



# Pre Report Week7

## Mininet(2) : SDN-based Routing

### Topic 1 : Switching Loop

#### 1 - 1 Switching Loop의 개념

디바이스 사이에 네트워크 연결경로가 한 개만 있다면, 한 지점에서의 장애로 네트워크 전체가 기능을 상실할 수 있다. 따라서 대부분의 네트워크는 Redundant Topology (이중화 설계)로 네트워크 연결경로를 두 개 이상 설정하여 Error 발생시 안정성을 높인다. 그러나 Redundant Topology로 인해 여러개의 브리지 또는 스위치가 Loop 형태로 연결된다면 Frame이 Loop를 끝없이 순환하는 Switching Loop 현상을 일으킬 수 있다.

스위치는 Frame이 입력되었을때 목적지 MAC 주소가 MAC Table에 없으면 Frame을 복제하여 입력 포트를 제외한 다른 모든 포트에 재전송 (Flooding)하기 때문에 Loop 형태의 Topology에서 무한히 같은 Frame을 주고 받는 Switching Loop가 발생한다. Layer-2 헤더에는 TTL (Time to Live) field가 없기 때문에 Frame이 무한히 loop를 돌면서 네트워크를 마비시킨다.

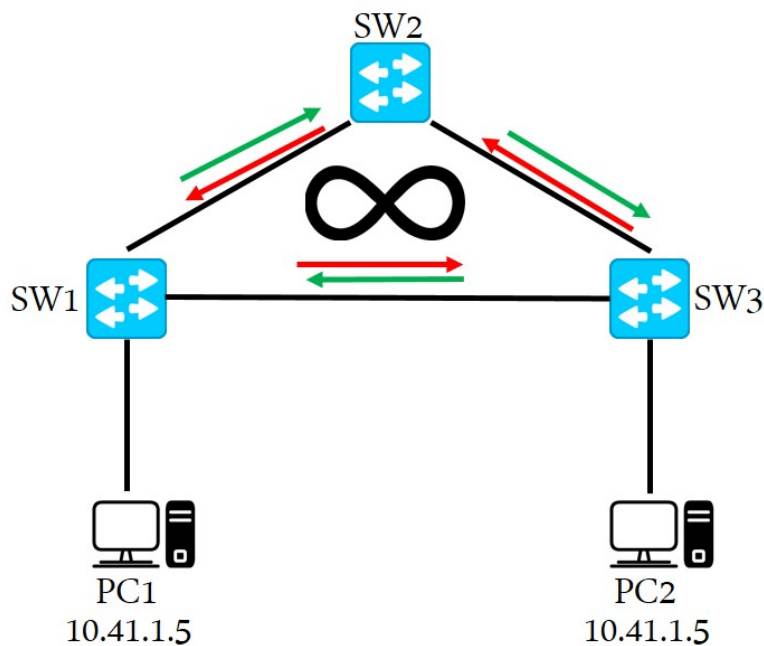


Figure 1: Switching Loop

#### 1 - 2 Switching Loop에 의한 현상

1. Broadcast Storm : ARP 등 Broadcast되는 Frame이 Loop topology에서 끊임없이 돌고 도는 현상
2. Multi Fame Copies : 단일 Frame이 시계방향과 반대방향으로 돌아 중복되어 수신된다.
3. MAC Address Table Instability : 프레임이 계속 돌기 때문에 확정적인 MAC Table을 정할 수 없다.

## Topic 2 : STP

### 2 - 1 STP의 개념

Spanning Tree Protocol (STP)는 브리지/스위치로 연결된 네트워크에서 Switching loop를 발견, 방지, 제거하는 protocol 이다. STP는 Spanning Tree 형태의 topology를 만드는 알고리즘에서 기초하여 Loop내의 특정한 포트를 차단시켜 그 Link로 Frame을 전달하지 않아, Loop로부터 자유로운 Redundant Topology를 제공한다. 연결된 Link에 문제가 생기면 차단된 Link를 다시 활용하여 Spanning Tree를 구성할 수 있다.

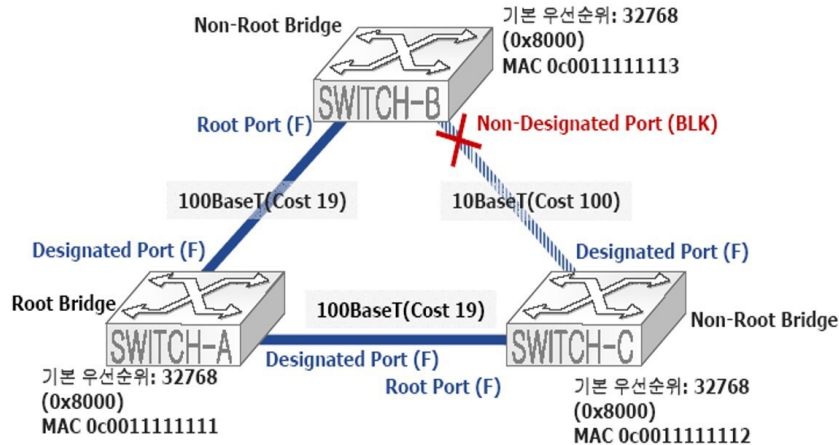


Figure 2: Spanning Tree Protocol

### 2 - 2 STP의 동작

#### BDPU 교환

모든 스위치는 2초 간격으로 BDPU (Bridge Protocol Data Unit)라는 특수 목적의 Frame을 통해 Spanning Tree 관련 정보를 송수신한다. BDPU에는 브리지 ID, 경로, 포트 정보 등의 정보가 담겨있고, 이 정보를 통해 스위치 선출 및 Switching Loop 차단을 하게된다.

#### Switching Loop 차단

각 스위치에서 루트 스위치로 가는 각 경로의 경로 비용을 계산하여 경로 비용이 가장 낮은 경로만 유지하고, 다른 경로는 중단시킨다. 주로 루핑 포트 중 하나를 차단시키는 방식으로 운용된다.

### 2 - 3 STP 선출 및 차단 과정

1. 루트 스위치 선출 : 가장 낮은 BID 값 (브리지 우선순위 + MAC 주소)을 갖는 스위치를 루트 스위치로 선출
2. 루트 포트 결정 : 루트 스위치까지의 최단경로비용을 계산하여, Non-Root 스위치 마다 하나의 루트 포트를 결정.
3. 지정 포트 결정 : Segment당 하나의 지정 (Designated) 포트를 결정
4. 비지정 포트 봉쇄 : 루트 포트도, 지정 포트도 아닌 포트를 비지정 포트로 결정하여 최종적으로 차단

## Topic 3 : Static Routing

### 3 - 1 Static Routing의 개념

Static Routing이란 관리자가 각 라우터의 라우팅 테이블에 경로를 수동으로 등록하는 라우팅 방식이다. 즉, 사람이 목적지에 대한 최적의 경로를 직접 찾아 입력하고, 라우터는 정해진 경로로 Packet을 전송한다. Static Routing은 일반적으로 규모가 작고 유동적이지 않은 네트워크에서 사용된다.

### 3 - 2 Static Routing의 장단점

#### 장점

관리자가 경로를 직접 입력할 필요가 없고, 각 Router가 설정된 Routing Protocol에 따라 최적의 경로를 결정한다. 경로에 문제가 생기거나 변화가 생기면 Routing Protocol이 스스로 경로를 다시 찾아서 전송한다.

#### 단점

라우팅 경로 계산을 위한 리소스 부담이 크다.

## Topic 4 : Dynamic Routing

### 4 - 1 Dynamic Routing의 개념

관리자가 직접 경로를 입력할 필요 없이 Router들이 Dynamic Routing Protocol에 따라 자동으로 서로의 네트워크 정보를 교환하여 네트워크 정보를 업데이트하고 최적의 경로를 결정하는 Routing 방식이다.

Dynamic Routing Protocol은 AS 내에서 사용하는 IGP와 AS 사이에서 사용하는 EGP로 나눌 수 있고, IGP Routing Protocol은 동작 방식에 따라 Distance Vector와 Link State 방식이 있다. Distance vector 방식은 거리와 방향 정보를 기준으로 최적 경로를 탐색하며, 대표적인 프로토콜로 RIP, IGRP, BGP가 있다. Link State 방식은 연결 상태 (대역폭) 정보로 최적 경로를 탐색하며, 대표적인 프로토콜로 OSPF, IS-IS가 있다.

각 Routing Protocol들은 최적의 경로를 선택하는 기준이 다르기 때문에 서로 다른 Routing Protocol은 서로 정보를 교환하지 않는다.

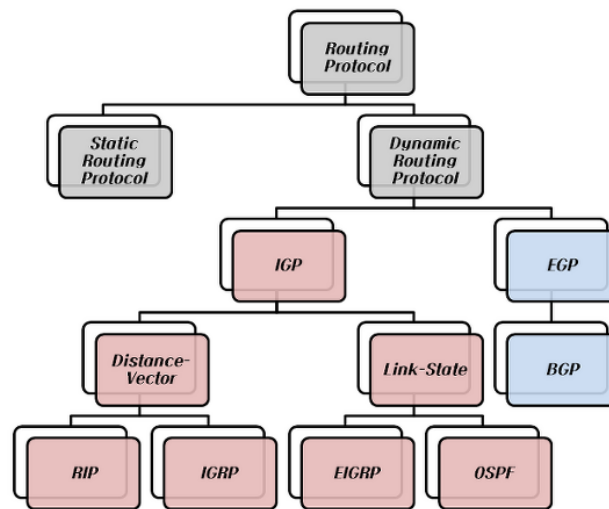


Figure 3: Routing Protocol

### 4 - 2 Dynamic Routing의 장단점

#### 장점

라우팅 경로 계산을 위한 장비나 리소스를 요구하지 않는다.

Routing Table 교환할 필요가 없어 대역폭을 절약할 수 있고 보안에 좋다.

#### 단점

경로가 단절된 경우 관리자가 직접 대안의 경로를 입력해야한다.

대규모 네트워크/다중 경로 구성/유동적인 네트워크 구성에 부적합하다.

## Topic 5 : Application-aware Routing

### 5 - 1 Application-aware Routing의 개념

Application-aware Routing이란 각 Application의 요구에 따라 라우팅 경로 선택 방식을 달리 하는 것이다. 오늘날 다양한 Application이 생기면서 각 Application의 요구사항 또한 다양해졌다. 고화질 동영상을 송출하는 대역폭이 중요한 Application이 있고, 실시간 영상 스트리밍과 같이 낮은 지연시간을 유지해야하는 Application이 있다. Application-aware Routing은 실시간으로 회선의 품질을 확인하여 각 Application 트래픽이 항상 최적의 경로를 이용하도록 하여 가용성을 최대화 한다.

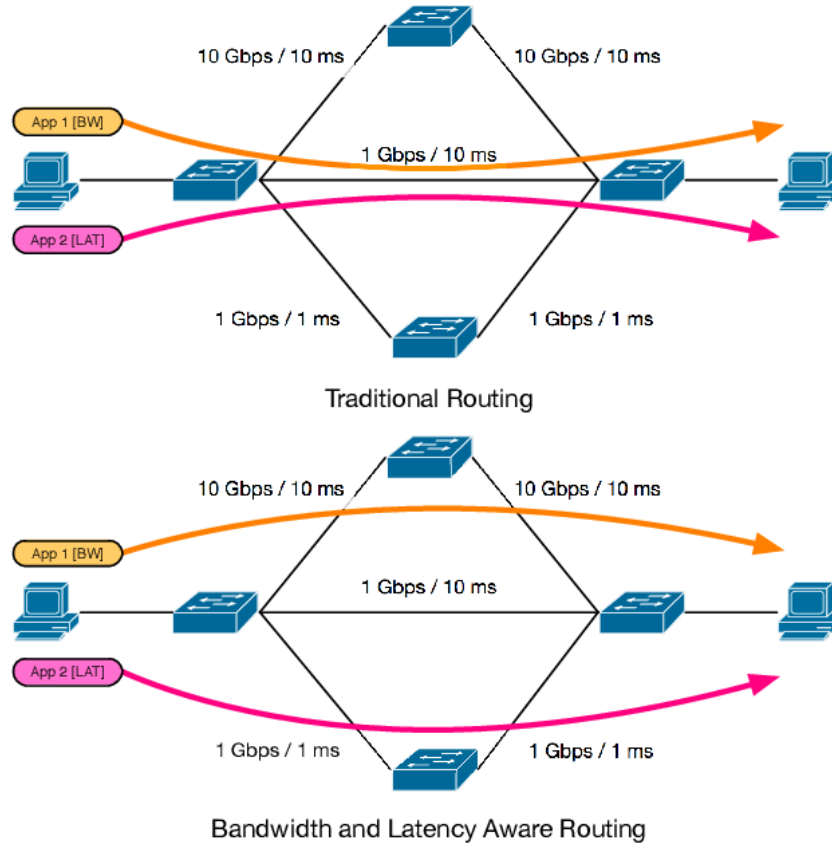


Figure 4: Application-aware Routing

Application-aware Routing의 핵심은 라우터에게 Application 영역의 Data Packet 식별 능력을 부여하는 것이다. 과거의 Application들은 destination UDP/TCP port number로 식별할 수 있었다. 그러나 최근의 Application들은 대부분 HTTP/HTTPS 프로토콜을 사용하기 때문에 port number가 모두 똑같다. (HTTP/HTTPS 각각 80과 443)

따라서 Application-aware Routing을 위해서 추가적인 패킷 식별 능력이 필요하다. HTTP와 같이 암호화되지 않은 패킷은 패킷 정보를 읽고 식별하기 쉽다. 하지만 HTTPS는 암호화되어 있어 패킷을 읽을 수 없고, TLS Handshake로부터 부분적인 정보를 얻어야 한다.

다른 방법으로는 stream에서 pattern을 읽어서 패킷이 어떤 종류의 application의 것인지 예측하는 방법이 있다.

Application 식별 메커니즘은 높은 Computational cost를 필요하기 때문에 주로 network access routers에 위치한다. SDN을 활용하면 Application 식별 메커니즘을 효율적으로 구현할 수 있다. 중심에 있는 고성능 Controller가 Computational cost가 높은 Application 식별 메커니즘을 수행하여 최적 경로를 찾아 각 OpenFlow Switch에게 전달한다. 각 OpenFlow Switch는 전달 받은 경로로 Forwarding하는 작업에 집중한다.