


1 STP란 무엇인가?

01 STP란 무엇인가?

1 단일 경로 L2 네트워크와 그 문제점

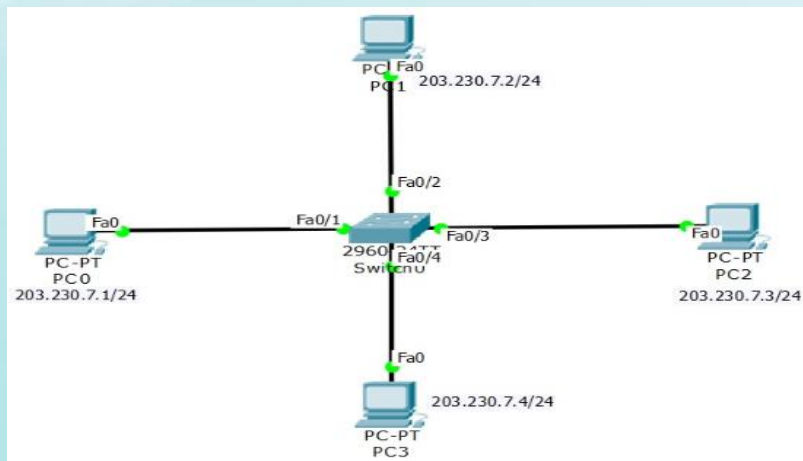
-  스위치는 Flooding Frame을 받으면 다시 Flooding 해야 함

01 STP란 무엇인가?

1 단일 경로 L2 네트워크와 그 문제점

스위치는 MAC Table을 기반으로 프레임을 전달하며,
MAC Table이 만들어지는 순서는 다음과 같음
(PC0→PC3에게 프레임을 전달한다는 가정하에 설명)

1 [Mac Table 설명을 위한 기본 토폴로지]



※ 출처 : 패킷트레이서 CCNA Routing & Switching 제9장


01 STP란 무엇인가?

1 단일 경로 L2 네트워크와 그 문제점

- 스위치는 MAC Table을 기반으로 프레임을 전달하며, MAC Table이 만들어지는 순서는 다음과 같음
(PC0→PC3에게 프레임을 전달한다는 가정하에 설명)
 - 1 단계 : MAC Table 초기화 상태
스위치가 부팅을 마치고 동작 모드로 들어가는 상태
이때 스위치의 MAC Table에는 어떠한 내용도 없음

01 STP란 무엇인가?

1 단일 경로 L2 네트워크와 그 문제점

 스위치는 MAC Table을 기반으로 프레임을 전달하며, MAC Table이 만들어지는 순서는 다음과 같음
(PC0→PC3에게 프레임을 전달한다는 가정하에 설명)

- 2 단계 : Flooding
PC0이 PC3에게 프레임을 전달하기 위해서 해당 프레임을 스위치에게 전달함, 이때 스위치는 PC0의 MAC 주소를 알 수 있고, fa0/1 포트에 연결되어 있다는 사실을 인지함, 그런데 스위치는 PC3이 어디에 연결되어 있는지 알지 못하기 때문에 해당 프레임을 복사하여 프레임이 올라온 fa0/1 포트를 제외한 다른 모든 포트에 프레임을 보내게 됨, 이러한 현상을 플러딩(Flooding)이라고 함

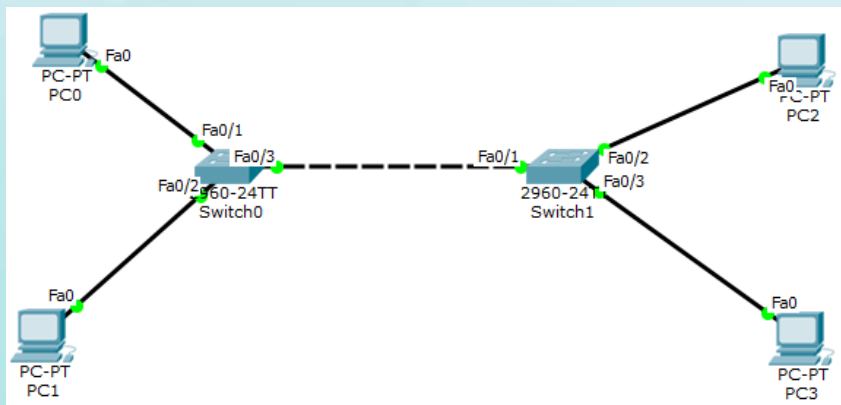
01 STP란 무엇인가?

1 단일 경로 L2 네트워크와 그 문제점

그림 2와 같은 토폴로지로 스위치 기반의 네트워크가 구성되면 하나의 경로가 끊어졌을 경우 대체 경로가 없다는 단점을 가짐

Switch0의 Fa0/3번 포트나 Switch1의 Fa0/1번포트가 동작하지 않으면 PC들은 서로 Data를 주고 받을 수 없음

2 [대체 경로가 없는 Layer 2 Topology]



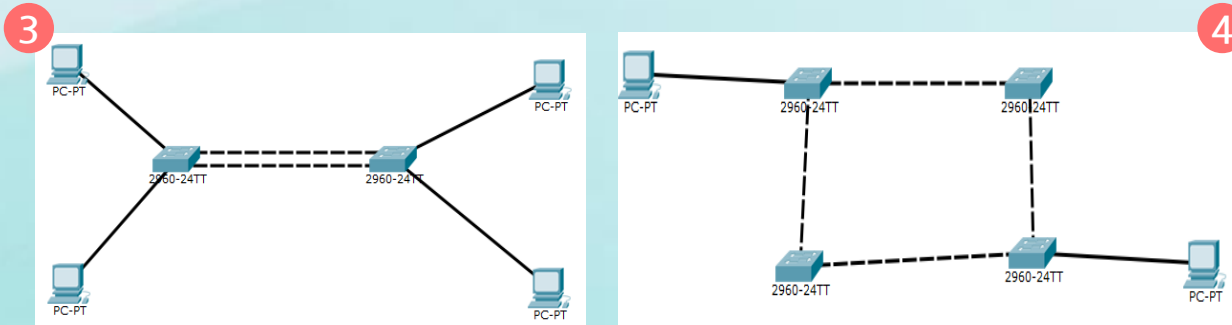
※ 출처 : 패킷트레이서 CCNA Routing & Switching 제9장

01 STP란 무엇인가?

1 단일 경로 L2 네트워크와 그 문제점

그림 2와 같은 문제점을 해결하기 위하여 그림 3 또는 그림 4와 같이 스위치들이 연결되는 회선을 이중화(Redundant) 하여 문제를 해결 하고자 하였음

[이중화(Redundant) Layer 2 Topology]



※ 출처 : 패킷트레이서 CCNA Routing & Switching 제9장

01 STP란 무엇인가?

1 단일 경로 L2 네트워크와 그 문제점

- 이중화 네트워크는 더 많은 가동시간을 허용함
- 하나의 회선에 문제가 생기면 다른 하나의 회선으로 통신을 보장하고, 문제가 되는 회선에 대한 장애처리를 하면 됨
- LAN 구간은 End-Device가 연결되는 구간으로써 네트워크 신뢰도에 직접적인 영향을 주는 구간이기 때문에 예측할 수 있는 장애를 허용하도록 설계되어야 함

01 STP란 무엇인가?

2 이중화 경로 L2 네트워크와 그 문제점



Broadcast Storm

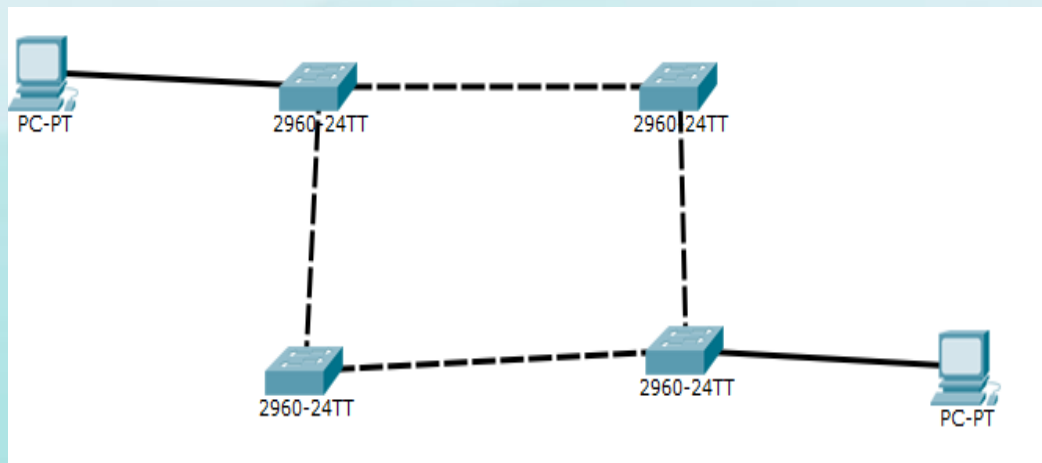
- Broadcast와 Multicast 트래픽은 L2 스위치에 의해 Broadcast로 간주
- Broadcast와 Multicast 프레임은 수신한 포트를 제외한 모든 포트에 Flooding
- 스위치는 상황을 계속 적으로 반복하고 이러한 것을 Broadcast Storm이라고 함
- Broadcast Storm은 스위치 중 하나의 연결이 끊어질 때까지 계속 됨
- Broadcast Storm은 시간과 네트워크 자원을 사용하기 때문에 트래픽 흐름에 영향을 끼치며, 최악의 경우에는 네트워크가 다운 되거나 극도로 느려지는 현상 발생

01 STP란 무엇인가?

2 이중화 경로 L2 네트워크와 그 문제점

🔍 Broadcast Storm

4 [이중화(Redundant) Layer 2 Topology]



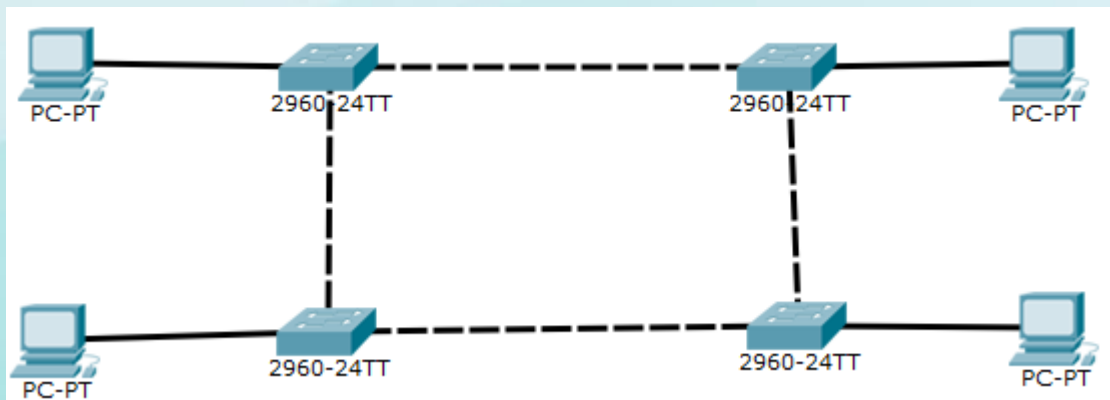
※ 출처 : 패킷트레이서 CCNA Routing & Switching 제9장

01 STP란 무엇인가?

2 이중화 경로 L2 네트워크와 그 문제점

🔍 Multiple Frame Transmission and Receive

5 [이중화(Redundant) Layer 2 Topology]



※ 출처 : 패킷트레이서 CCNA Routing & Switching 제9장

01 STP란 무엇인가?

2 이중화 경로 L2 네트워크와 그 문제점



Multiple Frame Transmission and Receive

- Broadcast Storm이 발생하면 PC들은 똑같은 Frame을 계속적으로 수신하게 되는 문제점이 발생
- 위와 같은 문제점은 네트워크 장비 및 PC의 자원을 소모한다는 단점 및 트래픽의 영향으로 네트워크가 느려지거나 다운되는 현상이 발생하는 원인이 됨



Broadcast Storm과 Multiple Frame Transmission and Receive 문제점은 네트워크 이중화에 큰 걸림돌

01 STP란 무엇인가?

3 Spanning Tree Protocol을 사용한 문제점 해결



위에서 언급한 Broadcast Storm 및 Multiple Frame Transmission and Receive 문제를 해결하기 위하여 정의한 국제 표준

01 STP란 무엇인가?

3 Spanning Tree Protocol을 사용한 문제점 해결



IEEE 802.1d에 정의 되어 있음

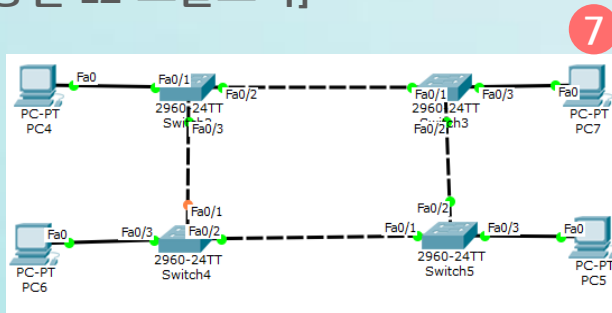
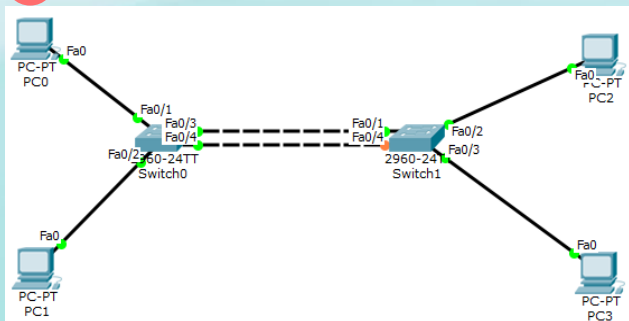
- Bridging Loop의 해결방법은 스위치 특정 포트를 논리적으로 동작 하지 못하게 Blocking을 실시해야 함
- 그러나 대규모 네트워크 환경에서는 사용자가 직접 Loop의 위치 및 Blocking을 하기에는 복잡하며, LAN구간의 환경변화를 관리자가 일일이 감지 불가능
- 그러므로 STP는 스위치들간에 BPDU라는 메시지를 멀티캐스트 방식으로 교환하여 스위치들 간의 물리적인 연결 상태 등을 고려하여 특정 포트를 논리적으로 차단함
- STP는 모든 스위치 포트에 기본적으로 Enable 되어 있음

01 STP란 무엇인가?

3 Spanning Tree Protocol을 사용한 문제점 해결

그림 6과 그림 7의 경우 스위치를 연결 하면
포트의 색상이 주황색인 것을 확인 할 수 있으며,
이 포트가 바로 STP가 동작하여 논리적으로
막혀 있는 포트임

[STP가 동작중인 L2 토폴로지]



※ 출처 : 패킷트레이서 CCNA Routing & Switching 제9장

01 STP란 무엇인가?


3 Spanning Tree Protocol을 사용한 문제점 해결

- 🔍 STP가 동작하는 포트로는 Frame을 전송하지 않음
 - 예) PC6→PC4로 Frame을 전송할 경우,
Switch4에서 Switch2로 Frame이 가는 것이
아닌 우회하는 경로 선택
- 🔍 만약 회선에 문제가 생겨 STP가 동작하는 포트로는
Frame을 전송해야 하는 상황이 생기면 자동으로
포트 상태 변경

2 BPDU Message의 종류

02 BPDU Message의 종류

1 BPDU (Bridge Protocol Data unit)의 개념

 BPDU는 STP를 지원하는 스위치들 사이에서 교환되는 메시지

02 BPDU Message의 종류

1 BPDU (Bridge Protocol Data unit)의 개념




STP는 BPDU 메시지 교환을 통해

네트워크 모니터링 및 Loop 상태 점검

- 매 2초 주기를 가지고 스위치 정보들을 멀티캐스트하여 교환
- 네트워크에 대한 상태 변화를 보고하며 주기적으로 Spanning-Tree 상태를 모니터링 함
- 스위치는 BPDU 메시지 교환을 통해 STA(Spanning Tree Algorithm)을 이용해 논리적으로 Blocking을 실시할 특정 포트를 결정함
- STP가 동작하는 스위치 포트는 Data Frame은 주고 받을 수 없지만, BP여 Message은 주고 받을 수 있음

02 BPDU Message의 종류

1 BPDU (Bridge Protocol Data unit)의 개념

 BPDU는 STP가 동작하는 스위치에 의해서
교환되는 STP 정보를 포함하고 있는 프레임임

02 BPDU Message의 종류

1 BPDU (Bridge Protocol Data unit)의 개념

BPDU 필드 구성

필드	바이트	내용	역할
Protocol ID	2	프로토콜 ID는 항상 0.	프로토콜, 버전, 메시지의 종류와 상태 플래그 식별
Version	1	BPDU의 버전을 나타낸다.	
Message Type	1	BPDU의 종류를 나타낸다.	
Flags	1	토폴로지 변화를 표시	
Root ID	8	루트 브리지의 ID를 표시	루트 브리지와 루트 브리지까지 도달하는 경로 비용 식별
Cost of Path	4	루트 브리지까지의 경로 값	
Bridge ID	8	루트 브리지 결정위해 사용	
Port ID	2	포트 ID	

※ 출처 : 패킷트레이서 CCNA Routing & Switching 제9장

02 BPDU Message의 종류

1 BPDU (Bridge Protocol Data unit)의 개념

BPDU 필드 구성

필드	바이트	내용	역할
Message Age	2	루트 브리지	BPDU전송 주기 및 수신 정보 유지 시간을 결정
Max Age	2	BPDU 정보 저장 시간	
Hello Time	2	BPDU 전송 주기 (2초)	
Forward Delay	2	Listen 및 Learning 상태에 머무르는 시간	

※ 출처 : 패킷트레이서 CCNA Routing & Switching 제9장

02 BPDU Message의 종류

2 Root Bridge

- 이중화 구조를 가지는 스위치로 구성된 LAN 환경을 구성하기 위하여 STP를 사용하며, STP를 적용하기 위하여 BPDU 프레임을 주고 받은 후 Root Bridge를 선출
- Root Bridge를 결정하기 위해서는 Bridge ID를 사용해야 함

02 BPD Message의 종류

2 Root Bridge



Bridge ID는

2바이트 우선순위 + 6바이트 MAC 주소로 구성됨

- 2바이트 우선순위는 다시 4비트의 브리지 우선순위 + 12비트의 확장 시스템 ID(VLAN ID)로 구성 됨
- 4비트 브리지 우선순위에 올 수 있는 값은
0~61440의 값 중에서 4096만큼 증가한 값인
0, 4096, 8192, 12288, 16384, 20480, 24576,
28672, 32768, 36864, 40960, 45056, 49152,
53248, 57344, 61440 값만 사용 가능함

02 BPD Message의 종류

2 Root Bridge




Bridge ID는

2바이트 우선순위 + 6바이트 MAC 주소로 구성됨

- 스위치는 기본적으로 32768 값을 가지고 있고, VLAN이 설정되지 않았다면 기본값으로 32769가 기본 우선순위 값이 됨
- 우선순위의 값이 동일할 경우 가장 작은 MAC 주소를 가진 스위치가 우선순위

02 BPDU Message의 종류

2 Root Bridge

 스위치의 기본 우선순위 값과 MAC 주소를 확인하기 위하여 show spanning- tree 명령어를 사용하면 이와 같이 출력되는 것을 볼 수 있음

```
Switch#show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0002.17A1.89BD
             This bridge is the root
             Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0002.17A1.89BD
             Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
             Aging Time 20
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio	Nbr	Type
Fa0/1	Desg	FWD	19	128.1		P2p
Fa0/4	Desg	FWD	19	128.4		P2p
Fa0/2	Desg	FWD	19	128.2		P2p

02 BPD Message의 종류

2 Root Bridge



Spanning-Tree 항목 설명

- VLAN0001
: VLAN 1번에 대한 Spanning-Tree에 대해 보여주고 있음
- Spanning tree enabled protocol ieee
: Spanning Tree가 동작하고 있음
- Root ID Priority 32769
: 루트 브리지의 우선순위 값
- Address 0002.17A1.89BD
: 루트 브리지의 MAC 주소
- Interface
: 현재 스위치에 활성화 되어 있는 인터페이스

02 BPD Message의 종류


2 Root Bridge

Spanning-Tree 항목 설명

- Role
: 스위치 포트의 Spanning-Tree 상태를 보여줌
- Sts : 포트의 동작 상태를 보여줌
- Cost : 포트의 Cost 값을 보여줌
- Cost 100 => 10M, Cost 19
=> 100M, Cost 4 => 1G, Cost 2 => 10G
- Pri.Nbr : 포트 값으로 128은 기본 값이고,
구두점(.) 뒤에 오는 숫자는 포트 번호
예) fa0/1 포트의 경우
128.1의 Pri.Nbr 값을 가지게 됨

02 BPDU Message의 종류

2 Root Bridge


 Spanning-Tree 프로토콜에서의 포트 상태

포트 상태	바이트	내 용	역할
차단 (Blocking)	<ul style="list-style-type: none">- 프레임이 수신되더라도 폐기- 토폴로지 변화에 대응하기 위해 BPDU 수신- 상대 포트로부터 MAX Age 시간 동안 BPDU를 수신하지 못하면 청취 상태로 변경	수신 /동작	Max Age 20초
청취 (Listening)	<ul style="list-style-type: none">- 프레임이 수신되더라도 폐기- 자신의 BPDU 및 인접 스위치의 정보 전송- 루트 포트이거나 지정 포트일 경우에만 청취 상태로 변경- 전송지연시간 동안 토폴로지 변경이 없으면 학습 상태로 전환	수신 /동작 /전송	전송 지연 15초

※ 출처 : 패킷트레이서 CCNA Routing & Switching 제9장

02 BPDU Message의 종류

2 Root Bridge

 Spanning-Tree 프로토콜에서의 포트 상태

포트 상태	바이트	내 용	역할
학습 (Learning)	<ul style="list-style-type: none">- 프레임이 수신되더라도 폐기- 프레임을 전송하기 위해 MAC 주소 학습하고 복제- 토폴로지의 변화가 없을 경우 전송지연시간 후 Forwarding으로 변경	수신 /동작 /전송	전송 지연 15초
포워딩 (Forwarding)	<ul style="list-style-type: none">- 프레임 송/수신 및 주소 학습	수신/동 작/전송	-
비활성화 (Disable)	<ul style="list-style-type: none">- 프레임이 수신되더라도 폐기하고 주소 학습 하지 않음	비수신/ 비동작	-

※ 출처 : 패킷트레이서 CCNA Routing & Switching 제9장

02 BPDU Message의 종류

2 Root Bridge

 Spanning Tree Protocol이 동작하는 스위치의 포트들은 같이 3가지 역할로 구분

- 루트 포트(Root Port)
 - 루트 브리지와 가장 가까운 스위치의 포트
정상적으로 Frame 수신 가능
- 지정 포트(Designated Port)
 - 루트 포트가 아니면서 정상적으로
Frame 수신이 가능한 포트
- 비지정 포트(Non designated Port)
 - Frame은 주고 받지 않지만,
BPDU는 주고 받는 포트

02 BPDU Message의 종류

2 Root Bridge



Spanning Tree Portfast

- STP 동작이 필요한 경우는 스위치와 스위치가 연결되는 구간에만 필요
- Spanning Tree가 설정된 포트에 장치를 연결하면 Spanning Tree 포트 변화를 마친 후에 전달 가능한 Forwarding 상태로 변환되므로, 연결된 장치는 바로 Frame을 전달 할 수 없음
- 이러한 단점을 보완하기 위하여 포트에 Spanning Tree 동작을 끌 수 있음

02 BPDU Message의 종류

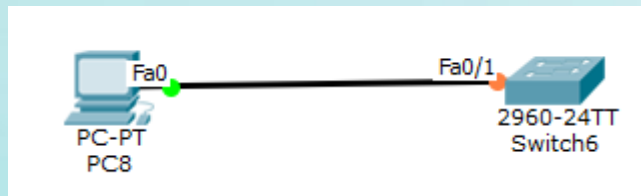
2 Root Bridge



Portfast 설정하기

- Portfast를 설정하기 전에 스위치에 PC를 연결하면 STP가 동작하고 있는 것을 할 수 있음

[STP가 동작중인 L2 토폴로지]



※ 출처 : 패킷트레이서 CCNA Routing & Switching 제9장

02 BPDU Message의 종류

2 Root Bridge

- 🔍 Portfast 설정하기
 - Portfast 적용

```
SW1#Conf t
SW1(config)#int fa0/1
SW1(config-if)#spanning-tree portfast
```

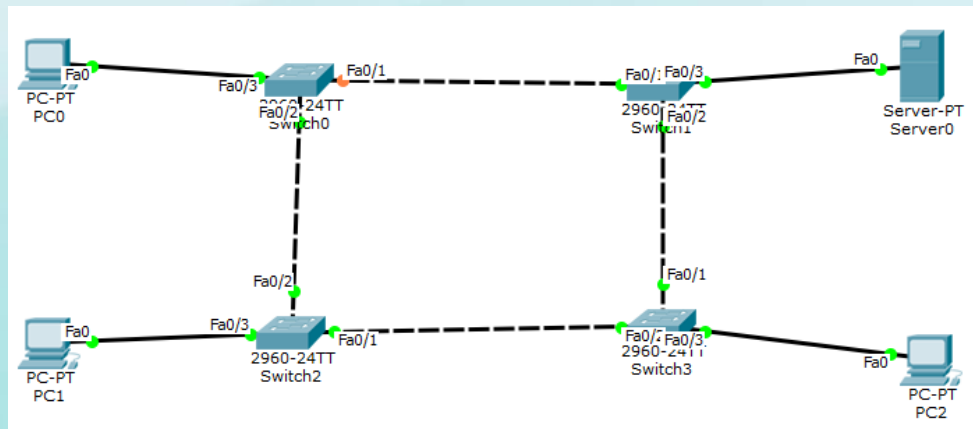
- 위와 같이 적용하고 난 후에 PC와 스위치의 연결을 끊고 다시 스위치의 Fa0/1번 포트에 꼽으면 STP 동작을 거치지 않고 바로 전송 가능한 상태가 되는 것을 확인할 수 있음

3 Root Bridge 설정

03 Root Bridge 설정

1 기본 토폴로지 구성

아래와 같이 패킷트레이서를 활용하여
기본 토폴로지를 구성함 (실제 실습 시,
Switch0의 Fa0/1번 포트가 막히지 않을 수 있음)



※ 출처 : 패킷트레이서 CCNA Routing & Switching 제9장

03 Root Bridge 설정

1 기본 토폴로지 구성

- 🔍 그림 2의 토폴로지에서 Root Bridge가 어떤 스위치인지 찾아보기 위해서 각각의 스위치에서 `show spanning-tree` 명령어를 실행

03 Root Bridge 설정

1 기본 토폴로지 구성

Switch 0 결과

```
Switch>
Switch>show spanning-tree
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32769
           Address    0001.9723.1A42
           Cost      38
           Port      2(FastEthernet0/2)
           Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID   Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
           Address    0002.4A1A.54B1
           Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
           Aging Time 20
```

결과를 보면 Root ID와 Bridge ID의 Address가 다른 것을 확인할 수 있으므로, Switch0는 Root Bridge가 아님을 알 수 있음

03 Root Bridge 설정

1 기본 토폴로지 구성

Switch 1 결과

```
Switch>show spanning-tree
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32769
  Address   0001.9723.1A42
  Cost      19
  Port      2(FastEthernet0/2)
  Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
  Address   0090.21B4.8B85
  Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
  Aging Time 20
```

03 Root Bridge 설정

1 기본 토폴로지 구성

Switch 2 결과

```
Switch>show spanning-tree
VLAN0001
  Spanning tree enabled protocol ieee
  Root ID    Priority    32769
             Address     0001.9723.1A42
             Cost        19
             Port        1(FastEthernet0/1)
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

  Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
             Address     0009.7C85.2DCB
             Hello Time  2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
             Aging Time  20
```


03 Root Bridge 설정

1 기본 토폴로지 구성

Switch 3 결과

```
Switch>show spanning-tree
VLAN0001
Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID    Priority    32769
           Address    0001.9723.1A42
           This bridge is the root
           Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec

Bridge ID  Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
           Address    0001.9723.1A42
           Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
           Aging Time 20
```

결과를 보면 Root ID의 주소와 Bridge 주소가 동일한 것을 볼 수 있으며, “This bridge is the root”라는 문구를 통해 이 스위치가 루트 브리지로 동작하고 있음을 알 수 있음

03 Root Bridge 설정

1 기본 토폴로지 구성



루트 브리지 변경

- Switch 3번으로 되어 있는 루트 브리지를 Switch0로 변경해보자

```
Switch>en
```

```
Switch#conf t
```

```
Switch(config)#spanning-tree vlan 1
```

```
Priority 4096
```

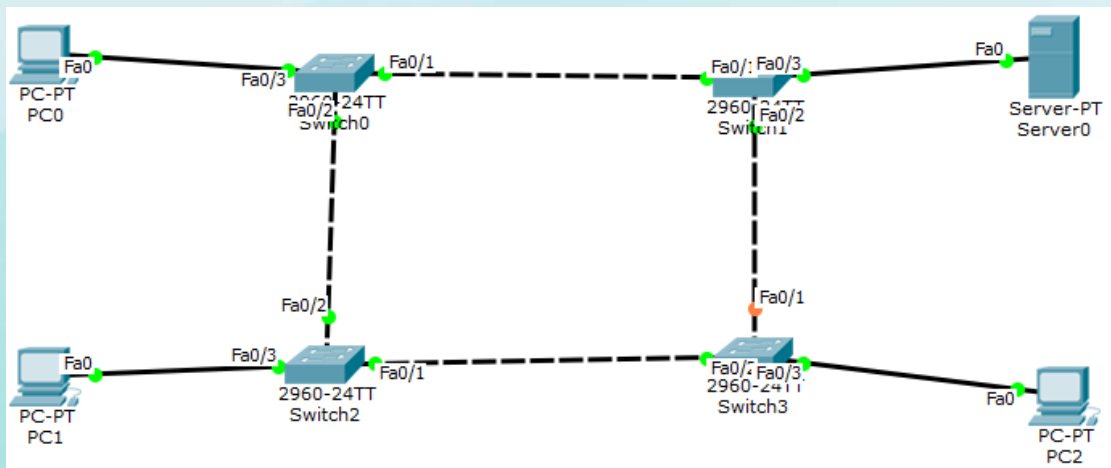
03 Root Bridge 설정

1 기본 토폴로지 구성



루트 브리지 변경

- 변경하고 나면 토폴로지가 변경된 것을 확인할 수 있음



※ 출처 : 패킷트레이서 CCNA Routing & Switching 제9장