

# 광 가상사설망에서 우선순위기반 최소간섭 경로 멀티캐스트 라우팅 알고리즘 연구

서상보, 송승미, 이종근, 김성운  
부경대학교 정보통신공학부

e-mail : seosb; songsm; nabaly; kimsu@pknu.ac.kr

## Priority-based Minimum Interference Path Multicast RWA Algorithm in Optical Virtual Private Network

Sang-Bo Seo, Seung-Mi Song, Jong-Geun Lee, \*Sung-Un Kim  
Department of Telecommunication Engineering  
Pukyong National University

### Abstract

OVPN(Optical Virtual Private Network) based on DWDM(Dense Wavelength Division Multiplexing) backbone framework is considered as a promising approach for the future VPN. This paper proposes a new routing algorithm, called PMIPMR (Priority-based Minimum Interference Path Multicast Routing) algorithm which finds an alternate route considering node priorities when the congestion is occurred in a network.

The PMIPMR algorithm tries to improve blocking probability and wavelength utilization by avoiding congested path for potential future connection requests.

### I. 서론

차세대 인터넷 백본망에서 DWDM 기술은 인터넷 사용자의 증가와 그에 따른 요구 대역폭을 수용하기 위한 방안으로 점점 더 많은 관심이 집중되고 있다. 그에 따라 기존의 IP기반의 VPN에서 DWDM기반의 OVPN이 차세대 VPN 서비스로 주목을 받고 있다[1].

이러한 OVPN 망에서는 한 파장 당 수~수십 Gbps의 트래픽이 고속으로 전송되므로 망 대역폭의 효율적인 사용 측면에서 광경로 설정 요구 시 최적의 경로를

를 선택하고 선택된 경로에 효율적인 파장을 할당하는 RWA(Routing and Wavelength Assignment) 문제가 매우 중요하게 다루어지고 있다[2].

따라서 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 멀티캐스트 트리 형성 시 발생하는 혼잡경로를 피하고 노드의 우선순위를 고려하는 효율적인 우선순위기반 최소간섭 경로 멀티캐스트 라우팅 알고리즘을 제안한다.

### II. PMIPMR 알고리즘

PMIPMR 알고리즘의 세그먼트는 파장 연속성 제약 조건을 만족하는 VS 노드 간의 경로로 정의한다.

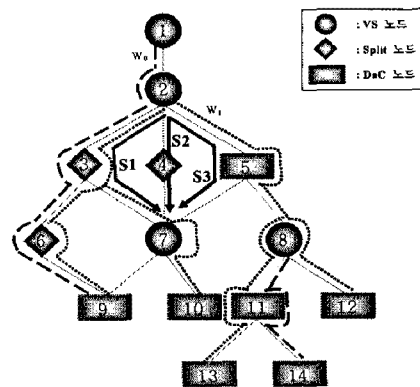


그림 1. PMIPMR 알고리즘 개념도

본 연구는 정보통신부 및 정보통신 연구진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음.  
(ITA-2006-(C1090-0602-0013))

그림 1은 PMIPMR 알고리즘의 개념을 나타낸 것으로 노드 2에서 노드 7로의 경로 연결을 고려할 때, 최소 홉 수 세그먼트이며 우선순위가 높은 Split 노드 3

을 포함하는 S1(2-3-7)을 선택한다. 이 경우 Split 기능을 가지는 노드 3은 DaC 노드보다 능력치가 뛰어나므로 트래픽 처리의 효율성이 높다[3]. 그러나 S1은 트래픽이 집중되어 혼잡 세그먼트가 되므로, 상대적으로 다른 세그먼트 S2, S3를 고려하게 된다.

세그먼트 S2, S3 에서 남은 파장과 노드 우선순위를 고려함으로써 미래의 연결 요청에 대한 최소 세그먼트 가중치를 계산한다.

$$P_{ab}^n = \frac{N(D_{ab}^n)}{N(T_{ab}^n)} \quad (1)$$

$$CS_{ij}(ab) : \{(\pi_{ab}^n \cap \pi_{ij}) \neq \emptyset\} \cap (\Omega_{ab}^n \in F_{ij}) \quad (2)$$

$$\forall (i, j) \in P \setminus (a, b), \quad n = (1, 2, 3)$$

$$U_{ab}^n = \begin{cases} [ \text{if } (i, j) : S_{ab}^n \in CS_{ij}(ab) ] \\ \frac{N(W) - R(I_{ab}^n)}{N(W)} \\ [ \text{otherwise} ] \\ U_{ab}^n = 0 \end{cases} \quad (3)$$

식 (1)은 노드의 우선순위를 고려한 우선순위 가중치 계산을 보여주는 식으로  $N(D_{ab}^n)$ 는  $S_{ab}^n$ 에서 (a,b) 노드 쌍을 제외한 DaC 노드수이며,  $N(T_{ab}^n)$ 는  $S_{ab}^n$ 에서 (a, b) 노드를 제외한 중간 노드수이다. 식 (1)은 값이 작을수록 우선순위가 높다.

세그먼트 간의 혼잡도 계산 시 사용되는 식(2)는 미리 선택된 노드쌍 (i,j)의 최소 홉 수 경로에 대해 현재 멀티캐스트 세션을 요청한 노드쌍 (a,b) 세그먼트들의 혼잡 가능성을 나타내는 것이다. 식(3)은 현재 요청한 노드쌍 (a,b)를 제외한 모든 노드쌍 (i,j) 집합 P의 각 세그먼트 간의 가중치를 계산하는데 이용한다.

### III. 성능분석

본 논문에서 제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위해서 현재 미국 DWDM 망의 백본으로 사용되는 NSFnet 토폴로지를 사용한다. 멀티캐스트 모델의 성능 평가를 위해 망에서 가장 높은 degree를 가지는 노드 3개를 VS노드로 선택한다.

PMIPMR 알고리즘의 기반이 되는 member-only 알고리즘과 제안 알고리즘의 파장 수 그리고 파장 채널수를 비교하고, 파장 수의 이득(gain)과 파장 채널수의 손실(loss)를 분석함으로써 성능을 평가한다. 여기서 이득(gain)이란 제안된 알고리즘과 member-only 알고리즘 사이의 파장수 차를 나타내고, 손실(loss)은 제안된 알고리즘과 member-only 알고리즘 사이의 파장 채널수 차를 나타낸다. 그룹사이즈(Group Size: GS)는 전체 노드에서 멀티캐스트 서비스에 참여한 즉, 멀티캐스트 세션을 구성한 송신 노드와 수신 노드들에 대한 비율로 본 연구에서는 0.2, 0.3으로 정한다.

그림 2은 PMIPMR 알고리즘을 member-only 알고리즘과 비교하여 파장 수를 고려한 것으로 그룹사이즈

가 0.2일 때는 평균 9~11%, 그룹사이즈가 0.3일 때는 평균 약 7~9%의 성능향상을 보인다.

그림 3은 제안된 알고리즘이 경로상의 혼잡도 및 노드의 우선순위를 고려하여 라우팅을 하기 때문에 member-only 방식보다 파장 채널수가 조금 더 사용되었음을 보여주고 있다. 그러나 세션 수에 따른 파장 채널수의 손실 계산에서 그룹사이즈가 0.2와 0.3 모두 9%를 넘지 않음을 알 수 있다.

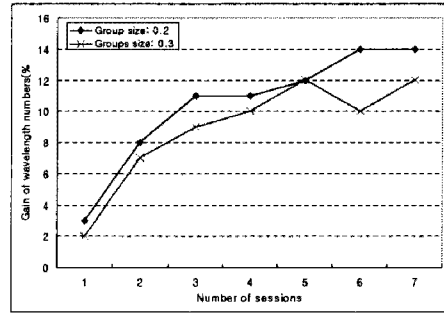


그림 2. 세션 수에 따른 파장 수의 이득

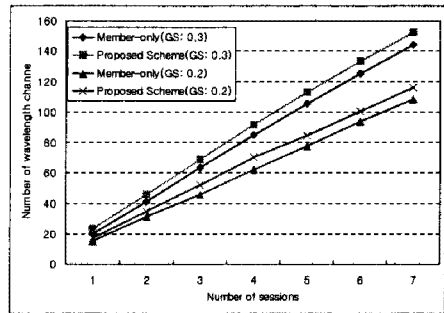


그림 3. 세션 수에 따른 파장 채널수

### IV. 결론

본 논문에서는 노드의 우선순위를 기반으로 멀티캐스트 세션 요구에 따른 경로 설정 시 혼잡도 및 트리 형성 지연시간을 개선시킨 PMIPMR 알고리즘을 제안하였다. 또한 시뮬레이션 결과를 통해 파장 채널수를 조금 더 사용하지만, 멀티캐스트 세션을 형성하는데 있어 좀 더 효율적이고 적은 수의 파장을 사용하여 멀티캐스트 트리를 형성할 수 있음을 보였다.

### 참고문헌

- [1] Mi-Ra Yoon et al., "Optical-LSP Establishment and a QoS Maintenance Scheme Based on Differentiated Optical QoS Classes in OVPNs," Photonic Network Commun., vol.7, no.2, pp.161-178, Mar. 2004.
- [2] N. Sreenath et al., "Virtual Source Based Multicast Routing in WDM Optical networks," Photonic Network Commun., vol.3, no.3, pp.213-226, Jul. 2001.
- [3] Xijun Zhang et al., "Constrained multicast routing in WDM networks with sparse light splitting," Journal of Lightwave Technology," IEEE vol.18, no.12, pp.1917-1927, Dec. 2000.