

OBS 网络中改进的 ODBR 算法

惠高潮, 王 辉, 蒋树嵩

(南京工业大学 电子与信息工程学院, 江苏 南京 210009)

摘 要: 信道调度算法是提高光突发交换(OBS)网络性能的关键技术之一. 结合 ODBR 重调度算法和 FDL 的延迟作用, 提出一种 Improved-ODBR 算法. 仿真结果表明改进算法在保证高优先级低丢包率的同时, 保证低优先级尽可能低的丢包率, 提高了资源利用率.

关键词: 光突发交换; 竞争解决; 光纤延迟线; ODBR 算法

中图分类号: TP31

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2010)04-0095-04

Improved-ODBR Algorithm in OBS Network

HUI Gao-chao, WANG Hui, JIANG Shu-song

(College of Electronics and Information Engineering, Nanjing University of Technology, Nanjing 210009, China)

Abstract: Channel scheduling algorithm is one of the key technologies on improving the performance of OBS networks. A contention resolution algorithm based on the ODBR rescheduling algorithm and the delay of FDL is proposed in this paper. Simulation shows the Improved-ODBR algorithm can make high priority burst with a low data loss rate and can make low priority burst with a low loss rate at the same time, enhancing the link utilization.

Key words: OBS; contention resolution; FDL; ODBR algorithm

1 引言

随着 Internet 规模的迅速扩大, IP 业务在迅速超越传统的语音电信业务, 由于现在光器件的局限, 缺少快速的光开关器件, 实现完全的光分组交换网络还比较困难, 在这种情况下, 提出了光突发交换 (Optical Burst Switching, OBS) 网络^[1-2]. OBS 技术的基本原理是通过与突发数据包分离传送的控制分组来在数据传送路径上的核心节点处预留带宽, 从而使突发数据包能够透明地通过各个核心节点. 由于光突发交换中采用单向的资源预留机制, 边缘节点在没有得到预留确认的情况下就向核心节点发送突发分组, 因此点当多个分组同时到达同一个输出端口或者当一个分组新到而另一个分组还没有完成传输时, 在核心节点就会产生突发包竞争链路资源的情况, 竞争的结果只有一个突发包能被正常交换, 而其他突发包将发生冲突, 这就会导致突发包丢失率

和网络阻塞率的上升, 造成网络性能的下降^[3-5]. 因此, 如何降低 OBS 网络中因突发竞争所导致的数据丢失率上升就成为 OBS 网络中需要解决的关键问题之一.

目前提出的 OBS 网络中的数据信道调度算法有 LAUC 算法、LAUC-VF 算法、Min-SV 算法、ODBR (On-Demand Burst Rescheduling) 算法、ABR (Aggressive Burst Rescheduling) 算法、G-LAUC-VF (Generalized LAUC-VF) 等, 其中 ODBR 算法应用较好.

文中把优先级区分思想融入到 ODBR 算法之中, 结合 FDL 竞争解决机制, 给出了一种改进的调度算法 Improved-ODBR. 该算法首先对冲突的数据按照 ODBR 算法进行重调度, 如果不成功, 则抢占低优先级的信道资源, 使用 FDL 延迟低优先级突发包, 尽量降低低优先级的丢包率, 改善网络性能.

2 Improved-ODBR 算法

ODBR 重调度算法结合了 LAUC 和 LAUC-VF 这两种算法的优点(高性能、低丢包率和低复杂度).其主要思想是一个已经调度的 BDP 可以被重新调度到另一个可用波长上,以容纳新的突发请求.重新调度过程仅仅是改变分配的波长,而保持其调度的时间不变,不需要附加开销或资源.重新调度链路上的一个突发包,需要改变链路两端的节点控制设置. ODBR 算法中,第一步最坏复杂度为 $O(W)$ 量级,第二步的最坏复杂度为 $O(W^2)$ 量级.因为 LAUC-VF 的复杂度为 $O(KW)$,如果 $W > K$, ODBR 的最坏复杂度将比 LAUC-VF 大.然而,因为只要当突发调度失败时(其概率小于 10%)才调度 ODBR,其总的处理复杂度仍然比 LAUC-VF 好,其空间复杂度也有较大上升.因此 ODBR 算法具有类似于 LAUC 的低复杂度和类似于 LAUC-VF 的低丢包率,故文中选择 ODBR 调度算法.

FDL 可以在突发数据预约不到数据信道资源的情况下,将部分 BDP 延迟一段时间,有助于减少

丢包率,因而减少了由于丢包引起的重传的概率,从而提高了带宽利用率,提高了 OBS 系统的性能,且 FDL 是技术相对比较成熟的光纤资源,故文中使用 FDL 作为冲突解决机制方案.

文中在 ODBR 算法的基础上,提出一种新的信道调度算法,其调度原理如下:当数据突发到达时,首先运用 LAUC-VF 调度算法对其进行调度,为其选择合适的空闲波长;如果新到的数据突发无法成功调度时,该算法将逐个检查链路上可重调度信道的信道,比较可重调度信道上突发包的优先级,选择优先级最低的突发包进行重调度(通过重调度数据突发,使得低优先级的数据突发能够调度成功,这样在一定程度上减少了低优先级的数据突发的丢弃);如果重调度不成功时,新到的数据突发包抢占优先级最低的可用突发包信道资源,被抢占的突发包使用 FDL 进行延时;如果抢占不成功,则使用 FDL 对新突发包进行延时(通过使用 FDL 延迟可以尽量保证低优先级数据包的丢包率).本算法的主要目的是保证高优先级低丢包率的同时,尽量保证低优先级尽可能低的丢包率,其流程如图 1 所示.

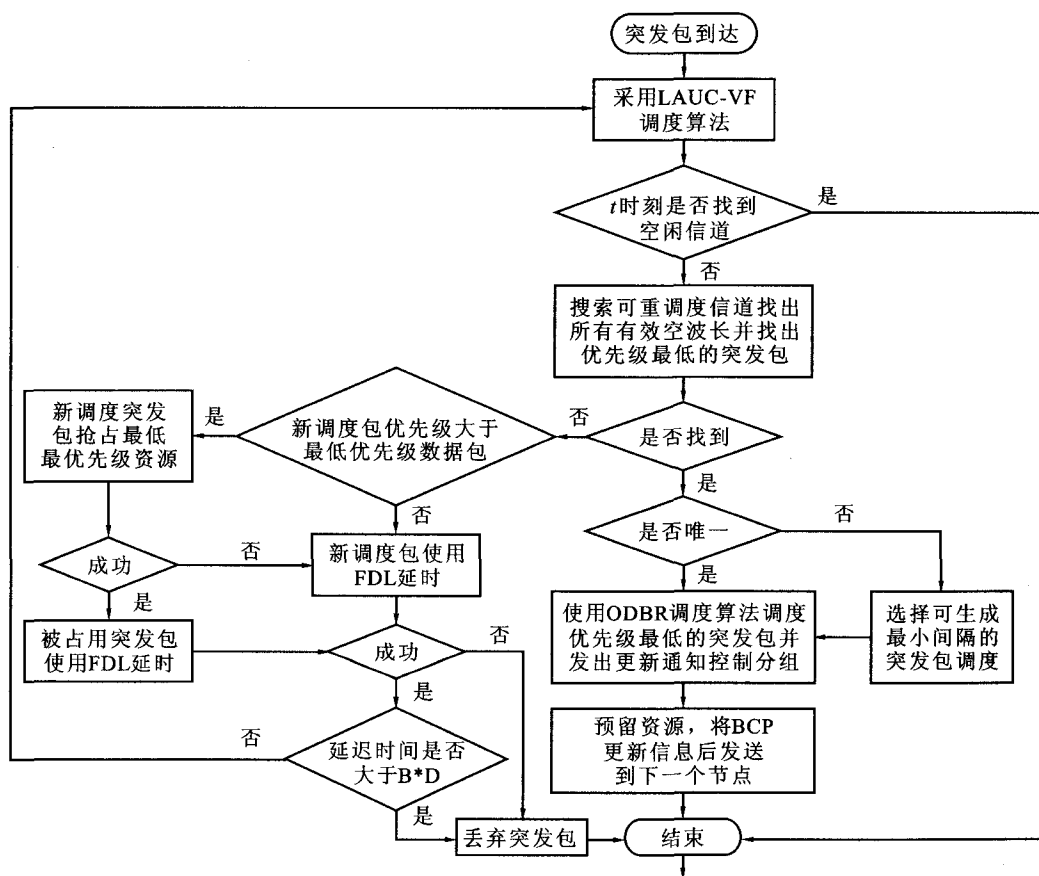


图 1 Improved-ODBR 算法流程图

3 仿真分析

使用 OPNET 10.5 仿真如图 2 所示的网络拓扑,假设该网络为单向传输,方向由入口边缘路由器 Ingress 经由核心节点 Core 到出口边缘路由器 Egress,模型共设置 6 个入口边缘路由器 Ingress,6 个出口边缘路由器 Egress.

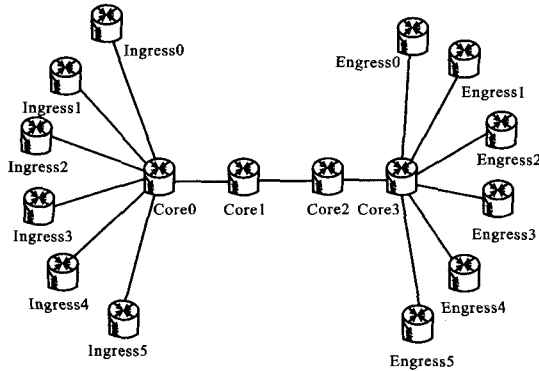


图 2 OBS 仿真网络拓扑结构

该拓扑中的 6 个波松业务源有着相同的分组到达率和分组平均长度(100kB),数据波长为 10Gbit/s,则数据长度 $L = 10\mu s$,在边缘节点按照优先级和目的地址汇聚成突发包.该拓扑网络中数据包分为 3 个优先级,其中 source0、source1 为一类,该类用 class1 表示;source2、source3 为一类,该类用 class2 表示;source4、source5 为一类,该类用 class3 表示,其中 class3 优先级最高,class2 次之,class1 的优先级最低.分组汇聚为固定长度突发包,突发偏置时间服从一定范围内的均匀分布.为简化仿真,边缘节点到核心节点设置一个数据信道,核心节点的数据信道有 3 条,它们的数据波长都为 10Gbit/s,FDL 延迟单元 $D = 0.1L = 1\mu s$.

在该拓扑下,文中使用 ODBR 算法和 Improved-ODBR 算法进行仿真.为便于算法性能分析,在核心节点 0 上获取数据包丢失率和核心节点 0 到核心节点 1 链路上的链路利用率等性能参数.

在图 2 所示的拓扑下,假设核心节点配置了 $B = 10$ 根 FDL.对文中给出的改进算法进行了仿真,获取核心节点 0 上不同网络负载情况下丢包率情况,并与 ODBR 算法做比较.

突发数据包的丢失是由于控制分组的阻塞以及控制分组为其相应的突发数据信道调度失败引起的.图 3 为核心节点 0 上最低优先级的 class1 突发分组在不同负载下的丢包率比较,从图中 ODBR 算法和 Improved-ODBR 算法的结果可以看出,刚开始

的时候改进算法对网络性能的改善并不是很好,这是因为当负荷比较小的情况下,使用 ODBR 重调度算法本身就可以将冲突数据包重新调度成功,使得分组丢包率较低,因而改进算法不能很好地对系统性能改善.随着网络负载的逐渐增加,分组丢包率也随着增加,但是改进算法的分组丢包率的增长速度远不如 ODBR 算法中丢包率的增长速度,改进算法在低优先级丢包率上比 ODBR 算法有了很大的改善,这是因为在改进 ODBR 算法中,当发生数据包之间竞争链路资源时,如果按照 ODBR 算法,若无法重调度成功,则直接丢弃低优先级数据包,然而在改进 ODBR 算法中,首先采用重调度方法使新到达的数据能够重调度成功,在一定程度上减少了低优先级的丢包率;若重调度不成功,则将低优先级数据包使用 FDL 进行适当时延,尽量保证低优先级数据包调度成功,避免了它的丢弃,进一步降低了低优先级突发的包丢失率,提高了网络的整体性能.

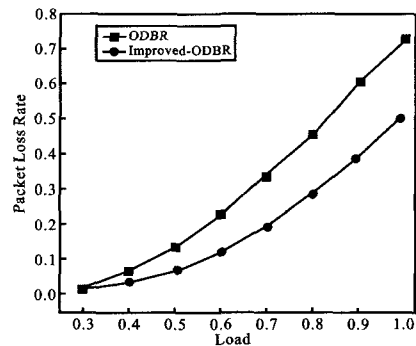


图 3 Class1 分组在不同负载下的包丢失率比较

图 4 所示为在核心节点 0 上 Class2 突发分组在不同网络负载下的分组丢失率.由图可以看出,优先级为 Class2 的突发包分组只有在负载比较大的情况下才有少数的丢包.在负载比较小的情况下,ODBR 算法和改进算法的分组丢失率影响不大,这是因为 ODBR 算法和改进算法在负载比较小的情况下,都可以重调度成功.随着网络负载的增加,改进算法的

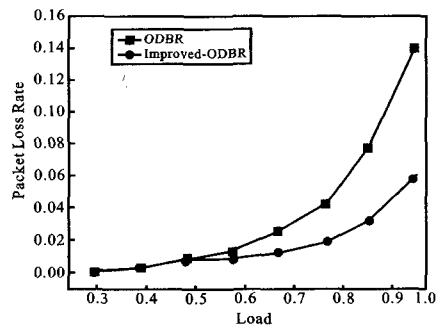


图 4 Class2 分组在不同负载下的包丢失率比较

应用可以使分组丢失率相对 ODBR 算法有较大改善.这是因为当网络中产生突发包之间竞争链路信道资源时,优先级为 Class2 的突发包除了能够占用低优先级为 Class1 突发包的资源外,它还可以使用 FDL 进行适当延时,等待空闲资源,使其调度成功,从而降低了优先级 Class2 突发分组的分组丢失率.

图 5 为在核心节点 0 不同负载下总体包丢失率比较.在 Improved-ODBR 算法中,高优先级数据突发包可以通过对其他突发包重调度保证其调度成功外,当无法重调度时,还可以抢占低优先级数据包的链路资源.高优先级突发包除了与相同优先级突发包之间竞争产生丢包外,其产生的丢包很少.低优先级突发包通过 FDL 可以进行适当延时,进一步降低了低优先级突发包的丢包率,提高了网络性能.所以,由图 5 可以看出,在 Improved-ODBR 算法下,其总体丢包率性能比 ODBR 算法有了较大的改善.

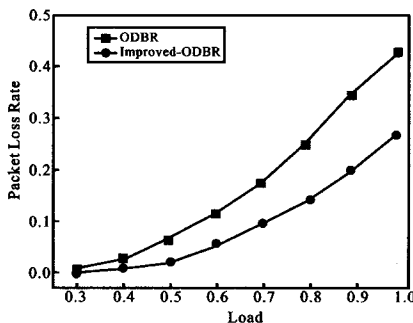


图 5 核心节点 0 上总体分组在不同负载下的分组丢失率比较

图 6 中当负载较低的时候,总的丢包率也比较低,因而链路利用率接近于网络负载;当网络负载较高的时候,总的丢包率比较高,因而链路利用率比网络负载小得多.随着网络负载的增加,突发数据包之间的空隙将减少,从而在链路利用率将增加.从图中可以看到,使用改进算法比 ODBR 算法增加了链路利用率,这是因为在改进算法中,数据包可以通过对其他突发数据包重调度保证其调度成功外,还可以使用 FDL 使得突发数据包延时适当时间后等待空闲信道资源,有利于提高资源利用率.

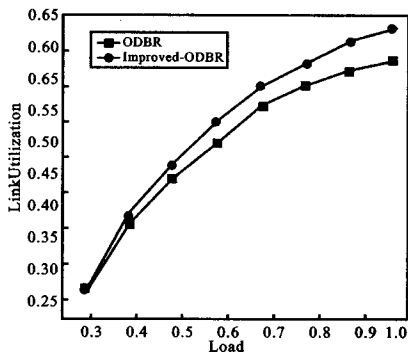


图 6 不同负载下的链路利用率的对比

4 结束语

从该改进算法的具体实现过程和实现结果可以看出,Improved-ODBR 算法在保证高优先级数据包低丢包率的同时,可以尽量地保证低优先级数据包有较低的丢包率,提高了整个 OBS 网络的性能.

参考文献:

- [1] 汤洁,欧亮.时隙光突发交换网络阻塞性能分析模型[J]. 微电子学与计算机, 2005,22(10):1-3.
- [2] 闫磊,张百成,高随祥. WDM 网络中一种考虑优先级的波长分配算法[J]. 微电子学与计算机, 2006,23(11):202-204.
- [3] Qiao C, Yoo M. Optical burst switching (OBS): a new paradigm for an optical internet[J]. Journal of High Speed Networks, 1998,8(1):69-84.
- [4] Turner J S. Terabit burst switching[J]. Journal of High Speed Networks, 1998,8(1):3-16.
- [5] Pingyi Fan, Chongxi Feng, Yichao Wang. Investigation of the time - offset - based QoS support with optical burst switching in WDM networks[C]// Proceedings of ICC' 2002. USA, New York, 2002: 2682-2686.

作者简介:

惠高潮 男,(1983-),硕士研究生.研究方向为光突发交换网络.

王 辉 女,(1962-),博士,教授,硕士生导师.研究方向为光纤通信.

蒋树嵩 男,(1985-),硕士研究生.研究方向为智能光网络.