

EPON의 할당/요구 비율 기반 Interleaved Polling DBA

알고리즘

Grant/Request Ratio Based Dynamic Bandwidth Allocation Algorithm for Interleaved Polling in Ethernet PON

강 병 욱, 이 태 진, 정 민 영, 추 현 승
 성균관대학교 정보통신공학부
 wook0120@ece.skku.ac.kr

1. 서론

EPON(Ethernet Passive Optical Network)에서 대표적인 ONU 외부 스케줄링 기법으로 IPACT (Interleaved Polling with Adaptive Cycle Time)를 들 수 있다⁽¹⁾. IPACT는 각 ONU가 guard time을 두고 지속적으로 전송이 가능하여 채널 사용도를 높일 수는 있지만 특정 ONU가 채널을 독점할 수 있는 문제점이 있어 IPACT의 IP(Interleaved Polling)을 개선하기 위한 IPS(Interleaved Polling with Stop)방식이 제시되었다⁽²⁾. 그러나 IPS은 모든 ONU의 시간 슬롯 요구량을 고려하여 할당하기 때문에 공정하게 할당 가능한 장점이 있지만 각 전송 주기 사이에 채널 비사용 구간이 존재하여 패킷 지연이 증가하는 단점이 있다⁽²⁾.

본 논문에서는 이러한 문제점 등을 해결하기 위해 IP 방식을 개선하여 EPON에서의 채널 사용도 증가와 fairness 보장을 위한 동적 대역할당(DBA: Dynamic Bandwidth Allocation) 알고리즘인 G/RRB-DBA (Grant/Request Ratio Based Dynamic Bandwidth Allocation)를 제안한다. 제안하는 알고리즘은 이전 사이클에 요구했던 대역폭과 할당된 대역폭 값의 관계, 현재 요구하는 대역폭과 대역폭 할당을 위해 비교하는 예상 할당 대역폭과의 관계를 통하여 대역폭을 새롭게 할당하는 방법이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 G/RRB-DBA 알고리즘을 제시하고, 3장에서 성능분석을 위한 성능평가의 결과를 소개하며, 4장에서 끝을 맺는다.

2. 제안 G/RRB-DBA 알고리즘

IPACT는 한 개의 ONU에서 대역폭을 독점 하는 문제가 생길 수 있다는 단점을 가지고 있다. 그에 따라 각 ONU에서 균등한 양의 트래픽이 생성 될 때는 문제가 없지만 일반적인 서로 다른 트래픽이 생성되는 상황에서는 문제점이 발생하게 된다.

따라서 본 논문에서는 G/RRB-DBA라는 알고리즘을 제시한다. 제안하는 알고리즘은 가상의 사이클 $P_{i-1}(n)$ 에서 이전에 이미 할당된 다른 ONU들의 대역폭을 뺀 값 $C_i(n)$ 을 참조하여 대역폭을 할당하는 방식을 사용한다. 현재 사이클에서 대역폭을 할당 할 때 요구량이 $C_i(n)$ 보다 작다면 요구량을 모두 할당하게 되고, 요구량이 $C_i(n)$ 보다 크다면 $D_i(n)$, $S_i(n)$ 값을 참조하여 대역폭을 할당하게 된다. 여기서 $D_i(n)$ 값은 현재 ONU가 이전 사이클에서 요구했던 양과 실제 할당받은 양의 비율이고, $S_i(n)$ 값은 현재 ONU가 현재 사이클에서 요구하는 양과 $C_i(n)$ 값과의 비율이다. 이 값들을 참조함으로써 각 ONU가 불평등하지 않도록 대역폭 할당량을 조절할 수 있다. 제안 알고리즘은 최대 사이클 시간을 P_{max} 로 설정하였다. ONU의 개수는 N 으로 설정하였으며, n 번째 사이클의 i 번째 ONU의 요구량을 $R_i(n)$ 이라고 하며, n 번째 사이클의 i 번째 ONU의 할당량을 $G_i(n)$ 이라고 하며 그 할당은 아래 식(1)과 같이 설명하였다.

$$G_i(n) = \begin{cases} R_i(n), & \text{if } R_i(n) \leq C_i(n) \\ C_i(n) \times (1 + \alpha \times S_i(n) + (1 - \alpha) \times D_i(n)), & \text{if } R_i(n) > C_i(n) \end{cases} \quad (1)$$

$$0 \leq \alpha \leq 1, 1 \leq i \leq N$$

n 번째 사이클의 i 번째 ONU의 예상 할당량을 $C_i(n)$ 이라고 하며 이 값을 아래 식(2)를 통하여 설명하였다.

$$C_i(n) = \max \left(P/N, P_{i-1}(n) - \left(\sum_{j=i+1}^N G_j(n-1) + \sum_{j=1}^{i-1} G_j(n) \right) \right) \quad (2)$$

$$1 \leq i \leq N$$

본 연구는 2005년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2005-042-D00248)

n 번째 사이클의 i 번째 요구량 $R_i(n)$ 과 대역폭 할당을 위해 비교하는 값 $C_i(n)$ 사이의 부족도를 $S_i(n)$ 으로 정의하고, 식(3)에 나타내었다.

$$S_i(n) = 1 - \frac{C_i(n)}{R_i(n)}, \quad 0 \leq S_i(n) \leq 1 \quad (3)$$

$(n-1)$ 번째 사이클의 i 번째 요구량 $R_i(n-1)$ 과 실제 할당 받은 대역폭 $G_i(n-1)$ 사이의 불만족도를 $D_i(n)$ 으로 정의하고, 식(4)에 나타내었다.

$$D_i(n) = 1 - \frac{G_i(n-1)}{R_i(n-1)}, \quad 0 \leq D_i(n) \leq 1 \quad (4)$$

n 번째 사이클의 i 번째 ONU에서 계산된 가상 사이클 길이 $P_i(n)$ 으로 정의하고, 식(5)에 나타내었다.

$$P_i(n) = \min(P_{i-1}(n) + (G_i(n) - G_i(n-1)), P_{\max}) \quad (5)$$

$$1 \leq i \leq N$$

3. 성능분석 결과

제안 G/RRB-DBA의 성능향상을 확인하기 위하여 두 가지 트래픽 상황의 성능을 비교 분석 하였다. 첫 번째 성능분석에서는 각 ONU의 traffic을 poisson으로 생성하였다. 세부적인 성능분석 파라미터는 다음과 같다. Channel bandwidth는 1Gbps, ONU의 개수는 16개, maximum cycle time은 2ms, guard time은 5 μ s, propagation delay는 100 μ s, packet size는 1000byte, control message size는 64byte, ONU별 queue(buffer) size는 10Mbyte, α 는 0.5로 설정하였다. 그림 2의 delay 결과를 보면 전체 로드가 낮을 경우 최대 64%정도 로드가 높을 경우 최대 57%정도 IPACT 방식보다 제안 G/RRB-DBA 방식이 더 우수한 성능을 나타내는 것을 알 수 있다.

두 번째 성능분석에서는 각 ONU간의 트래픽이 서로 다를 때의 성능 향상을 확인하기 위하여 성능분석을 수행하였다. 각 ONU별로 1~8번 ONU에 트래픽의 80%를 균등하게 생성하고 9~16번에는 나머지 20%의 트래픽을 생성하도록 하였다. 그림 3에서의 delay 결과를 보면 전체 로드가 0.8 이상으로 커질 때는 제안 G/RRB-DBA 알고리즘이 트래픽이 많은 ONU에서 최고 82% 더 우수한 성능을 보여주고 있으며, 트래픽이 적은 쪽은 IPACT Limited가 더 우수한 성능을 나타낸다.

4. 결 론

본 논문에서는 앞으로 유선망에서의 유력한 후보자로 떠오르는 EPON의 성능을 향상시키기 위한 알고리즘을 제시하였다. IPS 방식의 경우 매 사이클마다 계산 시간과 RTT(Round

Trip Time)를 소모하게 되므로, IPS 방식을 사용하지 않고 IP 방식 중 가장 기본이 되면서도 우수한 성능을 보여주는 IPACT와의 비교를 통하여 G/RRB-DBA와의 성능을 비교해 볼 수 있다. 위의 결과에서 보는 바와 같이 IPACT와 성능비교 결과는 더 우수한 delay를 보여주는 것을 확인할 수 있다.

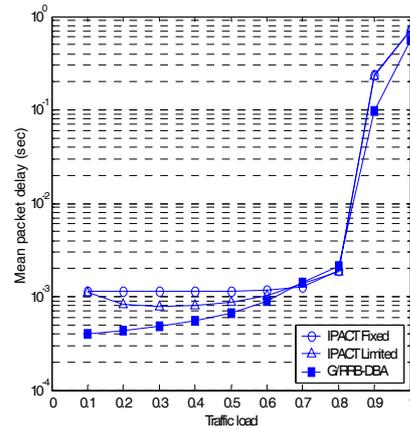


그림 2. Fixed, Limited, SFB-DBA간의 delay 비교

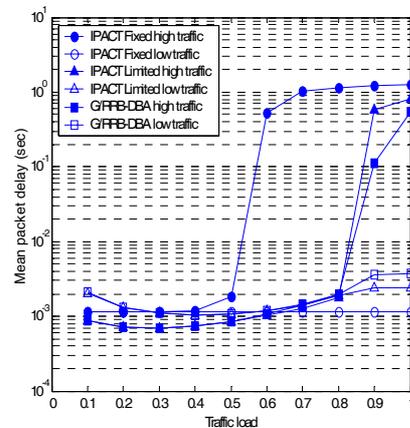


그림 3. Fixed, Limited, SFB-DBA간의 delay 비교

참 고 문 헌

1. G. Kramer, B. Mukherjee, G. Pesavento, "IPACT a dynamic protocol for an Ethernet PON (EPON)," IEEE Communications Magazine, 40, 74-80, (2002).
2. J. Zheng, H.T. Mouftah, "Media access control for Ethernet passive optical networks: an overview," IEEE Communications Magazine, 43, 145-150, (2005).