

ATM 기반 MPLS 를 위한 LDP 구현

손명희*, 김은아, 최승한, 전우직
 충남대학교 컴퓨터공학과

LDP implementation in MPLS over ATM

Myunghee Son*, Eunah Kim, Seunghan Choi, Woojik Chun
 Dept. of Computer Engineering, Chungnam National University

요 약

인터넷 사용자의 기하 급수적인 증가로 고속 데이터 전송과 멀티미디어 서비스에 대한 요구사항이 증가하고 있다. MPLS 는 이러한 요구사항에 부응하는 기술로 레이블이라는 짧고 고정된 길이의 식별자를 사용하여 패킷 포워딩을 하는 3 계층 스위칭 방법이다. LDP 는 MPLS 도메인 내에서 LSP 를 설정하기 위해 FEC 에 대한 레이블 바인딩과 매핑 결과를 분배하는 프로토콜이다. 현재 전 세계적으로 많은 ISP 들이 LDP 개발을 진행 중인데, 본 논문은 서로 다른 환경에서도 상호 연동이 가능하도록 관리 블록과 상태 머신을 이용한 LDP 구현에 관하여 기술한다.

1. 서론

인터넷 사용자가 전 세계적으로 기하급수적으로 증가함에 따라 ISP(Internet Service Provider)들은 고속의 데이터 전송과 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 3 계층 스위칭 대해 많은 연구를 진행하고 있다. 현재 IETF(The Internet Engineering Task Force)에서는 MPLS(Multiprotocol Label Switching)[1,2]이라는 3 계층 스위칭 프로토콜에 대한 표준화를 진행 중이다. MPLS 는 기존의 3 계층 포워딩에 비해 빠른 속도를 제공하기 위해 임의의 FEC(Forwarding Equivalence Class)[1,2,3]를 구별할 수 있는 논리 식별자인 레이블을 이용하여 3 계층 스위칭을 제공한다. FEC 는 라우터에서 동일한 방식으로 취급되는 패킷들이다. MPLS 를 사용하면 포워딩이 간단해지고, Explicit 라우팅을 효과적으로 수행할 수 있어서 망의 Traffic Engineering 에 큰 장점을 갖는다. 또한 ATM 기반 MPLS 는 향상된 라우팅 확장성과 가격과 성능 비에서 라우터보다 뛰어난 스위치의 특성을 갖는다.

본 논문에서는 현재 개발중인 ATM 기반 LDP 구현에 대해 다루고자 한다. 2 장에서는 LDP 개념과 관리 블록 및 그것의 상태 머신에 대해 설명하고, 3 장에서는 개발중인 LDP 의 개발 상황에 대해 설명하고자 한다. 마지막으로 4 장에서는 결론 및 향후 과제를 기술한다.

2. LDP 개요 및 상태 머신

2.1. LDP 개요

LDP(Label Distribution Protocol)[4]는 트래픽을 식별하기 위한 짧은 고정 길이의 레이블을 생성하고 분배함으로써 LSP(label

switched path)를 MPLS 도메인 내에 설정하는 프로토콜이다.

LDP 메시지와 절차는 크게 4 가지로 분류된다.

첫째, MPLS 도메인 안에 있는 LSR(Label Switching Router)들이 멀티캐스팅을 사용해서 자신의 존재를 유지하고 알리는 절차이다. 여기에 사용되는 메시지에는 Hello 메시지가 있다.

둘째, LDP 피어간에 세션을 설정, 유지하고 종료하는 절차로 세션에 대한 초기화가 수행된다. 세션 메시지는 Initialization 메시지, KeepAlive 메시지, Address 메시지, Address Withdraw 메시지가 있다.

셋째, FEC 에 대한 레이블 바인딩을 생성, 변화, 제거하기 위한 절차로 LSP 가 설정된다. 레이블 분배와 관련된 메시지는 Label Request 메시지, Label Mapping 메시지, Label Withdraw 메시지, Label Release 메시지, Label Abort Request 메시지가 있다.

넷째, 치명적인 에러를 감지했거나, 변화된 정보를 알리는 절차이다. 통지 메시지는 Notification 메시지가 있고 각 에러 상태를 나타내는 Status TLV(Type Length Value)[4]에 발생된 에러 코드를 실어서 전송한다.

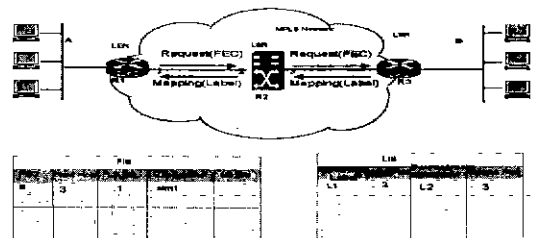


그림 1. 레이블 매핑 과 분배 (R2 관점)

[그림 1]에서 FIB(Forwarding Information Base)[5]는 라우팅 테이블에 근거해서 포워딩과 관련된 정보를 갖는 테이블이고 LIB(Label Information Base)[5]는 LDP 프로토콜이 생성한 테이블이다. R1에 Unlabeled 패킷이 도착하면 패킷의 도착 주소에 대한 address prefix를 갖는 FEC를 가지고 FIB에서 다음 홉을 찾은 후, 그 인터페이스로 LDP Request 메시지를 전송한다. 즉, 특정 FEC에 대해 레이블을 요구하는 과정이다. 레이블 매핑을 downstream on demand ordered control[2,4]을 사용하는 경우 R2는 LIB의 Upstream Label에 레이블을 할당하고 R1에게 할당된 레이블을 갖는 LDP Mapping 메시지를 전송한다.

MPLS 서비스를 위한 ATM-LSR 구성은 [그림 2]와 같고, 현재는 스위치 테이블, FIB, LIB 엔트리를 정의하고 LDP와 포워딩 엔진의 구현이 따로 구현중에 있으며 각자 구현이 끝나면 통합 테스트할 예정이다.

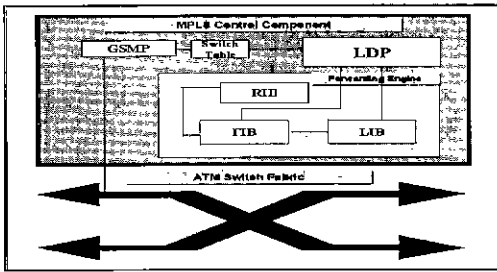


그림 2. ATM-LSR 구성요소

2.2. 관리 블록과 상태 머신

현재 IETF에서 제안된 LDP 제안서[3]에는 세션 초기화 과정에 대한 상태 머신은 제시되어 있지만 레이블 분배 과정에 대한 상태 머신은 기술되어 있지 않다. 프로토콜은 서로 다른 환경에서도 항상 운용이 가능해야 하므로 구현에 있어 상태 머신을 정의하는 것은 중요하다.

세션 관련 관리 블록은 3가지가 존재한다. [6]

- 가) LSP 관리 블록(Control Block, CB) : 상위 LSR로부터 레이블을 요구하는 LDP Request 메시지를 수신한 LSR은 LSP 관리 블록을 생성하여 이 관리 블록에 상위 LSR과 하위 LSR의 세션과 관련된 정보를 유지한다.
- 나) 트리거 관리 블록(Trigger Control Block, TCB) : LSP를 처음 설정하는 Ingress LSR이나, 새로운 FEC를 발견한 LSR(새로운 FEC에 대한 LSP 설정의 Ingress)의 경우 특정 FEC에 대한 LSP 설정을 유발시키는 관리 블록이다.
- 다) 다음 홉 트리거 관리 블록(Next Hop TCB, NHTCB) : LSP 설정 중에 새로운 다음 홉이 발견된 경우 필요한 관리 블록이다. 이 관리 블록은 새로운 다음 홉에 대해 LSP 설정을 유발시키고 LSP 설정이 끝나면 기존의 LSP를 새로 설정된 LSP로 전환하기 위한 관리 블록이다.

[그림 3]은 새로운 FEC에 대해 LSP 설정을 시작하여 새로운 다음 홉을 발견하고, 새로운 다음 홉과 LSP를 설정하는 ATM-LSR 안의 관리 블록의 자료 구조이다.

LDP 메시지 수신 시 해당되는 LSP 관리 블록을 찾기 위해서 Label Request ID와 LDP ID 그리고 Label을 조합해서 사용한다.

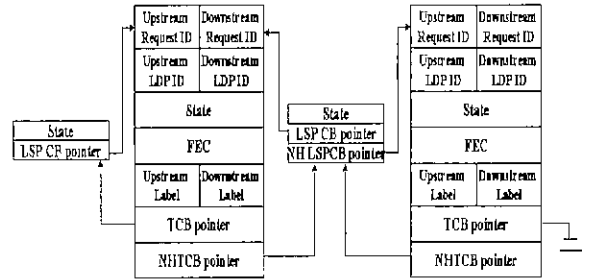


그림 3. 관리 블록 자료 구조

3. LDP 구현

LDP 구현환경은 ATM 환경을 기반으로 하여 페네티엄 400에서 운영체제는 리눅스 커널 버전 2.2.9를 사용했다. 레이블 매핑은 Downstream on Demand Ordered Control 방식[2,4]을, Label Retention 모드는 Conservative 방식[2]을 사용했다. 본 논문에서는 세션 초기화 과정이 끝난 후 레이블 분배 과정 시 요구되는 관리 블록과 그것의 상태 머신을 정의하고 그에 따라 구현하는데 중점을 두었다. 관리 블록의 자료구조는 [그림 3]과 같다.

[그림 2]에 나타난 ATM-LSR은 스위치 컨트롤러와 스위치 패브릭이 분리된 구조를 갖는다. 구조상의 특징 때문에 LDP는 Ingress와 Egress에 대해서 스위치와 컨트롤러간의 인터페이스 레이블을 제공한다. LDP는 테이블은 FIB, LIB, 스위치 테이블, 피어 테이블을 사용한다. 스위치 테이블은 ATM 스위치에서 포트 당 사용 가능한 자원을 유지하는 테이블이고, 피어 테이블은 발견 단계에서 인접관계 생성 후 LDP 세션을 담당할 프로세스와 피어에 대한 정보를 관리하는 테이블이다.

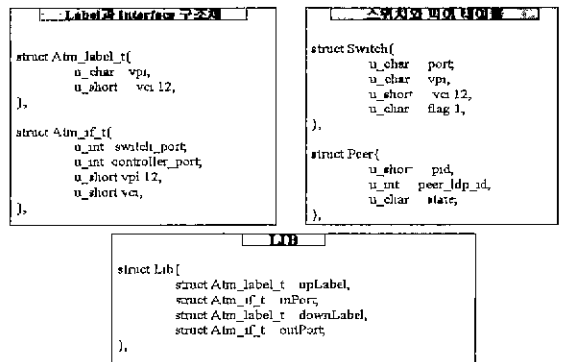


그림 4. 테이블 자료구조

세션 당 관리 블록의 수는 최대 FIB의 FEC 엔트리 수와 같고 세션의 개수는 MPLS 도메인 내의 ATM-LSR의 개수와 인터페이스 개수에 비례한다. 즉, 프로세스 혼자 모든 일을 감당하기엔 오버헤드가 너무 크므로 기능을 분담하는 다중 프로세스 개념이 요구된다.

[그림 5]는 LDP 데몬 프로세스는 발견절차를 담당하고, 인접

관계가 생성되면 자식 프로세스를 생성해서 피어간에 세션을 책임지도록 하는 구조를 나타낸다

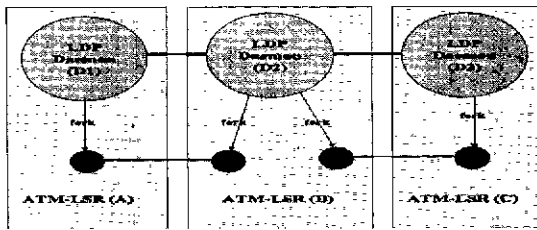


그림 5. ATM-LSR(B) 관점에서 LDP 피어 관계

LDP는 발견 절차와 세션 설정후의 절차가 독립적으로 수행되어야 하므로 다중 프로세스를 사용해서 병행 수행이 가능하도록 하기 위해 세션 담당 프로세스를 생성하는 구조를 사용한다. LSP 관리 블록의 상태 머신은 상태 천이표와 상태 천이도를 가지고 나타낼 수 있다. [표 1]과 [그림 6]은 본 논문에서 정의한 LSP 관리 블록의 상태 천이표와 NHTCB의 상태 천이도를 나타낸다

EVENT \ STATE	EXTERNAL EVENT					INTERNAL EVENT			
	Req	Map	Rel	Wit	Nak	Setup	Destroy	Update	NewN.H
IDLE	Req					Setup			
RESPONSE_AWAITED		Rel	Rel		Wit		Destroy		NewN.H
ESTABLISHED		Rel	Rel	Wit	Wit		Destroy	Update	NewN.H
RELEASE_AWAITED			Rel	Wit	Wit				

표 1. LSP CB 상태 천이표

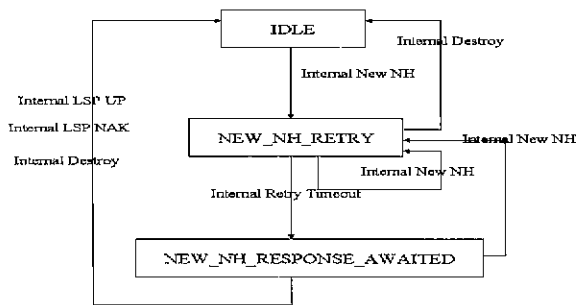


그림 6. NHTCB의 상태 천이도

수신된 분배절차 관련 메시지의 처리는 다음과 같다.

- ① 수신된 메시지의 정당성 검사를 수행해서 에러 발생시 여러 코드를 포함한 Notification 메시지를 전송한다
- ② 메시지에 실린 데이터를 가지고 해당 관리 블록을 찾는다
- ③ 해당 상태 머신을 결정한다.

다중 프로세스를 사용하는 경우의 문제점은 로컬 머신에서 서로 다른 피어를 관리하는 프로세스간에 이벤트 처리이다. 즉, 관리 블록의 공유 문제와 피어에게 메시지를 전송할 경우 로컬에서, 담당 피어를 관리하는 프로세스를 찾아서 그 프로세스에게 이벤트를 전달하는 문제이다. 이 문제는 IPC를 사용해 처리

했다.

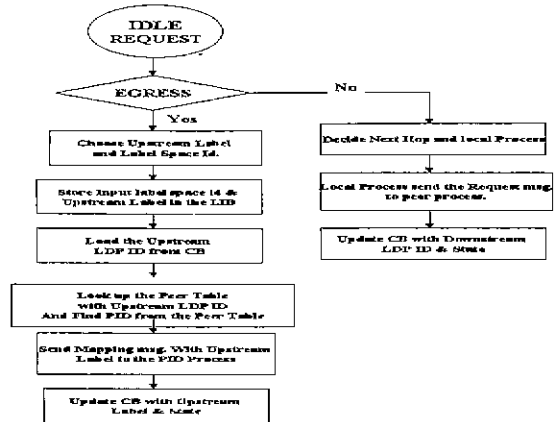


그림 7. Request 메시지 처리 상태 머신 알고리즘

[그림 7]은 Idle 상태에서 LDP Request 메시지를 수신한 경우의 상태 머신 알고리즘을 나타낸다.

4. 결론 및 향후 과제

지금까지 레이블 분배 절차에 대한 관리 블록 중심의 LDP 구현에 대해 기술하였다. 현재 구현중인 LDP 상태 머신은 서로 다른 환경에서도 상호 연동이 가능하고, 다중 프로세스를 이용해 구현하므로 레이블 분배와 관련된 정보 및 세션의 관리와 운용이 효율적이다. 남은 과제는 포워딩 엔진과의 통합테스트와 현재 ATM 스위치가 셀 interleaving 문제로 머지를 제공하지 못하지만 LDP는 응용 프로그램이므로 VC-merge 가능 LDP 상태 머신 설계 및 구현이다.

[참고 문헌]

- [1] P. Doolan, N. Feldman, A. Fredette, G. Swallow, A. Viswanathan, "A Framework for Multiprotocol Label Switching", Internet Draft <draft-ietf-mpls-framework-04.txt>
- [2] Eric C. Rosen, Arun Viswanathan, Arun Viswanathan, "Multiprotocol Label Switching Architecture", Internet Draft <draft-ietf-mpls-arch-05.txt>, April, 1999
- [3] Bruce Davie, Paul Doolan, Yakov Rekhter, Switching in IP Networks, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1998
- [4] Loa Andersson, Paul Doolan, Nancy Feldman, Andre Fredette, Bob Thomas, "LDP Specification", Internet Draft <draft-ietf-mpls-ldp-05.txt>, June, 1999
- [5] "Multiprotocol label switching in ATM networks", www.ericsson.se/review
- [6] Liwen Wu, Pierrick Cheval, Christophe Boscher, Eric Gray, "LDP State Machine", Internet Draft <draft-ietf-mpls-ldp-state-01.txt>, June, 1999
- [7] B. Davie, J. Lawrence, K. McCloghric, Y. Rekhter, E. Rosen, G. Swallow, P. Doolan, "MPLS using LDP and ATM VC Switching", Internet Draft <draft-ietf-mpls-atm-02.txt>, April, 1999