

고속 LAN 기술

승실대학교 김영한*

1. 서 론

LAN의 고속화 기술은 인터넷의 최근의 초고속 성장과 함께 다양한 형태로 발전하고 있다. 이들 방향을 정리해보면 LAN 인터페이스 부분, 즉 물리계층, MAC(Media Access Control)계층의 고속화와 LAN 구축시의 핵심 장비가 되는 라우터의 고속화 기술, 및 라우터의 고속화의 하나로 시작되어 부가적 기능에 의해 다른 의미가 더해진 스위치/라우터 결합 기술로 나누어 볼 수 있다. 본 고에서는 이들 각 부분별 기술동향과 내용을 살펴보고자 한다.

LAN 인터페이스 기술의 고속화는 초기에 다양한 전송매체와 이를 최적으로 이용하기 위한 새로운 MAC 기술의 개발로 진행되었으나 이제는 시장기능에 의해 CSMA/CD MAC 기반의 이더넷에서의 고속화 기술로 정리되고 있다. 즉 10Mbps에서 100Mbps의 fast 이더넷으로, 다시 1000Mbps의 기가비트 이더넷으로 기존 네트워크 환경에서 큰 변화없이 LAN 카드의 고속화를 이루고 있다.

라우터의 고속화는 라우팅 테이블의 검색 속도를 알고리즘의 개선과 전용 하드웨어 기술의 이용등으로 증대시키고 내부 시스템 구조의 개선등으로 고속화를 이루고 있으며 기존의 최선형 서비스 이외에 QoS(quality of service), COS(class of service) 등의 신기능을 수용하기 위해 새로운 구조 제안이 계속되고 있다. 이와함께 제2계층 스위치의 고속 스위칭 기능을

라우터에서도 구현하기위하여 제3계층 스위칭이라고도 불리는 스위치/라우터 구조도 제안되고 있다. 스위치/라우터 관련 구조 및 프로토콜은 각 업체별로 다양한 이름으로 개발되어 왔으나 IETF(Internet Engineering Task Force)에서의 표준화 활동으로 이제는 MPLS(Multiprotocol Label Switching) 기술로 통합되고 있다. 이들 각 기술의 세부내용을 다음 절에서 각각 살펴본다.

2. 기가비트 이더넷

2.1 배경

이더넷은 처음 등장한 이후로 계속해서 처리 속도 및 성능을 높여가며 100Mbps Fast 이더넷까지 성능을 향상시키면서 이더넷 시장을 지켜왔다. 그러나 인터넷 및 인트라넷의 고속화와 광역화의 요구가 증대되면서, 업계에서는 이더넷의 대역폭을 획기적으로 향상시키기 위한 노력으로 GEA(Gigabit Ethernet Alliance)를 결성하였고, 이러한 노력으로 1998년 6월에 기가비트 이더넷에 대한 프로토콜 표준안이 승인되었다.

기가비트 이더넷은 근거리 통신망(LAN) 방식 중 가장 광범위하게 사용되고 있는 이더넷 기술의 전송속도를 초당 1기가비트(1천메가비트)까지 향상시킨 기술이다. 기가비트 이더넷에 대한 관심이 높은 이유는 이미 구축된 네트워크를 변화시키지 않고도 전송성능을 1기가급으로 높여 줄 수 있기 때문이다. 즉, 이미 구축된 이더넷 등의 투자를 보호하면서 네트워크

*정회원

전체 성능을 피할 수 있다는 점이 가장 장점으로 작용하고 있다. 또한 기존 네트워크에서 별다른 변화없이 기가비트 이더넷으로 자연스럽게 이전할 수 있다는 것 역시 장점으로 작용하고 있다. 이는 기가비트 이더넷 기술이 이더넷 표준인 IEEE 802.3에 기반하고 있으며 기본 프로토콜 또한 이더넷의 구현 방식인 CSMA/CD를 따르고 있기 때문이다. 현재 표준으로 채택된 IEEE 802.3z 기가비트 이더넷 기술은 기존의 이더넷 표준인 802.3과 자연스럽게 호환이 된다. 또한 IEEE 802.3ab은 기존 이더넷의 일반 케이블인 UTP 케이블까지 지원하고 있다.

2.2 기가비트 이더넷 프로토콜 구조

기가비트 이더넷 표준인 802.3z는 100Mbps에서 1Giga까지 속도를 고속화하기 위해 IEEE 802.3 Ethernet과 ANSI X3T11 FiberChannel의 기술을 접목시켜 사용하였다. 이러한 기술의 접목은 IEEE 802.3 Ethernet의 프레임 포맷, CSMA/CD기술을 사용하므로 기가비트 이더넷에 비해 저속인 이더넷과 fast 이더넷 기술들과 호환성을 유지하면서 Fiber Channel과 같은 고속의 physical interface 기술의 장점을 얻을 수 있다.

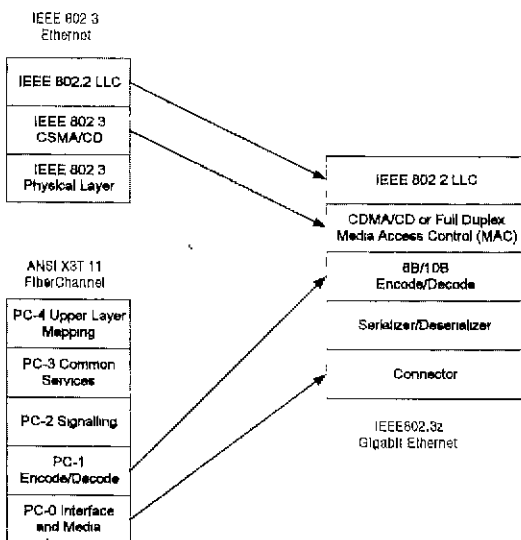


그림 1 기가비트 이더넷 프로토콜 구조

2.3 물리계층

기가비트 이더넷의 물리계층에는 fiberchannel의 물리계층을 이용하는 802.3z 표준과 UTP 케이블을 이용하는 802.3ab 표준이 있다. 802.3z 표준은 멀티모드 및 싱글모드를 이용한 1000Base-LX와 멀티모드를 이용한 1000Base-SX 및 실딩된 동축선을 이용하는 1000Base-CX로 구성된다. 802.3ab에서는 현재 가장 일반적으로 설치되어 있고, 설치되고 있는 UTP 카테고리 5 케이블을 이용한 1000Base-T 기가비트 이더넷 구현 표준을 위한 연구가 802.3z와는 독립적으로 진행되고 있다. 특히 양방향 전송(4 pair Dual Duplex transmission), 병렬 전송(Parallel transmission)기술, 새로운 인코딩(Encoding -5PAM) 기법에 대한 연구를 진행중이다.

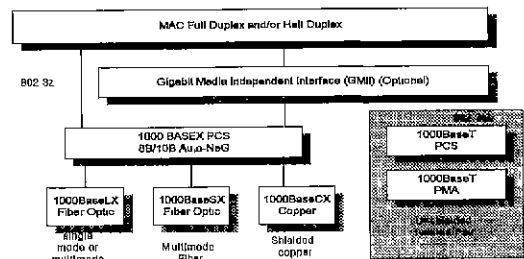


그림 2 802.3z와 802.3ab의 물리계층

표 1 전송 매체별 전송 속도, 최대 케이블 길이

	전송 매체	전송 속도	최대 케이블 길이
1000BaseLX	Mult/Single mode Fiber	1000Mbps	200m-multimode 300m-Singlemode
1000BaseSX	Multimode Fiber	1000Mbps	200m
1000BaseCX	Shielded Copper	1000Mbps	25m
1000BaseT	CAT 5 UTP	1000Mbps	100m

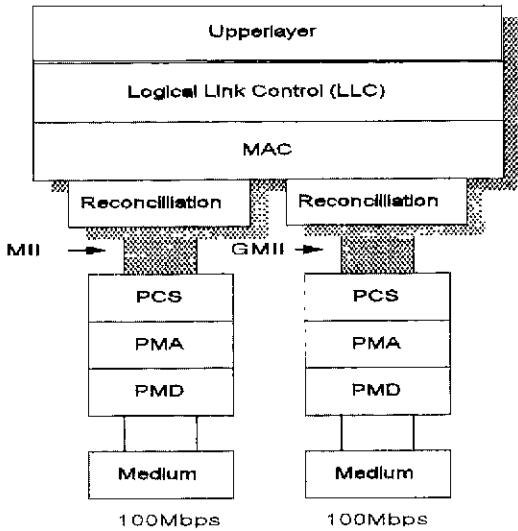


그림 3 기가비트 이더넷의 구조적 모델

기가비트 이더넷의 물리계층은 그림 3과 같이 PCS, PMA, PMD로 나누어져 있다. PCS는 MAC에서 수신한 bit열을 8B/10B 인코딩 방식(8bit의 데이터를 10비트의 비트열로 변환하는 인코딩 방식)으로 인코딩하여 PMA로 전달한다. PMA는 8B/10B 비트열로부터 클럭을 추출하며 직렬/병렬 변환을 수행한다. PMD는 라인코딩, O/E변환 등을 수행한다.

2.4 MAC 계층

기가비트 이더넷의 프레임 포맷은 이더넷 표준 프레임 포맷을 따르고 있다. 이는 프레임의 변화없이 기존의 이더넷과 fast 이더넷과의 호환성을 유지하기 위해서이다. 아래의 그림은 IEEE 802.3/Ethernet 프레임 포맷을 나타낸다.

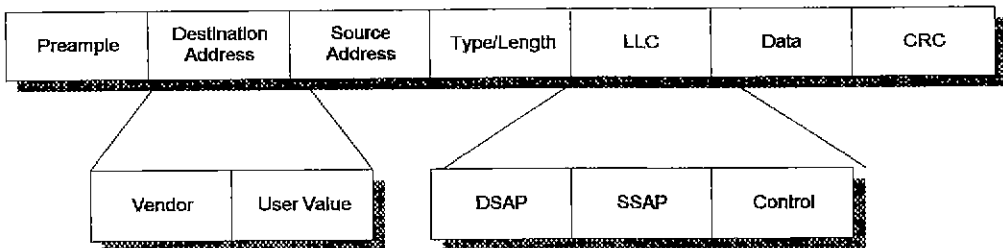


그림 4 IEEE 802.3/Ethernet 프레임 포맷

프레임 모양은 같으나 기존 MAC과의 기가비트 이더넷 MAC의 차이는 slot time이 512BT(Bit Time)에서 4096BT로 확장된 것과 송신중 collision detection 기능을 보장하기 위해 extension bit를 사용하는 것과 링크효율을 높이기 위해 연속해서 짧은 프레임을 붙여 보낼 수 있는 Burst mode가 사용되는 것 등을 들 수가 있다. Burst mode에서는 최대 65535 비트시간동안 interframe 심볼을 첨가하면서 한 노드가 연속 전송을 할 수 있게 된다.

3. 기가비트 라우터

3.1 배경

현재의 인터넷의 가장 주된 변화는 고속의 서비스와 서비스의 질을 보장받하고자 하는 것이다. 서비스를 보장하기 위하여 장비의 고속화에 의한 망의 고속화는 물론 다양한 서비스 제공을 위한 차별화 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 이러한 변화에 부응하기 위해서는 라우터의 성능 개선은 필수적이다.

차별화 서비스란 망 서비스 제공자가 사용자의 다양한 요구조건, 즉 지연시간의 한계, 최소대역폭의 보장, security, 등등을 차별적으로 보장해주는 서비스를 말한다. 사용자는 자신이 사용할 수 있는 대역폭에 대해서는 전용선을 사용하는 것과 같은 서비스를 제공받고자 하고, 서비스 제공자는 수익의 극대화를 위해 통계적 다중화의 잇점을 최대한 살리고자 한다. 그러므로 라우터는 여러 사용자의 다양한 요구조건을 만족시키면서 서비스 제공자의 망 효율

을 최대화하기 위한 자원의 분배를 제공할 수 있는 기능이 있어야 한다. 라우터는 또한 차별화 서비스를 제공하기 위해서 특정 패킷을 구분할 수 있어야 하고, 또한 그 connection의 상태정보를 알고 있어야 한다. 패킷 분류와 상태 정보를 유지하기 위해서는 메모리와 고속의 처리능력이 필요하다.

차별화 서비스를 제공하기 위해 라우터에 요구되어지는 세부 사항은 다음과 같다. 첫째, 차별화된 서비스를 위해 패킷을 분류할 수 있어야 한다. 둘째, 혼잡발생시 적절한 조치를 취하고, 망내의 여러 형태의 트래픽을 수용하기 위해 적절한 버퍼 관리를 할 수 있어야 한다. 셋째, 차별화 서비스를 요구하는 connection의 대역폭과 지연시간에 대한 요구조건을 만족시키기 위한 패킷 스케줄링을 할 수 있어야 한다. 이와 더불어 라우터는 고속화되어야 한다. 라우터의 고속화를 위해서는 패킷 스케줄링 알고리즘이 효율적이고 공정하면서 구현의 복잡도가 작아야 한다. 또한 기존의 라우터내의 처리 병목 구간이었던 route look-up과 패킷을 분류하는 부분의 병목 현상을 없애야 한다. 따라서 라우터의 고속화를 위해서 무엇보다도 개선되어야 하는 부분은 라우터의 패킷 포워딩 엔진 부분이다.

3.2 포워딩 엔진의 처리 모델

포워딩 엔진은 packet을 구분할 수 있어야 하고, 다음 홉의 IP와 링크계층 주소를 결정할 수 있어야 한다. 또한 전체적인 고속의 처리를 위해 헤더 프로세싱은 wire-speed로 이루어질 수 있어야 한다. 다음에 기존의 라우터의 헤더 처리 방법과 문제점을 나열하였다.

기존 라우터는 캐쉬기반으로 포워딩을 처리하고 있다. 이는 일반적으로 동일 연결에 속한 패킷들이 연속적으로 도착하는 경향이 있기 때문에 사용할 수 있다. 그러나 이러한 캐쉬기반 방식은 많은 connection이 있는 백본 환경에서는 부적합하다. 캐쉬 기반 구조를 사용한 시스템에서 새로운 많은 connection이 동시에 시스템에 도착한다면, header processing을 위한 경로가 순간적으로 과부하상태가 되어 패킷들은 큐잉되게 된다. 이러한 패킷들은 헤더

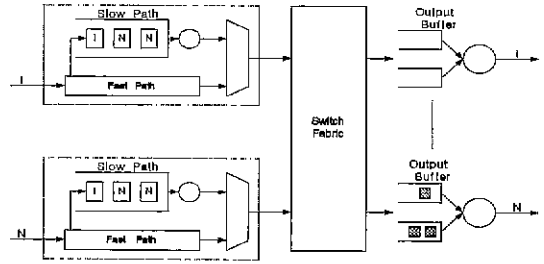


그림 5 캐쉬 기반 환경

처리가 아직 안되어 있는 상황이라 버퍼링과 스케줄링을 적용할 수 없게 된다. 그림 5는 캐쉬 기반 구조에서의 패킷 프로세싱과 포워딩 시스템 모델이다.

헤더 프로세싱이 필요한 패킷들이 도착해 있는 상황에서 그럴 필요가 없는 패킷들이 도착한다면 뒤에 도착한 패킷들은 block되어질 수 있다. 그리하여 그림에서 볼 수 있듯이 slow path를 통해 헤더 프로세싱이 필요한 패킷들과 그렇지 않은 패킷을 나누어서 경로를 지정해 주면 slow path를 이용하는 패킷에 의해 발생하는 head-of-line blocking을 줄일 수 있다. 그렇지만 위에 나타난 구조에서도 역시 문제는 남아 있다. 인터페이스로 도착하는 많은 패킷들이 slow path로 가야만 할 경우 상대적으로 slow path는 또 다시 병목 구간이 된다.

상용 인터넷 기반 구조는 견고하고 또한 예상할 수 있는 성능을 제공할 수 있어야 한다. 그러나 cache 기술이나 hash 알고리즘은 도착하는 트래픽 패턴에 따라 성능이 좌우될 수 있다.

다음은 real time 패킷 처리와 차별화 서비스를 위한 라우터 시스템 제한 사항이다.

- 1) 라우터는 기가비트 속도의 링크를 지원하기에 충분히 빨라야 한다.
- 2) 포워딩 엔진은 프레임 패킷에 독립적이고, 또한 작은 worst-case processing time을 가져야 한다.
- 3) 백본 네트워크에서의 프로세싱 엔진은 next-hop look-up 동작은 물론 패킷 필터링과

classification을 수행할 수 있어야 한다.

4) 각 알고리즘들은 초고속으로 처리되어야 할 만큼 충분히 효율적이어야하고, 또한 하드웨어적인 구현이 가능해야 한다.

이러한 요구사항을 위한 라우터 구조의 변화 과정을 다음에 살펴본다.

3.3 라우터 구조 변화

3.3.1 기존 라우터의 구조

● Single Processor-Shared Bus 구조

이 구조는 라우터의 첫세대에 해당한다. 이 구조는 빠른 속도의 포워딩을 위한 구조라기보다는 기본적인 connection을 생성하고 유지하는 것에 초점이 맞추어져있다. 이 구조의 성능은 주 프로세서의 속도와 shared bus의 throughput에 달려있다. 이러한 구조는 고속의 요구조건을 만족시키기 어렵다

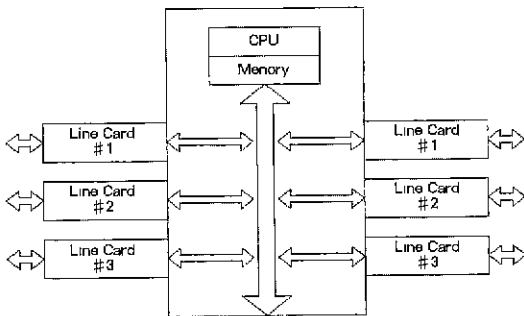


그림 6 Single Processor-Shared Bus 구조

● Multiple Processor-Shared Bus 구조

1세대 라우터의 개선하기 위해 2세대 라우터에서는 포워딩 처리 임무를 여러 프로세서로

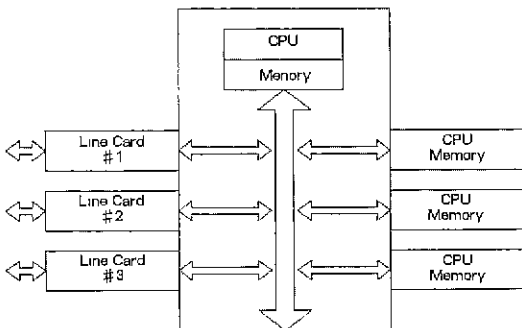


그림 7 Multiple Processor-Shared Bus 구조

분산시켰다. 그러나 패킷들이 처리되기 위해서는 동일한 shared bus로 전송된다. 그래서 여전히 shared bus에서 병목 현상이 발생한다.

● Multiple Processor-Space Switching 구조

3세대 라우터는 2세대 라우터에서 발생하는 병목 구간을 줄이는데 초점을 두고 설계되었다. 2세대 라우터에서 병목 구간이었던 shared bus를 switch fabric으로 대체했다. switch fabric은 각 인터페이스간의 패킷 전송에 필요한 충분한 대역폭을 제공하므로 각 인터페이스간의 포워딩 패스는 더 이상 병목 구간이 아니다. 그러나 패킷 처리하는 부분이 새로운 병목 구간이 될 수 있다. 이는 3세대 라우터 구조가 대용량의 link capacity를 처리할 수 없는 범용 CPU로 설계되었기 때문이다.

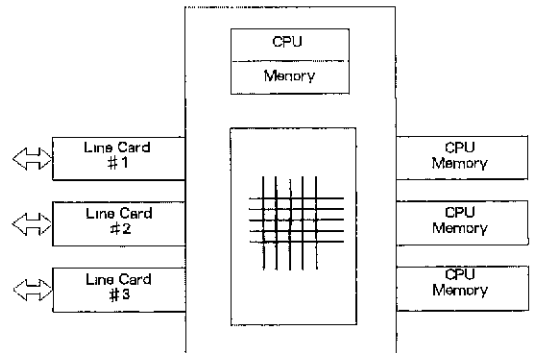


그림 8 Multiple Processor-Space Switching 구조

● Shared Parallel Processors - Space Switching 구조

이 구조에서는 각 인터페이스에 패킷이 도착하면 패킷의 헤더부분만 포워딩엔진으로 전송한다. 패킷헤더를 받은 포워딩 엔진은 단지

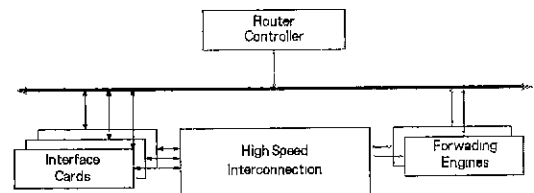


그림 9 Shared Parallel Processor-Space Switching 구조

next-hop 주소 resolution만을 하고, 그 결과를 해당 인터페이스로 return한다. 그 결과를 받은 인터페이스는 출력 인터페이스로 패킷을 포워딩한다[2, 3]. 이러한 구조를 갖는 시스템에서의 각 포워딩 엔진들은 포워딩에 필요한 정보가 같아야하며 똑같이 갖고 있어야 한다. 그 결과 큰 메모리 용량이 요구되고 속도도 저하되게 된다. 이 구조는 각 포워딩 엔진으로의 적절한 load balancing이 필요하게 된다.

3.3.2 기가비트 라우터 포워딩 엔진 구조

그림 10은 해당 요소 단위로 특정 동작을 수행하는 프로세서를 사용하여 트래픽에 관계없이 최대 처리시간을 제어하며 고속 포워딩을 할 수 있도록하는 포워딩 엔진 구조이다.

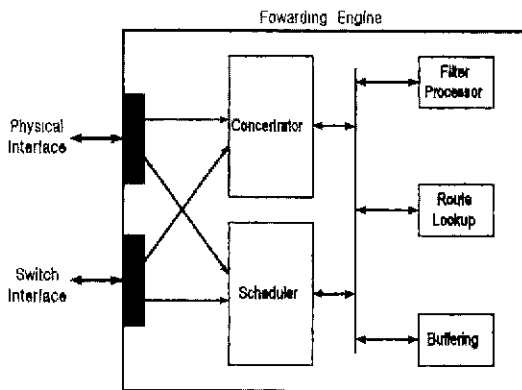


그림 10 고속 포워딩 엔진을 위한 분담 처리 구조

인터페이스에 패킷이 도착하면 패킷 포워딩을 하기 위해 각 프로세서들은 포워딩을 위해 자신들에게 할당된 임무만을 수행하게 된다. 각 프로세서들은 자신의 특정 동작만을 수행하므로, 모든 프로세서가 포워딩에 필요한 모든 정보를 중복해서 갖고 있을 필요가 없이, 그 동작을 수행하는데 필요한 데이터만을 갖고 있으면 된다. 그리하여 각 프로세서에 필요한 메모리량이 적어지므로 경제성이 높아지게 된다. 또한 각 기능에 맞는 적용 ASIC으로 일반 프로세서를 대체하여 고속 포워딩을 가능하게 한다.

이상의 발전된 구조에 따라 다양한 고속 라우터들이 개발되고 있고, 개발 업체로는 BBN,

Cisco, Ascend, Torrent, Avici, Tiny Tera 등이 있다[8, 9, 10, 11, 12].

3.4 내부 자원 관리

고속 라우터의 부가적 기능으로써 차별화 서비스를 제공하기 위해서는 라우터는 각 connection이 요구하는 자원을 지원해 줄 수 있어야 한다. 이를 위해서는 각 connection에 출력 링크의 대역폭을 적절히 공유할 수 있게해야 한다. 이러한 link-sharing 기법중에서 가장 유연한 자원 관리 방법이 hierarchical link-sharing 방법이다. hierarchical link-sharing 방법은 특정 프로토콜이나, traffic type, 또는 이외에 다른 분류방법에 따라 connection들을 여러 level로 모아서 자원을 할당해 준다[5, 6]. hierarchical link-sharing은 서로 다른 여러 도메인또는 어플리케이션에 같은 데이터 구조와 알고리즘을 사용하여 여러 다양한 서비스를 제공할 수 있다는 장점이 있다. hierarchical link-sharing 방법을 사용하여 flow별로 엄격한 delay bound를 제공하기 위해서는 각 노드에 플로우별로 스케줄링을 해 주는 알고리즘을 사용해야 한다[4]. 또한 TCP와 같은 플로우의 성능을 향상시키기 위해서는 플로우별 스케줄링과 RED(Random Early Detection)[7]와 같은 적절한 버퍼 관리를 함께 사용해야 한다.

4. 스위치/라우터

4.1 개요

인터넷의 IP 패킷 전달은 라우터를 통한 홉간의 전달에 의해 목적지까지 전달되는 방식에 의한다. 이는 인터넷의 토폴로지가 수시로 변경될 수 있다는 가정에 의한 것이다.

라우터에서는 패킷의 IP 주소 영역에서 longest prefix matching 방식으로 다음 전달지를 결정한다. 즉 라우팅 테이블의 모든 엔트리를 비교하여 목적지 IP 주소와 가장 많은 비트가 일치하는 엔트리를 찾은 다음 그에 의한 다음 홉 정보를 얻어내어 전송하게 된다. 최대 병목구간은 라우팅 테이블 look-up 과정이며

이를 알고리즘의 개선, 하드웨어 이용 등으로 고속화하고 있는 기술이 기가비트 라우터 기술이라 할 수 있다.

이와 달리 연결 기반(connection-oriented)의 스위치에서는 주소 대신 사용하는 가상 채널 식별자 또는 MAC주소 등은 라우터에서의 IP 주소와 달리 일정 크기로 고정되고 exact matching 방식으로 입력된 패킷의 출력 링크를 찾기 때문에 처리 과정이 단순하고 하드웨어로도 구성될 수 있어서 라우터보다 고속으로 처리할 수 있다. 반면 스위치만으로 망을 구성할 때에는 체계적인 망 구성이 어렵고 내부에서 많은 브로드캐스팅 트래픽이 전체 망으로 발생되는 문제가 있다. 따라서 낮은 효율을 가지는 라우터에 의한 전달 방식을 개량하여 라우터에 스위치 기술을 접목시켜 보다 고속의 패킷 처리를 할 수 있는 스위치/라우터 또는 L3 스위칭 방법이 다양하게 연구되었다. 그 중 IETF에서는 MPLS WG을 구성하여 이에 대한 표준 방식을 정립하고 있다.

MPLS에서는 제 2 계층에서 레이블이라는 짧고 고정되어 있는 길이의 영역을 주소에 맵핑하여 사용한다. MPLS 도메인에서의 입력 라우터에서 레이블 할당이 이루어지면 이후의 스위치 및 라우터에서는 IP 계층까지 패킷을 보내지 않고 제 2 계층에서 바로 레이블을 이용하여 스위칭과 유사한 전달 방식을 가진다.

MPLS에서 주목을 받고 있는 제 2 계층 프로토콜은 ATM이다. ATM은 셀(cell)들을 전달하기 위해 VPI/VCI 영역이라는 짧고 고정된 길이의 영역을 사용하여 스위칭 방식으로

처리하기 때문에 MPLS 개념을 쉽게 적용할 수 있다. ATM 기술을 이용할 경우, ATM 셀의 VPI/VCI 영역이 레이블로서 사용된다. 지금까지 나온 다수의 MPLS 관련 프로토콜들이 ATM 망 위에서의 동작을 고려하고 있다.

4.2 MPLS(multiprotocol label switching)

본 절에서는 이러한 MPLS의 원리를 살펴본다. MPLS에서는 IP 주소 대신에 레이블이라는 짧고 고정된 길이의 영역을 사용하여 출력 링크 결정 과정을 단순화하고, 제 3 계층을 거치지 않도록 함으로써 망에서의 전달 속도를 증가시킨다. 그림 11(a)는 기존 라우터에서의 패킷 전달 방식을 도식화 한 것으로 입력 패킷의 목적지 주소를 라우팅 테이블에서 검색하여 다음 라우터와 출력 링크를 결정하는 제 3 계층에서의 전달 과정을 보이고 있다.

이에 비해 그림 11(b)는 제 3 계층 스위칭 방식을 보여준다. 제 3 계층에서는 라우팅 프로토콜로부터 라우팅 테이블을 구축하고, 제 2 계층에 제 3 계층의 라우팅 정보에 대응되는 레이블 테이블을 생성한다. MPLS에서의 패킷의 전달은 레이블 테이블로부터 레이블 정보를 얻어 레이블을 교환함으로써 제 2 계층에서 스위칭이 발생하도록 한다.

MPLS에서 패킷에 대한 레이블의 할당은 라우팅 정보를 바탕으로 별도의 방식으로 이루어진다. 첫 번째 할당 방식은 데이터에 의한 할당 방식(data-driven allocation)으로 트래픽으로부터 플로우(flow)를 구별하여 플로우에 레이블을 할당하는 방식이다. 송신지 주소 및

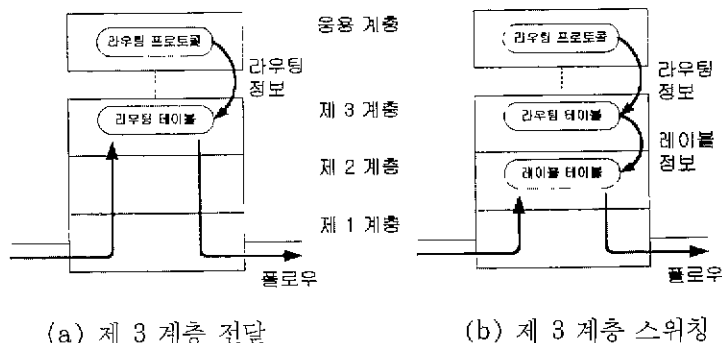


그림 11 제 3 계층 전달과 제 3 계층 스위칭

수신지 주소가 같은 패킷끼리 하나의 플로우로 구별할 수 있으며, 또한 주소 정보에 더하여 포트 번호로 구분되는 세션에 따라 더 세분된 플로우로 구별할 수 있다. 두 번째는, 네트워크 구성 형태에 따른 할당 방식(topology-driven allocation)으로 입구 레이블 스위치에서 패킷의 목적지 주소를 이용하여 MPLS 도메인 내의 출구(egress) 레이블 스위치를 결정하고, 패킷에 출구 레이블 스위치 별로 레이블을 할당하는 방식이다. 이 방식의 장점은 레이블 수가 출구 노드 수와 같으므로 효율적으로 레이블을 사용할 수 있다는 것이다. 레이블의 수는 제한되어 있으며, 레이블 당 패킷 수가 많을수록 대규모의 망에서 사용할 수 있다. 반면 데이터에 의한 할당 방식은 네트워크 구성 형태에 의한 할당 방식보다 레이블 당 패킷 수가 적다. 그러나 네트워크에서 QoS를 지원하게 될 경우 QoS 제어가 필요한 플로우의 구별을 세밀하게는 세션 별로 할 수 있으므로 유용하다.

두 가지 방식 중 데이터에 의한 할당 방식의 예로 그림 12에서 레이블 스위치가 트래픽 중에서 플로우를 구별한 다음 레이블을 할당하여

제 3 계층 스위칭을 통한 전달을 시작하기까지의 상세 동작을 보여주고 있다. 그림 12(a)는 레이블을 할당하기 이전의 상태이며, 따라서 모든 패킷들은 모든 레이블 스위치에서 제 3 계층을 통하여 전달된다. 이후 각 레이블 스위치에서 플로우를 감지하게 되면 그림 12(b)에서와 같이 해당 플로우에 대해 레이블을 할당하게 된다. 그 후에 각 레이블 스위치에서는 그림 12(c)에서처럼 할당한 레이블을 이웃 레이블 스위치에 인식시켜 레이블 교환을 할 수 있도록 레이블 할당 정보를 전달해 주어야 한다. 각 레이블 스위치에서는 들어오는 패킷에 삽입되어 있는 레이블과 교환하여 넣어주어야 할 레이블에 대한 정보를 레이블로 구축한다. 이로써 레이블 스위칭을 위한 준비가 끝나게 되며, 그림 12(d)처럼 스위치에서마다 레이블 교환에 의해 고속 전달을 하게 된다. 이때 입구(ingress) 레이블 스위치인 경우 제 3 계층 전달을 통해 패킷들 중 레이블을 할당해서 보내야 할 패킷들을 분별한 다음, 레이블을 할당하여 제3계층 스위칭(switching)을 시작한다. 또한 MPLS 도메인을 빠져나가는 출구(egress) 레이블 스위치에서는 패킷으로부터

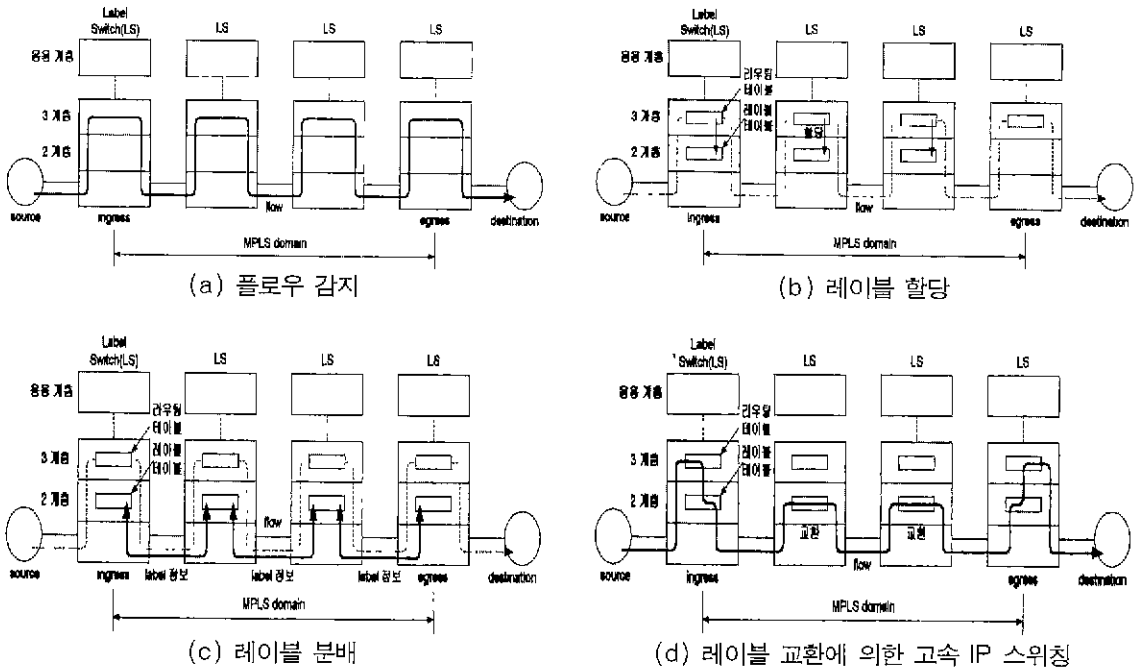


그림 12 MPLS 망에서의 패킷 전달

더 이상 필요 없게 된 레이블을 떼어내고 다시 IP 주소에 의한 제 3 계층 전달(forwarding)을 하게 된다. 도메인 내부의 레이블 스위치에서의 레이블 처리는 레이블 교환으로 이루어진다. 들어온 패킷에 삽입되어 있는 레이블을 이용하여 다음 인접 레이블 스위치를 결정하고, 스위치 내부에서 할당된 레이블 정보를 이용하여 레이블 교환을 수행한다.

5. 결론

LAN의 고속화 기술은 LAN 접속기술에서, 라우터, 스위치에서 다양하게 이루어지고 있다. 이들 기술은 곧 인터넷의 고속화, 멀티미디어화로 직결된다. 본고에서는 이들 기술의 현재 까지 진행되어온 큰 방향으로서 기가비트 인터넷과 기가비트 라우터, 및 MPLS로 표준화되고 있는 L3 스위칭 기술에 대해서 살펴보았다. 이들 기술은 당분간 네트워크 시장에서 주요기술로 자리잡을 것으로 예상된다.

한편 고속화 기술은 고속화로 제공되는 새로운 통신환경에서 새로운 서비스를 가능하게 할 수 있다. 이러한 새로운 기능으로서 최근 관심이 집중되고 있는 것은 QoS(quality of service)와 VPN(virtual private network) 서비스이다. 이들 기능은 현재의 단순 인터넷 서비스를 실제 상거래 및 기업망으로서 활용하게 할 수 있게 하는 것으로서 고속화 기술에 함께 접목되어 개발되고 있다.

새로운 구조, 새로운 서비스는 후발자에게 새로운 기회가 될 수 있을 것이다. 많은 신생 기업들이 기존의 거대 기업들이 활개치는 네트워크 시장에 속속 등장하고 있는 것을 볼 때 이러한 느낌을 가질 수 있다. 다만 우리의 기업들이 그 속에서 아직 발견되고 있지 않는 것이 아쉬울 뿐이다.

참고문헌

- [1] T.E. Anderson, S.S. Owicki, J.B. Saxe, and C.P. Thacker. "High speed switch scheduling for local area network." ACM Transactions on Computer Systems, 11(4):319-52, November 1993.
- [2] V.P. Kumar, T.V. Lashman, D. Stiliadis "Beyond Best Effort : Router Architectures for the Differentiated Services of Tomorrow's Internet".
- [3] A. Asthana, C. Delph, H. Jagdish, and P. Krzyzanowski. "Towards a gigabit ip router." Journal of High-Speed Networks, 1(4), 1992.
- [4] J.C.R. Bennett and H. Zhang. "Hierarchical packet fair queueing algorithms." In Proceedings of ACM SIGCOMM'96, pages 143-156, Palo Alto, CA, August 1996.
- [5] D.D. Clark, S. Shenker, and L. Zhang. "Supporting real-time applications in an integrated services packet network: Architecture and Mechanism" In Proceedings of ACM SIGCOMM'92, pages 14-26, August 1992.
- [6] S. Floyd and V. Jacobson. "Link sharing and resource management models for packet networks" IEEE/ACM Transactions on Networking, 3(4):365-386, August 1995.
- [7] S. Floyd and V. Jacobson. "Random early detection gateways for congestion avoidance." Internetworking: Research and Experience, 3(3):115-156, September 1992.
- [8] <http://www.bbn.com/>
- [9] <http://www.cisco.com/>
- [10] <http://www.torrent.com/>
- [11] <http://www.avici.com/>
- [12] <http://www.tiny.com/>
- [13] B. Davie, et al., "Use of Label Switching With ATM," Internet Draft, July 1998.
- [14] E. Rosen, A. Viswanathan, R. Callon, "Multiprotocol Label Switching Architecture," July, 1998.
- [15] Peter Newman, et al., "Ipsilon Flow

Management Protocol Specification for IPv4," IETF RFC 1953.

- [16] Y. Rekhter, B. Davie, D. Katz, E. Rosen, G. Swallow, "Cisco Systems' Tag Switching Architecture Overview," RFC 2105, Feb. 1997.
- [17] A. Viswanathan, N. Feldman, R. Bovivie, R. Woundy, "ARIS : Aggregate Route-Based IP Switching," Internet Draft, Mars 1997.
- [18] 김영한, 신진서, 박일균, "Multiprotocol Label Switching," 정보통신기술지, 한국정보과학회, 1998년.



김영한

1984 서울대학교 전자공학과(학사)
 1986 KAIST 전기 및 전자공학
 과(석사)
 1987~1994 디지콤정보통신연구
 소 데이터통신 연구
 부장
 1990 KAIST 전기 및 전자공학
 과(박사)
 1994~현재 숭실대학교 정보통신
 전자공학부 조교수
 관심분야: 인터넷 네트워킹기술
 E-mail: yhkim@dsn.soongsil.
 ac.kr

● 제26회 임시총회 및 춘계학술발표회 ●

- 일 자 : 1999년 4월 23일(금)~24일(토)
- 장 소 : 목포대학교
- 문 의 처 : 한국정보과학회 사무국
 Tel. 02-588-9246, Fax. 02-521-1352
<http://kiss.or.kr>
 E-mail : kiss@kiss.or.kr