

## 제 6 장 IP 패킷의 전달과 포워딩

### 6.1 전달 (Delivery)

### 6.2 포워딩 (Forwarding)

### 6.3 라우터의 구조

TCP/IP

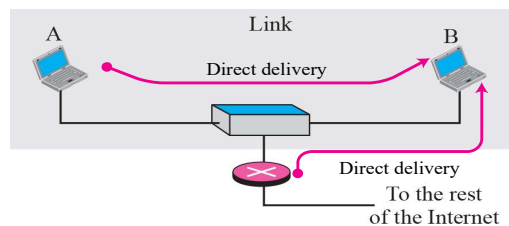
6-1

## 6.1 전달 (Delivery)

### ■ 직접 전달 vs. 간접 전달

1. \_\_\_\_\_

- 패킷의 최종 목적지가 전달자 (Deliverer)와 같은 네트워크에 위치
- 직접 전달 여부 판별은 어떻게?
- ARP: 목적지 IP 주소 ⇔ 목적지 MAC 주소



TCP/IP

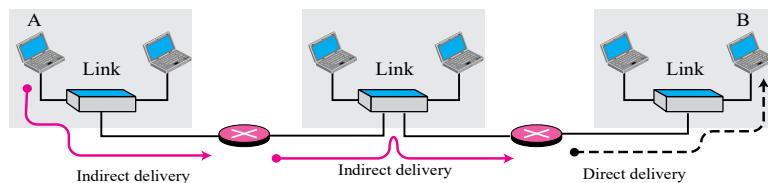
6-2

## 6.1 전달 (계속)

### ■ 직접 전달 vs. 간접 전달

2. \_\_\_\_\_

- 목적지 호스트가 전달자 (Deliverer)와 다른 네트워크에 위치
- 라우터 (Router)를 경유
- ARP: 다음 라우터의 IP 주소  $\leftrightarrow$  다음 라우터의 MAC 주소



TCP/IP

6-3

## 6.2 포워딩 (Forwarding)

### ■ \_\_\_\_\_ 기반 포워딩

- ➔ IP가 비연결형 프로토콜로 사용되는 경우 (전통적 방법)
- ➔ 목적지 주소  $\rightarrow$  라우팅 테이블 검색
- ➔ 포워딩 기술
  - 다음 홉 방법 (Next-hop method)
  - 네트워크 지정 방법 (Network-specific method)
  - 호스트 지정 방법 (Host-specific method)
  - 디폴트 방법 (Default method)

### ■ \_\_\_\_\_ 기반 포워딩

- ➔ IP가 연결형 프로토콜로 사용되는 경우
- ➔ 레이블 (Label)  $\rightarrow$  스위칭 테이블에 접근 (Accessing)
- ➔ \_\_\_\_\_ (Multi-Protocol Label Switching)

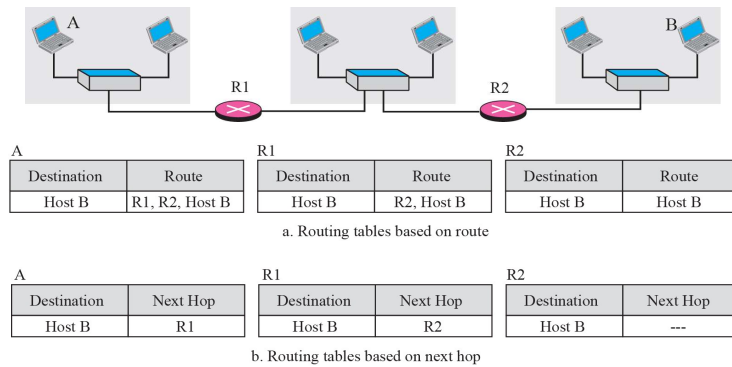
TCP/IP

6-4

## 6.2 포워딩 (계속)

### ■ 다음 홉 ( ) 방법

- ➔ 라우팅 테이블의 크기를 작게 만드는 기술 중 하나
- ➔ 전체 경로 정보 대신 다음 홉 주소만 저장



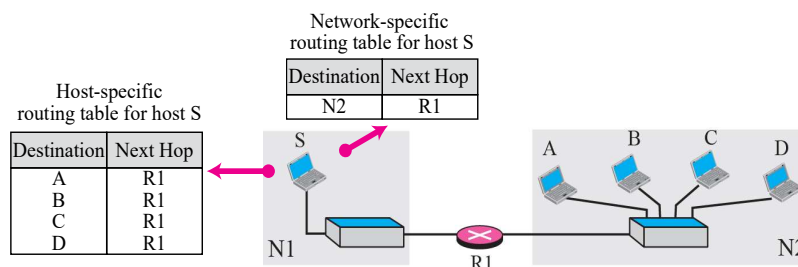
TCP/IP

6-5

## 6.2 포워딩 (계속)

### ■ 네트워크 지정 ( ) 방법

- ➔ 라우팅 테이블 크기 작게, 검색 과정 간단하게
- ➔ 같은 네트워크에 연결된 모든 호스트 별 엔트리 대신 네트워크 주소지정



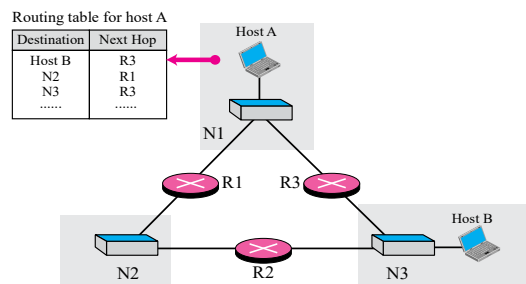
TCP/IP

6-6

## 6.2 포워딩 (계속)

### ■ 호스트 지정 ( ) 방법

- ➔ 라우팅 테이블에 목적지 호스트의 주소 저장
  - ◆ 네트워크 지정 방법과 반대 : 라우팅 테이블 사이즈 증가
- ➔ 관리자가 라우팅 테이블을 제어하고자 할 때 사용
- ➔ 경로 점검이나 보안성 제공을 위해 사용하기도 함



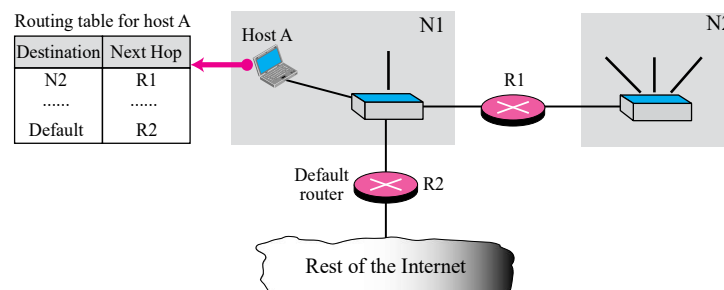
TCP/IP

6-7

## 6.2 포워딩 (계속)

### ■ 디폴트 ( ) 방법

- ➔ 라우팅 테이블을 간단하게
- ➔ 인터넷상의 모든 네트워크 나열대신 디폴트 엔트리만 지정



TCP/IP

6-8

## 6.2 포워딩 (계속)

### ■ 클래스 기반 주소체계에서의 포워딩

- ➡ 서브네팡팅이 없는 경우
- ➡ 서브네팡팅이 있는 경우

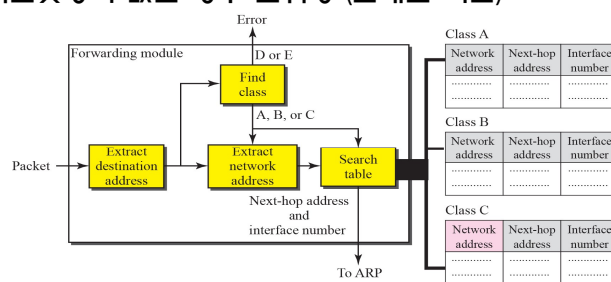
### ■ 클래스 없는 주소체계에서의 포워딩

TCP/IP

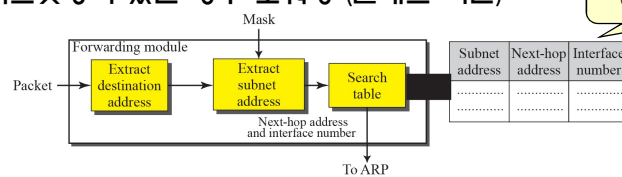
6-9

## 6.2 포워딩 (계속)

### ■ 서브네팡팅이 없는 경우 포워딩 (클래스 기반)



### ■ 서브네팡팅이 있는 경우 포워딩 (클래스 기반)



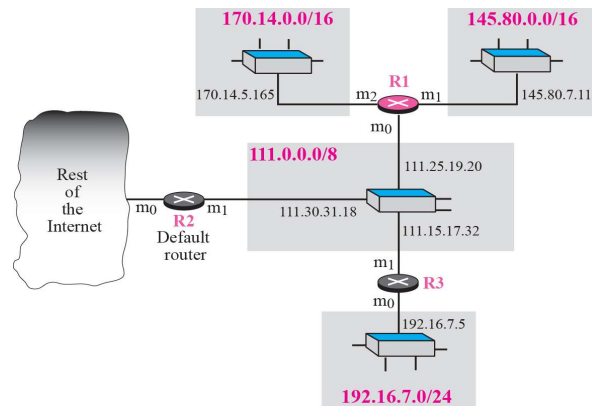
가변길이 서브네팡팅일 경우  
여러 개의 Table 필요

TCP/IP

6-10

## 6.2 포워딩 (계속)

- 예제 6.1 : 라우터 R1의 라우팅 테이블을 보여라.  
(클래스 기반, Without subnetting)



TCP/IP

6-11

## 6.2 포워딩 (계속)

↪ 정답

Class A

Network address	Next-hop address	Interface
111.0.0.0	-----	m0

Class B

Network address	Next-hop address	Interface
145.80.0.0	-----	m1
170.14.0.0	-----	m2

Class C

Network address	Next-hop address	Interface
192.16.7.0	111.15.17.32	m0

Default: 111.30.31.18, m0

- 예제 6.2 : 목적지 주소가 192.16.7.14 인 패킷의 포워딩  
■ 예제 6.3 : 목적지 주소가 167.24.160.5 인 패킷의 포워딩

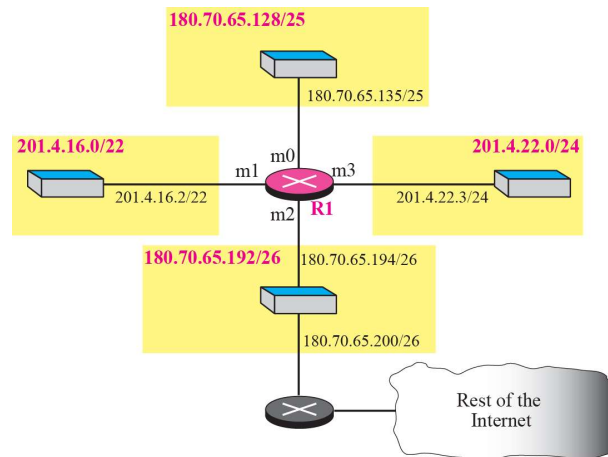
TCP/IP

6-12



## 6.2 포워딩 (계속)

■ 예제 6.7 : 라우터 R1의 라우팅 테이블을 보려면



TCP/IP

6-15

## 6.2 포워딩 (계속)

➡ 정답

Mask	Network Address	Next Hop	Interface
/26	180.70.65.192	-	m2
/25	180.70.65.128	-	m0
/24	201.4.22.0	-	m3
/22	201.4.16.0	....	m1
Default	Default	180.70.65.200	m2

- 예제 6.8 : 목적지 주소가 180.70.65.140 인 패킷의 포워딩
- 예제 6.9 : 목적지 주소가 201.4.22.35 인 패킷의 포워딩
- 예제 6.10 : 목적지 주소가 18.24.32.78 인 패킷의 포워딩

TCP/IP

6-16



## 6.2 포워딩 (계속)

■ 예제 6.11 : 라우팅 테이블을 보고, 토폴로지 그리기

**Table 6.2** Routing table for Example 6.11

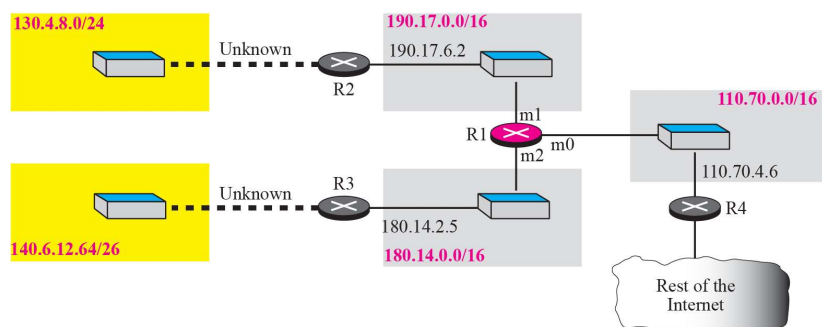
Mask	Network Address	Next-Hop Address	Interface Number
/26	140.6.12.64	180.14.2.5	m2
/24	130.4.8.0	190.17.6.2	m1
/16	110.70.0.0	-----	m0
/16	180.14.0.0	-----	m2
/16	190.17.0.0	-----	m1
Default	Default	110.70.4.6	m0

TCP/IP

6-17

## 6.2 포워딩 (계속)

⇒ 정답



TCP/IP

6-18

## 6.2 포워딩 (계속)

### ■ 라우팅 테이블 사이즈

⇒ 클래스 기반 주소체계 vs. 클래스가 없는 주소체계

### ■ 클래스가 없는 주소체계에서 라우팅 테이블 사이즈를 줄이기 위한 방법

- ⇒ 주소 집단화 ( )
- ⇒ 가장 긴 마스크 부합 ( )
- ⇒ 계층적 라우팅 (Hierarchical Routing)
- ⇒ 지리적 라우팅 (Geographical Routing)

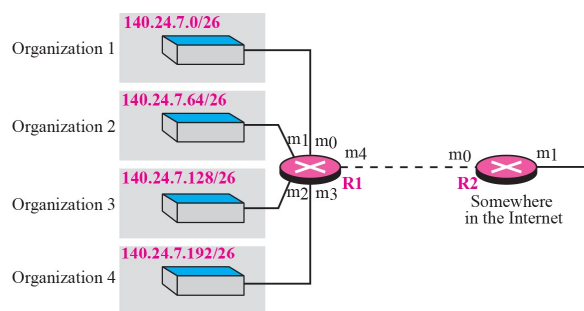
### ■ 라우팅 테이블 탐색 알고리즘

TCP/IP

6-19

## 6.2 포워딩 (계속)

### ■ 주소 집단화 (Address aggregation)



Mask	Network address	Next-hop address	Interface
/26	140.24.7.0	-----	m0
/26	140.24.7.64	-----	m1
/26	140.24.7.128	-----	m2
/26	140.24.7.192	-----	m3
/0	0.0.0.0	default router	m4

Routing table for R1

Mask	Network address	Next-hop address	Interface
/24	140.24.7.0	-----	m0
/0	0.0.0.0	default router	m1

Routing table for R2

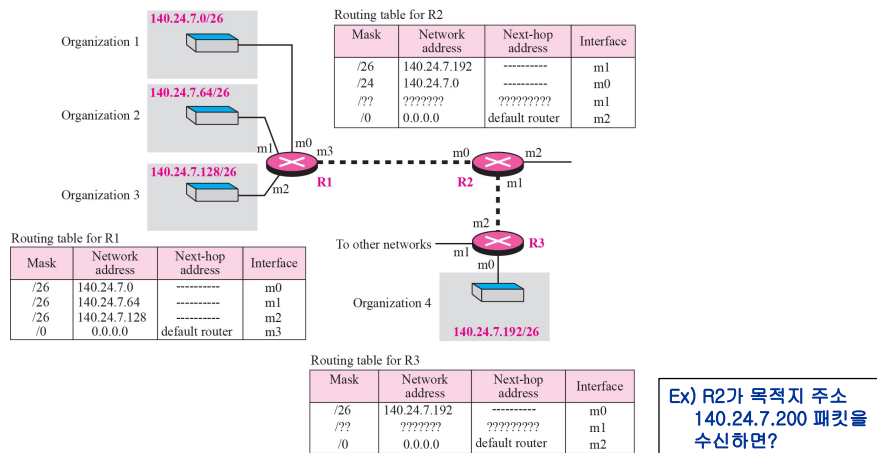
TCP/IP

6-20

## 6.2 포워딩 (계속)

### ■ 가장 긴 마스크 부합 (Longest mask matching)

☞ 가장 긴 Mask를 가지는 엔트리부터 정렬

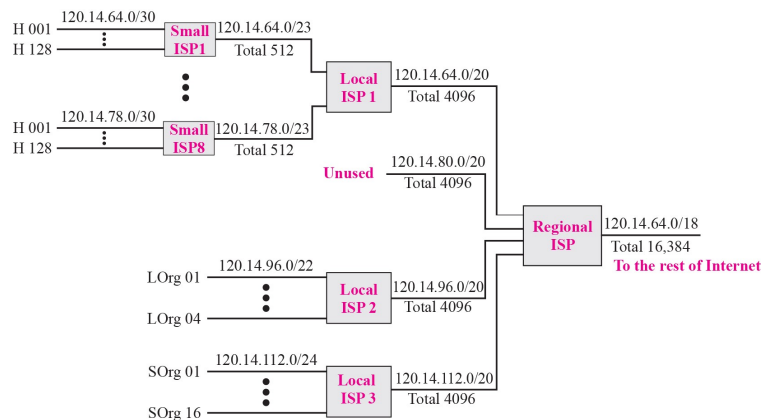


TCP/IP

6-21

## 6.2 포워딩 (계속)

### ■ 계층적 라우팅 (Hierarchical routing with ISPs)



### ■ 지리적 라우팅 (Geographical Routing)

☞ 대륙별로 큰 블록 할당 ※ 계층적 라우팅 개념의 확장

TCP/IP

6-22

## 6.2 포워딩 (계속)

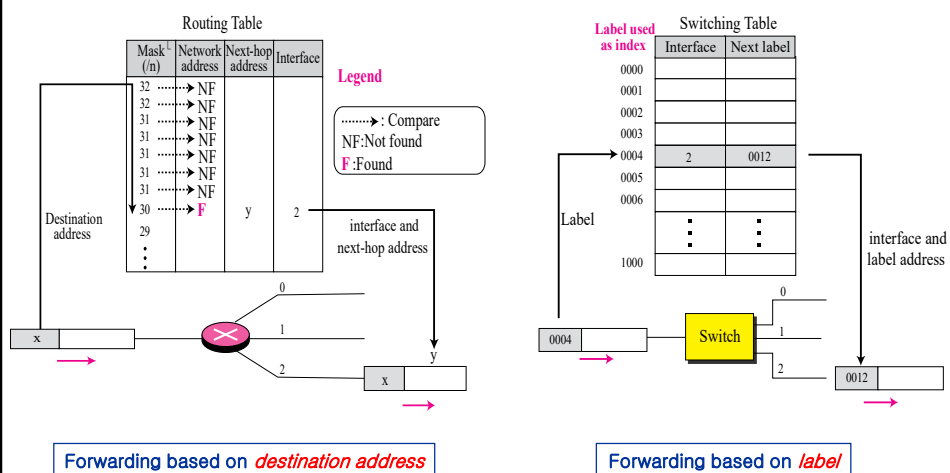
### ■ 레이블 (Label) 기반 포워딩

- ➡ Routing을 \_\_\_\_\_으로 대체하여 IP를 연결 지향 프로토콜 처럼 동작
- ➡ \_\_\_\_\_ : 스위칭 테이블의 인덱스(index)
- ➡ 패킷 헤더에 Label 부착 → 스위칭 테이블에 바로 접근
  - ◆ 탐색 과정이 필요 없으므로 신속한 포워딩 가능
- ➡ MPLS (Multi-Protocol Label Switching)

TCP/IP

6-23

## 6.2 포워딩 (계속)



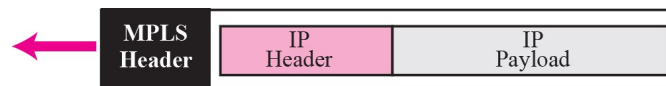
TCP/IP

6-24

## 6.2 포워딩 (계속)

### ■ MPLS (Multi-Protocol Label Switching)

- ➡ 1980년대 교환기술을 구현한 MPLS 라우터 개발 → IETF 표준
- ➡ 라우터로 동작할 때는 목적지 주소 기반, 스위치로 동작할 때는 Label 기반으로 포워딩
- ➡ MPLS 헤더 추가 : IPv4 패킷을 MPLS 패킷으로 캡슐화



TCP/IP

6-25

## 6.2 포워딩 (계속)

### ■ MPLS (Multi-Protocol Label Switching)

- ➡ MPLS 헤더: 레이블 스택 (Label stack)으로 구성



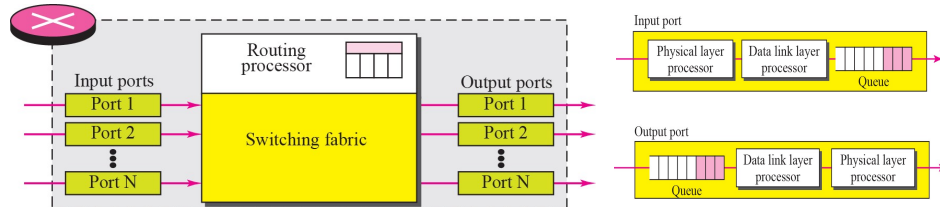
- ◆ 레이블(Label): 20 비트, 라우팅 테이블 인덱스에 사용
  - ◆ Exp: 3 비트, 실행 목적 예약
  - ◆ S: 1 비트, 서브 헤더의 상황 정의 (1: 마지막 서브 헤더)
  - ◆ TTL: 8 비트, IP의 TTL과 유사
- ➡ 계층적 교환 (Hierarchical switching)
    - ◆ 계층적 라우팅과 유사
    - Ex. 상위 레이블은 조직 외부 교환기를 통하여, 하위 레이블은 조직 내부 교환기를 통하여 패킷 포워딩

TCP/IP

6-26

## 6.3 라우터의 구조

### ■ 구성요소



- ➡ 입력포트: L1 및 L2 기능 수행, Decapsulation (프레임 → 패킷)
- ➡ 출력포트: 입력포트 반대, L1 & L2, Encapsulation (패킷 → 프레임)
- ➡ 라우팅 처리기: L3 기능, 목적지 주소를 이용하여 Next hop 주소 및 출력포트 번호 결정
- ➡ 교환조직: 패킷을 입력 큐에서 출력 큐로 이동시킴