

Performance Evaluation of High Speed TCP Variants over Optical Burst Switching Networks

Zaiwei Li, Yan Wang

School of Information, Zhejiang University of Finance and Economics, Hangzhou
Email: lzw1012@163.com

Received: Sep. 20th, 2014; revised: Oct. 23rd, 2014; accepted: Nov. 2nd, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

With the rapid development of Internet, people have strong interest in studying the performance of high speed TCP variants in optical burst switching networks. But they are only restricted in single high speed TCP's performance research about the influence of the burst's size, burst's assembly time and wavelength numbers. This article systematically research many high speed TCP variants in optical burst switching through the simulation. We show that the high-speed TCP variants have better performance than regular TCP and the throughput has rapid increase when we increase burst's size, assembly time and wavelength numbers of burst. When reaching at a value, we also find that the throughput decreases with increasing burst's size and assembly time.

Keywords

TCP, Optical Burst Switching, Throughput, High-Speed TCP

高速TCP在OBS网络上的性能研究

李在伟, 王 衍

浙江财经大学信息学院, 杭州
Email: lzw1012@163.com

收稿日期: 2014年9月20日; 修回日期: 2014年10月23日; 录用日期: 2014年11月2日

摘要

随着互联网的快速发展,高速TCP在光突发交换网络的性能表现引起了人们的极大兴趣。在光突发交换网络的突发包的大小,突发包的组装时间和波长数对高速TCP的性能影响的研究上,人们仅限于单个高速TCP的性能研究。本文通过仿真,系统的研究了多个高速TCP在光突发交换网络的性能体现。我们研究发现,当突发包的大小和突发包组包时间在一定值域时,随着汇聚包的大小和时间的增加,高速TCP的吞吐量相应增加,当达到一定值时,吞吐量反而减少;而高速TCP的吞吐量都随着波长数量的增加而增加。

关键词

传输控制协议,光突发交换网络,吞吐量,高速传输控制协议

1. 引言

随着新的网络应用快速发展,研究人员发现承载互联网流量百分之九十的传输控制协议(Regular TCP)无法保证 100%的带宽利用率,原因是 TCP 采用了保守的加性增加和激进的乘性减少拥塞窗口调整机制[1]。为克服 TCP 的缺陷,研究适应下一代互联网的高速传输协议成了网络研究中的一个热点,相继出现多种高速传输协议 HSTCP [1], BIC-TCP [2], H-TCP [3], Scalable TCP [4], CUBIC-FIT [5]等。高速传输协议采用了与传统 TCP 不同的拥塞控制机制[6]。在慢启动(Slow Start)阶段,采用了比传统 TCP (Regular TCP)更激进的方式,使系统快速充满发送窗口;在拥塞控制阶段,使系统发送窗口减少放缓,提高了整个系统的网络性能[7]。同时,骨干网络技术也经历了快速发展,出现了光线路交换[8],光突发交换[9] [10],光分组交换[11]等技术,而光突发交换将逐渐成为下一代核心网络技术。研究高速传输协议在光突发交换网络的性能引起了人们的极大关注。在文章[12]中作者指出由于光突发交换核心节点采用的光缓存技术的不成熟,核心节点仅有较少或没有缓存,一旦发生预约资源失败,就会发生丢包的现象。在文章[13]中分析了由于光突发交换网络具有丢包的特性,而丢弃的包是汇聚包,包含了多个 TCP 包, TCP 的拥塞机制就会误认为发生了线路拥塞,相应的采取了减少包的发送的动作,从而影响了 TCP 的性能。在文章[14]中作者系统的总结了传统的 TCP 在光突发交换网络的问题和解决方向,采用新的拥塞算法的各种高速 TCP 成为希望。在文章[15]作者仅研究了三个高速 TCP 的吞吐量与包丢失率的关系,在文章[16]分析了 FAST TCP 在光突发交换网络的稳定性,而系统分析比较多个高速 TCP 的吞吐量与突发包的大小,组装时间和波长数的关系目前较少,对其研究将很有意义。

2. 仿真实验的建立

本文在 NS2 上建立光突发交换网络(OBS),其核心思想是:在光网络边缘节点形成突发包(Burst),每个突发包分成两个部分:包含路由信息的控制分组(CP: Control Packet)和承载业务的突发数据(BD: Burst Data)。每一个突发包的数据分组对应于一个控制分组,并且控制分组先于数据分组传送。突发数据是由具有相同属性的数据分组(包括 TCP 包, IP 分组、以太网帧、帧中继帧等)汇聚而成。控制分组包含突发数据的一些基本信息,如突发数据长度、偏置时间、生存时间、传输突发数据的波长和路由选择参数等。突发数据与相应的控制信息在时间和传输信道上相分离,控制分组被提前发送出去,在各个核心节点采用 JIT 协议延迟预约端口和波长资源,突发数据无需收到预约请求的确认消息而随后发出,并沿着控制分组预定好的端口波长透明地到达目的节点。本文在网络的边缘节点,汇聚来自接入网络的数据,我们分别采用了二种汇聚方法,一是固定突发包的大小,二是固定突发包组包时间。在核心节点我们采

用无缓冲的节点。仿真网络采用如图 1。

3. 各高速 TCP 与常用 TCP 的性能研究

在本节中，我们研究了 HSTCP, BIC, STCP, HTCP 与常用 TCP 的性能比较，在实验中，我们采用了固定突发包大小的组包算法，每隔 0.5 秒采样拥塞窗口的大小。由于各高速 TCP 采用了不同的拥塞算法，我们发现高速的 TCP 都能获得比传统 TCP 高的吞吐量(图 2)。

4. 汇聚包的大小对各高速 TCP 的影响

本节研究了突发包的大小对各高速 TCP 的影响，当不同的 TCP 流进入到边缘结点时，根据不同的应用或目标地址进行分类组装，当达到一定包的大小时，就形成一个突发包(Burst)进入光突发网络传输，我们通过设定包汇聚的固定时间为 0.005 秒，改变突发包的大小，我们得到仿真结果如图 3。我们发现，随着包的大小的增加，各高速 TCP 的吞吐量也增加，但当包的大小到了一定值的时候，随着包的增加，高速 TCP 的吞吐量却降低，最后维持一个平衡的水平。这是由于随着包的大小的增加，注入到系统的流量增加，相应的提高系统的吞吐量；当包大小达到一定值时候，系统发生丢包事件增加，将触发各高速 TCP 启动拥塞机制，从而降低系统的吞吐量。

5. 汇聚时间对个高速 TCP 的影响

本节研究了不同的组包时间对各个高速 TCP 吞吐量的影响。通过固定突发包的大小 40,000 Bytes，

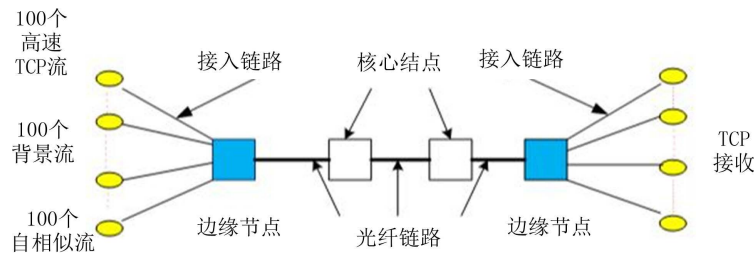


Figure 1. The model of OBS simulation
图 1. 仿真网络结构模型

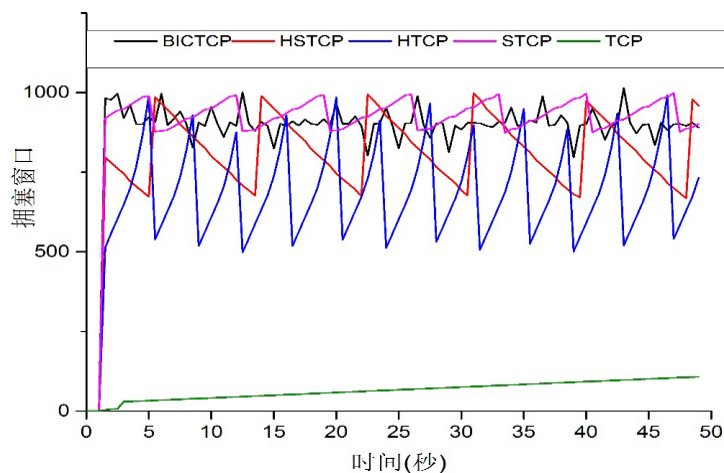


Figure 2. Result of high speed TCP and regular TCP's congestion windows vs time
图 2. 高速 TCP 与常规 TCP 的拥塞窗口变化图

改变不同的组包时间，我们得到了如图 4 仿真结果。我们发现随着突发包组合时间的增加，各高速 TCP 的吞吐量也增加。但到达一定值的时候，增加组包时间，各高速 TCP 的吞吐量却快速降低，最后到达一个比较地值。这是由于当组包时间比较小的时候，随着时间的增加，形成的突发包的大小也增加，进入到网络的流量增加，提高了系统的吞吐量；当时间增加到一定值的时候，随着时间的增加，突发包的形时间增加，加大了包间传输的间隔时间，进入到网络的流量减少，降低系统的吞吐量。同时由于突发包包含多个 TCP 包，当发生丢包事件时，高速 TCP 启动拥塞机制，相应也大大降低系统的吞吐量。

6. 网络线路中的波长数对各高速 TCP 的性能影响

本节我们仿真研究了在固定组包时间，固定的突发包大小的情况下，通过改变线路的不同的波长数量对各个高速 TCP 的性能影响。如图 5 所示，随着突发网络线路的波长数的增加，各高速 TCP 的吞吐量

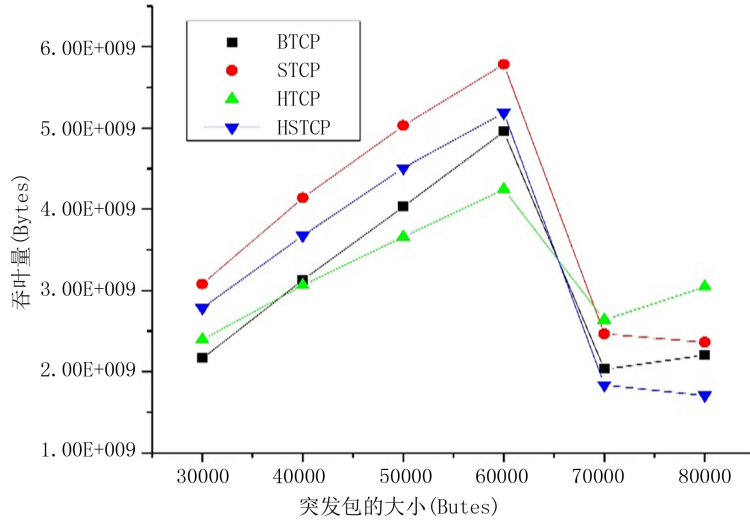


Figure 3. Result of throughput vs burst's size
图 3. 突发包的大小与吞吐量的关系图

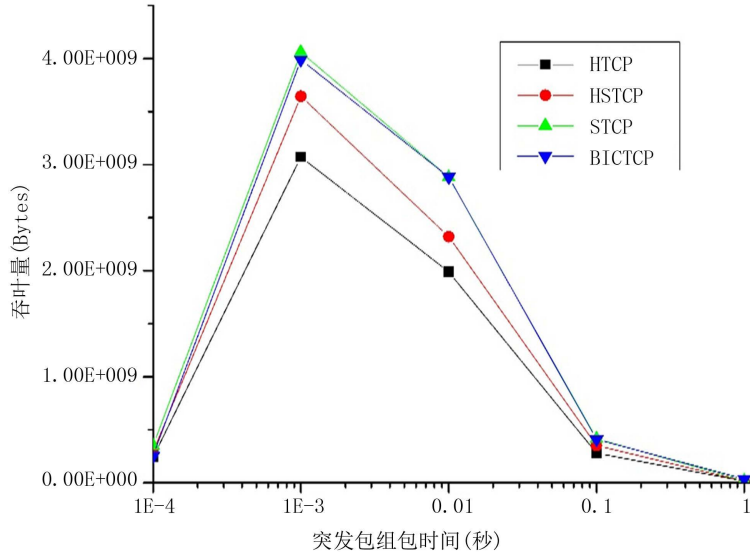


Figure 4. Result of throughput vs assembly time
图 4. 突发包的组包时间与吞吐量的关系图

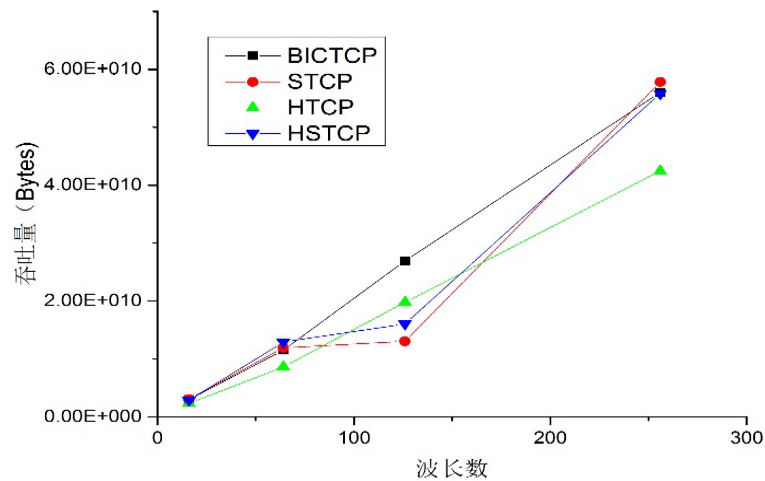


Figure 5. Result of throughput vs numbers of wavelength
图 5. 波长数与吞吐量关系图

的都增加。这是由于增加线路数，通信带宽增加，同时在核心结点包交换时发生冲突而丢包的概率降低，高速 TCP 发生拥塞的概率相应降低，提高整个网络系统的吞吐量。

7. 结束语

本文通过仿真研究了 BICTCP, STCP, HTCP, HSTCP 几个常用高速 TCP 在光突发交换网络中吞吐量与突发包大小，组包时间和波长数的关系。我们发现，突发包(Burst)的大小和组包时间都影响网络的吞吐量，随着组包大小和组包时间的增加，系统的吞吐量增加；当达到一定值时，吞吐量则降低。同时我们也发现，增加线路的波长数，能显著提高系统的吞吐量。

致谢

感谢浙江省教育厅对本项目的支持(Y200803345)。

参考文献 (References)

- [1] Floyd, S. (2003) High speed TCP for large congestion windows. IETF RFC3649.
- [2] Xu, L., Harfoush, K. and Rhee, I. (2004) Binary increase congestion control for long-distance networks. *Proceedings of the IEEE INFOCOM*, Hong Kong.
- [3] Ltith, D.J. and Shorten, R.N. (2004) H-TCP protocol for high-speed long distance networks. *The 2th Workshop Protocols Fast Long Distance Networks*, Argonne.
- [4] Kelly, T. (2003) Scalable TCP: Improving performance in high-speed wide area networks. *Computer Communication Reviews*, **33**, 83-91.
- [5] Wang, J.Y. and Wen, J.T. (2013) CUBIC-fit: A high performance and TCP CUBIC friendly congestion control algorithm. *IEEE Communications Letters*, **17**, 1664-1667.
- [6] Šošić, M. and Stojanović, V. (2013) Resolving poor TCP performance on high-speed long distance links—Overview and comparison of BIC, CUBIC and Hybla. *IEEE 11th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics*, Subotica, September 26-28.
- [7] Yue, Z.J., Zhang, X.D. and Ren, Y.M. (2012) The performance evaluation and comparison of TCP-based high-speed transport protocols. *IEEE 3rd International Conference on Software Engineering and Service Science*, 509-512.
- [8] Ramaswami, R. (1998) Optical networks: A practical perspective. Morgan Kaufmann Publishers, Inc., San Francisco.
- [9] Qiao, C. and Yoo, M. (1999) Optical burst switching (OBS)—A new paradigm for an optical Internet. *Journal of High Speed Networks*, **8**, 69-84.
- [10] Turner, J. (1999) Terabit burst switching. *Journal of High Speed Networks*, **8**, 3-16.

- [11] Wang, Y. and Cao, X.J. (2012) Multi-granular optical switching: A classified overview for the past and future. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, **14**, 698-713.
- [12] Xiong, Y., Vandenhouste, M. and Cankaya, H. (2000) Control architecture in optical burst-switched WDM networks. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, **18**, 1838-1851.
- [13] Yu, X., Qiao, C. and Liu, Y. (2002) TCP implement and false time out detection in OBS networks. *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Communication*, 774-784.
- [14] Shihada, B. and Ho, P.-H. (2008) Transport control protocol (TCP) in optical burst switched networks: Issues, solutions, and challenges. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, **10**, 70-86.
- [15] Liu, L., Hong, X.B., Wu, J., Yin, Y.W., Cai, S.R. and Lin, J.T. (2009) Experimental comparison of high-speed transmission control protocols on a traffic-driven labeled optical burst switching network test bed for grid applications. *Journal of Optical Networking*, **8**, 491-503.
- [16] Shihada, *et al.* (2013) Fast TCP over optical burst switched networks: Modeling and stability analysis. *Optical Switching and Networking*, **10**, 107-118.