TWDM PON의 전력절감용 동적대역할당 성능평가

홍성학 · 한만수*

목포대학교

Performance Evaluation of Dynamic Bandwidth Allocation Algorithm of TWDM PON for Power Saving

Sung Hark Hong · Man Soo Han*

Mokpo National University

*교신저자, E-mail : mshan@mokpo.ac.kr

요 약

본 논문에서는 OLT (optical line termination)와 다수의 ONU (optical network unit)로 구성된 TWDM PON (time and wavelength division multiplexed passive optical network)의 전력 절감형 동적 파장 및 대역할당 알고리즘의 성능을 평가한다. 성능평가에는 self-similar 트래픽을 사용하며 패킷의 평균시지연과 평균 상향 파장의 개수를 측정한다.

ABSTRACT

This paper evaluates performance of a dynamic wavelength and bandwidth allocation algorithm of TWDM PON (time and wavelength division multiplexed passive optical network) which consists of an OLT (optical line termination) and multiple ONU (optical network unit). The allocation algorithm reduces the number of upstream wavelengths to save power. Using self-similar traffic, we simulate TWDM PON systems and measure the average packet delay and the average number of upstream wavelengths.

키워드

TWDM PON, 동적 파장 할당, 동적 대역 할당, 전력 절감

Ⅰ. 서 론

TWDM PON (time and wavelength division multiplexed passive optical network) 기술은 XG-PON (10-Gigabit-Capable passive optical network)의 후속 핵심 기술로 2012년 4월에 선정이 되었다. TWDM PON은 기본 동작은 XG-PON과 같으나 상향 및 하향 전송에 각각 1개의 파장만 사용되는 XG-PON과 달리 상향 및 하향 전송에 각각 다수개의 파장이 사용된다.

TWDM PON의 상향 동작에서는 상향 파장 1개에 대해서만 동적대역할당이 필요한 XG-PON과 달리 다수의 상향 파장을 각 ONU (optical network unit)에 할당하고 각 상향 파장별로 동적대역을 할당하는 DWBA (dynamic wavelength and bandwidth allocation) 동작이 필요하다. TWDM PON의 동적대역할당에 대한 최근의 연구동향은 불필요한 상향 파장의 사용을 줄여서 OLT (optical line termination)에서의 전력 소비를 줄이는 동적 파장 및 대역할당에 대한 연구가 활발히 행해지고 있다. 본 논문에서는 [1]에 소개된 전력 절감형 DWBA 알고리즘의 성능을 평가한다.

Ⅱ. 본 론

본 논문에서는 [1]에서와 같이 각 ONU는 1개의 큐만을 가지고 있다고 가정한다. [1]에 소개된

알고리즘을 보다 자세히 설명한다. queue(j)를 ONU j에 속한 큐라고 하자. request(j)와 grant(j)는 queue(j)의 전송요청과 전송허가량이다. queue(j)는 두 개의 카운터 T(j)와 V(j)를 가지고 있다. T(j)는 서비스 간격이며 매 단위시간마다 1씩 감소한다. T(j)는 만기시 S(j)로 재충전된다. V(j)는 S(j) 시간동안 서비스 받을 수 있는 서비스량이며 T(j)가 만기시에 V(j)는 최대서비스량인 A(j)로 충전된다.

상향 파장을 변경할 때는 변경시간과 전송오버헤드가 증가하게 된다. 따라서 본 논문에서는 하나의 ONU는 단위시간동안 하나의 상향 파장만 사용한다고 가정한다. ONU j의 상향파장을 W(j)라고 하자. W(j) = 0은 ONU j에 할당된 상향파장이 없는 경우를 나타낸다. 상향 파장은 총 4개가 사용되며 상향 파장 k의 잔여대역폭을 F(k)라고 하자. 여기서 k = 1, 2, 3, 4이다. grant(j) = min(request(j), V(j))로 먼저 계산된다. 상향파장은 번호 순서대로 먼저 할당된다. 만약 F(k-1) < grant(j) ≤ F(k)이면 W(j) = k가 된다. 만약 F(4) < grant(j) 이면 W(j) = index of max(F(1), F(2), F(3), F(4))이고 grant(j) = F(W(j))로 변경된다. 이후 request(j)와 V(j)는 각각 grant(j) 만큼 감소된다. 그리고 F(W(j)) 도 grant(j) 만큼 감소된다.

성능평가에 사용하는 TWDM PON은 32개의 ONU와 1개의 OLT로 구성된다. 하향 파장 및 상향 파장은 각각 4개씩 사용되며 하향 파장 1개의 대여폭은 10 Gbps, 상향 파장 1개의 대역폭은 2.5 Gbps이다. 각 ONU 사용자측 입력의 최대 대역폭은 400 Mbps이다. 모든 큐에 대해 400 Mbps의 서비스 대역폭을 할당하기 위해 S(j) = 5, A(j) = 31248 byte로 설정하였다. ONU의 입력 트래픽은 Hurst parameter = 0.8인 self-similar 트래픽을 사용한다. 트래픽의 패킷 크기 분포는 64, 500, 1500 byte가 각각 0.6, 0.2, 0.2의 확률을 갖는 tri-modal 분포를 사용한다. 한편 입력 트래픽은 각 ONU들이 동일한 부하를 갖는 균일 트래픽을 사용한다.

각 ONU의 부하율을 0.1부터 0.99까지 증가시키면서 패킷의 평균 시지연과, 평균 상향 파장 개수를 측정하였다. 그림 1은 평균시지연, 그림 2는 평균 상향 파장 개수를 나타낸다. 그림 1과 2에서 Normal은 전력절감을 하지 않는 일반적인 DWBA이며 Power saving은 본 논문의 전력 절감형 DWBA를 나타낸다. Normal DWBA의 경우 상향 파장이 항상 W(j) = index of max(F(1), F(2), F(3), F(4))으로 결정된다. 나머지 동작은 power saving DWBA와 동일하다.

그림 1에 나타난 바와 같이 전력절감 DWBA가 일반 DWBA에 비해 평균시지연 성능은 약간 저하되는 것을 알 수 있다. 그러나 사용되는 상향 파장의 평균 개수는 전력절감 DWBA가 훨씬 적음을 그림 2에서 알 수 있다.

III. 결 론

TWDM PON의 전력절감형 DWBA 방법의 성능을 평가하였다. 전력절감을 하지 않는 일반적인 DWBA 방법에 비해 패킷의 평균시지연 성능은 약간 저하되지만 상향 파장의 사용 개수를 효과적으로 줄이는 것을 확인하였다.

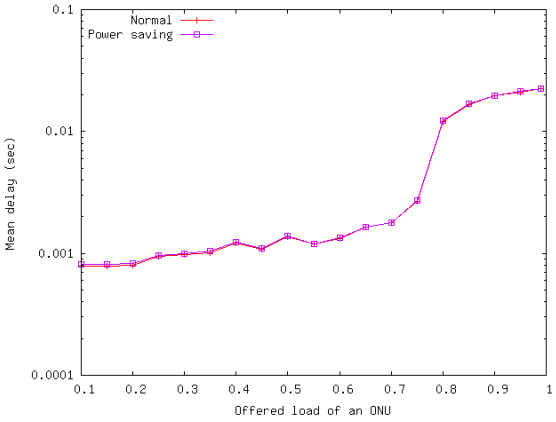

그림 1. 패킷의 평균 시지연

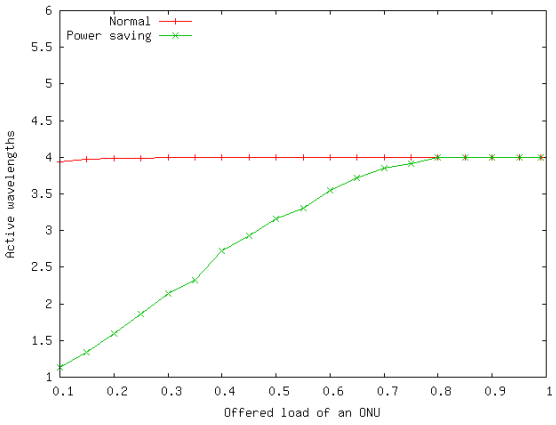

그림 2. 평균 상향 파장 개수

참고문헌

[1] 홍성학, 한만수, “전력절감형 TWDM PON의 동적대역할당 방법,” 한국정보통신학회 춘계학술대회, 2014.

[2] ITU-T Rec. G.987.3 Rev.2, “10- Gigabit-capable passive optical networks (XG-PON): Transmission convergence (TC) specifications,” 2010.

[3] ITU-T Rec. G.989.2 Draft, “40- Gigabit-capable passive optical networks (NG-PON2): Physical media dependent (PMD) layer specification,” 2012.

[4] ITU-T Rec. G.987.1, “10 Gigabit-capable passive optical network (XG-PON): General requirements,” 2010.