



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410053661.7

[43] 公开日 2005年3月2日

[11] 公开号 CN 1588827A

[22] 申请日 2004.8.12

[21] 申请号 200410053661.7

[71] 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

[72] 发明人 吴龟灵 陈建平 李新碗 王 晖

[74] 专利代理机构 上海交大专利事务所

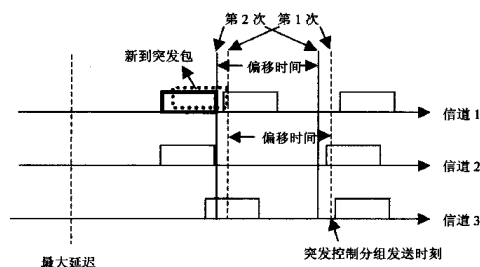
代理人 毛翠莹

权利要求书2页 说明书6页 附图2页

[54] 发明名称 光突发交换中的自适应信道预留和搜索方法

[57] 摘要

一种光突发交换中的自适应信道预留和搜索方法，采用区分处理原则，根据不同业务的等级、输入流量特性、网络性能和输出端口的信道配置自适应地进行信道预留和搜索。不同等级的业务具有不同的最大可预留信道数，只有当某等级的业务已预留的信道数小于其可预留的最大信道数时才能为该等级的突发数据分组预留信道。不同等级的业务在一个时隙内有不同的最大信道搜索次数，某等级的业务在一个时隙内的信道搜索次数不能超过该等级的最大信道搜索次数。本发明根据网络实际输入和运行效果自适应调整预留和搜索参数，可以显著改善光突发交换中不同等级数据包长间的大范围变动导致的信道分配的不公平性、提高网络的性能和带宽资源的利用率。



1、一种光突发交换中的自适应信道预留和搜索方法，其特征在于具体包括如下步骤：

- 1) 将所有等级的业务的最大可预留信道数设置为输出端口的最大数据信道数，所有等级的业务的最大可搜索次数设为1，初始化输入流量和性能监测参数，并启动预留信道数和可搜索次数调整定时器，进入一个调整周期；
- 2) 在一个调整周期内，于输入端口处实时监测和统计本调整周期内网络运行过程中不同等级的业务的输入流量的特性；同时，根据当前的不同等级业务的最大可预留信道数和最大可搜索次数按等级从高到低的顺序为待发送的突发包预留和搜索信道，如果突发包的等待时间已超过其最大等待时延，则丢弃该突发包，增加该等级的丢包数；否则，再判别该数据包对应的等级已预留的信道数是否已超过其当前最大可预留信道数，若是，则延迟该突发包，处理下一等级，而被延迟的突发包直到一个同等级的突发数据分组释放一个信道后再处理，否则进入信道搜索过程；
- 3) 在信道搜索过程中，先将搜索次数初始化为零，确定突发控制包和突发数据包的发送开始时刻，然后通过改变突发包发送开始时刻和/或偏移时间多次搜索信道，直至搜索到可用的信道或信道搜索次数达到该等级当前的最大信道搜索次数或突发包发送的开始时刻已大于最大延迟，其中，若搜索到可用的信道，则选择一个可用信道预留该数据包，该等级已预留的信道数加1，统计该等级时延特性；若突发包发送的开始时刻已大于最大延迟，则丢弃该分组，增加该等级的丢包数；若信道搜索次数已达到该等级在本调度周期的最大信道搜索次数，则将该分组留到突发包留待下一次处理；
- 4) 当预留信道数和可搜索次数调整定时器到达时，根据对输入流量和网络性能参数的监测结果，计算本周期内不同等级业务的输入流量的负载、突发包的平均包长及平均到达间隔，及其丢包率和时延，采用指数平滑加方差估计技术，预测不同等级下一周期的输入速率；按等级从高到低的顺序更新不同等级的业务的最大可预留信道数和最大可搜索次数，若某等级的丢包率低于其最大容许丢包率，则新的最大可预留信道数为原来的最大可预留信道数加上

其输入速率的变化与单个输出信道速率的比值的四舍五入取整值，其最大可搜索次数不变；否则，再判别该等级的最大可搜索次数是否未导致该等级的数据包超过最大延迟，是则增加该等级的最大可搜索次数，否则该等级的业务的最大可预留信道数加 1，同时，计算每个等级的实际丢包率与最大容许丢包率的比值，将各比值与等级数相乘并取整，找出其中最小数值所对应的等级，将此等级的最大可预留信道数减 1，如果该等级的预测的输入速率增加，则进一步将其最大可预留信道数再加上其输入速率的增加量与单个输出信道速率的比值的向上取整值，否则不调整；完成调整后，重新启动预留信道数和可搜索次数调整定时器，进入一个新的调整周期。

光突发交换中的自适应信道预留和搜索方法

技术领域

本发明涉及一种光突发交换（OBS）网络中的信道调度方法，具体涉及一种光突发交换中的自适应信道预留和搜索方法，属于光纤通信技术领域。

背景技术

在数据业务和波分复用（WDM）等光通信技术发展的双重刺激下，传统光网络正朝着面向 IP 业务的高度灵活、高度可靠和低成本的一代光网络方向发展。目前提出的实现 IP over WDM 的交换技术方案中，光突发交换是一种较为理想的光交换方式。其特点为控制分组和数据分组在传输通道和时间上是分离的。控制分组先于数据分组在专门的密集波分复用信道中传送，并在经过的中间节点为对应的数据分组预留全光通路。数据分组经过一段延迟后，直接在预先设置的全光通道中透明传输。不需要确认的单向预留方案减小了建立通道的延迟等待时间，提高了带宽利用率；中等粒度的数据包降低了控制分组的开销，提高了利用率。数据分组和控制分组的分离、适合的颗粒及非时隙交换方式可降低对光子器件的要求和中间交换节点的复杂度，并能充分发挥现有的光子技术和电子技术的特长。

信道预留和搜索是光突发交换网络中的核心问题之一。目前已提出最近可调度信道（LAUC）和带填充的最近可使用信道（LAUC-VF）两种方法。Yijun Xiong 等的论文“光突发交换波分复用网络的控制结构（IEEE Journal on Selected Areas in Communication, Vol.18, No.10, pp.1838-1851, 2000）”比较详细地阐述了 LAUC 和 LAUC-VF 算法。LAUC 是一种较简单的没有填充的调度算法，易于实现，但带宽利用率低。LAUC-VF 算法通过选择最近的“未使用”的信道使数据分组间的间隙最小化，提高了带宽利用率，但更复杂。当采用 LAUC 或 LAUC-VF 算法时，不同等级数据包长间的大范围变动将导致信道分配的不公平性，增加高时延要求的业务的时延，从而导致高时延要求的业务的丢包和输出信道利用

率的恶化。

发明内容

本发明的目的在于针对现有技术的不足，提供一种光突发交换中的自适应信道预留和搜索方法，改善不同等级数据包长间的大范围变动导致的信道分配的不公平性、提高网络的性能。

为实现这样的目的，本发明提出的自适应的信道预留和搜索方法，采用区分处理原则，根据不同业务的等级、输入流量特性、网络性能和输出端口的信道配置自适应地进行信道预留和搜索。不同等级的业务具有不同的最大的可预留信道数。在信道预留和搜索过程只有当某等级的业务已预留的信道数小于其可预留的最大信道数时才能为该等级的突发数据分组预留信道。不同等级的业务在一个时隙内有不同的最大信道搜索的次数。某等级的业务在一个时隙内的信道搜索次数不能超过该等级的最大信道搜索次数。不同等级的最大可预留信道数和最大信道搜索次数根据业务等级、输入流量特性、网络性能和输出端口的信道配置的变化动态调整。

本发明方法的具体步骤如下：

1、将所有等级的业务的最大可预留信道数设置为输出端口的最大数据信道数，所有等级的业务的最大可搜索次数设为 1。初始化输入流量和性能监测参数，并启动预留信道数和可搜索次数调整定时器，进入一个调整周期。

2、在一个调整周期内，于输入端口处实时监测和统计本调整周期内网络运行过程中不同等级的业务的输入流量的特性，包括负载和流量分布等。同时，根据当前的不同等级业务的最大可预留信道数和最大可搜索次数按等级从高到低的顺序为待发送的突发包预留和搜索信道。

如果突发包的等待时间已超过其最大等待时延，则丢弃该突发包，统计该等级的丢包数，否则，再判别该数据包对应的等级已预留的信道数是否已超过其当前最大可预留信道数，若是，则延迟该突发包，处理下一等级，而被延迟的突发包直到一个同等级的突发数据分组释放一个信道后再处理；如果已预留的信道数没有超过其当前最大可预留信道数，则进入信道搜索过程。

3、在信道搜索过程中，先将搜索次数初始化为零。确定突发控制包及突发数据包的发送开始时刻。然后，通过改变突发包发送开始时刻和/或偏移时间（offset time）多次搜索信道（改变一次，重新搜索一次），直至搜索到可用的信道或信道搜索次数达到该等级当前的最大信道搜索次数或突发包发送的开始时刻已大于最大延迟。其中，若搜索到可用的信道，则以 LAUC-VF 算法选择一个可用信道预留该数据包，该等级已预留的信道数加 1，统计该等级时延特性；若突发包发送的开始时刻已大于最大延迟，则丢弃该分组，增加该等级的丢包数；若信道搜索次数已达到该等级在本调度周期的最大信道搜索次数，则将该分组留到突发包留待下一次处理。

4、当预留信道数和可搜索次数调整定时器到达时：

先根据对输入流量和网络性能参数的监测结果，计算本周期内不同等级业务的输入流量的负载、突发包的平均包长及平均到达间隔，及其丢包率和时延，采用指数平滑加方差估计技术，预测不同等级下一周期的输入速率。

再按等级从高到低的顺序更新不同等级的业务的最大可预留信道数和最大可搜索次数。

若某等级的丢包率低于其最大容许丢包率，则新的最大可预留信道数为原来的最大可预留信道数加上其输入速率的变化（增加或减少）与单个输出信道速率的比值（四舍五入取整）。其最大可搜索次数不变。

否则，再判别该等级的最大可搜索次数是否未导致该等级的数据包超过最大延迟，是则增加该等级的最大可搜索次数。否则该等级的业务的最大可预留信道数加 1，同时，计算每个等级的实际丢包率与最大容许丢包率的比值，将各比值与等级数相乘并取整，找出其中最小数值所对应的等级，将此等级的最大可预留信道数减 1。如果该等级的预测的输入速率增加，则进一步将其最大可预留信道数再加上其输入速率的增加量与单个输出信道速率的比值的向上取整，否则不调整。

完成调整之后，重新启动预留信道数和可搜索次数调整定时器，进入一个新的调整周期。

本发明采用区分处理的原则，并根据网络实际输入、运行效果自适应调整预留和搜索参数，可以显著改善光突发交换中不同等级数据包长间的大范围变动导致的信道分配的不公平性、提高网络的性能和带宽资源的利用率。

附图说明

图 1 单个周期内信道预留和搜索过程。

图 2 多次信道搜索过程示意图。

具体实施方式

本发明提出的自适应信道预留和搜索方法可用于光突发交换边缘节点和核心节点的调度模块。下面结合附图来说明本发明提出的自适应信道预留和搜索方法的具体实施步骤：

1、初始化，将所有等级业务的最大可预留信道数设置为输出端口的最大数据信道数，所有等级业务的最大可搜索次数设为 1。同时初始化输入流量和性能监测参数；启动预留信道数和可搜索次数调整定时器。

2、在一个调整周期内，于输入端口处实时监测本调整周期内网络运行过程中不同等级的业务的输入流量的负载和流量分布特性。同时，根据不同等级业务在本周期内的最大可预留信道数和最大可搜索次数按等级从高到低的顺序为待发送的突发包预留和搜索信道。

单个周期内信道预留和搜索过程如图 1 所示。首先，按业务等级从高到低的顺序选择要处理的等级，如果某个等级中没有要处理的突发包，则处理下一个等级。在所处理的等级中，如果要处理突发包的等待时间已超过其最大等待时延，则丢弃该突发包，统计该等级的丢包数；否则，再判别该数据包对应的等级已预留的信道数是否已超过其当前最大可预留信道数，若是，则延迟该突发包，处理下一等级，而被延迟的突发包直到一个同等级的突发数据分组释放一个信道后再处理。如果已预留的信道数没有超过其当前最大可预留信道数，则进入信道搜索过程。

3、在信道搜索过程中，先将搜索次数初始化为零。用 LAUC 算法确定突发控制包的发送控制信道和发送开始时刻。突发数据包发送开始时刻设置为突发

控制包的发送开始时刻加偏移时间。然后，搜索可用的数据信道。如果搜索成功，找到可用的数据信道，则以 LAUC-VF 算法选择一个可用信道预留该数据包，该等级已预留的信道数加 1，统计该等级时延特性，结束搜索。如果搜索没有找到可用的数据信道，则信道搜索次数加 1。如果突发包的搜索次数大于该等级业务的最大搜索次数，结束搜索，突发包留待下一次处理。否则，向后选择下一个新的可用的突发控制包发送信道（即改变突发包发送开始时刻）或者保持突发控制包发送时刻不变增加偏移时间，并由此确定新的突发数据包发送开始时刻。如果突发数据包发送的开始时刻已大于最大延迟，结束搜索，丢弃该突发包，统计该等级的丢包数；否则，以新的突发包发送开始时刻进行下一次搜索。

附图 2 为保持偏移时间不变，通过改变突发包发送开始时刻进行多次信道搜索的过程示意图。图中右边的两条虚线对应第一次搜索。此时所有数据信道都没有可用信道。因此将突发控制分组和数据分组的发送时间后移，并进行第二次搜索，实线对应第二次搜索。可见第二次在信道 1 上有可用信道。图中最左边的虚线为该包容许的最大延迟。

4、当预留信道数和可搜索次数调整定时器到达时，根据对输入流量和网络性能参数的监测结果，计算不同等级业务的输入流量的负载、突发包的平均包长及平均到达间隔，及其丢包率和时延；采用指数平滑加方差估计技术，由前面统计得到的不同等级的输入负载预测不同等级下一周期的输入速率。然后，按等级从高到低的顺序更新不同等级的业务的最大可预留信道数和最大可搜索次数。

若某等级的丢包率低于其最大容许丢包率，则：

该等级在下一周期的最大可预留信道数=其上一周期的最大可预留信道数+ [其输入速率的变化量/单个输出信道的速率+a]。

其中，[·] 表示取整， $0 \leq a \leq 0.5$ ，可根据实际优化选择。其最大可搜索次数不变。

若某等级的丢包率大于等于其最大容许丢包率，则再判别该等级的最大可搜索次数是否未导致该等级的数据包超过最大延迟，若是，则增加该等级的最大可搜索次数。否则，该等级的业务的最大可预留信道数加 1，同时，计算每个等级的实际丢包率与最大容许丢包率的比值，将各比值与等级数相乘并取整，找出其中最小数值所对应的等级，将此等级的最大可预留信道数减 1。

若某等级的丢包率大于等于其最大容许丢包率，同时该等级的预测的输入速率增加，则：

该等级在下一周期的最大可预留信道数=调整过的最大可预留信道数+ [其输入速率的变化量/单个输出信道的速率+a]。

其中， $0.5 \leq a \leq 1$ 。如果该等级的预测的输入速率没有增加或减小，则不进行调整。

完成调整之后，重新启动预留信道数和可搜索次数调整定时器，进入一个新的调整周期。

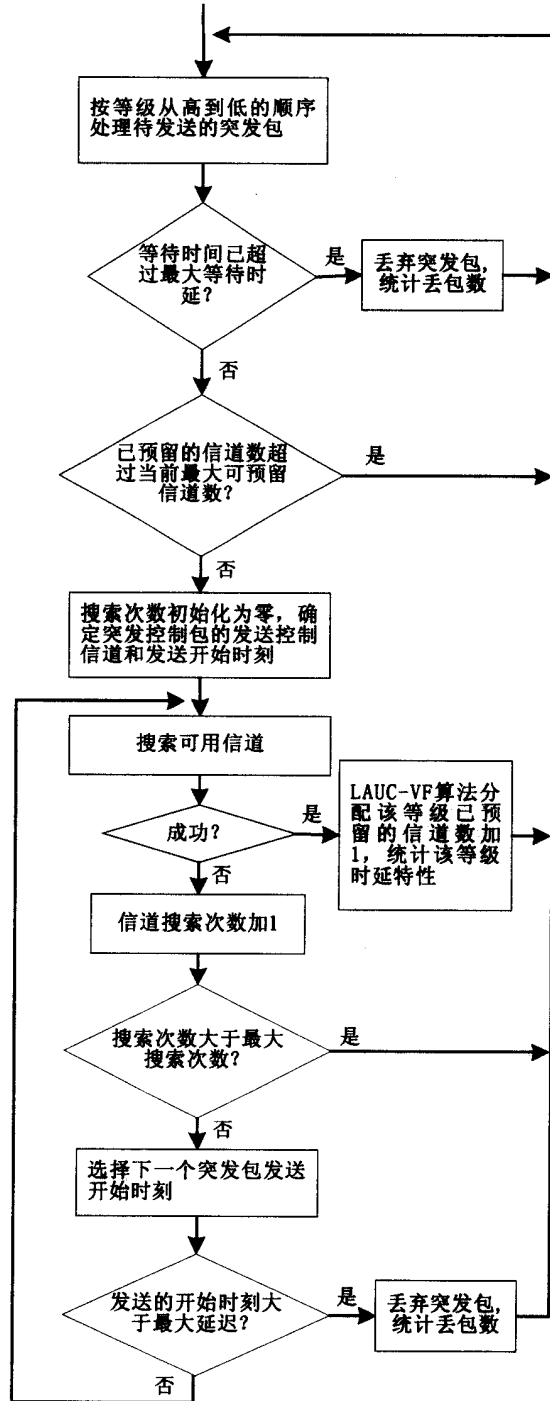


图 1

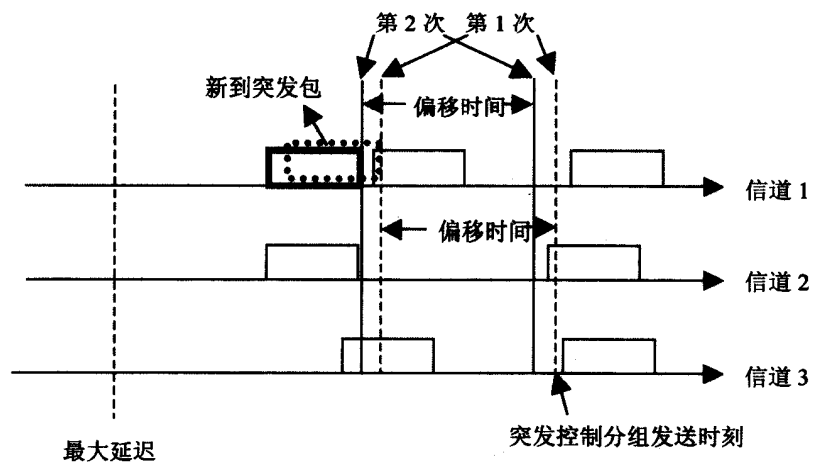


图 2