

基于分布式负载均衡的电子商务系统^①

E-Commerce System Based on Distributed Load Balancing

胡众义 施晓秋

(温州大学 计算机科学与工程学院 浙江 温州 325035)

摘要: 电子商务服务平台是电子商务业务逻辑发布和运行的网络平台。如何为终端用户提供可靠 7*24 不间断服务,同时保证得到最快的访问响应速度,并有效利用企业电子商务服务器是电子商务服务平台设计的关键。基于最优请求转发的 Web 服务器选择算法(RFWS),构建了一个基于 RFWS 的负载均衡解决方案。该方案的仿真系统性能测试结果表明:该方案是可行且有效的,能大大提高了用户的访问效率。

关键词: 负载均衡 电子商务 最优请求转发 双机热备 Web 服务器选择

1 引言

电子商务服务平台是电子商务业务逻辑发布和运行的网络平台,伴随着计算机技术和 Internet 的普及而发展起来的,电子商务正以其不可抗拒的力量吸引越来越多的企业和消费者,引领 IT 技术发展的方向,为各行各业提供了新的发展机遇,并逐步渗透到人们的日常生活中,发挥着日益重要的作用^[1]。电子商务系统设计与开发是目前 IT 行业中最为热门研究之一,面对访问数量的快速增加以及进行更为复杂的事务处理,网络服务器必须具有极强的网络计算处理能力和提供大量并发访问服务的功能^[2],因此在开发 B2C 电子商务系统时,必须搭建一个基于分布式负载均衡的网络运行环境,提供新的服务模式来建设一种分布式的、多服务器、多用户和高度并发的复杂应用系统,通过实时 Web 服务器负载调节因子,实现对社区负载能力的动态检测,并完善了相应的加入机制,对服务社区的规模及负载实现动态调节^[3]。同时为了稳定可靠地发挥 B2C 电子商务的业务功能,分布式负载均衡策略应有对网络带宽、网络故障、服务器性能、服务器系统故障、应用服务故障的检测方式和能力。如果分布式负载均衡策略没有对系统状况的检测能力,一旦在某台服务器或某段负载均衡设备与服务器网络间出现故障或带宽被占用的情况下,分布式负载均衡设备依然把一部分数据流量引向那台服务器,这势必造成大量的服务请求被丢失,达不到

不间断可用性的要求。

2 设计思想

2.1 提出问题

- 1)如何为用户提供可靠了 7*24 服务,即不间断服务;
- 2)如何为用户提供最好的访问响应速度;
- 3)有效利用企业电子商务服务器;
- 4)解决 Windows 终端用户在 DNS Client 生存周期内访问的 WEB 服务器出现故障;
- 5)对 Web 服务器负载进行有效量化。

2.2 解决思路

将现有集中机房的服务器分布在最接近用户的网络“边缘”,使用户可以根据电信接入服务商的不同就近取得所需的内容,解决由于不同电信接入商网络互联限制造成网络带宽分布和访问不“通畅”的问题,提高用户访问网站的响应速度,从而有效地实现 Internet 服务器负载均衡。在现有 Internet 电子商务系统架构中增加检测与转发机制,动态检测服务器工作状态,及时引导用户访问,同时阻止用户访问故障服务。为了进一步提高引导的可靠性和最优性,在每台 Web 服务器上安装 Web 服务状态检测组件,在转发服务器上安装服务转发计算中心组件,这二类组件配合工作,实现较高质量的分布式均衡电子商务系统架构。

① 基金项目:国家自然科学基金(60573140)

收稿时间:2009-02-15

3 分布式Internet服务器负载均衡设计实现

3.1 分布式 Internet 服务器负载均衡系统模型

分布式 Internet 服务器负载均衡系统模型,由多台属于同一企业的计算机组作为一个系统计算机群组^[4]。一组由双机热备计算机组成的 Web 转发服务器(Forwarding Server),该服务器网络链路同时接入中国电信与中国网通(根据实际需要可再选择接入其他电信运营接入商),将对终端客户提供电子商务服务的引导与转发,将访问转向有效的 Web 服务器(WebServer Node n)。建立一个数据中心,为各地 Web 服务器提供动态数据支持,该服务器由双机热备计算机组成,与 SAN 存储相连接,该服务器网络链路同时接入中国电信与中国网通(根据实际需要可再选择接入其他电信运营接入商)。根据用户分布情况,在不同物理地点建立 Web 服务器组,每组 Web 服务器由业务功能系统和状态系统组成,在硬件选择上 Web 服务器也可由网络负载集群计算机组成。用户访问电子商务服务时,向其 Internet 域名服务器提交域名解析,获得访问电子商务系统转发服务器的 IP,转发服务器根据安装在本机上的服务转发计算中心组件的评测与计算,返回给用户返回一个最佳的服务器 IP,并将服务的请求转发给该服务器。这种操作,使得转发服务器相当于一个调度中心,而且用户及系统开发来说是透明的。该系统模型结构图如图 1 所示。

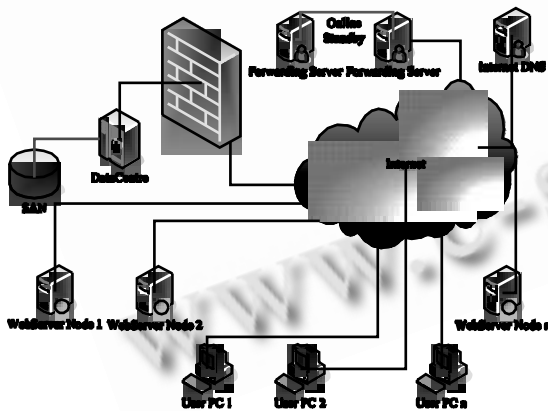


图 1 分布式 Internet 服务器负载均衡系统结构图

其中, Internet DNS 为电信接入商提供的域名服务器, WebServer Node 1 … WebServer Node n 是不同物理地点建立 Web 服务器组, Data Centre 为数据中心, Forwarding Server 是电子商务系统提供的转发服务器, User PC 1 … User PC n 指终端用户访问本系统的计算机。

3.2 分布式均衡算法

Forwarding Server 服务通过转发计算中心组件多元化的计算方法,综合评价客户端到各分布测速点的链路状态、链路速度、服务器负荷、服务器可用状态、历史访问记录等信息,返回给客户端最合适的测速点 IP,并将客户的请求转发给该服务器,从而引导客户端到达最快测速点,获得高速电子商务业务服务^[5]。通过实验,本文提出基于最优请求转发的 Web 服务器选择算法(Based on the best request forwarding of the Web server selection algorithm: RFWS),电信接入商提供的域名服务器 Internet DNS 将 User PC n 的请求信息提交给 Forwarding Server, Forwarding Server 由网关处获得客户端 User PC n 的网络信息,归一化并定义如下:

$$U_{inf}(n) = I(f(ip), C(n)) \quad (1)$$

式(1)中 $f(ip)$ 为客户 IP 信息,该信息可能是客户端 User PC n 的真实信息,也可能是由其经过代理服务器的信息, $C(n)$ 为客户端 User PC n 上次访问记录的 Cookie 信息,该信息对 Web Server 选择起优先决定作用, I 为信息选择算法。同时也可对客户端的链路进行选择与识别,结果定下式:

$$V_{net}(r) = B(r) / h(r) \quad (2)$$

式(2)中: r 是从网关到 WebServer Node n 的一条链路, $B(r)$ 为该链路的最小链路带宽, $h(r)$ 为此路由的跳数,是 S 的值与 B 成正比,与 h 成反比。

从转发服务器 Forwarding Server 获取各服务节点负载信息为

$$V_{FS}(i) = L(S_i) \quad (3)$$

式(2)中: $v_{FS}(i)$ 表示内容服务器的归一化负载; $L(S_i)$ 函数的值由内容服务器上的激活请求数目确定,并作归一化处理,即 $v_{FS} \in [0,1]$, 0 表示无服务, 1 表示服务器已经过载,可用性为零; S_i 表示第 i 个内容服务器。在实际使用中,由于受用户分布状况和转发服务器主机性能、网络负载性能的影响,应设置小于 1 的阈值,当 $v_{FS}(i)$ 大于该阈值时就不再将用户请求导向该服务器。

针对每个 Web 服务器 WebServer Node n, 客户端根据到达该服务器的网络收益 v_{net} 和负载情况 v_{FS} 计算其可用性 A 为

$$A(r,i) = v_{net}(r) \times v_{FS}(i) \quad (4)$$

所以网络响应函数 G 定义为

$$G(r,i) = R(U_{inf}(n), F_w, A(r,i), D(r), B_R(r)) \quad (5)$$

式中： $U_{inf}(n)$ 表示客户端 User PC n 的信息， F_w 表示 Web 服务器故障情况，1 表示故障，0 表示正常； $D(r)$ 表示链路 r 的时延； $B_R(r)$ 表示路由剩余带宽；函数 $R()$ 表示基于最快网络响应的 RFWS 算法。

该算法的工作原理如下：

①User PC n 通过域名访问电子商务系统，在浏览器中输入该电子商务系统的 url，User PC n 本地操作系统向电信接入商域名服务器 Internet DNS 提交域名解析请求；

②电信接入商域名服务器 Internet DNS 将 User PC i 的域名解析请求转发给电子商务系统转发服务器 Forwarding Server，Forwarding Server 根据 $U_{inf}(n)$ 中 Cookie 信息和 $F_w(i)$ 决定是否选择用户历史访问的 Web 服务器 WebServer Node i ，若 $F_w(i) = 0$ ，跳转入⑦，否则跳转入④；

③Forwarding Server 在 Web 服务器列表中过滤掉 $F_w = 1$ 的情况，选择出最快网络响应的 Web 服务器 WebServer Node i ，跳转入⑦；

④如果有 2 台或 2 台以上 Web 服务器网络响应速度相同且最快，则比较到达这些服务器的时延 $D(r)$ ，取 $\min(D(r))$ 的 Web 服务器 WebServer Node i ，跳转入⑥；

⑤如果有 2 台或 2 台以上 Web 服务器的时延相同，则进一步比较剩余带宽 $B_R(r)$ ，选择 $\max(B_R(r))$ 的 Web 服务器 WebServer Node i ，跳转入⑥；

⑥如果有 2 台或 2 台以上 Web 服务器的剩余带宽相同，则在这些 Web 服务器中任选择一台；

⑦将选定的 Web 服务器 WebServer Node i 的 URL 地址返回给 User PC i 。

3.3 故障检测

3.3.1 转发服务器故障检测

任何服务器均可能出现故障，转发服务器 Forwarding Server 也不例外，因此系统对 Forwarding Server 也需要检测。本文对 Forwarding Server 采用双机热备心跳故障检测法，双机热备及集群软件在集群节点间保持着间歇的通信信号，也叫做心跳信号，是错误检测的一个机制。即通过每一个通信路径，周期性的检测各个节点的状态(包括

系统的状态和应用的状况)，如果连续没有收到的心跳信号到了一定的数目，双机热备及集群软件就将认为相应的系统已经出现故障^[6]。传统上心跳故障检测使用串口通讯的方式，但这种检测速度目前不适合新的应用需求。本文将采用目前已经普遍使用基于 TCP/IP 的方式，在两台智能域名服务器 Forwarding Server 之间，可以使用光纤心跳线，即将两台服务器用于心跳诊断的 HBA 卡通过光交换机连接，组成一个私网。

3.3.2 Web 服务器故障检测

Web 服务器故障检测由二部份组成，一部分 Web 服务器故障检测中心，安装在智能域名服务器 Forwarding Server 上，另外一部份是 Web 服务器故障检测客户端组件，以组件的形式安装在 Web 服务器上。检测的流程是：

①Web 服务器 WebServer Node n 启动时自动启动 Web 服务器故障检测客户端组件；

②组件定时向 Web 服务器故障检测中心发送正常运行信息，并触发故障检测计数器计数；

③Web 服务器故障检测中心统计一段时间内(可根据系统运营情况定义)计数器值，供 F_w 来判断，定义一个正常运行的阈值来裁定该 Web 服务器 WebServer Node n 是否能正常运行。

4 实验仿真

网络拓扑结构的仿真模型如图 2 所示，其中 WS 代表 Web 服务器，其他表示客户端 User PC，每条连接线含三个参数(x, y, z)， x 表示该链路的剩余带宽(单位 Mbps)， y 表示该链路的时延 I (单位 ms)， z 表示该服务器的性能(浮点计算能力)。

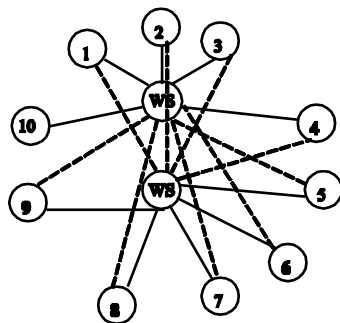


图 2 网络拓扑结构的仿真模型

(下转第 7 页)

图 2 的仿真模型可以通过 Virtual PC Virtual PC 2007 (32Bit 版)和 Delphi 7 运算模拟得到。

5 结语

本文提出了一种本文提出基于最优请求转发的 Web 服务器选择算法(RFWS)的电子商务系统,考虑到 WEB 服务器与客户网络链路带宽、时延、WEB 服务器响应速度等多方面因素,比较了现有的轮询 DNS 负载均衡方法和本文仿真系统,能较好地反映终端用户和电子商务服务供应商的意愿,起到很好的动态全局负载均衡的作用。同时也解决了基于 DNS 负载均衡算法的电子商务系统,由于 Windows 终端用户在 DNS Client 生存周期内访问的 WEB 服务器出现故障导致无法响应的问题。在实际使用中,仍应根据情况折衷选择负载均衡方法,也可同时使用几种方法。本文的算法就是针对这些不足提出的,因此具有一定的实用价值,但还存在一些问题,如 Web 转发服务器性能瓶颈的问题,Web 服务器故障检测可靠性和效率性能问题,解决这些问题是我们下一步要做的工作。

参考文献

- 1 沈爱国.基于信息流的实时电子商务推荐策略.计算机工程与应用,2008,44(28):91-94.
- 2 Chi-Chung H, Chanson ST. Improved strategies for dynamic load balancing. Concurrency, IEEE, 1999,7(3):58-67.
- 3 陶南,周定.P2P 服务分类技术的负载平衡策略研究.计算机应用,2008,28(1):33-35.
- 4 Hu ZY. Research and application of E-commerce platform for enterprise based on NLB. In: Hu B, ed. 2007 2nd International Conference on Pervasive Computing and Applications, United States: IEEE, 2007.360-364.
- 5 薛峰,赵问道,陈惠芳.基于最大网络收益的 DNS 内容路由算法.浙江大学学报(工学版),2004,38(10):1270-1273.
- 6 崔中杰,胡昌振,唐成华.网络安全设备故障管理中智能轮询策略的研究.计算机工程,2007,33(11):126-128.