

校园网 FTP 服务器性能评价与改进策略

刘威, 李刚, 于丰

(沈阳建筑大学 网络中心, 辽宁 沈阳 110168)

摘 要: FTP 是校园网络中极为重要的业务系统, 但目前大多数的 FTP 服务器普遍存在性能上的瓶颈, 造成资源利用率低的现象。因此从高校校园网的实际需求出发, 分析了现有 FTP 应用软件的工作原理, 重点对服务器的节点个数和节点的处理速率进行深入研究。然后基于多线程原理, 建立了 FTP 服务器的排队理论模型。通过对网络带宽利用率、服务器响应时间及节点处理速率等指标的计算分析, 提出了相应的 FTP 服务改进方案。

关键词: FTP; 排队论模型; 多线程; 响应时间

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1000-436X(2013)Z2-0036-04

Performance evaluation and improvement strategy for FTP servers in campus network

LIU Wei, LI Gang, YU Feng

(Network Center, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China)

Abstract: FTP is one of the important application systems in campus network. But most FTP servers have bottleneck in their performances, which causes low utilization to the resource. Therefore, according to the actual demand of the network in high schools, the working principle of existing FTP softwares was analyzed. The node number and processing rate of servers were further studied. Then based on multithreading principle, the queue theory models of FTP servers were put forward. By the analysis of bandwidth utilization, response time and processing rate of the nodes, corresponding improved schemes were also proposed.

Key words: FTP; queue theory model; multithreading; response time

1 引言

由于校园网中现有的 FTP 服务器软件不能与各应用系统在用户管理上集成, 导致 FTP 系统不能很好地与其他应用系统之间交换和共享用户信息^[1], 用户操作繁琐, 给学校的教学、管理工作带来诸多不便。针对此种情况, 基于多线程的原理, 本文讨论了现有的 FTP 服务器软件工作模式与服务瓶颈, 采用排队论模型的方法对 FTP 服务器的性能进行分析, 并研究了影响其性能的因素, 从而提出改进 FTP 服务质量的方法。

2 FTP 服务器性能评价模型

2.1 FTP 排队论模型

FTP 服务器在处理文件请求时, 其中的每一个任务都会竞争使用某些共享资源, 但在任何时刻只能有一个任务获得使用某个资源的权力, 这时其他任务就将在队列中等待使用该资源^[2]。任务使用完该资源后就被移出等待队列, 同时在每一时刻, 新的任务也在不断到达并被加入等待队列。排队论理论可以用来估算这些队列的长度, 以及任务在这些队列中所花费的时间。下面把网络中客户服务器的

收稿日期: 2013-09-05

基金项目: 中华人民共和国住房和城乡建设部研究开发项目 (2011-K9-29)

Foundation Item: Ministry of Housing and Urban-rural Construction Research and Development Program of China (2011-K9-29)

请求报文处理用排队系统模型来描述,如图 1 所示。

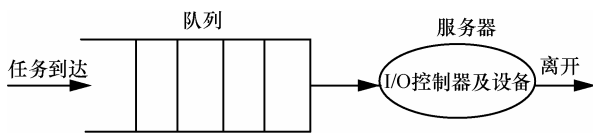


图 1 排队系统模型

排队系统模型分为 4 个阶段^[3],即报文到达、缓冲区排队、服务器处理、分组离开。其中请求报文到达和服务时间(处理请求的时间)是随机的。

2.2 单个 FTP 服务器排队论模型

通常仅用一个单独的队列来描述 FTP 服务器系统是不够的,因此其常见模型可以用图 2 来进一步描述,其中的每一个节点对应一个队列^[4]。新的任务是从网络外部输入的并且最终从网络输出。借鉴 Web 服务器的排队论模型^[5],单个 FTP 服务器排队论模型描述如下。这个模型包含 4 个网络节点: S_I 、 S_R 、 S_C 、 S_S 。其中, S_I 、 S_R 属于 FTP 服务器本身, S_C 、 S_S 属于 Internet 通信网络模型。文件请求以到达率 A 到达 FTP 服务器节点 S_I 完成初始化工作,即建立 TCP 连接。之后由节点 S_R 处理并读出文件,将文件传给网络。在节点 S_S 将数据块以服务器端的网络速率发送到 Internet。最终由客户端 S_C 接收。如果文件没有被全部发送到客户端,以 pA 的概率返回节点 S_R 要求继续处理,否则结束。

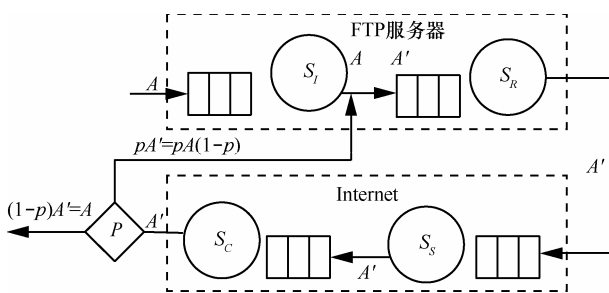


图 2 单个 FTP 服务器的网络排队论模型

假定文件长度为 F ,缓冲区大小为 B ,文件被全部传送的概率 $p=B/F$ 。节点 S_R 的到达率 A' 是网络到达率 A 与从节点 S_C 返回到节点 S_R 的到达率 $A'(1-p)$ 的总和。做如下假设。

1) 请求文件长度服从负指数分布,那么服务时间也服从负指数分布。域名解析以及 TCP 建立所需时间可以服从平均服务时间为 A 的负指数分布。

2) 为提高算法性能,只有 FTP 和 TCP/IP 协议

实现过程中与服务性能相关的方法被保留,其他细节不予考虑。

3) 连接分为控制连接和数据连接,相对传输文件的大小,控制命令长度可以忽略不计。根据 Jackson 网络模型^[6]可知,FTP 服务器排队论模型的响应时间为

$$T = \frac{F}{C} + \frac{I}{1-AI} + \frac{F}{S-AF} + \frac{F(B+RY)}{BR-AF(B+RY)} \quad (1)$$

其中, A 为网络到达率, F 为文件大小, I 为初始化时间, Y 为节点 S_R 的静态服务器时间, R 为动态服务处理速率, S 为服务器网络带宽, C 为客户端网络带宽。

假定控制命令长度忽略不计,建立 TCP 连接的初始化时间 I 和节点 S_R 的静态服务时间 Y 都很小,可以忽略。缓冲区的大小 B 是服务器通过 Internet 传送给客户端文件数据块的大小。通常情况下,这个数值等于服务器的磁盘大小。这个参数对服务器总体性能的影响较小,分析模型时忽略^[7]。那么,式(1)可简化为式(2)

$$T = \frac{F}{C} + \frac{F}{S-AF} + \frac{F}{R-AF} \quad (2)$$

2.3 多个 FTP 服务器排队论模型

一个 FTP 服务器可以由多个 FTP 服务器节点组成,多个 FTP 服务器的排队论模型如图 3 所示。该分析模型有 N 个服务器节点和一个负载分发器节点 S_L 。假设负载分发器以概率 q_i 将客户请求调度给服务器节点 i ,各个服务器的处理速率为 R_i ,则服务率为 $R_i/B(i=1,2,\dots,N)$ 。假设负载分发器的处理速率为 R_L ,则服务率为 R_L/B 。由式(2)和图 3 所示的模型得出多个 FTP 服务器的平均响应时间为

$$T = \frac{F}{C} + \frac{F}{S-AF} + \sum_{i=1}^N \frac{q_i F}{R_i - q_i AF} + \frac{F}{R_L - AF} \quad (3)$$

由式(3)可知影响响应时间的参数不仅有请求的到达率 A 、请求的文件大小 F 和客户的网络带宽 C ,还有服务器节点个数 N 、各个服务器节点的处理速率 R_i 、各个节点处理请求的概率 q_i 、负载分发器的处理速率 R_L 。从式(2)和式(3)可以看出,不管单个或者多个服务器,这些参数中 A 、 F 、 C 是由请求的客户端决定的,那么讨论服务器的性能,只需讨论和服务器相关的几个参数即可。在这里重点从服务器的节点个数和节点的处理速

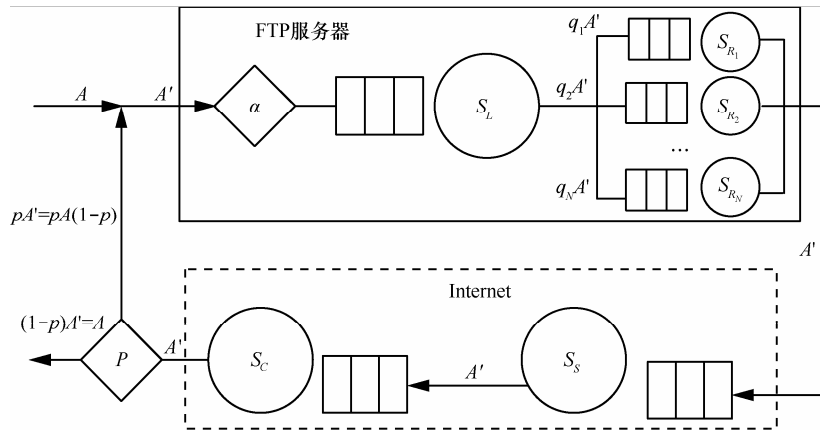


图 3 多个 FTP 服务器的网络排队论模型

率进行讨论。

3 FTP 服务器性能分析与改进策略

3.1 性能分析

1) 服务器的网络带宽

从对式(3)的理论分析上可以看出，服务器的响应时间会随着网络带宽的增加而减少。实际情况中，学校的 FTP 服务器是放在校内局域网上的，对于它的使用用户基本上都达到了百兆甚至吉比特的速率要求^[8]，所以在这里不考虑服务器的带宽对访问速度的影响。

2) 服务器的节点个数

现在分析一下服务器节点个数 N 为 1 和 2 的情况。当 $N=1$ 时，即单个 FTP 服务器的响应时间为 $T_1 = \frac{F}{C} + \frac{F}{S-AF} + \frac{F}{R-AF}$ 。一般情况下，单机 FTP 服务器就能满足需要。但单机服务器的最大缺陷是由于服务器处理能力有限，当请求到达率大于系统服务率，新到达的请求排入等待队列时，系统没有能力在短期内处理所有请求，导致等待队列溢出系统由稳定状态转为不稳定状态，最后崩溃^[9]。

当 $N=2$ 时，假设：负载分发器以相同的概率连接请求调度的 2 个节点， $q_1 = q_2 = 0.5$ ，2 个服务器节点的处理速率都为 R ，负载分发器对响应时间影响较小，假设忽略 $F(R_L - AF)$ ，那么服务器的响应时间为 $T_2 = \frac{F}{C} + \frac{F}{S-AF} + \frac{F}{2R_1-AF} + \frac{F}{2R_2-AF} + \frac{F}{R_L-AF}$ (4)

从而得到 $T_2 - T_1 = AF(AF - 2R)$ 。因为，在稳定系统中， $2R - AF > 0$ ，所以， $T_2 - T_1 < 0$ 。

从以上分析可以看到，如果用两台性能相同的服务器，响应时间是减少的，从而提高服务器系统

的性能。如果两台服务器的性能不同，响应的时间可能没有变化，或者添加的服务器的处理速率慢于现有服务器的话，响应时间会增加。在这种情况下，单纯增加服务器的节点数，只是对提高吞吐量有利，却并不一定会提高系统性能。

3) 服务器节点的处理速率由式(3)和以上分析可知，系统的性能与服务器节点的处理速率有关，处理速率越高，响应时间越短。那么，在不增加服务器节点的前提下，要想提高服务器的性能，就需要尽可能地增加服务器的处理能力。

3.2 改进策略

多线程技术和客户请求调度策略已经成为高性能执行服务器在设计与应用中的必要实现手段。多线程技术和调度策略分别能够提高系统利用率以及客户请求的响应时间。同单线程技术处理相比，内存资源、CPU 及网络带宽利用率、磁盘读写效率等不会由于进程间的相互等待出现下降。改进后的调度方案即使在某种程度可以有效地改善系统性能，但是这种提高是非常有限的。这时，只能依靠线程数量上的提升来相应提高系统资源利用率和系统吞吐率。

尽管系统的整体性能通过线程数的增加得到提高，然而这种变化属于非线性的，即当线程数值到达某一门限后，系统性能提升缓慢甚至停滞。这主要是因为大量线程的并发处理造成了系统的高负载以及资源分配上的不足，而线程间的切换代价也随之越大。因此在改进过程中要注意以下 2 个方面。

1) 在采用多线程模型的服务器中，为了提高性能，一个重要的设计思想就是要尽量减少线程间通信。但这些线程之间的互斥操作又是必不可少的，如对 FTP 缓存的操作。一旦发生服务器的高负载，

即处理队列中有大量的线程处于等待状态, 同时相应的 FTP 缓存查找与更新进程被暂停。这种做法很好地控制了并行线程的数量, 但是也相应地降低了服务器的性能。

2) 在设计中另一个需要考虑的问题是如何尽量减少系统调用的次数。在服务器高负载状态下, 如果线程要为每一个新来的请求都重新申请资源, 如为进程、内存、文件描述符等来提供服务, 则会遇到频繁的空间切换。这样不仅带来额外的开销, 而且使 CPU 的指令流水线中断, 利用率下降。则在用户的要求相对较小时, 可以考虑利用多线程处理弥补这一缺陷。而对于请求过多的情况, 通常会发生内存等资源的大量消耗导致系统资源的匮乏。此时可采用线程池技术来构造一定数量的线程放于线程池中, 从而实现对客户需求的均衡满足。

4 结束语

综上所述, 改进 FTP 服务器性能有 2 种方法: 一是用多个服务器节点组成服务器群, 由服务器群中的各个节点共同来提供服务性能; 二是充分挖掘单个服务器的潜力, 采用多线程模型的服务器, 使其对于特定的服务能够发挥最大的效能。

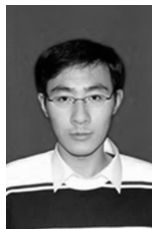
参考文献:

- [1] 吴欣峰. 校园网综合性能测量与评价的研究[D]. 江苏: 江苏大学, 2007.
WU X F. The Research on Intergrated Performance Measurement and Evaluation of Campus Network[D]. Jiangsu: Jiangsu University, 2007.
- [2] 陈阳, 黄宁, 康锐. 局域网 FTP 业务可靠性试验与评估技术[J]. 北京航空航天大学学报, 2011, 37(1):91-94.
CHEN Y, HUANG N, KANG R. Reliability testing and evaluation technology for LAN FTP applications[J]. Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics, 2011, 37(1):91-94.
- [3] RAO S.V, MALY K J, OLARIU S. Average waiting time profiles of uniform distributed queue dual bus system model[J]. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, 1995, 6(10):1068-1084.
- [4] 王必达, 连一峰. 一种基于排队论的 DoS 攻防绩效评估方法[J]. 中国科学院研究生院学报, 2010, 27(1):107-114.
WANG B D, LIAN Y F. An efficiency evaluation methodology of DoS attack and defense mechanisms based on queuing theory[J]. Journal of the Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, 2010, 27(1):107-114.
- [5] XU L, ZHANG Y, BI X A. A new model and queue management algorithm for congestion control in cloud service[J]. Advances in Information Sciences and Service Sciences, 2012, 4(11):320-327.
- [6] GONG Q, LAI K, WANG S Y. Supply chain networks: closed Jackson network models and properties[J]. International Journal of Production Economics, 2008, 113(2):567-574.
- [7] AHMADI M, WONG S. A performance model for network processor architectures in packet processing system[A]. Proceedings of the IASTED International Conference on Parallel and Distributed Computing and Systems[C]. Cambridge, MA, United States, 2007. 176-181.
- [8] 崔文, 王国勇. 基于校园网的云计算应用初探[J]. 微计算机信息, 2010, 20(18):27-30.
CUI W, WANG G Y. Research of cloud computing in campus[J]. Microcomputer Information, 2010, 20(18):27-30.
- [9] 郭春梅, 孟庆森, 毕学尧. 服务器虚拟化技术及安全研究[J]. 信息安全, 2011, 12(9):35-38.
GUO C M, MENG Q S, BI X Y. Research on technology and security of server virtualization[J]. Netinfo Security, 2011, 12(9):35-38.

作者简介:



刘威 (1980-), 男, 辽宁沈阳人, 沈阳建筑大学高级工程师, 主要研究方向为下一代互联网、网络安全等。



李刚 (1983-), 男, 辽宁沈阳人, 沈阳建筑大学工程师, 主要研究方向为网络安全技术、系统理论等。



于丰 (1960-), 男, 辽宁锦州人, 硕士, 沈阳建筑大学教授级高级工程师, 主要研究方向为网络通信、系统应用等。