

페이딩 환경의 W-CDMA에서 채널부호화 방식의 성능평가

이종목, 심용걸

단국대학교 전자공학과

전화 : 041-550-3540 / 핸드폰 : 016-319-0859

The performance estimation of Channel coding schemes in
Wideband Code Division Multiple Access System
with fading channel

Jong-Mok Lee, Yong-Geol Shim

Dept, of Electronics Engineering , Dankook University

E-mail : kinghidra@hanmail.net

Abstract

The bit error rate(BER)of the data passed through Wideband-Code Division Multiple Access (W-CDMA) system with turbo-codes structure is presented.

The performance of turbo-codes under W-CDMA system is estimated for various users and iteration numbers of decoding. The channel model is Additive White Gaussian Noise(AWGN) and Rayleigh fading channel.

When iteration number increases, bit error probability of turbo-codes decreases, and when the number of users increase , bit error probability of turbo-codes increases.

I . 서론

W-CDMA는 음성,영상,데이터의 다양한 조합으로 이루어진 멀티미디어 서비스를 만족시켜줄 차세대 이동통신 기술인 IMT-2000의 무선접속방식

중 하나이다. 2세대 시스템들이 데이터 전송속도가 9.6 또는 14.4Kbps 정도이다. 이에 반해 IMT-2000은 고속 이동시에는 144Kbps까지의 음성, 데이터, 영상을 저속 이동시에는 384Kbps까지의 음성, 데이터, 영상을 고정위치시에는 2Mbps까지의 음성, 데이터, 영상을 제공한다.

본논문에서는 IMT-2000의 무선접속방식중의 하나인 W-CDMA 시스템의 DPDCH(기여물리레이타채널:Dedicated Physical Data Channel) 부분을 연구하였다. 특히 터보부호를 DPDCH에 적용했을때의 비트 오류 확률에 대한 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하여 그 성능을 확인하였다. 채널 부호화에는 3GPP (3rd Generation Partnership Project)규격서에 제시된 부호율 1/3인 터보부호를 사용하고 터보복호기에는 MAP(Maximum a Posteriori)알고리즘을 적용하였다. 채널 환경은 AWGN(additive white gaussian noise) 과 레일레이 페이딩이 추가된 이동통신 무선 채널환경을 설정하였다. W-CDMA 시스템에서 사용자수에 따른 BER을 평가해 보았고 터보부호의 반복복호 횟수를 달리하였을때의 성능을 평가해 보았다.

II. W-CDMA 시스템

2.1 W-CDMA 시스템 구성

한 프레임의 길이는 10ms 이며 1프레임은 다시 15개의 슬롯이라는 단위로 분할된다. 따라서 1슬롯의 길이는 0.667msec 이다. 사용자 data는 DPDCH 에 control data(pilot,TPC,TFCI)는 DPCCH 에 들어간다. uplink DPDCH/DPCCH의 프레임구조는 그림 2.1 이다.[1]

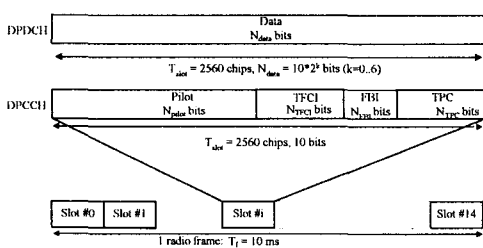


그림 2.1 uplink DPDCH/DPCCH의 프레임 구조

uplink에서는 정보심벌은 I채널에 pilot,TPC,TFCI 심벌들은 Q채널에 코드 다중으로 구성되어있다. downlink의 프레임에서는 pilot,TPC,TFCI 심벌은 정보심벌간에 시간다중으로 구성되어있다. uplink의 확산과 변조의 그림을 그림 2.2에 나타내었다.[2]

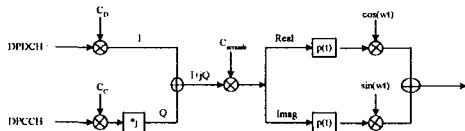


그림2.2 uplink의 확산과 변조

확산코드는 스프레딩코드와 스크램블코드의 2계층구조로 한다.스크램블 코드는 셀 고유로 할당되는 코드이다. 다수의 코드수가 존재하기 때문에 제약없이 각 셀에 코드를 할당할수 있다. 스프레딩코드는 직교코드로 전 셀 공통으로 모든 코드를 사용할수 있으며 셀내의 유저간 간섭을 최소화한다.

스크램블 코드(Scrambling codes)는 메모리 25인 골드 시퀀스를 쓴다. 생성 다항식(over GF(2))은 $X^{25} + X^3 + 1$, $X^{25} + X^3 + X^2 + X + 1$

이다. 좋은 주기성 상호 상관값을 가지는 시퀀스들의 커다란 집합을 제공할 수 있는, 매우 유용한 주기성의 시퀀스들의 집합은 골드 시퀀스(gold sequence)로부터 얻어질수 있다.

2.2 W-CDMA 시스템 모델링

그림 2.3 은 W-CDMA 시스템의 송수신기 구조이다.

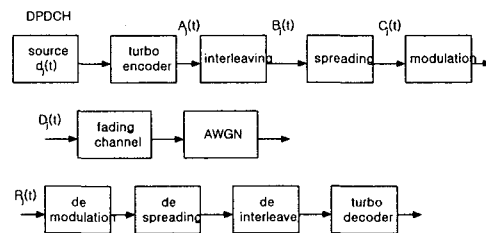


그림 2.3 W-CDMA 시스템의 송수신기

사용자의 정보를 가지고 있는 정보심벌은 DPDCH 채널로 들어간다. 정보심벌의 전송속도가 높을 경우 채널부호로 터보부호를 사용하게 된다. 터보부호에 의해 인코딩된 심벌은 인터리버를 거치게 된다. 인터리버에는 랜덤 인터리버, 블록 인터리버, 대각 인터리버, S-랜덤 인터리버 등이 있는데 이 논문에서 사용된 인터리버는 블록 인터리버를 사용하였다.

인터리버를 거친 정보심벌은 OVSF (Orthogonal Variable Spreading Factor) 와 scrambling code 와 곱해진다. QPSK 변조를 거쳐 신호는 채널환경으로 나가게 된다. 수신기에서는 복조를 하고 역확산을 거치고 디인터리버를 한다음 터보 복호를 하게 된다.

이 논문에서 시뮬레이션한 파라미터들은 표2.2에 나타내었다.

표2.1 시뮬레이션에 사용된 파라미터

| Parameter | uplink |
|------------------------|---------------------------------------|
| 전송속도 | 60 kbps |
| turbo encoder | rate 1/3 메모리 3 |
| turbo code interleaver | 30 * 20 600 bits 블록 인터리버 |
| interleaving | 60 * 10 600 bits 블록 인터리버 |
| OVSF | 64 |
| scrambling code | 10msec 38400 chips 긴주기의 스크램블 코드 |
| fading channel | flat Rayleigh fading and AWGN |
| carrier frequency | 2GHz |
| modulation chip rate | 3.84 Mcps |
| modulation | BPSK |

uplink의 변조 부분에서 DPDCH 는 I 채널에 DPCCH 는 Q채널에 적용이 되어 QPSK 변조를 하게 되지만 DPCCH는 채널코딩 과정을 거치지 않는다. 이논문의 주요 목적은 데이터가 W-CDMA 시스템에서의 터보코드의 성능 평가이므로 DPCCH는 고려하지 않았다. 그래서, 변조는 BPSK를 사용하였다.

III. W-CDMA 시스템에 제시된

터보부호

터보부호 부호기는 두 개의 재귀 구조적 길쌈 부호기와 비교적 긴 프레임의 인터리버로 구성된다. 부호기는 두 개의 최대사후확률 부호기와 디 인터리버로 구성된다.

3.1 W-CDMA 시스템에 제시된 부호율 1/3 터보부호기

터보부호 부호기는 두 개의 재귀 구조적 이진 길쌈부호기와 인터리버로 구성된다.그림3.1은 W-CDMA 시스템에 제시된 부호율 1/3 터보부호기이다.

W-CDMA에서 사용되는 터보부호는 1/3 이고 생성다항식은

$$\left[1, \frac{g_1(D)}{g_0(D)} \right], \quad g_0(D) = 1 + D^2 + D^3$$

$$, \quad g_1(D) = 1 + D + D^3 \quad \text{이다.}$$

3.2 터보부호 복호기

터보 복호기로 MAP 알고리즘을 사용하였다. 최대 사후 확률 알고리즘은 선형부호의 비트 오류확률을 최소화하고, 각각의 복호된 비트에 대한 사후확률을 만들어낼 수 있다.

IV. 시뮬레이션 결과

터보부호를 W-CDMA 시스템에 적용하여 AWGN과 레일레이 페이딩을 고려한 채널환경에서 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였다. 사용자수와 터보부호의 반복복호 횟수를 변화시켜 가면서 터보부호의 성능을 평가해보았다.

그림 4.1은 AWGN만을 고려한 채널환경에서 반복복호를 8번 수행하여 성능을 평가하고 있다. 반복복호를 7번 수행한것과 8번 수행한것과는 별 차이가 없는 것을 볼수있다.그러므로 반복복호 횟수를 8번까지만 수행하였다.

그림 4.2, 그림 4.3 그리고 그림 4.4 는 AWGN 과 레일레이 페이딩이 존재하는 채널에서의 시뮬레이션 결과이다. 사용자수를 1명, 4명, 16명일 때 반복복호 횟수에 따른 성능을 나타내고 있다.

AWGN 채널만 고려한 그림에 비해 레일레이 페이딩이 추가되었을때는 2dB까지는 성능의 변화가 거의 없다가 반복복호 횟수가 많을 때 2dB이후에서 곡선의 기울기가 급격히 변화함을 알 수 있다.

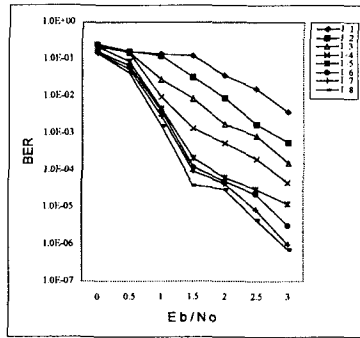


그림 4.1 AWGN 채널에서의 터보부호의 비트에러확률 (1는 반복복호 횟수)

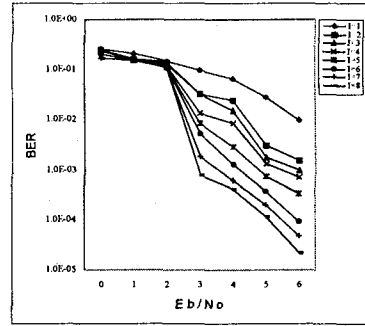


그림 4.4 AWGN과 레일레이 페이딩을 고려한 채널에서 사용자수 16명일 때 터보부호의 비트에러확률

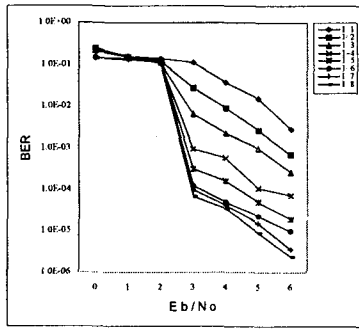


그림 4.2 AWGN과 레일레이 페이딩을 고려한 채널에서 사용자수 1명일 때 터보부호의 비트에러 확률

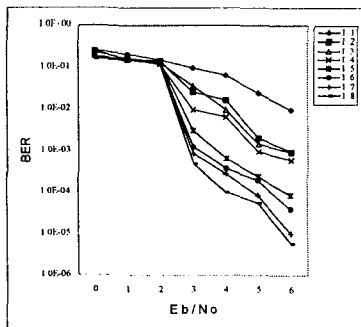


그림 4.3 AWGN과 레일레이 페이딩을 고려한 채널에서 사용자 4명일 때 터보부호의 비트에러확률

V. 결론

본논문은 현재까지 알려진 부호중에 가장 좋은 성능을 나타내고 있는 터보부호를 W-CDMA 시스템에 적용하여 AWGN과 레일레이 페이딩이 존재하는 채널과 사용자수, 반복복호에 따라 그 성능을 평가해 보았다.

AWGN과 레일레이 페이딩이 존재하는 채널에서 사용자수가 1명이고 반복복호를 1번 하였을 때 6dB에서 BER이 2.76×10^{-3} 이 되고 반복복호를 8번 하였을 때 6dB에서 BER이 2.40×10^{-6} 이 된다. AWGN과 레일레이 페이딩이 존재하는 채널에서 사용자수가 1명일 때 반복복호를 8번 사용한경우 6dB에서 BER이 2.40×10^{-6} 이 되고 사용자가 16명일 때 반복복호를 8번 사용한 경우 6dB에서 BER이 2.21×10^{-5} 이 된다. 사용자수를 달리하면서 반복복호를 실행한 결과 부호의 성능은 사용자가 적을수록 좋아지고, 반복복호의 수는 많을수록 좋아졌다. 반복복호를 많이하였을 때 AWGN과 레일레이 페이딩이 존재하는 채널에서는 2dB 이후에 BER이 좋아짐을 알 수 있다.

Reference

[1] 3GPP (3rd Generation Partnership Project) 3G TS 25.211 V3.2.0 (2000-03) pp. 9-13
 [2] Werner Mohr, "THE UTRA CONCEPT, EUROPE'S PROPOSAL TO IMT-2000" Globecom'99 Rio de Janeiro Brazil, pp.2683-2688