

文章编号:1004-1478(2011)05-0041-04

基于动态预测算法的网络多媒体应用的改进

张晓萌, 刘云

(昆明理工大学 信息工程与自动化学院, 云南 昆明 650051)

摘要:提出了一种特定于网络多媒体应用的改进的 QoS 控制机制,在确定的带宽资源条件下,该控制机制可以以有限的网络多媒体业务服务质量为代价满足更多用户的网络多媒体应用需求.其核心算法——增强型指数平滑预测算法(EEWMA)是以指数平滑预测算法(EWMA)为基础优化而来,可以在预测精度和带宽资源占用量两者之间取舍,适用不同的网络环境和需求.对标准数据库进行测试的实例证明,EEWMA 对处于网络应用有效连接建立时间范围内的不同的采样间隔,均可以得到较好的预测效果.

关键词:QoS 控制机制;增强型指数平滑预测;网络多媒体应用均衡

中图分类号:TP393

文献标志码:A

Improvement of multimedia network application based on dynamic prediction algorithm

ZHANG Xiao-meng, LIU Yun

(Faculty of Infor. Eng. and Auto., Kunming Univ. of Sci. and Tech., Kunming 650051, China)

Abstract: A new QoS mechanism of multimedia network application was proposed. Under the given bandwidth resource, the new mechanism can support more multimedia network application users at the expense of multimedia network application quality. The core algorithm EEWMA (evolution to exponential weighted moving average) evolved from algorithm EWMA (exponential weighted moving average), and the EEWMA is a network status prediction algorithm. An appropriate prediction result for special network environment and demands, balanced between prediction precision and resource consumption, can be got by EEWMA. EEWMA can get a good prediction result to any time interval in the time range of most valid network applications connection, proved by the experiment adopting a standard database.

Key words: QoS mechanism; EEWMA; equalization of multimedia network application

0 引言

多媒体应用成为最受人们欢迎的接受信息的方式,相对于应用相当广泛基于互联网的按需获取的多媒体应用而言,人们从传统多媒体应用(诸如

广播电视等)中获取信息的过程是相对被动的.网络多媒体应用则是主动的,其实时性的要求比较严格,其数据量较大,对网络性能的要求较高.

基于 IP 协议的包交换,较传统的电路交换或虚电路交换,在信道利用率上有很大的提高:由所有

收稿日期:2011-03-16

基金项目:国家自然科学基金资助项目(10502050)

作者简介:张晓萌(1987—),男,河南省灵宝市人,昆明理工大学硕士研究生,主要研究方向为多媒体通信.

用户同时共享通信信道,而不是在一段时间里由单个用户独享信道. IP 协议的特点是尽力发送,但不能提供可靠的服务质量. 除了网络架构、用户使用网络的习惯等, QoS 控制机制对多媒体网络应用也有重要影响^[1].

传统的 QoS 控制机制是按照应用来划分的,不同的应用有不同的优先级,在网络出现拥塞时,优先级低的应用,数据包将会被丢弃,优先级高的应用将获得带宽资源^[2]. 当网络中大量充斥的是网络多媒体应用,并且是相同优先级别的应用时,传统的 QoS 控制机制将在很大程度上丧失作用.

改进的增强型指数平滑预测算法(evolution to exponential weighted moving average, EEWMA)是特定于网络状态变化剧烈的特点,通过对指数平滑预测模型(exponential weighted moving average, EWMA)优化而得到的. EWMA 具有线性的、给予不同的影响因子相同的权重、不能适应网络状态变化迅速的特点,而 EEWMA 则对不同的影响因子给予不同的权重,能更快地适应网络状态的变化情况和趋势,对网络状态的预测具有更快的收敛速度.

基于 EEWMA 的特定于网络多媒体应用的 QoS 控制机制包含以下 3 个部分:

1) EEWMA. 作为一种网络状态预测算法,能够根据提取的实时网络流量,得到所需时间提前量的网络状态预测值,为改进的 QoS 控制机制提供网络状态参数.

2) 网络状态的分级. 将网络状态划分为忙、下降、中、上升、闲 5 个级别,将多媒体应用服务质量划分成清晰、流畅、可获取 3 个级别,并在它们之间建立对应关系.

3) 不同码率的网络多媒体应用的生成. 根据网络状态级别,服务器生成相应的适合网络状态的码率的多媒体应用. 网络多媒体应用清晰度的降低换来的是其连续性得到保障,相对于清晰度的有限降低,人们对于持续接收信息更为迫切.

根据不同的网络状态级别得到与其对应的多媒体应用服务质量级别,服务器根据后者生成相应的多媒体应用数据包并传送给客户端. 这种改进的、以 EEWMA 为核心的 QoS 控制机制能有效改进由于网络拥塞等带来的丢包和时延,进而带来更好的用户体验.

本文主要描述 EEWMA 在实现新的 QoS 控制机制时的有效性,对 EEWMA 进行深入分析,采用标准

的数据库对 EEWMA 进行测试,并对结果进行分析.

1 EEWMA 算法分析

1.1 指数平滑预测算法

简单的全期平均法是对时间数列的过去数据一个不漏地全部加以同等利用;移动平均法则不考虑较远期的数据,并在加权移动平均法中给予近期数据更大的权重;指数平滑法^[3](EWMA)则兼容了全期平均和移动平均所长,不舍弃过去的数,而是仅逐渐减弱以前数据的影响程度,即随着数据的远离,赋予逐渐收敛为 0 的权重.

$$EV = \alpha \times RV + (1 - \alpha) \times ALN \quad (1)$$

式中, EV 为预测值, RV 为实时样本值, ALN 为 RV 之前的 N 个采集到的数据样本的平均值, α 为平滑指数^[4].

EWMA 是一种线性算法,它对数据流量样本中的小数值和大数值是同等对待的,这样就造成了当网络状态发生震荡时,使用该模型的收敛速度就会相对缓慢,不能实时获取网络状态的变化,不能及时生成相应于当前网络状态的多媒体应用数据包. 这样,用户量增加时,必然导致更多的数据包丢失,从而给用户带来较差的用户体验.

鉴于 EWMA 存在上述缺点,本文提出较 EWMA 有更好预测效果、算法复杂度亦相当的 EEWMA.

1.2 EEWMA 算法

针对 EWMA 存在的问题,特别是考虑到其在新机制中的应用,提出了一种改进型的指数平滑预测算法 EEWMA:

$$\begin{cases} |RV - ALN| \geq RV \times LN\% \\ |RV - ALN| \leq RV \times HN\% \end{cases}$$

LN 和 HN 表示判决的比例门限对. 在判决之前将 0% ~ 100% 分割成 1 个或多个判决门限对,不同判决门限对对应不同的平滑指数. 仅有 1 个判决门限对的时候,EEWMA 等价于 EWMA.

1.3 EEWMA 算法复杂度分析

在 EWMA 中加入平滑指数判定语句实现 EEWMA 算法. 0% ~ 100% 被分割为 M 个判决门限对. N 为预测新值所需的样本点数,同式(1)所述.

$$\begin{cases} T_{EE}(N, M) = o(N + M) \\ T_E(N) = o(N) \end{cases} \quad (2)$$

其中, $T_{EE}(N, M)$, $T_E(N)$ 分别为 EEWMA 与 EWMA 的算法时间复杂度,一般情况下 M 在一个有限的范

围内取值,所以 EEWMA 算法的时间复杂度为

$$T_{EE}(N) = o(N) \quad (3)$$

综合式②③来分析,EEWMA 的时间复杂度与 EWMA 相当,并没有在大幅提高预测精确度的同时显著增加运算量,没有比 EWMA 占用更多的系统资源。

1.4 EEWMA 算法的实现

根据前面的 EEWMA 算法理论推导,可以获得下面的算法实现方法。

BEGIN:

Loop:

- 1) 获取实时值之前 N 个值的算术平均值;
- 2) 进行门限判决,得到所对应的平滑指数;
- 3) 利用指数平滑预测模型算法得到预测值;

EndLoop

END

EEWMA 对获得的网络流量数据进行操作,有数量众多的流量获取中间件可供选取,综合其性能等方面的考虑,本算法选择 WinPcap。

WinPcap 所提供的 API 可以获取网络中的数据包,可以指定特定的过滤器,获取指定协议的数据包。例如只获取面向连接的的数据包,也可以不加区分地获取所有的数据包。

FlowPredict 是以 WinPcap 为抓包模块、实现 EEWMA 的网络状态预测软件。将 FlowPredict 安装在网关之上,可以获取实时的网络流量并得到网络状态的预测值,从而判断网络状态级别。多媒体应用服务器可以根据特定的网络状态判定应该发送的多媒体应用的质量级别,并生成相应的码率的网络多媒体网络应用(如图 1 所示)。

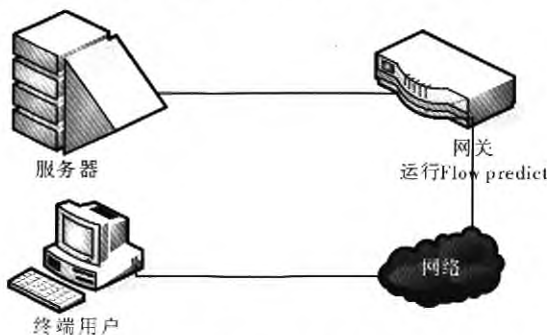


图 1 FlowPredict 安装在网关上

2 实例及其结果分析

2.1 实例模型建立的参数分析

在多媒体网络应用中,非面向连接的传输层协

议 UDP 虽然不能保障数据的完整传输,但是它在实时性方面优于 TCP 而应用广泛^[5]。随着网络建设水平和网络设备的进步,TCP 在保障多媒体网络应用的实时性方面也可以有所作为。

面向连接的网络应用可使用 TCP 协议来保障连接的可靠性^[6]。从用户发起一个 TCP 连接的 3 次握手过程开始,到连接正式建立,也就意味着网络应用至少要经过 3 次握手才能在网络中产生数据流量从而对网络状况产生影响。使用网络应用的 3 次握手时间作为采样和预测间隔,网络状况的预测将会具有实际意义。3 次握手的时间因网络而异,经过大量的不同网络上的实验,3 次握手时间多处于 50 ~ 300 ms 之间。

采用适当的时间间隔获取网络的实时数据流量,每次获取的流量作为 1 个样本点,从而得到一系列的流量样本点。通过 EEWMA 进行流量预测,根据网络状态分级的方法,得到相应的网络状态。所以采用 EEWMA 算法进行网络状态预测要有一定的收敛时间。在本文中所实现的实例中,每个样本点的采样时间长度均为 1 ms。

2.2 实例测试分析

为得到客观的测试结果,本文用于测试 EEWMA 算法的数据库来自于 NLNR 的 CAIDA 项目中的 Anonymized 2009 Internet Traces Dataset^[7]。

为了使预测结果的数值大小与具体数据库无关,以反映结论的普遍性,结果是以相对误差的形式给出的。

$$RE = \frac{|RV - EV|}{RV} \times 100\% \quad (4)$$

其中, RE 为相对误差, RV 和 EV 分别为网络中数据流量的实时值及预测值。相对误差描述的是根据网络预测模型所得到的预测值的可信程度。

图 2 是时间间隔为 50 ms 和 300 ms 的预测相对误差曲线。从图 2 中可以看到:时间间隔为 300 ms 的相对误差曲线位于 50 ms 的相对误差曲线之上,也就是说采样间隔为 300 ms 时预测值与实时值之间的误差相对于 50 ms 时要大一些;而且 50 ms 的相对误差曲线相对于 300 ms 要平滑一些,这些都是以牺牲更多的网络资源为代价的。

用于测试的时间段内的数据流量处于 16 000 b/ms 到 19 000 b/ms 之间。Flash8 中有一个独立的 FLV 转换工具,转换输出中等品质 FLV 文件的码流是 400 b/ms,由此可见预测误差处于一个非常小的、可接受的量级上。

以样本时间间隔 T 获取网络的实时状态,通过 EEWMA 即可完成网络状态预测. T 的取值至关重要,反映了算法的预测精度与算法资源占用率之间的联系. T 取值偏大,网络流量的采样周期增大,不能很好地得到网络的预测值,也就是预测精度将降低,但减少了网络中的因为算法的执行所引入的额外的用于控制的数据包; T 取值偏小,系统在单位时间内所要进行的运算会较多,网络中就会存在太多控制信息数据包.

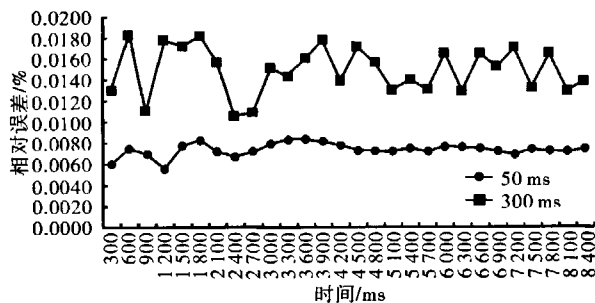


图2 间隔为 50 ms 与 300 ms 时预测值的相对误差曲线

在网络中同时出现大量的用户申请时,应该在保持现有已建立连接的用户的服务不受中断、保证所有用户可以接受的多媒体应用服务质量的前提下,尽量支持更多用户. 此时可以减小采样时间间隔,以相对于多媒体应用流量小得多的额外控制信息来换取较高的预测精度. 这样,预测值可以较准确地反映网络状况,不致因为不断的丢包重传导致网络状况持续恶化,甚至原始用户的基本服务质量也得不到保障.

在一系列由实例得到的数据基础上和所采用的模型参数基础上,EEWMA 算法可以适当调节系统资源的占有率和网络预测精度 2 方面的需求,得到适合自身网络的预测效果. 在本文所进行的试验中,时间间隔 T 取值 50 ~ 300 ms 效果较好;对处于 300 ~ 500 ms 的时间间隔进行测试,预测值的相对误差较大——鉴于大多数的应用建立时间处于 50 ~

300 ms 之间,其他范围的采样时间间隔亦没有太大的实际意义.

3 结语

改进的 QoS 控制机制的核心——EEWMA 算法可以在调节系统资源的占有率和网络预测精度 2 方面进行均衡,得到适合用户自身多媒体应用需求的预测效果. 本文在处于 50 ~ 300 ms 的样本采样间隔取得较好的预测效果. 网络状态是时刻变化的,所以可以根据网络状态选择不同的预测精度. 动态地改变预测精度,可以使 EEWMA 更加智能有效地适应不同的网络环境,达到网络资源的最大利用以及用户的最佳体验双重目标.

参考文献:

- [1] Aref Meddeb. Internet QoS: pieces of the puzzle [J]. IEEE Com Magazine, 2010, 48(1): 86.
- [2] Jim Kurose, Keith Ross. Computer Networking A Top-Down Approach Featuring the Internet [M]. London: Addison-Wesley, 2000.
- [3] Sheng-Tsaing Tseng, Arthur B Yeh, Fugee Tsung, et al. A study of variable EWMA controller [J]. IEEE Trans on Semicon Manu, 2003, 16(4): 633.
- [4] Jin Wang. Properties of EWMA controllers with gain adaptation [J]. IEEE Trans on Semicon Manu, 2010, 23(2): 159.
- [5] He Jingyi, Gary Chan S H. TCP and UDP performance for Internet over optical packet-switched networks [C] // Int Conf Com, Anchorage: IEEE Press, 2003: 1350 - 1354.
- [6] Tomoya Hatano, Hiroshi Shigeno, Kenichi Okada. TCP-friendly congestion control for highspeed network [C] // Int Symp on Appli and the Internet, Hiroshima: IEEE Press, 2007.
- [7] Walsworth C, Aben E, Claffy K, et al. The CAIDA Anonymized 2009 Internet Traces [EB/OL]. (2009 - 03 - 02) [2010 - 05 - 13]. http://www.caida.org/data/passive/passive_2009_dataset.xml.