

MPLS 네트워크에서 LIB 테이블 공간 절약 방안

김광수^o, 이재기
동아대학교 컴퓨터공학과

A Saving Scheme of LIB Table Space in MPLS Network

KwangSu Kim, JaeKee Lee
Dept. of Computer Engineering, Dong-A Univ.

요 약

MPLS 네트워크에서 LIB 테이블은 네트워크의 성능에 아주 큰 영향을 미치며, 네트워크의 자원 이용률을 결정하는 중요한 인자이다. 본 논문에서는 MPLS 네트워크에서 LIB 테이블의 공간을 절약하는 방안을 제시하였다. 제안된 방식과 기존의 방식들에 대해 네트워크 시뮬레이션을 이용하여 측정된 결과, 제안된 방식의 T 값을 0.25초로 지정하면 평균 20%, T 값을 0.50초로 지정하면 평균 46%의 LIB 테이블 공간이 절약됨을 확인하였다.

1. 서론

현재 IP 와 같은 비연결형 네트워크 계층의 프로토콜에서 패킷은 하나의 라우터에서 다음 라우터로 각 노드간의 독립적인 경로 결정에 의해 포워딩된다. 이러한 방식에서는 전달될 IP 패킷의 다음 홉을 찾는 과정에서 LPM(Longest Prefix Matching) 방식을 사용하면 최악의 경우 테이블 엔트리 수 만큼 라우팅 테이블 룩업(Lookup) 과정을 수행해야 한다. 그러므로 인터넷 이용이 증가할수록 라우팅 테이블의 크기는 증가하고, 이에 따라 네트워크의 확장성에 큰 문제를 야기하게 된다.

MPLS(Multiprotocol Label Switching)는 각 라우터에서 IP 헤더내의 필드를 분석하여야 하는 기존의 기술과는 달리 레이블을 이용하는 계층 2 의 포워딩 기술과 계층 3 의 라우팅 기술을 통합한 방식이다. 이로 인하여 계층 3 의 라우팅 성능 향상, 계층 2 의 포워딩 확장성 향상, 다양한 라우팅 서비스의 제공

및 트래픽 엔지니어링이 가능하다[1][2].

MPLS 네트워크에서는 MPLS 분류기를 통하여 플로우(Flow)를 구분하며 플로우에 대하여 레이블을 할당하고 포워딩한다. 만일 라우터에 유입되는 모든 패킷에 레이블을 할당하여 포워딩을 시킨다면 패킷이 스위칭 되는데 걸리는 시간은 줄어든다고 할지라도 라우터에서 유지되는 LIB(Label Information Base) 테이블의 엔트리가 많아지게 된다. 결과적으로 LIB 테이블 검색 시간이 길어질 뿐만 아니라 LIB 테이블 공간의 고갈을 초래하여 차후에 도착하는 패킷의 스위칭은 불가능하게 된다. 또한 LIB 테이블은 라우터의 자원에 의해 제한을 받기 때문에 무한히 커질 수 없다. 그러므로 MPLS 네트워크에서 LIB 테이블은 네트워크의 성능에 아주 큰 영향을 미치며, 네트워크의 자원 이용률을 결정하는 중요한 인자이다. 이러한 관점에서 본 논문에서는 MPLS 네트워크에서 LIB 테이블의 공간을 절약하는 방안을 제시하고, 기존의 방식들과의 비교를 통해 제안된 방식의 유효성

을 입증한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2에서는 관련 연구에 대해서 소개하고 3에서는 제안된 LIB 테이블의 공간을 절약하는 방안에 대해서 설명한다. 4에서는 제안된 LIB 테이블의 공간을 절약하는 방안을 실험하고 그 결과를 분석한다. 마지막으로 5에서는 결론을 맺고 향후 연구 과제에 대해 기술한다.

2. 관련 연구

MPLS 네트워크에서 할당되는 레이블 수는 LIB 테이블의 공간과 밀접한 관계가 있고, 할당된 레이블 수가 많으면 그만큼 유지되는 LIB의 공간은 증가한다. 그러므로 레이블 스위칭 네트워크에서 할당되는 레이블 수를 최소화하는 방법에 대한 연구가 다음과 같이 진행되고 있다.

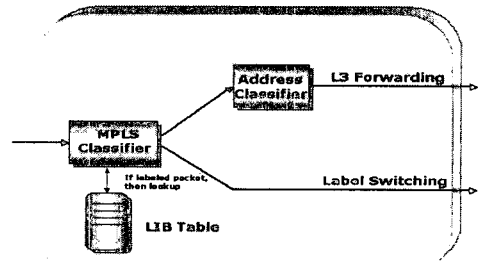
[3]에서는 IP 스위칭의 트래픽 기반 레이블 할당 방법과 태그 스위칭의 토폴로지 기반 레이블 할당 방법을 혼합한 방법을 이용한 레이블 할당 방법을 제안하였다. BGP LSR간에는 트래픽 기반 레이블 할당 방법을 사용하고, IGP LSR간에 토폴로지 기반 레이블 할당 방법을 사용하여 레이블을 할당한다

[4]에서는 레이블 공간을 효율적으로 사용하기 위해 레이블 스위칭 라우터의 연결 해체 타이머의 복수 사용을 제안하였다. 이 방법은 패킷 분류기를 통해 트래픽의 특성에 따라 등급이 높은 트래픽에 대해서는 상대적으로 긴 연결 해체 타이머를 할당하여 새로운 연결에 걸리는 지연 시간을 줄이고 계층 3으로 라우팅 되는 패킷의 양을 줄이는 것이다.

[5]에서는 MPLS 네트워크에서 효과적인 트래픽 엔지니어링을 위하여 IP 플로우 모델에 기반한 레이블 할당 방법을 제안하고 성능을 분석하였다. 지속 시간이 길고, 많은 패킷을 포함한 높은 전송속도를 보이는 베이스 플로우들은 네트워크에서 장기적인 혼잡 현상을 발생 시키는 주요 원인이 된다. 따라서, 트래픽 기반 레이블 할당 방법에 의해 분류된 베이스 플로우들을 네트워크 혼잡 시 우선적으로 우회 LSP에 할당하는 명시적 경로 설정 방법을 이용하여 혼잡 현상을 빠르게 해결하는 방법이다.

3. LIB 테이블 공간 절약 방안

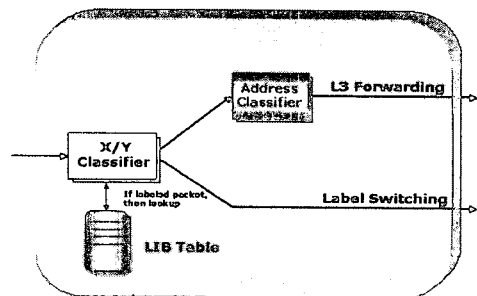
여기에서는 LIB 테이블 공간의 절약을 위한 방안에 대해서 설명한다.



[그림 2] 기존의 LIB 테이블 사용 방식

[그림 2]에서는 MPLS 분류기를 통하여 유입되는 패킷에 대해서 레이블 유무를 먼저 검색하고 레이블이 부착된 경우에는 LIB 테이블을 검색하여 이에 대해 적절한 레이블을 할당함과 동시에 레이블 스위칭을 한다. 레이블이 부착되지 않은 경우 유입된 패킷에 대해서 레이블 부착 조건에 따라 적합한 조건을 만족할 때 레이블을 할당하고, 그렇지 않은 경우에는 일반적인 포워딩을 수행하는 방식이다.

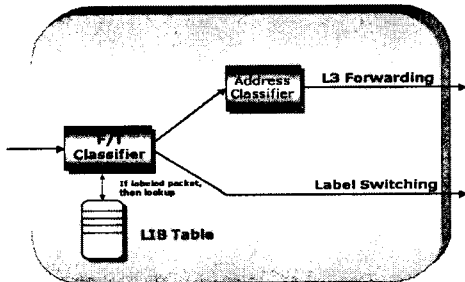
만약에 레이블이 부착된 패킷이 유입된 경우, 이 패킷에 해당하는 적절한 레이블이 LIB 테이블의 엔트리(Entry) 수의 증가로 인해 검색 시간이 길어진다. 또한 유입되는 패킷에 레이블이 부착되지 않은 경우, 레이블 부착 조건을 만족하여 레이블을 할당하고자 할 때에는 LIB 테이블에 여유 공간이 없어도 이상 할당할 수 없는 문제점이 생긴다.



[그림 3] X/Y 분류기를 이용한 LIB 테이블 사용 방식

[그림 3]에서는 기존의 MPLS 분류기와 같은 기능을 사용하면서 플로우 구분 방식을 다르게 설정한 방식이다. 이 방식은 트래픽 기반 X/Y 플로우 구분 방법에 기초하는데, Y시간 이내에 X개의 패킷들이 입력되는 플로우에 대해 라우팅 테이블의 프리픽스(Prefix)를 레이블로 할당하는 방식이다.

[그림 4]에서는 본 논문에서 제안한 LIB 테이블 사용 방식을 보여주고 있다. 제안한 LIB 테이블 공간의 절약 방안은 F/T 분류기[7]를 이용하여 할당되는 레이블 수를 최소화한다. 그리하여 라우터에 유지되는 LIB 테이블의 엔트리를 줄임으로써 레이블 할당 시점에서 사용되는 테이블 검색 시간이 줄어들 뿐만 아니라, LIB 테이블의 공간을 충분히 확보할 수 있어 차후에 도착하는 패킷에 대해 효과적인 스위칭이 가능하다.



[그림 4] 제안한 LIB 테이블 사용 방식

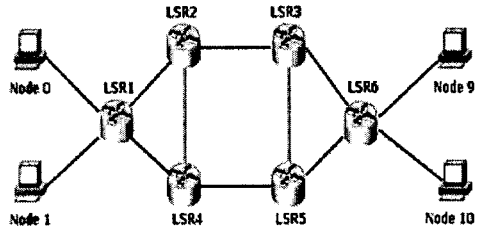
4. 실험 및 성능 분석

4.1 실험 환경

본 논문에서는 제안한 방법의 성능을 실험하기 위하여 MPLS 네트워크 시뮬레이터를 이용하였다[8]. 실험에 사용한 시뮬레이션 구성도는 [그림 5]와 같이 구성하였다. 그리고 Node 0에서 매 초당 500개의 패킷을 LSR1으로 보내고, Node 1에서도 Node 0에서와 같이 매 초당 500개의 패킷을 LSR1에 보내도록 구성하였다. 실험은 6 초 동안 수행하였다.

제안한 방안에서 F/T 분류기와 X/Y 분류기를 이용한 방식의 T 값은 0.25 ~ 0.50초 사이로 결정하는

것이 제일 성능이 높은 것으로 나타났다[7]. 따라서 제안한 방식도 T 값을 0.25, 0.50의 값으로 지정하여 실험한다.

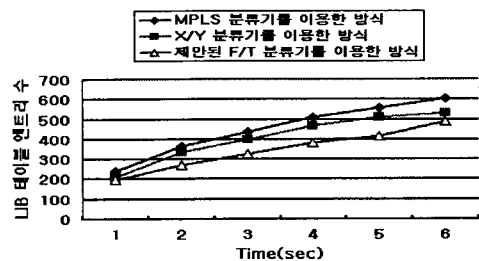


[그림 5] 시뮬레이션 구성도

4.2 측정 및 분석

여기에서는 기존의 MPLS 분류기를 이용한 방식과, X/Y 분류기를 이용한 방식, 제안된 방식인 F/T 분류기를 이용한 방식에 대해서 LIB 테이블의 공간에 대해 측정 및 분석을 하였다.

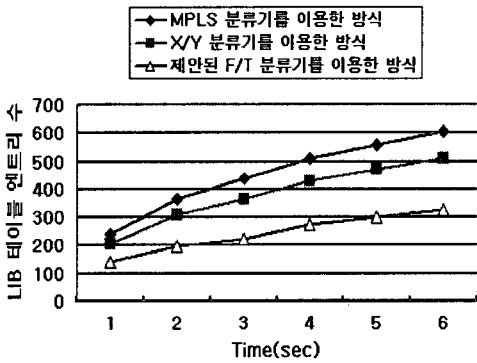
첫번째로 X/Y 분류기의 Y와 제안된 F/T 분류기의 T 값을 0.25초로 정하고 실험한 결과 기존의 MPLS 분류기를 이용할 경우 LIB 테이블 엔트리가 1초에는 약 240개, 2초에 363개, 3초에 438개, 4초에 510개, 5초에 558개, 6초에 606개가 필요한 것으로 나타났다. 이에 반해 X/Y 분류기를 이용할 경우 LIB 테이블 엔트리가 1초에 약 211개, 2초에 334, 3초에 401, 4초에 467개, 5초에 510개, 6초에 531개 필요한 것으로 나타났다. 기존의 MPLS 분류기를 이용한 방식보다는 평균 10% 감소함을 확인할 수 있다.



[그림 6] Y와 T값을 0.25초로 결정 후 LIB 테이블 엔트리 수 비교

그리고 제안된 방식을 이용할 경우 LIB 테이블 엔트리가 1초에 197개, 2초에 270, 3초에 327개, 4초에 381개, 5초에 416개, 6초에 491개 필요한 것으로 나타났다. 기존의 MPLS 분류기를 이용한 방식보다는 평균 21% 감소함을 확인할 수 있다[그림 6].

두번째 X/Y 분류기의 Y와 제안된 F/T 분류기의 T 값을 0.50초로 정하고 실험한 결과 X/Y 분류기를 이용할 경우 LIB 테이블 엔트리가 1초에 약 205개, 2초에 310개, 3초에 366개, 4초에 431개, 5초에 472개, 6초에 513개 필요한 것으로 나타났다. 기존의 MPLS 분류기를 이용한 방식보다는 평균 15% 감소함을 확인할 수 있다.



[그림 7] Y와 T값을 0.50초로 결정 후 LIB 테이블 엔트리 수 비교

그리고 제안된 방식을 이용할 경우 LIB 테이블 엔트리가 1초에 143개, 2초에 197개, 3초에 222개, 4초에 275개, 5초에 300개, 6초에 513개 필요한 것으로 나타났다. 기존의 MPLS 분류기를 이용한 방식보다는 평균 46% 감소함을 확인할 수 있다[그림 7].

그러므로 제안된 방식을 이용할 경우 T 값을 0.50초로 정하면 LIB 테이블 공간을 크게 줄일 수 있어 LIB 테이블 검색 시간이 줄어들뿐만 아니라 LIB 테이블의 공간 절약으로 차후에 도착하는 패킷의 레이블 할당 및 스위칭 비율이 급격히 높아질 수 있다. 그러므로 네트워크의 성능을 향상시킬 수 있다.

5. 결론

MPLS 네트워크에서 LIB 테이블은 네트워크의 성능에 아주 큰 영향을 미치며, 네트워크의 자원 이용률을 결정하는 중요한 인자이다. 본 논문에서는 MPLS 네트워크에서 LIB 테이블의 공간을 절약하는 방안을 제시하였다. 제안된 방식은 시뮬레이션을 통하여 기존의 방식들보다 성능이 우수한 것을 확인할 수 있었다. 본 논문에서는 LIB 테이블 공간 절약 방안 대해 MPLS 네트워크 시뮬레이션을 통하여 실험 하였으므로 실제 백본 네트워크에 적용하기에는 제한사항이 있다. 그러므로 향후에는 제안된 방식을 실제 백본 네트워크를 통해 성능을 실측하여 보다 면밀한 연구가 필요하다.

[참고문헌]

- [1] E. Rosen, A. Viswanathan, "Multiprotocol Label Switching Architecture", RFC 3031, IETF, Jan. 2001
- [2] R. Callon, P. Doolan, N. Feldman, A. Fredette, G. Swallow, and A. Viswanathan, "A framework for multiprotocol label switching", Internet draft draft-ietf-mpls-framework-05.txt
- [3] K. Nagami, H. Esaki, Y. Katsube, and O. Nakamura, "Flow Aggregated, Traffic Driven Label Mapping in Label-Switching Network," IEEE JSAC, vol.17, no.6, June 1999
- [4] 이선우, 정연쾌, " MPLS 망에서 복수 연결해체 타이머를 이용한 레이블 공간의 효율적 사용방법" 한국정보과학회 논문지 1, Vol.29, 2002
- [5] 이영석, 전병천, "MPLS 트래픽엔지니어링을 위한 레이블 할당 방법" 통신학회 논문지 Vol.25, 2000
- [6] 김남기, 윤현수, "효율적인 레이블 스위칭을 위한 캐쉬 테이블 관리" 한국정보과학회 논문지 1 Vol.28, 2001
- [7] 김광수, 이재기, " MPLS 에서 F/T 분류기를 이용한 레이블 할당 방안" 한국정보처리학회, 2002
- [8] 안개일, 전우직, "MPLS Network Simulator," <http://www.raonet.com>, 2000