

WDM에서 트래픽 엔지니어링을 이용한 QoS 보장에 관한 연구

김 용 성, 김 장 복
홍익대학교 전자공학과
전화 : 02-333-6232 / 핸드폰 : 016-284-7436

A Study on support QoS using Traffic Engineering in WDM Network

Yong-Sung Kim, Chang-Bock Kim
Dept. of Electric Engineering, Hong-Ik University
E-mail : joker@easy.to

Abstract

Because of internet's growth, today's network has a serious bandwidth problem. WDM(Wavelength Division Multiplexing) is a solution of this problem. In the WDM networks, QoS(Quality of Service) is as important as bandwidth. And today's voice over IP technology makes a lot of delay-sensitive internet traffic. Delay-sensitive internet traffic is growing up, so more QoS is needed. We proposed effective solution to assign QoS.

I. 서론

인터넷이 발전하는 과정에서 기존의 망들은 심각한 대역폭의 부족을 겪고 있다. 그 해결방안의 하나로 파장분할다중화방식인 WDM(Wavelength Division Mul

-tiplexing)이 등장하였다. 이와 같은 대용량의 광통신에서는 대역폭의 부족보다는 오히려 QoS(Quality of Service)를 보장하는 것이 문제로 대두되고 있다. 또한 UMS(Unified Messaging System), CTI (Computer Telephony Integration)등과 같은 음성데이터 전송 솔루션의 등장과 발전으로 인해서 인터넷 트래픽에서 음성 데이터가 차지하는 비율은 점점 증가할 것이다. 급증하고있는 데이터트래픽과 함께 현재 네트워크에서 많은 부분을 차지하고 있는 음성트래픽을 고려한다면, 지연에 민감한 트래픽의 전송을 위해서는 QoS문제가 매우 중요하다. 그러나, 광통신망에서 대역폭 문제는 WDM과 같은 새로운 기술들로 보완이 가능하지만 QoS는 아직까지 해결되지 않고 있다. 따라서 본 논문에서는 WDM망에서 음성트래픽 전송에 QoS를 보장하는 방법을 제안하였다.

II. WDM망의 개요

오늘날 광통신은 광섬유의 대용량과 빠른 전송 속도, 낮은 에러율, 그리고 관련된 광소자의 비약적인 발전으로 말미암아 통신에 있어 중요한 위치를 차지하고 있다. 정보화 사회에서 광통신은 인간의 의사를 전달하는 수단뿐만 아니라 기하급수적으로 늘어가고 있는 정보 교환에 대한 인간의 욕구 성취를 위해서 필수적인 것이 되었다.

이러한 이유로 많은 지점간의 국간 전송라인이 광섬유로 교체되고 있으며 21세기 초까지는 모든 거점이 광섬유로 연결되고 전·광신호의 변환이 필요 없는 전광네트워크(All Optical Network: AON)의 완성이 이루어지리라 전망된다. 특히 광선로의 기술은 최근 급속도로 발전하여 Terabits/sec에 이르는 전송용량을 얻을 수 있게 되었으나 아직까지는 전기적 장치로 광선로에 접근해야 하는 사용자들은 전기적 신호처리로 인한 전송 한계가 문제로 제기되고 있으며, 또한 단일 파장을 이용하는 기존의 광전송기술로는 10~20Gbps의 전송속도가 최대치이므로 이보다 높은 대역폭을 얻기 위해서는 광선로를 추가로 포설해야 하는 점도 한계점으로 지적되었다.

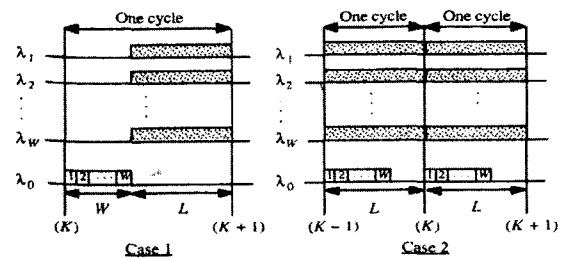
이에 OTDM(Optical Time Division Multiplexing), WDM등의 기법이 제안되었다. 이미 WDM 방식은 일부 상용화되어 사용 중에 있으나 OTDM 방식은 아직 많은 난제들을 가지고 있다. OTDM 방식의 경우 하나의 파장을 사용하므로 용량을 증대하기 위해서는 펄스의 폭을 좁게 해야 하는데 이러한 극초단 펄스를 생성해내는 기술이 매우 어렵다. 또한 WDM의 경우 채널 수가 증가함에 따라 광섬유 내에서의 비선형 현상중의 하나인 4광자 혼합(FWM : Four Wave Mixing)에 의해 채널간 누화(crosstalk)로 전송용량이 제약을 받게 된다. 이 문제는 채널간격을 달리하는 등으로 어느 정도 해결하고 있으나 근본적인 해결책은 되지 못한다. 그러나 WDM의 경우 노드에서의 전·광변환이 없이 광신호로 교환할 수 있는 광증폭기(EDFA : Erbium Doped Fiber Amplifier)의 개발로 ADM(Add/Drop Multiplexer)가 가능해짐으로 비약적인 발전을 이룰 수 있었으며 따라서 정보의 투명성은 물론 아주 낮은 전송대가로 SONET이후의 초고속 정보통신망의 물리적

층의 기반구조를 제공할 것으로 기대된다.

이러한 WDM은 단일의 광링크(optical link)를 여러 개의 파장으로 나누어 독립적으로 사용하는 것으로, 복수의 채널을 가진다는 점에서 광대역을 실현할 수 있으며 파장에 따른 경로제어가 가능하기 때문에 통신망의 유연성 및 신뢰성을 향상시킬 수 있는 기술로 차세대 장거리 통신망의 대안이 되었다.[7]

III. 제안한 방법

WDM망에서는 여러 노드들이 동시에 전송을 시도할 경우에 전송권을 결정하는 알고리즘으로 Slotted-ALOHA 방식을 사용한다.



[그림 1] Slotted-ALOHA 방식

[그림 1]에서 λ_1 부터 λ_w 는 전송채널이고 λ_0 는 전송채널을 관리하는 제어채널이다. Case 1을 보면 보내고자 하는 노드에서 λ_0 제어채널의 미니슬롯에 전송권을 요청한다. 동시에 여러 노드에서 요청했다면 ALOHA 프로토콜에 기반하여 전송권을 부여하게 된다. Case 2는 Case 1에서 W만큼 버려지는 전송채널을 사용하기 위해서 K와 K+1사이의 전송채널을 K-1과 K사이의 전송채널에 예약을 하는 방식이다. 이때 기존의 방식은 전송되어야 하는 데이터의 종류와는 무관하게 동작한다. 따라서 본 논문에서는 데이터의 특성에 기반을 두어 전송권을 부여하여 QoS를 향상시키는 알고리즘을 제안하였다.

제안한 알고리즘은 다음과 같다. 전송을 원하는 데이터의 우선순위를 상위의 Label Switching Layer에서 전달받아서 3개의 class로 분류한다. 즉, [그림 1]에서

각각 서비스 등급이 다른 LSP에서 전송을 위해 제어 채널로의 예약시에 경합이 발생한다면 우선순위가 높은, 다시 말하면 지연에 민감한 트래픽을 전송하려는 LSP에 우선적으로 전송권이 부여된다. 만일 우선순위가 같은 요청이 들어오면 기존의 ALOHA방식으로 처리를 하게 된다. 따라서 어느 정도의 지연이 필요하다.

IV. 실험 결과

모의 실험을 위하여 각각 지연에 대한 특성이 다른 3가지의 트래픽을 발생시켰다. 지연에 가장 민감한 순서대로 class 0부터 class 2까지로 분류하였다. 먼저 기존의 Slotted-ALOHA 방식에서는 각각의 트래픽에 대해서 우선순위를 취급하지는 않지만, 제안한 방식과의 비교를 위해서 각 우선순위별로 발생된 트래픽을 소스로 사용하였다. 각 우선순위별로 소스에서 발생된 데이터의 총 전송시도 중에서 한번에 전송권을 획득한 데이터의 수를 비교하여 백분율(%)로 나타내었다. [그림 2], [그림 3]은 모의 실험의 결과이다.

$$\text{전송성공 확률} = \frac{\text{전송성공회수}}{\text{총전송회수}} \times 100\%$$

이때 전송성공 회수는 한번의 전송요구에 전송권을 획득하였다는 의미이다. 모의 실험에서는 class별 트래픽의 비율을 class 0 : class 1 : class 2 = 1 : 3 : 4으로 가정하고 발생시켰다. 사용한 노드는 8개이고 동시에 8개의 트래픽이 발생되며 각각은 class가 위의 비율로 무작위로 정해진다. 전송가능한 채널은 4개이다. 즉, W=4이다.

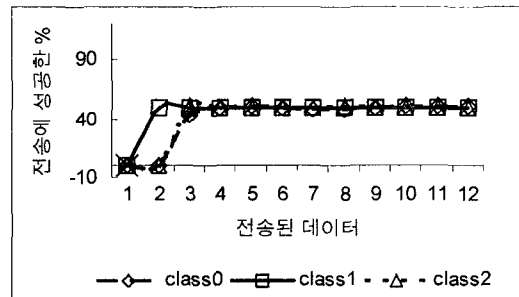
[표 1] 기존의 방식의 트래픽 발생, 성공량

	기 존		
	총 발생한 트래픽 수	성공한 트래픽 수	성공율
class 0	1019	517	50.7%
class 1	2987	1482	49.6%
class 2	3994	2001	50.1%
총계	8,000	4,000	

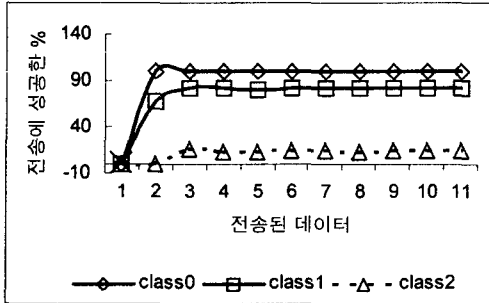
[표 2] 제안한 방식의 트래픽 발생, 성공량

	제 안		
	총 발생한 트래픽 수	성공한 트래픽 수	성공율
class 0	974	973	99.9%
class 1	3034	2481	81.8%
class 2	3992	546	13.7%
총계	8,000	4,000	

위 표에서는 class별로 발생된 트래픽중에서 몇 개가 한 번에 전송권을 획득하는가를 보여준다. 지연에 민감한 트래픽인 class 0의 경우에는 99.9%의 전송권 성공율을 보인다. 이를 [그림 2]와 [그림 3]에서 그래프로 보여준다. 각 데이터들은 우선권에 관계없이 50% 정도의 성공률을 보이는데 이것은 WDM망에서 기존의 방법을 사용한 전송권 경합에서의 QoS 보장정도를 나타낸다. [그림 3]은 제안한 방법을 이용한 데이터 전송권 획득 성공율을 나타낸 것이다.



[그림 2] 기존의 방법에 의한 데이터 전송권 획득 성공률



[그림 3] 제안한 방법에 의한 데이터 전송권 획득 성공률

위의 그림을 보면 높은 QoS가 보장되어야 하는 class 0의 데이터에는 99.9% 정도의 성공률이 제공됨을 알 수 있다. 반면 나머지 class들은 81.8%, 13.7% 정도에서 수렴하고 있다.

V. 결론

본 논문에서는 WDM망에서 QoS를 보장하는 알고리즘을 제안하였다. 먼저 상위 Label Switching Layer에서 트래픽의 우선순위에 대한 정보를 받아서 전송권 획득경합시에 이를 이용한다. 그리고 우선순위가 높은 트래픽에 우선적으로 전송권을 제공하는 방법이다. 모의 실험 결과에서는 우선순위가 높은 class 0은 99.9%라는 높은 전송권 획득률을 보였다. class 2에서는 트래픽의 전송권 획득률은 감소하였지만 class 0, class 1에서의 성능 향상은 WDM망에서 WDM layer의 상위 layer의 도움 없이도 어느 정도의 QoS를 보장할 수 있음을 보여준다. 이것은 서로 다른 서비스등급을 가지고 있는 WDM 상위의 Label Switching Layer에서의 LSP가 WDM에 전송을 할 경우에 적용된다. 제안한 방식은 높은 서비스등급을 가지고 있는 LSP와 낮은 서비스등급을 가지고 있는 LSP가 동시에 전송을 요구할 경우에는 높은 서비스등급을 가지고 있는 LSP의 요청을 우선적으로 받아들여서 제어채널에 예약을 해주는 것이다. 이러한 방식은 지연에 민감한 음성, 화상회의 등과 같은 트래픽에 보다 높은 서비스의 질을 제공하는데 유용하다. 또 트래픽의 중요도가 WDM

layer에 직접전달이 가능하다면 상위 layer없이 WDM layer에서 직접 QoS를 보장해주는 것도 가능하다.

VI. 참고문헌

- [1] 김 영한, "인터넷 네트워킹 기술", TELECOMMUNICATION REVIEW, 제 10권 1호, 1-2월 2000
- [2] D. Awduche, J. Malcolm, J. Agogbus, M. O'Dell, J. McManus, "Requirement for Traffic Engineering Over MPLS", Internet RFC 2702, September 1999.
- [3] Paul Doolan, Nancy Feldman, Andre Fredette, Bob Thomas, "LDP Specification", Internet Draft, <draft-ietf-mpls-ldp-08.txt>, June 2000
- [4] Arun Viswanathan, Ross Callon, " Multiprotocol Label Switching Architecture", Internet Draft, <draft-ietf-mpls-arch-06.txt>, August 1999
- [5] Andrea Borella, Giovanni Cancellieri, Franco Chiaraluce, "Wavelength Division Multiple Access Optical Networks", Artech House, 1998
- [6] Biswanath Mukherjee, "Optical Communication Networks", McGraw-Hill, 1997
- [7] 김장복, 송재연, "MSN 토폴로지를 갖는 WDM 다중홉망에서의 라우팅 기법의 성능향상에 관한 연구", 홍익대학교 논문집, 1999
- [8] Myungsik Yoo, Chunming Qiao, "Supporting Multiple Classes of Services in IP over WDM Networks, University at Buffalo, 1999