

两种改进型的网络数据信道调度算法

刘嘉栋¹, 钟 华²

(1. 装备指挥技术学院, 北京 101416;

2. 北京航天飞行控制中心, 北京 102206)

摘要:光突发交换是实现 IP/DWDM 网络的一种非常有前途的方案。已有的 FF 调度算法和 LAU 调度算法都没有考虑 QoS 功能、波长转换等因素,在此基础上,进行了部分改进。提出了两种改进型的网络数据信道调度算法:优化波长转换调度算法 OWCT 和重分服务(RFA)调度算法。通过 NS2 仿真实验验证,证明这两种改进型的数据信道调度算法在确保高优先权的数据可靠性传输方面、减少光突发交换网络中的光信号的波长转换次数方面,与已有的 FF 调度算法和 LAU 调度算法相比,具有更好的性能。

关键词:光突发交换;数据净荷;自相似特性

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2010)10-0062-04

Two Improved Data Channel Scheduling Algorithms

LIU Jia-dong¹, ZHONG Hua²

(1. Academy of Equipment Command & Technology, Beijing 101416, China;

2. Beijing Space Flight Control Center, Beijing 102206, China)

Abstract: Optical Burst Switching (OBS) is a promising solution for realizing IP/DWDM. Both FF scheduling algorithms and LAU scheduling algorithms not considered QoS performance, wavelength conversion and other factors. On this basis, made some improvements. Puts two improved network data channel scheduling algorithms: scheduling algorithm for optimization of wavelength conversion and re-sub-services OWCT (RFA) scheduling algorithm. By NS2 simulation experiments, the result show that both improved data channel scheduling algorithm to ensure the reliability of high priority data transmission, OBS networks can reduce the optical frequency of the signal wavelength conversion, both the FF scheduling algorithm and LAU scheduling algorithm can attend the better performance.

Key words: optical burst switching; data burst; self-similar

0 引言

全光网络在因特网业务中要求高传输容量、高速路由设备。高速路由器为全光网奠定可靠的基础。将来的光网络 IP 层直接映射到 DWDM 层,其去掉了中间层(如 ATM, SDH 或 SONET 等层),光路由器是由光交换平台和寻路整合成的^[1]。

光路由器包含两个关键部件:IP 路由模块、光交换模块。IP 路由模块通过寻路等对数据分组处理,并进行控制光交换模块(关键是配置光交换矩阵);光交换模块在光域内交换通过光路由器的数据^[2,3]。

由于 IP 路由模块在电域中进行数据的处理,这很大程度限制了其转发速率。解决该问题的方法有多种,研究比较广泛的是提高光路由器的交换粒度。在

研究交换粒度的基础上,学者们提出了光突发交换(Optical Burst Switching, OBS)的构想,将多个具有相同特性和目的地址的 IP 分组看作一个整体,也就是光突发模块(Optical burst)进行交换^[4-6]。

光突发交换网络由边缘路由器、光核心路由器及光链路三部分构成。在关键网络外围,光突发模块是由来自接入网的 IP 分组在边缘路由器中聚合形成的,经过核心路由器的转发,并且在光突发交换关键网络中进行传输,其后在核心端的边缘路由器中拆分,化整为零,拆成多个 IP 分组,以求进入对方的接入网。光突发模块由两部分组成:控制分组、数据净荷。一般情况下,从边缘路由器发出的数据净荷比控制分组落后一段时间(即偏移时间),而后在控制信道上进行传输。收到控制分组以后,光核心路由器进行三步设置。第一步是寻找路由,根据其携带的地址信息进行。第二步是选择其对应的数据净荷的输出数据信道,根据数据信道调度进行。第三步是数据净荷的转发,根据光

收稿日期:2010-01-20;修回日期:2010-04-28

作者简介:刘嘉栋(1970-),男,北京人,高工,研究方向为光网络、无线传感器网络。

交换矩阵进行配置的。

在对光突发交换网络的研究中,数据信道的调度算法^[2,5~9]是一个很关键的研究算法。现存的算法考虑到因素较为单一,多数关注于网络性能中的数据净荷的丢失率,对于 QoS 功能、波长的转换次数等因素关注度较低。实际操作中影响网络性能的重点因素是波长的转换次数、QoS 功能。波长转换影响有两方面:一是信号的质量,二是增大其操作的复杂度。所以必须减少这两方面的影响。因此,首先提出了一种优化波长转换 (Optimize Wavelength Conversion Times, OWCT) 调度算法。通过仿真证明,该算法能够使网络中的波长转换次数减少,并且不会显著影响光突发交换网络的其它性能。怎样在光突发交换网络中支持 QoS 是一个难题^[10]。光突发交换网络应确保重点业务的服务质量,在考虑网络忙碌时依据数据优先权分配网络资源的基础上,文中又提出了重分服务的调度算法。

首先介绍两种研究最为广泛的调度算法,其次介绍优化波长转换调度算法、重分服务的调度算法的原理,最后通过对数据净荷的丢失率、波长的转换次数、延时时间三方面的仿真,其后对几种数据信道调度算法进行分析,并且得出结论。

1 数据信道调度算法的简介

数据信道调度的定义是指为要传输的数据净荷选择输出数据信道,选择输出数据信道的条件是当数据净荷到达光交换矩阵时的数据信道作为输出信道,或者是将通过光纤延迟线缓存的延迟时间之后可用的数据信道作为输出信道^[11];假使没有有效信道时,则必须丢弃该数据净荷和控制分组^[5,12]。

本节首先介绍最基本的 FF 调度算法、最近可用优先调度算法^[3]和重分服务调度算法。在下面的章节中,假定光核心路由器中有 M 个缓存,第 b 个缓存的延迟时间为 $N_b (1 \leq b \leq M)$ 。

1.1 FF 调度算法与 LAU 调度算法的相关简介

FF 调度算法是检索网络重点数据信道时按照一定顺序,第一检索到的有效信道作为输出信道。假设传输到光交换矩阵的数据净荷的长度为 L ,调度算法对网络中所有的可用数据信道进行检索。从第一个可用数据信道开始检索直到检索完毕最后一个可用信道。假如某个数据净荷已经将第一个可用数据信道强行占用,则第一个可用数据信道处于忙碌状态,其后接着检索网络中的第二个可用数据信道,如果此数据信道被提前占用,并且两个数据净荷采用信道的相互影响,从而第二个可用数据信道也不可用。接着考

虑第三个可用数据信道,如果该数据信道处于空等状态,则调度算法不用再检索其后的可用数据信道,可选择第三个可用数据信道作为输出数据信道。假使仍然未检索到可用数据信道时,那么丢弃该数据净荷和其对应的控制分组。与 LAU 调度算法相比较,差异在于该算法要从所有有效信道中选取与比较的数据净荷尾端相近的数据信道作为传输信道。

1.2 重分服务调度算法

在光突发交换网络中,为满足网络的较大业务量的需求,网络就会处于忙碌状态。按照此需求,学者们提出了一种利用延时资源预留和偏移时间而实现的调度算法^[6]。当网络负载较小时,这种调度算法可能造成高优先权的数据占用过多时间。在此基础上,文中提出了重分服务调度算法。

重分服务调度算法确保高优先权数据比低优先权数据在光突发交换网络中获取更加可靠的传输。该算法的思路如下:正常运行光突发交换网络时,网络信道中数据净荷的使用率一样;假使发生忙碌,高优先权数据净荷会强占某些信道,减少了低优先权数据净荷使用的信道数目,这种情况下,高优先权数据净荷的丢失率降低了。在光突发交换网络中数据信道调度算法网络忙碌发生时,数据的优先权大小与可采用的信道数成正比。一般而言,只讨论光交换网络中的数据具有两种优先权的情况。其中,发生网络忙碌的判定准则为:

$P(r) > p_0$, $P(r)$ 为第 r 个时间间隔的数据净荷丢失率,其值定义为一定时间内接收的数据净荷与传输的数据净荷的比值, p_0 为固定值。 $P(r)$ 显示网络负载状态的值。

1.3 优化波长转换调度算法

FF 调度算法和 LAU 调度算法都没有关注波长转换问题。信号的传输质量、操作的复杂度都会被波长转换所影响。所以在实际采用时应尽量减少光信号的波长转换。在此基础上,文中提出了优化波长转换调度算法。该算法的基本思路是尽量选择数据净荷的波长相同或相似的可用数据信道作为输出信道,在此信道不能用的情况下仅能采用 FF 调度算法、LAU 调度算法,检索可用的传输信道。

2 仿真实验

在本节中,应用网络仿真软件 NS2 进行仿真实验。仿真的结果是对上述几种数据调度算法的性能的比较。边缘路由器采用数据突发聚合算法,将 IP 分组成光突发模块,而核心路由器采用数据信道调度算法。研究表明,自相似 (self-similar) 特性^[3,7]包含

在因特网的服务业务中。假如模拟仿真其有自相似特性的服务业务,实验将一组开启/关闭源模型的输出数据复为边缘路由器的输入。该种模型始终处于两种态势:开启态势和关闭态势。算法运行时,则分组产生;不运行算法时,停止分组产生。算法的持续时间服从 Pht 分布^[2]。在实验仿真过程中,取 $M = 0.8$ 。

图 1~3 列出了采用 OWCT 调度算法的仿真图。图 1 表示网络采用 OWCT 调度算法和 FF 调度算法时的波长转换次数的比率图。仿真表明,对比 FF 调度算法的波长转换次数,采用 OWCT 调度算法可将波长转换次数降低为原来的 57%~82%。

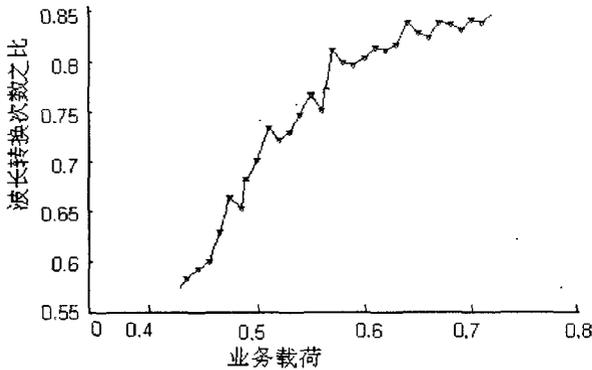


图 1 波长转换次数比率

图 2 在数据净荷丢失率的因素方面进行对比,对 OWCT 调度算法和 FF 调度算法进行了比较。可以得到这样的结果:两条曲线基本重合,这表明采用了 OWCT 调度算法不会对数据净荷丢失率造成明显影响,调度算法得到验证。

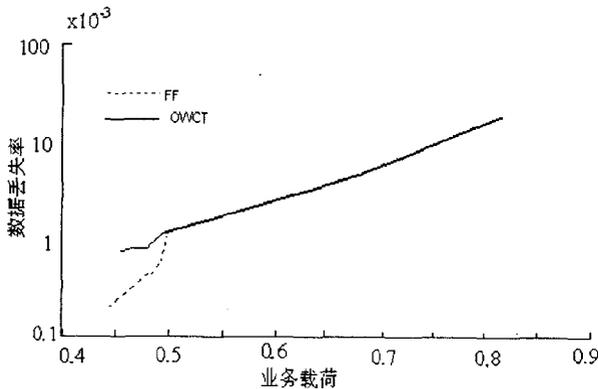


图 2 数据净荷丢失率对比

图 3 是 OWCT 调度算法和 FF 调度算法的延时性因素对比仿真,仿真结果表明,采用 OWCT 调度算法的延时时间约是 FF 调度算法 102%,这是由于 OWCT 调度算法要求尽可能选取数据净荷的波长所对应的数据信道所花费的“开销”。在网络中,数据净荷的延时包括缓存延时、边缘路由器中的延时、光纤链路的传输延时。所以,采用 OWCT 调度算法造成的延时的增加幅度几乎可以省略。仿真结果还表明在信道利用率因

素方面,采用这两种调度算法的并没有明显差异,OWCT 调度算法是 FF 调度算法的 98.55%,也可忽略不计。

本节也对 OWCT 调度算法和 LAU 调度算法进行仿真。通过仿真实验,可以分析得到以下结果,对于网络性能的改进,采用了 OWCT 调度算法和图 1~3 仿真实验的结果基本一致。所以,可以得出 OWCT 调度算法可以降低网络中的波长转换的次数,并且对 QOS 功能、数据净荷的丢失率影响不大。

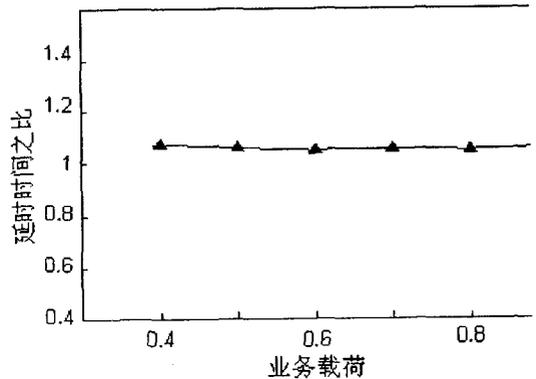


图 3 延时时间比率

图 4~6 是对重分服务调度算法 RFA 调度算法和 FF 调度算法的仿真结果的对比。仿真实验中,假设一根光纤中包含 12 个波长(即传输信道),网络中数据的优先权包含两级。高优先权的数据净荷能够采用全部传输信道;低优先权数据净荷,当网络忙碌发生时,只能采用 10 个传输信道。图 4 是低优先权数据净荷的丢失率的对比图,比较了采用两种调度算法的仿真实验。显而易见,FF 调度算法比 RFA 调度算法的低优先权数据的丢失率要略微低一些。产生这样的结果是由于 RFA 调度算法在网络忙碌状况发生时减少了低优先权数据能够采用的数据信道数目。

图 5 是高优先权数据净荷丢失率的对比图。仿真验证 RFA 调度算法的高优先权数据净荷丢失率是 FF 调度算法的 50%~89%。

图 6 是对总数据净荷的丢失率的对比图,从图中可以看出,RFA 调度算法和 FF 调度算法的曲线很接近。另外,本节对采用 RFA 调度算法和 FF 调度算法的延时时间、信道的利用率仿真对比,分析这两种调度算法无明显差别。结果同样适用于 LAU 调度算法。所以,RFA 调度算法通过降低低优先权数据的可用数据信道,确保高优先权业务的可靠传输,并且不会对网络其它性能因素造成明显偏离。

3 结束语

文中首先简介了光突发交换网络的相关内容,并

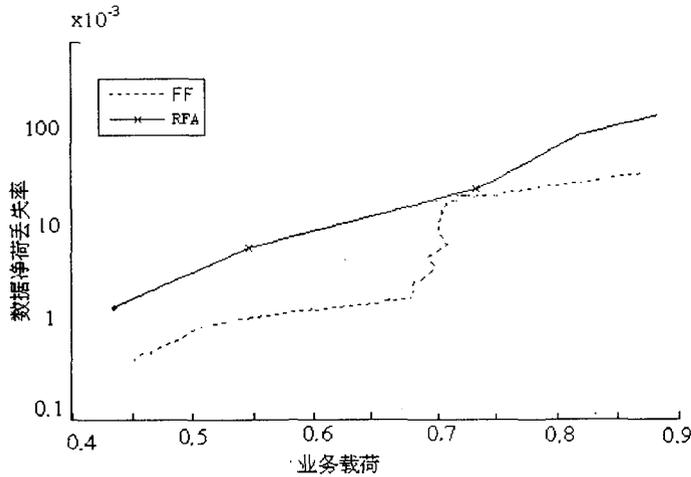


图 4 低优先级数据净荷丢失率对比

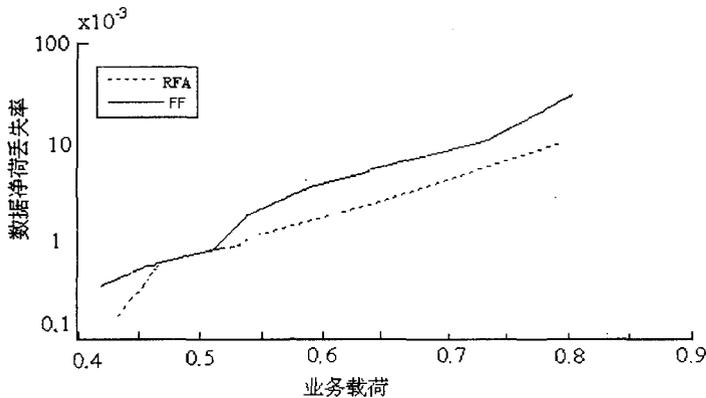


图 5 高优先级数据净荷丢失率对比

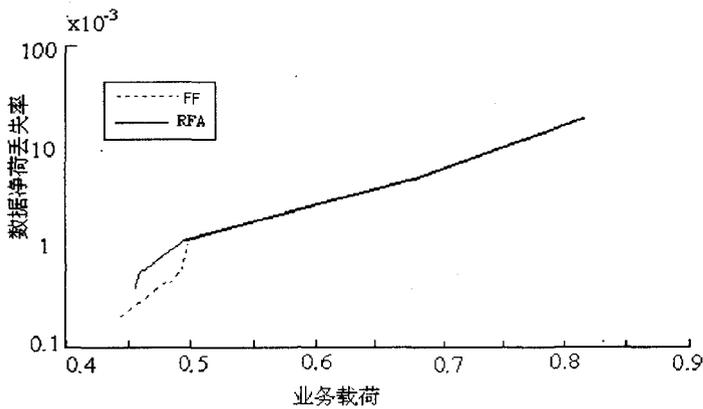


图 6 数据净荷的丢失率比较

列举了网络中常见的两种的数据信道调度算法:FF 调度算法和 LAU 调度算法。为确保网络中关键数据的传输质量与避免波长转换的发生,分别提出了两种改进型的网络数据信道调度算法:优化波长转换调度算法 OWCT 和 RFA 调度算法。通过仿真实验可以得出

两种改进型的数据信道调度算法在确保高优先权的数据可靠性传输方面、减少光突发交换网络中的光信号的波长转换次数方面,与已有的 FF 调度算法和 LAU 调度算法相比,具有更好的性能。

参考文献:

- [1] Cankaya H C, Xiong Y, Vandenhoute M. Design issues of optical IP routers for Internet backbone application [J]. IEEE Communication Magazine, 1999, 37(2): 124 - 128.
- [2] Yoo M, Qiao C, Dixit S. Optical burst switching for service differentiation in the next - generation optical Internet[J]. IEEE Communication Magazine, 2001, 39(2):98 - 104.
- [3] 杜 平.光突发交换网络体系结构[D].合肥:中国科学技术大学,2004.
- [4] 罗洪斌,胡 钢,李乐民.光突发交换网络边缘节点突发排队方案[J].电子科技大学学报,2003, 32(3):289 - 292.
- [5] 徐 荣,龚 倩.高速宽带光互联网技术[M].北京:人民邮电出版社,2002.
- [6] Ge A, Callegati F, Tamil L S. On optical burst switching and self - similar traffic[J]. IEEE Communication Letters, 2000, 4(3):98 - 100.
- [7] Tancevski L, Yegnanarayanan S, Castanon G, et al. Optical routing of asynchronous, variable length packets[J]. IEEE J. on Selected Areas in Communication, 2000, 18(10):2084 - 2093.
- [8] 李 扬,胡 钢,戴 睿.光突发交换边缘节点中变长数据包突发聚合实现[J].电子科技大学学报, 2004, 33(6):734 - 737.
- [9] 全弘林. ATM - PON 自愈环境保护结构与生存能力 [J]. 四川通信技术, 2001, 31(5):35 - 37.
- [10] Intanagonwiwar C, Govindan R, Estrin D, et al. Directed Diffusion for Wireless Sensor Networking [J]. IEEE/ACM Transactions on Networking, 2003, 11(1):2 - 16.
- [11] Kiasaleh K, Huang Dongjie. A survivability analysis of WDM optical fiber systems with regular topologies[C]//OFC 97. Dallas, TX, USA: IEEE, 1998:97 - 99.
- [12] 孙志刚,赵国鸿,卢锡城. Crossbar 调度器的设计和实现 [J]. 计算机工程与科学, 1998, 11(3):78 - 80.

预祝中国计算机大会取得圆满成功!