

主題

ATM 기반 고속 인터넷 구축 기술

한국전자통신연구원 전병천, 정태수, 강선무, 이유경

차 례

1. 서론
2. ATM 기반 인터넷 서비스
3. MPLS(Multi-Protocol Label Switching) 프로토콜
4. ATM 기반 MPLS
5. 결론

1. 서론

인터넷과 웹은 어떤 기술보다도 빠르게 발전하고 있으며 사용자 및 트래픽의 증가율이 떨어지고는 있지만 여전히 타 통신서비스에 비해서 훨씬 빠른 속도로 증가하고 있다. 미국의 전체 인터넷 트래픽은 매 7개월마다 2배씩 증가하고 있으며 조만간 이러한 증가율은 매 10개월에 2배씩으로 둔화될 것으로 예상하고 있다. 국내의 인터넷도 96년 5월에 14.3Mbps의 국제회선 용량은 97년 5월에는 123Mbps, 98년 5월에는 295Mbps로 증가되었으며 99년 초 현재 400Mbps를 초과하고 있다. 국내 ISP간의 링크 용량도 매년 2~3배 증가되는 추세를 보이고 있다. 이와 같이 빠르게 증가되는 인터넷 트래픽 전달하기 위한 다양한 망 구축 방안이 논의되어 왔다. 인터넷 사업자 및 망 사업자는 인터넷 서비스를 위해 라우터 기반 또는 ATM기반의 망을 선택해야 하는지, ATM기반으로 인터넷 백본을 구축하는 경우 어떠한 기술을 적용해야 하는지 고민하는 단계에 있다. 이러한

선택은 음성, 영상과 같은 실시간 트래픽의 전달 성능, 망 구성의 복잡도, 망 운용 및 관리 비용 등을 종합적으로 분석하여 판단하여야 한다. 최근 들어 IP 기반 가상사설망(VPN) 서비스가 인터넷의 중요한 기능의 하나로 부각됨에 따라 고속성과 QoS 제공을 목표로 하는 기가비트 라우터 기반 인터넷 구축 방식을 선호하던 그룹들도 ATM 기반 MPLS의 가능성을 높게 보고 있다.

특히 ATM망은 ATM, 프레임릴레이, 음성 트래픽을 전달하는 중추망으로 자리잡이 가고 있으며 다양한 서비스를 동시에 제공할 수 있는 멀티서비스를 위한 기본 플랫폼으로 간주되고 있다. Data Communications에 따르면 세계 ATM 서비스 시장 규모는 98년 5억6천만 달러로 84억 달러인 인터넷서비스나 63억 달러인 프레임릴레이 서비스 시장 규모에 크게 못 미치지만 시장 증가율에 있어서는 인터넷이나 프레임릴레이 서비스 증가율의 2배인 110%에 달하고 있다. 또한 데이터퀘스트 전망에 따

르면 세계 WAN 장비 시장 규모에 있어서도 98년도 ATM 장비 시장 규모는 프레임릴레이의 87% 정도인 27억 달러이며 99년에는 프레임릴레이와 동일한 37억 달러에 달할 것으로 예측되며 2002년에는 57억 달러로 39억 달러인 프레임릴레이 장비 시장 규모를 크게 앞지를 것으로 예상하고 있다.

이러한 추세를 감안해 볼 때 망 사업자를 중심으로 ATM 기반 고품질의 비즈니스용 인터넷 서비스를 제공하게 될 것으로 예상되며, 경제적인 인터넷 구축을 원하는 기업들 중심으로 전용선, 프레임릴레이 서비스 대신 인터넷 기반의 VPN 서비스의 적용이 본격화 될 것으로 예상된다.

본 고에서는 향후 인터넷의 발전 동향을 분석하고 ATM 기반 인터넷 구축 기술들을 소개한다. ATM 기반 인터넷 백본 구축 기술로 각광을 받고 있는 MPLS 프로토콜에 대해서 상세히 소개하고 ATM 서비스와 동시에 MPLS기반 인터넷 서비스 제공방안을 알아본다.

2. ATM 기반 인터넷 서비스

2.1 차세대 인터넷 요구사항

앞으로 인터넷은 비즈니스용으로 그 활용도를 넓혀 가게 될 것이다. 비즈니스용으로 활용되기 위해서는 현재 인터넷이 안고 있는 문제들 즉 보안, 인증, 신뢰성, 전송 품질(지연, 손실, 대역폭)이 해결되어야 한다. 이러한 문제들 중 비즈니스용 망으로 활용하기 위해 선결되어야 할 시급한 과제로는 가상사설망(VPN)과 CoS(Class of Service)를 들 수 있다.

1) 가상 사설망(VPN)

인터넷을 통해서 VPN을 구축할 경우 인터넷 접속 비용만을 부담하기 때문에 기존 전용선 또는 프레임릴레이 전송로를 임대해서 사설망을 구축하는 방식에 비해서 망 운용비용이 크게 절감될 수 있다. 따라서 지연 및 손실에 크게 민감하지 않은 업무를 수행하는 기업의 경우 경제성이 뛰어난 IP VPN을 선호할 것으로 예상된다. 인터넷 사업자들은 VPN이 수익성을 높일 수 있는 것으로 판단하여 경제적으로 이에 대한 투자를 단행하고 있다. IP VPN을 제공하기 위해서는 인터넷이 충분한 보안성과 신뢰성을 확보해야 하며, 지연 및 손실을 일정률 이하로 낮출 수 있는 보장형 서비스품질을 제공할 수 있어야 한다.

2) Class of Service(CoS)

인터넷에서 폭주에 의한 지연, 손실을 제거하고 다단계의 서비스 품질을 지원할 수 있는 대안으로 IETF의 Differentiated Service를 들고 있다. 트래픽 흐름을 분류하여 그룹화하고 그룹별로 다단계의 상대적인 전달품질 우선순위를 배정함으로써 실시간 트래픽 전달 및 VPN 구축을 위해 필수적인 CoS를 실현하고 있다. 이러한 기능은 라우터의 변경이 요구되거나 IP 기반 기존 응용 서비스를 그대로 수용할 수 있다는 장점을 가진다.

2.2 ATM 기반 인터넷 백본 구성 기술

1997년까지는 대용량 트래픽을 처리할 수 있는 라우터가 없었기 때문에 대규모 인터넷 사업자들은 ATM을 코어로 하여 라우터가 에지에 위치하는 형태의 인터넷 백본을 구축해 왔다. 최근 들어 수백기가에서 테라비트까지 처리가 가능한 사업자용 대용량 라우터 기술이 출현함에 따라 라우터만으로도 대용량 인터넷 백본의 구축이 가능해졌다. 이들 라우터는 SDH 전송 링크상에 IP 패킷을 직접 실어 전달하는 IP over SDH 인터페이스를 갖추어 ATM 방식에 비해 오버헤드를 감소시킬 수 있는 장점도 갖추고

있다.

그러나 ATM 기반의 인터넷 백본은 에지 라우터 간을 ATM VC로 연결하며 각 VC를 통과하는 트래픽을 감시하고 대역폭 및 경로를 제어함으로써 최상의 망 성능을 발휘할 수 있도록 하는 트래픽 엔지니어링이 용이한 구조를 가지고 있다. 현재 인터넷에 적용되고 있는 라우팅 프로토콜들(OSPF, EIGRP, IS-IS, BGP4)은 목적지까지의 최소 링크 비용을 가지는 경로를 선택하나 링크 비용에 폭주 상태를 반영하기가 용이하지 않기 때문에 망 설계자가 의도하는 경로를 선택하지 않는 경우가 발생한다. 따라서 폭주가 발생하지 않는 경로가 있음에도 불구하고 폭주가 발생하는 짧은 경로를 통해서 트래픽을 전달하는 경우가 있게 된다. ATM 기반의 백본은 망차원의 트래픽의 감시가 용이하고 운용자 제어성이 뛰어나므로 라우터 기반의 백본에 비해 최적의 망 성능을 발휘할 수 있는 망환경을 제공해 준다.

에지 라우터간 VC full-mesh 형태로 접속되는 경우 에지 라우터들은 VC로 접속된 모든 에지 라우터들과 인접노드가 된다. 따라서 모든 에지 라우터와 3계층 라우팅 정보를 주고 받아야 하므로 라우터의 수가 증가함에 따라 라우팅 프로토콜 수행을 위한 오버헤드가 기하 급수적으로 증가하게 된다. 에지 라우터의 증가에 따른 라우팅 오버헤드 및 가상연결의 기하급수적인 증가는 ATM 기반 인터넷 백본의 확장성에 제약을 가져오므로 이러한 문제를 해결하기 위한 노력이 진행되어 왔다. 첫번째는 ATM 스위치에 IP 라우팅 프로토콜을 통합함으로써 에지 라우터는 라우터가 접속된 ATM 스위치만이 라우팅 정보를 교환하는 인접노드가 되도록 하여 라우팅 오버헤드를 감소시키는 방법이다. 다른 하나는 동일 목적지로 가는 다수의 가상 연결을 하나의 가상 연결로 통합시키는 방안으로 필요한 가상연결의 수를 감소시키는 방식이다.

ATM 기반 3계층 라우팅 프로토콜 오버헤드를 감소시킬 수 있는 기술들은 다음과 같다.

1) IP 스위칭, CSR(Cell Switched Router): IP 트래픽을 흐름단위로 분류하고 흐름마다 ATM VC를 할당하는 방식으로 다양한 IP/ATM 통합 기술들을 탄생시키는 기폭제 역할을 했으나 이 기술 자체는 시장에서 성공하지는 못했다.

2) 태크 스위칭:패킷에 고정 길이의 레이블을 할당하고 레이블에 의해서 2계층 스위칭을 하도록 하여 효율적인 IP 패킷 스위칭이 가능하도록 하는 기술로 MPLS의 기반 기술이 되고 있다.

3) IP 네비게이터: 멀티캐스트 트리 및 라우팅 프로토콜을 조합하여 가상 연결의 수를 감소시키고자 하는 기술로 N개의 에지라우터들을 단지 N개의 멀티캐스트 트리만으로 연결할 수 있도록 있다.

4) CSI(Carrier Scale Internetworking): MPOA 프로토콜을 기반으로 WAN 환경에 적합하도록 확장한 기술로 IP VPN 구성에 경제성이 높은 방식으로 여겨지고 있다.

5) MPLS(Multi-Protocol Label Switching): 태그 스위칭을 기반으로 하여 IP 스위칭, IP 네비게이터 기술의 장점을 조화시킨 기술로 IETF에서 표준화 진행되고 있다.

MPLS는 트래픽의 분류, 터널링, 클래스 할당 등을 에지에서 수행하고 고속 forwarding은 코어에서 분담 수행함으로써 종단간 트래픽의 전달 경로를 설정하여 매 흐름마다 경로를 결정해야 하는 라우터 기반에 망에 비해서 효율적이다. 또한 MPLS는 VPN과 CoS를 동시에 해결할 수 있는 적합한 기술로 인식되고 있다. 레이블을 CoS와 대응시켜 서비스 품질을 만족하는 경로를 통하여 트래픽이 전달되도록 하는 기능을 갖추고 있으며, VPN 구성을 위하여 필수적인 터널링을 위해 암호화 및 캡슐화 방법 대신 ATM VC를 사용함으로써 프로세싱 오버헤드를 크게 감소시킬 수 있다.

3. MPLS(Multi-Protocol Label Switching) 프로토콜

MPLS는 2계층 스위칭 기능과 3계층 라우팅 기능을 통합한 대표적인 레이블 스위칭 방식이다. 기존 IP계층망과 ATM 계층망을 하나로 합쳐 프로토콜을 단순화할 뿐만 아니라, 기존 ATM 스위치에서 IP 패킷을 스위칭하도록 구성된 제어부를 첨가함으로써 기존 ATM스위치 하드웨어를 그대로 이용할 수 있도록 하는 장점이 있다. 아울러 레이블 스위칭 방법은 하위 계층 프로토콜인 기존 ATM 뿐만 아니라 프레임 릴레이(FR), FDDI, Ethernet, Point-to-Point 프로토콜상에서도 동일하게 구현될 수 있고, 상위 계층 프로토콜인 IP이외에도 IPX, AppleTalk 등 여러 가지 프로토콜을 수용할 수 있다. 따라서 차세대 인터넷 서비스 및 다른 여러 가지 프로토콜을 이용한 서비스들을 위한 좋은 해결책이 될 것으로 예상된다. 먼저 레이블 스위칭 개념과 MPLS 프로토콜들을 살펴보기로 한다.

3.1 레이블 스위칭

일반적으로 망에서 패킷을 스위칭 또는 라우팅할 때 크게 두 가지 기능이 필요한데 첫째는 라우팅 제어 기능이고 둘째는 forwarding기능이다. 라우팅 제어기능은 라우팅 정보를 노드들 사이에 교환하는 여러 가지 라우팅 프로토콜들 및 수신된 라우팅 정보들로부터 forwarding 테이블에 필요한 정보를 추출하는 알고리즘으로 구성되며, forwarding 기능은 각 패킷별로 송신될 다음 홉을 forwarding 테이블로부터 검색하는 알고리즘으로 구성된다. 따라서 레이블 스위칭 방법에서도 이 두 가지 기능이 동일하게 필요하다. 먼저 레이블 스위칭에서 매우 중요한 개념인 레이블과 FEC(Forwarding Equivalence Class)를 먼저 설명하기로 한다. 레이블이란 패킷 헤더 내에 고정된 길이로 forwarding 기능을 수행

하기 위한 정보를 갖고 있는 부분을 지칭한다. 그러나 레이블은 패킷의 수신 노드의 주소와 같은 망 계층 헤더의 정보를 직접 갖고 있지 않고 단순히 노드가 보유하고 있는 forwarding 테이블에서 해당 패킷에 필요한 정보를 추출하는데 필요한 정보만을 가지고 있다. FEC는 forwarding 관점에서 볼 때 노드에서 동일하게 취급되는 패킷들의 모음(예로 동일한 다음 홉을 갖는 패킷들의 모음)으로 정의한다. 따라서 노드는 각 패킷에 FEC를 할당하거나, 패킷에 미리 할당된 FEC를 이용하여 패킷을 forwarding하게 된다. 하나의 FEC에는 서로 다른 수신 노드를 갖는 패킷들이 할당될 수 있으며, 하나의 FEC에 어떤 범위의 서비스 클래스를 할당할 것인가 하는 문제가 매우 중요하게 고려되어야 한다.

1) Forwarding Component

패킷을 forwarding하기 위하여 필요한 부분으로 레이블 스위치내의 forwarding 테이블의 구성은 크게 입력 레이블, 출력 레이블, 출력 인터페이스, 다음 홉의 주소로 구성된다. Unicasting인 경우에는 하나의 입력 레이블에 대해서 대응된 엔트리가 하나씩 존재하지만, 멀티캐스팅인 경우 하나의 입력 레이블에 멀티캐스팅 되는 수 만큼의 엔트리들이 존재할 수 있다. Forwarding 테이블에는 또한 각 패킷이 노드의 어느 자원을 이용할 것인지를 지정하는 (예를 들어, 각 패킷별로 저장될 출력버퍼를 지정하는 경우) 내용도 포함될 수 있다. 레이블 스위치에서 레이블을 전달하기 위한 방법으로 링크계층 헤더를 이용한 방법 (예를 들어, ATM인 경우 셀 헤더의 VCI 영역에 레이블 정보를 삽입)과, 네트워크계층 헤더와 링크계층 헤더사이에 레이블을 실어 전달하는 위한 추가적인 헤더(shim header)를 이용하는 방법이 있다. 각 노드에서는 입력되는 패킷의 헤더에 있는 레이블을 추출한 뒤 forwarding 테이블 검색을 통하여 대응된 출력 레이블, 출력 인터페이스, 다음 홉의 주소를 추출하고 이를 이용하여 패킷을 다음 노드

로 전달하게 된다. 이때 forwarding 테이블로부터 추출된 출력 레이블 정보는 입력되는 패킷의 입력 레이블 정보와 대체되어 전달된다. 이와 같은 forwarding 알고리즘의 장점은 첫째, 레이블 정보를 이용하여 패킷을 forwarding하기 위한 정보 추출과 노드 자원 할당을 동시에 해결할 수 있으며, 둘째, 레이블의 전달이 기존의 링크 계층 프로토콜의 일부분을 차용하거나 shim 레이블 헤더를 이용하므로 기존에 존재하는 라우터 및 스위치들에 레이블 관련 기능만 추가하면 레이블 스위칭 기능을 실현할 수 있다는 것이다. 셋째로는 다양한 종류의 연결들 예를 들어 unicasting, 멀티캐스팅 등에 대하여 기존의 라우터들을 서로 다른 forwarding 알고리즘이 필요한데 반해 레이블 스위칭은 하나의 forwarding 테이블을 통하여 이러한 연결을 제공할 수 있다는 점에서 장점이 있다. 이러한 특징들 때문에 IP를 비롯한 IPX, AppleTalk 등 다양한 네트워크 프로토콜을 지원할 수 있을 뿐 아니라 이미 사용되고 있는 Ethernet, FDDI, ATM, Frame Relay, Point-to-Point 등 2계층 프로토콜상에 용이하게 레이블 스위칭을 적용할 수 있다.

2) 라우팅 제어 Component

레이블 스위칭에서 라우팅 제어기능은 크게 라우팅 정보를 교환하는 기능과 수신된 라우팅 정보로부터 forwarding 테이블에 입력될 정보를 추출하는 기능으로 나눌 수 있다. 이는 기존 라우터의 기능과 매우 유사하며 기존 라우터들이 사용하는 라우팅 정보 교환 프로토콜인 OSPF(Open Shortest Path First), BGP(Border Gateway Protocol), PIM(Protocol Independent Multicasting)등을 변경 없이 사용한다. 레이블 스위칭 노드는 이와 같은 라우팅 정보를 이용하여 각각의 FEC에 대응된 다음 홉을 결정하며, 각 FEC에 대한 레이블의 할당, binding 및 분배 기능을 수행한다.

3.2 MPLS 구조

IP망에서는 forwarding 결정이 각 노드에서 독립적으로 이루어진다. 이런 결정은 라우팅 알고리즘 수행 결과에 의해 얻어진 라우팅 정보를 기반으로 패킷의 헤더값에 의해 이루어진다. 패킷 헤더를 정보를 이용하여 패킷들을 적절한 FEC(Forwarding Equivalence Class)를 할당한다. 이때 최종 목적지가 다른 패킷일지라도 MPLS 도메인내에서 동일한 경로를 통하여 전달될 경우 같은 FEC에 할당될 수 있다. MPLS에서는 특정 패킷에 대한 FEC 할당은 MPLS 도메인에 들어올 때 단지 한번만 수행한다. 패킷에 할당된 FEC는 레이블 값으로 변환되어 패킷이 다음 홉으로 전달될 때 레이블도 함께 전달된다. 다음 홉에서는 패킷 헤더를 분석하는 대신 레이블이 인덱스로 사용하여 새로운 forwarding 정보를 검색하여 검색된 정보에 따라 새로운 노드로 전달된다.

라우터에서 수행하는 망계층 헤더 분석은 단지 패킷의 다음 홉을 결정하는 것 이외에도 precedence나 CoS를 결정하기 위해 수행되는데, 이 결과는 패킷들의 패기 우선 순위나 스케줄링에 이용된다. MPLS에서는 입력 노드에서 레이블을 통해 precedence나 CoS를 유추할 수 있도록 하거나 레이블 헤더에 CoS 값을 할당하여 레이블 스위치에서는 더 이상의 헤더 분석을 필요 없게 한다. 또한 패킷에 레이블을 할당할 때 경로 정보 이외에 다양한 policy 정보를 고려할 수 있기 때문에, 기존 네트워크 계층 forwarding에서는 수행하기 힘들었던 다양한 정책기반 라우팅 기능을 제공할 수 있다.

3.3 LDP(Label Distribution Protocol)

1) 레이블 관련요소

MPLS의 가장 기본적인 요소는 [그림 1]과 같이 Ru, Rd의 라우팅 요소와 스트림 S, 레이블 L등으

로 구성된다. Ru는 Rd로 패킷을 전송하는데 이때 스트림 S에 대해 레이블 L의 사용을 협상하게 된다. 협상이 완료되면 L은 Ru 입장에서는 outgoing 레이블이 되고, Rd 입장에서는 incoming 레이블이 된다. 전달되는 패킷은 네트워크계층 또는 링크 계층에 적절한 레이블 인코딩 절차에 따라 전달된다. 사용되는 레이블의 특성은 다음과 같다.

- 고정된 길이의 식별자
- 스트림을 지정하기 위해 이용
- 패킷이 할당되는 스트림 또는 FEC에 기반
- 레이블 선택은 네트워크계층 헤더 + FEC에 따라 선택 됨

LSR(Label Switching Router)는 레이블 협상과 관련하여 상향, 하향으로 구분된다. 패킷 전송 방향은 상향에서 하향으로 진행되며, 레이블의 할당 및 분배는 하향에서 시작된다. 이때 각 방향은 라우팅 프로토콜과는 독립적이다.

2) 레이블 할당 및 분배

MPLS에서 특정 스트림 S에 대한 레이블 L의 bind 결정은 하향LSR에서 결정하며, 결정된 L에 대한 정보는 상향 LSR로 전달된다. 순차적으로 상

향 LSR로 동작하던 Ru는 다시 하향 LSR로 동작되어 다른 LSR로 전달되며, 이때 특정 스트림에 대한 정보는 그대로 유지된다. LDP(Label Distribution Protocol)은 한 LSR에서 만들어진 스트림과 레이블의 사상 정보를 전달하는 일련의 절차이다. 이 LDP를 통해 상호 스트림/레이블 사상정보를 교환하는 LSR를 LDP peer라 한다.

3) 레이블 스택

MPLS에서는 다층 구조를 갖는 라우팅을 위해서 레이블 스택을 사용할 수 있다. 레이블 스택은 여러 스트림이 하나의 스트림으로 통합되어 특정 라우팅 도메인을 통과한 후 다시 여러 스트림으로 갈라질 때 원래 스트림의 레이블을 유지할 수 있도록 한다. 이는 ATM에서 VP 터널 개념과 유사한데 차이점은 ATM이 2개의 계층만이 가능한데 비해 MPLS에서는 다층 구조를 가질 수 있다는 다는 것이다.

4) 루프 제어

기존 IP forwarding에서는 TTL(Time-to-Live) 값을 각 패킷의 헤더에 실어 함께 전송함으로써 루프의 발생이나 라우팅 알고리즘에 의한 오류를 검출하는데 이용한다. 또한 traceroute와 같은 부

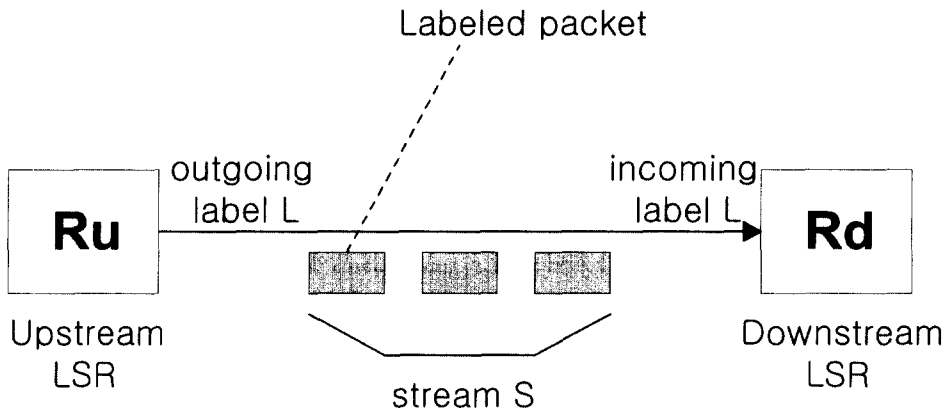


그림 1. MPLS 구성 기본요소

가 기능을 위해 이용되기도 한다. 이와 같은 TTL의 사용은 MPLS에서도 적용된다. 그러나 MPLS 레이블을 어떤 계층에서 사용하느냐에 따라 적용성이 달라진다. 만일 네트워크계층과 링크 계층 중간에 shim 헤더 삽입하는 경우 해당 TTL 값을 입력할 수 있지만, 계층 2 헤더를 그대로 이용하는 경우 TTL 값을 삽입할 수 없기 때문에 다른 기법을 통해 루프 횟수 제어를 해야 한다. 현재까지 루핑에 대한 구체적인 기술은 표준화되지 않고 있으나, 하위 LSR list id를 이용하여 루프 방지에 이용하는 방법이 제안되고 있다. 이 방식은 관련 리스트를 상위 인접 LSR에 전달하고, 상위 LSR에서는 루프 발생 여부를 판단하여 입력 노드까지 전파하는 방식이다.

5) 스트림 통합(Stream Merge)

스트림 통합은 다중 상향 LSP를 하나의 하향 LSP로 합치는 것을 의미한다. MPLS에서는 이와 같은 스트림 통합을 허용함으로써 사용되는 레이블의 수를 자원을 최소화한다. 스트림 통합을 허용하는 LSR은 각 FEC를 위한 하나의 outgoing 레이블만을 유지하면 되고, 허용하지 않는 LSR에서는 각 FEC에 대해 N개(망 내 LSR의 수)만큼의 레이블을 관리해야 한다. 이는 O(N) 만큼의 outgoing 레이블의 수를 줄이는 효과가 발생한다.

MPLS의 레이블 치환 동작은 ATM이나 FR의 forwarding 동작과 유사하나 이러한 기술들은 스트림 통합을 제공하지 못한다. ATM의 경우 스트림 통합을 시도하려면 여러 패킷으로 부터 셀들이 인터리빙되어 다시 원래의 패킷으로 복원할 때 문제점이 발생한다. 이를 위해 VP 통합 또는 VC 통합 기법을 이용한다. VP 통합은 상위의 여러 VP가 하나로 합쳐지지만 각 VP 내 VC값을 다르게 할당하여 이용하여 원래의 스트림을 구분한다. VP 통합은 기존 ATM 교환기의 하드웨어 수정 없이 적용이 가능하며, 통합점에서의 지연이 발생하지 않는다는 장점이 있는 반면, VP내의 가상연결들에게 다른 VCI값을

할당하는 방법이 숙제로 남는다. VC 통합은 스위치에서 패킷단위의 인터리빙이 이루어지도록 각 패킷이 다 수신될 때까지 버퍼에 저장한 후 이를 다시 forwarding 하는 방법을 적용해야 한다. 이 방법은 기존 ATM 스위치의 하드웨어 변경이 요구되며 통합 지점에서의 지연이 수반되는 문제점이 있다.

6) 레이블 인코딩

레이블 스택 동작을 원활히 유지하기 위해서는 레이블 인코딩 방법이 결정되어야 한다. 이를 위해 대표적인 다음 두 가지 방법이 있다.

첫번째는 네트워크계층과 링크계층 사이에 레이블을 위한 shim 헤더를 삽입하는 방법으로 shim 헤더에 삽입되는 정보는 다음과 같다.

- 레이블 스택 식별자
- Time to Live
- Class of Service

다른 방법으로는 레이블을 ATM 셀의 VPI/VCI에 직접 매핑하는 방법이다. ATM 교환은 MPLS 레이블 치환과 유사한 방법으로 동작되기 때문에 레이블을 VPI/VCI로 직접 이용할 수 있다. 레이블을 ATM 셀 헤더에 인코딩하는 방법으로 두 가지가 논의되고 있다. SVC 인코딩 방식은 VPI/VCI를 레이블 스택의 top으로 할당하는 방법이다. 그러나 레이블 스택의 push/pop의 동작은 하지 못하게 된다. SVP 인코딩 방식은 VPI 영역을 레이블 스택의 top 레이블로 사용하는 방식이다. VCI는 레이블 스택의 2단계의 스택으로 이용할 수 있다. 이 방식은 각 VCI가 각각의 스트림을 전달하는 수단이 될 수 있기 때문에 스트림 통합에 적합하다. 그러나 non-MPLS 망에서 VP를 사용하는 경우에는 MPLS에서 이 방식을 사용하지 못한다는 단점이 있다.

4. ATM 기반 MPLS

4.1 개요

MPLS는 ATM 스위치를 이용한 QoS 보장형 인터넷 서비스를 제공할 수 있는 기술로 발전되고 있다. ATM을 기반으로 하는 MPLS 시스템의 구조는 여러 형태가 있을 수 있다. 우선 ATM 하드웨어를 사용하는 측면에서 다음 2가지 경우로 동작한다.

1) MPLS 기능만을 사용하는 경우

레이블 스위칭을 위한 제어 컴포넌트가 전적으로 ATM 스위치 하드웨어를 제어할 수 있도록 설계된 시스템으로 ATM 스위치가 인터넷 외에 다른 서비스를 수용하지 않도록 설계 되어 있다.

2) 하이브리드 형태로 사용하는 경우

일명 ships in the night라고 불리며 ATM의 제어 평면과 MPLS 제어 평면이 ATM 자원을 나누어 사용하도록 설계된 시스템으로 ATM 스위치는 ATM 고유의 서비스를 제공하는 동시에 MPLS 기능을 부가적으로 제공하게 된다. 하이브리드 형태의 MPLS 시스템을 구축하는 경우의 이점은 다음과 같다.

- MPLS는 개념적으로 ATM 하드웨어의 레이블, 즉 VPI/VCI 개념을 이용하여 IP 패킷을 매우 빠른 속도로 전달할 수 있다.

- ATM 스위치에 구현된 강력한 트래픽 관리 기능을 MPLS에 적용하여 여러 다양한 등급의 서비스 제공이 가능하게 되며 트래픽의 shaping이나 policing 기능을 이용할 수 있다.

- ATM 기반의 MPLS 시스템은 여러 멀티 서비스, 즉 순수 ATM 서비스는 물론, 패킷에 기반을 둔 혼합형태의 ATM 서비스를 비롯하여 음성, 비디오, 데이터 서비스가 MPLS 기능과 함께 동일 플랫폼에서 동시에 제공할 수 있다.

- 기존에 존재하는 ATM 망의 활용도를 높이는 측면과 IP에서의 대역폭 문제를 해결하여 새로운 인프라 구축에 중복적인 투자를 줄일 수 있다.

4.2 Ships in the Night Mode

Ships in the night mode는 기존의 ATM 제어 기능과 MPLS 제어 기능이 한 ATM 시스템 내에 동시에 존재하여 ATM 스위치의 자원을 공유하여 사용하는 경우를 말한다. 그러나 두 제어 프로토콜은 서로 무관하게 동작하여야 한다. MPLS와 ATM 기능을 동시에 수용하여 통합적으로 동작하게 하기 위하여는 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다.

1) VPI, VCI 자원공간 분배

28 비트의 VPI, VCI 영역은 단일계층의 레이블 혹은 VP, VC 단위의 2계층 레이블로 해석하여 사용 가능하다. ATM 스위치에서는 이 레이블에 따라 스위칭을 수행하여 서로 다른 MPLS, ATM 영역의 트래픽을 전달하는 기능을 수행하게 된다. 따라서 한 자원 영역을 두가지 서로 다른 기능에서 사용하게 되는 경우에는 두 자원 공간을 분배하여 사용하여야 한다. 이렇게 하여야 만이 두 기능 영역에서 사용하는 파라미터 등이 뒤섞이는 일이 없어지게 된다. 이를 위하여 시스템의 구동 시에 두 기능영역에서 사용할 VPI, VCI 공간을 나누어야 한다. 사용 가능한 VPI, VCI 영역의 범위 정보를 교환하기 위하여 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다.

- MPLS는 LDP를 이용하여 가용한 VPI, VCI를 협상하여야 한다. 즉, 초기화 단계에서 두개의 서로 인접한 LSR간에 LDP 프로토콜에 의하여 교환되어야 한다.

- ATM은 ILMI를 통하여 가용한 VPI, VCI 영역 범위를 협상하여야 한다.

2) 트래픽 관리

트래픽 관리는 MPLS에서 중요한 요소이다. 트래픽 관리 기능은 별도 라우팅이나, 서비스 등급 차별화, 대역 예약을 위하여 요구된다. MPLS에서 트래픽의 서비스 등급을 효과적으로 제공하기 위하여는 트래픽 shaping, policing, queuing, scheduling과 레이블 스위치 경로의 수락제어 기능이 제공되어야 한다. ATM 기반 MPLS 시스템에서 대역폭 관리는 두 가지 방식에 의하여 제공될 수 있다.

- ATM과 MPLS 시스템이 사용할 수 있는 대역폭의 풀을 별도로 분할하여 운영하는 방법.
- ATM과 MPLS 시스템이 완전 공유 형태로 대역을 사용하도록 하는 방법

3) 처리 능력

Ships in the Night Mode로 동작할 때 동일 노드에 두 가지 라우팅과 제어 스택이 올라가 동작하게 된다. ATM 상에서 동작하는 신호 프로토콜 및 라우팅 프로토콜 위상 데이터 베이스 등이 존재하며 LDP도 이와 마찬가지로 신호 프로토콜과 IP 라우팅 프로토콜이 동작 되어야 하며 위상 데이터 베이스가 존재한다. 따라서 이 경우에 동일 노드에서 동시에 두 가지 이상의 신호 프로토콜, 라우팅 프로토콜, 위상 정보 데이터 베이스가 관리될 수 있을 만큼의 처리 능력이 요구된다.

4.3 ATM 기반 MPLS 제어 구조

MPLS 시스템은 기존 ATM 교환시스템에서 사용되던 신호 프로토콜과는 전혀 다른 개념, 즉 인터넷 신호 프로토콜을 위주로 구현하여야 하며 특히 복잡한 인터넷 라우팅 프로토콜등 전반적인 인터넷 프로토콜들을 수용하여야 하는 어려움이 있다. 이런 프로토콜을 기존의 스위칭 시스템에 포함시켜 구현할 때 수시로 변하는 인터넷의 기술 속성상 ATM 스위

칭 시스템 소프트웨어와 같은 방식으로 구현하는 경우에 많은 문제점이 예상된다. 따라서 MPLS 시스템을 구현하는 경우에 표준 인터페이스인 GSMP (General Switch Management Protocol)을 사용하여 구현하는 것이 보편적인 사실이다. 기존의 스위칭 시스템 하드웨어와 밀접한 시스템으로 개발하는 경우에는 계속되는 기능의 개선과 추가, 변경이 용이하도록 GSMP를 이용한 개방형 프로그래머블 네트워크 개념을 적용하여 제어 구조를 구현하는 것이 바람직하다.

개방 제어 구조분야에는 현재 크게 3개 국제 표준화 기구가 형성되어 표준화를 추진하고 있으며 IEEE PIN(Programmable Interface for Networks) P1520과 MSF(Multiservice Switching Forum)의 VSI(Virtual Switch Interface) 및 유럽에서 구성되어 연구되고 있는 Parlay API등을 들 수 있다. 이들이 공통적으로 연구하는 분야는 세가지 영역에서 추진되고 있다.

1) ATM 교환기를 이용한 Open Programmable Networks 구축 방법

현재 교환기의 구조를 최대한 활용하면서 Open Programmable Networks의 노드로 활용하며 소프트웨어 구조를 수평 구조로 가져갈 수 있는 qGSMP 구현 및 ATM BIB (Binding Information Base)등 두 가지 분야에 표준화를 추진한다.

2) ATM 교환기를 이용 효과적인 인터넷 서비스 수용

ATM 교환기를 기반으로 Differentiated Service와 Integrated Service를 제공하여 효과적인 인터넷 수용이 가능하고 여러 공중통신망 사용자에게 실용적인 인터넷 서비스 제공을 하여 줄 수 있는 인터페이스에 대한 표준을 정한다.

3) 기존의 신호 프로토콜을 사용하는 망 수용

IEEE PIN P1520에서 추진하고 있는 Open Programmable Networks가 구축되는 경우에도 기존의 PSTN, N-ISDN, Legacy ATM 프로토콜과 상호 연동 및 동작이 될 수 있도록 하는 인터페이스를 표준화 한다.

이들 개방 제어 구조는 결국 향후 도래하게 될 멀티서비스 스위칭 시스템의 기반이 되는 ATM 스위치에 적용될 것이며, 멀티서비스의 중요한 위치를 차지하고 있는 인터넷 서비스를 위한 MPLS 기능 구축을 위하여 사용되는 추세에 있다. 향후 QoS까지 고려하는 MPLS 시스템의 구축에는 필연적으로 QoS 제어가 가능한 GSMP 2.0이나 qGSMP 혹은 VSI(Virtual Switch Interface)의 사용이 고려되어야 한다.

5. 결 론

MPLS는 스위칭과 라우팅의 정교한 통합으로 차세대 인터넷에 필수적인 VPN과 CoS를 용이하게 제공할 수 있는 구조를 가지고 있어 향후 인터넷 백본 구축을 위한 가장 적절한 대안의 하나로 받아들여지고 있다. MPLS 프로토콜은 ATM뿐만 아니라 프레임 릴레이, 이더넷, SDH 등 다양한 전달망에 적용될 수 있는 유연성을 가지고 있다. 그러나 MPLS 프로토콜은 멀티캐스팅, VPN, QoS 및 트래픽 엔지니어링 등 아직도 해결해야 할 많은 기술적인 숙제를 가지고 있다. 향후 MPLS 기술의 상업적인 성패는 MPLS가 추구하고 있는 VPN, QoS 및 이종망간의 MPLS 연동문제를 잘 해결해서 타 기술에 비하여 지속적으로 기술적, 경제적 우위를 유지하느냐에 달려있다고 볼 수 있다.

* 참고 문헌

- [1] McQuillan, Whats Next for the Internet?, Business Communications Review, pp. 10~12, Nov. 1998.
- [2] Sevcik, The Myth of Internet Growth, Business Communications Review, pp. 12~14, Jan. 1999.
- [3] Maybaum, Passmore, The Multiservice IP Carrier Network, Aug. 1998, <http://www.netreference.com/PublishedArchive/WhitePapers/WPIndex.html>
- [4] Rosemary Cochran, ATM : Sales Finally Match the Hype, Business Communications Review, pp. 40~44, Jan. 1999.
- [5] David Passmore, ATM and IP : Convergence in the WAN, Business Communications Review, Nov. 1998, <http://www.netreference.com/PublishedArchive/Articles/BCR/BCR.11.98.html>
- [6] David Passmore, Jonathan Bransky, Route Once Switch Many, <http://www.netreference.com/PublishedArchive/WhitePapers/WPIndex.html>
- [7] A Framework for Multiprotocol Label Switching, <http://ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mpls-framework-02.txt>
- [8] Multiprotocol Label Switching Architecture, <http://ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mpls-arch-04.txt>
- [9] MPLS Label Stack Encoding, <http://ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mpls-label-encaps-03.txt>

- [10] VCID Notification over ATM link.
<http://ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mpls-vcid-atm-02.txt>
- [11] Requirements for Traffic Engineering Over MPLS, <http://ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mpls-traffic-eng-00.txt>
- [12] LDP Specification, <http://ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mpls-ldp-03.txt>
- [13] MPLS using ATM VC Switching.
<http://ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mpls-atm-01.txt>
- [14] MPLS Ships in the Night Operation with ATM, <http://infonet.aist-nara.ac.jp/member/nori-d/mlr/id/draft-jamoussi-mpls-sin-00.txt>
- [15] Multiprotocol Label Switching.
http://www.techguide.com/comm/sec_html/mpls.shtml
- [16] A. Viswanathan, N. Feldman, Z. Wang, R. Callon, Evolution of Multiprotocol Label Switching, IEEE Communications Magazine, pp. 165~173, May 1998.
- [17] Ashley Stephenson, Diffserv and MPLSL A Quality Choice, Data Communications, Nov. 21 1998, <http://www.data.com/issue/981121/quality.html>
- [18] MPLS VPN Architecture, <http://infonet.aist-nara.ac.jp/member/nori-d/mlr/id/draft-jamieson-mpls-vpn-00.txt>
- [19] 강선무, 최영일, 윤병남, 개방 프로그래머블 네트워크 구조 및 응용, NCS98, pp. 906-909, 1998.12.



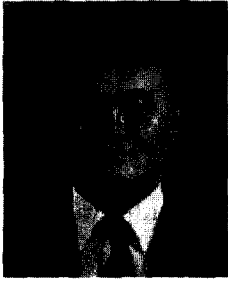
전 병 천

1986년 충남대학교 대학원 전자공학과 석사
 1992년 충남대학교 대학원 전자공학과 박사
 1987년~1988년 국방과학연구소 연구원
 1988년~1998년 현재 한국전자통신연구원 책임연구원
 MPLS시스템팀 팀장
 관심분야 : 초고속통신망구조, ATM 기반 인터넷 프로토콜



정 태 수

1983 경북대학교 전자공학과 석사
 1983~1999년 현재 한국전자통신연구원 책임연구원
 MPLS 시스템팀
 관심분야: 컴퓨터통신, ATM 기반 인터넷 기술



강 선 무

1987년 스톡홀름 왕립공과대학 석사

1998년 충남대학교 전자공학과 박사

1983년 현재 한국전자통신연구원, MPLS S/W 팀장

1984년 ~ 1987년 L.M.Ericsson (스웨덴, Visiting
Researcher)

관심분야: 초고속통신망 구조 및 프로토콜



이 유 경

1978년 한국항공대학교 전자공학과 학사

1980년 연세대학교 전자공학과 석사

1990년 전기통신기술사

1984 ~ 1999년 현재 한국전자통신연구원 책임연구원
인터넷기술연구부 부장

관심분야: 고속 IP 스위칭 기술, 차세대 라우터 기술