

基于动态分组的 EPON 带宽分配算法

王燕滨^a, 赵晓东^b, 赵新伟^c

(河北科技大学 a. 研究生学院; b. 信息科学与工程学院; c. 电气信息学院, 石家庄 050018)

摘 要: 提出一种基于动态分组的以太网无源光网络(EPON)带宽分配算法。设计动态组成员策略, 动态分配各个光网络单元(ONU)的上行带宽。通过获取的 ONU 负载情况, 计算各个 ONU 权重, 根据计算的权重分配剩余带宽, 并根据负载变化, 调整各个分组的组成员。仿真结果表明, 该算法的平均包延时较小。

关键词: 以太网无源光网络; 光网络单元; 动态分组; 带宽分配

Bandwidth Allocation Algorithm for Ethernet Passive Optical Network Based on Dynamic Grouping

WANG Yan-bin^a, ZHAO Xiao-dong^b, ZHAO Xin-wei^c

(a. Graduate School; b. College of Information Science and Engineering;

c. College of Electrical Engineering and Information Technology, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang 050018, China)

【Abstract】 This paper proposes a bandwidth allocation algorithm for Ethernet Passive Optical Network(EPON) based on dynamic grouping. It designs dynamic groups strategy, allocates Optical Network Unit(ONU) uplink bandwidth dynamically. Based on the loads of each ONU, it calculates each ONUs' weight, and allocates bandwidth for each ONU. According to the change of load, it adjusts the groups' numbers. Simulation results show that the proposed algorithm's average packet delay time is lower.

【Key words】 Ethernet Passive Optical Network(EPON); Optical Network Unit(ONU); dynamic grouping; bandwidth allocation

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3428.2011.17.021

1 概述

对现代网络来说, 一个关键的因素就是满足用户不同的需求。以太网无源光网络(Ethernet Passive Optical Network, EPON)有 3 种等级的服务需求: 无障碍通行(Expedited Forwarding, EF), 有保证通行(Assured Forwarding, AF), 最大努力交付(Best Effort, BE)。如何调度不同服务等级的数据, 成为影响 EPON 性能的主要问题。文献[1]提出 IPACT 带宽分配算法, 根据循环周期内网络的实时情况改变时隙安排。文献[2]设计 GPS-DBA 方法, 基于不同等级的权重, 以及当前队列的信息给 ONU 分配不同的带宽。文献[3]提出最长队列优先的算法、最早到达包优先的算法。文献[4]设计 IPACT-GE 方法, 在 IPACT 的基础上, 通过估算新包到达的数量, 为 ONU 分配工作时隙。文献[5]设计双向投票算法, 将 ONU 分成 2 个子组, 每个子组分别进行动态投票。文献[6]采用限制带宽的方法分配上行带宽。本文提出一种基于动态分组的 EPON 带宽分配算法。

2 基于动态分组的 EPON 带宽分配算法

2.1 网络模型的数学标识

本文根据实际应用情况建立了 EPON 网络模型, 包括 1 个光线路终端(Optical Line Terminal, OLT)和 N 个 ONU。用户速率为 R_u , 单位为 bit/s; 链路提供的上行带宽速率为 R_N , 单位 bit/s。为了保证每个 ONU 之间传输数据时, 不互相干扰, 需要保护时间, 本文用 T_{guard} 表示, 单位为 s; 最大循环时间为 T_{cycle} , 单位为 s; 在每一次循环中, 第 i 个 ONU 需求的带宽 B_i , 单位为 Byte/s; 为了公平的对待每个 ONU 节点, 定义了动态最小保证带宽 $B_{\min i}$, 单位为 Byte/s; 定义每次循

环的剩余带宽为 B_{remain} , 单位为 Byte/s。

2.2 动态分组策略

为方便问题分析, 设 ONU 数量为 6 个, 将 1、2、3 分为第 1 组, 4、5、6 分为第 2 组。当 2 个组之间的负载相差不大时, 总线上没有空闲时间, 静态 DBA 方法可以很好地工作。但是, 当 2 个组之间的负载动态变化且差距较大时, 在负载率低的组在进行投票算法时, 都会在总线上出现空闲状态。由于静态 DBA 算法不具有调节组成员的能力, 因此不能自动恢复。由此, 考虑维护组之间的负载率的平衡, 增加组之间负载检测检测, 平衡各个子组的负载。动态分组伪代码如下:

```
void BalanceGroupLoad()
{
    if((Load1<m*Load2)|| (Load1>m*Load2)) /*负载平衡条件,
    m 为平衡参数*/
    {
        for(i=0;i<N;i++)
            {Li= BEi + AFi + BFi; /*计算第 i 个 ONU 负载总长度, BEi,
            AFi, BFi 分别为从第 i 个 ONU 的 REPORT 中所获取的 BE、AF、BF
            数据流长度*/}
            Order(Li); /*将 ONU 按照负载由大到小排列*/
            for(i=0;i<N;i++)
                {if(Group1Load<Group2Load)
```

基金项目: 河北省教育厅科学研究计划基金资助项目(F2011208014)

作者简介: 王燕滨(1978—), 女, 助教、硕士研究生, 主研方向: 无源光网络; 赵晓东, 副教授、博士研究生; 赵新伟, 硕士研究生

收稿日期: 2011-03-07 **E-mail:** wyb_hbkjdx@163.com

```

{ AddtoGroup1(); /*加入第 1 组*/
Group1Load += Li; /*修改组 1 负载*/
else
{ AddtoGroup2(); /*加入第 2 组*/

Group2Load += Li; /*修改组 2 负载*/
}
}

```

2.3 组内部带宽分配

经过以上分组, 假设组 1 有 m 个 ONU, 组 2 有 $N-m$ 个 ONU; 每个组内部进行带宽分配。定义每个 ONU 的动态保证带宽, 由式(1)计算:

$$B_{\min} = \frac{(T_{\text{cycle}} - N \times T_{\text{guard}}) \times R_N}{8 \times N} \quad (1)$$

节点 i 的优先级 w_i 采用式(2)计算:

$$w_i = \frac{1}{3} \left(\frac{L_{i\text{BE}}}{S_{\text{BE}}} + \frac{L_{i\text{AF}}}{S_{\text{AF}}} + \frac{L_{i\text{BF}}}{S_{\text{BF}}} \right) \quad (2)$$

其中, S_{BE} 、 S_{AF} 、 S_{BF} 分别表示第 i 次分配时所获取的本组 ONU 的 BE、AF、BF 3 种数据流的总数量, $L_{i\text{BE}}$ 、 $L_{i\text{AF}}$ 、 $L_{i\text{BF}}$ 分别表示第 i 个 ONU 的 BE、AF、BF 数据长度。

若第 i 个 ONU 需求的带宽 B_i 满足 $B_i < B_{\min}$, 此 ONU 不需要额外的带宽, 否则, 需要按照优先级确定带宽, 则总共的剩余带宽为:

$$B_{\text{remain}} = r \times B_{\min} - \sum_{i=1}^r (B_i) \quad (3)$$

其中, r 表示, 本次循环中满足 $B_i < B_{\min}$ 的 ONU 个数。剩余未分配带宽的 ONU 数量为 $n-r$ 个, 采用式(4)分配带宽:

$$B_k = B_{\min} + \frac{w_k}{\sum_{j=1}^{n-r} w_j} \times B_{\text{remain}}, \quad k \in [1, n-r] \quad (4)$$

3 仿真与分析

本文采用 OPNET 建立了网络模型, 由于篇幅关系仅列出了部分内容, OLT 节点模型如图 1 所示。

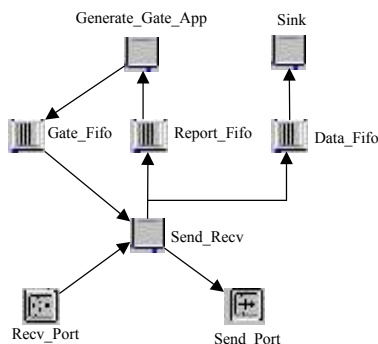


图 1 OLT 节点模型

调度算法工作在 OLT 的 Generate_Gate_App 层, 仿真的网络参数如下: $R_u=100$ Mb/s, $R_N=1\ 000$ Mb/s, $N=16$, $T_{\text{guard}}=5\ \mu\text{s}$, $T_{\text{cycle}}=2\ \text{ms}$, 以太网帧间隔为 96 bit, 每个 ONU 数据缓冲池的大小为 10 MB; 每个 ONU 的 EF 数据源符合 Poission 分布; AF、BE 数据源符合 Pareot 分布。EF、AF、BE 数据的比率为 1:2:2; 各个 ONU 与 OLT 距离在 0~20 km 均匀分布, 传播延时为 $5\ \mu\text{s}/\text{km}$; 负载平衡系数为 $m=0.6$ 。

本文对比了 GPS-DBA 算法、IPACT-GE 算法、静态分组 DBA 算法以及动态分组 DBA 算法, 随着网络负载的变化而导致的平均包延时变化; 限于篇幅, 本文仅选取部分数据罗列。图 2~图 4 分别为 EF、AF、BE 数据包随负载率变化的平

均包延时。

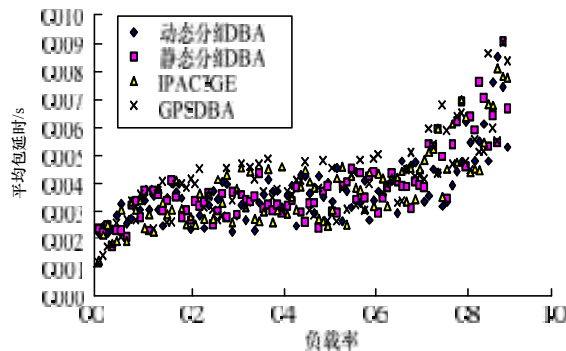


图 2 EF 数据包随负载率变化的平均包延时

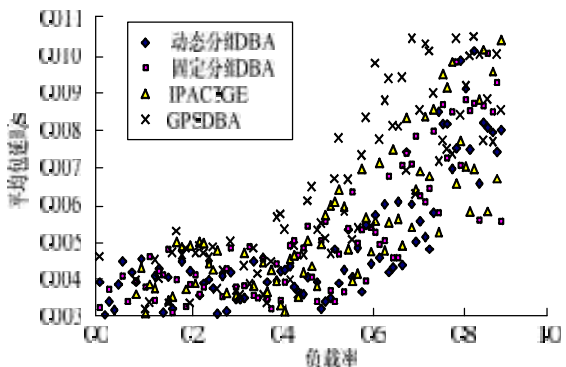


图 3 AF 数据包随负载率变化的平均包延时

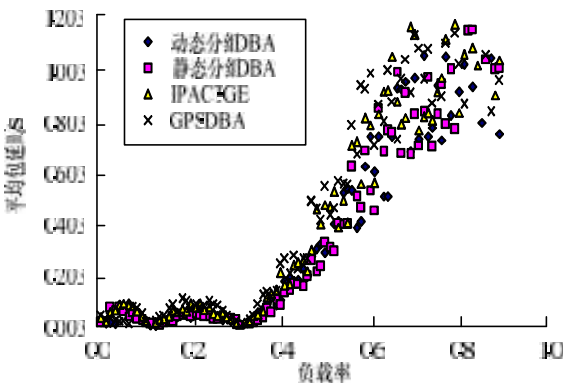


图 4 BE 数据包随负载率变化的平均包延时

可以看出, 采用动态分组 DBA 算法的 EF 数据包的平均包延时相当于静态分组 DBA 算法的 84.15%、IPACT-GE 算法的 86.79%、GPS-DBA 算法的 85.4%; AF 数据包的平均包延时相当于静态分组 DBA 算法的 72.35%、IPACT-GE 算法的 67.35%、GPS-DBA 算法的 64.07%; BE 数据包的平均包延时相当于静态分组 DBA 算法的 102.05%、IPACT-GE 算法的 72.87%、GPS-DBA 算法的 62.07%。由以上数据可以看出, 动态分组 DBA 算法在处理 EF、AF 数据流时, 更具有优势, 具有更小的平均包延时。

4 结束语

本文研究了 EPON 的传输特性, 提出一种基于动态分组的 EPON 带宽分配算法, 采用动态分组的原则, 改进了动态带宽的分配策略。仿真分析结果表明, 本文算法能减少数据流的平均时延, 提高网络服务质量, 有较好的实用价值。本文算法虽然在处理 EF、AF 数据包时具有较好的效果, 但 BE 数据包的平均包延时仍较大, 因此, 下一步将对算法进行改进, 以减少 BE 数据包的平均包延时。

(下转第 83 页)