

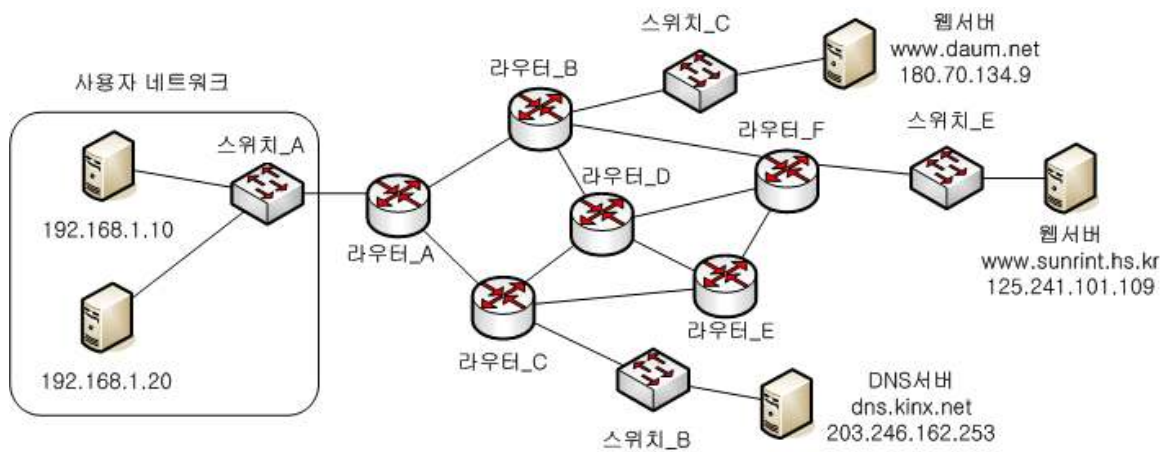
### Ⅲ

## 네트워크 구성(WAN)

08 라우팅 개념 및 라우터 기초

09 정적 라우팅

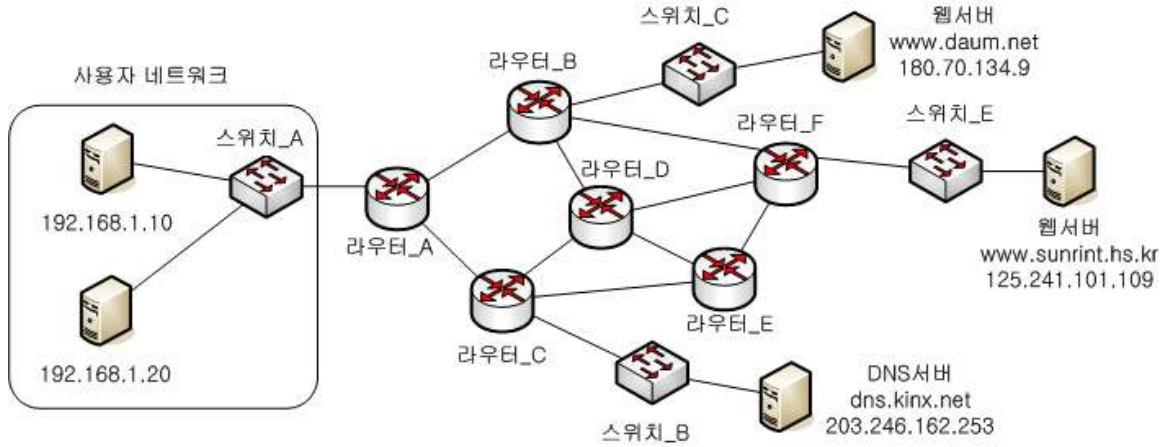
10 동적 라우팅



## 08 라우팅 개념 및 라우터 기초

### 1. 라우팅(Routing) 이해

#### ■ 가상의 인터넷 구성도



인터넷과 같이 다양한 네트워크가 서로 연결되어 구성된 네트워크에서는 정보를 제공하는 서버와 정보를 요청하는 클라이언트가 서로 다른 네트워크에 속한 경우가 많다. 예를 들어 위의 가상의 인터넷 구성도에서 사용자 네트워크에 속한 클라이언트 컴퓨터(192.168.1.10)에서 www.sunrint.hs.kr에 접근하기 위해서는 라우터\_A를 거쳐 다양한 경로를 지나 라우터\_F를 통해 HTTP\_Request 패킷을 전달해야만 한다. 또한 www.sunrint.hs.kr에서 출발한 HTTP\_Reply 패킷은 라우터\_F를 통해 다양한 경로를 지나 라우터\_A에 도달하여 192.168.1.10 클라이언트 컴퓨터에 전달될 것이다.

라우터\_A와 라우터\_B 사이에 패킷을 주고받을 수 있는 다양한 경로가 있으며, 그 중에서 라우터\_A에서 출발하여 라우터\_F까지 도달하기 위해 사용할 수 있는 경로의 종류는 다음과 같다.

경로	거쳐 가는 라우터 순서	거쳐 가는 라우터 수	비고
경로 1	라우터_A → 라우터_B → 라우터_F	3	<b>■ 라우터</b> 서로 다른 네트워크를 연결하며, 패킷의 경로설정을 해주는 네트워크 장치
경로 2	라우터_A → 라우터_B → 라우터_D → 라우터_F	4	
경로 3	라우터_A → 라우터_B → 라우터_D → 라우터_E → 라우터_F	5	
경로 4	라우터_A → 라우터_B → 라우터_D → 라우터_C → 라우터_E → 라우터_F	6	
경로 5	라우터_A → 라우터_C → 라우터_D → 라우터_F	4	
경로 6	라우터_A → 라우터_C → 라우터_D → 라우터_B → 라우터_F	6	
경로 7	라우터_A → 라우터_C → 라우터_D → 라우터_E → 라우터_F	6	
경로 8	라우터_A → 라우터_C → 라우터_E → 라우터_F	4	

이렇게 다양한 경로 중에서 가장 빠르고 신뢰할 수 있는 경로는 어떤 경로인가?

빠른 경로를 찾는 다양한 방법이 있는데, 현재는 빠른 경로를 찾기 위해 참고할 만한 다른 정보가 없으므로, 거쳐 가는 라우터의 개수가 작은 경로가 빠른 경로라고 가정한다면, 경로 1이 가장 빠른 경로가 될 것이다.

이처럼 출발지에서 목적지까지 패킷을 빠르고 안전하게 보내기 위한 경로 설정을 라우팅(Routing)이라고 하며, 라우팅을 위해서는 다양한 정보와 절차가 필요하다. 위의 방식처럼 거쳐 가는 라우터의 개수를 이용하여 경로를 설정할 수도 있고, 하지만 라우터\_A와 라우터\_B의 링크 속도가 1Mbps이고, 라우터\_A와 라우터\_C의 링크 속도가 1000Mbps라면 경로 1이 가장 빠른 경로가 될 수 있을까? 아마도 그렇지 않을 것이다. 즉, 최적의 경로 설정을 위해서는 거쳐 가는 라우터의 개수, 각 라우터간의 링크 속도, 라우터의 혼잡도, 라우터 상태 등 다양한 정보가 필요하며, 어떤 정보를 근거로 라우팅을 결정하는지에 따라 아래의 표처럼 다양한 라우팅 프로토콜이 존재한다.

구분	라우팅 프로토콜	비고	특징
정적 경로 설정	정적 경로(Static Route) 설정		네트워크 관리자가 경로를 직접 입력하여 설정
	디폴트 정적 경로(Default Static Route) 설정		
동적 경로 설정	RIP(Routing Information Protocol)	거리벡터 라우팅 프로토콜	라우터가 자동으로 라우터 간에 라우팅 정보를 교환하여 최적의 경로 설정
	IGRP(Interior Gateway Routing Protocol)		
	EIGRP(Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)		
	OSPF(Open Shortest Path First)	링크상태 라우팅 프로토콜	
	IS-IS(Intermediate-System-to-Intermediate-System)		

라우팅에는 크게 정적 경로(Static Route)와 동적 경로(Dynamic Route) 설정 방법이 있다. 정적 경로 설정은 관리자에 의해 라우팅 테이블 설정이 이루어지며, 네트워크의 변화에 관계없이 라우팅 테이블을 유지한다. 동적 경로 설정은 동적 라우팅 프로토콜에 의해 자동으로 네트워크 등록 및 탐색 과정을 수행하고, 이에 따라 라우팅 테이블을 완성한다. 동적 라우팅 프로토콜이 최적의 경로 산출에 고려하는 사항은 다음과 같다.

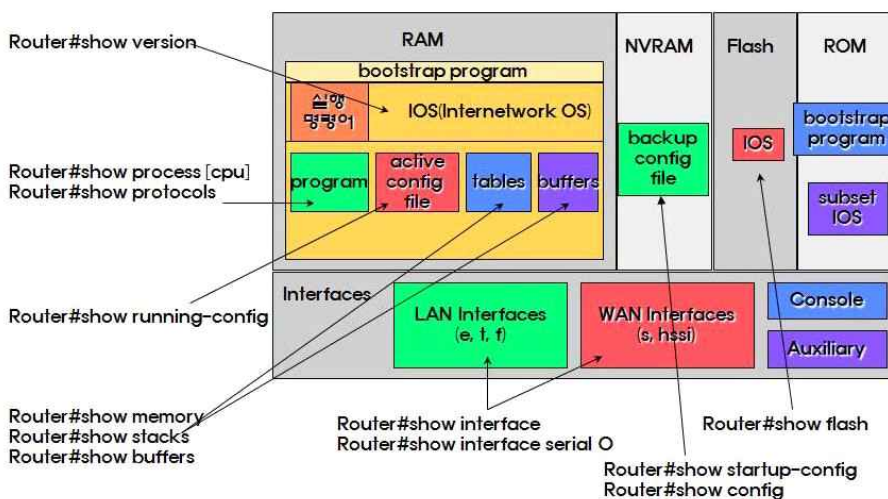
항목	설명
홉(Hop)	하나의 홉은 하나의 라우터에서 다음 라우터까지의 거리를 말한다. 홉수는 얼마나 많은 라우터(네트워크)를 거치는지를 말하며, 경유하는 라우터가 많은 수록(홉수가 많은 수록) 지연이 발생하기 때문에 홉수가 적은 것이 좋다.
대역폭(Bandwidth)	링크(전송매체)의 전송 능력을 말하며 대역폭이 클수록 전송 속도가 빠르다. 하지만 높은 대역폭을 가진 경우가 최적의 경로가 아닐 수 있다. 동일한 목적지에 대해 여러 경로가 있을 경우 모든 트래픽이 높은 대역폭을 가진 링크로만 트래픽을 보낸다면 다른 경로가 더 효율적일 수 있다.
비용(Cost)	개별 링크가 가지는 고유 값으로 일반적으로 빠른 네트워크는 작은 비용을 가지고, 느린 네트워크의 경우 높은 비용을 가진다.
지연값(Delay)	대역폭이나 개별 라우터의 큐(Queue) 길이, 링크의 혼잡도, 물리적인 거리 등 다양한 요소에 의해 결정되는 지연 정도를 나타낸다.
로드(Load)	라우터 CPU의 사용률이나 패킷이 처리되는 속도에 따른 복합값을 나타낸다.
안정도(Reliability)	링크가 얼마나 안정적으로 유지되는 지를 나타낸다.
MTU(Maximum Transmit Unit)	링크에서 처리할 수 있는 최대한의 데이터 크기를 말한다.

## 2. 라우터 설정 \* 시스코 라우터 기준

### 가. 라우터



### 나. 라우터의 구조



#### 1) ROM

- 라우터의 가장 기본적인 정보 저장
- Bootstrap Program을 통해 플래시에 저장된 IOS를 RAM으로 이동시키는 역할
- 플래시 메모리에 이상이 생기면 ROM 자체 내의 보조 IOS를 RAM으로 이동

#### 2) 플래시 메모리(Flash)

- 라우터를 움직이는 운영체제인 IOS(Internetwork OS)가 저장되며, 전원이 꺼져도 데이터 유지
- 전원이 켜지면서 플래시 메모리의 IOS는 RAM으로 이동

#### 3) NVRAM

- 라우터의 구성에 관한 정보가 저장되며, 전원이 꺼져도 데이터 유지
- 사용자에 의해 설정된 값은 RAM에 저장되었다가 NVRAM에 저장하여 반영구적으로 적용

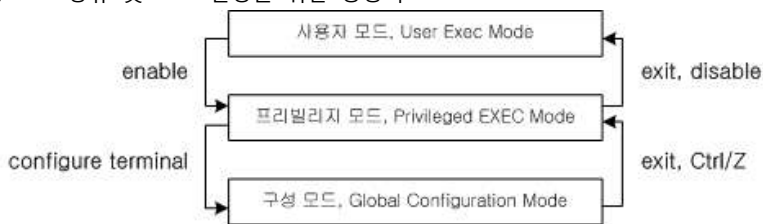
## 4) RAM

- 사용자에게 의해 설정된 값들이 저장
- 휘발성이므로 전원을 끄면 데이터가 사라짐

## 다. 라우터의 모드

모드	기능 및 설명	프롬프트
사용자 모드 (User Mode)	라우터의 현재 상태 확인 가능, 구성의 변경은 불가능	Router>
프리빌리지 모드 (Privileged Mode)	Router> enable, 라우터의 구성을 보거나 변경 가능	Router#
구성 모드 (Configuration Mode)	Router# config terminal, 라우터의 구성 파일을 변경하는 경우에 사용	Router(config)#
셋업 모드 (Setup Mode)	Configuration File이 없는 경우에 Interactive한 라우터 설정을 위한 모드 라우터가 처음 동작할 때나, 구성 파일이 없을 때 자동으로 진입하는 모드	

※ 모드 종류 및 모드 변경을 위한 명령어



## 라. 라우터 모드 변경하기

```

Router>enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#exit
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Router#disable
Router>
  
```

## 마. 라우터 기본 명령

## 1) 라우터 User Command List 보기

```

Router>?
Exec commands:
<1-99>      Session number to resume
connect     Open a terminal connection
disconnect  Disconnect an existing network connection
enable      Turn on privileged commands
exit        Exit from the EXEC
.. 이하 생략 ..
  
```

※ 시스코 라우터에서는 명령어 자동 완성 기능이 있어 명령어를 일부 입력한 후, TAB키로 명령어를 자동 완성할 수 있다.

※ 명령어 중간에 ?를 이용하여 사용가능한 명령어를 확인할 수 있다.

※ 화살표의 ↑ ↓키를 이용하여 이전에 사용한 명령어를 다시 사용할 수 있다.

※ 명령어를 모두 입력하지 않아도 명령어 인식 및 사용이 가능하다.

## 2) 라우터 정보 확인 - 라우터의 하드웨어 및 소프트웨어 정보 확인

```

Router>show version
Cisco IOS Software, 2800 Software (C2800NM-IPBASE-M), Version 12.3(14)T7, RELEASE SOFTWARE (fc2)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2006 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Wed 22-Mar-06 18:40 by pt_team

ROM: System Bootstrap, Version 12.1(3r)T2, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Copyright (c) 2000 by cisco Systems, Inc.

System returned to ROM by power-on
System image file is "flash:c2800nm-ipbase-mz.123-14.T7.bin"

cisco 2811 (MPC860) processor (revision 0x200) with 60416K/5120K bytes of memory
Processor board ID JAD05190MTZ (4292891495)
M860 processor: part number 0, mask 49
2 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)
239K bytes of NVRAM.
  
```

- 3) 라우터 이름 바꾸기 - 다수의 라우터를 관리할 경우 각 라우터에 이름을 지정하여 손쉽게 관리

```
Router(config)#hostname sunrin_t_ga
sunrin_t_ga(config)#
```

- 4) 명령 취소 또는 비활성화 - 명령어 앞에 no를 붙이면 해당 사항을 비활성화

```
sunrin_t_ga(config)#no hostname
Router(config)#
```

- 5) 라우터의 인터페이스 설명 추가 - 각 인터페이스에 설명을 추가하여 인터페이스 연결 정보를 손쉽게 확인 가능

```
Router(config)#interface fastEthernet 0/0
Router(config-if)#description ** To WestEduDepart **
```

- 6) 라우터의 인터페이스 정보 확인

```
Router#show interfaces fastEthernet 0/0
FastEthernet0/0 is administratively down, line protocol is down (disabled)
Hardware is Lance, address is 000c.cf7c.1101 (bia 000c.cf7c.1101)
Description: ** To WestEduDepart **
MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec, rely 255/255, load 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
.. 이하 생략 ..
```

- 7) 콘솔 접속용 패스워드 설정 - 콘솔을 이용하여 라우터에 접속하기 위한 패스워드 설정

```
Router(config)#line console 0
Router(config-line)#password 1234
```

- 8) Enable 패스워드 설정 - enable 명령어를 사용하기 위한 패스워드 설정

```
Router(config-line)#enable password 5678
```

#### ■ 알아둡시다!

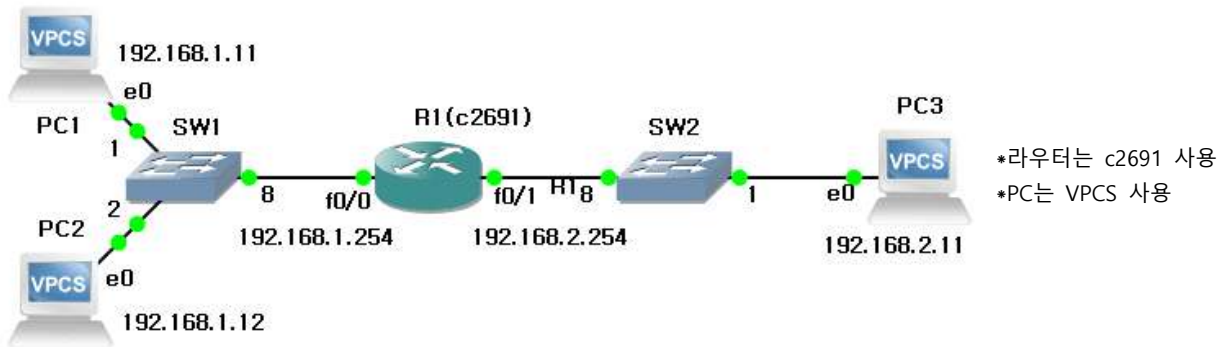
- 콘솔, console : 시스템관리자가 시스템의 상태를 알아보거나 각종 업무를 처리하기 위해 사용하는 단말 장치
- 콘솔포트 : 별도의 입출력 장치가 없는 라우터 등은 콘솔 포트를 이용하여 컴퓨터에 연결하고 노트북을 입출력 장치로 사용
- 콘솔케이블 : 라우터와 노트북을 연결하기 위한 케이블이며, 라우터 제조사별로 규격이 다를 수 있음
- FastEthernet : 일반적으로 UTP 케이블을 접속할 수 있는 포트를 말함

## 09 정적 라우팅

### 1. 라우터 1개를 이용한 2개의 네트워크 연결

가. 네트워크 장치 연결 및 PC 네트워크 설정 정보

- ① GNS에서 라우터와 스위치, PC를 다음과 같이 연결하고, 각 PC의 IP주소를 구성도와 같이 설정한다. 라우터 R1에는 기본적으로 두 개의 FastEthernet 인터페이스가 있으므로 각각 SW1과 SW2에 아래와 같이 연결한다. 사용할 PC는 VPCS를 이용한다.



#### ■ 라우터와 스위치 연결

라우터 포트	스위치 포트
FastEthernet0/0	SW1 Port8
FastEthernet0/1	SW2 Port8

#### ■ 스위치와 VPCS 연결

VPCS	스위치 포트
PC1	SW1 Port1
PC2	SW1 Port2
PC3	SW2 Port1

#### ■ VPCS 네트워크 설정

VPCS	IP주소	게이트웨이 주소
PC1	192.168.1.11	192.168.1.254
PC2	192.168.1.12	192.168.1.254
PC3	192.168.2.11	192.168.2.254

- ② PC1, PC2, PC3의 IP 주소를 설정한다.

```

PC1> ip 192.168.1.11 255.255.255.0 192.168.1.254
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.1.11 255.255.255.0 gateway 192.168.1.254
PC1> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done
PC1>

PC2> ip 192.168.1.12 255.255.255.0 192.168.1.254
Checking for duplicate address...
PC2 : 192.168.1.12 255.255.255.0 gateway 192.168.1.254
PC2> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done
PC2>

PC3> ip 192.168.2.11 255.255.255.0 192.168.2.254
Checking for duplicate address...
PC3 : 192.168.2.11 255.255.255.0 gateway 192.168.2.254
PC3> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done
PC3>

```

- ③ PC1에서 192.168.1.12로 ping을 보내본다.

```

PC1> ping 192.168.1.12
84 bytes from 192.168.1.12 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.000 ms
84 bytes from 192.168.1.12 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.000 ms
84 bytes from 192.168.1.12 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.000 ms
84 bytes from 192.168.1.12 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.997 ms
84 bytes from 192.168.1.12 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.000 ms
PC1>

```

PC1은 192.168.1.11로 설정되어 있고, 192.168.1.12는 같은 스위치에 연결되어 있어 서로 ping을 주고받을 수 있다.

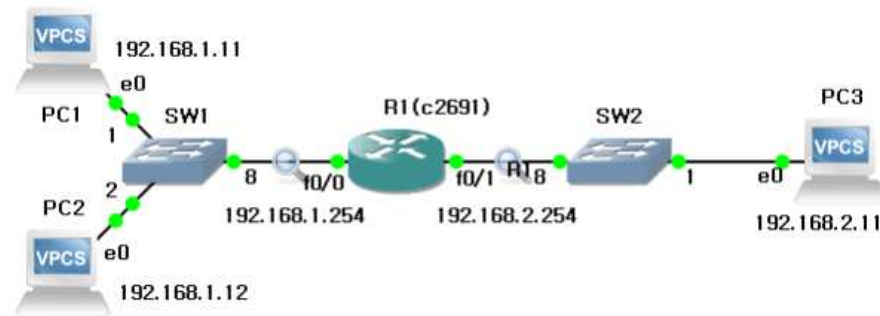


④ PC1에서 192.168.2.11로 ping을 보내본다.

```
PC1> ping 192.168.2.11
host (192.168.1.254) not reachable
PC1>
```

PC1은 192.168.1.11로 설정되어 있고, 192.168.2.11은 서로 다른 네트워크에 속해 있어 서로 ping을 주고받을 수 없다.

### 과제 - 1



다음의 2구간을 와이어샤크로 모니터링 하여 2개의 와이어샤크 창을 열어둔다.

구간 1 : SW1 ↔ R1  
구간 2 : R1 ↔ SW2

PC1에서 192.168.2.11로 ping을 수행하고, 그 결과를 와이어샤크를 통해 확인하고 그에 대한 해석을 작성하시오.

PC1의 콘솔 화면 캡처

```
PC1> ping 192.168.2.11
host (192.168.1.254) not reachable
PC1>
```

PC1의 콘솔 화면 설명

PC1 192.168.1.11과 PC3 192.168.2.11과 서로 통신할 수 없음을 나타낸다.

구간 1의 와이어샤크 화면 캡처

• 와이어샤크 창의 패킷 중 이번 과정의 패킷만 보이게 캡처하시오.

No.	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	Private_66:68:00	Broadcast	ARP	64	Who has 192.168.1.254? Tell 192.168.1.11
2	Private_66:68:00	Broadcast	ARP	64	Who has 192.168.1.254? Tell 192.168.1.11
3	Private_66:68:00	Broadcast	ARP	64	Who has 192.168.1.254? Tell 192.168.1.11

> Frame 1: 64 bytes on wire (512 bits), 64 bytes captured (512 bits) on interface 0  
> Ethernet II, Src: Private\_66:68:00 (00:50:79:66:68:00), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)  
> Address Resolution Protocol (request)

0000	ff ff ff ff ff ff 00 50	79 66 68 00 08 06 00 01	.....P yfh.....
0010	08 00 06 04 00 01 00 50	79 66 68 00 c0 a8 01 0b	.....P yfh.....
0020	ff ff ff ff ff ff c0 a8	01 fe 00 00 00 00 00 00	.....
0030	00 00 00 00 00 00 00 00	00 00 00 00 00 00 00 00	.....

구간 1의 패킷에 대한 설명  
• 캡처된 패킷의 번호(No.)를 포함하여 설명하시오.

1번 ~3번 패킷은 PC1이 서로 다른 네트워크로 패킷을 보내기 위해 거쳐야 하는 게이트웨이를 ARP를 이용하여 확인하는 과정이다.  
ARP 요청에 대한 응답은 받지 못했으므로 아직 외부 네트워크와 통신할 수 없다.

구간 2의 와이어샤크 화면 캡처

• 와이어샤크 창의 패킷 중 이번 과정의 패킷만 보이게 캡처하세요.

No.	Source	Destination	Protocol	Length	Info

Ready to load or capture | No Packets | Profile: Default

구간 2의 패킷에 대한 설명  
• 캡처된 패킷의 번호(No.)를 포함하여 설명하시오.

PC3 192.168.2.11이 속한 네트워크는 아직 192.168.1.0 네트워크에서 전달되는 패킷이 없는 상태이다.

퀴즈 - 1

192.168.1.0/24 네트워크와 192.168.2.0/24 네트워크의 호스트가 서로 패킷을 주고받을 수 없는 이유는 무엇일까?

192.168.1.0/24 네트워크와 192.168.2.0/24 네트워크는 물리적으로는 연결되어 있으나 라우터 R1에서 패킷을 전달하지 않기 때문에 통신할 수 없는 상태이다.

나. 패킷 전달을 위한 라우터 설정

라우터는 서로 다른 네트워크를 연결시키고, 네트워크 간의 패킷을 최적의 경로를 통해 전달해주는 역할을 한다. PC, 서버 등과 같은 네트워크 내의 호스트들은 외부 네트워크와 통신하기 위한 관문(게이트웨이)이 필요하며 일반적으로 라우터가 그 역할을 맡는다.

위의 네트워크 구성도에서 192.168.1.0/24 네트워크와 192.168.2.0/24의 네트워크는 모두 R1에 연결되어 있다. R1은 2개의 네트워크를 연결하는 다리 역할과 서로 다른 네트워크로 패킷을 보내기 위한 게이트웨이 역할을 하게 된다.

라우터 R1의 FastEthernet0/0 인터페이스에 192.168.1.254를 할당하여 192.168.1.0/24 게이트웨이 역할을 하고, FastEthernet0/1 인터페이스에 192.168.2.254를 할당하여 192.168.2.0/24 게이트웨이 역할을 수행한다.

① 라우터 R1의 FastEthernet0/0, FastEthernet0/1을 각 네트워크의 게이트웨이 주소로 설정한다.

■ FastEthernet0/0 인터페이스 설정

```
R1>enable
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#interface fastEthernet 0/0
R1(config-if)#ip address 192.168.1.254 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#
*Mar 1 02:06:05.559: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Mar 1 02:06:06.559: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
R1(config-if)#do write
Building configuration...
[OK]
R1(config-if)#
```

■ FastEthernet0/1 인터페이스 설정

```
R1>enable
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#interface fastEthernet 0/1
R1(config-if)#ip address 192.168.2.254 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#
*Mar 1 02:03:09.823: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/1, changed state to up
*Mar 1 02:03:10.823: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to up
R1(config-if)#do write
Building configuration...
[OK]
R1(config-if)#
```

② show ip route 명령을 통해 생성된 라우팅 테이블을 확인할 수 있다.

```
R1>show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
R1#
```

※ 라우터의 FastEthernet 0/0, FastEthernet 0/1에 각각 192.168.1.0/24와 192.168.2.0/24 네트워크가 직접 연결된 것을 라우터가 인식했음을 확인할 수 있다. 이제 라우터가 두 개의 서로 다른 네트워크를 인식했으므로, 라우터를 통해 연결된 두 네트워크 간의 패킷을 주고받는 것이 가능해졌다.



③ PC1에서 192.168.2.11로 ping을 보내본다.

```
PC1
PC1> ping 192.168.2.11
192.168.2.11 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=2 ttl=63 time=21.711 ms
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=3 ttl=63 time=19.027 ms
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=4 ttl=63 time=17.480 ms
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=5 ttl=63 time=18.327 ms

PC1> show arp

c0:02:43:40:00:00 192.168.1.254 expires in 105 seconds

PC1>
```

※ 라우터 인터페이스 설정 전에는 192.168.1.11과 192.168.2.11 간에 서로 패킷을 주고받지 못했으나, 라우터 인터페이스 설정 후에는 192.168.1.11과 192.168.2.11 간에 패킷을 주고받을 수 있음을 확인할 수 있다.

또한 외부 네트워크로 패킷을 전송하기 위해 필요한 게이트웨이(192.168.1.254)의 MAC주소를 ARP를 통해 확인했음을 알 수 있다. 마찬가지로 라우터도 192.168.1.0 네트워크에서 받은 패킷을 192.168.2.11로 전송하기 위해 ARP를 통해 확인했음을 알 수 있다. ARP 동작 과정과 ping 요청 및 응답 과정은 아래 구간1, 구간2에 대한 와이어샤크 모니터링 화면을 통해 확인할 수 있다.

Capturing from - [SW1 8 to R1 FastEthernet0/0]

No.	Source	Destination	Protocol	Length	Info
220	Private_66:68:00	Broadcast	ARP	64	Who has 192.168.1.254? Tell 192.168.1.11
221	c0:02:43:40:00:00	Private_66:68:00	ARP	60	192.168.1.254 is at c0:02:43:40:00:00
222	192.168.1.11	192.168.2.11	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x38ab, seq=1/256, tt
223	c0:02:43:40:00:00	c0:02:43:40:00:00	LOOP	60	Reply
224	192.168.1.11	192.168.2.11	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x3aab, seq=2/512, tt

> Frame 221: 60 bytes on wire (480 bits), 60 bytes captured (480 bits) on interface 0  
> Ethernet II, Src: c0:02:43:40:00:00 (c0:02:43:40:00:00), Dst: Private\_66:68:00 (00:50:79:66:68:00)  
> Address Resolution Protocol (reply)

0000	00 50 79 66 68 00 c0 02 43 40 00 00 08 06 00 01	Pyfh... C@.....
0010	08 00 06 04 00 02 c0 02 43 40 00 00 c0 a8 01 fe	..... C@.....
0020	00 50 79 66 68 00 c0 a8 01 0b 00 00 00 00 00 00	Pyfh.....
0030	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	.....

Ready to load or capture | Packets: 263 · Displayed: 263 (100,0%) | Profile: Default

Capturing from - [R1 FastEthernet0/1 to SW2 8]

No.	Source	Destination	Protocol	Length	Info
151	c0:02:43:40:00:01	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.2.11? Tell 192.168.2.254
152	Private_66:68:02	c0:02:43:40:00:01	ARP	60	192.168.2.11 is at 00:50:79:66:68:02
153	c0:02:43:40:00:01	c0:02:43:40:00:01	LOOP	60	Reply
154	192.168.1.11	192.168.2.11	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x3aab, seq=2/512, tt
155	192.168.2.11	192.168.1.11	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x3aab, seq=2/512, tt

> Frame 1: 359 bytes on wire (2872 bits), 359 bytes captured (2872 bits) on interface 0  
> IEEE 802.3 Ethernet

0000	01 00 0c cc cc cc c0 02 43 40 00 01 01 59 aa aa	..... C@...Y..
0010	03 00 00 0c 20 00 02 b4 86 45 00 01 00 06 52 31	..... E...R1
0020	00 05 00 fb 43 69 73 63 6f 20 49 4f 53 20 53 6f	....Cisc o IOS So
0030	66 74 77 61 72 65 2c 20 32 36 30 30 20 53 6f 66	ftware, 2600 Sof

Ready to load or capture | Packets: 172 · Displayed: 172 (100,0%) | Profile: Default

#### ■ 정리하기

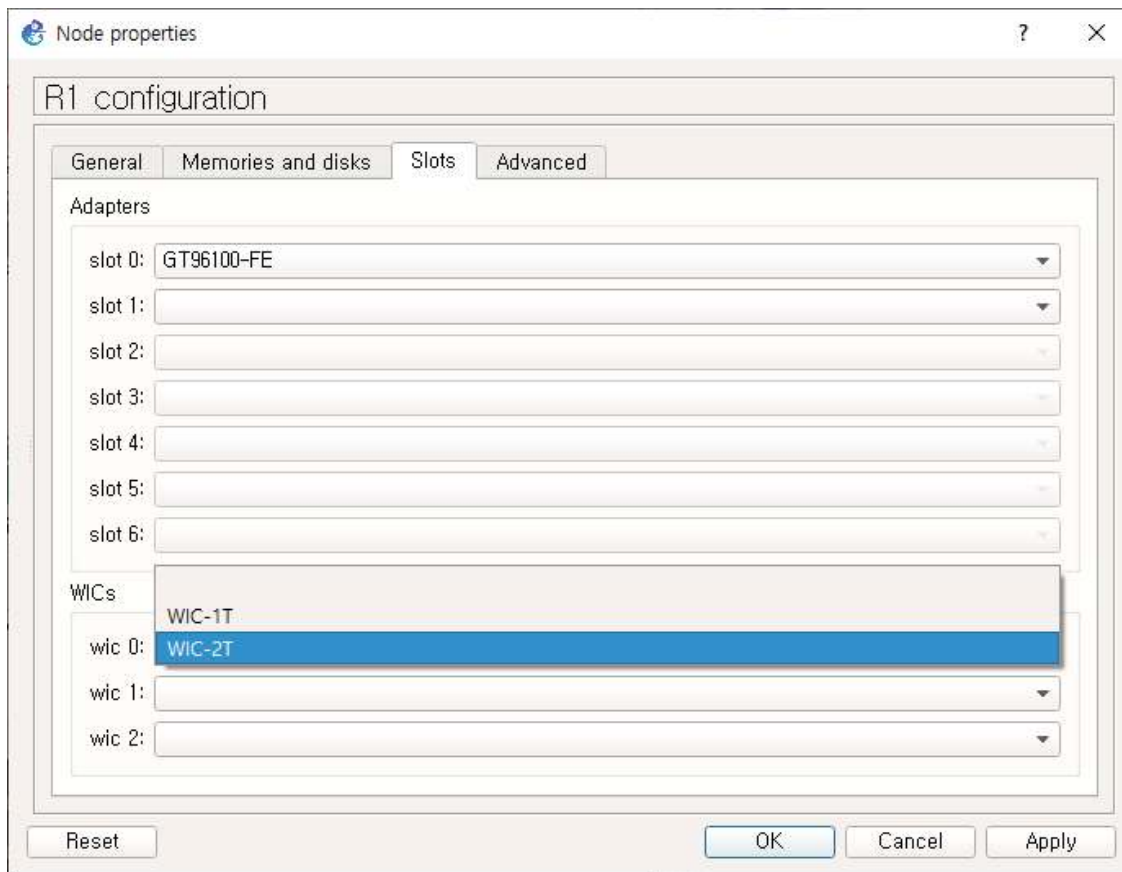
- 서로 다른 네트워크 간에 패킷을 주고받기 위해서는 라우터를 사용해야 한다.
- 라우터는 각 네트워크의 대문 역할을 하는 게이트웨이로서 동작하며, 각 네트워크와 연결된 fastethernet 인터페이스에 게이트웨이 주소를 설정한다.
- 한 라우터에 직접 연결된 네트워크 간에는 별도의 라우팅 설정을 하지 않아도 통신이 가능하다.

## 2. 라우터 2개를 이용한 2개의 네트워크 연결 및 정적 라우팅

### 가. 라우터 WICs 설정

라우터와 라우터를 연결하기 위해서는 시리얼 포트와 시리얼 케이블을 사용한다. 라우터에 시리얼 포트를 설정하기 위해서는 먼저 라우터 전원을 끈 후, 사용 가능한 슬롯에 WIC-1T 또는 WIC-2T를 장착한다.

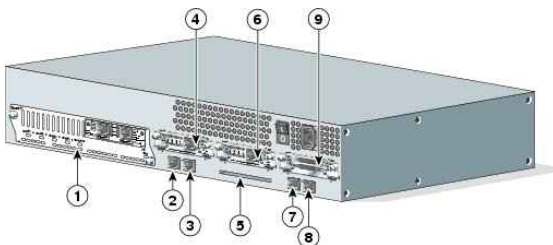
- ① 라우터 설정에서 [Slots] 탭 아래의 WICs 항목에서 빈 슬롯에 WIC-1T 또는 WIC-2T이 장착되어 있는지 확인한다.



※ 라우터에 WIC-1T 또는 WIC-2T를 장착하거나 다른 slot에 확장 모듈을 추가하려면 먼저 라우터의 전원을 끄고 진행한다.

아래 사진은 실제 시스코 라우터 2691과 WIC-2T 확장 모듈, WIC-2T의 시리얼 포트간 연결에 사용하는 DTE-DCE 케이블이다.

#### ■ 시스코 2691 인터페이스



좌측의 인터페이스 중 4, 6, 9번 slot에 아래의 WIC-1T, WIC-2T 등의 확장 모듈을 추가할 수 있다.

#### ■ WIC-2T 확장 모듈



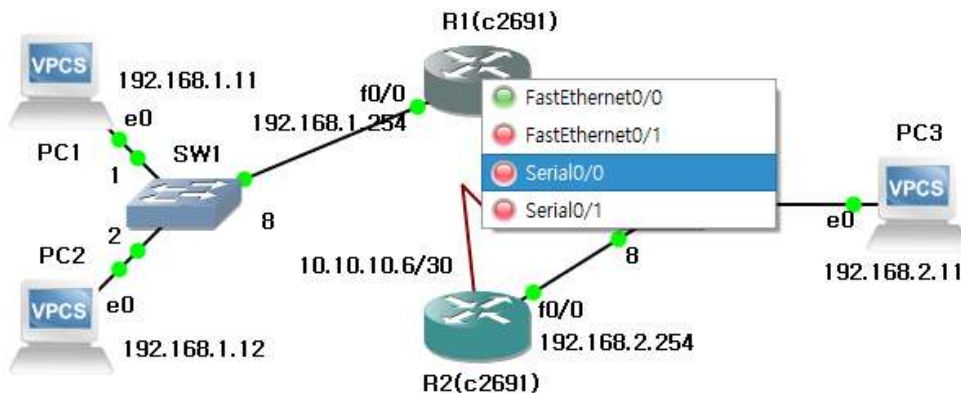
#### ■ Back-To-Back DTE-DCE Cable



라우터의 시리얼 포트끼리 연결하는 DTE-DCE 케이블이며, 라우터 간의 통신에 사용된다.

② 모듈 장착 후, 라우터의 전원을 켜다.

라우터 R1과 R2의 시리얼 포트(Serial0/0)를 통해 라우터끼리 연결 후, 다음의 정보를 참고하여 각 호스트 및 라우터의 네트워크를 설정한다.



\*라우터는 c2691 사용  
\*PC는 VPCS 사용

#### ■ 스위치와 VPCS 연결

VPCS	스위치 포트
PC1	SW1 Port1
PC2	SW1 Port2
PC3	SW2 Port1

#### ■ VPCS 네트워크 설정

VPCS	IP주소	게이트웨이 주소
PC1	192.168.1.11	192.168.1.254
PC2	192.168.1.12	192.168.1.254
PC3	192.168.2.11	192.168.2.254

#### ■ 라우터 시리얼 포트 설정

라우터	포트	IP주소
R1	Serial0/0	10.10.10.5/30
R2	Serial0/0	10.10.10.5/30

#### ■ 라우터 이더넷 포트 설정

라우터	포트	IP주소	연결 스위치 포트
R1	FastEthernet0/0	192.168.1.254/24	SW1 Port8
R2	FastEthernet0/0	192.168.2.254/24	SW2 Port8

② 라우터 R1과 라우터 R2의 Serial 0/0을 위의 정보를 참고하여 설정한다.

#### ■ 라우터 R1의 Serial0/0 인터페이스 설정

```

R1>enable
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#interface serial 0/0
R1(config-if)#ip address 10.10.10.5 255.255.255.252
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#
*Mar 1 01:05:16.351: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial0/0, changed state to up
R1(config-if)#
*Mar 1 01:05:17.355: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial0/0, changed state to up
R1(config-if)#do write
Building configuration...
[OK]
R1(config-if)#
  
```

#### ■ 라우터 R2의 Serial0/0 인터페이스 설정

```

R2>enable
R2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#interface serial 0/0
R2(config-if)#ip address 10.10.10.6 255.255.255.252
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#
*Mar 1 01:08:46.955: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial0/0, changed state to up
R2(config-if)#
*Mar 1 01:08:47.959: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial0/0, changed state to up
R2(config-if)#do write
Building configuration...
[OK]
R2(config-if)#
  
```

※ GNS3는 OSI 물리계층을 시뮬레이션하지 않으므로 DCE/DTE 관련 Clock rate 설정은 생략한다.



③ 라우터 R1과 라우터 R2의 FastEthernet 0/0을 위의 정보를 참고하여 설정한다. 라우터 R1, R2의 FastEthernet 0/0은 각각 192.168.1.0/24와 192.168.2.0/24 네트워크의 게이트웨이 역할을 한다.

■ 라우터 R1의 FastEthernet0/0 인터페이스 설정

```
R1>enable
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#interface fastEthernet 0/0
R1(config-if)#ip address 192.168.1.254 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#
*Mar 1 02:06:05.559: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Mar 1 02:06:06.559: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
R1(config-if)#do write
Building configuration...
[OK]
R1(config-if)#
```

■ 라우터 R2의 FastEthernet0/0 인터페이스 설정

```
R2>enable
R2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#interface fastEthernet 0/0
R2(config-if)#ip address 192.168.2.254 255.255.255.0
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#
*Mar 1 02:26:17.399: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Mar 1 02:26:18.399: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
R2(config-if)#do write
Building configuration...
[OK]
R2(config-if)#
```

④ 라우터 R1, R2에 상대방 네트워크로 패킷을 전달하기 위한 라우팅 설정을 적용한다. 이 예제에서는 정적 라우팅 방법을 사용하였다.

■ 라우터 R1의 정적 라우팅

```
R1>enable
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 10.10.10.6
R1(config)#do write
Building configuration...
[OK]
R1(config)#
```

■ 라우터 R2의 정적 라우팅

```
R2>enable
R2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 10.10.10.5
R2(config)#do write
Building configuration...
[OK]
R2(config)#
```

⑤ 라우터 R1, R2의 라우팅 테이블을 확인한다.

```

R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C      10.10.10.4 is directly connected, Serial0/0
C      192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
S      192.168.2.0/24 [1/0] via 10.10.10.6
R1#

R2#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C      10.10.10.4 is directly connected, Serial0/0
S      192.168.1.0/24 [1/0] via 10.10.10.5
C      192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
R2#
  
```

⑤ PC1에서 PC3 192.168.2.11로 ping을 보내본다.

■ 라우팅 설정 후 PC1에서 PC3 192.168.2.11로의 ping 결과

```

PC1> ping 192.168.2.11
192.168.2.11 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=2 ttl=62 time=23.684 ms
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=3 ttl=62 time=14.986 ms
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=4 ttl=62 time=13.951 ms
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=5 ttl=62 time=31.966 ms
PC1>
  
```

※ 라우팅 설정이 완료된 후에는 상대방 라우터(R2)에 연결된 다른 네트워크와도 패킷을 주고받을 수 있게 되었다.

### 직접 해보기 - 1

1. 라우터 R1, R2에 디폴트 라우팅(Default Routing)을 적용하시오.

#### [TIP] 확장 슬롯?

대부분의 라우터는 성능 확장을 위해 확장 슬롯을 제공한다. 확장 슬롯의 유형은 다양하며 각 유형별로 장착할 수 있는 모듈도 다양하다. 예를 들어 스위치와 연결하기 위해서는 FastEthernet용 모듈을 장착해야 하고, 라우터와 연결하기 위해서는 Serial용 모듈을 장착해야 한다. 시스코 라우터의 경우 모듈명을 NM-1FE-TX처럼 F, E 등의 알파벳으로 표기하며, E는 Ethernet, F는 FastEthernet용 모듈을 의미한다.

WIC-2T의 WIC는 WAN Interface Card의 약자로 라우터간의 연결에 사용하는 시리얼포트이다. 이외에도 다양한 확장 슬롯 및 확장 모듈이 있으므로 구성하는 네트워크의 상황에 맞게 선택하여 사용할 수 있다.

#### ■ 정리하기

- 서로 다른 네트워크를 2개 이상의 라우터를 이용하여 연결할 때에는 각 네트워크 장치의 IP주소 설정만으로 해결할 수 없다.
- 다른 라우터와 패킷을 주고받기 위해서는 라우팅 설정을 해야 한다.



## 10 동적 라우팅

### 1. 동적 라우팅

앞의 예제를 통해 정적 라우팅을 해보았다. 정적 경로 설정은 소규모 네트워크, 상태 변화가 적은 네트워크 등에서 사용하기에 적합하다. 하지만 네트워크의 규모가 커지고, 변화가 자주 발생하는 네트워크에서는 동적 라우팅 프로토콜에 의해 자동으로 네트워크 등록 및 탐색 과정을 수행하고, 이에 따라 라우팅 테이블을 완성하는 동적 라우팅이 효율적이다.

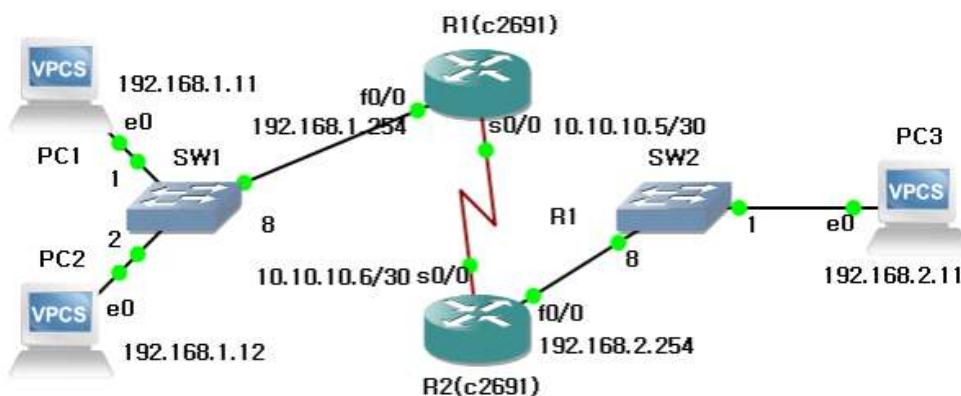
동적 라우팅 프로토콜 중에서 RIP와 EIGRP에 대해서 실습해본다.

### 2. RIP(Routing Information Protocol)

RIP는 경유할 가능성이 있는 라우터를 hop수로 수치화하여, DVA(Distance Vector Algorithm)라는 알고리즘으로 인접 호스트와의 경로를 동적으로 교환한다. 이 정보를 바탕으로 패킷이 목적 네트워크 주소에 도착할 때까지의 최단 경로를 결정한다.

#### 가. 각 라우터의 RIP 설정

① 라우터 R1과 R2의 시리얼 포트(Serial0/0)를 통해 라우터끼리 연결 후, 다음의 정보를 참고하여 각 호스트 및 라우터의 네트워크를 설정한다. 모든 라우터에는 WIC-2T를 장착하며, WIC-2T 장착 방법은[09 - 정적 라우팅, 9쪽]을 참고한다.



\*라우터는 c2691 사용  
\*PC는 VPCS 사용

#### ■ 스위치와 VPCS 연결

VPCS	스위치 포트
PC1	SW1 Port1
PC2	SW1 Port2
PC3	SW2 Port1

#### ■ VPCS 네트워크 설정

VPCS	IP주소	게이트웨이 주소
PC1	192.168.1.11	192.168.1.254
PC2	192.168.1.12	192.168.1.254
PC3	192.168.2.11	192.168.2.254

#### ■ 라우터 시리얼 포트 설정

라우터	포트	IP주소
R1	Serial0/0	10.10.10.5/30
R2	Serial0/0	10.10.10.6/30

#### ■ 라우터 이더넷 포트 설정

라우터	포트	IP주소	연결 스위치 포트
R1	FastEthernet0/0	192.168.1.254/24	SW1 Port8
R2	FastEthernet0/0	192.168.2.254/24	SW2 Port8

② 라우터 R1과 라우터 R2의 Serial 0/0을 위의 정보를 참고하여 설정한다. [09 - 정적 라우팅, 10쪽]과 동일하므로 생략한다.

③ 라우터 R1과 라우터 R2의 Fastethernet 0/0을 위의 정보를 참고하여 설정한다. 라우터 R1, R2의 Fastethernet 0/0은 각각 192.168.1.0/24와 192.168.2.0/24 네트워크의 게이트웨이 역할을 한다. [09 - 정적 라우팅, 11쪽]과 동일하므로 생략한다.

#### 나. 각 라우터의 RIP 설정

RIP는 각 라우터가 광고하고자 하는 네트워크를 지정하면 된다. 아래와 같이 각 라우터가 광고할 네트워크를 설정한다.

##### ■ R1의 RIP 설정

라우터 R1에 직접 연결된 네트워크 10.10.10.4, 192.168.1.0을 광고하도록 설정한다.

```

R1
R1(config)#router rip
R1(config-router)#version 2
R1(config-router)#no auto-summary
R1(config-router)#network 10.10.10.4
R1(config-router)#network 192.168.1.0
R1(config-router)#do wr
Building configuration...
[OK]
R1(config-router)#
    
```

### ■ R2의 RIP 설정

라우터 R2에 직접 연결된 네트워크 10.10.10.4, 192.168.2.0을 광고하도록 설정한다.

```

R2
R2(config)#router rip
R2(config-router)#version 2
R2(config-router)#no auto-summary
R2(config-router)#network 10.10.10.4
R2(config-router)#network 192.168.2.0
R2(config-router)#do wr
Building configuration...
[OK]
R2(config-router)#

```

### 다. 각 라우터의 라우팅 테이블 확인

RIP는 일정 시간 간격으로 각 라우터가 자신의 라우팅 테이블을 광고한다. 다른 라우터로부터 라우팅 테이블을 받은 라우터는 자신의 라우팅 테이블을 갱신한다. 이 과정을 반복하여 각 라우터는 라우팅 정보를 최신으로 유지한다.

따라서 라우터 R1, R2, R3가 일정 시간 이후에는 서로의 라우팅 테이블을 교환하여 동일한 라우팅 테이블을 유지하는 것을 확인할 수 있다.

### ■ R1, R2의 라우팅 테이블 확인

```

R2#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C       10.10.10.4 is directly connected, Serial0/0
o R     192.168.1.0/24 [120/1] via 10.10.10.5, 00:00:23, Serial0/0
C       192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C       10.10.10.4 is directly connected, Serial0/0
C       192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
R       192.168.2.0/24 [120/1] via 10.10.10.6, 00:00:08, Serial0/0

```

### ■ 주기적으로 멀티캐스트되는 RIP 패킷

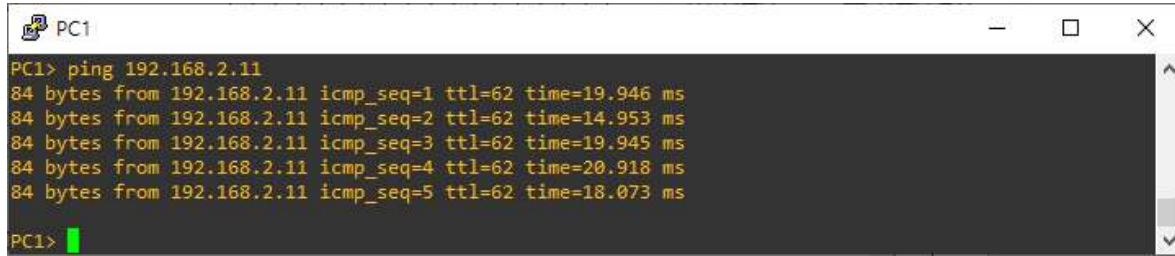
The image shows a Wireshark packet capture of RIPv2 traffic. The top pane displays a list of packets, with the first three being RIPv2 responses from 192.168.1.254 to 224.0.0.9. The bottom pane shows the details of a selected RIPv2 packet, indicating it is a response (Command: Response (2)) and contains information about the network 10.10.10.4/24.

No.	Source	Destination	Protocol	Length	Info
46	192.168.1.254	224.0.0.9	RIPv2	86	Response
50	192.168.1.254	224.0.0.9	RIPv2	86	Response
54	192.168.1.254	224.0.0.9	RIPv2	86	Response

**Routing Information Protocol**  
 Command: Response (2)  
 Version: RIPv2 (2)  
 IP Address: 10.10.10.4, Metric: 1  
 Address Family: IP (2)  
 Route Tag: 0  
 IP Address: 10.10.10.4  
 Netmask: 255.255.255.252

## 라. VPCS에서 연결 상태 확인

- PC1에서 PC3 192.168.2.11로 연결 확인



```
PC1> ping 192.168.2.11
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=1 ttl=62 time=19.946 ms
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=2 ttl=62 time=14.953 ms
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=3 ttl=62 time=19.945 ms
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=4 ttl=62 time=20.918 ms
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=5 ttl=62 time=18.073 ms

PC1>
```

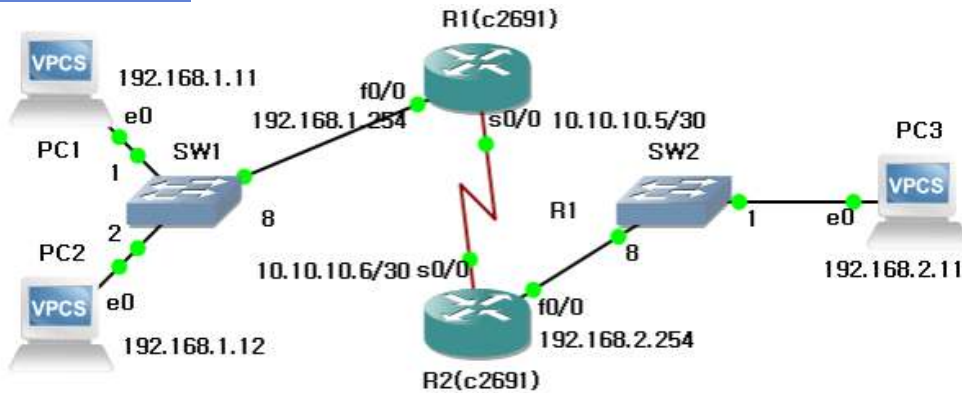
- PC1에서 PC3까지의 경로 추적



```
PC1> trace 192.168.2.11 -P 1
trace to 192.168.2.11, 8 hops max (ICMP), press Ctrl+C to stop
 1  192.168.1.254    10.937 ms  9.973 ms  8.326 ms
 2  10.10.10.6      10.313 ms  8.947 ms  8.795 ms
 3  192.168.2.11    19.793 ms  19.954 ms  18.944 ms

PC1>
```

과제 - 2 EIGRP 설정하기



라우터 R1, R2에 EIGRP를 설정하  
시오.

\* AS 번호는 100으로 설정

PC1의 콘솔 화면 캡처  
\* PC3 192.168.2.11로의  
ping 결과를 캡처하시오.

```
PC1
PC1> ping 192.168.2.11
192.168.2.11 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=2 ttl=62 time=15.703 ms
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=3 ttl=62 time=18.747 ms
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=4 ttl=62 time=15.588 ms
84 bytes from 192.168.2.11 icmp_seq=5 ttl=62 time=12.302 ms
PC1>
```

라우터 R1의 설정 화면

```
R1
R1(config)#router eigrp 100
R1(config-router)#no auto-summary
R1(config-router)#network 10.10.10.4 0.0.0.3
R1(config-router)#network 192.168.1.0
R1(config-router)#do wr
Building configuration...
[OK]
R1(config-router)#end
R1#
*Mar 1 00:02:11.391: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#
*Mar 1 00:02:39.823: %DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP(0) 100: Neighbor 10.10.10.6 (Serial0/0) is up: new adjacency
R1#
```

라우터 R2의 설정 화면

```
R2
R2(config)#no router rip
R2(config)#router eigrp 100
R2(config-router)#no auto-summary
R2(config-router)#network 10.10.10.4 0.0.0.3
R2(config-router)#net
*Mar 1 00:02:37.823: %DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP(0) 100: Neighbor 10.10.10.5 (Serial0/0) is up: new adjacency
R2(config-router)#network 192.168.2.0
R2(config-router)#do write
Building configuration...
[OK]
R2(config-router)#end
R2#
*Mar 1 00:02:55.571: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R2#
```

[TIP] EIGRP(Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)

시스코 IGRP 기반의 개방형 라우팅 프로토콜이다. IP, IPX, Apple talk 등 다양한 Routed Protocol을 지원하며, Auto Summary, Manual Summary를 지원한다. 경로 학습에 비교적 리소스 발생이 적고, 네트워크 변화시 즉시 반응하는 수렴시간이 빠르고, 부하 분산을 지원하는 장점을 가진 거리 벡터 라우팅 프로토콜이다.