

WiBro 모뎀 설계를 위한 Low BER 채널 코딩

이 민영, 김 인수, 민 흥복
 성균관대학교 정보통신공학부

Low BER Channel Coding For WiBro Modem Design

Min Young Lee, Insoo Kim, Hyung Bok Min
 School of Information&Communication Engineering, Sungkyunkwan University

Abstract - Recently, LDPC codes received a lot of attention in 4G. LDPC codes perform good error correction at high SNR. But LDPC codes are complex design and not good at low SNR. At low SNR, convolution codes and turbo codes show more good performance than LDPC codes. The main subject presented in this study is that parallel encoding and decoding according to SNR. The system chooses convolution codes at low SNR and chooses LDPC codes at high SNR.

1. 서 론

최근 3G와 4G로 이어지는 이동통신에서 채널 코딩기법으로 LDPC가 주목을 받고 있다. 하지만 LDPC의 단점인 설계의 복잡성과 Low SNR에서 성능을 제대로 발휘하지 못하는 점을 보완할 필요가 있다. 이에 따라 완전병렬 방식, Hybrid H행렬 방식 등 여러 방식들이 연구되었으나 하드웨어의 복잡성은 여전히 문제점으로 남아있다. 따라서 Low SNR에서는 컨볼루션 코드 방식을 사용하고 High SNR에서는 LDPC를 사용하도록 선택할 수 있도록 하는 시스템을 제안한다.

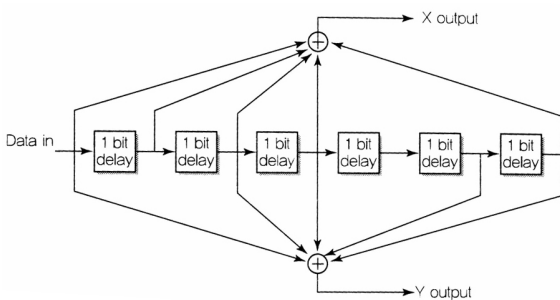
2. 본 론

2.1 Convolution Code for WiBro

WiMAX(802.16e) 표준에서 convolution code는 Viterbi 알고리즘을 위해 디코딩 되는 기본적인 FEC 내부 인코더로 사용된다. 와이브로 시스템에 쓰이는 FEC 블록은 부호율 1/2, 구속장 K = 7인 길쌈 부호화기(Convolutional Encoder)로 부호화한다. 이때 길쌈 부호화기의 2개의 코드 비트는 다음의 생성 다항식에 의해 생성되며, <그림 1>과 같이 구현한다.[1]

$$G_1 = 171_{oct}$$

$$G_2 = 133_{oct}$$

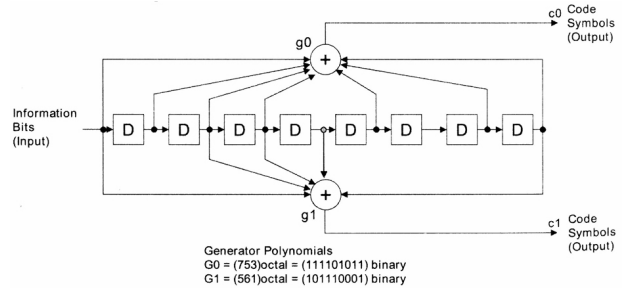


<그림 1> Convolutional Encoder(WiBro), 1/2 Rate

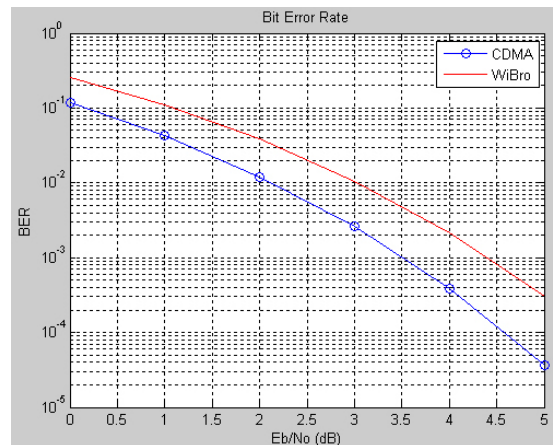
여기서 1/2 code rate 의 의미는 하나의 데이터를 두 개의 심볼로 변환하여 전송함을 뜻하며, 이 값은 구속장에 포함되어 있는 6개의 이전 입력과 현재의 입력으로 결정되게 된다. <그림 1>과 같이 설계하게 되면 최소 자유거리(d_{free})값은 10이다. 최소 자유 거리가 클수록 오류율은 낮아지게 된다.

2.2 Convolution Code for CDMA

CDMA에서도 Convolution Code를 이용했다. 다만 차이점이 있다면 구속장의 길이가 9개라는 것이다. 즉, 8개의 이전 입력과 현재의 입력을 사용하는 것이다. 그 구조는 <그림 2>와 같다.[2]



<그림 2> Convolutional Encoder(CDMA), 1/2 Rate



<그림 3> WiBro와 CDMA Convolution Code BER 비교

구속장의 길이가 길어지면서 얻는 이점은 최소 자유거리가 늘어난다는 점이다. 이 시스템에서 최소 자유거리는 12로 늘어나 에러율을 더 줄일 수 있는 장점이 있다.

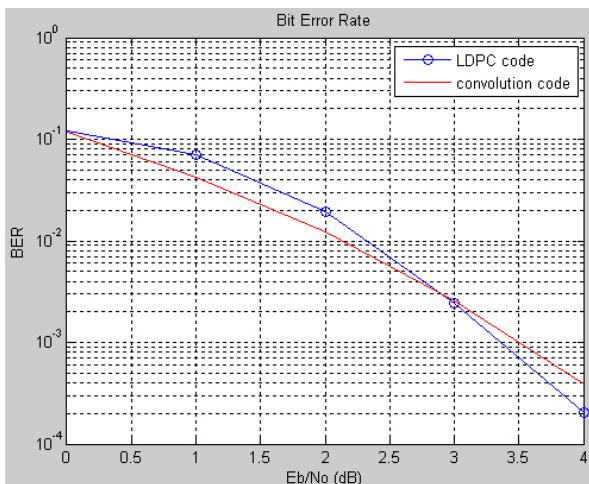
2.3 LDPC Code

저밀도 패리티 검사(LDPC) 부호 및 관련 반복 복호(iterative decoding) 알고리즘은 1962년 Gallager에 의해 처음 소개되었다. 현재 샤논 한계(Shannon limit)에 근접하는 부호로 각광을 받고 있다. 하지만 부호화 장치의 높은 복잡도가 LDPC 부호의 주요 문제점이다. LDPC 부호에서는 최소 자유거리가 부호의 블록 길이에 비례하여 선형적으로 증가하는 특성이 있으며, 이는 블록 길이에 비례하여 비트 오류율(BER) 성능이 점진적으로 개선됨을 의미한다.[3]

2.4 Convolution / LDPC Parallel Choosing System

본 논문에서 LDPC 코드는 128 × 256 패리티 체크 행렬로 만들어진다. <그림 4>에서는 LDPC Code와 Convolution Code의 SNR에 따른 BER을 비교할 수 있다. 약 3dB를 기점으로 Low SNR에서는 Convolution Code가 LDPC Code 보다 BER이 우수

한 것을 볼 수 있다.



〈그림 5〉 SNR에 따른 LDPC, Convolution Code BER 비교

따라서 3dB SNR을 검출하여 채널 코딩 방식을 선택하도록 만들면 BER의 이득을 볼 수 있다. SNR을 검출 및 추정하는 방식은 직접추정방식, EVM(Error Vector Magnitude), Viterbi 디코더의 누적 최소거리를 이용한 방식 등이 있다.[4]

WiBro 시스템은 OFDM방식을 채택하고 있고 BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM을 채널 상황에 따라 선택하여 변조 방식을 달리하는 시스템이다.[5] 〈그림 6〉은 SNR에 따른 변조 방식의 선택 기준을 보여준다.[4]

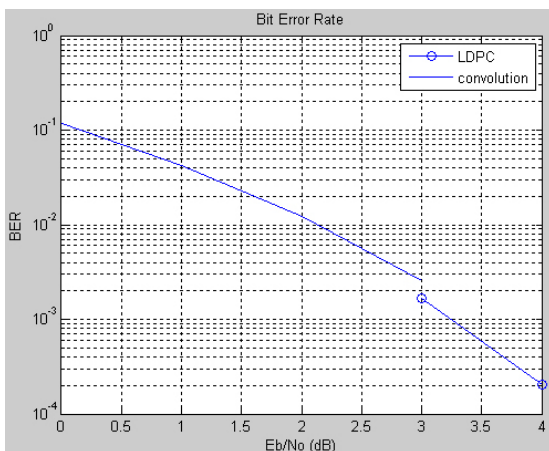
Modulation	Code rate	SNR(dB)
BPSK	1/2	2 - 4
QPSK	1/2	4 - 11
16-QAM	1/2	11 - 15
64-QAM	1/2	15 이상

〈그림 6〉 변조 방식에 따른 선택 기준

LDPC code와 Convolution code를 선택하는 기준 SNR이 3dB 이므로 BPSK 변복조 시 선택을 하게 할 수 있다. 이외의 변조 방식에서는 모두 high SNR 상황이므로 무조건 LDPC code를 사용하면 Low BER 성능을 기대할 수 있다.

3. 실험 결과

Matlab을 사용해서 SNR = 3dB를 중심으로 Convolution code와 LDPC code로 나누었다. 〈그림 7〉에서 3dB가 정확한 값은 아니기 때문에 discrete한 구간이 나타나게 되었다.



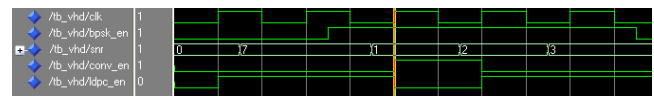
〈그림 7〉 BER for Parallel system

〈그림 8〉은 BPSK 변조 방식일 때 SNR값을 입력받아 인코더를

선택하는 Selector이고, 〈그림 9〉는 그 과정을 보여준다. BPSK가 enable 되어 있지 않을 때는 SNR이 높은 경우이기 때문에 시뮬레이션 상으로 Low SNR을 입력해도 LDPC Code 방식을 수행하게 된다.



〈그림 8〉 Channel Coding Selector



〈그림 9〉 Channel Coding Selector VHDL 시뮬레이션

4. 결 론

본 논문에서는 LDPC Code와 Convolution Code를 병렬적으로 설계하여 각 SNR에 적합한 채널 코딩 방식을 선택하도록 하는 시스템을 제안한다. Convolution Code는 복잡도가 낮아 설계하는데 유리함이 있고, Low SNR에서 LDPC보다 좋은 BER 성능을 보여주고 있다. SNR에 따라 채널 코딩 방식을 변경함으로써 인해 하나의 채널 코딩 방식을 채택할 때보다 좋은 BER 성능을 수행할 수 있다. 이에 필요한 SNR 검출은 WiBro 시스템의 변복조 방식을 선택함에 있어서 BPSK를 선택했을 시에 검출, 추정하기 때문에 추가로 필요한 시간 지연은 없다.

[참 고 문 헌]

- [1] 배성수 & 최동훈 & 최규태, "WiBro TECHNIQUE & SYSTEM", 도서출판 세화, 2006
- [2] 김재석 & 조용수 & 조중희, "이동통신용 모델의 VLSI 설계", 文英社, 2002
- [3] 이문호 & 이광재 & 여운동, "LDPC(Low Density Parity Check)", 한국과학기술정보연구원, 2005
- [4] 김명익 & 안상식, "SNR 추정을 이용한 적응 OFDM 시스템 성능분석", 고려대학교 전자정보공학과
- [5] 임석구, "휴대 인터넷을 위한 OFDMA 시스템에서 무선채널 상태에 따른 서브채널할당", 한국콘텐츠학회 추계종합학술대회논문집 Vol.3 No.2, 2005
- [6] Sang Hoon Lee, Ji Ae Seok, and Eon Kyeong Joo, "Serial Concatenation of LDPC and Turbo Code for the Next Generation Mobile Communications", IEEE, 2005
- [7] Li-Hsieh Lin and Kuei-Ann Wen, "A Novel Application of LDPC-Based Decoder for WiMAX Dual-mode Inner Encoder", EuMA, 2006