

## 실험 8. 디지털 통신 2

### 주차

#### 1. 실험 목적

- Convolutional channel coding을 이해하고 구현한다.
- Convolutional decoding을 이해하고 구현한다.
- BER (Bit error rate)의 실험값을 구하고, coding 유무에 따른 BER 차이를 이해한다.

#### 2. 실험 내용

- Convolutional channel code의 encoder 구조를 이해하고 구현한다.
- Convolutional decoding을 위한 Viterbi algorithm을 이해하고 구현한다.
- $E_b/N_0$  값에 따른 BER (Bit error rate)의 실험값을 구하고, coding 유무에 따른 BER 그래프를 비교한다.

#### 3. 실험 개요

MATLAB 을 사용하여 convolutional code 의 encoder 와 decoder 를 구현한다.

##### 1) Convolutional code: Encoder

Rate 1/2 convolutional code 의 encoder 는 다음과 같다.

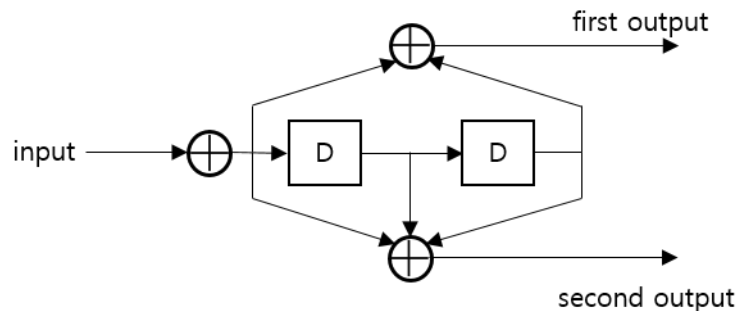


그림 1. Rate 1/2 Convolutional code encoder

Input sequence 가 순차적으로 들어가는 구조이며, 하나의 input bit 당 두개의 output bit 가 나오게 된다. D 는 memory 를 의미하며, 두 memory 는 각각 1 bit 전, 2 bit 전의 input 을 저장한다 (5 에 있는 예시 참고). Memory 에 기록된 값에 따라 00, 01, 10, 11 의 네 가지 state 를 가질 수 있다. 각각의 output bit 은 현재의 input bit 과 memory state 에 의해서 결정된다.

##### 2) Convolutional code: Decoder

위 그림 1 의 Rate 1/2 Convolutional code 에 대한 decoder 의 trellis diagram 은 다음과 같이 나타낼 수 있다. Trellis diagram 은 state diagram 을 이용하여 얻을 수 있다.

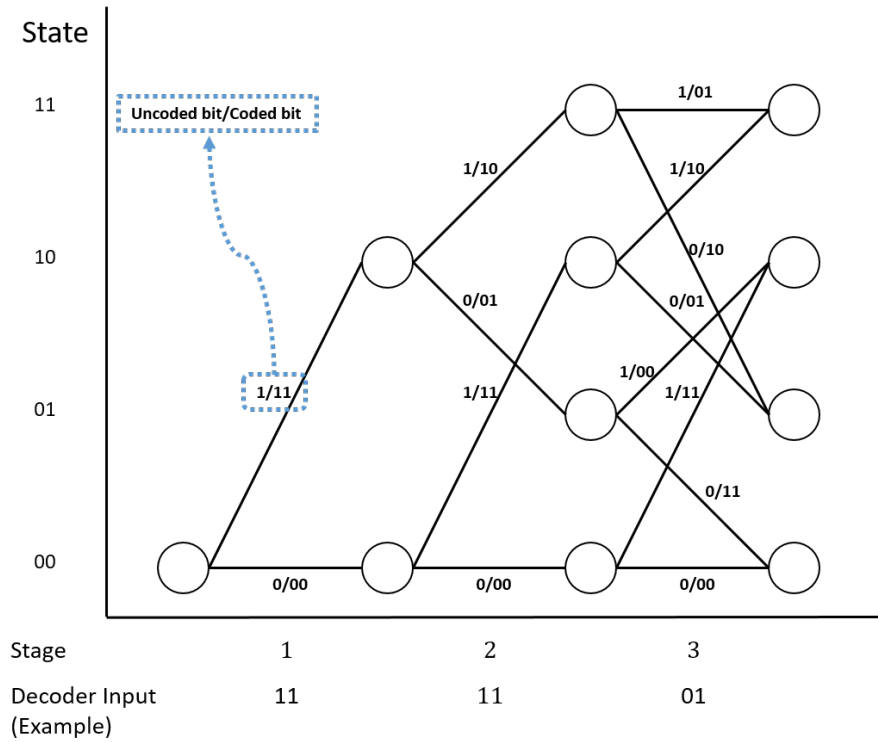


그림 2. Rate 1/2 Convolutional code trellis diagram

가로 축의 단계(stage)는 decoder 의 input 을 의미한다. 위 trellis diagram 을 바탕으로 Viterbi algorithm 을 적용하면, 그림 3 과 같이 decoder 의 output 을 구할 수 있다.

Decoder input: [11 11 01]

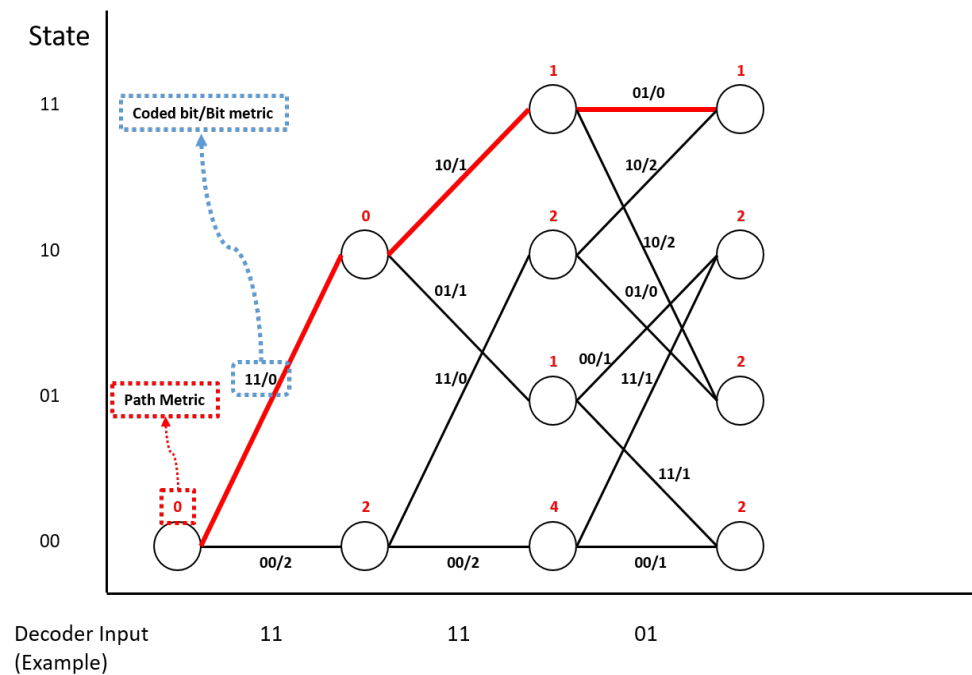


그림 3. Viterbi algorithm 예시

Decoder output: [1 1 1]

각 단계별로 decoder input 과 coded bit 의 거리를 나타내는 bit metric 을 계산할 수 있다. 각 단계의 state 들은 해당 단계의 해당 state 까지 도달하는 binary path 와 path metric 을 갖는다. Path metric 은 해당 state 로 들어오는 경로에서 이전 단계의 path metric 과 bit metric 의 합 중에 가장 작은 값이 되고, path 는 그 path metric 을 갖는 path 가 된다. 모든 coded input 에 대해 마지막 stage 까지 path metric 을 구한 후, 가장 작은 path metric 을 갖는 path 를 decoded output 으로 출력한다.

## 4. Pre-lab report

ㄱ) 분량: 5 페이지 이내, 폰트 10p, single-column

ㄴ) 양식: Discussion

ㄷ) Discussion 내용: 아래의 질문에 대한 답변만 작성

1. Convolution code 와 그 state diagram, trellis diagram 의 개념에 대해 간략하게 설명하여라.
2. 위 그림 1 의 convolution code encoder 의 input 이  $[1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1]$  일 때, encoder 의 output 을 간단한 설명과 함께 구하여라. 이 때 memory 의 initial state 는  $[0\ 0]$  을 가정한다.
3. 위 그림 1 의 convolutional code encoder 에 대한 state diagram 을 작성하여라. 또 이를 바탕으로 trellis diagram 을 작성하여라. 이 때 memory 의 initial state 는  $[0\ 0]$  을 가정한다.
4. Viterbi algorithm 의 원리에 대해 간략하게 설명하여라.

## 5. 실험 내용

MATLAB 을 이용하여 convolutional channel coding/decoding 을 구현하고, 전체 통신 시스템의 BER 을 구한다.

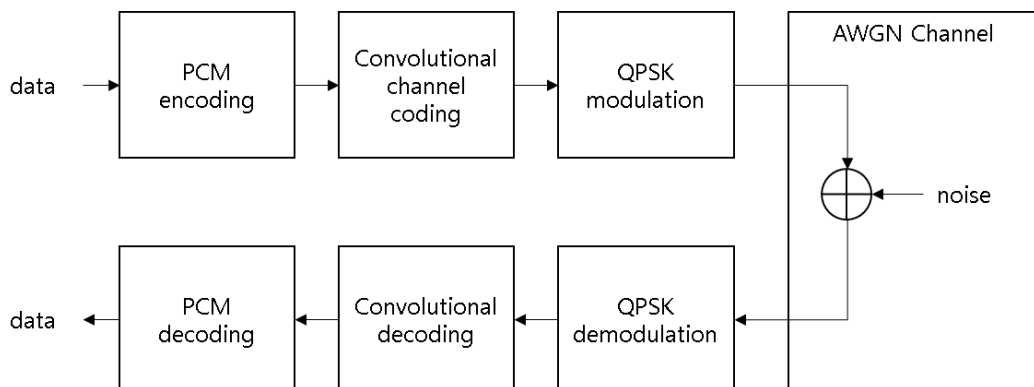


그림 4. 전체 통신 시스템 구성도

### 1. Convolutional channel coding

- a. Convolutional code encoder 의 원리를 이해하고, main.m 을 참고하여 'func\_conv\_coding' 함수를 작성하라. 이 때, memory 의 initial state 는  $[0\ 0]$  을 가정한다.

Rate 1/2 convolutional code encoding 예:

Encoder input: [1 1 0]

1<sup>st</sup> input:1 memory state:[0 0], Encoder output:[1 1]

2<sup>nd</sup> input:1 memory state:[1 0], Encoder output:[1 0]

3<sup>rd</sup> input: 0 memory state:[1 1], Encoder output:[1 0]

Encoder output: [11 10 10]

## 2. Convolutional decoding

- a. Convolutional code 의 trellis diagram 과 Viterbi algorithm 의 원리를 이해하고, main.m 과 func\_conv\_coding 을 참고하여 'func\_conv\_decoding' 함수를 작성하라. 이 때, memory 의 initial state 는 [0 0]을 가정한다.

## 6. Post-lab report

- ㄱ) 분량: 최대 10 페이지, 폰트: 10p, single-column
- ㄴ) 양식: a. 실험 목적, b. 실험 과정 c. 실험 결과, d. Discussion
- ㄷ) 실험 결과 내용:

### 1. Channel Coding

- 코드, 시뮬레이션 설명

### 2. Channel Decoding

- 코드, 시뮬레이션 설명 (BER 비교)

Please include screenshot of your code.

- ㄹ) Discussion 내용: 아래의 질문들에 대한 답변만 작성

1. Convolution code의 유무에 따른 파형 비교
2. Convolution code의 유무에 따른 소리 비교
3. Convolution code의 유무에 따른 BER Eb/No 그래프 비교
4. Convolutional code 유무에 따라 BER 이 어떻게 달라지는가?
5. 실험 과정에서 어려운 점이 무엇이었는지, 어떻게 그것을 해결했는지 설명하라.
6. 추가적인 discussions (extra points)