

光突发交换网络边缘节点突发排队方案*

罗洪斌** 胡 钢 李乐民

(电子科技大学 宽带光纤传输与通信系统技术国家重点实验室 成都 610054)

【摘要】介绍了光突发交换网络边缘节点的总体方案设计和各模块的功能，提出了集中排队，独立排队和混合排队三种边缘节点突发排队方案。理论分析和仿真结果表明，集中排队方案最好。

关键词 光突发交换；边缘节点；突发排队

中图分类号 TN929.11 文献标识码 A

Burst Queue Schemes in Optical Burst Switching Network Edge Node

Luo Hongbin Hu Gang Li Lemin

(State Key Laboratory of Broadband Optical Fiber Transmission and Communication Networks, UEST of China Chengdu 610054)

Abstract Optical burst switching technique has gained considerable interest for the reason that it merges the merits of optical packet switching technique and optical circuit technique. But as far as we know, there is no research about the burst queue schemes in an optical burst switching edge node. The functional architecture of optical burst switching network edge node is briefly introduced in this paper, and the function of each part is analyzed in brief. We then present three burst queue schemes: centralized queue scheme, mixed queue scheme and individual queue scheme. Theoretical analysis and simulation results demonstrate that the centralized queue scheme is the best.

Key words optical burst switching; edge node; burst queue

由于传统的光电路交换技术需要进行O/E/O转换，且带宽利用率低，而光分组交换技术也因ORAM技术不成熟，因而融合光分组交换技术和光电路交换技术优点的光突发交换技术受到了广泛关注。目前对光突发交换网络边缘节点的研究主要局限于边缘节点的结构、偏移时间的选择、突发包的汇聚几个方面，而对边缘节点中极为重要的突发排队的研究却很少^[1-3]。本文介绍了光突发交换网络中边缘节点的总体实现方案，提出了三种突发排队方案并作了仿真分析。

1 光突发交换网络边缘节点的总体实现方案

边缘节点发送端主要实现以下功能^[3]：1) 接收从外部到达光突发交换网络的IP分组并对相应的IP分组进行解封装(主要是第一层和第二层解封装)和对IP分组进行校验；2) 根据一定的标准(如目的边缘的IP地址和服务等级)将IP分组进行突发排队；3) 将IP分组汇聚成突发包并产生相应的控制分组；4) 为突发包及相应的控制分组进行调度；5) 将突发包及其控制分组进行电/光转换后发送到光突发交换网络中。

边缘节点发送端功能结构框图如图1a所示，功能1)和功能5)的实现比较简单，其中功能1)的实现只需一个线卡即可完成；功能5)的实现也只需进行简单的电/光转换即可，在本方案中，这一功能由突发包和控制分组的发送模块完成。功能4)的实现主要包括偏移时间的设置和波长分配两个方面^[1, 4, 5]。当前的研究热点主要集中在功能3)的实现上。文献[6]提出了一种基于门限的突发汇聚算法——最大分组个数算法并指出，

2002年12月21日收稿

* 国家863计划项目，编号：2002AA122021

** 男 26岁 硕士 主要从事光突发交换网络的研究

在其他条件不变的条件下, 对一个特定的网络可以找到一个最优的分组个数使得网络的性能达到最优。文献[7]提出了三种突发汇聚算法, 即固定汇聚时间(fixed assembly period, FAP)算法、固定汇聚时间最小突发长度(minimum burst length fixed assembly period, MBLFAP)算法、自适应汇聚时间(adaptive assembly period, AAP)算法。在支持TCP/IP业务的条件下, 自适应汇聚时间算法要比其他两种算法好。文献[8, 9]还提出了其他几种突发汇聚算法, 但对实现突发排队研究较少, 本文针对这一功能的实现提出了三种突发排队方案并作了仿真分析。边缘节点接收端的功能相对发送端要简单得多, 其功能结构框图如图1b所示, 接收从光突发交换网络到达的控制分组和突发包, 由控制分组接收模块和突发包接收模块分别实现。将接收的突发包拆成单个IP分组, 由突发包解汇聚模块完成。根据IP分组的地址转发IP分组, 由交换模块实现。对IP分组进行封装后发送出去, 由图1b中的线卡实现这一功能。

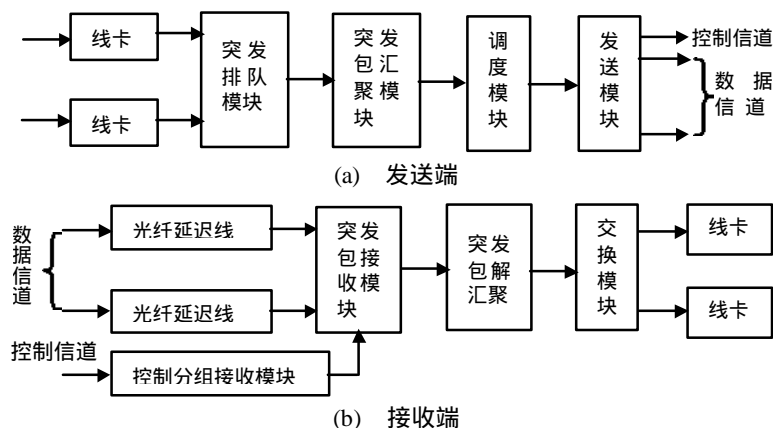


图1 边缘节点功能框图

2 边缘节点突发排队方案

设网络中有 $K+1$ 个边缘节点, 同时网络支持 M 种服务等级。再设有 N 路线卡, 即有 N 路信号从外部流入边缘节点。从每个线卡流入的数据先根据目的边缘节点的IP地址和不同的QoS要求进行分类。由于有 $K+1$ 个边缘节点, 因而到达每一个边缘节点的数据有 K 个, 而到达同一个目的边缘节点的数据可能有 M 种不同的QoS要求, 因而从每一个线卡到达的数据排列成 KM 个不同的队列。

2.1 集中排队

集中排队的原理如图2所示。在集中排队方式下, 每个边缘节点有 KM 个突发队列, 而每个突发队列中的数据具有相同的服务等级和相同的边缘节点。在进行突发包汇聚时, 每个突发队列采取轮询的方式向相应的缓存读取数据, 如突发队列 j 采取轮询的方式分别向线卡1, 线卡2, ..., 线卡 N 中相应的缓存 j 读取数据, 从而形成一系列的突发包。

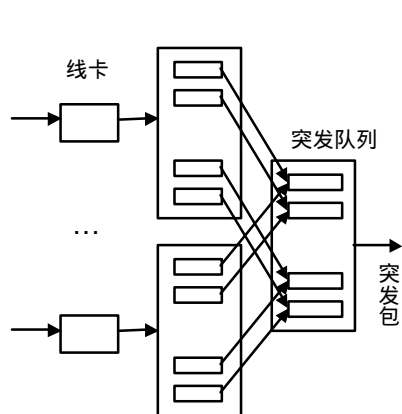


图2 集中排队原理图

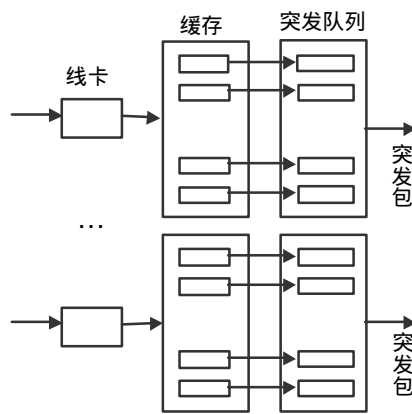


图3 独立排队原理图

2.2 独立排队

独立排队的原理如图3所示。在独立排队模式下, 从每个线卡到达的数据经过流分类后在 KM 个缓存中缓存起来, 每个缓存对应一个突发队列, 从而系统中有 NKM 个突发队列。

2.3 混合排队

混合排队的原理是先将 N 个线卡分为 n 个集合 $S_i (1 \leq i \leq n)$, 且 S_i 之间满足

$$S_i \cap S_j = \emptyset (i \neq j) \quad S_i \neq \emptyset \quad \sum_{i=1}^n |S_i| = N \quad (1)$$

再分别将每个集合中的 $|S_i|$ 个线卡对应的数据进行集中排队。

3 仿真结果

假设: 1) 网络中有 $K+1$ 个边缘节点, 每个边缘节点与 8 个线卡相连; 2) 在混合排队方式下, 将 8 个线卡分为 4 个集合, 每个集合有 2 个线卡; 3) 从各个线卡到达边缘节点的分组对其余 K 个边缘节点均匀分布; 4) 分组长度固定; 5) 只有一个服务等级。

3.1 突发汇聚时间一定

若采用独立排队、混合排队和集中排队时突发包的平均分组长分别为 L_{ind} 、 L_{hub} 、 L_{cen} , 则在相同的条件下有

$$L_{cen} = 8 L_{ind} \quad (2)$$

$$L_{hub} = 2 L_{ind} \quad (3)$$

式(2)表明, 在突发汇聚时间一定的条件下, 采用集中排队时的平均分组长是采用独立排队时的平均分组长个数的 8 倍; 式(3)表明, 采用混合排队时的平均分组长是采用独立排队时的平均分组长个数的 2 倍; 式(2)和式(3)还表明, 采用集中排队时的平均分组长是采用混合排队时平均分组长个数的 4 倍。相应的仿真结果如图 4 所示, 由图 4 可以看出, 仿真结果和理论分析较吻合。由于在光突发交换网络中突发包的粒度越大网络的性能越好, 因而集中排队最好。

3.2 突发包包含的分组个数一定

若采用独立排队、混合排队和集中排队时突发包的平均时延为 t_{ind} 、 t_{hub} 、 t_{cen} , 则在相同的条件有

$$t_{ind} = 8 t_{cen} \quad (4)$$

$$t_{hub} = 2 t_{cen} \quad (5)$$

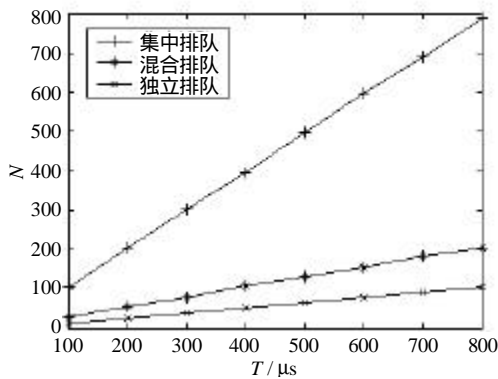


图4 突发汇聚时间一定时突发包的平均分组长

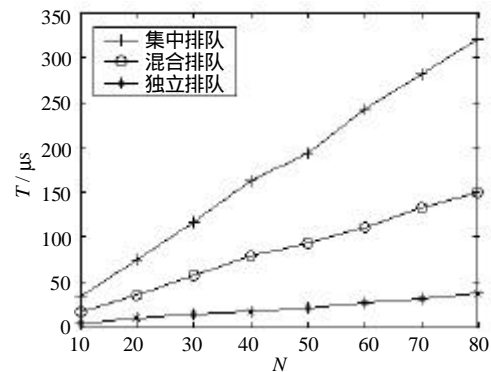


图5 最大分组个数固定时的平均时延

式(4)表明在突发包包含的分组个数一定时, 采用独立排队时所需的突发汇聚时间是采用集中排队时所需的汇聚时间的 8 倍; 式(5)表明, 采用混合排队方式时所需的汇聚时间是采用集中排队时所需的突发汇聚时间的 4 倍; 式(4)和式(5)还表明, 采用独立排队时所需的突发汇聚时间是采用混合排队时所需的突发汇聚时间的 2 倍。相应的仿真结果如图 5 所示, 由图 5 可以看出, 仿真结果与理论分析较吻合。

由以上分析和仿真结果不难看出, 突发包的最大分组个数固定时, 采用集中排队方式时分组的时延是最小的, 因而集中排队最好。

4 结束语

边缘节点在光突发交换网络中有非常重要的作用,本文提出了边缘节点的总体实现方案并介绍了各部分的功能,针对边缘节点中极为重要的突发排队提出了三种突发排队方案,通过理论分析和仿真结果表明,集中排队最好。

参 考 文 献

- [1] Qiao C, Yoo M. Optical burst switching (OBS) - a new paradigm for an optical Internet[J]. Journal of High Speed Networks, 1999, 8(1): 69-84
- [2] Turner J, Terabit burst switching[J]. Journal of High Speed Networks, 1999, 8(1): 3-16
- [3] Chao K, Balt H, Michel S, *et al.* Information model of an optical burst edge switch[C]. In Proceeding of IEEE ICC, 2002, 5: 2 717-2 721
- [4] Hashiguchi T, Wang X, Morikawa H, *et al.* Cos-oriented wavelength assignment algorithm in burst switching optical networks[C]. In Proceedings of Sixth Optoelectronics and Communications Conference, 2001. 370-371
- [5] Won Ho So, Yun Ho Cha, Sun-Sik Roh, *et al.* Offset time decision (OTD) algorithm for guaranteeing the requested QoS of high priority traffic in OBS networks[C]. In Proceeding of APOC, 2001. 286-296
- [6] Vokkarane V, Haridoss K, Jue J P. Threshold-based burst assembly policies for QoS support in optical burst-switched networks[C]. In Proceeding of Opticomm, 2002. 125-136
- [7] Cao X, Li J, Chen Y, *et al.* Assembling TCP/IP packets assembly over optical burst switching network[C]. In proceeding of GLOBECOM, 2002, 3: 2 808-2 812
- [8] Vokkarane V, Zhang Q, Jue J P, *et al.* Generalized burst assembly and scheduling techniques for QoS support to optical burst-switched networks[C]. In proceeding of GLOBECOM, 2002, 3: 2 747-2 751
- [9] Dolzer K, Gauger C. On burst assembly in optical burst switching networks - a performance evaluation of Just-Enough-Time[C]. In Proceedings of the 17th International Teletraffic Congress (ITC 17), 2001. 149-160

编辑 徐培红

· 征稿启事 ·

《JESTC》(英文学报《中国电子科技》)

经国家科技部批准,《Journal of Electronic Science and Technology of China》(英文学报,中译刊名《中国电子科技》刊号: CN51 - 1658/TN)将于近期创刊。本刊是教育部主管,电子科技大学主办,反映我国电子科研成果的学术类双月刊,设有学术论文、技术报告、前沿综述、研究简报、重大成果、专利推广、技术合作等栏目,主要面向海外发行;学校十分重视本刊建设,将力争在短期内办成被国内外重要数据库收录的精品期刊。

《JESTC》、《电子科技大学学报》、《电子科技大学学报(社科版)》由电子科技大学学报编辑部编辑出版,2003年电子科技大学学报荣获第二届国家期刊提名奖,在全国180个获奖科技期刊中位居第37名。

热忱欢迎高校师生和科技工作者投稿,为繁荣我国学术交流做积极贡献。

向广大论文作者致以诚挚的谢意!

电子科技大学学报编辑部地址 四川成都 邮编 610054

Email: Journal@uestc.edu.cn; xuebao@uestc.edu.cn; xbshkb@uestc.edu.cn

Tel: 028-83202308 83201443 <http://www.uestc.edu.cn/>

· 外 编 ·