

GMPLS 네트워크에서 Lambda Routing Table 조희형 동적 라우팅 방식 및 특성

준회원 권 호 진*, 정회원 김 영 부**, 한 치 문*

Lambda Routing Table based Dynamic Routing Scheme and Its Characteristics on GMPLS Network

Ho-jin Kwon* Associate Members, Young-bu Kim** and Chi-moon Han* Regular Members

요 약

본 논문에서는 광 IP 네트워크에서 멀티 계층 라우팅시 발생하는 문제점을 해결하는 기존의 동적 멀티 계층 라우팅 방식에 대하여 설명하고, Lambda 라우팅 테이블 조희형 패킷 LSP 설정 방식을 제안한다. 기존 및 제안하는 방식 모두 먼저 광 경로(Lambda LSP)의 설정 유무를 판단한 후, 패킷 LSP를 설정하는 절차를 수행한다. 이 경우, Lambda LSP가 설정 되어있다면, Lambda LSP를 통하여 패킷 LSP 경로를 설정한다. 그러나 Lambda LSP가 설정 되어있지 않다면, 3가지 방식은 서로 다른 절차를 통하여 패킷 LSP 경로를 설정하게 된다. 기존 방식은 소스와 목적지 노드 사이에 2개 또는 그 이상의 노드를 거쳐 이용 가능한 Lambda LSP 또는 직접 접속이 가능한 Lambda LSP를 찾은 다음에 패킷 LSP를 설정하는 방식이다. 제안하는 방식은 소스와 목적지 노드 사이에서 패킷 LSP 설정은 Lambda LSP 라우팅 테이블을 조회하여 설정하는 방식으로 상위계층에서 하위계층의 라우팅을 동시에 수행하는 특징을 갖는다. 따라서 제안하는 방식은 라우팅 시간을 짧게 하는 방식으로 높은 p 에 대해서는 기존 방식에 비해 트래픽 수용 능력이 우수함을 보이고 있다. 여기서 p 는 packet-switching-capable port의 수를 의미한다.

Key Words : GMPLS, dynamic routing, multi-layer, traffic grooming

ABSTRACT

This paper describes the problems of the existing two multi-layer routing policies(policy 1 and policy 2) and suggests new multi-layer routing policy(policy 3) which is established the packet LSP by inquiry on packet LSP lambda routing tables for GMPLS based optical IP Network. All policies of multi-layer routing schemes first try to allocate a newly requested electrical path to an existing optical path that directly connects the source and destination nodes. If such a path is not available, all policies employ different procedures. Policy 1 tries to find available existing optical paths with two or more hops that connect the source and destination nodes and policy 2 tries to establish a new one-hop optical path between source and destination nodes. Policy 3 tries to establish a new one-hop optical path by inquiry on information of the packet LSP lambda routing tables between source and destination nodes. The performances of the three multi-routing policies are evaluated by computer simulation. Simulation results show that policy 3 is the excellent of routing time and traffic acceptance capabilities compare to existing two polices if p is large, where p is the number of packet-switching-capable ports p .

* 한국외국어대학교 전자정보공학과 차세대통신망연구실(hjkwon@hufs.ac.kr, cmhan@hufs.ac.kr)

** 한국전자통신연구원 광대역통합망연구단 통합망연구그룹(ybkim@etri.re.kr)

논문번호 : KICS2004-06-067, 접수일자 : 2004년 6월 29일

I. 서론

최근 통신망의 하부구조에 의해 전달되는 트래픽 양이 현저하게 증가하였으며, 이 트래픽은 주로 인터넷의 보편화에 의해 발생되었다. 금후 통신 트래픽은 계속 성장 할 것으로 예측된다. 따라서 네트워크 모델도 대량의 데이터 트래픽(음성, 영상, 일반 데이터)을 전달하는데 적합한 OTN (Optical Transport Network)^[1]을 기반으로 한 GMPLS (Generalized Multi-Protocol Label Switching) 구조^[2]로 진화 할 것이다.

따라서 GMPLS 기반 백본 네트워크에서는 파장 스위칭과 IP 및 MPLS 패킷 스위칭 기능을 할 수 있어야 한다. 파장 경로는 Lambda Label Switched Path(Lambda LSP)라 하고, 패킷 경로를 Packet Label Switched Path(Packet LSP)라 한다. 즉 패킷 LSP와 Lambda LSP 모두 설정 가능하여야 하기 때문에 멀티 계층 라우팅이 필요하다. 또한 멀티 계층 라우팅은 GMPLS 네트워크에서 멀티 계층 TE(Traffic Engineering)기능을 제공 하여야 되기 때문에 네트워크 상태에 따라 동적으로 라우팅이 가능하여야 한다^[3].

패킷 LSP는 Lambda LSP들로 구성된 광네트워크로 라우팅 된다. 이때 일정한 패킷 LSP 대역폭이 Lambda LSP 대역폭보다 매우 작을 때 소스와 목적지 IP 라우터 사이의 단일 홉 Lambda LSP는 효율적으로 대역폭을 이용하지 못한다. 따라서 네트워크 자원을 효율적으로 사용하기 위하여 여러 개의 패킷 LSP를 모아서 단일 Lambda LSP를 사용하여 전송한다. 이 집합을 traffic grooming이라 한다^{[4][5]}. 논문에서 traffic grooming을 하여 Lambda LSP상에서 전송한다고 가정한다. Traffic grooming 문제는 참고문헌 [4], [5]에 설명되어 있다.

Traffic grooming의 알고리즘으로는 two-layered route-computation algorithms(TLRC)와 single-layered route-computation algorithms(SLRC) 2가지가 있다. 본 논문에서 설명하는 기존의 2 방식(방식 1 과 방식 2)은 각 계층에서 라우팅을 계산하는 TLRC 기반 알고리즘으로 traffic grooming이 이루어지며, 제안하는 Lambda routing table 조희형 패킷 LSP 설정방식은 단일 계층에서 라우팅을 모두 수행하는 SLRC 알고리즘으로 traffic grooming을 한다고 가정하였다. 2개의 알고리즘은 조건에 따라 서로 다른 성능을 나타낸다^[6].

본 논문에서는 멀티 계층 라우팅시 발생하는 문제점을 해결하는 기존의 2 종류의 멀티 계층 동적 라우팅 방식과 Lambda routing table 조희형 멀티 계층 동적 라우팅 방식을 제안하고, 시뮬레이션을 통해 각 방식들의 특성을 제시한다. 논문의 구성은 2장에서 GMPLS 네트워크를 구성하는 Photonic MPLS 라우터 구조 및 모델, 멀티 계층 라우팅 문제에 대하여 설명하고, 3장에서는 기존의 멀티 계층 동적 라우팅 방식 개념을 설명 한다. 4장에서는 제안하는 Lambda routing table 조희형 멀티 계층 동적 라우팅 방식에 대하여 설명한다. 5장에서는 각 방식의 특성을 시뮬레이션을 통하여 분석하여 제안 방식의 우수성을 확인한다. 그리고 6장에서는 결론을 나타낸다.

II. Photonic MPLS 라우터 및 계층 라우팅 문제

GMPLS 기반 광 네트워크에서 사용되는 일반적인 Photonic MPLS 라우터의 구조는 Packet-switching 및 Lambda-switching 요소와 photonic-MPLS-router manager로 구성되며, photonic-MPLS-router manager는 GMPLS controller, Optical 링크 상태, IP 링크 상태 정보 및 멀티 계층 라우팅 엔진을 포함하고 있다.

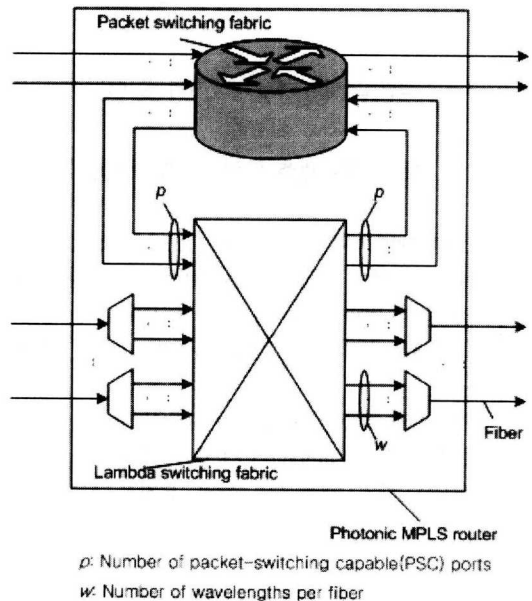


그림 1. Photonic MPLS 라우터 모델

이러한 Photonic MPLS 라우터 모델은 그림 1과 같이 Packet-switching 요소와 Lambda switching 요소는 내부 링크로 연결되어 있으며, 이 내부 링크의 수는 packet-switching-capable port의 수, 즉 p 를 나타낸다. 또한 패킷 계층과 Lambda 계층으로 나누어지며, 이때 각 계층마다 라우팅을 행한다⁷⁾.

이와 같은 멀티계층 라우팅 방식은 광 네트워크 상에서 문제점을 발생 시킨다. 멀티 계층 라우팅 문제는 그림 2에서와 같이 상위 계층에서 라우팅을 통하여 경로를 설정하지만, 하위 계층의 네트워크에서는 경로가 설정 되어 있지 않는 경우가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 동적 멀티 계층 라우팅 방식을 사용한다⁸⁾. 이에 대해서는 다음 장에서 설명한다.

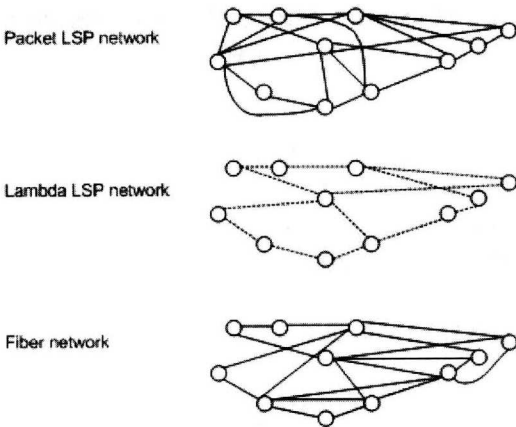


그림 2. 멀티 계층 라우팅의 문제점

III. 멀티 계층 동적 라우팅 방식

일정한 대역폭의 새로운 패킷 LSP를 설정 할 때, Lambda LSP는 해당 패킷 LSP에 따라 설정된다. 기존의 동적 멀티 계층 라우팅 방식에 대해 설명한다. 그림 3은 동적 멀티 계층 라우팅을 위한 구성을 나타낸다⁹⁾.

만약 상위 계층의 패킷 LSP 라우팅에 따라 새로운 하위 계층의 Lambda LSP를 설정하게 되면, 상위 계층은 하위 계층으로 설정 요청을 하게 되고 하위 계층은 이를 라우팅하여 상위 계층으로 통보한다¹⁰⁾.

기존의 동적 멀티 계층 라우팅 방식은 2가지가 있다. 2가지 방식 모두 소스 노드에서 목적지 노드까지 단일 Lambda LSP가 설정되어 있다면, 이를

사용하여 패킷 LSP를 설정한다. 만약 Lambda LSP가 설정되어 있지 않다면, 현재 설정되어 있는 2개 또는 그 이상 Lambda LSP를 사용하여 패킷 LSP를 설정하는 방식과 요구한 패킷 LSP를 위해 소스 노드에서 목적지 노드 까지 새로운 Lambda LSP를 설정하는 방식이 있다. 전자를 기존 방식-1(Policy 1) 후자를 기존 방식-2(Policy 2)라 한다.

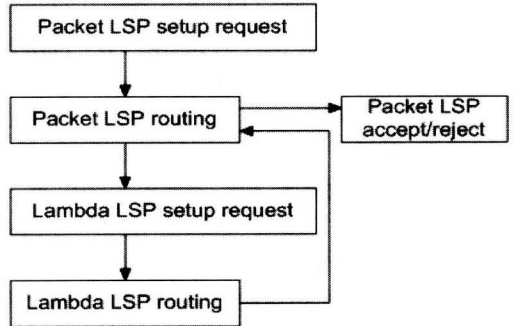


그림 3. 방식1 및 2의 멀티 계층 동적 라우팅 구성

상기 기존의 2 가지의 방식을 단계별로 나타내면 다음과 같다.

Policy 1(기존방식-1)⁹⁾

- 단계1: 요구한 새로운 패킷 LSP를 수용 할 수 있는 단일 Lambda LSP가 소스와 목적지 노드 사이에 설정되어 있으면, 단계 4로 그렇지 않으면 단계 2로
- 단계 2: 2개 또는 그 이상의 Lambda LSP가 설정 되어 있다면 단계 4(이때 Lambda LSP의 최대수는 H (hop)로 제한)로, 설정되어 있지 않다면 단계3으로
- 단계 3: 새로운 Lambda LSP가 설정 가능하면 단계 4로, 그렇지 않으면 단계 5로
- 단계 4: 패킷 LSP 설정하고 종료
- 단계 5: 패킷 LSP 설정 거부.

Policy 2(기존방식-2)¹⁰⁾

- 단계 1: 요구한 패킷 LSP를 수용할 수 있는 단일 Lambda LSP가 소스와 목적지 사이에 설정되어 있으면, 단계 4로 그렇지 않으면 단계 2로
- 단계 2: 새로운 lambda LSP가 설정 가능하면 단계 4로, 그렇지 않으면 단계 3으로
- 단계 3: 2개 또는 그 이상의 Lambda LSP가 설정 되어 있다면 단계 4로(이때 lambda LSP의 최대수는 H (hop)로 제한), 설정되어 있지 않다면

단계 5로

- 단계 4: 패킷 LSP 설정하고 종료
- 단계 5: 패킷 LSP 설정 거부

IV. Lambda Routing Table 조회형 패킷 LSP 설정 방식

Lambda 라우팅 테이블 조회형 패킷 LSP 설정 방식은 본 논문에서 제안하는 동적 멀티 계층 라우팅 방식으로 앞 절에서 설명한 기존방식-2와 유사하지만, 상위 계층에서 하위 계층의 라우팅까지 동시에 수행하여 하위 계층에 통보하는 라우팅 방식이다. 이 방식의 특징으로는 그림 4와 5에서 알 수 있듯이 라우팅 시간이 짧아지는 특징을 가지고 있다. 하지만 상위 계층에서 하위 계층의 라우팅을 수행하기 위한 라우팅 테이블을 유지하여야 하므로, 라우팅 테이블 정보를 관리할 메모리가 필요하다.

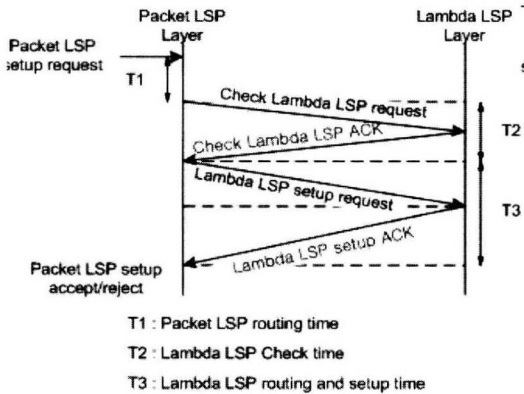


그림 4. Policy 1 과 Policy 2의 라우팅 시간

그림 6은 Lambda 라우팅 테이블 조회형 패킷 LSP 설정 방식을 나타내며, 제안 방식의 패킷 LSP 설정 절차는 다음과 같다.

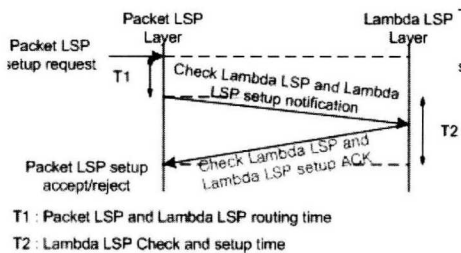


그림 5. Policy 3의 라우팅 시간

Policy 3(제안 방식)

- 단계 1: 요구한 패킷 LSP를 수용할 수 있는 단일 Lambda LSP가 설정되어 있으면 단계 4로, 그렇지 않으면 단계2로
- 단계 2: 패킷 계층에서 라우팅 하여 새로운 Lambda LSP가 설정 가능하면 단계 4로, 그렇지 않으면 단계 3으로
- 단계 3: 2개 또는 그 이상의 Lambda LSP가 설정 되어 있다면 단계 4로(이때 Lambda LSP의 최대수는 H로 제한), 설정되어 있지 않다면 단계 5로
- Step 4: 패킷 LSP 설정하고 종료
- Step 5: 패킷 LSP 설정 거부.

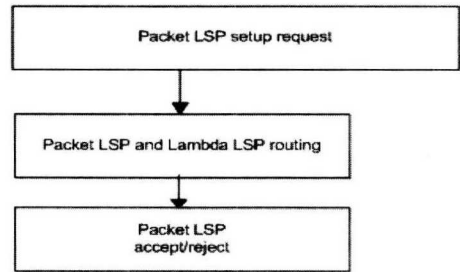


그림 6. Lambda 라우팅 테이블 조회형 패킷 LSP 설정 방식

V. 특성 평가

기존의 2가지 라우팅 방식과 제안한 라우팅 방식에 대하여 시뮬레이션 한 네트워크 모델은 그림 7과 같다. 네트워크 모델은 11개의 노드와 21개의 물리적 링크(파이버)로 연결되어 있다. 그리고 각 노드 사이에는 2개의 파이버로 양방향 전송을 한다. 각 파이버의 파장 수는 w 이고, 전송 속도는 10 Gbit/s 라고 가정하였다. 각 노드의 PSC(Packet-Switching Capable) 단자의 수는 p 이며, 각 방식에서의 패킷 LSP 홉 제한인 H는 2로 하였다. 패킷 LSP의 설정 요구는 포이송 분포, 지속 시간은 지수 분포로 가정하였다. 소스 노드에 패킷 LSP 설정 요구가 있으면, 라우팅을 거쳐 지속 시간까지 Lambda LSP의 자원을 이용한다. 즉 그림 8에서와 같이 패킷 LSP가 끝나는 시간은 $T1+T2$ 가 된다. 여기서 라우팅 시간인 T1은 그림 4와 그림 5에 나타나는 것과 같이 동적 멀티 계층 라우팅 방식 1과 방식2는 같고 제안하는 방식 3과는 차이가 난다. 네트워

크 모델에서 트래픽 특성의 시뮬레이션은 패킷 LSP 설정 요청의 블로킹 확률이 0.01이하 일 때까지의 트래픽 양으로 정의한다. 또한 라우팅 계산시 사용되는 최단경로 알고리즘은 다익스트라 알고리즘을 사용하였다.

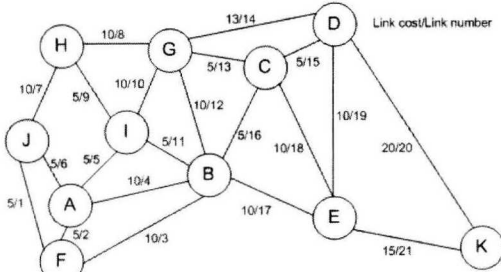


그림 7. 네트워크 모델

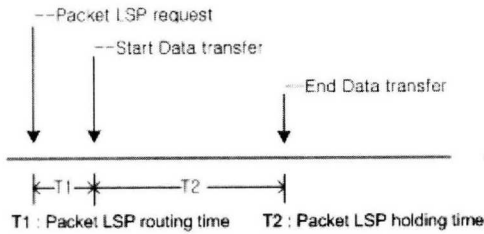


그림 8. 패킷 LSP 설정 및 보유 시간

그림 9는 각 방식별 라우팅 시간의 변화를 나타냈다. 각 방식의 라우팅 시간은 임의로 설정하여 시뮬레이션 하였다. 그림 4에서 방식 1과 방식 2는 $T1+T2+T3$ 가 되고 ($0.5+0.5+0.5=1.5ms$) 그림 5에서 방식 3은 $T1 + T2$ 가 ($0.6+0.6 = 1.2 ms$)이 된다. 그림 9로부터 노드에서 패킷 LSP 설정 요구의 실패율에 따라 라우팅 시간이 증가 하는 것을 알 수 있다. 또 방식 3이 방식 1과 방식2에 비해 라우팅 시간이 짧은 것을 알 수 있다.

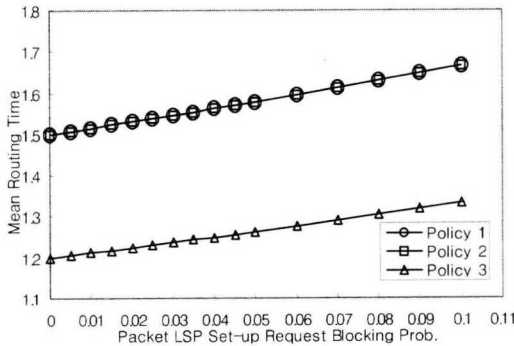


그림 9. 각 방식 별 라우팅 시간 특성

그림 10, 그림 11, 그림 12는 패킷 LSP 요구 대역폭이 500 Mbit/s 일 때 각 방식 별 내부 링크의 수 p 와 파장 수 ω 의 변화에 대한 네트워크에서 허용할 수 있는 트래픽의 양을 시뮬레이션 한 결과이다.

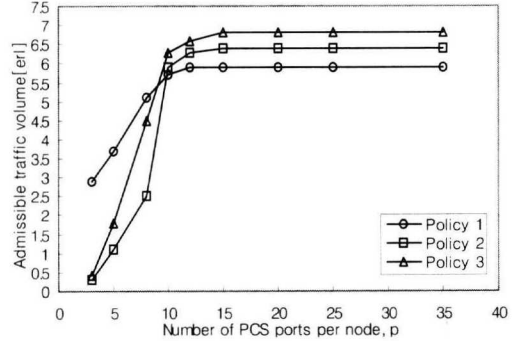


그림 10. 각 방식 별 전송 트래픽 특성($\omega=6, 500Mbit/s$)

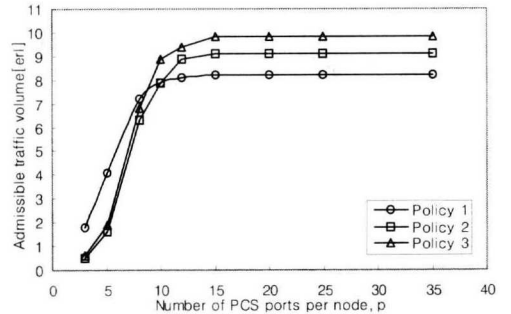


그림 11. 각 방식 별 전송 트래픽 특성($\omega=8, 500Mbit/s$)

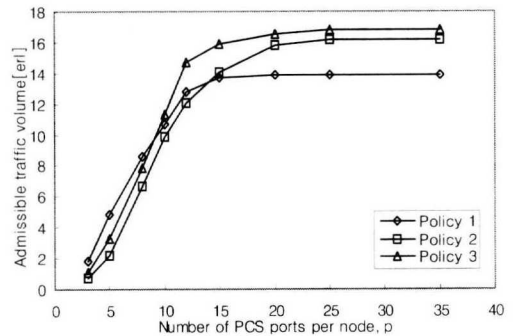


그림 12. 각 방식 별 전송 트래픽 특성($\omega=12, 500Mbit/s$)

p 가 작을 때 라우팅 실패는 주로 PSC 단자수 에 기인한다. 이 경우 파이버의 파장이 낭비 되어도 이미 설정된 Lambda LSP가 새로운 패킷 LSP 설정

을 가능 하도록 한다. 그렇기 때문에 낮은 p ($p < 10$)에 대해서는 방식 1이 우수한 성능을 나타내며, 높은 p 에 대해서는 라우팅 실패의 원인이 PSC 단자 수가 아닌 파장 수 때문에 발생한다. 이 경우는 PSC 단자를 효과적으로 이용할 수 있기 때문에 낮은 p 에서와 달리 방식 2와 방식3이 우수한 성능을 나타낸다. 또한 제안한 방식 3이 패킷 LSP의 설정 대기 시간인 라우팅 시간이 짧기 때문에 전체적으로 방식 2보다 우수한 성능을 나타냈다.

그림 13, 그림 14, 그림 15는 패킷 LSP 요구 대역폭이 1 Gbit/s 일 때 각 방식 별 내부 링크의 수 p 와 파장 수 ω 의 변화에 대한 네트워크에서 허용할 수 있는 트래픽의 양을 시뮬레이션 한 결과이다. 그림 10, 그림 11, 그림 12와 비교하여 보면 policy 1과 policy 2의 차이가 작은 것을 확인할 수 있다. 패킷 LSP의 요구 대역폭이 Lambda LSP의 대역폭과 비슷하면 traffic grooming이 이루어 지지 않기 때문에 차이가 작아지게 된다. 만약 Lambda LSP의 대역폭이 10 Gbit/s 이고 패킷 LSP의 요구 대역폭이 10 Gbit/s라면 policy 1과 policy 2와 결과가 같게 나올 것이다. 하지만 policy 3은 라우팅 시간이 짧아 대기 시간이 짧아져 전체적으로 우수한 성능을 나타내는 것을 알 수 있다.

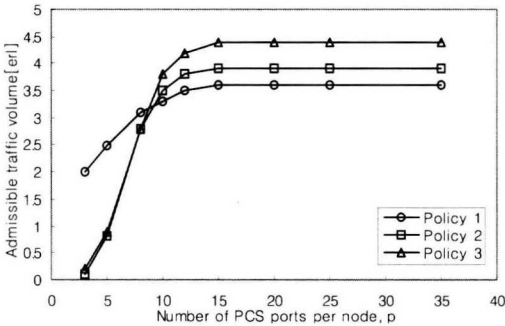


그림 13. 각 방식 별 전송 트래픽 특성(ω=6, 1Gbit/s)

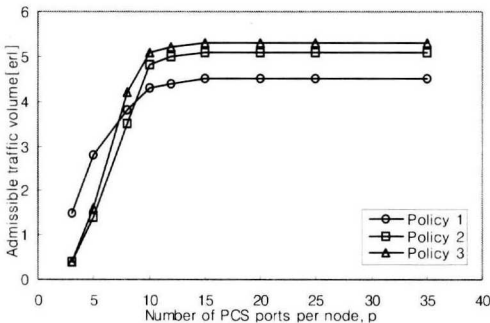


그림 14. 각 방식 별 전송 트래픽 특성(ω=8, 1Gbit/s)

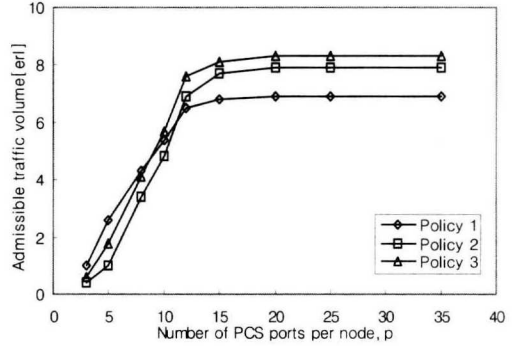


그림 15. 각 방식 별 전송 트래픽 특성(ω=12, 1Gbit/s)

패킷 요구 대역폭이 1Gbit/s일 때도 500Mbit/s와 같이 p 가 작을 때 라우팅 실패는 주로 PSC 단자 수이다. 그렇기 때문에 낮은 p 에 대해서는 방식 1, 높은 p 에 대해서는 라우팅 실패의 원인이 PSC 단자 수가 아닌 파장 수 때문에 발생하기 때문에 방식 2와 방식 3이 우수한 성능을 나타낸다. 또한 제안한 방식 3이 패킷 LSP의 설정 대기 시간인 라우팅 시간이 짧기 때문에 전체적으로 방식 2보다 우수한 성능을 나타낸다.

VI. 결론

GMPLS 기반 백본 네트워크는 Lambda LSP 라우팅 및 패킷 LSP 라우팅을 수행하는 동적 멀티 계층 라우팅을 하여야 한다. 하지만 이러한 멀티 계층 라우팅시 상위 계층에서 라우팅을 통하여 경로를 설정하지만 하위 계층의 네트워크에서는 경로가 설정 되어 있지 않는 문제점이 발생한다.

본 논문에서는 이러한 멀티 계층 라우팅 문제를 해결하는 기존의 라우팅 방식을 설명하고 Lambda 라우팅 테이블 조희형 패킷 LSP 설정 방식을 제안하고, 각 방식의 성능을 시뮬레이션을 통해 분석 하였다. 기존 방식 및 제안 방식은 소스 노드에서 목적지 노드까지 단일 Lambda LSP가 설정되어 있다면, 이를 사용하여 패킷 LSP를 설정한다. 만약 설정 되어 있지 않다면, 현재 설정되어 있는 2개 또는 그 이상 Lambda LSP를 사용하여 패킷 LSP를 설정하는 방식(방식-1)과 요청된 패킷 LSP를 위해 소스 노드에서 목적지 노드까지 새로운 Lambda LSP를 설정하는 방식 (방식-2)이 있다. 제안하는 Lambda 라우팅 테이블 조희형 패킷 LSP 설정 방식은 상위 계층에서 하위 계층의 라우팅까지 동시에 수행하여 하

위 계층에 통보하는 라우팅 방식으로 동일한 성능을 유지하면서 라우팅 시간을 줄일 수 있다.

각 방식별 라우팅 시간과 트래픽 처리 (전달) 특성에 대해 비교 분석하였다. 그 결과 라우팅 시간은 제안하는 방식이 가장 짧고, 전달 트래픽 량에 대해서는 낮은 p 에 대해서는 방식 1 그리고 높은 p 에 대해서는 방식 2와 제안 방식인 방식 3이 우수한 성능을 보였다. 그리고 패킷 요구 대역폭이 500Mbit/s, 1Gbit/s 일 때, 시뮬레이션을 한 결과 방식 1과 방식 2의 허용되는 트래픽의 차이가 500Mbit/s 일 때 보다 1Gbit/s 일 때 작다. 그렇기 때문에 높은 대역폭에 있어서는 방식 1이 우수한 성능을 나타내며, 본 논문에서 제안하는 Lambda routing table 조희형 패킷 LSP 설정 방식은 패킷 LSP의 대역폭에 상관없이 전체적으로 우수한 성능을 나타내고 있다. 그러나 제안 방식은 Lambda 라우팅 테이블 조희형 패킷 LSP 설정 방식이므로 하위 계층의 라우팅 테이블을 유지하기 위해 메모리가 필요하다. 그러나 네트워크 자원을 보다 효율적으로 사용할 수 있고, 라우팅 시간이 짧으므로 기존의 동적 멀티 라우팅 방식보다 우수함을 알 수 있다.

금후 연구는 제안 방식에 대해서 하위 계층의 라우팅 테이블을 유지하기 위해 메모리의 정량적인 검토가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] ITU-T, "Architecture of Optical Transport Network," *Recommendation G.872*, Nov. 2001.
- [2] E. Mannie(Editor) et al., "Generalized MPLS Architecture," *draft-ietf-ccamp-gmpls-architecture-03.txt*, Aug. 2002.
- [3] K. Kompella and Y. Rekhter, "LSP Hierarchy with Generalized MPLS TE," IETF draft, *draft-ietf-mpls-lsp-hierarchy-08.txt*(work in progress)
- [4] K. Zhu and B. Mukherjee, "Traffic Grooming in an Optical WDM Mesh Network," *Proc. IEEE ICC 2001*, pp. 721-725, 2002.
- [5] K. Zhu and B. Mukherjee, "Dynamic Traffic Grooming in an Optical WDM mesh network with Distributed Control," *Proc., APOC 2001 Conference*, Beijing, Chinam, Nov. 2001.
- [6] K. Zhu and B. Mukherjee, "On-Line Approaches for Provisioning Connection of Different Bandwidth Granularities in WDM Mesh Networks," *Prof. Optical Fiber Communication (OFC) 2002*, Mar. 2002.
- [7] K. Sato et al., "GMPLS-based Photonic Multi-layer Router Architecture: An Overview of Traffic Engineering and Signaling Technology," *IEEE commu.m*, vol.40, no.3, pp.96-101, Mar. 2002.
- [8] E. Oki et al., "A Heuristic Multi-Layer Optimum Topology Design Scheme Based on Traffic Measurement for IP+Photonic Networks," *Prof. OFC 2002*, Mar. 2002.
- [9] D. Papadimitriou et al., "Generalized MPLS Architecture for Multi-Region Networks," IETF draft, *draft-vigoureux-shiomoto-ccamp-gmpls-mrn-01.txt*(work in progress).
- [10] E. Oki et al., "Multi-layer Dynamic Routing in GMPLS networks," *Technical Report of IEICE*, pp. 7-12, May. 2003

권 호 진(Ho-jin Kwon)

준회원

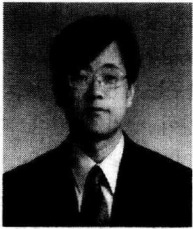


2002년 2월 : 한국외국어대학교
전자공학과 졸업(공학사)
2004년 8월 : 한국외국어대학교
전자정보공학과 졸업(공학석사)

<관심분야> 광 네트워크, MPLS 및 GMPLS OAM

김 영 부(Young-bu Kim)

정회원



1982년 2월 : 한양대학교 전기
공학과 졸업(공학사)
1984년 2월 : 한양대학교 전기
공학과 졸업(공학석사)
1984년 3월~현재 : 한국전자통
신 연구원(ETRI) BcN 설계
팀장(책임연구원)

1984년 3월~1991년 12월 : 전전자교환기(TDX-1,
TDX-1A, TDX-1B, TDX-10) 개발 참여
1992년 1월~1998년 12월 : ATM교환기(ACE-64/
256/2000) 구조 연구 책임자
1999년 1월~2000년 12월 HAN/B-ISDN Nwt 대가
Engineering 연구 책임자
2001년 1월~현재 : BcN 설계 책임자
<관심분야> 광 인터넷, 차세대 네트워크 기능 구조
및 설계

한 치 문(Chi-moon han)

정회원



1977년 2월 : 경북대학교 전자
공학과 졸업(공학사)
1983년 8월 : 연세대학교 전자
공학과 졸업(공학석사)
1990년 9월 : The University
of Tokyo 전자정보공학과
공학박사

1997년 2월~1993년 3월 : 한국과학기술원(KIST)
연구원
1993년 4월~1997년 2월 : 한국전자통신연구원 책임
연구원 교환기술연구단 계통부장 역임
1997년 3월 ~현재 : 한국외국어대학교 전자정보공
학부 교수
<관심분야> 광인터넷, MPLS 및 GMPLS, 홈네트워
크, Network Security 등