

主动网络技术分析及其在网上交易的应用研究

何贤卫, 唐学文

(重庆大学 计算机学院, 重庆 400044)

摘要:随着网络技术的发展,网上交易已成为交易的一个重要方式,但在业务性能上仍有很大的缺陷。主动网络技术的发展为解决这一问题提供了方案。文中首先对主动网络技术进行了分析;其次,研究了将主动网络技术应用到网上交易的优势。通过对网上交易的案例:网上股票报价业务模型进行分析,从定量的分析结果得出,主动网络技术在网上交易方面比传统的基于 TCP/IP 协议的网络有巨大优势,能有效地改善传统网络环境下网上交易的业务性能。

关键词:主动网络;主动节点;缓存;股票报价模型

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2009)03-0249-04

Analysis of Active Network Technology and Research of Its Application on On-line Transaction

HE Xian-wei, TANG Xue-wen

(College of Computer Science and Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: With the development of the Internet, on-line business has become one of the most important means for trading. However, there are still some limitations needed to be improved in its operation function. Active network technology will provide a solution to this problem. Analyzes the active network, and then researches the advantage of its application on on-line transaction. Through the analyses of the on-line transaction case - on-line: stock quoted price operation model and the results in quantitative way, see that active network is much better than traditional network based on TCP/IP protocol and can effectively optimize the on-line transaction operation performance in traditional network.

Key words: active network; active node; cache; stock quoted price model

0 引言

随着 Internet 不断发展, Internet 上的应用从开始的电子邮件传输、文件传输,到目前的多媒体视频会议等等,新的业务不断地在 Internet 上出现并广泛应用,而且这种趋势仍将继续。新业务引入 Internet,首先要制定、标准化相应的协议,然后在网络中引入支持这种协议的网络设备。现有的 Internet 结构使得引入新业务的时间长,代价大(需要对现有设备进行升级,用以支持新的协议)。为了更方便地引入新的业务, DARPA 研究组提出了主动网络概念。主动网络的主要思想^[1]是让用户向网络节点加载程序,通过在网络节点程序执行的分布式运算,实时修改节点的行为或获得网络节点目前状态。例如,在监测到网络拥塞时通知节点采用有针对性的拥塞控制策略,或是随着网

络负载的变化,动态地改变分配给每个连接的资源。主动网络就是要使得网络对于不同的应用,展示出不同的功能。

1 传统网络结构及其面临的问题

传统 Internet 网络的是基于 TCP/IP 模型构造的。TCP/IP 模型分为四层,每一层都对应于 OSI 参考模型的一层或多层,处于网络边缘的端点与中间节点之间以数据包为单位进行数据传输。端点可以提供直到应用层的各种处理能力,中间节点只提供到互联网层的处理。在互联网层定义了 Internet 中传输的数据包格式和转发机制,屏蔽了底层的各种物理网络细节。数据包由固定格式的包头和数据区组成,中间节点利用包头信息完成路由转发功能,对数据本身的语义不作分析、理解。Internet 的这种结构避免了网络中大量复杂的计算处理,提高了网络的传输效率,得到了广泛的应用和发展。

随着网络规模的扩大和应用的深入,也暴露出来

收稿日期: 2008-07-04

作者简介:何贤卫(1985-),男,重庆人,硕士研究生,研究方向为信息网络安全技术;唐学文,高工,硕士生导师,研究方向为网络通信与网络安全。

一些缺陷。在 IP 网络的分层体系结构中,网络层是底层不同链路技术和高层应用程序实现互操作的基础,客观上要求具有相对稳定性,网络中间节点呈全封闭态,用户不能对它进行编程控制。IP 包缺少灵活性,不能满足变化多样的新兴应用的要求。IP 协议提供一种不可靠的、尽力而为(Best Effort)的转发服务,不能保障新兴业务的 QoS 要求。为实现传输的可靠性所采用的超时重传、确认捎带等技术,需要大量的确认和否认包,又易引起风暴。网管采用的集中控制机制,不能及时捕捉到中间节点的状态信息,难以对中间节点实施有效管理。

2 主动网络的体系结构、原理

2.1 主动网络体系结构

针对传统网络体系结构中的不足,1995 年 DARPA 研究组提出了一种新的网络结构思想:用包含可执行代码的主动包代替传统信包,用可编程的主动节点替代传统网络中的中间节点。主动节点的体系结构包含三个部分:主动应用(Active Application);执行环境(Execution Environment);节点操作系统(Nodes Operational System)^[2]。

(1) 主动应用(AA):是主动网络提供给用户的服务,用户通过 AA 向主动网络提出请求。一个 AA 由一段程序代码、相关数据、状态参数等组成,由主动节点上某个特定的 EE 执行。

(2) 执行环境(EE):主要完成对主动报文的解释执行,是一个为用户提供端到端网络服务的接口。所有用户对节点资源的访问都由 EE 提供。一个主动节点可有多个相互独立的 EE,每个 EE 上可定义不同的虚拟机或接口。

(3) 节点操作系统(NOS):为 EE 提供基本的功能,管理并调度节点的资源,包括链路带宽、CPU 周期、存储资源等;还负责基本的网络功能、代码或节点的安全等。

2.2 主动网络的工作原理

主动网络的基本原理^[3]是在传统携带数据的分组中插入用户定制的主动代码,使得分组转发过程中不仅识别分组头的内容,而且可以通过运行分组携带的代码,决定分组转发的行为,从而将传统网络中“存储

-转发”的处理模式改变为“存储-计算-转发”的模式。主动节点能对通过它的数据流进行主动处理,处理的结果可能是报文所需的计算数据,也可能是要求改变节点工作状态的指令信息。主动网络工作方式^[4,5]如图 1 所示,当数据包经物理链路到主动节点时,主动节点根据接收到的报文所携带的信息对报文进行分类,按分类将报文送入相应的信道,完成诸如数据合并、数据解包等处理,然后将数据包转达给其它网络节点。主动网络具有可编程性、可计算性、可移动性和动态配置等特点。主动节点有很强的计算机能力,能够对流经节点的数据进行语义分析、理解与计算处理;主动包在流动过程中可以访问主动节点上的资源,主动节点也可以获取主动包的信息,使资源与数据的管理更为便捷;新业务可以动态地安装在主动节点上,从而减少新业务的开发与加载时间,减少网络管理的工作量。

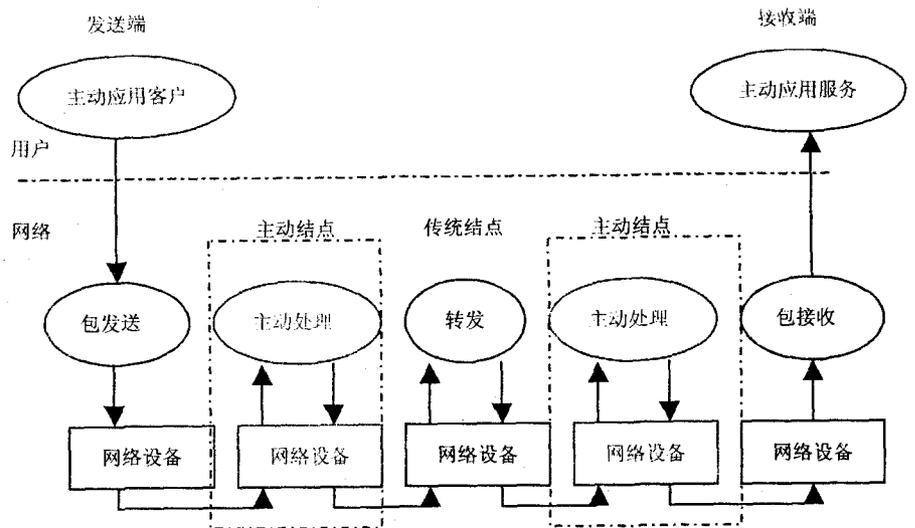


图 1 主动网络工作方式

3 主动网络技术的应用

3.1 主动网络应用分类

主动网络的功能可以把一些公共业务装载到网络的基础设施中,高度灵活性引起了各方的大量关注。分析已提出或已实现的应用,大致分为两类^[6]:一是针对现有网络体系结构下无法圆满解决的技术难题,如主动拥塞控制、可靠多播、时延抖动控制等;二是新颖别致的网络新应用,如主动网络管理、主动存储网络等。文中仅研究主动网络技术在网上传输方面的应用。

3.2 网上股票报价业务模型分析

许多人使用 Internet 去获取股票报价。在服务器重负载期间,能否快速获得最新的股票报价是十分重

要的,因为这时的股票报价往往反应了一个重要的市场波动。在传统网络上,为了加速用户浏览网页的速度,通常会在网络上布置一些缓存,用以存储那些经常被访问的页面,如果用户要访问的内容在距离用户比较近的缓存的话,缓存节点就可以直接把该页面发送给用户,这样可以减小时延和网络流量,而且服务器的负荷也减小^[7]。考虑一个用户浏览一个股票网站,查询他感兴趣的股票,他的请求发送到服务器端,服务器通过查询数据库获得需要的数据,然后发送给用户。虽然有许多用户对某些常见的股票感兴趣,但是很难有两个用户在一次查询时所查询的股票相同。由于缓存的单位是整体的网页,因此,在这种模式下,缓存失效了。缓存的单位是网页,而用户请求的单位是单个的股票信息,所以缓存的粒度太粗糙从而无法利用缓存去改善传统网络中的股票报价业务功能。这样就产生了以下几个问题:第一,由于网络延迟,服务器反馈给用户的信息可能已经过期;第二,由于无意或恶意地去访问会极大地消耗服务器的资源;第三,为了提高性能,信息可能由多个服务器提供,而当并发用户访问量大的时候,很可能造成某一服务器过载。

主动网络在缓存方面提供了下列的优点^[8]:第一,主动网络中每个主动节点可以动态部署成缓存结点,而在传统网络结构中必须静态手工部署;第二,主动节点可以对通过其中的数据包进行截取和监控,而不需要对协议进行改变;第三,主动网络提供了可用于缓存服务器之间协作的轻量级多播协议,而不用使用可扩展性较小 IP 多播协议。另外,运行于其上的缓存服务软件,可以实时地进行自动更新。根据以上优点,可以解决上述产生的问题。其基本思想为:利用主动网络中主动节点接收和处理服务器发出的主动信包,并安装软过滤器(由主动代码构成),根据服务器的要求动态地过滤掉无效的请求数据,使得那些无效数据在进入服务器之前就被网络中的中间节点过滤掉,从而减轻服务器负担,提高了效率。另外,服务器可以主动地将最新的信息通过主动信包发送到主动节点,减少网络延迟,使用户尽早地获得查询信息。最后,利用主动节点可以检测数据流量,服务器也可以定时向主动节点通知负载情况,从而达到动态负载平衡,将部分负载均衡到负载较轻的服务器上,避免了可能出现的过载的问题。

图2给出了主动网络中网上股票报价的业务模型。这个模型中含有3个主动封装包,它们的含义是:

- (1) 用户传送的查询股票的请求封装包。
- (2) 服务器或主动节点响应用户请求的报价封装包。

(3) 服务器通知主动节点最新股票报价的更新封装包。

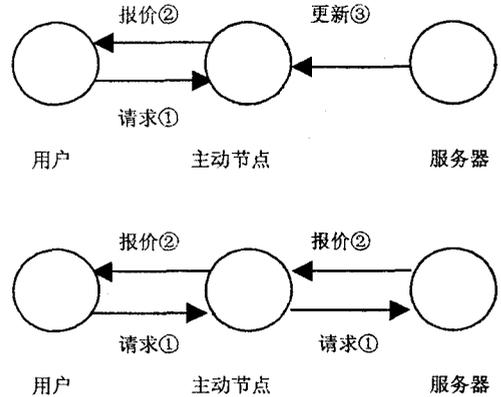


图2 主动网络体系结构中网上股票报价业务模型

在主动网络体系结构中,用户请求(①的请求封装包)在主动节点被截获,主动节点检查本地缓存并判断用户所需的股票报价是否可以获得,若是,则主动节点将报价(②的报价封装包)发给用户;否则主动节点将用户请求转发给服务器,由服务器处理用户的请求。在主动网络体系结构中,服务器要定期将最新流行的股票报价(③的更新封装包)发送给主动节点。

下面进一步定量分析这个业务模型。首先,忽略一些次要因素,假定网络中主动节点和服务器等都能够无故障连续地工作,主动封装包接收缓冲队列足够大,不存在主动封装包溢出丢失的现象,主动节点处理时延远小于网络传输时延。并且,假设 P 为用户请求的股票报价在主动节点命中的概率。从而,主动节点输入端和输出端负载关系为:

$$\text{输出负载} = \text{输入负载} * (1 - P) \quad (1)$$

如图3所示,由于用户发出的许多请求由主动节点响应,所以服务器的负载明显得到降低,且 P 越大,负载越小。

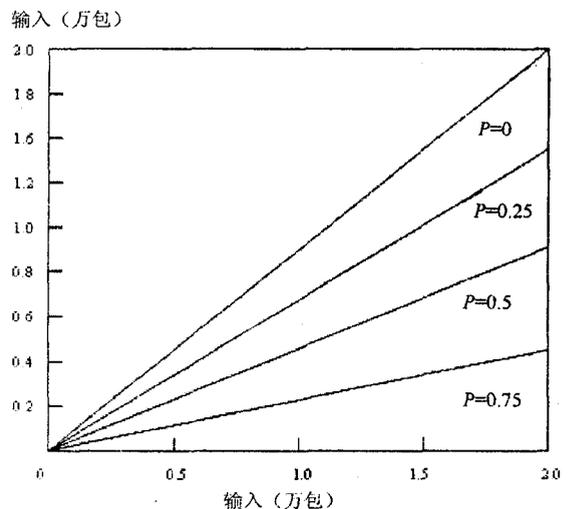


图3 服务器负载分析

从用户的响应时延来考虑,用 d_1 表示主动节点距离用户的平均跳数,用 d_2 表示主动节点距离服务器的平均跳数,用 r 表示有主动节点和无主动节点的用户响应平均时延比。从而有:

$$r = P \frac{d_1}{d_1 + d_2} + (1 - P) = 1 - \frac{1}{1 + d_1/d_2} P \quad (2)$$

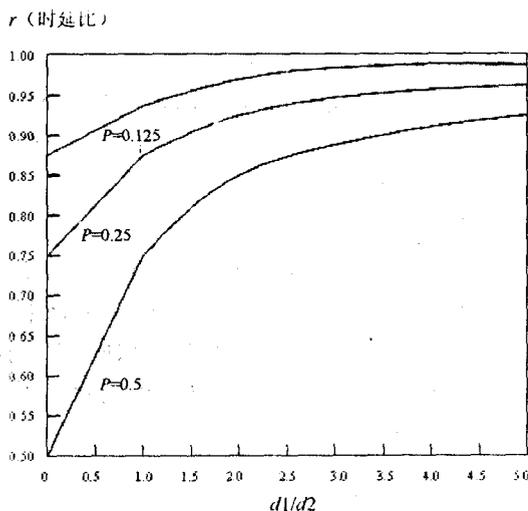


图 4 用户响应平均时延分析

由图 4 的曲线可以看出,由于部分用户的请求在主动节点就得到了响应,所以响应的平均时延降低,而且 P 越大,时延越小;由曲线还可以看出, d_1/d_2 越大时,主动节点的效果就不明显,这是因为这时响应用户的主动节点距离服务器相对较近,没有及时地将信息在主动节点就反馈给用户。

在主动网络中,缓存的策略是可以根据应用的不同而改变,只是主动网络协议支持的缓存是根据股票上单个项目为单位缓存,用户一次查询为用户的一组请求(每个请求对应一种股票),那么所有查询常见股票请求都会命中缓存,明显提高了缓存的命中率。如果命中,由主动节点直接将信息发送给用户,由终端自己负责组建网页,如果没有命中,主动节点只要转发请求。由于用户的请求首先在主动节点处理,大多数请求被节点过滤,只有少数请求需要服务器响应,这样可以减轻服务器负荷,减小网络流量,减少应用层时延。在主动网络模式下,对于股票信息还可以扩充,如缓存的信息加上时间戳,以满足用户查询请求中对时间的要求,比如用户需要了解几分钟内某几种股票的价格。缓存更新的策略有两种,一种是由服务器定期地告知主动节点最新流行的股票价格;另一种是主动节点根据它的股票报价(服务器响应用户请求发出的报价)去更新缓存。这样,主动网络节点的缓存以股票为单位,使得主动节点及响应用户请求成为可能,从而

有效地改善网上股票报价业务的性能。图 3 和 4 表明,对于网上股票报价业务,在主动网络的计算模式下,在主动节点处利用主动节点的缓存技术,使得服务器的负载可以有效地降低,用户可以得到较快的响应,网络性能可以得到较大的提高。

4 结束语

主动网络是一个允许用户在网络内部定制数据包处理方法的可编程计算平台。一个包含用户数据和数据处理方法的特定数据包到达主动节点时,主动节点执行包中的程序,实现对数据包的定制处理,使传统网络从被动方式向网络主动计算转变。从上面的分析可以看出,由于主动节点具有计算、过滤、分配的功能,使得网络性能大大地提高。但是,也必须指出这种性能的改善是以主动节点的时延(由计算机引起)及存储资源为代价的。不过研究人员正在不断地改进主动节点在这方面的性能。

参考文献:

- [1] Jin Zhigang, Luo Yongmei, Shu Yantai, et al. Supporting traditional IP application in active networks[C]// Electrical and Computer Engineering, 2004. Canadian Conference. Canada: [s. n.], 2004: 121 - 124.
- [2] Chou Li - Der, Yang Jenq - Ting, Chen Jui - Ming, et al. Self - Organization for Cache Servers in Active Networks[C]// Parallel and Distributed Systems, 2002. Proceedings. Ninth International Conference. Digital Object Identifier 10. [s. l.]: [s. n.], 2002: 216 - 222.
- [3] Backx P, Lambrecht T, Dhoedt B, et al. Optimizing content distribution through adaptive distributed caching[J]. Computer communications, 2005, 28(6): 640 - 653.
- [4] Chen Jun, Zheng Jinsong, Liao Jianxin, et al. Tickets order service model with active networks [C] // Communication Technology Proceedings, 2000. WCC - ICCT 2000. International Conference. Digital Object Identifier 10. [s. l.]: [s. n.], 2000: 1087 - 1090.
- [5] 何峰赋. 关于主动网络的研究及探讨[J]. 科技信息: 学术版, 2007(5): 164 - 168.
- [6] Du Xu, Yang Zongkai, Huang Jiaqing, et al. An Active Caching Scheme[C]// Proceedings of IEEE International conference on communications Circuits and systems. Chengdu, China: [s. n.], 2002: 705 - 709.
- [7] 孔华锋. 基于主动网络技术的存储网络关键技术的研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2004.
- [8] 李明, 刘福明. 主动网络技术分析与应用研究[J]. 重庆三峡学院学报, 2006, 22(3): 99 - 102.