

OBS 网络中光缓存冲突配置解决方案研究

邹承俊

(成都农业科技职业学院, 成都 611130)

摘要: 由于 OBS 网络交换采取单向资源预约机制, 其资源竞争比较激烈, 这直接影响到网络性能; 因此, 从有效解决竞争冲突的方向出发, 提出了动态偏移时间机制、中间节点主动前向延迟调度机制、中间节点被动前向延迟调度机制以及稀疏配置 FDL 方案, 并分别就各自的工作原理和冲突解决流程进行了论述分析, 所述内容可为 OBS 网络的相关理论分析和实际应用提供参考。

关键词: OBS 交换; 冲突解决; 光缓存资源; 稀疏配置

Research on Scheme of Light Cache Conflict Resolution in OBS Networks

Zou Chengjun

(Chengdu Vocational College of Agricultural Science and Technology, Chengdu 611130, China)

Abstract: OBS network switching due to take a one-way resource reservation mechanism that more intense competition for resources, which directly affects the network performance. Therefore, this competition from the direction of an effective solution to the conflict, this paper presents a dynamic offset time mechanism, intermediate nodes forward the initiative to delay scheduling mechanism, an intermediate node before the passive and sparse to delay scheduling mechanism configured FDL program, and were on their works and conflict resolution processes are discussed analysis. The content of this article can provide a reference for the relevant theoretical analysis and practical application of OBS networks.

Keywords: OBS exchange; conflict resolution; light cache resources; sparse configuration

0 引言

在当今时代, 数据业务获得了广泛应用和蓬勃发展, 在为人们带来更多、更快信息共享的同时, 也对传输网络的带宽和容量带来了新的考验。虽然密集波分复用技术 (DWDM) 的出现已经将单根光纤的传输速率提高到 Gbit/s 级别, 但传统的电子网络交换模式还无法与之匹配, 无法有效支持高速动态的突发业务。

光突发交换 (OBS) 是对现有光路交换 (OCS) 和光分组交换 (OPS) 进行综合考虑, 通过取优去劣所获得的一种可基于较低光子器件实现 IP 资源快速分配和高效利用的新技术。鉴于 OBS 降低了对交换节点的复杂度和光器件的要求, 并能高效利用链路带宽和网络资源, 这将使其得到大范围的应用和发展, 成为下一代光传输与交换网络的核心技术^[1]。

虽然前途不可限量, 但现阶段对 OBS 的研究仍然处于实验室分析阶段, 在正式进行商业化应用之前还有诸如标准和协议的完善, 网络节点的硬件实现以及突发数据之间的竞争等方面的许多关键问题需要解决。本文即对其中的资源竞争规避问题进行分析研究, 拟提出对应的解决方案来有效应对全网内的突发数据冲突问题。

1 光交换技术及 OBS 网络

1.1 光交换技术

目前, 在行业范围内所提的光交换技术方案主要有三种:

收稿日期: 2014-05-21; 修回日期: 2014-07-08;

基金项目: 四川省教育厅重点项目 (13ZA0335); 成都农业科技职业学院重点项目 (13ZR01)。

作者简介: 邹承俊 (1963-), 男, 四川什邡人, 硕士, 副教授, 高级实验师, 主要从事物联网技术与计算机应用技术方向的研究。

光路交换 (OCS)、光分组交换 (OPS) 以及光突发交换 (OBS)。其中, OCS 是基于波长路由的方式进行的, 通过光交换网络建立从源端到目的端的光路, 当源节点发出连接建立请求的控制分组并由目的端收到确认后, 即可进行数据传送。由于此种交换机制需要等待一个端到端的往返时间, 因此特别适用于高速、高带宽的业务, 且业务生存相对于连接建立的时间越长, 带宽利用率越高。另外, 正在连接当中的业务所占据的波长通路不能为其它数据业务共享。

OBS 类似于通信网中的分组交换机制, 不同于 OCS 的是该交换方式无需建立连接, 仅需存储和转发两个步骤, 且由于它允许统计复用网络信道带宽资源, 可良好的应用于突发的数据业务。然而, 由于目前对光逻辑处理的技术还比较薄弱, 无法满足纯光路转发的时延要求, 因此该种交换方式的应用还有待于开发出高速的光逻辑、光缓存等器件, 目前 OPS 的研究只能停留于理论阶段^[2]。

光突发交换 OBS 的技术要点是: 基于光纤传输的高带宽和电子控制的自由性将数据与控制信息分离, 其中数据以突发包 (BDP) 的形式在光域传输交换, 对应的控制信息以突发数据头包 (BHP) 的形式首先在光域中传输, 在交换节点处切换到电域处理。这种光电分离的处理方式克服了 OCS 和 OPS 的缺点, 具有了新的优良特性, 表现如下:

1) OBS 交换依靠在外围节点处设立的突发数据汇聚机制, 可提供变长突发数据流量;

2) BHP 作为一种“信令”, 类似于 OCS 交换中的连接请求控制分组, 但无需等待目的端的反馈确认, 只做单向预约; 而相比于无“信令”的 OPS 交换, BHP 与突发数据不共用物理信道, 拥有专门的波长信路;

3) BHP 在电域进行处理, 在光域进行传输, 这两者之间的转换在光突发交换网络中通过中间节点来完成, 而数据分组

则以直通的方式实现端到端的透明传输。

1.2 OBS 网络结构

典型的 OBS 网络主要由外围节点路由器、中间节点以及光纤链路组成。其数据传输流程为^[3]：外部 IP 网络数据→外围节点路由器→缓存分组数据→汇聚成突发数据→在控制信道上发出 BHP（间隔一个偏移时间后，随即发送对应的突发数据）→至相邻中间节点路由器→交换调度 BHP、管理和配置系统资源、解决冲突等→突发数据穿过此中间节点路由器→到达外围节点路由器→突发数据解汇聚→得 IP 数据发送至外部网络。从网络的数据传输流程可以看出，在 OBS 网络中数据传输所用的通道是全光不涉及电处理的，这就是其拥有高传输速率的原因，其网络结构如图 1 所示。

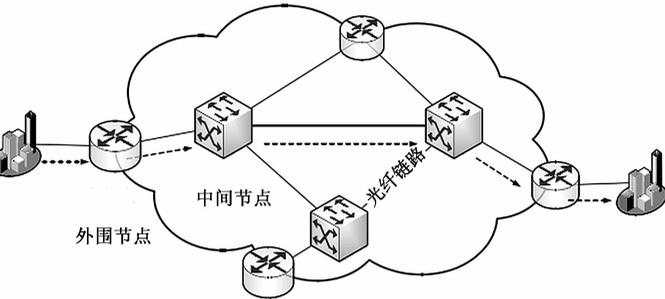


图 1 OBS 网络结构图

2 基于反馈的动态偏移时间机制

根据上文中的论述可知，OBS 交换网络的源端需在突发数据发送之前等待一个偏移时间，以实现资源预留。在业内比较多的资源预留方案中，JET 协议是专门针对突发交换网络提出并能够显示其特点的控制协议。JET 协议主要通过“基本偏移时间+额外偏移时间（可设置长短）”来提供 QoS 支持。基本偏移时间是指突发数据对应的 BHP 因在各节点处理所延误的时间总和。对于基本偏移时间的获取，业内还没有行之有效的方法。

基于以上分析，本文提出动态调整偏移时间的方法，根据“突发数据的偏移时间越长，对应 BHP 在中心节点得到资源的几率越大，突发数据传送成功的几率也就越大”的原理，本文以 LOBS 方式组网^[4]，当某 LSP 对应的突发数据丢失后，发生冲突的中间节点会反馈相关信息至源端外围节点，外围节点随即在现有的偏移时间上按照一定的机制进行调整，有时该流程需要多次进行，才能最终使得突发数据成功预约到资源，具体实施主要通过以下两个机制来进行。

2.1 快速调整机制

在发生冲突时，当中间节点决定要将某个突发数据丢弃时，会首先发送反馈信号至源端外围节点，后者随即调整增加其 LSP 对应的额外偏移时间。与 TCP 机制不同的是，有且只有发生冲突的中间节点才会发送预丢包信号，且目的端不会给源端任何反馈。

冲突规避首先要避免已经发生冲突的突发数据对后续业务造成影响，从这一点来看，快速调整机制“一出现丢包就迅速调整偏移时间”的做法太过盲目，同时也会造成偏移时间在某个区域的频繁振荡。因此，本文提出了改进后的窗口调整机制。

2.2 窗口机制

具体做法为：为 LSP 引入基本个数窗口（NW）和突发数

据丢失窗口（LW），按照 LSP“时隙”的方式，将 LW 看作门限数值，然后通过 BNW 和 BLW 分别对 NW 和 LW 进行计数，当在 NW 窗口中发现某 LSP 的突发数据丢失个数 > LW 门限，则增加相应的额外偏移时间，反之则减少，增加和减少的力度根据丢失个数超过或少于 LW 门限个数的不同相应变化。窗口机制的基本操作流程如图 2 所示。

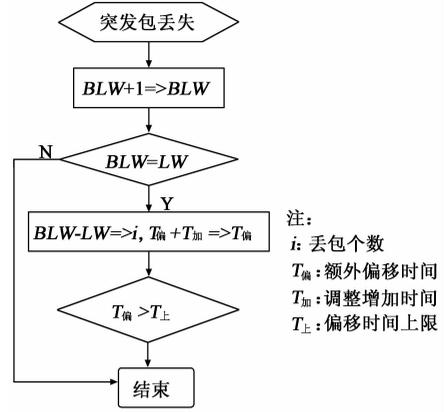


图 2 窗口机制流程

3 中间节点主动前向延迟调度机制

3.1 减少交叠度的机制

主动向前延迟调度主要通过配置 FDL 节点，达到对部分突发数据的主动延迟。如图 3 所示，在配置有 FDL 的节点，在其某出口端口处，3 个突发数据要去往同一目的节点的同一出口端口，因此不可避免的出现交叠情况（交叠度为 3），这种交叠状况会使造成突发数据（3 个）竞争有限的波长通道（少于 3 个），以致突发数据的丢失。但经过 FDL 调整之后，此 3 个突发数据会得到“延迟重列”使其交叠度变为 1，这样就可以平稳的将这 3 个突发数据交换出去。

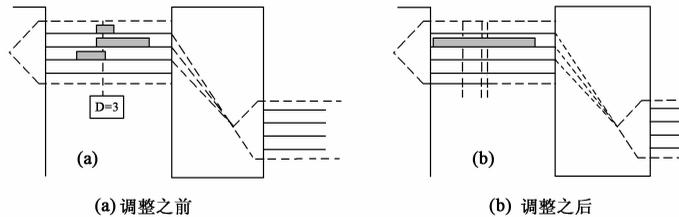


图 3 减少交叠度的调度机制

3.2 基于路由的交叠度受限机制

采用上述减少交叠度的机制虽然可以在一定程度上将突发数据延迟，但如果在交叠处增多、交叠度增加的情况下都采用 FDL 调整的话，会不可避免的引起信号衰减等问题^[5]。鉴于此，本文引入一种基于路由的交叠度受限机制，即通过设置交叠度上限，只有在节点所在的链路上的突发数据交叠度大于上限值时，当前节点才对突发数据采用延迟调度。

该机制通过将链路上的数据信道数设为 m ，将穿过链路的路径数设为 n ，将 m/n 与上游节点穿过的路由数目 o 的乘积 mo/n 作为交叠度上限值。如图 4 所示，S1 和 S2 为配置有 FDL 的节点，L8 为链路（包含 32 条波长），S1 有 3 个数据流向 L8，S2 有 2 个数据流向 L8，穿过 L8 的路由条数共为 8（ $3 \times 2 + 2 \times 1$ ），每条路由的交叠度上限为 4（ $32/8$ ）。因此，S1

对于 L8 的延迟交叠度上限值为 24 (3×2×4)；S2 对于 L8 的延迟交叠度上限值为 8 (2×1×4)。

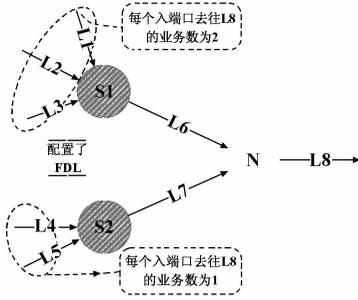


图 4 基于路由的交叠度受限示意图

4 中间节点被动前向延迟调度机制

4.1 被动前向延迟机制的原理

该机制的主旨方法是当下游节点发生冲突时，向其上游配置有 FDL 的节点发送 BHP 来请求帮助将其冲突的突发数据进行延迟。

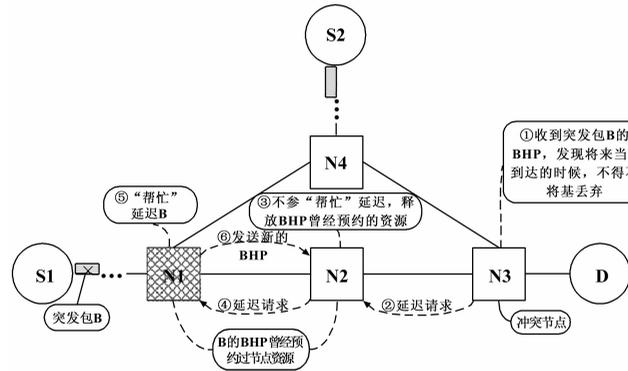


图 5 被动前向延迟示意图

如图 5 所示，N1 为配置了 FDL 节点，N2、N3、N4 为普通中间节点，S1 和 S2 需要将各自的突发数据发至节点 D。假设从 S1 和 S2 发出的突发数据在 N3 发生了冲突，则 N3 就可以发送一个延迟请求至 N2，由于 N2 未配置 FDL，因此 N2 将其先前预约的资源释放掉，并同时向 N1 发送延迟请求，N1 收到请求后即进行计算，若其确定可以成功将突发数据延迟一段时间，则其释放先前预约的资源并重新预约，待延迟过后再次调度突发数据，并向下游节点发送新的 BHP；若 N1 无法有效调度突发数据，则继续上面的流程，直到冲突得到解决。

4.2 偏移时间不足解决方案

在基于 JET 协议的 OBS 网络中，当 BHP 与突发数据之间的偏移时间设定出现偏差时，会发生 BHP 晚于突发数据到达目的节点，此现象即为偏移时间不足。当被动前向延迟机制中出现类似问题时，一般通过以下两种方式来解决：

- 1) 在首先保障分组的 QoS 端到端的延迟时间基础上，可以在外围节点将偏移时间作偏大设置^[6]；
- 2) 充分利用配置了 FDL 的中间节点进行延时。

5 光缓存配置方案

在 OBS 网络的重复解决方法中，光缓存技术也是一个比较合适的选择。由于光随机存储器器件尚未得到实际应用，目前

只能采用 FDL 来实现。但大量的应用 FDL 会带来功率损耗、噪声等负面影响以及高额的成本^[7]。因此，本文提出一种基于仿真的稀疏配置 FDL 的方案，只在某些关键节点配置 FDL 资源，以使 FDL 能够高效的降低全网的突发数据冲突。

该方案的主旨在于：利用仿真软件可以近似反映现实网络环境的优势，在仿真中统计各节点的分组的丢失状况，并以此来选择适当的 FDL 配置节点。

设 OBS 网络中中间节点的数目为 X，需要配置 FDL 的数量为 Y (X<Y)，具体配置流程如为：在模拟网络的运行过程中→统计每个中间节点的分组丢失状况→按照分组丢失数量由大到小的顺序选择最大的中间节点→为其配置 FDL，然后重复以上流程，直到为配置完成。

6 总结

由于 OBS 网络交换采取单向资源预约机制，其资源竞争比较激烈，这直接影响到网络性能。因此，本文从有效解决竞争冲突的方向出发，提出了相应的解决方案，所做的工作包括：

- 1) 首先对业内现存的 3 种光交换技术做了介绍，集中对 OBS 交换的有点及其特性进行了论述；
- 2) 在现有偏移时间设置策略的基础上，提出了动态偏移时间机制，该方法可以有效降低分组丢失率；
- 3) 提出中间节点主动前向延迟调度机制，通过配置 FDL 降低突发数据的交叠度来减少冲突。
- 4) 提出中间节点被动前向延迟调度机制，通过“延迟请求”、“资源释放”等方面的设置对此机制作了完善。
- 5) 提出稀疏配置 FDL 方案，引入基于仿真的配置方法，并简要论述了此方法的流程。

由于篇幅所限，本文只对所提的冲突解决方案进行了原理及工作流程的论述，之后还需要一一进行仿真实验来对个方案进行验证和改进。

参考文献：

[1] 郭亮, 卫一然, 甄国涌. 基于 FPGA 的高速数据采集系统设计实现 [J]. 计算机测量与控制, 2013 (2): 537.

[2] 曾广平, 王江晴. OBS 网络中多优先级业务冲突解决模型研究 [J]. 计算机应用研究, 2010, 27 (2): 139-142.

[3] 戴腾蛟. OBS 网络支持优先级的分割及光缓存方法研究 [J]. 光通信研究, 2013 (6): 125.

[4] 徐世中, 杨德明, 周开宇. OBS 网络中边缘缓存冲突规避机制研究 [J]. 电子科技大学学报, 2010, 39 (1): 76.

[5] Coutelen T, Elbiaze H, Jaumard B. An efficient adaptive offset mechanism to reduce burst losses in OBS networks [J]. IEEE Globecom, 2010, 4 (28): 276.

[6] Ronald R Yager. A frame wok for multisource data fusion [J]. Information Sciences, 2009 (163): 106-110.

[7] 吴经龙. 基于光缓存的光突发交换网络核心结点冲突性能分析 [J]. 中南民族大学学报 (自然科学版), 2010, 29 (4): 107-109.

[8] 王波云, 管爱红. OBS 网络中冲突解决方法研究 [J]. 电子质量, 2010 (3): 1-3.

[9] Khan S A, Khan F A. Performance analysis of a ZigBee beacon enabled cluster-tree network [A] Third International Conference on Electrical Engineering [C]. 2009: 1-6.