

논문 2005-42TC-5-2

광 패킷 레이블 스택구조 기반의 LSP 터널운용을 위한 머징 포인트

(Merging points for the operation of a LSP tunnel based
on an optical label stack structure)

김 경 목*, 오 영 환*

(Kyoung-Mok Kim and Young-Hwan Oh)

요 약

최근 인터넷 트래픽의 급격한 증가로 다양한 트래픽 처리를 위한 대역폭 확보 및 효율적인 트래픽 처리가 요구되게 되었다. 이러한 요구에 광대역의 대역폭을 지원하는 파장단위의 전송이 소개 되었으며 다양한 트래픽 처리를 위한 레이블 처리 절차가 연구 되었다. 본 논문에서는 기존의 MPLS 레이블 스택 처리 단위의 복잡성을 해결하고 광 신호의 정형화된 레이블 스택구조를 소개하여 LSP 터널 내 외부에서 발생하는 레이블 머징의 상관관계를 분석하였다. 적응적인 레이블 구조 및 머징 포인트를 적용함으로써 GMPLS에서 발생하는 계층적인 레이블을 획일적으로 단순화 시킬 수 있고 백본 네트워크의 요구에 따른 선택적인 레이블 선정기준은 비용 및 처리시간 측면에서 보다 유리한 장점을 가질 수 있다.

Abstract

Establishment of bandwidth and effective traffic processing are required to treat various traffics according to a rapid increase in Internet traffic. A wavelength based transferring method was introduced to support a broadband bandwidth according to this requirement, and consequently, a label processing procedure has been investigated to treat various traffics. This paper introduces a regular shape of stack structure in order to solve the present MPLS label stack processing unit, and analyzes the relationship to label merging, which is initiated between label merging inside and outside the LSP tunnel. By applying an adaptive label structure and merging point, a hierarchical label, which is aroused in the GMPLS, can be uniformly simplified and improved from the perspective of cost and processing time at a node

Keywords : GMPLS, LSP, Merging .

I. 서 론

인터넷 트래픽의 다양화로 인한 패킷의 처리 절차가 복잡화됨에 따라 획일적인 패킷 처리를 위한 MPLS (Multi-Protocol Label Switching) 기술이 소개 되었다.

MPLS 기술은 다양한 트래픽의 경로 설정을 위한 레이블을 정의함으로써 고속의 데이터 처리는 물론

GMPLS 제어 평면에 사용될 시그널링 절차를 제공하고 있다. 그러나 사용되지 않는 레이블의 할당은 트래픽 효율성을 저하시키는 결과를 초래할 수 있으므로 적절한 레이블 필드의 운용이 네트워크의 경제성을 향상시킬 수 있다. 전 광망 구조의 광 패킷 운용을 위해서는 먼저 데이터 부분과 시그널 부분으로 구분되고 시그널 부분은 헤더 검색, 라우팅 기능, 새로운 헤더정보 생성 등의 기능을 수행하기 위해 전기 신호의 변화가 필요하게 된다. 데이터 부분인 페이로드 부분은 단순히 파장 변환 및 파장 스위칭의 기능만으로 전송이 가능하며 전

* 정회원, 광운대학교 전자통신공학과
(Dept. of Electronics and Communications
Engineering, Kwangwoon University)
접수일자: 2005년3월17일, 수정완료일: 2005년5월9일

광 스위치 구조의 형태를 띠게 된다^{[1][2][3]}.

전 광망에서의 데이터 처리를 위해 구성되는 GMPLS 데이터 구성형태는 광 패킷으로 형성되며 패킷의 헤더 부분 또한 계층적인 트래픽 처리를 위한 스택 구조로 생성되고 처리 된다. 패킷 헤더의 길이와 처리 시간은 trade-off 관계로 형성되며 적절한 크기가 필요하게 된다^{[4][5][6][7]}.

제안한 알고리즘은 레이블의 레벨을 하위 레이블과 상위 레이블로 구분하여 처리하게 된다. 즉 하위 레벨에서는 end-to-end LSP(Label switched Path)단위로 처리되고 상위 레벨에서는 LSP 터널구조로 처리되며 실질적인 스위칭 동작을 수행하게 된다. 레이블이 추가되고 삭제되는 과정은 레이블 push동작과 pop 동작으로 수행된다. 따라서 계층 구조에서의 트래픽 처리 동작을 위한 레이블 스택 동작을 획일화시킴으로써 처리 시간의 단축 및 전송 비용의 절약 효과를 기대할 수 있다. OPS(Optical Packet Switch)에서의 레이블 스택킹 방법으로 여러 가지의 기술이 제안되고 있지만 광 신호 특성상 한계를 드러내게 되어 4 레벨 계층 구조의 스택 형태를 가정하여 각 노드에서의 동작절차를 정의하였다. 4레벨 계층구조에서 상대적인 내 외부 레이블 머징이 발생하게 되면 레이블 스택 정보가 다르기 때문에 레이블 매핑을 위한 별도의 업데이트 정보를 필요로 한다. 이렇게 발생한 정보는 노드에서의 지연 시간 및 소요 대역폭을 증가 시킬 수 있다. 따라서 본 논문에서는 스택 구조를 갖는 GMPLS 네트워크에서 터널 내 외부에서 발생하는 업데이트 정보 및 처리 시간의 비교를 통해 보다 효율적인 운용방식의 머징 포인트 적정 점에 초점을 맞춰 연구를 진행하였다.

II. 4-레벨 레이블 계층구조

아래의 그림 1과 같이 3개의 LSP 터널을 포함하는 16개의 노드로 구성된 GMPLS 기반의 네트워크에서 계층 구조를 가지는 노드는 6개의 노드로 구성된다. 각 노드에서 발생하는 Flow는 ingress 노드에서 새로운 레이블 스택을 구성하고 egress노드에서 구성된 스택의 디코딩 과정을 수행한다. 여기에 사용되는 레이블은 광 경로 설정을 위한 중요한 정보로 사용된다. 중간 노드에서 점선으로 구성된 부분은 레이블 스택킹이 구성되고 전송되는 경로를 나타낸다. 노드에서 발생하는 Flow는 $F_{a,b}$ 형태로 표시되며 a는 레벨, b는 Flow의 일련번호를 의미한다. $R_{a,b}$ 는 노드를 의미하며 a는 레벨, b

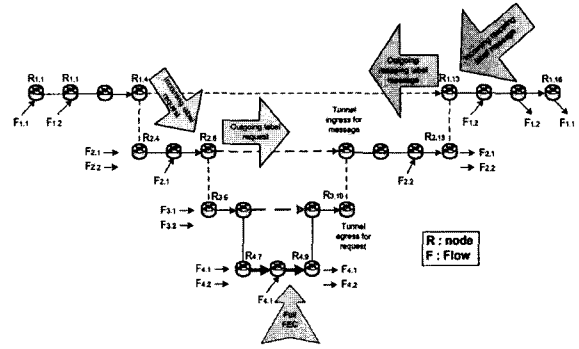


그림 1. 4 레벨 LSP 구성 네트워크
Fig. 1. LSP configuration network with 4-levels.

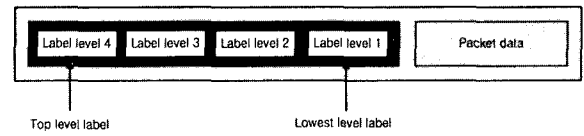


그림 2. 레이블 스택 패킷
Fig. 2. Label stack packet.

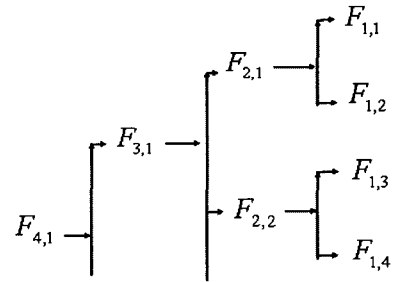


그림 3. FEC hierarchy
Fig. 3. FEC hierarchy.

는 노드의 일련번호를 의미한다.

그림 2는 레이블 스택 패킷의 구성도이다. 각각의 계층별 레이블이 순서대로 추가되어 구성되는 형태를 나타내고 있다.

레이블의 크기 및 정의는 다음과 같다.

$$C_1 = \sum_{n=1}^N K_n$$

여기서, C_1 은 가장 낮은 레벨 FEC의 수, K_n 은 노드 n에서의 집성된 서비스 등급의 수를 의미한다. 이렇게 구성된 FEC당 하나의 레이블이 부여되며 경로 설정의 정보로 사용된다. 만약 서비스의 등급이 5등급으로 나뉘며 100개의 노드가 있다고 가정한다면 레이블 구분을 위한 패킷 필드의 크기는 적어도 9비트 이상이 되어야 한다. 다음 식은 상위레벨과 하위레벨에서의 FEC 수의 관계를 나타낸 것이다. 즉, 좌측으로 갈수록 집성도가 높아지고

우측으로 갈수록 다양한 서비스를 포함한 보다 많은 FEC를 의미한다.

$$C_m \leq C_{m-1} \leq C_{m-2} \cdot \cdot \cdot \leq C_1 = \sum_{n=1}^N K_n$$

그림 3은 발생하는 Flow의 레벨단위에 따른 포함관계를 나타낸 것이다. 최상위 레벨에서의 F4,1 은 하위레벨의 모든 FEC정보를 포함하여 LSP 터널 내에서 경로 설정을 담당한다.

III. 레이블 스택킹 동작 절차

레이블 스와핑 및 스택 동작을 위해 그림 4와 같은 프로토콜을 사용한다. 각 노드는 NHLFE (Next Hop Level Forwarding Entry), DLSIE (Decoded Label Stacking Identification Entry), FTND (FEC-To-NHLFE/DLSIE)를 지속적으로 업데이트 하여 네트워크 토폴로지 및 기타 상태 변화가 발생했을 때 원활한 경로 설정 과정을 수행한다.

TTL은 GMPLS와 MPLS에서 정의된 바와 동일하게 동작하는 레이블이며 네트워크에서 실질적인 스위칭에 사용된다. ELSI(Encoded Label Stack Identifier)는 새롭게 정의된 필드이며 각각의 LSP 터널에서 고유한 값을 가지고 단일 네트워크에서 모든 스택 레이블의 교환 작업을 담당한다. 또한 계층적인 레이블 요청 요구가 발생 시 가상 스택 동작 및 포워딩 동작을 수행한다. 이 값은 동일한 LSP에서는 고유한 값을 가지지만 다른 LSP에는 같은 값을 가질 수 있다. 이러한 레이블 유지 및 분배를 위한 프로토콜은 MPLS에서 사용하는 CR-LDP, RSVP-TE를 사용한다. 노드에서 레이블 요구가 발생하면 NHLFE를 검색하여 TTL값에 따라 레이블이 부여된다. 만약 가상적인 스택 동작을 수행하면 DLSIE를 사용하여 출력단의 ELSI값을 부여한다. DLSIE는 계층적인 레이블 스와핑 동작을 위해 NHLFE와 함께 동작하며 패킷 단위의 처리를 행한다. 즉, 각각의 NHLFE는 여러 개의 DLSIE 테이블을 가진다.

FEC와 FTND와의 매핑 테이블 유지는 시그널링 및 ELSI 스와핑, 시그널링 동작의 설정 및 해지를 위해 필요하다. 예를 들어 R2,12 로 패킷이 인입되면 NHLFE의 상위레벨이 검사되어 레이블이 부여되고 다음노드로 전달된다. 이때 계층적인 레이블이 발생하지 않으므로 ELSI는 필요하지 않다. 다음노드인 R1/2,13 에서는 가

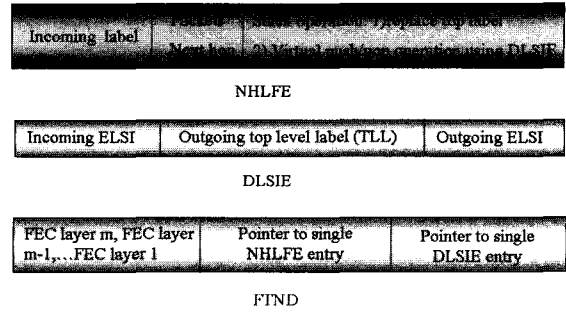


그림 4. NHLFE/DLSIE/FTND
Fig. 4. NHLFE/DLSIE/FTND.

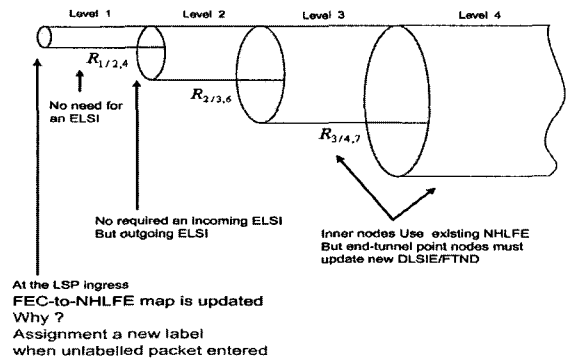


그림 5. 각 노드에서의 레이블 분배 동작
Fig. 5. Label Distribution procedure at nodes.

상 스택동작을 정의 하므로 TTL과 ELSI에 의해 DLSIE가 새롭게 생성되고 다음노드로 전달된다. 출력단의 LSP는 레벨 1 노드이며 ELSI값은 Null 값으로 셋팅 되어 다음 노드인 R1,14 로 전달된다. 이후의 전달 방법은 일반적인 스위칭 방식에 준한다. 그림 5에서와 같이 중단 지점까지의 전송 과정 중에 터널 입구 노드는 3개이며 최초의 인입 노드에서는 FEC-to-NHLFE 맵이 업데이트 되어 노드 간 전달 과정이 시작된다.

레이블 요구가 R1,1에서 R1,16 으로 발생하면 집성 지점에 도착했을 때 계층 노드에서는 하위레벨 정보를 포함한 FEC 정보를 취급하여 LSP를 초기화 한다. 즉, 입력단의 레이블 요구가 [F2,1→F1,1]에서 출력단의 레이블 요구가 [F3,1→F2,1→F1,1]으로 변하게 된다. 이러한 과정을 거쳐 egress노드에서는 반대의 동작을 수행하여 원하는 Flow를 취하게 된다. 레이블 요구가 최종 노드까지 전달되면 레이블 매핑 메시지가 업스트림 노드로 리턴된다. 이렇게 리턴되는 메시지는 새로운 DLSIE를 생성하며 NHLFE에 할당되고 최종적으로 FTND 업데이트가 완료된다. LSP 터널 내부의 노드에서는 가상 스택 동작이 필요하지 않으므로 FTND 매핑이나 DLSIE도 필요하지 않다. 하지만 터널의 ingress 노드에는 위의 매핑 및 업데이트가 필요하게 된다.

IV. 터널 내부/외부에서의 레이블 머징

16개의 직렬 노드는 계층구조를 갖는 노드와 그렇지 않는 노드로 구분되며 이러한 3개 터널의 구분 점은 일반 노드, 1차, 2차, 3차 터널 노드로 구성된다. 노드의 종류에 따라 레이블 설정에 필요한 시그널링 트래픽 정도가 상대적으로 다르게 발생기 때문에 소요 레이블 수와 트래픽과는 교환관계를 형성하게 된다. 예를 들어 R2,5에서 머징이 발생하면 머징 후 LSP터널의 첫 번째 노드인 R2,6에서는 이미 레이블 매핑 정보의 업데이트가 완료되었으므로 요구 및 매핑 메시지가 종료된다. 즉, 중복된 요구 메시지의 전달은 생략된다. LSP 터널 내부에서 머징이 발생하면 기존의 테이블은 이전에 완료된 테이블 정보이므로 새로운 레이블 매핑을 요구하게 된다. 이유는 터널 내부라도 머징의 정보를 업데이트해야 하기 때문이다. 이로 인해 별도의 업데이트 트래픽이 발생하므로 채널 환경은 나빠지게 된다. 터널 외부에서 업데이트 정보가 필요하지 않더라도 실질적인 네트워크 자원예약을 위한 별도의 시그널링 정보는 필요하게 된다.

터널 내 외부에서의 무한한 머징은 소요시간을 증가시키는 원인이 되지만 레이블 수량을 감소시키는 결과를 낳게 된다. 따라서 머징 포인트의 적절한 선정은 네트워크 cost측면과 레이블 매핑 효율의 trade-off 관계형성에 있어 중요한 요소로 작용하게 된다. 다음 절에 소개되는 성능평가를 위해 상대적인 노드의 종류를 4가지로 구분하였으며 서로 다른 머징 확률을 갖게 되어 상대적인 다른 결과 값을 산출하게 된다.

V. 성능평가 및 고찰

성능평가를 위해 전체 노드의 개수는 16개로 가정하였으며 일반노드가 될 수 있는 노드는 16개, 1차 터널 노드는 7개, 2차 터널 노드는 5개, 3차 터널 노드는 3개로 구성하였다. 노드의 종류에 따라 서로 다른 레이블 설정 확률 값으로 적용 하였다. 머징 발생 전 일반 노드에서의 Flow 하나당 처리시간은 10ms, 업데이트 완료시간은 20ms로 가정하였으며 Flow의 크기는 1024bit의 크기이고 머징의 최대 개수는 전체 노드의 수인 16개 이내에서 발생하는 것으로 가정하였다. 업데이트 완료시간이 처리시간보다 많은 이유는 요구와 응답 과정으로 구성되기 때문이다. 파이버 당 채널 구성은 DWDM 네트워크의 최소단위인 8개의 채널로 가정하였다.

1. 레이블 처리 시간 (T)

터널 내부에서 머징이 발생 할 경우 하나의 LSP 설정을 위한 시그널링 절차가 머징 요구 수만큼 증가하게 되어 시간 또한 증가 하게 된다. 각 노드에서의 레이블 설정 확률은 P_{NS} (Node Setup Probability)로 정의하며 구분된 노드의 종류에 따라 다른 값을 갖게 된다. 중단 지점까지의 전송 성공 확률에 따라 전송 레이블 전송 시간이 결정된다. 다음 식은 일반적인 노드에서의 설정 확률 값을 정의한 것이다.

$$P_{TNS} = \prod_{i=1}^k (P_{NSS_i}) = \prod_{i=1}^k (1 - P_{NSF_i}) \quad (1)$$

P_{NSF} (Node Setup Failure Probability)는 레이블 설정 실패 확률이며 P_{NSS} (Node Setup Success Probability)는 레이블 설정 성공 확률이다. 성능평가를 위해 노드에서 레이블 설정 실패 확률은 극소 값으로 가정하여 위의 식은 (2)와 같이 단순화 시킬 수 있다. 따라서 레이블 처리 시간에서 적용되는 P_i 값은 아래 수식에 의해 산출된다.

$$P_{TNS} = \prod_{i=1}^k (1 - P_{NSF_i}) \approx 1 - \sum_{i=1}^k P_{NSF_i} \quad (2)$$

각 노드에서의 레이블 처리 시간(T_n)은 다음의 네 가지 요소로써 구성된다.

$$T_n = T_{REC} + T_{SRC} + T_{ASGN} + T_{STACK} \quad (3)$$

R_{REC} 는 레이블 복구시간, T_{SRC} 는 레이블 검색 시간, T_{ASGN} 은 레이블 설정 시간, 그리고 T_{STACK} 은 레이블 스택 구성 시간으로 구성된다. 따라서 전체 노드에 대한 레이블 처리시간은 다음과 같이 정의될 수 있다.

$$T_t = \frac{K \cdot T_a}{\mu_a - \lambda_a} \sum_{i=1}^{M - \max(m, n)} (1 - p_i)^{-1} \quad (4)$$

표 1에서 K값은 머징이 발생하지 않았을 경우와 비교하기 위한 상수 값이며 머징 발생 수에 따라 결정되어지는 값이기도 하다.

그림 6과 같이 각 노드에서 노드의 수가 증가 할수록 많은 레이블을 포함하는 high 스택 구조의 트래픽을 전달하므로 레이블 설정 시간이 증가한다. 터널 내부와 외부는 계층노드들 중심으로 구분되며 레이블 설정 확

표 1. 성능평가 파라미터

Table 1. Parameters for evaluation.

기호	내용	값
K	머징이 발생하지 않았을 경우의 상수 값	variable
M	노드에서의 최대 머징 값	16
max(m,n)	전체 노드와 머징 가능 노드의 교집합 최대 값	M-x
P_i	i 번째 노드의 레이블 설정 성공 확률	[0, 1]
μ_a	전체 노드에서의 평균 Flow 서비스 율	variable
λ_a	전체 노드에서의 평균 Flow 도착 율	Poisson
T_a	전체 노드에서의 평균 레이블 처리 시간	variable

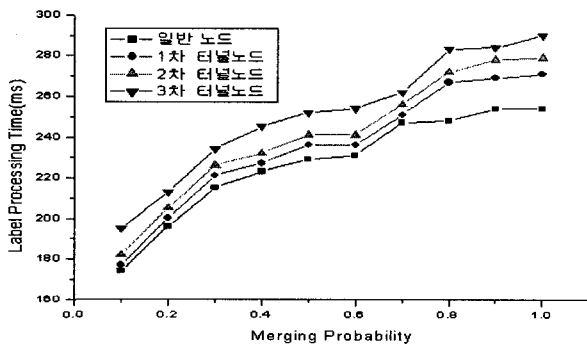


그림 6. 머징 확률에 따른 레이블 처리시간
Fig. 6. Label processing time according to merging probability.

률이 다르게 발생하므로 처리 시간 또한 차이가 난다. 즉 다시 말하면 터널 내 외부를 상대적으로 1차, 2차, 3차 터널로 구분하여 노드의 수가 증가함에 따라 처리 시간 또한 증가 하는 형태를 띠게 된다. 전반적으로 3차 터널에서 가장 많은 처리시간을 요구하게 된다. 이유는 보다 안쪽 터널에서 보다 작은 레이블 설정 확률 값 및 높은 머징 상수 값을 갖기 때문이다.

2. 레이블 요구 대역폭 (BW_s)

발생하는 Flow가 증가함에 따라 요구되는 레이블은 증가하지만 머징이 터널 내부 또는 외부에서 발생하면 소요 레이블은 감소될 수 있다. 즉, 업데이트 정보의 발생 유무에 따라 결정되며 계층 노드에서는 이미 업데이트가 완료된 상태이므로 전달 받는 요구 및 매핑 메시지는 중단된다. 비 계층 노드는 정상적으로 동작한다. 따라서 전자의 경우는 상대적으로 작은 대역폭을 요구하

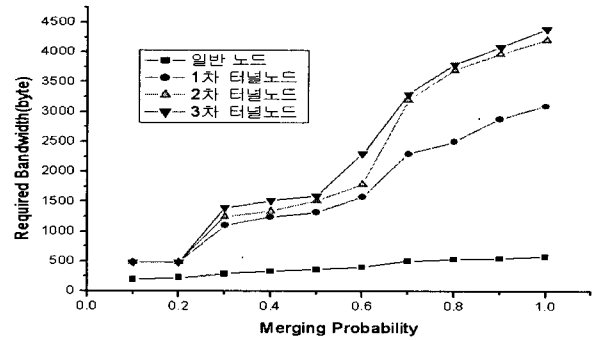


그림 7. 머징 확률에 따른 레이블 요구 대역폭
Fig. 7. Required bandwidth according to merging probability.

며 후자는 많은 대역폭을 요구하게 된다.

노드의 수가 증가 할수록 high 스택 트래픽을 처리하기 때문에 데이터에 첨부되는 레이블 수가 증가함과 동시에 각 노드가 가지고 있는 레이블 테이블의 업데이트가 보다 많이 발생한다. 1차, 2차, 3차, 일반 노드의 대역폭 구분은 계층 노드를 중심으로 상대적인 값을 취하게 된다. 머징이 발생 할수록 시그널 트래픽의 발생 정도가 확연한 차이를 보이게 되며 이유는 구분된 노드의 종류에 따라 업데이트 메시지의 발생 유무가 결정되기 때문이다. 다음 식(5)은 머징 발생 확률 값에 따른 터널 노드의 소요 대역폭을 산출하는 식이다.

$$BW_s = Z \cdot \sum_{i=0}^n \frac{\mu_i \cdot M_i \cdot \max(m, n)}{p_i \cdot L_n} \quad (5)$$

여기서 μ_i 는 Flow 도착 율이고 M_i 는 각 노드에서 발생하는 FEC 의 개수이다. max(m,n)은 가용 레이블 중에서 실질적으로 운용되는 레이블의 최대 값을 나타낸다. 이는 모든 노드가 서로 다른 레이블 수를 포함하고 운용됨을 의미한다. p_i 는 i 번째 노드에서의 머징 발생 확률을 의미하며 L_n 은 각 노드에서 운용되는 고정적인 레이블 수를 나타낸다. Z는 노드의 종류에 따른 상수 값이며 상대적인 터널 내 외부의 레이블 설정 확률 값에 의해 결정된다.

그림 7은 3차 터널 노드에서 머징 확률이 증가함에 따라 상대적으로 고차 터널의 스택 구조 데이터를 처리하기 때문에 레이블 설정을 위한 시그널 트래픽은 가장 많이 발생한다. 일반 노드에서는 머징 확률이 증가함에 따라 지속적인 업데이트 정보가 발생되지만 데이터에 첨부되는 레이블의 수가 하나이기 때문에 상대적으로 단순한 시그널 트래픽만을 요구하게 된다. 1차와 2차

터널의 경우도 같은 형식으로 발생됨을 보이고 있다.

3. 레이블 소요 량

터널 내 외부에서 요구되는 레이블의 수는 각각 다르게 발생한다. 고차 노드로 갈수록 스택내의 운용 또는 교환 레이블 수가 증가하기 때문에 가장 많은 레이블 수를 요구하게 된다. 즉, 머징 확률이 증가할수록 소요 레이블 수는 감소하며 계층노드를 중심으로 고차 노드가 상대적인 큰 값을 갖는다. 시작 노드에서 종단 노드까지의 레이블 총 소요량은 다음과 같다.

$$L_{TR} = IL_R + OL_R \tag{6}$$

IL_R 은 LSP 터널 내부에서 요구되는 레이블 소요량이며 OL_R 은 LSP 터널 외부에서 요구되는 레이블 소요량이다. 위의 식은 전체 노드에서의 소요 레이블 수이며 각각은 비대칭적인 레이블 값을 갖는다. 즉, 머징 발생 확률은 상대적으로 고차 노드일수록 낮은 값을 취하며 최대의 운용 레이블이 요구된다.

산출되는 레이블 수는 각 노드에서 처리되는 시그널링 소요 대역폭 및 처리시간과 교환관계를 형성하므로 각각의 그래프 교차점이 적절한 레이블의 수로 적용될 수 있다. 위의 요구 대역폭과 레이블 처리 시간은 레이블 수 산출을 위한 매트릭으로 사용된다.

$$L_i = K_1 \cdot \frac{F_i}{P_i},$$

$$L_i = K_2 \cdot \frac{F_i}{P_i} \tag{7}$$

여기서 L_i 는 i 노드에서의 소요레이블 이며 K_1 값은 계층구조를 갖는 노드의 레이블 보유 상수 값,

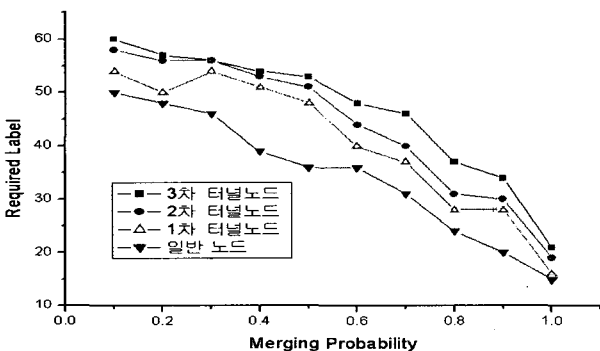


그림 8. 머징 확률에 따른 레이블 소요량
Fig. 8. Required labels according to merging probability.

K_2 는 계층구조를 갖지 않는 노드의 레이블 보유 상수 값이다. P_i 와 F_i 은 i 번째 노드에서 머징 확률 값과 Flow 크기를 나타낸다. P_i 는 1차, 2차, 3차 그리고 일반노드의 구분에 따라 서로 다른 값으로 적용된다.

그림 8에서와 같이 고차 노드일수록 머징 확률 값은 낮은 값을 갖기 때문에 레이블 수는 최대로 요구되며 저차 노드일수록 머징 확률 값이 높은 값을 갖기 때문에 최소의 레이블이 운용 될 수 있다.

4. 레이블 산출

위에서 산출한 각각의 매트릭을 사용하여 일반, 1차, 2차, 3차 터널 노드에서 적절히 요구되는 레이블 수를 산출하였다. 특성 노드의 필요한 레이블 수 산출을 위해 처리시간 측면과 소요 대역폭 측면 각각의 그래프를 비교하여 노드와 전송 링크에서 강조되는 요소에 따라 레이블 수가 결정되게 된다.

첫 번째 처리시간 측면에서 적절 레이블 산출을 위한 식은 식 (4)과 식 (7)의 곱에 의한 최대 값을 가질 때 산출하였다. 이유는 교환관계가 형성될 때 시스템 최대 성능 값은 곱의 최대 값으로 산정하였기 때문이다. 식은 다음과 같다.

$$L_{adm} = T_t \times L_s \tag{8}$$

여기서, L_{adm} 은 운용 레이블 수이다. 두 번째 요구 대역폭 측면에서 적절 레이블 산출을 위한 식도 위의 적용과 같이 식 (5) 와 식 (7)의 곱에 산출 하였고 산출 식은 다음과 같다.

$$L_{adm} = BW_s \times L_s \tag{9}$$

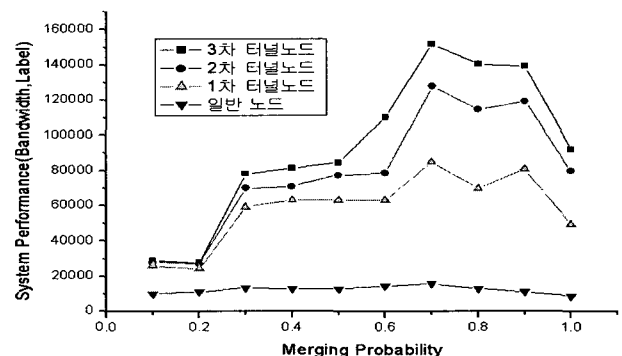


그림 9. 대역폭, 레이블에 대한 시스템 성능
Fig. 9. System performance (bandwidth/labels).

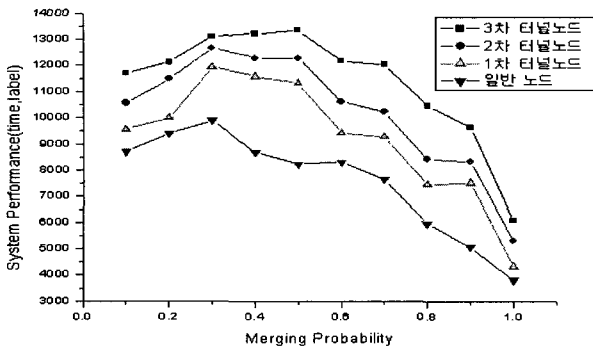


그림 10. 처리시간, 레이블에 대한 시스템 성능
Fig. 10. System performance(time/labels).

위의 결과식과 같이 전송 기간망 운용에 있어서 운용 기준에 따라 식 (8)과 식 (9)과 같이 구분되어 적용 될 수 있다.

그림 9와 같이 1차, 2차, 3차, 일반 노드 모두는 머징 확률 값이 0.7일 때 가장 좋은 시스템 성능 값을 가지며 각각의 특성 노드들은 서로 다른 레이블 값을 취하게 된다. 즉 그림 8과 같이 1차 터널 노드는 37개의 레이블, 2차는 40개, 3차는 46개, 일반 노드는 31개의 레이블이 요구 대역폭 측면에서 시스템을 평가할 때 적절한 레이블의 개수가 된다.

그림 10과 같이 처리시간과 레이블에 대한 성능 최대 값은 대역폭 측면의 경우와는 다르게 다른 확률 값에 따라 최대 성능 값을 갖게 된다. 즉, 3차는 0.5일 때 53개, 2차, 1차, 일반 노드는 0.3일 때 각각 56개, 54개, 46개의 적응적인 레이블의 개수를 얻을 수 있다.

VI. 결 론

GMPLS 기반의 광 전송망 구조에서 계층 구조를 갖는 노드와 터널 내부 외부구조를 갖는 노드의 특성을 세분화 하여 각 노드의 처리시간 및 시그널링 요구 대역폭, 소요 레이블 수를 산출 하였다. 요구대역폭, 처리시간은 레이블 소요량과 반비례 관계를 형성하므로 시스템 운용 최적화를 위해 trade-off점을 산출하였다. 따라서 운용 시스템의 특성 및 중요도에 따라 구분된 레이블 운용을 가능하게 한다. 네트워크 요구 상황에 따른 레이블 운용을 위해 가변적인 머징 확률 값을 적용함으로써 전체 노드의 수에 따라 최적화된 운용 레이블 수를 결정 할 수 있다.

제안한 알고리즘은 레이블 머징 발생 시 정의된 계층구

조의 구분에 따라 가변적인 레이블 운용방식을 적용함으로써 대용량의 트래픽을 처리하는 백본 네트워크의 다양한 네트워크 운용 및 비용 측면에서 보다 유리할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] M.J.Reed "MPLS label space for optical packet switched networks", *IEEE 2003*.
- [2] B.Davie and Y.Rekhter, *MPLS technology and application*. Morgan Kaufmann, 2000.
- [3] E. Rosen, A. Viswanathan, and R. Callon, "Multiprotocol label switching architecture," IETF, Request for comments(RFC) 3031, January 2001.
- [4] A. Banerjee et al. "Generalized Multiprotocol Label Switching: An Overview of Routing and Management Enhancements", *IEEE Commun. Mag*, vol. 39, no. 1, Jan. 2001, pp. 144-150.
- [5] G. Nasir, "Integration Strategies for IP Over WDM," *Workshop on Optical Networks*, 2000.
- [6] J. Diniel Blumenthal, "All-Optical label Swapping Networks and Technologies," *IEEE Journal of lightwave technology*, Vol. 18, No. 2, December 2000.
- [7] P. Gravey, G. Stephane, "Multiservice Optical Network: Main Concepts and First Achievements of the ROM program," *IEEE Journal of lightwave technology*, Vol. 19, No. 1, January 2001.

 저 자 소 개



김 경 목(정회원)
 1996년 서울산업대학교
 전자공학과 졸업(공학사)
 2002년 광운대학교 대학원
 전자통신공학과 졸업
 (공학석사)
 2005년 현재 광운대학교 대학원
 전자통신공학과 재학
 (박사과정)

<주관심분야 : Optical Internet, MPLS, GMPLS>

오 영 환(정회원)

대한전자공학회 논문지
 제 41권 TC 제 12호 참조