



8장 라우팅

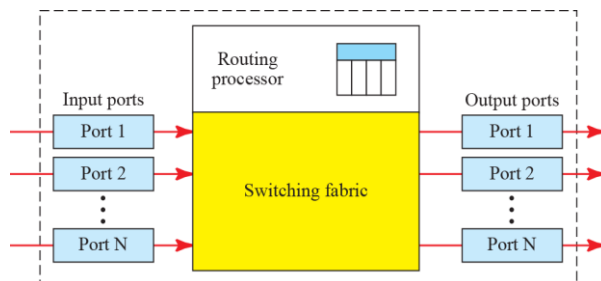
- 8.1 | TCP/IP에서의 라우팅
- 8.2 | 복잡한 네트워크에서의 라우팅
- 8.3 | 내부 라우터 파헤치기
- 8.4 | 외부 라우터: BGP
- 8.5 | 클래스리스 라우팅
- 8.6 | 스택에서 더 높게
- 8.7 | 요약
- 8.10 | 핵심 용어

8.1 TCP/IP에서의 라우팅



» 라우터는 무엇인가

- 라우터(router)는 네트워크와 네트워크를 연결하는 장치로서 논리 주소에 따라 트래픽을 전달하는 가장 기본적인 형태의 장치
- 전통적인 네트워크 라우터는 IP 주소 정보를 사용하는 네트워크 계층에서 작동
- 라우터는 하나의 네트워크에서 다음 네트워크로 데이터를 전달할 때 네트워크 접근 계층 헤더 정보를 대체하기 때문에 라우터는 서로 다른 네트워크 유형을 연결할 수 있음
- 라우터의 일반적 구조



8.1 TCP/IP에서의 라우팅

TCP/IP
교과서

» 라우팅의 기본 개념

- 소스 호스트에서 목적지 호스트로의 패킷 전달은 소스 호스트에 연결된 소스 라우터에서 목적지 호스트가 연결된 목적지 라우터까지 패킷을 전달하는 것을 의미

1. 라우터는 연결된 네트워크 중 하나에서 프레임 수신
2. 라우터는 네트워크 접근 계층 헤더 정보를 버리고 IP 데이터그램을 인터넷 계층으로 전달
3. 라우터는 IP 헤더에서 목적지 주소를 확인
4. 데이터그램이 다른 네트워크로 전달되어야 한다면 라우터는 라우팅 테이블을 참조하여 해당 데이터그램을 어디로 전달할지 결정
5. 라우터가 어떤 어댑터(인터페이스)로 데이터그램을 전달할지 결정하고 나면, 라우터는 전송에 적절한 네트워크 접근 계층 소프트웨어로 보냄

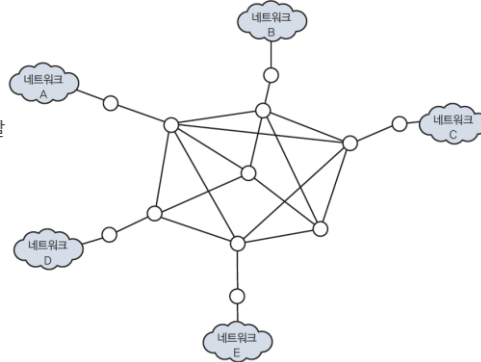


그림 8-2 복잡한 네트워크에서의 라우팅

8.1 TCP/IP에서의 라우팅

TCP/IP
교과서

» 라우팅 유형은 라우팅 테이블 정보를 어디서 가지고 오느냐에 따라 이름이 달라짐

- 정적 라우팅:** 네트워크 관리자가 라우팅 정보를 수동으로 입력
- 동적 라우팅:** 라우팅 프로토콜을 사용해 얻은 라우팅 정보를 바탕으로 라우팅 테이블을 동적으로 생성

» 라우팅 테이블

- 라우팅 테이블은 기본적으로 대상 네트워크 ID를 데이터그램이 대상 네트워크에 도달하는 경로의 중간 지점인 다음 홉의 IP 주소에 매핑
- 라우팅 테이블은 완전한 IP 주소를 저장하지 않고 네트워크 주소로 저장함
- 라우터 포트 인터페이스는 라우터가 데이터를 전송하는 라우터 포트를 의미

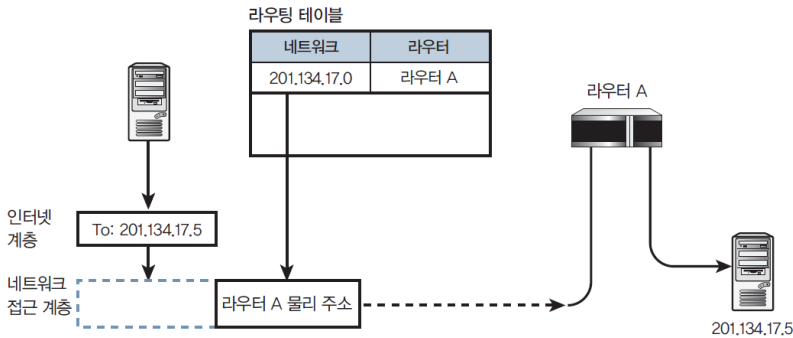
목적지	다음 홉	라우터 포트 인터페이스
129.14.0.0	직접 연결	1
150.27.0.0	131.100.18.6	3
155.111.0.0	직접 연결	2
165.48.0.0	129.14.16.1	1

8.1 TCP/IP에서의 라우팅

TCP/IP
교과서

» IP 포워딩 살펴보기

- 호스트와 라우터는 모두 라우팅 테이블을 가짐
- 호스트의 라우팅 테이블은 일반적으로 라우터의 라우팅 테이블보다 간단함
- 호스트에서의 포워딩 과정

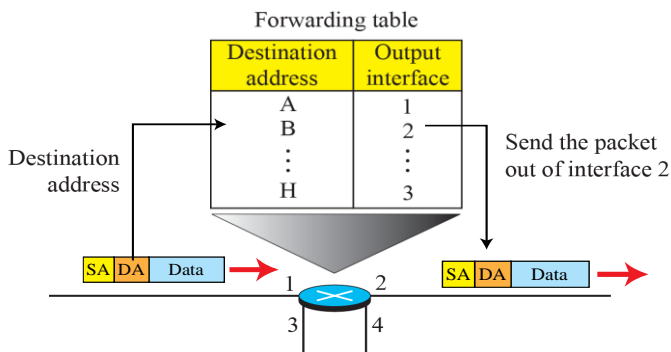


8.1 TCP/IP에서의 라우팅

TCP/IP
교과서

» IP 포워딩 살펴보기

- 호스트와 라우터는 모두 라우팅 테이블을 가짐
- 호스트의 라우팅 테이블은 일반적으로 라우터의 라우팅 테이블보다 간단함
- 라우터에서의 포워딩 과정

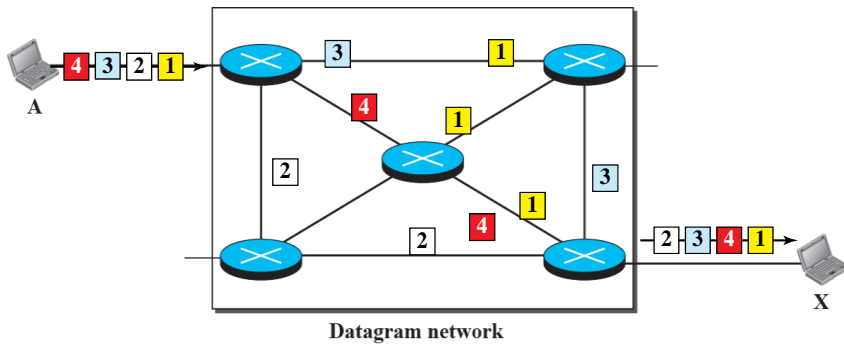


8.1 TCP/IP에서의 라우팅

TCP/IP
교과서



» 라우터에서의 포워딩 과정



8.1 TCP/IP에서의 라우팅

TCP/IP
교과서



» 직접 라우팅 vs 간접 라우팅

그림 8-6 두 세그먼트와 연결된 라우터는 각 세그먼트에 직접 접근한다

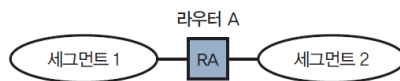
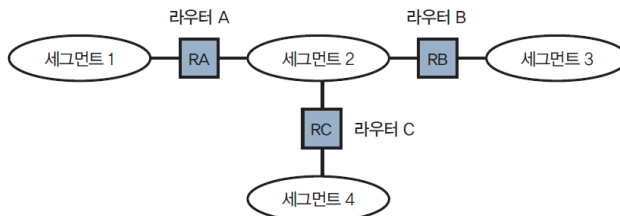


그림 8-7 라우터가 데이터그램을 직접 연결되지 않은 네트워크로 보내려면 간접 라우팅을 해야 한다



8.1 TCP/IP에서의 라우팅

TCP/IP
교과서

» 동적 라우팅 알고리즘

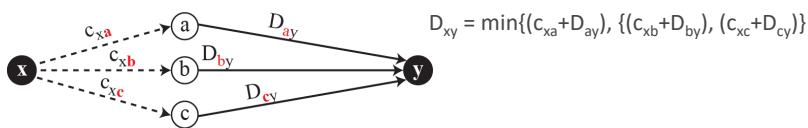
- 라우터는 네트워크에 대한 정보를 교환해서 각 라우터가 특정 세그먼트로 지정된 데이터그램을 보낼 경로를 알려줌
- 라우터는 라우팅 프로토콜을 이용하여 라우팅 테이블을 생성
- 거리 벡터(distance-vector) 라우팅과 링크 상태(link-state) 라우팅 방식
 - ✓ 거리벡터 라우팅 - 인접한 이웃 노드들과의 지속적인 정보교환을 통해 네트워크 내 다른 모든 노드로의 최소 거리(홉 수) 경로를 계산하는 라우팅 방식
 - ✓ 링크상태 라우팅 - 모든 노드가 네트워크 구성과 링크 비용 정보를 가진 상태에서 네트워크 내 다른 노드로의 최소 비용(홉 수, 처리량, 지연시간, 지불 비용 등) 경로를 계산하는 라우팅 방식

8.1 TCP/IP에서의 라우팅

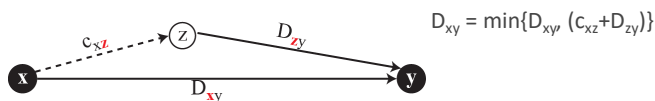
TCP/IP
교과서

» 거리 벡터 라우팅

- Bellman-Ford 방정식에 기반함



a. General case with three intermediate nodes



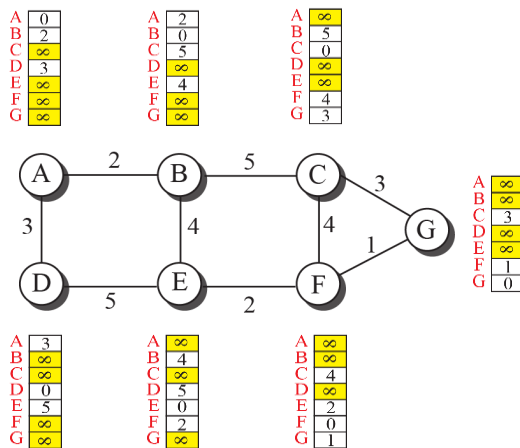
b. Updating a path with a new route

8.1 TCP/IP에서의 라우팅

TCP/IP
교과서

» 거리 벡터 라우팅

- 거리벡터 산출 예



New B	Old B	A
A 2	A 2	A 0
B 0	B 0	B 2
C 5	C 5	C ∞
D 5	D ∞	D 3
E 4	E 4	E ∞
F ∞	F ∞	F ∞
G ∞	G ∞	G ∞

$$B[] = \min(B[], 2 + A[])$$

a. First event: B receives a copy of A's vector.

New B	Old B	E
A 2	A 2	A ∞
B 0	B 0	B 4
C 5	C 5	C ∞
D 5	D 5	D 5
E 4	E 4	E 0
F 6	F ∞	F 2
G ∞	G ∞	G ∞

$$B[] = \min(B[], 4 + E[])$$

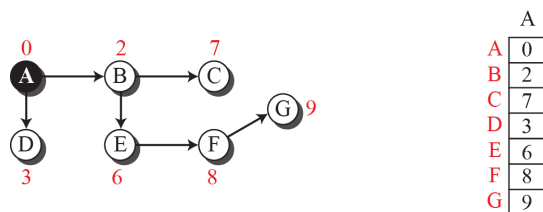
b. Second event: B receives a copy of E's vector.

8.1 TCP/IP에서의 라우팅

TCP/IP
교과서

» 거리 벡터 라우팅

- 트리에 대응되는 거리벡터
- 거리벡터는 목적지 노드까지의 홑 수



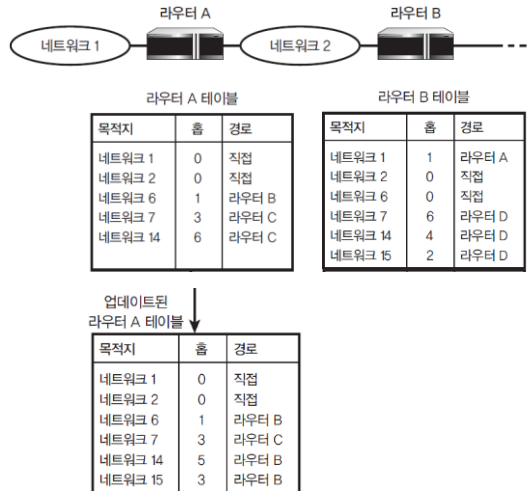
a. Tree for node A

b. Distance vector for node A

8.1 TCP/IP에서의 라우팅

TCP/IP
교과서

» 거리 벡터 라우팅의 예 - 그림 8-8

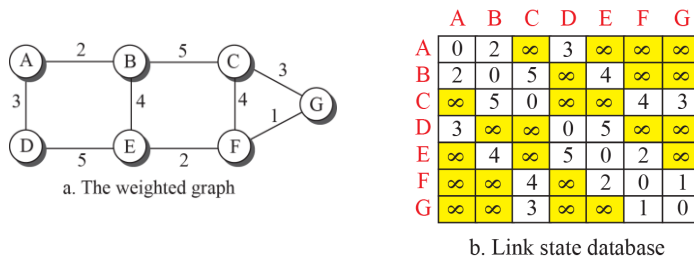


8.1 TCP/IP에서의 라우팅

TCP/IP
교과서

» 링크 상태 라우팅

- 링크상태 라우팅을 사용하여 최소 비용 트리를 작성하기 위해 각 노드는 각 링크의 상태를 알아야 함 → 링크상태 데이터베이스 (LSDB)

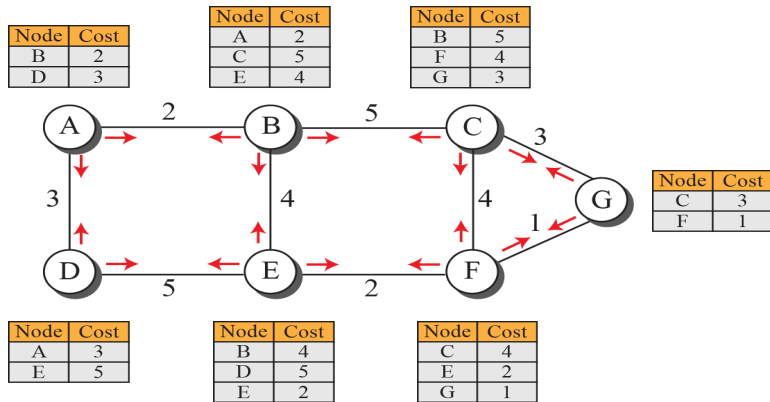


8.1 TCP/IP에서의 라우팅

TCP/IP
교과서

» 링크 상태 라우팅

- 노드는 링크상태패킷 (LSP)을 플러딩하고 수신된 LSP 내 정보를 이용하여 LSDB를 생성

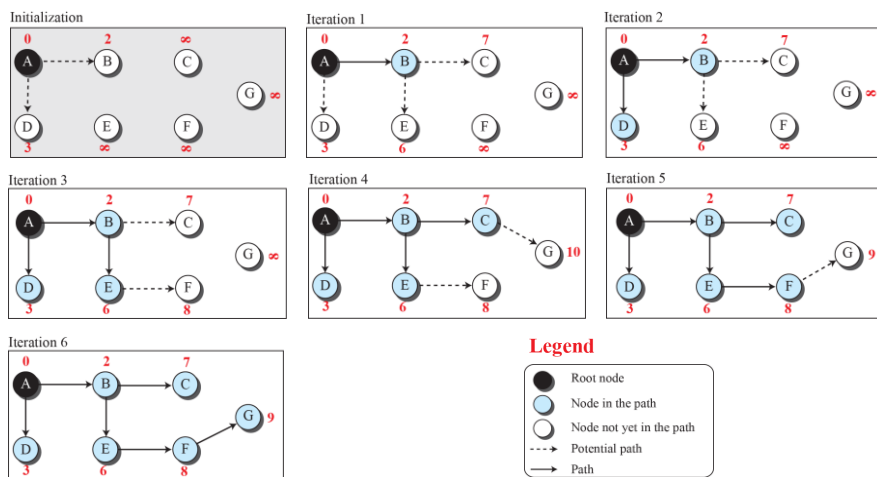


8.1 TCP/IP에서의 라우팅

TCP/IP
교과서

» 링크 상태 라우팅

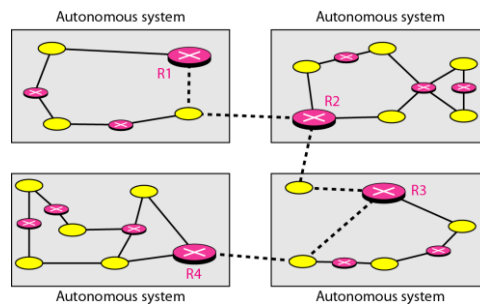
- 최소 경로 트리 생성



8.2 복잡한 네트워크에서의 라우팅

TCP/IP
교과서

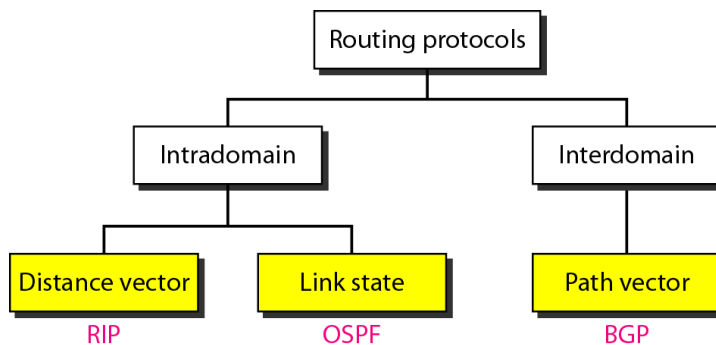
- » 실제로 몇몇 대규모 네트워크는 수백 개의 라우터를 가지고 있으며, 인터넷에는 수백만 개의 라우터가 있음
- » 인터넷 같은 대규모 네트워크에서 모든 라우터가 이전 절에서 설명한 라우팅 방식을 제공하는 데 필요한 모든 정보를 공유하는 것은 불가능
- » 인터넷은 **자율 시스템**이라고 하는 독립적으로 관리된 네트워크로 구성되어 있음
- » 자율 시스템은 기업 네트워크, 혹은 최근에는 더 일반적으로 인터넷 서비스 제공자(ISP)와 관련된 네트워크를 의미
- » 자율 시스템의 소유자는 개별 라우터 구성의 세부 사항을 관리



8.2 복잡한 네트워크에서의 라우팅

TCP/IP
교과서

- » 인터넷 라우팅 프로토콜들
 - Interior Gateway Protocols – RIP(Routing Information Protocol), OSPF(Open Shortest Path First)
 - Exterior Gateway Protocol – BGP(Border Gateway Protocol)

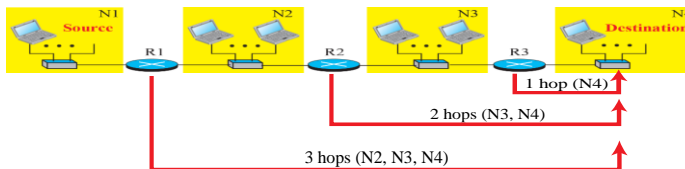


8.3 내부 라우터 파헤치기

TCP/IP
교과서

» RIP

- RIP 라우터는 30초마다 변경 사항을 중계
- 즉시 업데이트를 요청할 수 있음
- 라우터의 개수가 너무 많아지면 라우팅 테이블의 느린 수렴 때문에 문제가 생길 수 있음
- 이러한 이유로 RIP는 첫 라우터부터 목적지까지 라우터 홉의 최대 개수를 15로 제한



Forwarding table for R1			Forwarding table for R2			Forwarding table for R3		
Destination network	Next router	Cost in hops	Destination network	Next router	Cost in hops	Destination network	Next router	Cost in hops
N1	—	1	N1	R1	2	N1	R2	3
N2	—	1	N2	—	1	N2	R2	2
N3	R2	2	N3	—	1	N3	—	1
N4	R2	3	N4	R3	2	N4	—	1

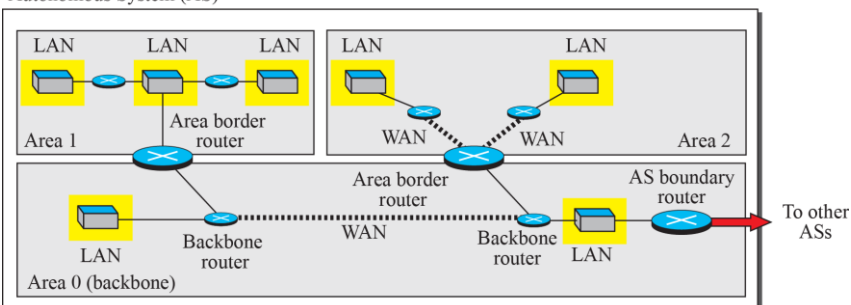
8.3 내부 라우터 파헤치기

TCP/IP
교과서

» OSPF

- OSPF는 RIP와 달리 큰 AS에서 사용될 수 있음
- 그러나 LSP를 플러딩 할 경우 많은 트래픽을 유발하게 되어 지역(area)으로 분할하여 계층적인 구조로 운영

Autonomous System (AS)



8.4 외부 라우터: BGP

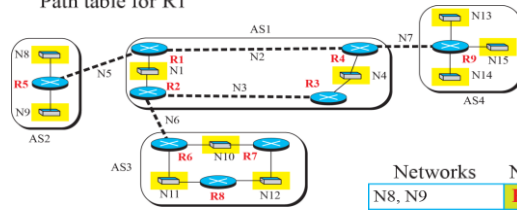
TCP/IP
교과서

» 도메인간 라우팅 프로토콜: BGP(Border Gateway Protocol)

- 오늘날 인터넷에서 사용되는 유일한 도메인간 라우팅 프로토콜

Networks	Next	Path
N8, N9	R5	AS1, AS2
N10, N11, N12	R2	AS1, AS3
N13, N14, N15	R4	AS1, AS4

Path table for R1



Networks	Next	Path
N8, N9	R1	AS1, AS2
N10, N11, N12	R6	AS1, AS3
N13, N14, N15	R1	AS1, AS4

Path table for R2

Networks	Next	Path
N8, N9	R2	AS1, AS2
N10, N11, N12	R2	AS1, AS3
N13, N14, N15	R4	AS1, AS4

Path table for R3

8.5 클래스리스 라우팅

TCP/IP
교과서

» 원래의 라우팅 시스템은 classful addressing을 기반으로 설계되었음

» 클래스리스 인터도메인 라우팅(CIDR)은 주소 할당과 경로 결정에 대한 방식을 제공

- CIDR 시스템은 204.21.128.0/17과 같이 주소/마스크 쌍을 통해 호스트를 지정
- 마스크 번호는 네트워크 ID와 관련된 주소 비트의 수를 의미
- CIDR 시스템은 라우팅 프로토콜이 지원되면 좀 더 효율적인 라우팅을 제공
- OSPF와 BGP4와 같은 최근 프로토콜은 클래스리스 주소 지정을 지원
- 기존 RIP 프로토콜은 CIDR를 지원하지 않지만, RIP II는 지원

8.6 스택에서 더 높게

TCP/IP
교과서

- » 스택의 상위 계층에 접근할 수 있는 라우터는 결정을 내릴 수 있는 추가 정보를 가짐
- » 예를 들어, 전송 계층을 보는 라우터는 소스와 대상 포트의 정보를 기반으로 데이터를 추정할 수 있음(L4 라우터)
- » 응용 계층을 보는 라우터는 데이터를 보낸 애플리케이션의 정보와 해당 애플리케이션에서 사용하는 프로토콜에 대한 더 완전한 정보를 가질 수 있음
- » 상위 계층이 접근하는 라우터는 여러 이점을 가짐
 - 연결 및 소스 애플리케이션에 더 다양한 지식은 보안 수준을 높임
 - 이러한 기술의 또 다른 중요한 이유는 서비스 품질(QoS)이라고 하는 개념에 있음
 - 인터넷 전화 클라이언트로부터의 패킷과 같은 몇몇 데이터 종류는 이메일 메시지 같은 다른 종류의 데이터보다 훨씬 더 시간에 예민함
 - 연결이 설정되면 패킷은 반드시 적절한 시간 프레임에 도착해야 함
 - 응용 계층에서 작동하는 라우터는 서비스 품질 기준을 바탕으로 패킷의 우선순위를 정함

8.7 요약

TCP/IP
교과서

- » 요약
 - 이 장에서는 라우팅에 대해서 자세히 알아봤음
 - 거리 벡터와 링크 상태 라우팅 방식을 살펴봤고 IP 전달, 핵심 라우터, 내부 라우터와 외부 라우터도 알아봤음
 - 마지막에는 RIP와 OSPF 두 가지 일반적인 내부 라우팅 프로토콜과 상위 프로토콜 계층에서의 라우팅 개념을 소개했음

8.10 핵심 용어

TCP/IP
교과서



- **자율 시스템:** 자율 주체가 유지 관리하는 대규모 네트워크에 참여하는 네트워크
- **BGP(경계 게이트웨이 프로토콜):** 자율 시스템 간 트래픽을 라우팅하는 데 사용되는 프로토콜
- **동적 라우팅:** 라우팅 프로토콜을 통해 얻은 정보를 기반으로 라우팅 테이블을 만드는 라우팅 기술
- **간접 라우팅:** 연결되지 않은 두 네트워크 간의 라우팅
- **OSPF(개방 최단 경로 우선):** 일반적인 링크 상태 내부 라우팅 프로토콜
- **RIP(라우팅 정보 프로토콜):** 일반적인 거리 벡터 내부 라우팅 프로토콜
- **라우팅 프로토콜:** 라우터가 경로 정보를 조합하기 위해 사용하는 여러 프로토콜
- **SPT(최단 경로 트리):** OSPF 라우터로 조립되는 네트워크의 트리와 같은 맵
- **정적 라우팅:** 네트워크 관리자가 동적으로 경로 정보를 입력해야 하는 라우팅 기술