

10장. 전송계층

컴퓨터 네트워크

1. UDP

- 이번 시간의 학습 목표
 - 비연결형 서비스를 제공하는 UDP의 헤더와 데이터 전송 방법 이해

UDP의 특징

- 비연결형 서비스를 제공
- 헤더와 전송 데이터에 대한 체크섬 기능을 제공
- Best Effort 전달 방식을 지원
 - 전송한 데이터가 제대로 도착했는지 확인을 하지 않음 -> 신뢰성이 상대적으로 낮음
 - 데이터 처리가 빠르므로 데이터 전송시간에 민감한 환경에서는 유리

UDP 헤더



[그림 10-1] UDP 헤더

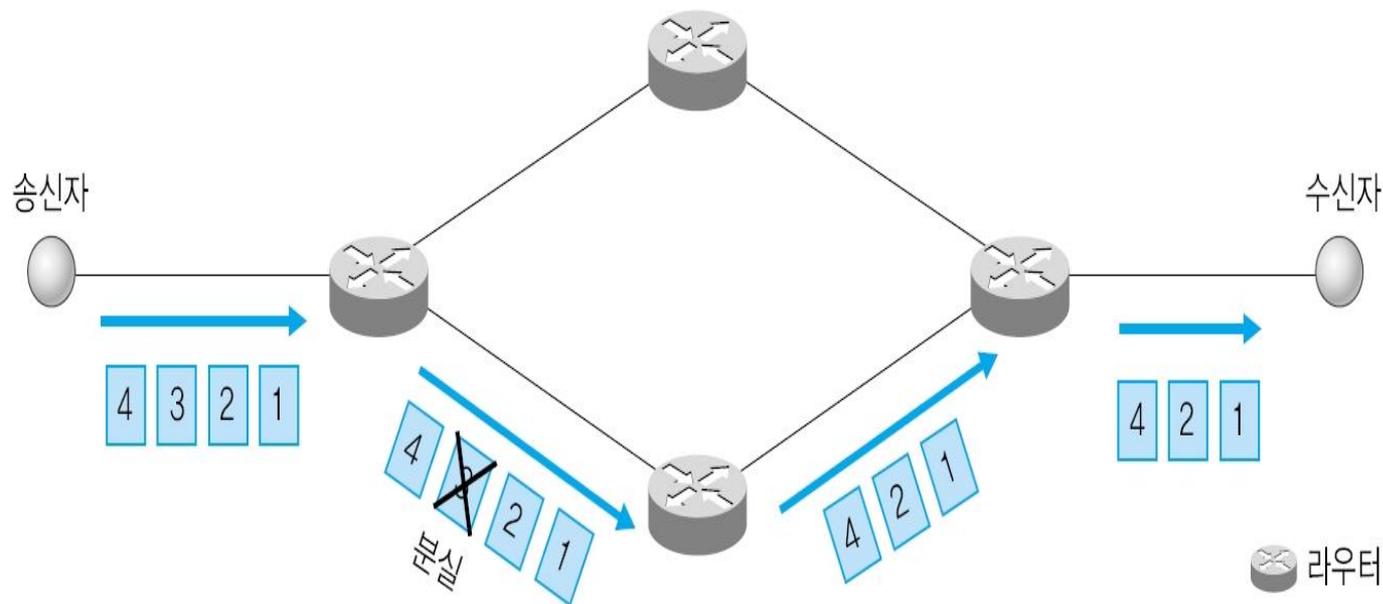
- Source Port / Destination Port
 - 송수신 프로세스에 할당된 네트워크 포트 번호
- Length
 - 헤더를 포함한 UDP 데이터그램의 크기
 - 이론적으로 65,535까지 가능하나, 일반적으로 8,192 바이트를 넘지 않게 사용
- Checksum: 헤더와 데이터에 대한 체크섬
 - IP의 경우 헤더에 대한 체크섬만 수행
 - 옵션이므로 0으로 처리하는 경우도 있음 (체크섬 계산하지 않음)

UDP의 데이터 전송 (1)

- 비연결형 서비스
 - 각 데이터그램이 독립적으로 전송되고, 독립적으로 중개
 - 도착 순서가 바뀌어 도착할 수 있음
 - 흐름제어가 없으므로 버퍼 오버플로우에 의한 데이터 분실 가능성
 - 응용에서 순서번호와 유사한 기능을 구현해야 할 필요성

UDP의 데이터 전송 (2)

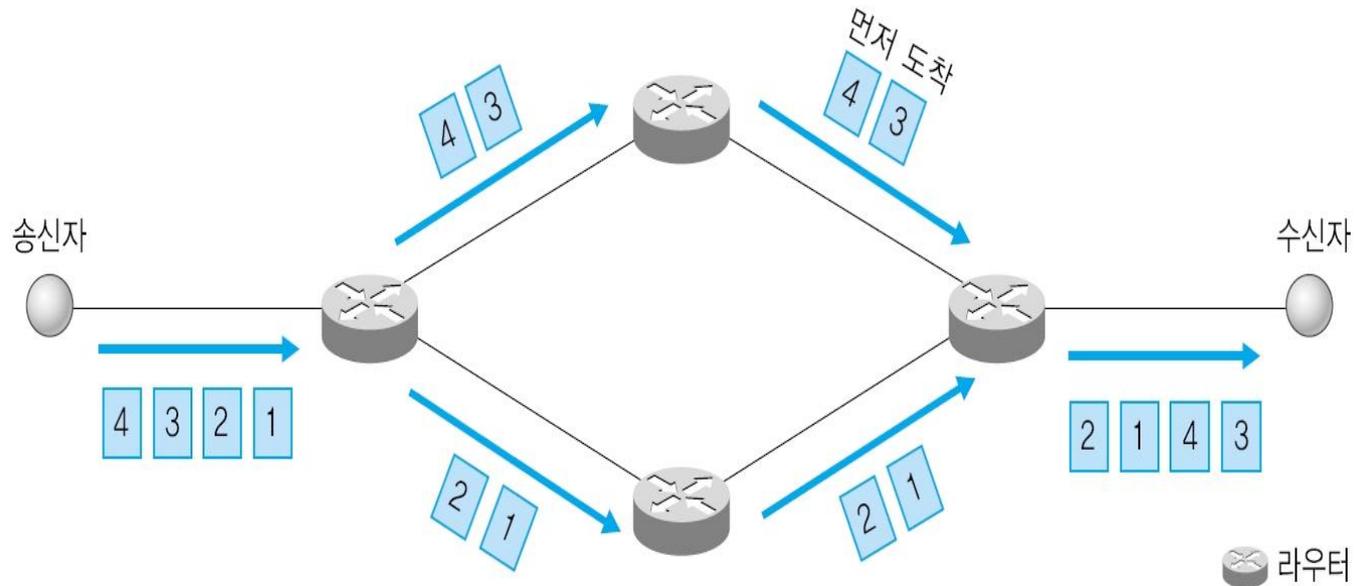
- UDP에서의 데이터그램 분실



[그림 10-2] 데이터그램 분실

UDP의 데이터 전송 (3)

- UDP에서의 데이터그램 도착순서 변경



[그림 10-3] 도착 순서 변경

2. RTP

- 이번 시간의 학습 목표
 - 실시간 데이터 전송 프로토콜 이해
 - RTP의 헤더와 동작 원리 이해

실시간 서비스

- 멀티미디어 서비스 환경의 변화
 - 기존 : 비디오, 오디오 파일 전체를 다운받은 후 서비스
 - 실시간 스트리밍 서비스 등장
 - 데이터 변형/분실 오류를 복구하는 기능이 상대적으로 덜 중요
 - 도착 순서, 패킷의 지연 간격, 데이터 압축 등이 중요
 - TCP
 - 패킷의 순서와 신뢰성이 지나치게 강조
 - 패킷 재전송 기능과 복잡한 흐름제어로 부적합
 - UDP
 - 기능이 단순하여 빠른 전송 가능
 - 순서를 보장하지 못함
 - 가장 현실적인 대안은 UDP에 순서번호 기능을 추가하는 것
 - RTP(Real Time Protocol)

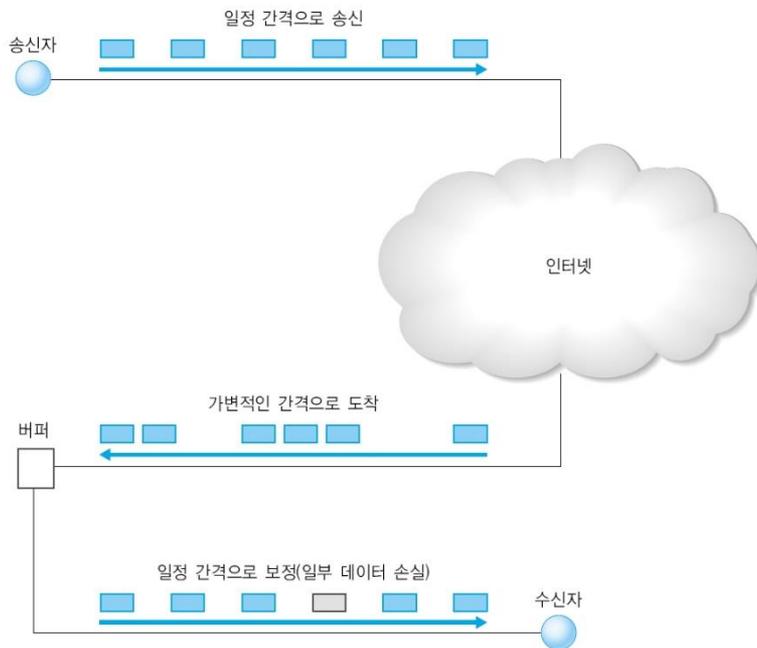
RTP의 특징

- IETF의 오디오, 비디오 트랜스포트 작업반에서 작업
 - RFC 1889 (1996)
 - RFC 3550, 3551 (2003)
 - 관련 RFC : 6184(H.264 Video) , 4103(Text Conversation), 3640(MPEG4 Elementary Streams), 3016(MPEG4 Audio/Video Streams), 2250(MPEG1/MPEG2), 4175(Uncompressed Video), 4695(MIDI), 4696
- 데이터 순서 정렬을 위해 타임스탬프(time stamp) 방식 사용
- 프로토콜 동작이 응용프로그램의 라이브러리 형태로 구현되는 ALF(Application Level Function) 사용으로 응용마다 별도로 버퍼 크기 조절 및 관리 가능
- 실시간 응용 서비스에 유용
 - 자원 예약이나 QoS 보장 기능이 없어서 실시간 동영상 서비스 제공에는 부족

실시간 요구사항

- 일반 데이터 서비스 환경
 - 파일 전송, 전자 메일 등
 - 신뢰성이 중요
 - 성능과 지연 문제는 덜 중요
- 실시간 데이터 서비스 환경
 - 정해진 시간 내에 도착하는지의 여부가 중요
 - 특정 시간 내에 도착하지 못하면 무용지물
 - 신뢰성은 덜 중요

버퍼의 역할

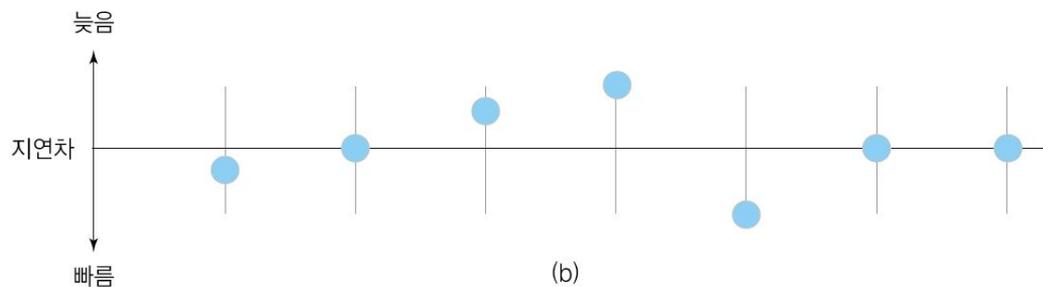
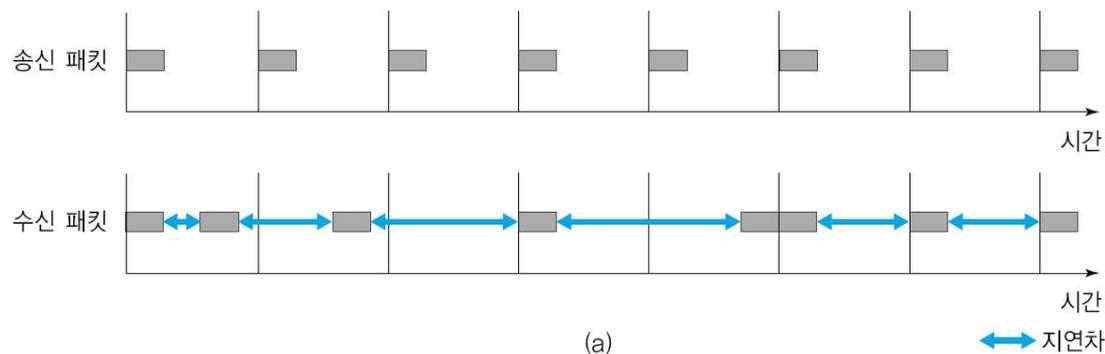


[그림 10-4] 실시간 전송

- 시간 간격이 가변적인 데이터를 즉시 전송하지 않고 지연 버퍼를 사용하여 간격을 일정하게 보정
 - 제한시간을 넘기는 경우 폐기
- 지연(Latency)
 - 송신 프로세스에서 전송한 데이터의 출발시간과 수신 프로세스에 도착한 시간의 차이
 - 대역폭, 네트워크 구조, 라우팅 방식, 전송 프로토콜 종류 등에 영향

지터(Jitter)

- 데이터그램의 도착 지연 시간의 분포
 - 도착시간이 일정하지 않고 불규칙적으로 도착하는 정도

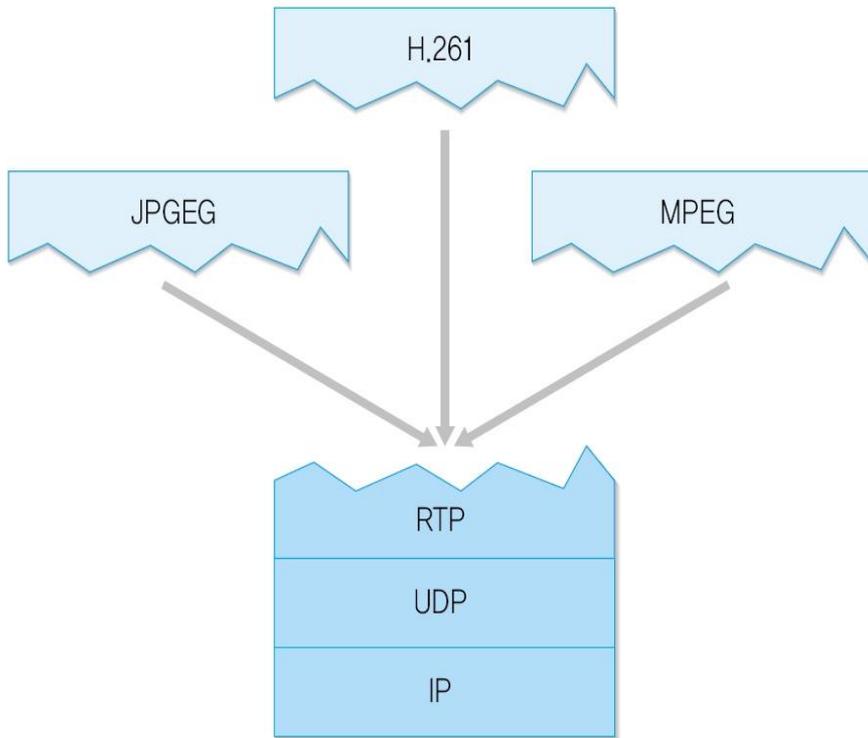


[그림 10-5] 지터 분포

RTP의 데이터 전송 프로토콜

(1)

- RTP의 동작 원리



[그림 10-6] RTP 프로토콜 구조

- 작고 빠른 전송 기능을 지원하는 UDP 프로토콜 위에서 구현
- 데이터그램 분실이나 도착 순서 변경 등의 오류는 RTP에서 해결
- 포트주소 기능을 이용하여 송수신 프로세스간 연결 관리
- 프로그램 하나를 단위로 하지 않고, 일부 기능이 개별적으로 구현됨
 - 응용서비스의 종류에 따라 요구 조건이 다른 기능들이 추가되는 형식
- 다수의 사용자가 하나의 세션을 사용하여 실시간 데이터 전송 가능

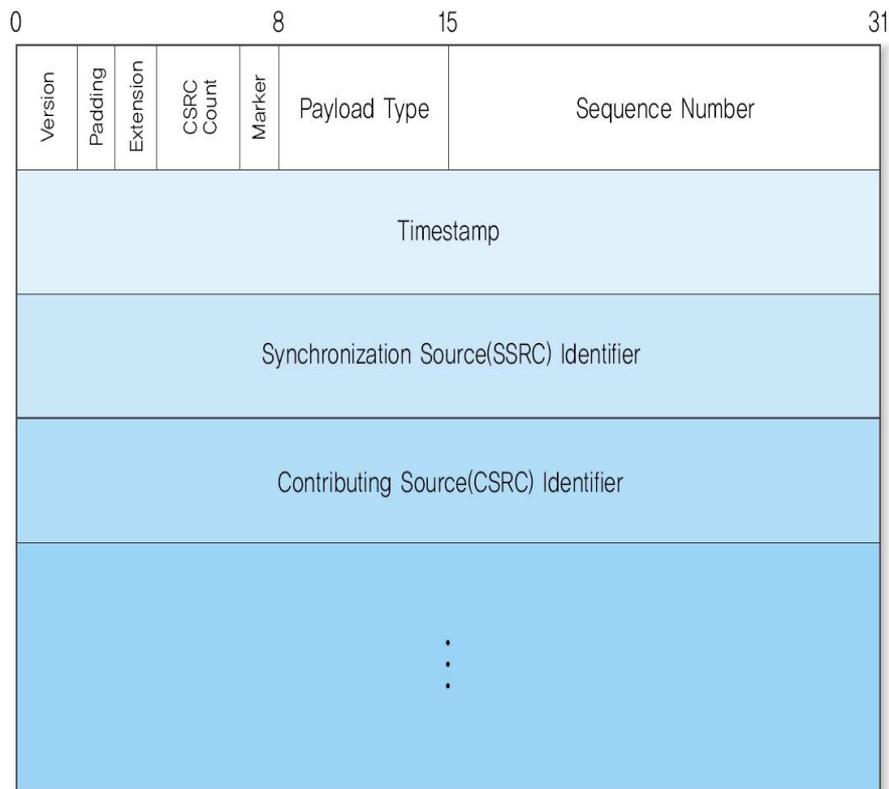
RTP의 데이터 전송 프로토콜

(2)

- 두 종류의 RTP 릴레이(Relay) 지원
 - 릴레이 : 데이터 전송 과정에서 송수신 프로세스가 직접 데이터를 전송할 수 없는 상황에서 데이터를 중개하는 기능
 - 예: 방화벽 사용, 데이터 형식 상이
- 믹서
 - 여러 송신 프로세스의 데이터그램을 적절히 조합하여 새로운 데이터그램 생성
 - 믹싱 과정에서 데이터그램 스트림에 대한 시간 정보 제공
- 트랜스레이터
 - 입력된 각 RTP 데이터그램을 하나 이상의 출력용 데이터그램으로 만들어 줌 (데이터 형식 변화 가능)
 - 예: 고해상도의 비디오 신호를 저해상도로 변환, 멀티캐스트 RTP 데이터그램을 복사하여 다수의 유니캐스트 수신 프로세스에게 전송

RTP 헤더 (1)

- 기본 구조



- 응용 환경과 관련된 가변 크기의 헤더 추가 가능
- 처음 12 바이트는 모든 RTP 패킷에 존재
- CSRC 구분자는 믹서에 의해 추가된 경우 사용
- 음성과 영상 데이터의 동기화에 필요한 시간 정보, 데이터그램 분실이나 도착순서 변경 오류를 검출하는 기능 제공
- 멀티캐스트 전송도 지원
 - 그룹에서 누가 전송했는지 확인을 위해 송신 구분자 필드 존재

[그림 10-7] RTP 고정 헤더

RTP 헤더 (2)

- 주요 필드

- Version(2비트) : 현재 2
- Padding : 패딩 바이트 존재 여부 표시
- Extension : 고정 헤더 뒤에 확장 헤더가 이어지는지 여부
- CSRC Count(4비트) : CSRC 구분자 개수
- Marker(1비트)
 - 임의의 표식을 위해 사용
 - 보통 데이터 스트림의 경계점을 표시
- Payload Type(7비트) : 페이로드 유형 (RFC 3551)
- Sequence Number
 - 분실, 순서 번호 변경 오류 검출
- Timestamp
 - 데이트그램의 생성 시기

PT	encoding name	media type	clock rate (Hz)	channels
0	PCMU	A	8,000	1
1	reserved	A		
2	reserved	A		
3	GSM	A	8,000	1
4	G723	A	8,000	1
5	DV14	A	8,000	1
6	DV14	A	16,000	1
7	LPC	A	8,000	1
8	PCMA	A	8,000	1
9	G722	A	8,000	1
10	L16	A	44,100	2
11	L16	A	44,100	1
12	QCELP	A	8,000	1
13	CN	A	8,000	1
14	MPA	A	90,000	(see text)
15	G728	A	8,000	1
16	DV14	A	11,025	1
17	DV14	A	22,050	1
18	G729	A	8,000	1
19	reserved	A		
20	unassigned	A		
21	unassigned	A		
22	unassigned	A		
23	unassigned	A		
dyn	G726-40	A	8,000	1
dyn	G726-32	A	8,000	1
dyn	G726-24	A	8,000	1
dyn	G726-16	A	8,000	1
dyn	G729D	A	8,000	1
dyn	G729E	A	8,000	1
dyn	GSM-EFR	A	8,000	1
dyn	L8	A	var.	var.
dyn	RED	A		(see text)
dyn	VDV1	A	var.	1

Table 4: Payload types (PT) for audio encodings

PT	encoding name	media type	clock rate (Hz)
24	unassigned	V	
25	Ce1B	V	90,000
26	JPEG	V	90,000
27	unassigned	V	
28	nv	V	90,000
29	unassigned	V	
30	unassigned	V	
31	H261	V	90,000
32	MPV	V	90,000
33	MP2T	AV	90,000
34	H263	V	90,000
35-71	unassigned	?	
72-76	reserved	N/A	N/A
77-95	unassigned	?	
96-127	dynamic	?	
dyn	H263-1998	V	90,000

Table 5: Payload types (PT) for video and combined encodings

RTP 헤더 (3)

- 주요 필드(계속)
 - SSRC Identifier
 - Source 구분
 - 랜덤하게 생성된 32비트 숫자
 - CSRC Identifier
 - 여러 개 존재 가능 (믹서에서 제공)
- 각 미디어가 별도의 RTP 세션 이용
 - 오디오와 비디오가 별도의 세션으로 전송
 - RTP 헤더에서 동기화에 필요한 시간 정보 제공
 - 페이로드 유형 지정 방식을 통해 다양한 종류의 데이터와 압축 형식 지원

RTP 제어 프로토콜 (1)

- RTCP(RTP Control Protocol)
- 제어와 관련된 기능 수행
- UDP를 하부 계층으로 사용
- 세션 참가자는 다른 멤버에게 RTCP 패킷을 주기적으로 전송
- 주요 기능
 - QoS와 혼잡 제어
 - 데이터 분배 과정에서 발생하는 서비스 품질에 관한 피드백 기능을 지원
 - 멀티캐스팅 과정에서의 송수신 징오 여부 판단을 위한 보고서 작성
 - 송신 프로세스의 전송률, 수신 프로세스의 패킷 분실, 지터 등
 - Identification
 - RTCP 패킷에는 RTCP 송신 프로세스에 관한 정보가 포함됨
 - 세션 크기
 - 세션 참가자가 증가할 수록 RTP 데이터 전송률 감소
 - RTCP 데이터그램의 최대 전송률은 5초당 1 데이터그램
 - 세션 제어: 최소한의 세션 제어 정보를 옵션으로 제공

RTP 제어 프로토콜 (2)

- RTCP 데이터그램 종류
 - SR(Sender Report)
 - RR(Receiver Report)
 - 데이터 전송 품질 피드백
 - SDES(Source Description)
 - 송신 프로세스가 자세한 정보 제공
 - BYE(Goodbye)
 - 송신 프로세스가 더 이상 존재하지 않음
 - 수신 프로세스가 무한정 기다리지 않게 함
 - Application Defined Packet
 - 응용 환경에 따른 기능 점검 용도

3. OSI TP

- 이번 시간의 학습 목표
 - OSI TP의 서비스 프리미티브 종류와 동작을 이해

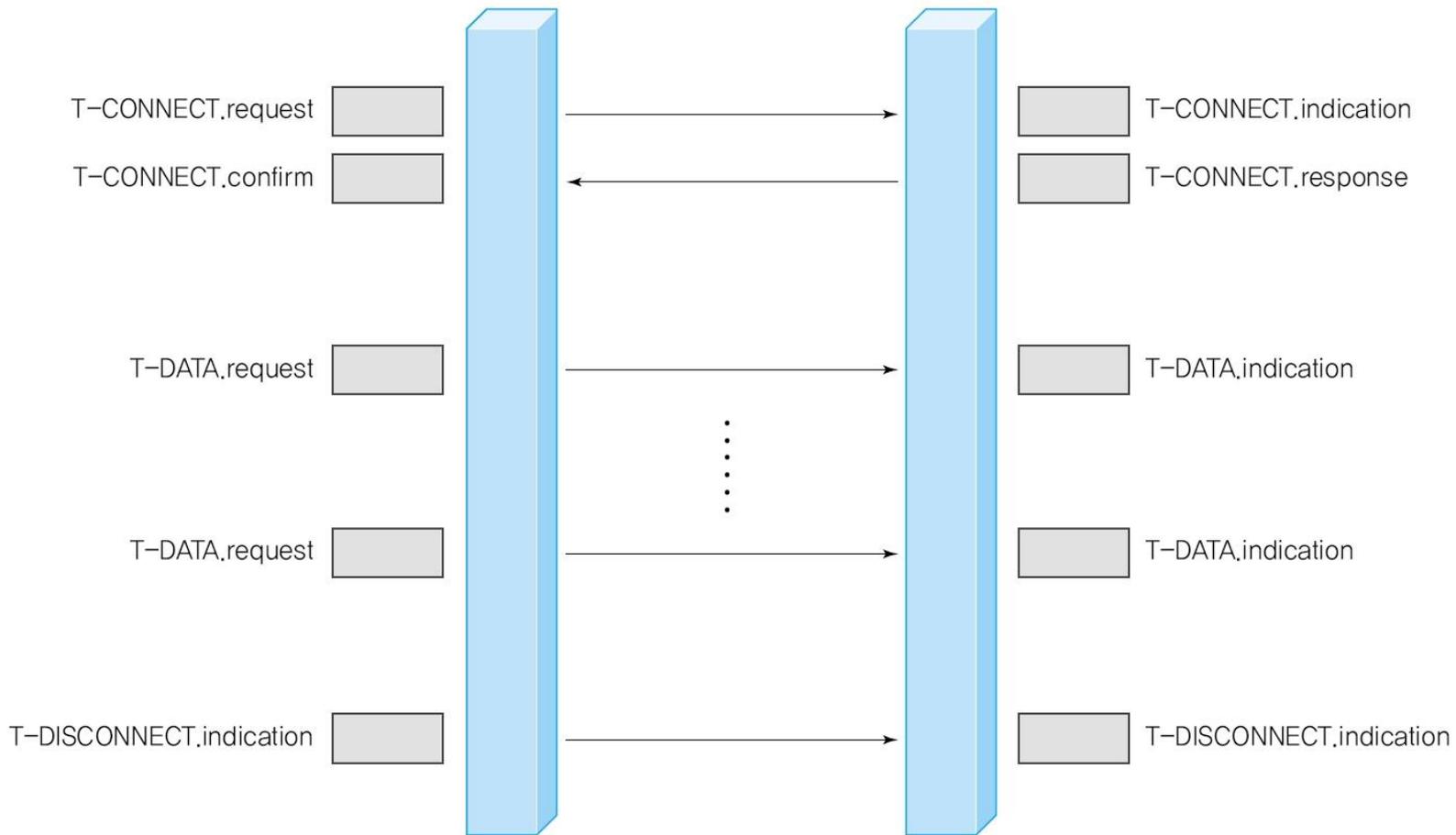
OSI TP 개요

- 서비스 클래스
 - 클래스 0: 기본 기능
 - 클래스 1: 기본 오류 복구 기능
 - 클래스 2: 멀티플렉싱
 - 클래스 3: 오류 복구, 멀티플렉싱
 - 클래스 4: 오류 검출, 오류 복구, 멀티플렉싱
- 클래스 0과 1은 단일 포트 지원용도
- 클래스 2, 3, 4는 멀티플렉싱 기능 포함

OSI TP 서비스 프리미티브

- 연결설정
 - T-CONNECT.request
 - T-CONNECT.indication
 - T-CONNECT.response
 - T-CONNECT.confirm
- 연결 해제
 - T-DISCONNECT.request
 - T-DISCONNECT.indication
- 데이터 전송
 - T-DATA.request
 - T-DATA.indication
- 긴급 데이터 전송
 - T-EXPEDITED-DATA.request
 - T-EXPEDITED-DATA.indication
- 비연결형 데이터 전송
 - T-UNITDATA.request
 - T-UNITDATA.indication

OSI TP 전송 과정



[그림 10-8] OSI 프리미티브