

## EPON에서 우선순위 큐를 고려한 가중치 기반의 차등 대역폭 할당 방법

김준철<sup>o</sup> 장용석 김민준 김승호

경북대학교 컴퓨터공학과

{jckim, ysjang, mjkim}@mmlab.knu.ac.kr, shkim@knu.ac.kr

### Differentiated Bandwidth Allocation Method based on Weight to Consider Priority Queue in EPON

Junechul Kim<sup>o</sup> Yongseok Jang Minjun Kim Sungho Kim

Dept. of Computer Engineering, Kyungpook National University

#### 1. 서론

최근 기간망의 전송속도는 괄목할 만한 성장을 이루고 있으나 가입자 접속망의 전송속도는 이전 수준과 비교해서 진전이 없는 상태이다. 그래서 가입자 접속 구간은 다수의 LAN과 백본망 사이에 병목 지점으로 지적 되고 있다. 현재 가입자 접속 구간은 VoD, 양방향 게임, 양방향 영상회의와 같은 새로운 대용량 멀티미디어 서비스를 수용하기에 충분한 대역폭을 제공하지 못하고 있다. 그런 가운데 저가의 이더넷 장비와 광선로 인프라를 융합한 EPON(Ethernet Passive Optical Network)이 차세대 가입자 접속망에 가장 적합한 후보로 대두되었다 그러나 이러한 우수성을 가진 EPON도 차후 안정적인 대용량 멀티미디어 서비스를 하기에는 부족한 문제점을 가지고 있다. EPON에서 모든 ONU(Optical Line Terminal)가 수신할 수 있는 대역폭은 1Gbps지만 송신하기 위한 대역폭은 모든 ONU가 공유해야 하므로 부족하다. 따라서, 양방향 초고속 가입자 접속망을 위해 FTTx를 지원하는 EPON의 부족한 상향 전송 대역폭을 충족시키는 상향 대역폭 할당 방법이 필요하다. 본 논문에서는 EPON의 상향 트래픽에 대한 QoS(Quality of Service)를 보장하기 위해 우선순위 큐를 고려한 가중치 기반의 차등 대역폭 할당 방식을 제안한다.

#### 2. 차등 대역폭 할당에 관한 연구

우선순위 큐잉은 차등 전송 서비스를 제공하는데 유용하며 상대적으로 처리과정이 단순한 방법이다. 기존 연구에서 가장 기본적인 큐 스케줄링 메커니즘은 완전 우선순위(Strict priority) 스케줄링이다. 그러나 완전 우선순위 스케줄링은 트래픽 전송 지연의 무한정 증가, 트래픽 손실, 그리고 공유매체의 무제어 접근으로 공정성(Fairness)을 잃게 되는 단점이 있다. 이에 제안된 Limited 방식과 Credit 방식도 전송 트래픽의 도착 우선순위 관점에서는 우수 하나, 부하율이 증가함에 따라 고순위 트래픽의 큐잉 지연 문제를 발생 시킬 수 있다.

#### 3. 우선순위 큐를 고려한 가중치 기반의 차등 대역폭 할당 방법

본 논문에서는 저순위 트래픽의 큐잉 지연 문제를 해결하고 우선순위 트래픽 전송을 보장하기 위해 우선순위를 고려한 가중치 기반의 차등 대역폭 할당 방법 제안한다. 제안된 방법은 고순위와 저순위 요구 대역폭을 각각의 요구 비율에 맞게 할당하는 1단계 과정과 요구 비율에 맞게 할당된 대역폭을 트래픽 우선순위

에 대한 가중치를 적용시켜 재할당하는 2단계 과정을 거친다. 아래는 2단계 과정을 나타내는 스케줄링 알고리즘이다.  $P$  는 1단계 과정에서 할당된 저순위 트래픽에 대한 대역폭에서 고순위 트래픽을 위한 대역폭으로 양보할 비율을 나타내고,  $\alpha$  는  $P$  에 할당된 저순위 트래픽의 양을 곱하여 계산된 대역폭 양을 가리킨다.  $T_h$  와  $T_l$  는  $P$  의 비율만큼 재할당되는  $H_i^G$ ,  $L_i^G$  를 의미하고  $w$  는 고순위 트래픽을 위한 가중치를 나타낸다.

```

Weighted Bandwidth Allocation ( $B_i^G, H_i^G, L_i^G, H_i^R, L_i^R, w$ )
FOR  $p = 0.01 : 1$        $\alpha \leftarrow p \times L_i^G$        $T_H \leftarrow H_i^G + \alpha$        $T_L \leftarrow L_i^G - \alpha$ 
  IF  $T_H > (H_i^R \times w)$  OR  $T_H > (B_i^G \times w)$  THEN
    BREAK
  END IF

  IF  $T_L < (L_i^R \times (1-w))$  OR  $T_L < (B_i^G \times (1-w))$  THEN
    BREAK
  END IF
END FOR

 $H_i^G \leftarrow T_h$    $L_i^G \leftarrow T_L$ 
    
```

위 알고리즘의 동작은 1단계 과정을 통해서 계산된  $H_i^G$ ,  $L_i^G$  를 고순위 트래픽에 대한 대역폭이 요구한 대역폭  $H_i^R$  혹은  $B_i^G$  의  $w$  비율까지 증가하거나 저순위 트래픽에 대한 대역폭이 요구한 대역폭  $L_i^R$  혹은  $B_i^G$  의  $(1-w)$  비율이 될 때까지 감소하면서 대역폭을 조정한다. 즉, 저순위 트래픽을 위한 대역폭을 가중치만큼 감소시키면서 발생한 여유 대역폭을 고순위 트래픽을 위해 할당한다. 따라서, 본 논문에서 제안한 우선순위 큐를 고려한 가중치 기반의 차등 대역폭 할당 방법은 1단계 과정과 2단계 과정을 거치면서 저순위 트래픽의 큐잉 지연 문제를 해결하고 고순위 트래픽의 우선순위 전송을 보장을 제안한다.

#### 4. 시뮬레이션 모델로 가중치를 선정한 단대단 최대지연과 평균지연 성능 분석

상용화된 성능 분석 도구인 OPNET으로 구현한 시뮬레이션 모델에 각각의 EF(Expedited Forwarding), AF(Assured Forwarding), BE(Best Effort) 트래픽을 발생시켰다. 이 때 고순위 트래픽의 QoS를 보장할 수 있는 가중치(0.75)를 산정하여 단대단 최대지연과 평균지연에 대한 성능을 분석해 보았다. 일반적으로 지연 시간에 민감한 음성과 같은 고순위 트래픽에 대한 QoS 보장을 위한 최대의 지연 시간은 10ms이다. 실험결과 저순위 트래픽과 고순위 트래픽의 지연시간에 있어서는 제안된 방법이 Limited 방식과 Credit 방식 보다 최대 50% 이상 좋은 결과를 나타내었고 고순위 트래픽의 지연시간도 각각의 방식 보다 좋은 결과를 나타내었다.

#### 5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 EPON의 상향 대역폭 부족현상을 개선하기 위해 기존에 EPON의 상향 트래픽을 모델로 설계하였으며, QoS를 보장하기 위해서 우선순위 큐를 고려한 가중치 기반의 차등 대역폭 할당 방식을 제안하였다. 기존의 EPON에 설치되어 있는 채널을 그대로 활용한 상향 대역폭의 확장은 폭발적으로 증가하는 멀티미디어 데이터를 수용할 수 있는 해결책이 될 수 있다. 그리고 실제 망에 적용하기에 앞서 OPNET 시뮬레이션 도구로 EPON 모델을 설계하여 성능을 구현하였고 망의 성능 분석을 위해 먼저 실험을 통한 가중치를 산정하여 단대단 지연 시간에 대해 각 ONU의 트래픽 부하를 변화시키면서 시뮬레이션 하였다. 이 시뮬레이션 결과를 통해서 제안된 방법의 우수성을 보였으며 이 결과는 실제 망 장비를 설계하는데 효과적일 것이다. 향후 대역폭이 10Gbps 이상일 때의 EPON의 성능연구와 EPON의 하향 트래픽에 제안된 방법을 적용했을 때 망의 성능을 최대화 시킬 수 있는 연구가 더 이루어져야 한다.