TWDM-PON의 잔여 대역폭 분배 방법의 성능평가

서상준 · 한만수*

목포대학교

Performance evaluation of unused bandwidth allocation methods for TWDM-PON

Sang Jun Seo · Man Soo Han*

Mokpo National University

*E-mail : mshan@mokpo.ac.kr

요 약

이 논문에서는 TWDM PON의 잔여대역폭 분배 방법을 제안하며 그 성능을 평가한 결과를 소개한다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 기존 방법과의 평균 시지연 및 시지연분산을 비교한다.

ABSTRACT

This paper introduces a new allocation method of unused bandwidth for TWDM PON and explains the performance evaluation results. Using computer simulations, we compare the mean delay and the frame delay variance of the proposed method with those of the existing method.

키워드

TWDM, PON, unused bandwidth, dynamic bandwidth allocation

Ⅰ. 서 론

TWDM PON (time and wavelength division multiplexed passive optical network) 기술은 2012년 4월에 NG-PON2 (next-generation passive optical network stage 2)의 핵심 기술로 채택되었다. TWDM PON에서는 ONU (optical network unit)가 필요에 따라 상향 및 하향 파장을 선택할 수 있다. wavelength를 선택할 수 있다. NG-PON2은 하향 40Gbps, 상향 10Gbps의 속도를 제공하는데 이를 위해 하향 속도 10Gbps, 상향 속도 2.5Gbps의 XG-PON (10-Gigabit-Capable passive optical network) 시스템 4개를 합쳐서 사용한다.[1][2].

TWDM PON은 XGPON과 동일하게 모든 동작이 단위시간인 125μs에 동기되어 있다. 각 파장별로 동적대역할당도 125μs 마다 수행되며 동적대역할당은 각 파장별로 단위시간인 125μs에 대해서 실시된다. XGPON의 경우에 동적대역할당을 수행한 결과 단위시간인 125μs 시간보다 적게 전송시간이 결정이 되면 남는 전송시간을 각 ONU들에게 분배하면 전송효율이 향상된다고 알려져 있다. 잔여 전송시간의 일반적인 분배방법은 ONU 별로 균등하게 분배하는 방법이다. 그런데 TWDM PON의 경우에는 다수의 상향 파장이 사용되므로 각 파장의 미사용 대역폭이 존재하면 이를 각 ONU들에게 분배하는 방법이 복잡해진다. 현재까지 알려진 바로는 TWDM PON에서 미사용 대역폭을 각 ONU들에게 분배하는 방법은 연구가 이루어지지 않았다. 본 논문에서는 TWDM PON에서의 미사용 대역폭을 분배하는 방법을 소개하고 그 성능을 비교한 결과를 소개한다.

Ⅱ. 미사용 대역폭 분배

본 논문에서는 설명의 편의를 위해 상향 파장의 개수는 2개라고 가정한다. 상향 파장의 개수가 이보다 많은 경우로의 확장은 자명하므로 간략설을 위해 생략한다. TWDM PON의 미사용 대역폭을 분배하는 문제를 설명하기 위해 ONU의 전체

개수는 8이고 상향 파장은 λ1과 λ2 라고 가정하자. 동적파장 및 동적대역할당의 결과로 ONU 1, 2, 3은 λ1, ONU 4, 5은 λ2를 사용하고 ONU 6, 7, 8은 전송요청이 없어 할당된 파장이 없다고 가정하자. 또한 λ1과 λ2 모두 대역할당후에 잔여 미사용 대역폭이 있다고 가정하자. ONU 6, 7, 8은 동적대역할당과정에서 할당 받은 대역폭이 없으므로 미사용 대역폭을 이들 ONU에게 분배 할 때 상향 파장 중 어떤 파장을 배정할 지를 결정해야 한다.

또한 각 ONU들에게 미사용 대역폭을 어떤 방식으로 분배할지도 고려해야 한다. 이때 고려해야 하는 제약조건들이 있다. 먼저 하나의 ONU에서 동시에 두 개 이상의 상향 파장을 사용할 수 없다. 두 번째로 동적대역할당 동작과 미사용 대역폭 분배 동작, 그리고 이 두 동작의 결과를 저장하는 BWmap (bandwidth map) 생성을 기본단위 시간인 125μs 안에 완료해야 한다는 점이다.

위에서 설명한 제약 조건을 만족하는 미사용 대역폭 분배 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 상향파장이 결정되지 않은 ONU들에게 먼저 상향 파장을 배정한다. 이때 ONU 번호가 N/2이보다 같거나 작으면 그 ONU의 상향파장은 λ1고 그렇지 않은 경우 그 ONU의 상향 파장은 λ2이다. 여기서 N은 ONU의 전체 개수이다. 다음 단계로 각 상향 파장별로 할당된 ONU의 개수의 합을 구한다. 각 ONU에게 분배되는 미사용 대역폭은 각 상향 파장별로 남은 미사용 대역폭을 각 상향 파장에 할당된 ONU 개수의 합으로 나눈 값이 된다. 이를 pseudo code로 나타내면 다음과 같다.

```
if wave(j) = NULL then
  if j <= N/2 then
    wave(j) = λ1;
  else
    wave(j) = λ2;
  end if;
end if;

n1 = 0;
n2 = 0;
for (i=1; i<=N; i++){
  if wave(i) = λ1 then
    n1 = n1 + 1;
  else
    n2 = n2 + 1;
  end if;
}

for each ONU j
  if wave(j) = λ1 then
    abw(j) = rbw_λ1 / n1;
  else
    abw(j) = rbw_λ2 / n2;
  end if;
```

위 pseudo code에서 wave(j)는 ONU j의 상향 파장, abw(j)는 미사용 대역폭중 ONU j에게 배분되는 대역폭, rbw_λ1와 rbw_λ2는 각각의 상향 파장별 미사용 대역폭을 의미한다.

미사용 대역폭 분배 방법의 성능평가를 위해 미사용 대역폭을 ONU들에게 분배하지 않는 방법과 본 논문에서 제안한 방법의 성능을 비교한다. 시뮬레이션의 환경 및 변수는 [1]과 동일하게 설정하였다. [1]에서는 미사용 대역폭을 ONU들에게 분배하지 않았다. 그림 1과 그림 2에서 method 1은 [1]의 방법을 의미한다.

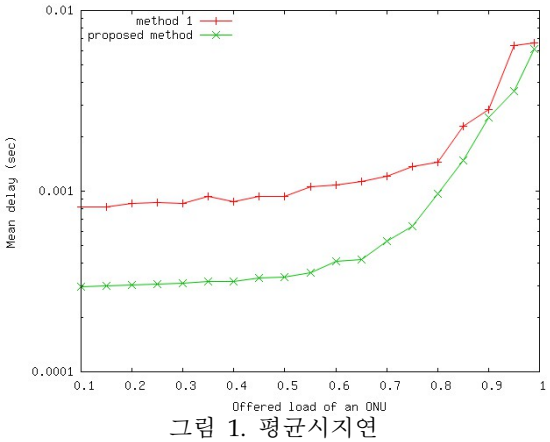

그림 1. 평균시지연

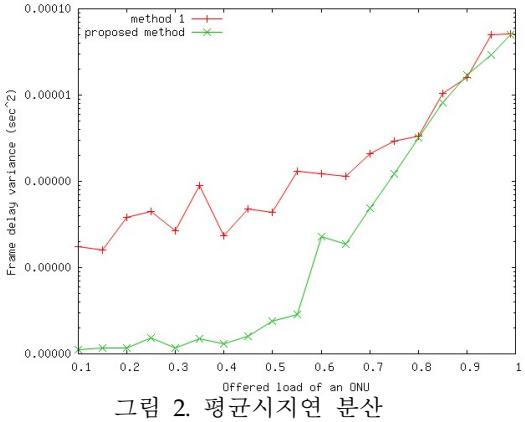

그림 2. 평균시지연 분산

참고문헌

[1] 한만수, 나철훈, 강성준, “TWDM PON을 위한 새로운 MAC 프로토콜 및 동적대역할당방법,” 한국정보통신학회논문지 제 17권 제 6호, pp. 1419-1424, 2013.

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