

데이터통신

GitHub Pied Piper Project

소리로 HelloWorld 보내기

디지털 아날로그 변환

충남대학교 컴퓨터공학과

이영석

lee@cnu.ac.kr

지난 시간 공부한 것

- 아날로그/디지털
- 아날로그 소리 디지털 변환: PCM
- 라인코딩

이번 시간 공부할 것

- 디지털 -> 아날로그 변환
- HelloWorld over sound

디지털 데이터를 아날로그 신호로 변환

- 예) HelloWorld 문자열을 소리로 바꾸기
- 대표 기술
 - ASK (Amplitude Shift Keying)
 - FSK (Frequency Shift Keying)
 - PSK (Phase Shift Keying)
 - QAM (Quadrature Amplitude Modulation)

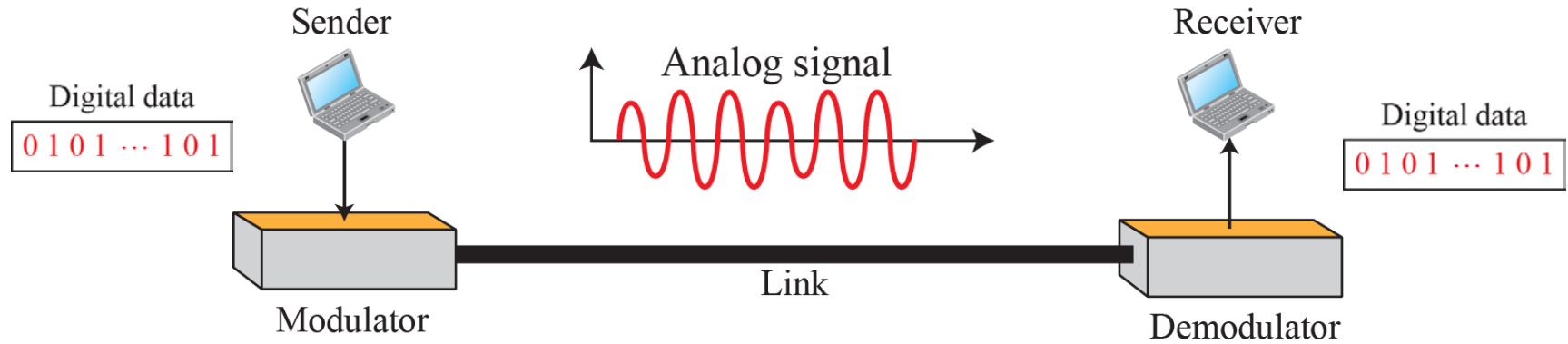
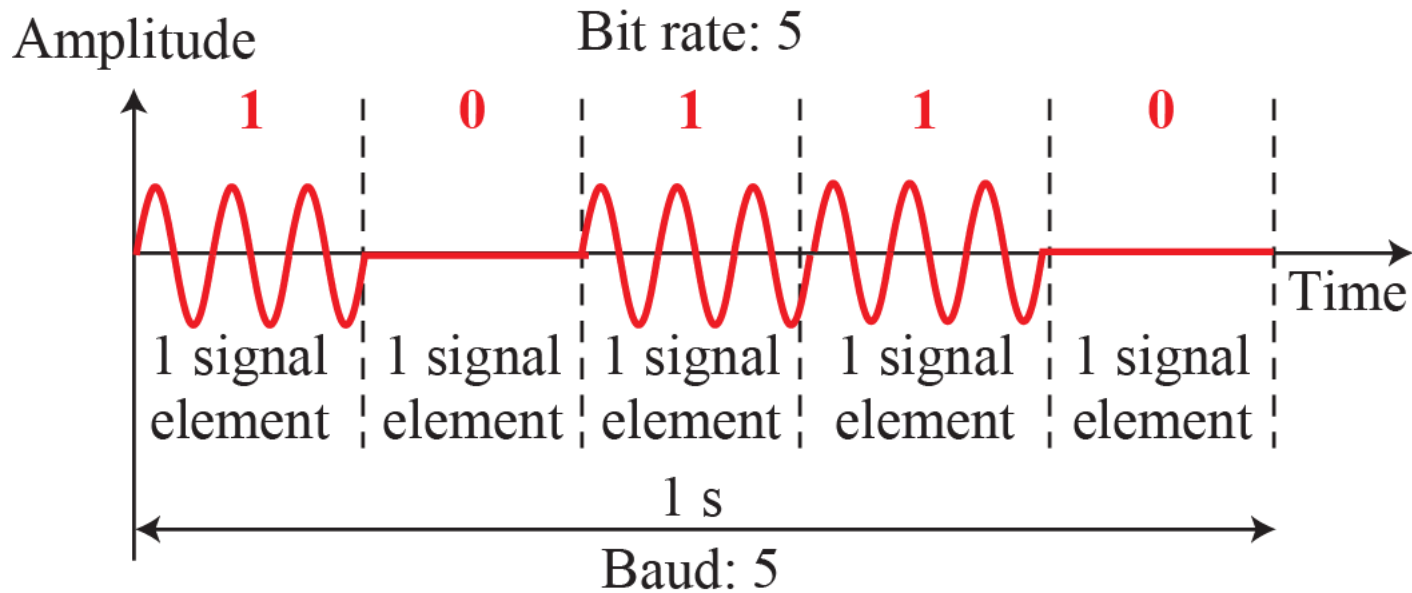


Figure 5.1: Digital-to-analog conversion

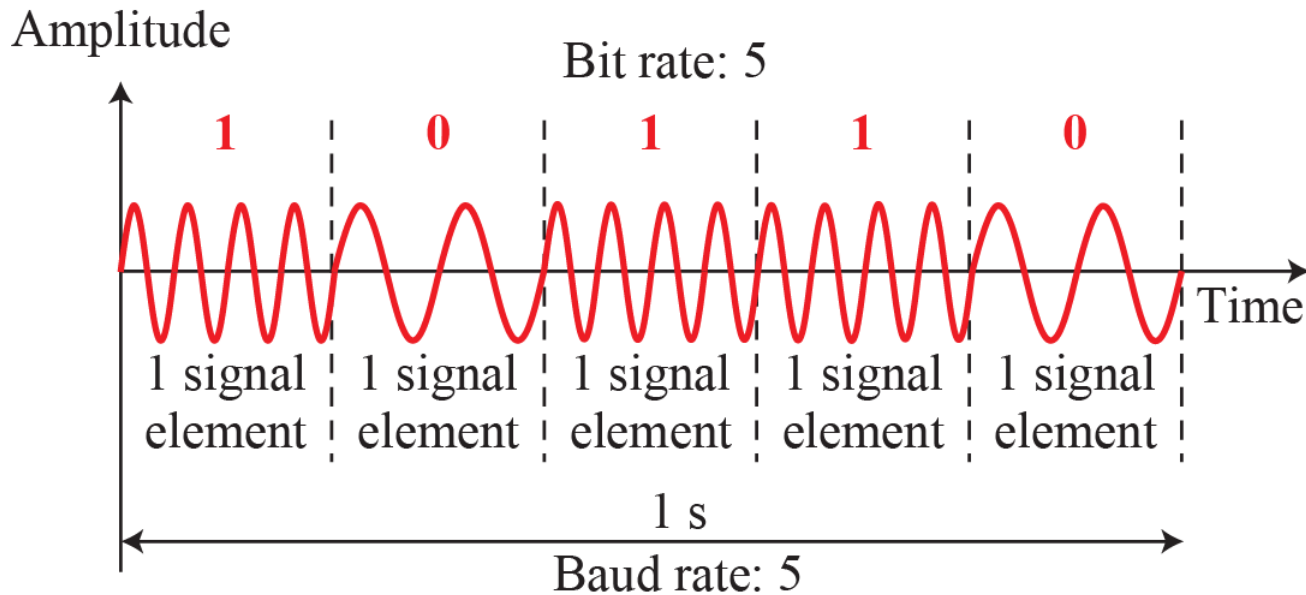
디지털데이터를 신호 크기로 전송

Figure 5.3: Binary amplitude shift keying



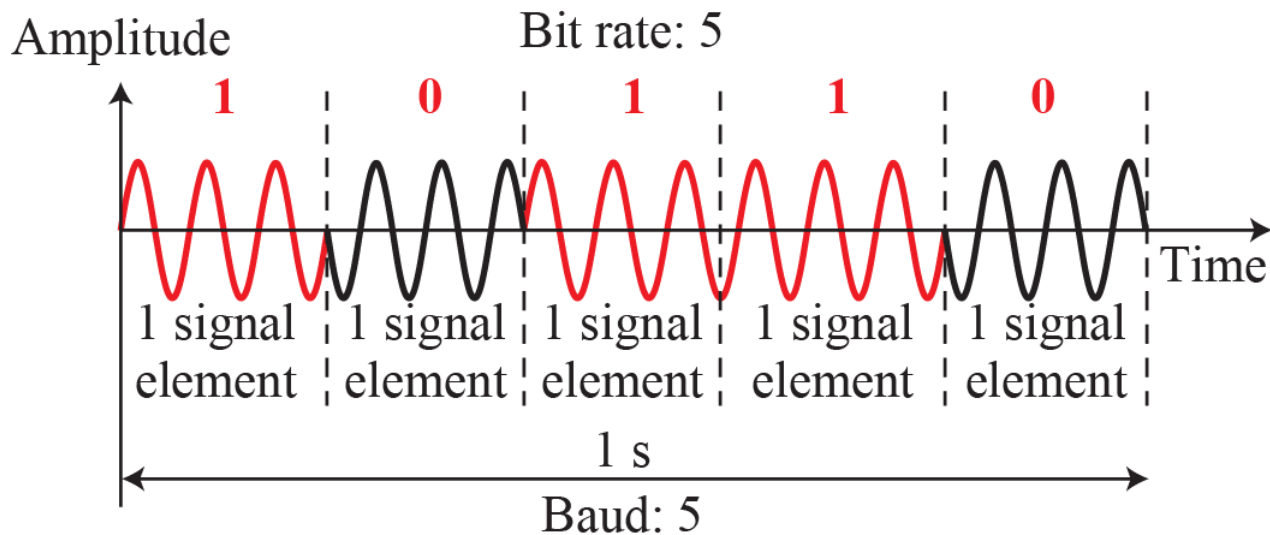
디지털 데이터를 주파수로 전송

Figure 5.6: *Binary frequency shift keying*



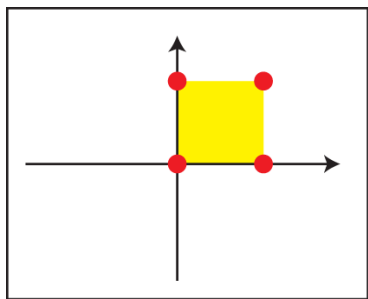
디지털 데이터를 위상으로 전송

Figure 5.9: Binary phase shift keying

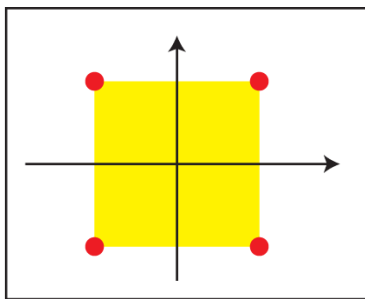


크기와 각도를 섞어서 보내는 QAM

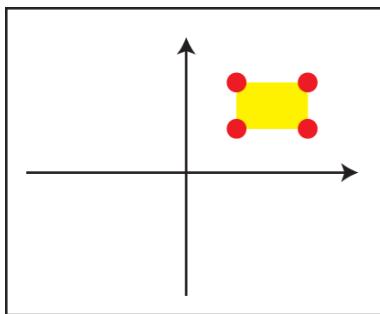
Figure 5.14: Constellation diagrams for some QAMs



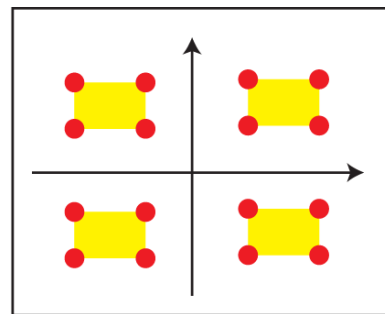
a. 4-QAM



b. 4-QAM



c. 4-QAM



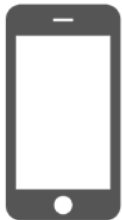
d. 16-QAM

소리로 HelloWorld

- 소리로 HelloWorld 만들기!
- ASCII 코드
 - 7비트 a, b, c, ... A(0x41), B, C, ...
 - H: 0x48
 - e: 0x65
 - l: 0x6C
 - o: 0x6F
- 1비트는 어떻게 아날로그 소리로 표현할까?

GitHub Pied Piper Project

- <https://github.com/rraval/pied-piper>
- 작동순서
 - 안드로이드 앱에서 HelloWorld 문자 보내기 !
 - 소리로 HelloWorld 전송
 - 리눅스 파이썬 프로그램에서 소리를 듣고 HelloWorld 출력!
- 데모
 - <https://youtu.be/uP4WHhDmcF0>



HelloWorld!



HelloWorld!

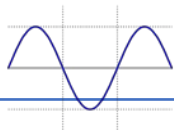
시작: 8192Hz

ㅁㅁㅁㅁ

100ms

4bits

끝: 8704Hz



가청주파수 대역에서 톤(tone) 생성하여 구분하기!
디지털 데이터를 아날로그신호로 전송하기!

어떤 기술이 사용될까?

- 송신자-수신자 약속
 - sampling interval: 뽀~ 라는 소리(tone)이 얼마동안 지속되는지? 100 ms
 - chunk size: 뽀~라는 소리가 몇 비트로 표현되는지? 4 bit
 - handshake start frequency: 시작 알림 8192 Hz
 - online tone generator: <http://onlinetonegenerator.com/>
 - handshake end frequency: 청크 끝 알림 8704 Hz = 8192 + 512
 - transmission start and step frequency: $\text{freq} = \text{start} + (i \cdot \text{step})$
 - 4bit chunk, start = 1024 Hz, step = 256 Hz
 - 비트 오류 복구: Reed Solomon (4 byte)

송신자

1. 보낼 텍스트에 대해서 Reed Solomon 인코딩 계산하기
2. handshake start frequency 전송하기
3. 보낼 텍스트 chunk 비트크기로 나누고, 해당 주파수로 변환하기
4. handshake end frequency 전송하기

수신자

1. FFT (Fast Fourier Transform)으로 주요 주파수(dominant frequency) 찾기
2. handshake start 일 경우 해당 주파수 데이터 수집
3. handshake end 일 경우 수집 종료 후 디코딩 시작
 - 주요 주파수이외 데이터 필터링
 - bit chunk 단위로 변환 후 바이트 생성
 - Reed Solomon 코드로 검증

참고) Fourier Transfer

- <https://www.youtube.com/watch?v=spUNpyF58BY&feature=youtu.be>
- 서로 다른 주파수가 섞인 신호에서 개별적인 신호 추출하는 수학적 도구

```
57 def dominant(frame_rate, chunk):
58     w = np.fft.fft(chunk)
59     freqs = np.fft.fftfreq(len(chunk))
60
61     peak_coeff = np.argmax(np.abs(w))
62     peak_freq = freqs[peak_coeff]
63     return abs(peak_freq * frame_rate) # in Hz
--
```


참고) Reed-Solomon (RS) Code ?

- 오류 정정 기술
 - CD/DVD/Blu-ray/방송/통신(DSL/WiMax/Raid6/QR코드)
 - 갈루아체(유한체) 수학 이론기반
- n 개 symbol 전송시
 - k 개 symbol은 원 데이터, $n - k$ 개는 오류정정코드
 - $(n-k)/2 = t$ 개 이하 symbol 오류 → 어떤 오류라도 고칠 수 있음
- 예 (1 symbol = 1 byte)
 - 16개 symbol + 10개 symbol 오류정정코드 = 26 바이트 전송
 - $(26 - 16) / 2 = 5$
 - 26바이트 중 임의의 위치에 있는 5개 바이트 이하 오류 정정가능!

통신에서 에러 탐지 및 수정 (10장 내용)

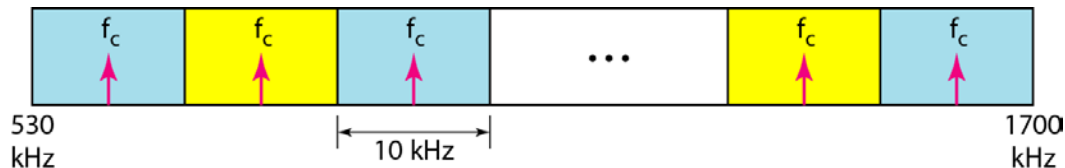
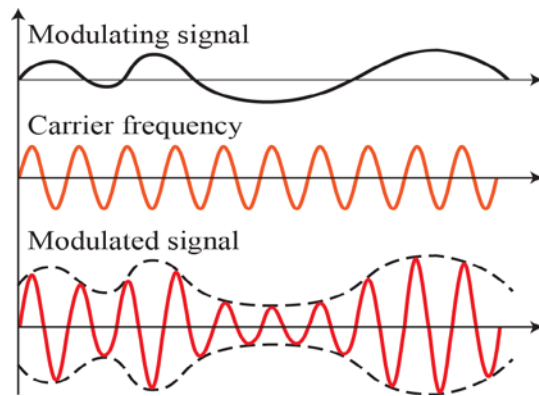
- CRC(Cyclic Redundant Code): 이더넷
- Checksum: IP/TCP/UDP 헤더
- FEC(Forward Error Correction): 멀티미디어
 - Hamming distance
 - BCH(RS)

응용

- 주파수로 디지털 데이터(바이트) 전송(FSK)함. 다른 방법은?
 - 신호크기(ASK), 신호각도(PSK), 신호크기+각도(QAM)
- 동시에 여러 사람이 보내려면?
 - 변조(Modulation)
 - A: 주파수1
 - B: 주파수2
 - C: 주파수3 ...

아날로그 데이터를 아날로그 신호로 바꾸기

- 변조(Modulation)
- 대표기술
 - AM
 - FM
 - PM



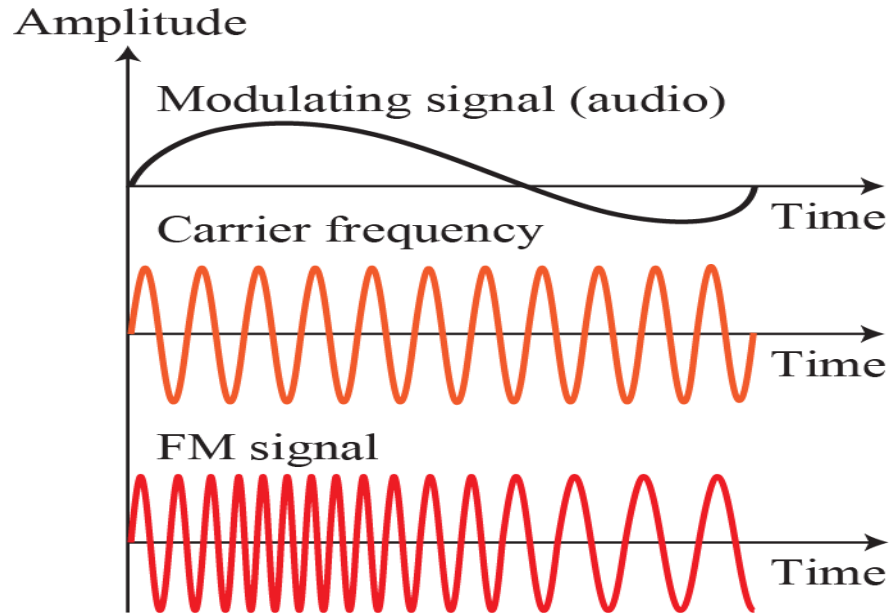
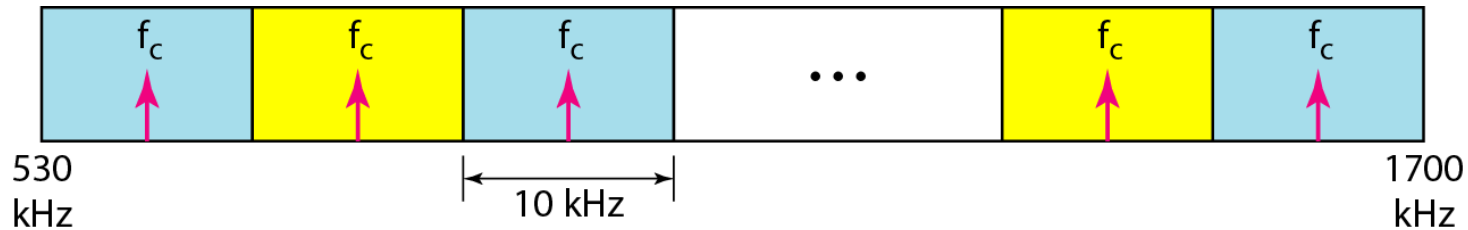


Figure 5.18: *Frequency modulation*



정리

- 디지털데이터를 아날로그 신호로 바꾸기
 - FSK, ASK, PSK, QAM
 - 모뎀 기술
- 아날로그데이터를 아날로그 신호로 바꾸기
 - 라디오 주파수를 달리 해서 보내기
- 참고: 아날로그데이터를 디지털로 바꾸기?
 - PCM