

데이터통신

숫자로 이야기하기

충남대학교

컴퓨터공학과

이영석

지난 시간 수업 질문, 응답

- 핵심내용

- 7 계층별 메시지

- 물리(1) - 데이터링크(2) - 네트워크(3) - 전송 (4) - 응용 (7)

- 메시지 = 헤더 + 바디

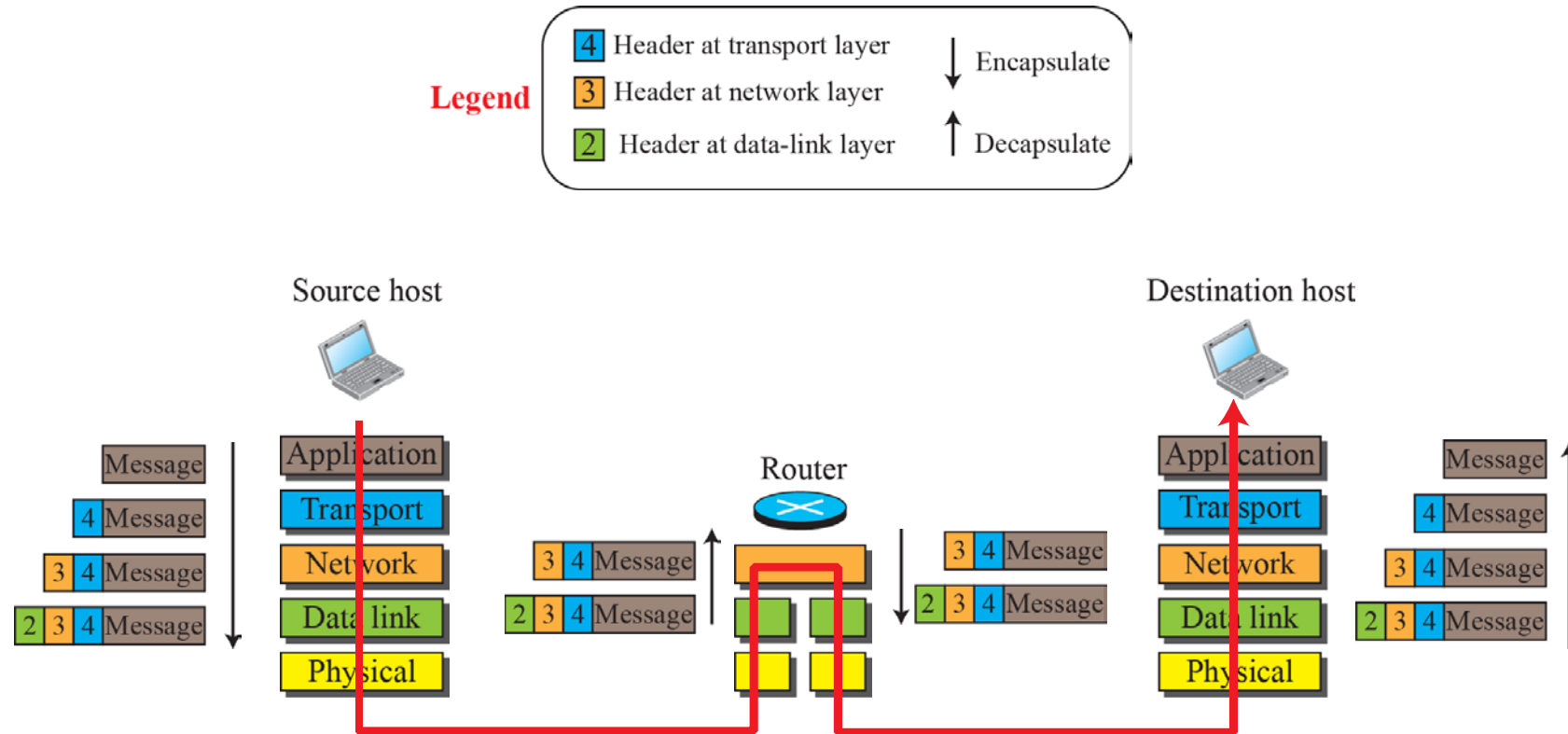
- 식별자

- 데이터링크 계층 메시지(이더넷 프레임)의 헤더에 이더넷 주소

- 네트워크 계층 메시지(IP 패킷)의 헤더에 IP 주소

- 전송 계층 메시지(TCP 세그먼트)의 헤더에 포트번호

Figure 2.8: *Encapsulation / Decapsulation*



비트 만드는 사인함수

- 질문?
 - 1 비트는 어떻게 만드나?
- 답
 - 사인함수! (Ch 3)
- 도구
 - wireshark, tcpdump
 - ifconfig, ping, traceroute, telnet
 - aircrack-ng
 - wavemon
 - wifi-analyzer

Data over Sound

- <https://audio-network.rypula.pl/>
- <https://chirp.io/> Chirp Messenger App
 - <https://play.google.com/store/apps/details?id=io.chirp.messenger>
- <https://github.com/ravall/pied-piper>



오늘 공부할 것

비트율 : 시간 당 비트 간격의 갯수. 1초 동안 전송된 비트의 수,
일반적으로 bps로 표현됨.

• 숫자로 이야기하기

- 1초에 몇 비트? **비트전송률**(bit rate, bps)
- 100페이지 책을 1초에 받고 싶어요. 얼마나 빨라야하나요?
- 사람 목소리는 1초에 몇 비트가 전송되어야하나요?
- TV는 1초에 몇 비트를 보내주는 걸까요?
- 소리/파워는 데시벨(dB) 단위로 표현한다던데...
- 얼마나 빨라요?
 - 처리량(Throughput)
 - 대역폭-지연시간 곱(Bandwidth-delay product)
 - 응답시간/지터(Jitter)

책 다운로드 질문

- 100페이지 책을 1초에 받고 싶어요. 얼마나 빨라야하나요?
 - <http://www.bookk.co.kr/book/view/52711>

각 페이지는 줄당 80개의 문자로 된 24개의 줄로 되어 있음. 각 문자당 8비트를 필요로 한다고 가정.

$$100 \text{ (페이지)} * 24 \text{ (줄/페이지)} * 80 \text{ (문자/줄)} * 8 \text{ (비트/문자)} = 1536000\text{bps} \\ = 1.536 \text{ Mbps}$$

사람 목소리 전송 질문

- 사람 목소리는 1초에 몇 비트가 전송되어야 하나요?

디지털화된 음성 채널은 4kHz의 아날로그 음성 신호를 디지털화한 것이다. 최대 주파수의 2배로 신호를 채집해야 한다. (나이퀴스트 법칙). 각 표본은 8비트가 필요

$$2 * 4000 \text{ (샘플링/초)} * 8 \text{ (바이트/샘플)} = 64 \text{ Kbps}$$

나이퀴스트 법칙 2배, 사람목소리를 위해서는 샘플링을 4000으로 해야함, 샘플링을 바이트로.

300~3400Hz가 사람 목소리이고 이를 안정적으로 4000Hz라고 함.

TV 전송 질문

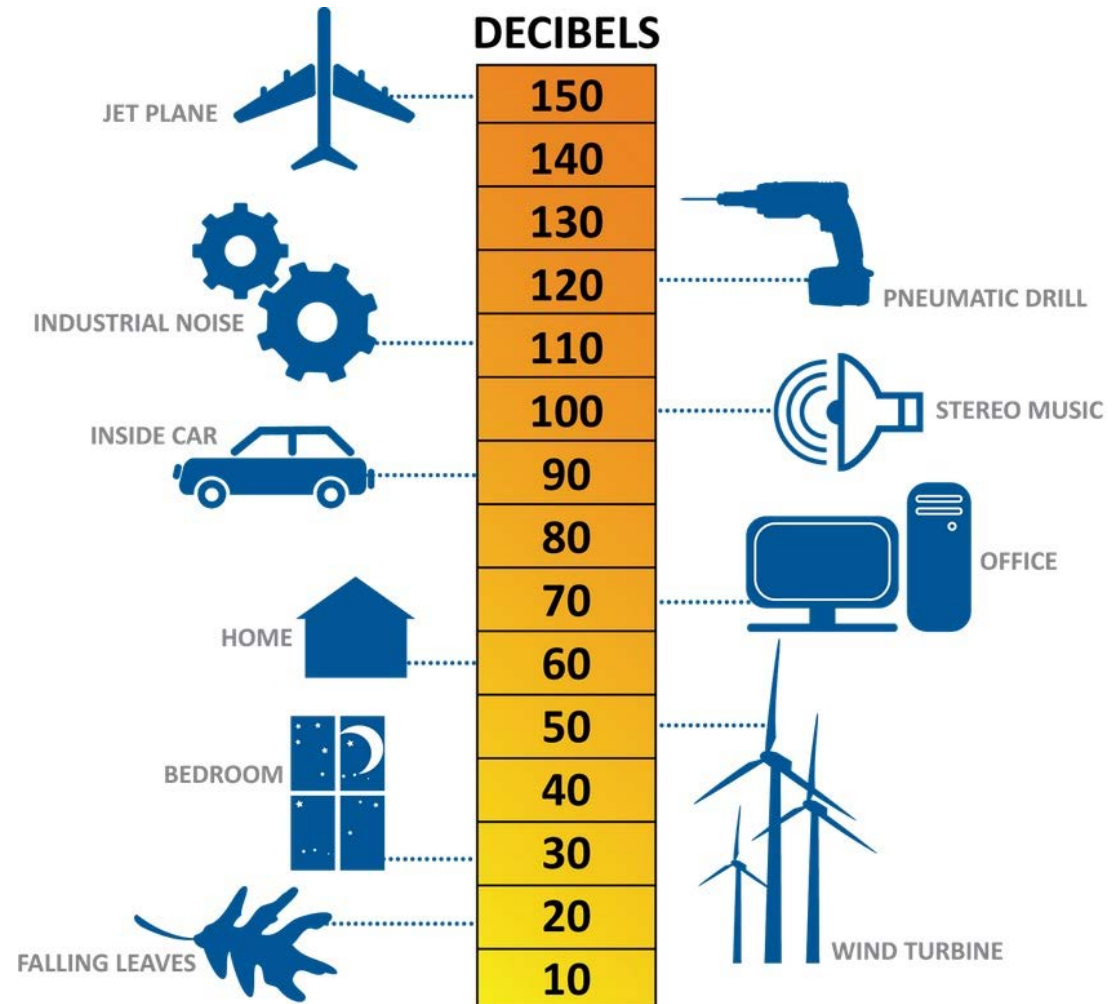
- TV는 1초에 몇 비트를 보내주는 걸까요?

화면은 보통 16:9(4:3대신)의 화면비율을 가짐. 화면 당 1920 X 1080개의 픽셀이 있으며, 매초 30회 스캔.
한 픽셀에는 24비트가 필요.

$$1920 * 1080 * 30(\text{frame/sec}) * 24 \text{ (bits for color)} = 1.5\text{Gbps}$$

소리는 데시벨로 표현?

- 사람이 들을 수 있는 가장 작은 소리
 - 음압: 0.0002dyn/cm^2 기준
- 30 데시벨
 - 가장 작은 소리의 1,000 배 (10의 30/10 승)



Decibel, dB

- 신호세기의 측정 단위 (dB)
 - $10 \log 10 = 10 \text{ dB}$, $10 \log 100 = 20 \text{ dB}$, $10 \log 1000 = 30 \text{ dB}$
- 두 신호 값에 대한 상대적 크기 차이
- 로그 단위

$$dB = 10 \times \log_{10} \frac{P_1}{P_0}$$

- 1 데시벨
 - 기준치 10의 1/10 제곱 ($10^{1/10}$)배, 약 1.26배
- 데시벨이 10 올라갈 때
 - 10배씩 증가

전력, 무선신호

- dBm
 - 1 Watt = 1 A * 1 V
 - 1 mW를 0dB로 간주
- 예)
 - 0 dBm = 1 mW
 - -3 dBm = 0.5 mW
 - -6 dBm = 0.25 mW
 - -10 dBm = 0.1 mW
 - 10 dBm = 10 mW
- 무선 송신에 비해 수신 신호 세기는 mW 가 유용
 - 수신신호 세기가 약하기 때문

신호를 dB로 계산하기

- 1Km에 -0.3dB 만큼 신호가 손실된다. 처음 2mW로 전송한다면, 5Km떨어진 곳의 신호는 얼마인가?

$$\text{dB} = 10 \log_{10} (P_2 / P_1) = -1.5 \quad \longrightarrow \quad (P_2 / P_1) = 10^{-0.15} = 0.71$$

$$P_2 = 0.71P_1 = 0.7 \times 2 \text{ mW} = 1.4 \text{ mW}$$

신호는 항상 위협을 받는다

- 왜곡(distortion) : 신호의 모양이나 형태가 변함
- 잡음(noise)
 - 신호 대 잡음 비율(Signal-to-noise ratio: SNR)
- 약화(attenuation) : 에너지 손실

얼마나 빨리 보낼 수 있을까?

신호 준위를 늘리면 시스템의 신뢰도를 떨어뜨림.

- 대역폭(Hz)이 주어지고 신호 레벨(0/1과 같은)이 주어질 때

$$\text{BitRate} = 2 \times \text{bandwidth} \times \log_2 L$$

준위당 비트수는 정수이어야 하며 2의 지수승이어야 한다. $\log_2 L$ 이 3.14면 4로 표시.
신호 L은 각 준위마다 $\log_2 L$ 만큼의 신호를 나눌 수 있다.
각 준위가 1개의 신호 요소에 해당한다고 하고, $c=1/2$ 로 가정하면 나이퀴스트 식과 데이터율 식이 동일하다.

- Ex1) 3000Hz에서 신호(0/1)을 이용한다면 최대 전송률?

$$\text{BitRate} = 2 \times 3000 \times \log_2 2 = 6000 \text{ bps}$$

- Ex2) 신호대잡음비가 3162로 주어진다면?

새넨 용량 : 잡음이 있는 채널의 최대 전송률

$$\text{Capacity} = \text{bandwidth} \times \log_2(1 + \text{SNR})$$

$$C = B \log_2(1 + \text{SNR}) = 3000 \log_2(1 + 3162) = 3000 \times 11.62 = 34,860 \text{ bps}$$

얼마나 빨라요?

처리율 : 어떤 지점을 데이터가 얼마나 빠르게 지나가는가 측정.

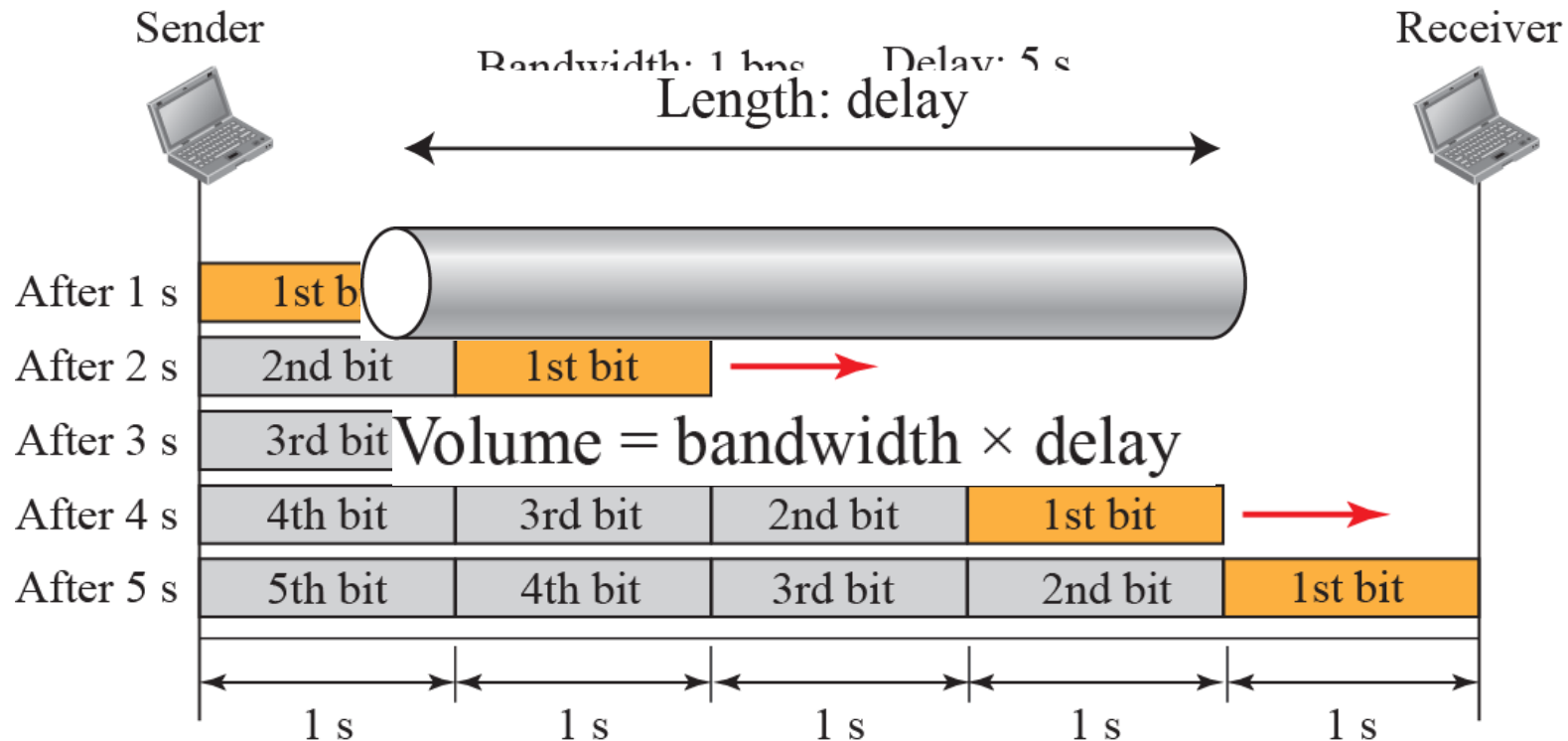
- **10Mbps** 대역폭(이더넷/무선랜)이 주어질 때, 컴퓨터가 1개 프레임은 10,000 bit, 1분에 12,000개 프레임 전송한다면 얼마나 빠른 것인가?

$$\text{Throughput} = (12,000 \times 10,000) / 60 = 2 \text{ Mbps}$$

$$\text{처리율} = (12000 * 10000) / 60 = 2\text{Mbps}$$

한번에 얼마만큼 보낼 수 있을까?

- 송신자와 수신자는 5초 지연시간이 걸린다. 1 bps 링크로 연결되었다고 가정하면, 한 번에 얼마의 비트를 보낼 수 있을까? 5bits



들쭉날쭉

- 지터(Jitter)
 - 처음 패킷은 20ms
 - 두번째 패킷은 45ms
 - 세번째 패킷은 40ms

