,定义内网地址范围
Switch (config) # ip nat inside source list 1 interface F0/0 //建立
SNAT 转换,将网络地址为 192.168.1.0 的 IP 地址转换为接
口 F0/0 的地址
Switch(config) # int vlan 1//进入内网接口模式
Switch (config-if) # ip nat inside //设定 VLAN1 为 NAT 内部接口
Switch(config) # int F0/0
Switch(config-if) # ip nat outside //设定 F0/0 为 NAT 外部接口
```

4.3.2 DNAT 配置

DNAT 俗称端口映射,其作用是将内网的一个 IP 地址静态映射为外网接口的 Internet 合法 IP 地址。当客户机访问

外网接口 IP 地址时,由内网指定的 IP 地址提供服务。为了便于首选服务器 IP 地址的更新,需要定义一个地址池(pool) webserver,只需动态更新地址池 webserver 的 IP 地址,就能实现首选服务器的更新。

```
Switch(config) # ip nat pool webserver 192.168.1.12
192.168.1.12 netmask 255.255.255.0 //将首选服务器加入
地址池 webserver
```

```
Switch(config) # ip nat inside source static tcp pool web-
server 80 60.190.195.162 80 extendable //将地址池中首选
服务器 IP 地址静态映射到外网 80 端口。
```

5 本负载均衡器分析

5.1 本负载均衡的优势

一是产品价格较低,其价格是日前主流负载均衡器的 1/10 左右,使中小企业也能够承受,易于推广应用;二是延时短,负载均衡器是在网络交换机基础上开发的,兼具交换机数据转发速度快的优点;三是服务器负载情况更能反映真实状态,现行 NAT 负载均衡技术采用统计最小连接或加权最小连接来了解服务器的负载情况,而网络访问连接数与服务器操作系统软件有关,不能正确反映服务器的物理性能和健康状况,本负载均衡器通过最大临界流量来反映服务器的性能,通过即时流量与最大临界流量的比值更能反映服务器当前的负载情况。

5.2 本负载均衡的不足之处

一是负载均衡器的启动时间较长。由于启动时初始化阶段要执行性能判定算法,增加了服务器最大临界流量的检测时间。二是可能出现访问延时。由于采用滑动窗口模型以毫秒作为最小采样单位对窗口数据进行采样,而窗口数据中的接口组变量数据是以秒为单位采集的,因此存在误差。这种误差会造成某一瞬间并发访问流量超过首选服务器最大临界流量时出现访问延时,而该延时是由健康状态检测算法运行的间隔时间决定的,因此不会影响服务访问功能。

结束语 本文通过对 NAT 负载均衡技术的改进和优化,提出一种低成本、高性能的 Web 服务负载均衡器的设计方案,使 NAT 负载均衡技术在中小企业推广应用成为可能。在此基础上进一步研究 Web 访问连接数与访问流量之间的关系,进一步优化服务器健康状态检测算法是未来的研究方向。

参考文献

- [1] 中国行业报告研究中心. 2012—2016 年负载均衡行业市场现状分析及投资规划研究报告[R]. 2012(03)
- [2] 于瑞彬. 实现基于 DNS 的负载均衡[J]. 黑龙江科技信息, 2010(07)
- [3] 鞠光明. 服务器负载均衡调度研究[J]. 江苏技术师范学院学报, 2007(02)
- [4] 陈英, 马洪涛, 等. NAT 技术的研究与应用[J]. 实验室研究与探索, 2007(08)
- [5] 魏煜欣, 李强, 等. 一种基于 SNMP 网络性能管理数据的采集方法[J]. 计算机工程与应用, 2011(02)
- [6] 谭峻松, 庞采哲, 首照宇, 等. NAT 网络穿越技术的研究[J]. 微计算机信息, 2006(18)
- [7] 李纯, 郑嵘, 等. 基于 NAT 技术的即插即用服务实现[J]. 电子测量技术, 2011(12)