

7장. IP 프로토콜의 이해(1)

- 네트워크 계층의 기능

컴퓨터 네트워크

이번 시간의 학습 목표

- 네트워크 계층의 필요성과 역할을 이해한다.
 - 주요기능
 - 라우팅
 - 혼잡제어
 - 패킷 분할과 병합
 - 연결형/비연결형 서비스
 - 정적/동적 라우팅
 - 소스/분산/중앙/계층 라우팅

네트워크 계층의 주요 기능

- 기본 기능
 - 라우팅(Routing)
 - 송수신 호스트 사이의 패킷 전달 경로를 선택
 - 라우팅 과정 중에 수반되는 기능
 - 혼잡제어, 패킷 분할/병합
- 라우팅
 - 라우팅 테이블
 - 네트워크 구성 형태에 관한 정보를 관리
- 혼잡 제어 (Congestion Control)
 - 혼잡(congestion)
 - 네트워크에 패킷 수가 과도하게 증가되는 현상
 - 혼잡의 발생을 예방하거나 제거하는 기능
- 패킷의 분할과 병합
 - 상위 계층에서 내려온 데이터는 하위 계층인 MAC 계층의 프레임 구조에 정의된 형식으로 캡슐화
 - 송신 호스트에서는 전송 전에 적절한 크기로 데이터를 분할(Segmentation)
 - 수신 호스트는 분할되어 수신한 데이터를 다시 병합(Reassemble)

서비스의 종류 (1)

- 연결형, 비연결형 서비스



[그림 7-1] 연결형 · 비연결형 서비스

- 연결형:
 - 데이터 전송 전에 데이터의 전송 경로를 미리 결정
- 비연결형:
 - 데이터의 전송 경로를 사전에 결정하지 않고 패킷 단위로 결정

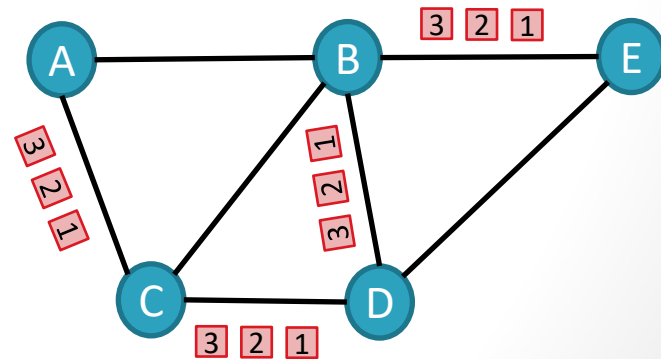
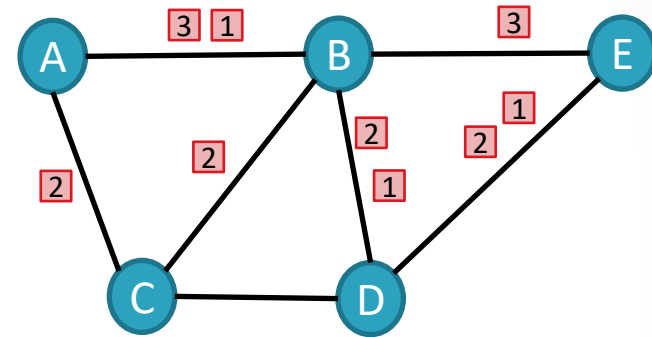
서비스의 종류 (2)

- 비연결형 서비스

- 패킷의 전달 순서
 - 패킷이 서로 다른 경로로 전송되므로 도착 순서가 일정하지 않음
 - 상위 계층에서 순서를 재조정해야 함
- 패킷 분실 가능성
 - 패킷의 100% 도착을 보장하지 않음
 - 상위 계층에서 패킷 분실 오류를 복구해야 함
- 인터넷 환경의 예
 - IP: 네트워크 계층의 기능을 지원하는 비연결형 프로토콜
 - UDP: 전송 계층의 기능을 지원하는 비연결형 프로토콜

- 연결형 서비스

- 상대적으로 신뢰성이 높음
- TCP: 전송 계층의 기능을 지원하는 연결형 프로토콜



라우팅(Routing) (1)

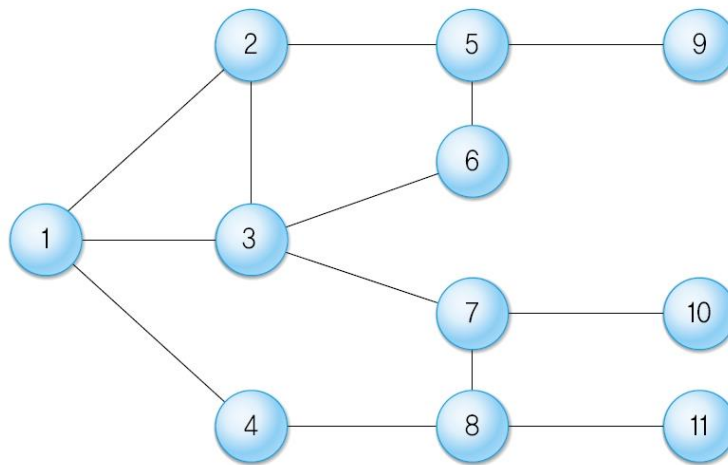
- 패킷의 전송 경로를 지정
- 전송 경로 결정시 고려 사항
 - 공평 원칙: 다른 패킷의 우선 처리를 위해 다른 패킷이 손해를 보면 안됨
 - 효율 원칙: 전체 네트워크의 효율성에 대해 고려해야 함
 - 패킷의 평균지연시간, 중간에 거쳐가는 라우터 수 등
 - 정적/동적 라우팅
 - 정적(Static) 라우팅
 - 패킷 전송이 이루어지기 전에 경로 정보를 라우터가 미리 저장하여 중개
 - 최적의 라우팅 정보를 개별 라우터에 저장하여 관리
 - 단점
 - 경로 정보의 갱신이 어려우므로, 네트워크 변화/네트워크 혼잡도 대처 부족
 - 동적(Dynamic) 라우팅
 - 라우터의 경로 정보를 네트워크 상황에 따라 적절하게 변경
 - 경로정보 변경 주기에 따른 보완 가능
 - 단점
 - 복잡한 작업 추가로 필요
 - 경로 정보의 수집과 관리로 인한 성능 저하

라우팅(Routing) (2)

- HELLO/ECHO 패킷
 - HELLO
 - 주변 라우터에 HELLO 패킷을 보내어 주변 경로 정보를 파악하는 용도
 - ECHO
 - 라우터 사이의 전송 지연 시간을 측정하는 용도
- 임의의 라우터가 획득한 정보를 각 라우터에 통보함으로써 정보 공유
 - 개별 라우터에 도착하는 시간 차이로 인한 정보 불일치 발생 가능성
 - 변화되는 상황에서 일관성 유지가 관건

라우팅 테이블

- 라우터가 패킷의 적절한 경로를 찾기 위한 가장 기본적인 도구
- 필수 정보: 목적지 호스트, 다음 홉
 - 목적지 호스트: 패킷의 최종 목적지가 되는 호스트 주소
 - 다음 홉: 목적지 호스트까지 패킷을 전달하기 위한 인접 경로



(a) 네트워크 연결 구성의 예

[그림 7-2] 라우팅 테이블

목적지	홉
1	-
2	2
3	3
4	4
5	2
6	3
7	3
8	4
9	2
10	3
11	4

(b) 호스트 1의 라우팅 테이블

라우팅 정보의 처리

- 소스(Source) 라우팅
 - 송신 호스트가 패킷의 전달 경로를 결정하는 방식
 - 전송 경로는 전송 패킷 내부에 기록됨
- 분산(Distributed) 라우팅
 - 라우팅 정보를 분산하여 관리하는 방식
 - 호스트의 개수가 많아질수록 효과적
- 중앙(Centralized) 라우팅
 - 특정 호스트(RCC: Routing Control Center)가 모든 라우팅 정보를 관리
 - 송신 호스트는 패킷 전송 전에 RCC에게 경로 정보를 얻어서 소스 라우팅으로 전송
 - 호스트의 개수가 많아질수록 비효율적
- 계층(Hierarchical) 라우팅
 - 분산 라우팅과 중앙 라우팅의 조합
 - 네트워크 규모가 커질수록 매우 효과적임

혼잡제어 (1)

- 흐름제어와 혼잡제어
 - 흐름 제어: 송수신 호스트 사이의 전송 속도 문제
 - 혼잡 제어: 네트워크에서의 전송 능력 문제



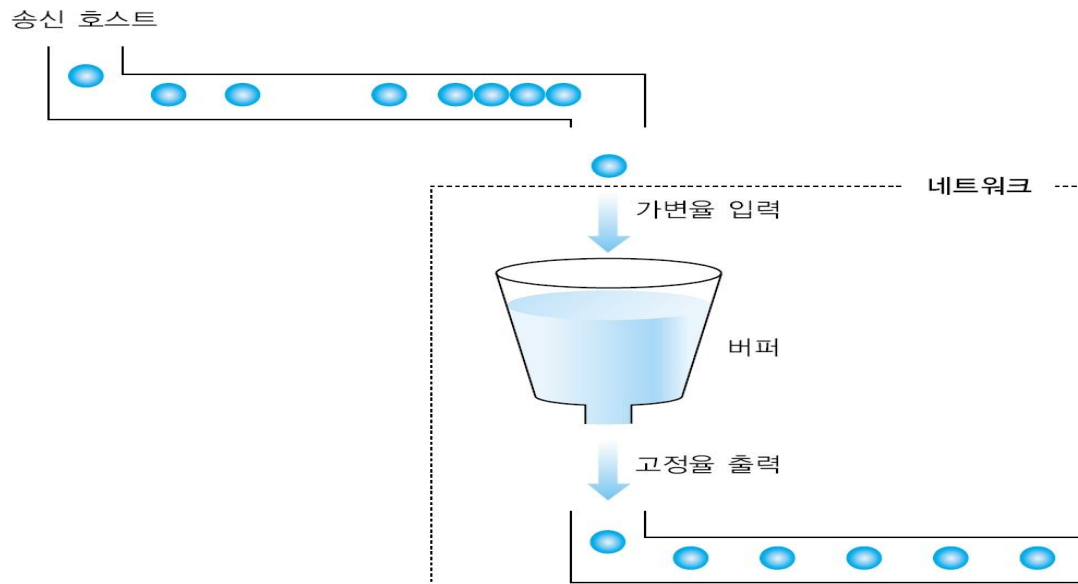
[그림 7-3] 혼잡 제어와 흐름 제어

혼잡제어 (2)

- 혼잡의 원인
 - 타임아웃 기능에 의한 패킷의 재전송으로 혼잡도 증가
 - 초기 혼잡 과정에서 타임아웃 시간이 작으면 혼잡도가 급격히 증가
 - 패킷 도착 순서가 다른 상황에서 패킷을 분실 처리하면 타임아웃 증가 -> go-back-N과 Selective Repeat
 - 의도적으로 피기배킹을 사용하면 응답 시간이 느려져 타임아웃 증가
 - 패킷 생존 시간을 작게 하면 패킷이 강제로 제거되어 타임아웃 증가
- 라우팅 알고리즘
 - 혼잡이 발생하지 않는 경로를 배정하도록 설계
 - 혼잡이 발생하는 경로를 선택하면 혼잡이 주변으로 확대됨

혼잡제어 (3)

- 트레픽 성형
 - 혼잡의 발생은 트레픽이 특정 시간에 집중되는 버스트(burst) 현상이 원인
 - 패킷 발생 정도를 네트워크에서 예측 가능한 정도로 조절하는 기능이 필요
 - 리키 버킷 알고리즘

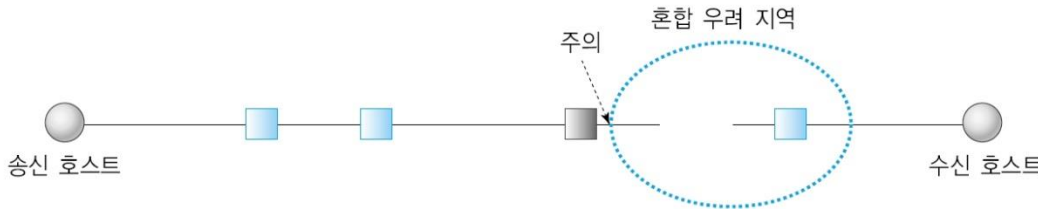


[그림 7-4] 리키 버킷 알고리즘

혼잡제어 (4)

- 혼잡 제거

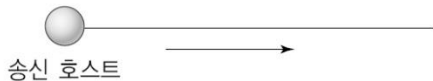
- 특정 지역의 혼잡이 다른 지역으로 확대되지 않도록 하는 것이 중요



1 초크 패킷 수신



2 송신량을 줄임



[그림 7-5] 초크 패킷

- 자원 예약 방식

- 호스트와 서버넷이 미리 네트워크 자원의 사용 정도를 협상하여 사전 예약
- 단점 : 자원 낭비 가능성

- 초크(Choke) 패킷

- ECN(Explicit Congestion Notification) 패킷
- 출력 경로를 사용하는 빈도를 모니터
- 한계치가 넘어가면 송신 호스트에게 주의 표시
- 초크 패킷을 받은 호스트는 송신 패킷 양을 줄임 (초크 패킷이 더 이상 오지 않을 때까지)