파장분할 EPON에서 파장 배정 방법

최용도O* 장용석* 류상률** 김승호*
*경북대학교 컴퓨터공학과, **청운대학교 컴퓨터학과
{ydchoi, ysjang}@mmlab.knu.ac.kr, rsr@chungwoon.ac.kr, shkim@knu.ac.kr

Wavelength Assignment in Wavelength Division EPON

Yongdo ChoiO* Yongseok Chang* Sangryul Ryu** Sungho Kim*
*Dept. of Computer Engineering, Kyungpook National University
**Dept. of Computer Science, Chungwoon University

1. 서론

현재 가입자 접속망은 통신사업자의 전화국사와 가입자 간의 데이터 전송 속도 및 거리 제약으로 인해 안정적인 멀티미디어 서비스 제공을 보장하지 못한다. 이러한 상황에서 반경 20Km 내에 있는 가입자들을 FTTx의 형태로 연결할 수 있는 EPON(Ethernet Passive Optical Network)은 가입자 접속망에서 현저하게 떨어지는 속도 문제를 해결하고 안정적인 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 가입자 접속망의 대안으로 등장한 기술이라 할 수 있다.

EPON은 전화국사와 가입자 사이의 구간에서 어떠한 능동 소자도 사용하지 않는 점 대 다점(Point-to-Multipoint)의 수동 광 네트워크이며, 최대 20km거리까지 운영될 수 있고 PON 구조를 취함으로써 가입자구간에 광선로 포설비용을 최소화 할 수 있다. 하지만 구조의 특성상 다점 대 점으로 데이터를 전송할 경우엔 반대의 경우보다 대역폭이 충분하지 않게 되고, 다점의 개수가 많아짐에 따라 대역폭 부족 현상은 더 커지게 된다. 이 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 기존에 EPON의 상향 트래픽을 파장 분할 방식으로 확장한 모델을 설계하고 이에 적합한 파장 배정 방법을 제안한다.

2. 파장 분할 방식 EPON의 구조

PON방식의 대역폭 부족 현상을 보완하기 위해 EPON의 구조를 기반으로 하여 상향 스트림을 파장 분할 방식으로 확장할 수 있는 파장 분할 EPON의 개발은 필수적이다. 파장 분할 EPON의 구조는 EPON과 동일하나 OLT(Optical Line Termination)와 ONU(Optical Network Unit)장치에 서로 다른 파장을 송수신하기 위한 파장 변환기가 필요하다는 점이 EPON과 다르다.

파장 분할 방식은 하나의 광섬유 내에 다중의 파장을 전송함으로써 제한된 광섬유의 용량을 증가시킨 진화된 광섬유 전송기술이다. 현재의 방법들은 대역폭 내에 여분이 존재해도 외부 단편화로 인한 낭비가 생긴다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 배정될 파장에 대해서 대역폭을 분할 할 수 있는 방법을 제안한다.

3. EPON에서의 파장 배정 방법 제안

대역폭 분할 파장 배정 방법을 수행하기 위해 필수적으로 OLT는 ONU로부터 고순위/저순위 트래픽에 대한 대역폭 요구량을 대역폭 요구 정보 테이블에 기록해두어야 한다. 기록과정이 수행되면, OLT는 요청된 고순위/저순위 트래픽량을 합한 상향 스트림과 상향 전송 트래픽의 최대 대역폭에 대한 가용비율을 구한다. 그리고 이러한 최대 대역폭의 가용 비율을 참조하여, 파장 배정을 위해 필요한 파장 변경 기

준 값을 구한다. 기준 값은 최대 대역폭에 대한 가용비율에서 최대 대역폭보다 OLU들의 요청 트래픽이 많으면, 요청트래픽들의 합을 파장 수로 나누어 파장변경 기준 값으로 정한다. OLU들의 요청 트래픽보다 최대 대역폭이 많다면, 최대 대역폭을 파장 수로 나누어 파장변경 기준 값으로 정한다. 이렇게 함으로써 최대 대역폭 전체가 사용 가능한 파장으로 구별되어 배정되도록 한다.

파장 변경 기준 값에 대한 설정단계가 끝나면, 각 ONU가 할당받은 대역폭을 사용 가능한 파장의 여분대역폭에 배정한다. 현재 배정 중인 파장에 여분 대역폭이 부족할 시에는 사용 가능한 다음 파장에 배정받지 못한 나머지 대역폭을 배정한다. 단 다음 파장에 배정 시에는 나머지 대역폭을 타임슬롯 단위로 분할해서 순서를 재정렬한 다음 파장의 대역폭에 배정한다. 이런 식으로 모든 ONU가 할당 받은 대역폭을 사용 가능한 파장에 배정하였을 때, 주어진 대역폭을 가장 효율적으로 사용하게 된다.

4. 제안한 파장 배정 방법의 성능 평가

제안한 파장 분할 EPON 모델의 성능을 분석하기 위해, 상용화된 성능분석 도구인 OPNET을 이용하여 파장 분할 EPON을 모델링했다. 앞에서 기술한 파장 배정 방법에 대해서 실험을 통하여 큐 크기, 타임슬롯 크기, 상향 스트림 대역폭 크기, 처리율, 사용율 그리고 파장 배정 방법에 대한 성능을 분석한다.
본 논문에서는 보다 현실성 있는 트래픽 생성을 위하여 EF(Expedited Forwarding), AF(Assured Forwarding) 그리고 BE(Best Effort) 트래픽을 도입한다. 제안된 파장 분할 EPON 모델에 적합한 큐 크기, 타임슬롯과 상향 스트림의 크기 및 사이클 주기를 측정하기 위해서 고순위 및 저순위 트래픽의 양을 1:1의 비율(EF:AF:BE=1:1:2)로 두고 실험하였다.

실험을 통해 부하율이 0.4 이상일 때는 큐가 ONU 최대 전송 윈도 4배정도 크기를 가질 때, 고순위 트래픽과 저순위 트래픽의 폐기율이 안정적임을 알 수 있었다. 타임슬롯의 크기는 전체 사이클 시간과 밀접한 관계가 있다. 실험결과는 125μs 크기의 타임슬롯으로 구성되는 하나의 전체 사이클이 단대단 지연에 가장 적절하다는 것을 나타내었다.
타임슬롯의 크기와 더불어 전체 사이클 주기에 영향을 주는 요소는 상향 스트림 크기이다. 이 실험결과를 볼 때, 제안된 파장 분할 EPON에서 상향 스트림 크기가 2ms 일 때 성능이 가장 좋은 것으로 판단된다.

제안한 파장 배정 방법에 대한 사용율과 분배율 실험을 통하여 제안된 파장 분할 EPON의 우수성을 검증한다. 사용율 측면에서 볼 때 부하율 1.0에서 90%정도 사용율을 보이는 것은 우수한 망이라는 판단을 할 수 있다. 파장 분배율이란 파장 분할 EPON 망에서 사용 가능한 모든 파장이 고르게 분배되는가에 대한 척도이다. 부하율 증가와 사용 파장 증가에 상관없이 90% 이상의 분배율을 나타내는 것은 본 논문에서 제안한 파장 배정 알고리즘이 사용 가능한 파장을 고르게 할당하는 것을 의미한다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 EPON의 상향 대역폭 부족현상을 개선하기 위해 기존에 EPON의 상향 트래픽을 파장 분할 방식으로 확장한 모델을 설계하였으며, 이에 적합한 파장 배정 방법을 제안하였다.
실제 망에 적용하기에 앞서 OPNET 시뮬레이션 도구를 이용하여 파장 분할 EPON 모델을 설계하고 구현하였다. 망의 성능분석을 위해 큐 크기, 타임슬롯 크기 및 상향 스트림 크기, 처리율, 사용율에 대해 각 ONU의 트래픽 부하를 변화시키면서 시뮬레이션 하였고, 시뮬레이션 결과를 통해 제안된 파장 분할 EPON의 우수성을 보였으며, 이러한 시뮬레이션 결과는 제안한 파장 분할 EPON 모델을 실제 망에 설치할 때 적합한 파라미터로 이용할 수 있을 것으로 기대한다.

향후 대역폭이 10Gbps 이상일 때의 EPON 성능에 대한 연구가 필요하고, 하향 트래픽에 파장 분할 방식을 적용했을 때 망의 성능을 최대화 시킬 수 있는 연구가 필요하다