

이더넷 스위치

최진식, 이시샤, 임형석
한양대학교

요약

본고는 스위칭 기술과 스위칭 장비의 필요성, 특징 및 동작원리에 대해 서술한다. 특히 계층별 스위치의 개념, Transparent Bridging, Spanning Tree Protocol 등 동작원리에 대하여 서술한다. 또한 다양한 스위칭 기술을 살펴보고 앞으로 어떻게 발전될지를 살펴본다.

네트워크 계층 스위칭 장비이다

표 1. 계층별 스위치

계 층	스위칭 장비
3 계층 네트워크 계층	라우터 - 네트워크 계층 스위칭 장비로 IP 주소를 기반한 패킷 스위칭 장비
2 계층 데이터링크 계층	브리지/스위치 - 링크 계층 스위칭 장비로 물리적 MAC 주소에 기반한 스위칭 장비
1 계층 물리 계층	허브 - 물리 계층 스위칭 장비로 물리적 신호에 기반한 스위칭 장비

I. 스위치

스위치는 노드간 패킷의 흐름을 선택적으로 전달할 수 있도록 제어해주는 연동 장치이다. 마치 전등을 켜거나 끄기 위해 전기의 흐름을 제어하는 장치처럼 특정 노드간 데이터 흐름을 연결하거나 절단하는 장비이다. 스위칭 기술은 입력포트로 들어온 데이터를 특정 출력 포트에 선택적으로 보내는 기술이다

1. 계층별 스위칭 장비

스위칭 장비에는 허브, 리피터, 브리지, 스위치, 라우터 등이 있다. <그림 1>에서 보는 바와 같이 국제표준화기구 ISO(International Organization for Standardization)에서 데이터 통신을 위해 정의한 OSI7계층(Open System Interconnection 7 Layer)을 기반의 1계층(물리계층), 2계층(데이터링크계층), 3계층(네트워크계층) 등 프로토콜 계층별 스위칭 기술로 구분된다. 허브란 1계층(물리계층)입장에서 노드간 물리계층 접속을 선택적으로 제어해주는 물리계층 스위칭 장비이다. 브리지는 2계층(데이터링크계층)에서 링크계층주소를 기반으로 특정 포트에만 선택적으로 전달(Forwarding)되도록 제어하는 링크계층 스위칭 장비이다. 스위치는 다수의 포트간에 병렬적 데이터 전달을 위한 기능성 스위칭 장비이다. 라우터는 3계층(네트워크계층)장비로 브리거나 스위치와 유사하지만 링크계층주소가 아닌 네트워크계층주소 IP(Internet Protocol)를 통해 최종 목적지로 데이터가 전달될 수 있도록 데이터의 흐름을 제어해주는

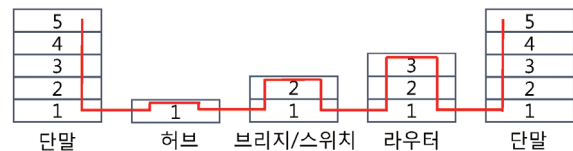


그림 1. 계층별 스위칭 장비

2. 이더넷 스위치

이더넷 스위치는 이더넷 프레임을 전달하는 링크계층 스위칭 장비이다. 이더넷 스위치 특징은 이더넷 MAC(Mac Access Control) 주소를 기반으로 이더넷 프레임을 필요한 포트에게만 선택적으로 전달해주는 장비이다. 이더넷 스위치는 특징적으로 이더넷 인터페이스를 갖는 장비간 이더넷 프레임의 흐름을 선택적으로 제어해주는 플러그-앤-플레이 기능을 갖는다.

3. 이더넷 스위치 활용

오늘날 이더넷 스위치는 산업체, 캠퍼스는 물론 가정의 홈 네트워크, 데이터센터 및 공장자동화, 멀티미디어(오디오 및 비디오), 항공기, 자동차, 군수 등까지 광범위하게 사용되고 있다. 속도면에서 10Mbps, 100Mbps, 1Gbps, 10Gbps 이더넷으로 10배의 속도로 빨라지고 있다. 특히 데이터센터 등 서버 액세스 적용이 활발해지면서 10Gbps 이더넷 스위치 시장으로 확산되고, 40G/100G 이더넷 스위치 장비도 점차 성장세를 타며 계속해서 이더넷 스위치 도입이 크게 확산될 전망이다.

거리적 측면에서도 근거리 영역(LAN)에만 제한 적용되었던

이더넷 기술이 성능대비 가격 경쟁력이 우수해 도시나 메트로 영역, 나아가 장거리 백본 네트워크(캐리어 이더넷이라고함)로 사용이 확산되고 있다.

무선망에서도 스마트폰과 노트북의 활용이 늘어남에 따라 와이파이(WiFi), 와이브로/와이맥스(WiBro/WiMax) 등과 같이 이더넷 사용이 확산되고 있다. 무선 속도 측면에서 11Mbps, 54Mbps, 600Mbps로 늘어남에 따라 무선 LAN 스위치의 활용이 단순 데이터에서 비디오 동영상 등 멀티미디어 서비스로 확산되고 있다. 또한 최근 초소형 셀 기지국들을 상호 연결하여 초고속 무선 백홀망을 구성하려는 무선백홀 스위칭 연구가 활발히 진행되고 있다. 향후 무선 LAN 표준 기술 시장으로 무선 LAN 백홀 스위치나 무선 액세스 스위치 등이 주목 받을 것으로 예상하고 있다.

II. 이더넷 스위치 동작 방식

이더넷 스위치는 회선선을 이용한 회선교환 방식이 아닌 패킷(프레임) 기반의 통계적 다중화 기술을 접목한 고속 스위칭 기술이다.

이더넷 스위치의 동작은 플러그-앤-플레이 방식이다. 어떠한 설정 없이도 수신된 이더넷 프레임을 해당 목적지 포트에 투명하게 전달하는 Transparent Bridging 기능과 스위치 간 환형 loop가 생성되지 않도록 스페닝 트리 프로토콜(STP: Spanning tree protocol)로 구성된다.

1. Transparent Bridging

Transparent Bridging 동작은 아래 <그림 2>처럼 MAC 주소 학습, 플러딩(unknown frame broadcasting), 선택적 전달(selectively forwarding) 단계로 구성된다.

가. MAC 주소 학습(Mac Learning)

스위치가 이더넷 프레임을 수신하면 해당 프레임의 출발지

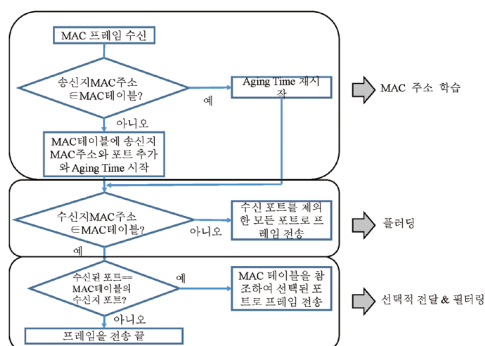


그림 2. Transparent Bridging Flowchart

MAC주소를 스스로 학습하여 자신의 MAC 주소 테이블에 등록한다. 해당 주소가 테이블에 이미 있으면 주기(Aging Time)를 갱신한다. 이러한 동작을 MAC 주소 학습이라고 한다.

나. 플러딩(Unknown frame broadcasting)

수신된 이더넷 프레임의 종착지 주소를 자신의 MAC 주소 테이블에서 검색한다. 만일 종착지 MAC 주소가 없는 경우 수신된 포트를 제외한 모든 포트에 해당 프레임을 전송한다. 이를 플러딩(수신포트를 제외한 모든 포트에 프레임을 전달) 과정이라고 한다.

다. 선택적 전달(Selective forwarding) & 필터링(Filtering)

반면 수신한 이더넷 프레임의 종착지 주소가 MAC 테이블에 있다면, 해당 포트에 선택해서 프레임을 전달한다. 이것을 선택적 전달이라고 한다. 그러나 출발지와 목적지가 같은 포트 상에 존재하는 경우에는 해당 포트에서 프레임을 전송하지 않고 해당 포트에만 머물도록 걸러낸다. 이것을 필터링이라고 한다.

아래 <그림 3>에서 <그림 5>는 Transparent Bridging 동작 예를 나타낸 것이다. PC0가 PC2와 프레임을 주고 받는 경우를 단계별로 살펴보자.

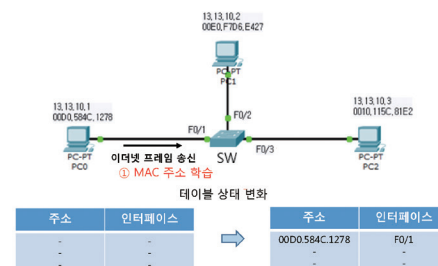


그림 3. MAC 주소 학습

Step 1) 단말-PC0에서 단말-PC2에 이더넷 프레임을 전송한다. 또한 SW는 F0/1로 수신한 이더넷 프레임의 출발지 MAC 주소(00D0.584C.1278)가 MAC 주소 테이블에 없기 때문에 MAC 주소 학습(MAC Learning)을 실시한다. 실시 후 자신의 MAC 주소 테이블에는 새로 학습된 주소가 저장된다.

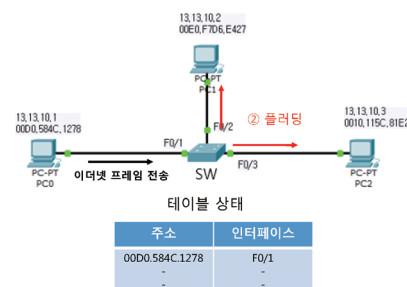


그림 4. 플러딩

Step 2) Switch F0/1로 수신한 이더넷 프레임의 목적지 MAC 주소가 포워딩 테이블에 기록되지 않은 unknown frame이므로 F0/2와 F0/3 모든 포트에 Flooding을 실시한다.

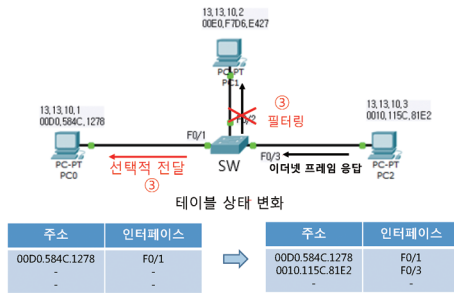


그림 5. 선택적 전달 & 필터링

Step 3) PC2가 PC0에 대한 응답을 보낸 경우, 목적지 MAC 주소(00D0.584C.1278)가 MAC 주소 테이블에 있으므로, 해당 포트로부터 이더넷 프레임을 선택적 전달(Selective Forwarding)한다. 또한 다른 포트에 나가지 못하도록 이더넷 프레임을 걸러낸다. 이와 별도로 단말-PC2에 대한 MAC 주소(0010.115C.81E2)가 MAC 테이블에 없기 때문에 단말-PC2에 대한 MAC 주소학습을 실시한다. 이처럼 스위치는 MAC 주소 테이블을 스스로 학습하여 동작하기 때문에 플러그앤플레이 방식의 동작이 가능하다.

2. Spanning Tree Protocol

이더넷 네트워크에서 프레임이 전달될 경우, 네트워크에 한 형태 토폴로지(loop)가 형성되면 이더넷 프레임이 지속적으로 순환되는 looping이 발생한다. STP란 Spanning Tree Protocol의 약자로서, Switch나 Bridge에서 플러딩에 의해 프레임의 looping이 발생하는 것을 방지하기 위한 네트워크 구성 설정 프로토콜이다. 즉 한 형태 토폴로지가 발생하지 않도록 하기 위해 네트워크 토폴로지를 트리형태의 토폴로지로 변환하는 프로토콜이다. 스위치에서 loop가 없는 트리를 구성하기 위해 스위

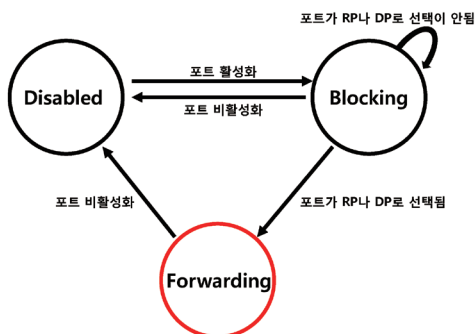


그림 6. STP Statement diagram

치간 STP메시지(스위치들간의 정보교환을 위한 Frame)를 주기적으로 교환하면서 링크를 모니터링하고, 포트별 STP 상태를 loop가 발생하지 않도록 유지 관리한다. STP 프로토콜의 스위치 내 각 포트는 <그림 6>과 같이 Disabled, Blocking, Forwarding 상태로 구분된다.

Disabled : 이 상태는 포트가 고장나서 사용할 수 없거나 네트워크 관리자가 포트를 고의적으로 Shut down시킨 상태이다.

Blocking : Switch를 맨 처음 켜거나 Disabled되어 있는 포트를 살렸을 때의 상태로, 이 상태에서는 데이터를 주고 받을 수는 없고 오직 STP 메시지만 주고 받을 수 있다. 만약 Max-Age Timer(20초) 안에 STP 메시지를 수신하지 못하거나, 후순위 STP 메시지를 수신하면 Listening, Learning을 거쳐 Forwarding상태로 전환된다.

Forwarding : 프레임이 송수신이 가능한 상태이다. 일반적으로 루트 포트와 지정포트가 Forwarding 상태로 동작한다. 즉 Blocking상태의 포트가 Listening과 Forwarding상태로 오려면 Forwarding Delay 시간을 2번 지나야 된다.

아래 <그림 7>은 3대의 스위치 한 형태 토폴로지 구성일 때 Spanning Tree Protocol 동작 예를 나타낸 것이다. 스패닝 트리 프로토콜의 동작은 Root Bridge선출, Root Port선출, Designated Port선출 3단계과정으로 구성된다.

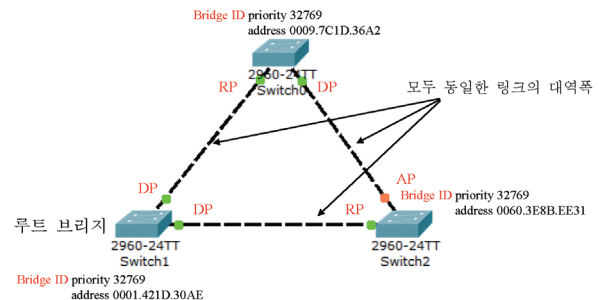


그림 7. Spanning Tree Protocol

Step 1) Root Bridge 선출 : 각 3대의 스위치는 스위치들간의 STP 메시지를 교환한다. 자신의 Bridge ID값을 비교하여 작은 Bridge ID값을 갖는 스위치가 Root Bridge로 선출된다. Bridge ID란 Bridge나 Switch들이 통신할 때 서로를 확인하기 위해 하나씩 갖고 있는 ID 번호이다. Bridge ID는 Priority(16bit)와 Mac Address(48bit)로 만들어진다. <그림 7>에서 보는 바와 같이 3대의 Switch는 Priority가 32769로 모두 동일하기 때문에 address값이 가장 작은 Switch1이 Root Bridge로 선출된다.

Step 2) Root Port(RP) 선출 : Root Bridge가 선출되면 STP 메시지를 생성하여 전송한다. STP 메시지를 수신하여 가장 작은 Path-cost값이 RP로 선출된다. Switch0의 2개의 포트 중 Root bridge까지의 Path-cost값이 작은 포트가 RP로 선출되고, Switch2도 마찬가지로 2개의 포트 중 하나가 RP로 선출된다. Path-cost란 브리지나 스위치간의 연결이 얼마나 빠른 링크로 되어있는지 알기 위한 값으로 링크의 대역폭에 따라 IEEE에서 지정한 값이다. ex) 100Mbps→19, 1Gbps→4 등

Step 3) Designated Port(DP) 선출 : 하나의 링크 당 하나의 DP(지정포트)를 선출한다. Root Bridge인 Switch1은 STP 메시지를 송신할 때 2개의 포트가 DP로 선정된다. 또한 RP, DP도 아닌 구간(Switch0-Switch2)에서 하나의 포트가 DP로 선출되는데, Root Bridge까지의 Path-Cost를 계산하여 낮은 포트가 DP로 선출된다. <그림 7>은 Path-Cost값이 동일하기 때문에 Bridge ID를 비교하여 낮은 Switch0의 포트가 DP로 선출된다.

Step 4) Alternate Port(AP) 선출 : RP, DP 도 아닌 포트인 Switch2의 포트가 AP(Alternate Port)로 선출되어 차단된 Blocking 상태로 동작하다가 장애 시 대체 포트로 사용된다.

Ⅲ. 기타 스위칭 기술

1. FDDI

Fiber distributed data interface (FDDI)의 약자로, 한 빌딩내의 백본 LAN으로 사용되거나 컴퓨터 사이를 광케이블로 연결한 네트워크로 연결하는데 주로 사용한다. 기존의 IEEE 802.5 token ring 방식을 이중화 링으로 구성하여 ring 상에 token 2개가 반대방향으로 돌고 있다. 특징으로는 광섬유 케이블을 사용하고 이중화 구성을 통해 고속의 데이터 전달이 가능하고 링이 끊기는 경우도 통신망이 한꺼번에 단절되는 경우를 방지한다.

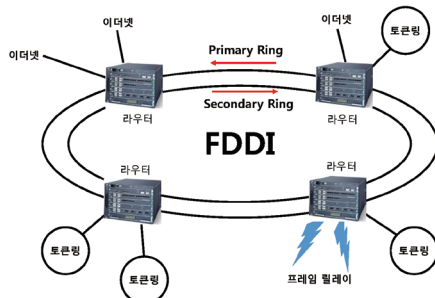


그림 8. FDDI

2. Frame-Relay

공중망에서 제공하는 링크계층의 스위칭 기술이다. 지리적으로 분산된 LAN들을 비싼 회선 교환 방식의 전용선 서비스 대신 패킷 교환 방식의 전용선 서비스 기술이다. 전화회선업체 혹은 ISP (Internet Service Provider)업체에 서비스를 신청하여 사용하고, 종단간 노드 사이에 프레임의 전달을 중계하는 링크계층 가상 회선을 통해 연결한다. 패킷 기반으로 다수의 가상회선을 만들어 링크계층에서 공유하며 쓰기 때문에 대역폭 활용이 높아진다. 기존의 회선 교환 전용선에 비해 유연하고 효율적인 대역폭을 갖고 있다.

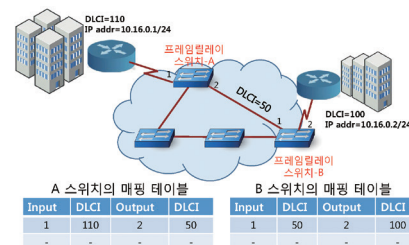


그림 9. Frame-Relay

<그림 9>은 지리적으로 떨어진 컴퓨터 사이를 프레임릴레이로 연결하여 같은 LAN으로 구성한 것이다. 프레임릴레이 스위치A와 B는 라우터와 프레임릴레이 스위치 간에 논리적인 회선 식별번호 DLCI(Data Link Connection Identifier)로 통신을 한다. 중계 스위치들은 매핑 테이블의 DLCI값을 통해 두 컴퓨터 사이의 2계층 통신을 중계한다. 또한 프레임릴레이 LMI(Local Management interface)메시지를 통해 연결 및 상태와 구성정보에 대한 관리를 한다.

3. SONET

Synchronous Optical Network (SONET)은 미국 미국의 지역전화회사인 벨코어가 제안하여 장거리 네트워크(WAN: Wide Area Network)에서 데이터를 전달하기 위해 광섬유의 높은 대

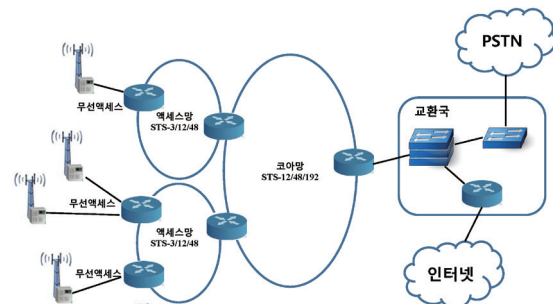


그림 10. SONET 망

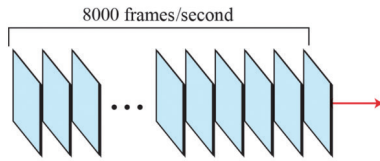


그림 11. SONET 프레임의 동기식 전송

역폭을 사용하고 신뢰성을 보장하는 스위칭 기술이다. 동기식 전송방식은 높은 데이터율과 고 신뢰성을 필요로 하는 광통신 기술로 미국ANSI(American National Standards Institute)에서 표준으로 정의되었다.

4. 가상 LAN (Virtual LAN)

하나의 LAN내의 사용자 증가로 인한 많은 양의 unknown broadcast 프레임이 발생하여 링크 대역폭이 저하되거나, 전송 장비 부하가 발생한다. 또한 같은 지역이라도 다수개의 독립된 LAN을 장소에 상관없이 구성하기 위해 여러 개의 물리적 장비가 동일 장소에 설치되어야 하는 비용 문제가 발생한다. VLAN(Virtual LAN)은 IEEE 802.1Q 표준으로 하나의 물리 LAN을 논리적으로 독립된 다수개의 가상 LAN으로 분리하여 사용하는 이더넷 스위치의 가상화 기술이다. VLAN은 각 이더넷 스위치에서 VLAN address Table을 통하여 독립적으로 분리하여 관리하게 된다.

〈그림 12〉는 2대의 이더넷 스위치에 3개의 VLAN을 구성한 경우이다. 각각의 스위치 포트에 VLAN 식별자를 두어 단말 PC로 연결되는 링크에는 하나의 VLAN만이 다닐 수 있다. 이처럼 하나의 물리적인 LAN을 여러 개의 독립적인 LAN으로 분리하여 사용하는 VLAN 기술의 장점은 다음과 같다.

1. 하나의 도메인을 여러 개의 VLAN 도메인으로 분할하여 Broadcast Flooding을 최소화 한다.
2. 서로 다른 VLAN간에 Broadcast가 차단되므로 VLAN 간 학습에 의한 Unicast 접근이 불가능하다.

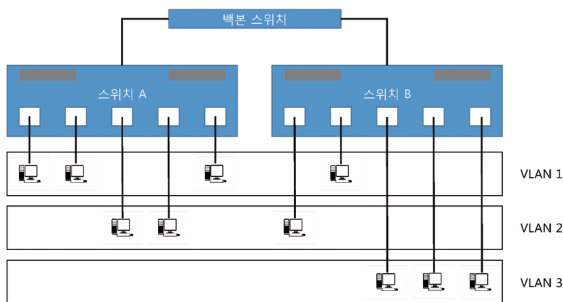


그림 12. 2대의 이더넷 스위치 & 3개의 VLAN구성

3. Spanning-Tree 이중화 환경에서 VLAN을 통하여 로드 분산이 가능하다.

4. 논리적인 Broadcast 도메인이기 때문에 위치상 제약이 없고, 관리상 효율이 높다.

5. L2TP

최근 이동 사용자가 증가하고 기업간 사내 망 구축이 증가하여 지역적으로 떨어진 사무실을 연결하는 Layer 2 VPN(Virtual Private Network)서비스 요구가 증가되었다. 그 중 L2TP는 Layer 2 Tunneling Protocol의 약어로 데이터링크계층에서 터널링을 지원하는 프로토콜이며, 이더넷 프레임에 대한 캡슐화를 통해 종단간 터널을 생성, 관리, 소멸시켜주는 가상 스위칭 기술이다. 다중 터널, 다중 세션을 지원한다. L2TP는 MS사의 PPTP, Cisco사에 L2F가 합쳐져 공동작업으로 개발되었다.

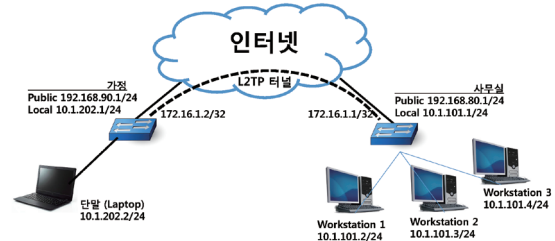


그림 13. L2TP

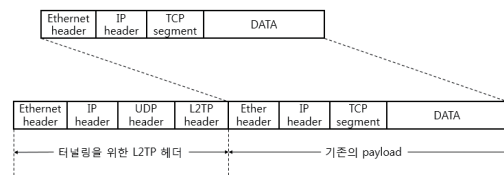


그림 14. L2TP 터널링을 위한 헤더

〈그림 13〉에서 가정과 사무실 간 가상의 L2 tunnel을 생성하여 두 기기간 인터넷을 통하지만 실질적으로는 터널을 L2TP를 위한 〈그림 14〉과 같은 추가 헤더를 붙여 보낸다. 이 헤더 정보를 바탕으로 인터넷은 해당 정보를 위한 패킷을 라우팅하고 가상의 터널을 생성한다.

6. Rbridge

Rbridge(브라우터)는 Bridge와 Router의 장점을 결합한 기술로써, STP를 사용하지 않고 라우터에서 사용되던 최단 거리 경로 알고리즘을 사용하여 포트 간 최단 경로에 따라 포워딩 테이블을 설정 할 수 있다.

기존 네트워크 장비는 Switch와 Router를 구별하여 구성된다. Router는 여러 개의 서브넷을 연결하고, 각 서브넷 내에서는 스위치를 사용하여 사용자 컴퓨터를 연결한다. 라우터는 연결된 서브넷 간 최적의 경로를 통해 패킷을 전달할 수 있다. 반면 모든 포트에서 독립인 IP를 할당하고 관리해야 하기 때문에 유지관리가 어렵고 IP 주소를 기반으로 전달해야 하기 때문에 고속의 패킷 전달이 어렵다. 반면 Switch는 고속의 MAC 주소를 기반으로 전달하여 빠른 데이터 전달이 가능하지만 STP 알고리즘에 의해 패킷의 전달경로가 최적화 되지 않는다. Rbridge는 라우터와 브리지의 장점을 결합해 네트워크 구성 시 데이터 전달 부분에는 스위치를 사용하여 고속 전달한다. 경로를 계산하는 부분에는 라우터를 사용하여 최적의 경로를 사용하는 이중적인 구성을 제공하는 기술이다.

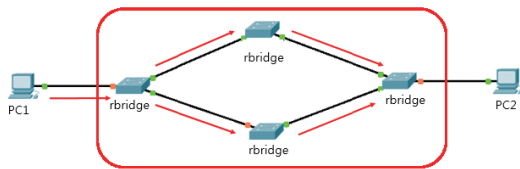


그림 15. Rbridge 프레임 경로

Rbridge는 기존의 이더넷 스위치간에 형성된 loop를 방지하기 위해 STP 알고리즘 대신에 IS-IS와 같은 Routing protocol을 사용하는 방식이다. 여기서 IS-IS Routing 알고리즘은 기존의 Routing 알고리즘과는 용도가 다르게 송신자 MAC 주소와 수신자 MAC 주소를 기반으로 최적의 경로를 계산한다. 예를 들어 <그림 15>에서 PC1에서 PC2로 프레임 송신하면 기존의 STP는 트리형태로 링크의 구성이 변경되지만 Rbridge는 PC1에서 PC2로 최단경로의 링크를 사용하여 프레임 전달한다. 이때 여러 개의 단방향 경로 계산이 가능하고, 해당 경로들 간의 로드밸런싱도 가능하다.

IV. 최근 이더넷 스위치 발전 동향

1. MPLS 스위치

MPLS는 Multi-Protocol Label Switching의 약자로, 3 계층 IP 패킷 포워딩 속도를 높이고 플로우 단위로 관리를 쉽게 하기 위한 가상회선 기술이다. MPLS는 기존에 IP Header 정보를 기반 포워딩하던 것에 반해 짧은 Label을 추가하여 2.5 계층에서 스위칭하는 고속 스위칭 방식이다.

기존 라우터는 연속적 IP 패킷이 보내 질 경우 IP주소를 기반으로 패킷마다 독립적 포워딩 결정이 이루어져 흐름별 패킷 처리가 어렵다. 또한 QoS나 VPN과 같은 흐름별 서비스를 제공할 수 없다. MPLS는 아래 <그림 16>에서 보는 바와 같이 Label 기반으로 2.5 계층에서 플로우 단위로 고속의 스위칭이 가능하고, 다양한 부가 서비스 제공도 가능하다

MPLS 플로우의 가상회선의 설정은 모든 Hop에서 수행할 필요 없이 IP 패킷 흐름이 MPLS망에 진입하는 시점에서 단 한번만 수행된다.

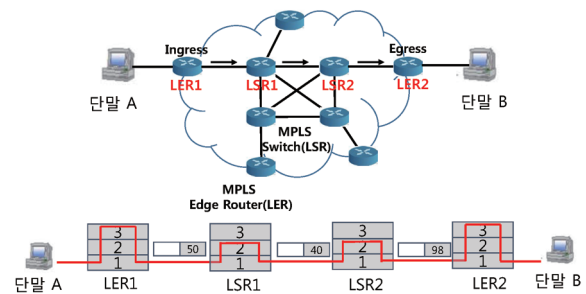


그림 16. MPLS

2. OpenVSwitch

OpenVSwitch는 소프트웨어 정의 네트워크(SDN: Software-defined networking)기반의 Virtual Switch(OpenVSwitch)이다. OpenVSwitch는 기존 스위치에서 갖는 포워딩 기술과 포워딩 테이블을 제어하는 기술을 분리하여 스위치는 단순 포워딩 기술만을 제공하고 스위칭을 위한 모든 제어와 구성은 SDN Controller가 소프트웨어를 통해 제어한다. 제어 및 구성설정 정보는 스위치의 포워딩 테이블에 가상화(Virtual Machine) 되어 설정된다. NetFlow, sFlow, 802.1Q, STP, VLAN, IPv6 등의 Multi-Layer 스위치 등 여러 개의 포워딩 테이블을 하나의 스위치에 가상화하여 여러 개의 독립적인 스위치가 생성될 수 있다.

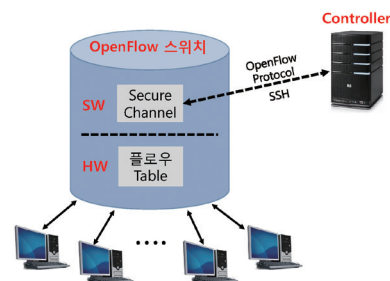


그림 17. SDN 소프트웨어 스위치 구조(Controller-OpenVSwitch)

V. 결론

본고는 스위치의 개념과 기본동작, 그리고 다양한 응용 기술을 살펴보았다. 또 스위치 관련 기술이 어떻게 발전되어 왔고, 발전될지 살펴보았다.

이더넷 스위치는 처음 사무자동화를 위한 LAN환경에서 Plug & Play 방식으로 개발되었다. 최근 네트워크 환경이 확산되면서 LAN 뿐만 아니라 WAN이나 백본망, 유무선 환경을 포함한 다양한 기술로 발전되고 있다. 속도면에서도 10M/100M/1G/10G bps 등 고속 전달기술과 VLAN, MPLS, Rbridge, OpenVSwitch 등 포워딩 테이블에 최적화 된 제어 기술도 발전되고 있다. 앞으로도 라우터가 사용하는 최단경로 알고리즘에 따라 포워딩 테이블을 구축하여 최적화하거나 소프트웨어를 이용한 중앙 제어 controller가 망 전체의 정보를 기반으로 최적의 포워딩 테이블을 구축하는 가상화 방법 등으로 꾸준히 발전할 것이다.

본고를 통해 스위치의 기본 동작에서부터 앞으로의 발전 방향까지 독자들의 이해에 많은 도움이 되기 바란다.

Acknowledgement

본 연구는 2015년 정보통신방송표준개발 지원사업 (R0127-15-0148)에 의해 지원 받았습니다.

참 고 문 헌

- [1] <http://openvswitch.org/>
- [2] <http://www.krnet.or.kr/>
- [3] <http://wiki.openwrt.org/>
- [4] 컴퓨터 네트워킹, Wendell Odom
- [5] SDN입문, 서영석 이미지주
- [6] 네트워크 엔지니어를 위한 최신 이더넷, 윤종호
- [7] SDN 생태계와 기술전망, TTA정보통신표준화위원회 백은경
- [8] 미래 이더넷 스위치 : SDN을 위한 Open vSwitch, 한양대학교 최진식, 김성일, 장병욱, 강성태, 김세영

부 록

1. 이더넷

이더넷은 1973년 제록스 팔로 알토(Palo Alto) 연구센터의 로버트 메트칼프에 의해 발명된 IEEE802.3 CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) 방식의 링크계층 다중액세스(Media Access Control : MAC) 프로토콜 기술이다. 원래 2.94Mbps 속도의 인터페이스가 1983년 IEEE802.3위원회를 통해 CSMA/CD 방식의 10Mbps 이더넷 인터페이스 표준으로 제정되었다. 1995년 100Mbps(Fast Ethernet), 1998년 1Gbps(Gigabit Ethernet), 2002년 10Gbps(10Gigabit Ethernet), 2010년 40/100Gbps(40/100Gigabit Ethernet) 표준까지 그 전송 속도를 빠르게 발전시켜 오고 있다. 그럼에도 이더넷 프레임 구조는 현재까지 모두 동일한 구조를 유지하고 있다.

CSMA/CD는 Random access 방식의 다중액세스 제어기술이다. 공유매체 상에 누군가 보낸 신호(Carrier sense)의 유무를 감지하고, 사용자가 없으면 데이터를 전송한다. 만약에 누군가 사용하고 있다면 해당 프레임이 모두 보내질 때까지 대기하고 다시 시도한다. 그러나 두 개 이상의 노드가 동시에 프레임을 보낼 때 충돌(Collision)문제가 생길 수 있다. 데이터를 전송 중에 다른 노드에서 데이터를 전송하여 충돌이 감지(Collision detection)되면 전송을 중지하고 바이너리 백업 알고리즘(Binary exponential backup algorithm)을 이용해 임의의 시간 후에 다시 신호를 감지하여 전송을 시도하는 방식이다.

2. 캐리어 이더넷(Carrier Ethernet)

통신사업자 영역인 MAN(Metropolitan Area Network), WAN(Wide Area Network) 등 도시권 통신망을 위한 고속 이더넷이다. 최근 백홀 및 프론트홀 무선망까지 수용하며 10Gbps 이상의 광역 통신망 기술로 발전하였다. 기존의 이더넷 단점을 보완하여 비동기 전송 방식 및 SDH/SONET에서 요구되는 수준의 OAM(Operation Administration and Maintenance)기능과 보호 절체 기능을 수행할 수 있도록 하여 가입자 망이나 백본 망에 전달 망에서 사용되던 서비스 품질을 적용할 수 있도록 개발된 새로운 기술이다. 서비스 형태로 Ethernet over SONET/SDH, Ethernet over MPLS, Ethernet over Carrier Ethernet Transport 등이 있다.

인터넷 접속, HDTV, VoD, 게임 등의 가입자 서비스부터 재난 복구, 콘텐츠 유통, 스트리밍 등의 비즈니스 서비스, 전용회선 및 가상 사설 네트워크 등의 서비스의 영역에 적용이 가능하다.

3. 무선 LAN(IEEE 802.11)

CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)는 IEEE 802 표준화 위원회에서 개발한 무선 LAN의 규격이다. 무선의 경우 유선에서의 충돌 감지가 어렵기 때문에 충돌 감지 대신에 충돌을 피하기 위한 충돌 회피(CA: Collision Avoidance)방식의 CSMA/CA 다중 액세스 기술이 사용된다. CSMA/CA는 데이터 흐름을 감지하여 네트워크가 사용 중이 아니면 바로 패킷을 보내지 않고, 예비 신호를 먼저 보내 데이터 전송 중 패킷 충돌을 회피하는 방식이다. 노트북이나 단말기 등에서 무선공유기(AP: Access Point)로 통신상태를 물어보는 요청신호를 보내고 양호하다는 응답신호를 보내면서 프레임 전송한다. CSMA/CA 다중 액세스 규격에는 2Mbps 속도의 초기 버전인 802.11, 5GHz 대역에서 54Mbps 속도를 지원하는 802.11a, 2.4GHz 대역에서 11Mbps 속도를 지원하는 802.11b, 2.4GHz 대역에서 54Mbps 속도를 지원하는 802.11g 그리고 802.11n이 있다. 802.11n은 MIMO(Multiple Input Multiple Output)기술과 대역폭 손실의 최소화를 위해 데이터 링크계층과 물리계층의 변형을 통해 최대 600Mbps를 지원하며 HDTV, 디지털 비디오 스트리밍 등 높은 대역폭의 동영상도 처리할 수 있다.

4. 가상 LAN(Virtual LAN)

Port-based VLAN

Bridge의 각 포트마다 VLAN 식별자를 두어 스위치내의 동일한 VID(VLAN ID)를 가지는 포트들 간에만 가상의 LAN을 구성하여 프레임이 전달될 수 있다.

MAC-based VLAN

수신된 프레임의 송신자 MAC 주소를 기준으로 VLAN ID(VID)를 구별하는 방법이다. 하나의 포트에 연결된 공유매체의 상의 있는 여러 개의 단말들에 대하여 개별적으로 상이한 VID를 할당할 수 있다. 또한 그 단말이 다른 포트나 다른 스위치로 이동하더라도 해당 MAC주소에 따라 VID가 식별될 수 있으므로, 이동성이 보장된다.

Protocol Type-based VLAN

위에서 언급된 포트나 MAC주소 기반의 VLAN들은 포트나 단말에 대한 VID 할당방법이다. 만약 한 단말에서 운용중인 여러 개의 응용프로세스 별로 사용하는 3계층 프로토콜이 상이할 경우 프로토콜 별로 VLAN을 구분하거나 프로토콜의 종류뿐 아니라 MAC주소나 포트 번호도 포함해서 VLAN을 구분하게 되면, 보다 엄격한 VLAN을 구성할 수 있다.

IP subnet-based VLAN

MAC 주소기반의 VID 할당방법 대신, 수신된 IP패킷의 송신 측 IP서브넷 주소에 따른 VID 할당방법도 많이 상용화 되어있다. 이것의 장점은 3계층 프로토콜에 의한 VLAN 매핑 방법이므로, 포트기반 방법의 문제점이었던 사용자 이동성문제를 해결할 수 있다.

5. 유무선 공유기

하나의 인터넷 선로를 다수의 컴퓨터가 공유하기 위한 장비가 공유기이다. 현재 공유기는 대부분 유선과 무선 인터넷 연결을 모두 지원한다. 다수의 컴퓨터를 유선인터넷에 접속할 수 있도록 해주기 위해서는 컴퓨터에서 사용하는 다수의 IP 주소를 하나의 인터넷주소(Real IP)로 변환해주는 NAT(Network Address Translation)기술을 제공한다. 즉, 하나의 인터넷 회선을 통신사에 지불하여 다수의 컴퓨터를 공유하여 쓰기 때문에 가정이나 소규모 업체에서 많이 쓰이는 스위치이다.

〈그림 18〉은 하나의 인터넷주소(Real IP : 200.24.5.8)를 여러 대의 PC가 공유하는 예를 보여 준다.

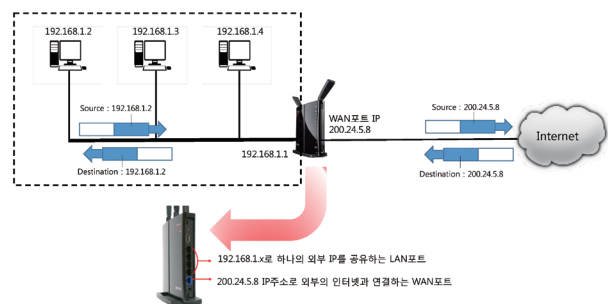


그림 18. 공유기 NAT 기능

이 그림에서처럼 192.168.1.2 주소를 가진 PC(LAN)에서 외부 인터넷으로 가는 모든 패킷은 공유기의 WAN포트를 통해 나가며 공유기는 송신지 주소를 공인 IP 주소(200.24.5.8)로 대체한다.

외부에서 들어오는 모든 패킷 또한 공유기를 통해 들어오며 패킷안의 목적지 주소를 요청한 사설주소(192.168.1.2)로 대체한다.

외부에서 보면 하나의 IP 주소를 사용하지만 내부적으로는 여러 대의 컴퓨터가 독자의 주소를 가지고 동작한다.

약 력



최 진 식

1985년 서강대학교 공학사
1987년 한국과학기술원 공학석사
1995년 한국과학기술원 공학박사
1995년~2001년 공주대학교 교수
2001년~2004년 ICU (현 KAIST) 교수
2004년~현재 한양대학교 컴퓨터공학부 교수
관심분야: future Internet, Switching & Routing,
Optical Internet, mobility management,
energy management system and
smart grid networking



이 시 사

2009년~현재 한양대학교 컴퓨터공학부
관심분야: SDN, future Internet, Switching &
Routing



임 형 석

2015년 을지대학교 공학사
2015년~현재 한양대학교 컴퓨터소프트웨어학과
석사 재학 중
관심분야: SDN, future Internet, Switching &
Routing