

통신 이론 (2024 년 1 학기)

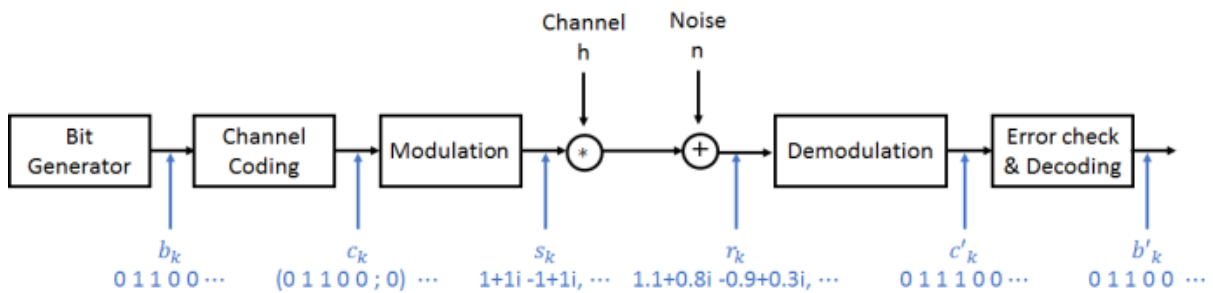
연세대학교 공과대학 전기·전자공학부

Final Project (Due 2024.6.17)

유의사항

1. 제출 장소: B041 강의실 & LearnUs 제출함
2. 제출 기한: 2024.06.17 (월) 오후 1시 (기말고사)
3. MATLAB을 사용하여 프로그램하고 결과를 제출하세요.

1. Overall Digital Communication System Simulation



Bit 시퀀스를 QPSK 방식으로 변조하여 전송하는 시스템을 고려한다.

a) AWGN Channel & 1-tap Rayleigh fading channel

채널이 **AWGN만 존재하는 환경**과, $h \sim CN(0,1)$ 인 **1-tap Rayleigh fading channel 환경**에서의 BER vs E_b/N_0 성능을 보이고 비교 분석하시오(0dB ~ 10dB). 단, Rayleigh fading channel의 경우 채널을 완벽하게 안다고 가정하고, 1-tap equalizer를 사용하여 복원하시오.

- 송신단에서 사용하는 E_b/N_0 와 수신단에서 경험하는 SNR에 대해 AWGN channel과 Rayleigh fading에서의 차이를 언급할 것

b) Channel Coding (+Rayleigh Fading Channel)

아래 주어진 generator matrix G 를 활용해 (7,4) Hamming Code를 구현하시오. 또한, BER vs E_b/N_0 성능을 uncoded BER vs E_b/N_0 성능과 비교 분석하시오.

$$G = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & : & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & : & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & : & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & : & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

2. Voice Data Receiver 제작

Table 1. 음성 신호 데이터 처리 방식

Constellation 방식	16 QAM (Figure 1) (Power 1로 Normalization)
Quantization level (bit)	32level (5bit)
Quantization 방식	Uniform Quantization (Figure 2)
Sampling rate	44.1kHz
Channel Coding 방식	(7,4) Hamming Code
Generator Matrix	$G = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & : & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & : & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & : & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & : & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
Estimated Channel h	$0.1938 + 0.7159j$

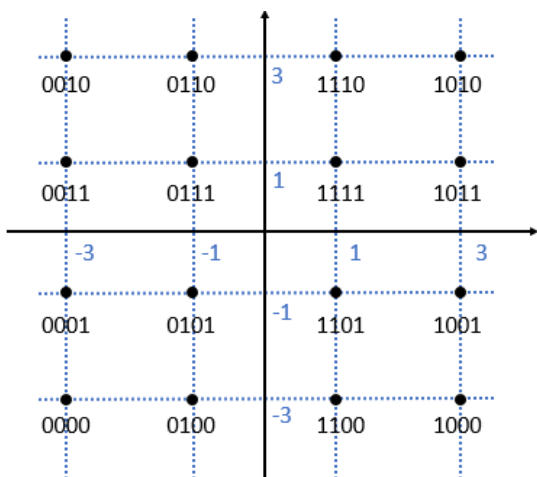


Figure 1. 16-QAM Constellation

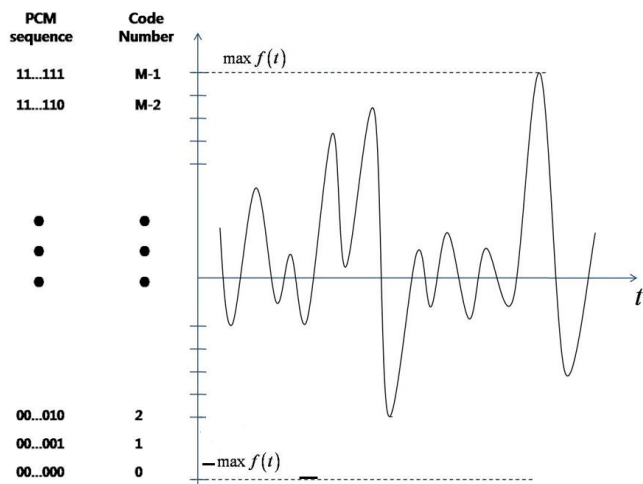


Figure 2. Example of Uniform Quantization

주어진 “변조된 음성 데이터”는 Table 1에서 제시한 방식대로 음성 데이터를 변조하였다고 할 때, 다음 물음에 답하시오.

- a) 주어진 “변조된 음성 데이터”의 경우 변조한 신호가 1-tap Rayleigh fading channel과 noise의 영향을 받은 음성 데이터이다. 이 때, quantization을 고려하여 “변조된 음성 데이터”를 음성 신호로 복원하여 들어보고 노래의 제목이 무엇인지 답하고 수신 과정과 결과에 대해 분석하시오. (주어진 generator matrix에 대한 syndrome과 error pattern에 대한 내용을 포함할 것)

(단 quantization 최대 값은 1, 최소 값은 -1이다.)

- b) 2.a)를 통해 “변조된 음성 데이터”를 복원하여 음성 데이터를 얻었다. 이 때, 송신기를 설계하여라. 복원된 신호를 제작한 송신기로 송신한 후, 2.a)의 수신기를 통해 다시 수신하는 과정을 수행하고 그 결과에 대해 분석하시오.
- 송신기는 quantization, (7,4) code encoding, 16-qam modulation을 수행하고 Rayleigh 채널과 E_b/N_0 10dB에 해당하는 noise를 겪도록 한다.

<보너스 문제>

2-tap channel은 1-tap channel에 비해 큰 손실을 유발한다. 이 때, 성능을 개선할 수 있는 방법을 제시하고, 각자 제시한 방법에 대해 이론적으로 설명하시오.

수고하셨습니다.

보고서 Hard Copy는 기말고사 당일 6월 17일 오후 1시까지 B041에서 제출해주세요.

그리고 보고서 Soft copy와 Source file을 LearnUs에 제출 바랍니다.

자료는 [학번_이름.zip]으로 압축하여 LearnUs에 업로드해주세요.