

# Switching

4-1

Spanning Tree Protocol

# Ethernet Frame Loop

## ▶ Ethernet Frame Loop

- 스위칭이 되지 않는다.
- 스위치의 Mac 주소 테이블이 불안정해진다.
- 하나의 호스트가 도일 프레임을 여러 개 수신할 수 있다.

## ▶ STP(Spanning Tree Protocol)

- 물리적으로 루프 구조인 네트워크에서 특정 포트를 차단 상태로 바꾸어 루프가 발생하지 않게 한다.
- 동작중인 스위치나 포트가 다운되면 차단상태의 포트를 다시 전송상태로 바꾸어 계속적인 통신이 보장된다.
- IEEE 802.1D RSTP로 대체

# Ethernet Frame Loop

- ▶ Ethernet Frame은 IP의 TTL에 해당하는 필드가 없다.
  - 루프 발생시 인위적으로 끊어주어야만 중단된다.
  - 루프를 제거하려면 루프가 발생한 포트의 케이블을 잠시 뽑았다가 꽂아주면 된다.
- ▶ 확인
  - R# show process cpu
  - R# show spanning-tree vlan 1
- ▶ STP 동작 스톱
  - R(cfg)# **no spanning-tree vlan 1**

# STP BPDU

- ▶ BPDU(Bridge Protocol Data Unit) 2종류
  - Configuration BPDU: 설정 BPDU – 35바이트
    - Protocol ID / Version / Type
    - Flag / Root Bridge ID / Path Cost
    - Bridge ID / Port ID / Message Age
    - Max Age / Hello Time / Forward Delay
  - TCN(Topology Change BPDU)
    - Protocol ID / Version / Type

# Bridge ID & Root Bridge ID

## ▶ Bridge ID

- 우선순위(Priority: 2바이트) + Mac 주소(6바이트)
- Bridge ID에서 사용하는 우선순위는 기본값 16진수로 8000이며, 10진수로 변환하면 32768(기본 우선순위)
- (확장) 우선순위 = 기본우선순위 + 확장 시스템 ID
  - 확장 시스템 ID = 확장 우선순위를 결정하기 위해 사용하는 VLAN 번호
  - 동일 MAC 주소를 사용해도 확장우선순위에 VLAN 번호가 포함되기 때문에 VLAN별로 다른 Bridge ID가 만들어진다.

## ▶ 확인

- R# show spanning-tree (vlan 1)

# 경로값

## ▶ Path Cost

- 포트의 속도별로 IEEE에서 미리 정해놓은 값
- 속도가 빠를수록 경로값이 작다.
- BPDU에서 사용하는 경로값
  - 해당 스위치에서 루트스위치까지의 경로값을 합산한 것
- 속도별 STP 경로값 → R# show spanning-tree

속도	경로값
10M	100
100M	19
1G	4
10G	2

# Port ID

- ▶ BPDU를 전송하는 스위치의 포트 우선순위와 포트 번호로 구성
- ▶ 포트 우선순위의 기본값은 128
- ▶ 확인
  - R# show spanning-tree vlan 1
    - Interface   Role   Sts   Cost   Prio.Nbr   Type
    - -----   -----   ---   -----   -----   -----
    - Fa0/12   Root   FWD   19   128.12   P2p
    - Fa0/14   Altn   BLK   19   128.14   P2p

# STP 동작 방식

## ▶ Spanning Tree Algorithm

1. Root S/W 선택
2. Root S/W가 아닌 모든 S/W에서 Root Port를 하나씩 선택
3. 한 스위치 Segment당 Designated Port를 하나씩 선택
  - Root Port도 아닌 Designated Port를 Alternate Port라고 한다. Alternate Port는 항상 차단

# Root Switch 선출

- ▶ STP가 동작하면 스위치중에서 Bridge ID가 가장 낮은 것이 Root Switch가 된다.

# Root Port 선택

## ▶ Root Port 결정

1. Root S/W ID가 가장 낮은 BPDU를 수신한 포트
2. 경로값이 가장 작은 포트
3. 인접 스위치의 Bridge ID가 가장 낮은 포트
4. 인접 스위치의 Port ID가 가장 낮은 포트
5. 자신의 Port ID가 가장 낮은 포트

# Designated Port 선택

- ▶ Designated Port는 한 Segment당 하나씩 선택
  - Segment: 스위치에 의해 분리되지 않은 네트워크
- ▶ Designated Port 결정
  - Root S/W의 각 포트
  - 후순위(Inferior) BPDU를 수신한 포트
  - 경로값이 작은 스위치의 포트
  - Bridge ID가 낮은 스위치의 포트
  - Port ID가 낮은 포트

# Alternate Port

- ▶ Alternate Port

- Root Port도 Designate Port 아닌 포트
- 논리적으로 차단 상태

- ▶ Configuration BPDU: 설정 BPDU

- 항상 Root S/W에서 멀어지는 방향으로만 전송
- Designate Port는 설정 BPDU를 송신
  - Root Port는 수신만 한다.
- 차단 상태인 Alternate Port도 BPDU를 수신한다.

# BPDU Debugging

## ▶ 확인

- R# debug spanning-tree bpdu
  - 0000: BPDU의 첫번째 필드
  - 00: BPDU의 버전
    - STP: 0, RSTP: 2, MST: 3
  - 00: BPDU 종류
    - 00: 설정 BPDU, 80: TCN BPDU
    - 00: Topology 변화 표시
      - 00: 변화 없음, 01: Topology 변경
  - 0100: Message Age: Root S/W까지의 스위치 수
  - 1400: Max Age
  - 0200: Hello Time
  - 0F00: Forward Delay

# STP Port 상태 변화

- ▶ Blocking
  - Max Age: 20초
- ▶ Listening
  - Forward Delay: 15초
- ▶ Learning
  - Forward Delay: 15초
- ▶ Forwarding

# Port 상태와 BPDU 송수신

- ▶ Forwarding 상태이어야만 Data Frame 송수신
- ▶ 비활성상태를 제외한 모든 상태에서 BPDU 수신
- ▶ Designate Port는 Listening상태에서 BPDU송신 시작

# Blocking State

- ▶ Data Frame을 송수신하지 않는다.
- ▶ 상대측 포트에서 전송하는 BPDU는 수신한다.
- ▶ 차단 상태 → 청취상태
  - 상대측 포트로부터 Max Age 기간 동안 BPDU를 받지 못했을 때
  - 상대측 포트로부터 Max Age 기간 동안 후순위 BPDU를 받았을 때
- ▶ **후순위( Inferior) BPDU**
  - 기존의 Root ID보다 더 값이 높은 Root ID가 설정된 BPDU

# Listening State

- ▶ 해당 포트를 STP 전송상태로 변경시키기 위한 준비단계
- ▶ 해당 포트가 Designate Port이면 청취상태부터 BPDU를 전송하기 시작한다.
- ▶ 전송지연시간 동안 추가적 Topology 변화가 없으면 학습상태로 변경된다.

# Learning State

- ▶ 해당 포트를 STP 전송상태로 변경시키기 직전 상태
- ▶ Frame을 스위칭하기 위한 준비작업으로 MAC Address Table을 채우기 시작한다.
- ▶ 추가적 Topology 변경 없으면 전송상태로 변경된다.

# Forwarding State

- ▶ 이용자 프레임을 송수신한다.
- ▶ 비활성상태(Disabled State)
  - 다운 상태에 있는 포트
  - 양측간 STP 설정이 잘못되거나, 설정사항을 위반한 경우
  - 이용자 트래픽과 BPDU 모두를 송수신하지 않는다.

# Topology 변화

- ▶ S/W의 초기 Convergence 절차
  - 해당 포트가 30초 후에 전송상태로 변경
  - S/W Port가 활성화되면 청취상태부터 시작하기 때문
- ▶ Root S/W 변경
  - 대체 경로가 존재하는 스위치 네트워크에서 장애발생시 대체 경로가 동작할 때까지 50초가 소요
- ▶ Topology 변화
  - 스위치에 장비를 추가 또는 제거하거나 링크의 장애 등으로 네트워크가 변화하는 것
  - Topology가 변경되면 포트의 상태가 바뀌고, 이에 따라 Mac Address Table도 변경되어야 한다.