

---

# 무선통신 채널에서 세미 랜덤 인터리버를 이용한 터보코드의 성능분석

홍성원\*

Performance Analysis of Turbo code using Semi Random Interleaver  
over the Radio Communication Channel

Sung-Won, Hong

---

본 연구는 과학기술부·한국과학재단 지정 청주대학교 정보통신연구센터의 지원에 의한 것입니다.

---

## 요약

본 논문은 무선 통신 채널에서 세미 랜덤 인터리버를 이용한 터보코드의 성능을 분석하였다. 그 결과 복호기의 성능은 인터리버의 크기, 구속장의 길이, 반복 복호횟수가 증가할수록 성능은 우수하였다. 그리고 길쌈부호와 세미 랜덤 인터리버를 이용한 터보코드의 구속장과 BER 이  $10^{-4}$ 로 일정할 때, 각각의  $E_b/N_o$  값은 6.4[dB] 와 1.7[dB]이다. 그러므로 구속장이 일정할 때, 세미 랜덤 인터리버를 이용한 터보코드의 성능이 BER=  $10^{-4}$ 에서 길쌈부호보다 약 4.7[dB] 우수함을 입증하였다.

## ABSTRACT

In this paper, the performance of turbo code using semi random interleaver over the radio communication channel was analyzed. In the result, we proved that the performance of decoder was excellent as increase the interleaver size, constraint length, and iteration number. When the constraint length of turbo code using semi random interleaver and convolutional code is constant, and BER is  $10^{-4}$ , each value of  $E_b/N_o$  was 6.4[dB] and 1.7[dB]. Therefore, when the constraint length was constant, we proved that the performance of

---

\* 남서울대학교 정보통신공학과 겸임전임강사  
접수일자 : 2001. 1. 29.

turbo code using semi random interleaver is superior to convolutional code about 4.7[dB] in the case of BER =  $10^{-4}$ .

### I. 서론

차세대 무선 통신 시스템은 고속의 멀티미디어 데이터의 신뢰성 있는 전송을 요구하며, 고속의 데이터의 신뢰성을 높이면서도 송신 신호 전력을 높이지 않는 강력한 채널 코딩 및 효율적인 변조 방식등을 이용하여 통신의 품질을 개선시키고자 하는 연구가 활발히 이루어지고 있다[1].

터보코드는 1993년 C. Berrou가 ICC(International Conference on Communications)에서 "Near Shannon Limit Error-Correcting Coding and Decoding : Turbo Codes"라는 논문을 발표하면서 소개되었다[2].

터보코드는 소개되면서부터 우수한 복호 성능으로 많은 분야에서 연구되고 있다. 특히 위성통신은 지구 상공 35,860[km]에서 지구국과 통신을 하기 때문에 채널상의 대기 잡음과 강우 감쇠로 인한 신호의 왜곡이 발생한다. 이를 극복하기 위해 복호 성능이 우수한 터보코드를 오류정정코드로 사용할 수 있는 기법의 연구가 활발히 진행되고 있다[3]. 또한 이동통신은 채널상의 오류를 정정하기 위해 부호화율이 1/2과 1/3인 길쌈부호를 사용하고 있다. 그러나 길쌈부호는 오류 확률에 따른 구속장이 증가하면 시스템의 복잡성이 지수적으로 증가하기 때문에  $K=9$ 이상의 경우 구현이 어렵고 비실용적이다[4,5]. 따라서 구속장이 짧으면서도 복호성능이 우수한 터보코드를 PCS와 CDMA 시스템에 적용하기 위해 많은 연구가 이루어지고 있다[6-8].

터보코드의 구조를 살펴보면, 터보코드 부호기는 두개의 RSC(Recursive Systematic Convolutional) 부호와 인터리버(interleaver)로 구성되어 있다. RSC 부호는 조직 길쌈부호(systematic convolutional code)에 해당이 더해진 형태이다. 터보코드 부호기는 부호기의 두 RSC 부호에 대한 복호기가 직렬로 연결되어 있으며, 각 복호기에서는 MAP 복호 알고리즘[9-11] 또는 SOVA(Soft-Output Viterbi Algorithm)[12-14]를 이용하여 복호를 수행한다. 터보코드가 우수한 성능을 내는 가장 큰 이유는 복호기에 내재하

는 인터리버와 복호기의 반복 복호 때문이다. 그러나, 인터리버의 크기가 클수록, 반복 복호 횟수가 많을수록 터보코드의 복호성능은 우수하지만 시스템이 복잡해져 한 개의 정보비트를 복호할 때 많은 시간 지연을 발생시켜 실시간 통신에는 부적합하다.

그러므로 터보코드의 복잡도를 줄이기 위해 Franz V.는 트렐리스 경로에 임의의 임계값을 주어 각 경로의 매트릭 값이 임계값 이상이면 생존 경로로 선택하고 임계값 이하이면 경로를 삭제하여 터보코드의 복잡도를 감소시킬 수 있는 알고리즘을 제시하였다[15]. 또한 S. Hong은 터보코드를 VLSI로 설계시 복잡도를 감소시키는 방법을 연구하는 등[16], 복잡도를 감소시키기 위한 많은 연구가 진행 중에 있다[17, 18].

터보코드의 중요한 성능 파라메타인 인터리버는 페이딩 채널에서 발생하는 연접 오류(burst error)에 대비하기 위하여 사용하는 시간 다이버시티의 형태로 부호어를 분산시켜서 비트와 비트가 서로 독립적으로 페이딩이 되도록 하는 것이다[19, 20]. 이 경우 연접 오류는 다수의 부호어에 속하는 다수의 비트군에 영향을 미친다. 부호화된 메시지를 전송하기 전 인터리빙을 하고, 메시지를 수신한 후에 역 인터리빙을 행하는데 채널에 오류가 연접으로 발생할 경우 시간적으로 연접 오류를 확산시켜 복호기에서는 랜덤 오류처럼 되어 오류정정이 가능하다. 인터리버는 메모리를 사용하여 구현할 수 있으며, 무선 페이딩 채널하에서 디지털 신호를 전송할 때 그 품질을 향상시킬 수 있다. 그러나 부가적으로 시간지연과 메모리의 공간을 더 많이 요구하며, 시스템의 복잡도가 높아지는 단점이 있다.

본 논문에서는 무선통신 채널 상에서 세미 랜덤(Semi-Random) 인터리버[21]를 이용한 터보코드의 성능을 분석하였다. 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 터보코드 부호기, 세미 랜덤 인터리버, 복호기 구조에 대하여 기술하였다. 제3장에서는 시뮬레이션 결과 및 고찰에 대하여 기술하고, 마지막으로 제4장에서는 결론을 맺었다.

## II. 터보코드를 이용한 채널 코딩

터보코드는 오류정정 능력이 우수하여 통신채널 상에서 일어나는 오류를 복호하는 오류정정 부호기로서 많은 연구가 진행되어지고 있으며 그 구성은 다음과 같이 3부분으로 구분 지을 수 있다. 첫째 정보비트를 부호화하는 부호기단이며, 둘째 연접오류를 산발오류로 분포시킬 수 있는 인터리빙 단과 마지막으로 부호화된 정보비트를 복호화하는 복호기단으로 구성된다.

### 1. 터보코드 부호기

터보코드의 부호기는 그림1과 같이 두 개의 RSC (Recursive Systematic Convolutional Code)와 인터리버의 결합으로 구성되어있다.

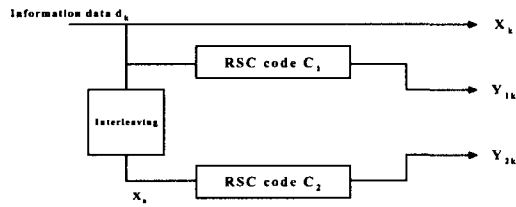


그림 1. 터보코드 부호기

위의 그림에서 부호화율이 1/3, 구속장의 길이가  $K$ 인 길쌈 부호기의  $k$ 번째 부호기 입력이  $d_k$  비트 일 때, 출력  $(X_k, Y_k)$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} X_k &= \sum_{i=0}^{v-1} g_{1i} d_{k-1} & d_{1i} &= 0, 1 \\ Y_k &= \sum_{i=0}^{v-1} g_{2i} d_{k-1} & d_{2i} &= 0, 1 \end{aligned} \quad \dots \dots \dots (1)$$

여기서  $G_1 : \{g_{1i}\}$ ,  $G_2 : \{g_{2i}\}$ 는 두 개의 부호기의 생성 계열이다. 터보코드 부호기의 구성부호는 전송률 및 오류정정 능력을 고려하여 원하는 만큼 구성할 수 있다.

두 개의 RSC 코드는 조지 길쌈코드에 케환이 이루어진 형태라고 할 수 있는데 그 실제적인 예로 그림2 와 같은 형태 외에 다양하게 구성할 수

있다. RSC 코드의 구조가 터보코드의 성능 전체에 미치는 영향이 상당한 비중을 차지하며 다양한 구성부호에 대하여도 터보코드의 성능은 차이를 나타낸다.

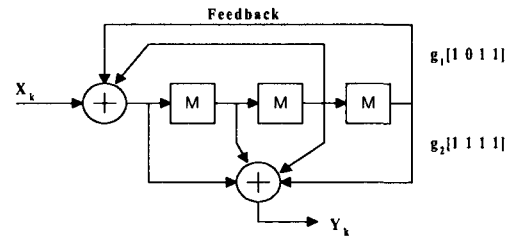


그림 2. RSC 부호기

이제 부호화 과정을 살펴봐야 하는데 이의 과정은 다음과 같다.

$k$ 번째 정보비트  $d_k$ 는 채널을 통하여 출력으로 직접 전송되는 동시에 첫 번째 RSC 부호기에 입력이 되어 출력  $Y_{1k}$ 를 생성하고, 또 두 개의 RSC 부호기 사이에 있는 인터리버에 의해 인터리빙된 후 두 번째 RSC 부호기에 입력이 되어 출력  $Y_{2k}$ 가 생성되어 다음 통신블록으로 전송되어 진다.

### 2. Semi-Random 인터리버

인터리버는 채널상의 연접 오류를 랜덤 오류로 데이터를 재배열하는 방식으로 디인터리버와 쌍으로 사용된다. 터보코드에 사용되는 인터리버는 블록, 대각, 랜덤등이 있으며, 본 논문에서는 세미 랜덤 인터리버를 적용하여 성능을 분석하였다. 세미 랜덤 인터리버는 블록, 대각 인터리버처럼 데이터를 인터리버 내에 쓸때는 규칙성을 갖고 데이터를 쓰고, 데이터를 읽을 때는 랜덤 인터리버처럼 데이터를 랜덤하게 읽는다. 역 인터리버를 시행할 때 인터리버에서 인터리빙된 데이터는 메모리 내의 주소 번지 값을 기억하고 있어야 한다. 이상과 같은 세미 랜덤 인터리버 알고리즘을 흐름도로 나타내면 그림3과 같다.

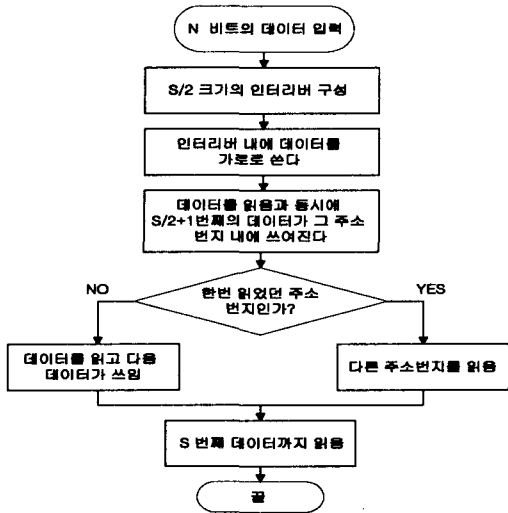


그림 3. 세미 랜덤 인터리버 알고리즘

3. 터보코드 복호기

그림4는 일반적인 터보코드의 복호기를 나타내는데, 부호기에서의 두 RSC 부호에 대한 복호기, DEC1과 DEC2가 직렬로 연결되어 있다. DEC1은 정보비트  $x_k$ 와 첫번째 RSC 부호의 출력  $y_{1k}$ 을 입력받아 복호된 신호를 출력한다. DEC1에서 복호된 신호는 인터리버를 거친 후 두번째 RSC의 출력  $y_{2k}$ 와 DEC2로 입력되어 복호된다. DEC2에서 복호된 신호는 역 인터리버를 거친후 DEC1으로 케환되어 반복 복호를 실행함으로써 성능을 개선시킨다.

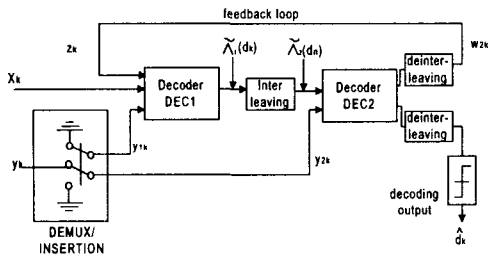


그림 4. 터보코드 복호기

DEC1과 DEC2에서 사용되는 복호 알고리즘을 간단히 설명하면 다음과 같다. 정보비트는 부호기의 인터리버 크기가 N인 프레임 단위로 채널을 통

하여 전송되고, 복호기는 MAP 알고리즘을 이용하는데, MAP 알고리즘이란 전체 수신된 신호 프레임을 관찰한 후 임의의 시점에서 정보비트가 0일 확률과 1일 확률을 비교하여 확률이 더 큰 값을 복호값으로 선택하는 알고리즘이다. 즉, 다음과 같이 LLR(logarithm of likelihood ratio)을 계산하고

$$\Lambda(d_k) = \log \frac{\Pr\{d_k=1 | \text{observation}\}}{\Pr\{d_k=0 | \text{observation}\}} \dots\dots\dots (2)$$

다음과 같은 기준으로 복호하게 된다.

$$\begin{aligned} \Lambda(d_k) \geq 0 & \text{ 이면 } \hat{d}_k = 1 \\ \Lambda(d_k) < 0 & \text{ 이면 } \hat{d}_k = 0 \end{aligned} \dots\dots\dots (3)$$

식 (2)의 LLR은 상태메트릭  $\alpha_k(m)$ 과  $\beta_k(m)$ 을 이용하여 다음과 같이 정의될 수 있다.

$$\Lambda(d_k) = \log \frac{\sum_m \alpha_k^1(m) \beta_k^1(m)}{\sum_m \alpha_k^0(m) \beta_k^0(m)} \dots\dots\dots (4)$$

식 (4)의  $\alpha_k(m)$ 은 순방향 메트릭으로 정의되는 데, 시점 0에서부터 시점 k에 이르기까지 k시점에서 m 상태에 이를 수 있는 모든 경로의 메트릭 값의 합으로써 시점 0에서부터 k까지 순 방향으로 순환적으로 계산된다. 반면에  $\beta_k(m)$ 은 트렐리스의 마지막 시점에서 k 시점에 역으로 이르기까지 k시점에서 m 상태에 이를 수 있는 모든 경로의 메트릭 값의 합으로써 트렐리스의 마지막 시점에서부터 k까지 역 방향으로 순환적으로 계산된다.

III. 컴퓨터 시뮬레이션 및 성능분석

무선 통신채널 상에서 터보코드의 성능을 분석하기 위하여 (그림 5)에 나타난 시뮬레이션 모델을 사용하였다. 반복 복호횟수,  $E_b/N_0$ 값, 구속장을 초기화를 하고, 랜덤신호 발생기에서 2진 신호(0/1)을 발생하여 터보 부호기에 입력된다. 정보비트인 2진 신호를 입력받아 부호화율 1/2로 전송된 신호는 1을 1로, 0를 -1로 BPSK변조되어 무선 통신채널인

AWGN 채널로 전송된다. 잡음이 첨가된 신호는 복호기에서 MAP 복호 알고리즘을 이용하여 신호를 판정하고 복호한 후에 부호기의 입력과 비교하여 BER을 계산한다. 이때 궤환은 그림5의 스위칭 순서에 의해 이루어진다.

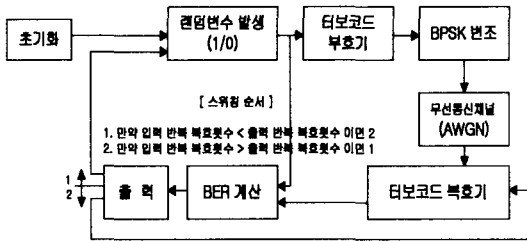


그림 5. 시뮬레이션 모델

1. 세미 랜덤 인터리버를 사용한 터보코드의 성능분석  
그림6에서 그림9는 한 개의 정보비트를 복호하기 위한 시스템의 복잡도를 고려하여 반복 복호횟수를 3회, 세미 랜덤 인터리버의 크기를 1024에서 16384까지 2배씩 증가시키고, 구속장을 5, 4, 3, 2로 각각 변화시키며 BPSK로 변조하여 AWGN 채널로 전송 후 복호기에서 MAP 알고리즘과 세미 랜덤 인터리버를 이용한 터보코드의 성능을 분석하였다.

그림6과 표1은 구속장이 5, 반복 복호횟수가 3회,  $BER=10^{-4}$ 일 때, 세미 랜덤 인터리버의 크기를 1024에서 16384까지 2배씩 증가시키며 각각에 대한  $E_b/N_0$  값을 나타냈다. 세미 랜덤 인터리버의 크기가 1024일 때  $E_b/N_0$  값은 3.40[dB], 2048일 때는 3.25[dB], 4096일 때는 3.15[dB]이다. 그리고 8192일 때는 3.05[dB]이고, 16384일 때는  $E_b/N_0$  값이 2.95[dB]이다. 그 결과 세미 랜덤 인터리버의 크기가 1024에서 4096까지는  $E_b/N_0=0.35$ [dB] 향상되고, 세미 랜덤 인터리버의 크기가 4096에서 16384까지는  $E_b/N_0=0.20$ [dB] 향상되었다. 그러므로 세미 랜덤 인터리버의 크기가 4096이상일 때 성능은 향상되지만 크게 개선되지는 않았다.

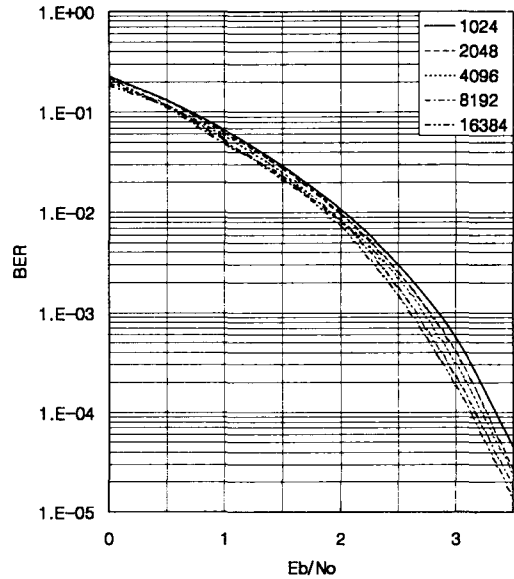


그림 6. 세미 랜덤 인터리버 크기에 따른 성능분석 (구속장 5, 반복복호횟수 3회)

표 1. 세미 랜덤 인터리버 크기에 따른 성능 분석 (구속장 5)

구속장	복호 횟수	BER	인터리버 크기	$E_b/N_0$ [dB]
5	3	10 <sup>-4</sup>	1024	3.40
			2048	3.25
			4096	3.15
			8192	3.05
			16384	2.95

그림7와 표2은 구속장이 4, 반복 복호횟수는 3회,  $BER=10^{-4}$ 로 일정할 때, 세미 랜덤 인터리버의 크기를 1024에서 16384까지 2배씩 증가시키며 세미 랜덤 인터리버 크기에 따른 성능을 분석하였다. 세미 랜덤 인터리버의 크기가 1024일 때  $E_b/N_0$  값은 3.80[dB], 2048일 때는 3.60[dB], 4096일 때는 3.55 [dB]이다. 그리고 8192일 때는 3.48[dB]이고, 16384일 때는  $E_b/N_0$  값이 2.98[dB]이다.

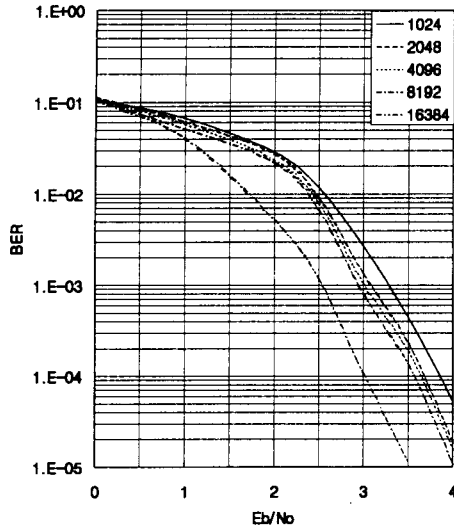


그림 7. 세미 랜덤 인터리버 인터리버 크기에 따른 성능분석  
(구속장 4, 반복복호횟수 3회)

표 2. 세미 랜덤 인터리버 크기에 따른 성능 분석  
(구속장 4)

구속장	복호 횟수	BER	인터리버 크기	$E_b/N_0$ [dB]
4	3	10-4	1024	3.80
			2048	3.60
			4096	3.55
			8192	3.48
			16384	2.98

그림8과 표3는 구속장이 3, 반복 복호횟수가 3 회, 그리고 세미 랜덤 인터리버의 크기를 1024에서 16384까지 2배씩 증가시키며  $BER=10^{-4}$ 일 때,  $E_b/N_0$ 값을 구하였다. 세미 랜덤 인터리버의 크기가 1024일 때  $E_b/N_0$  값은 4.30[dB], 2048일 때는 4.25 [dB], 4096일 때는 4.20[dB]이다. 그리고 8192 일 때는 4.17[dB]이고, 16384일 때는  $E_b/N_0$  값이 4.15[dB]이다. 그 결과 세미 랜덤 인터리버의 크기가 1024에서 4096까지는  $E_b/N_0=0.10$ [dB] 향상되고, 세미 랜덤 인터리버의 크기가 4096에서 16384

까지는  $E_b/N_0=0.05$ [dB] 향상된다. 그러므로 세미 랜덤 인터리버의 크기가 4096이상일 때 BER에 대한  $E_b/N_0$ 의 값은 향상되지만 세미 랜덤 인터리버의 크기가 4096이하 일 때보다 크게 개선되지는 않는다.

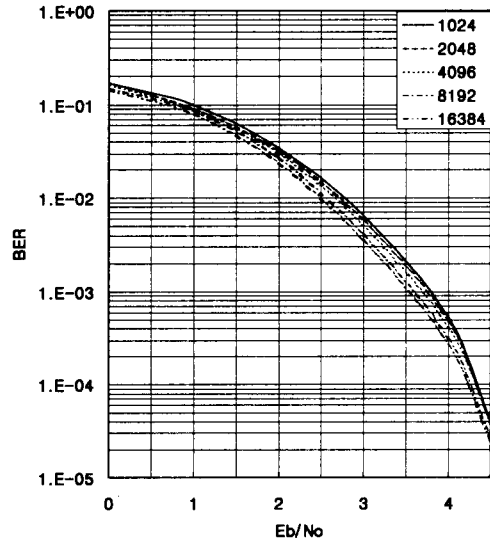


그림 8. 세미 랜덤 인터리버 크기에 따른 성능분석  
(구속장 3, 반복복호횟수 3회)

표 3. 세미 랜덤 인터리버 크기에 따른 성능 분석  
(구속장 3)

구속장	복호 횟수	BER	인터리버 크기	$E_b/N_0$ [dB]
3	3	10-4	1024	4.30
			2048	4.25
			4096	4.20
			8192	4.17
			16384	4.15

그림9과 표4은 구속장이 2, 반복 복호횟수가 3 회, 그리고 세미 랜덤 인터리버의 크기를 1024에서 16384까지 2배씩 증가시키며  $BER=10^{-4}$ 로 일정할 때 세미 랜덤 인터리버 크기에 따른 성능을

분석하였다. 세미 랜덤 인터리버의 크기가 1024일 때  $E_b/N_0$  값은 5.95[dB], 2048일 때는 5.80[dB], 4096일 때는 5.70[dB]이다. 그리고 8192일 때는 5.60[dB]이고, 16384일 때는  $E_b/N_0$  값이 5.50[dB]이다. 그 결과 세미 랜덤 인터리버의 크기가 1024에서 4096까지는  $E_b/N_0=0.25$ [dB] 향상되고, 세미 랜덤 인터리버의 크기가 4096에서 16384까지는  $E_b/N_0=0.20$ [dB] 향상되었다. 그러므로 세미 랜덤 인터리버의 크기가 4096이상일 때  $E_b/N_0$  값은 조금씩 향상되지만 세미 랜덤 인터리버의 크기가 4096이하 일 때보다 성능은 크게 향상되지 않았다.

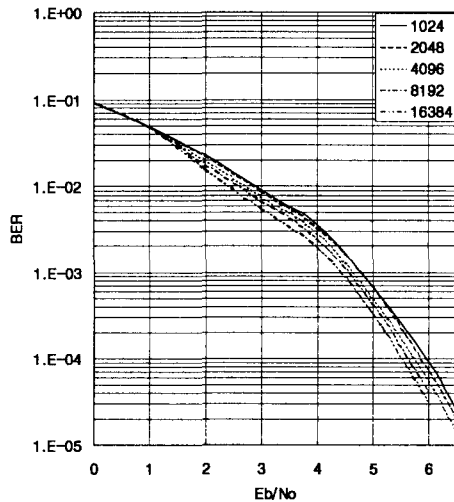


그림 9. 세미 랜덤 인터리버 크기에 따른 성능분석 (구속장 2, 반복복호횟수 3회)

표 4. 인터리버 크기에 따른 성능분석 (구속장 2)

구속장	복호 횟수	BER	인터리버 크기	$E_b/N_0$ [dB]
2	3	10 <sup>-4</sup>	1024	5.95
			2048	5.80
			4096	5.70
			8192	5.60
			16384	5.50

2. 무선 통신 채널상에서 길쌈부호를 이용한 성능분석  
그림10와 표5는 길쌈부호에 사용되는 비터비 복호 알고리즘의 구속장 K를 3에서 9까지 변화시키며  $E_b/N_0$ 에 따른 BER에 대하여 나타냈다. 단,  $BER=10^{-4}$ 로 일정하다. 길쌈부호의 구속장이 3에서 9로 변화하면  $E_b/N_0$ 는 3.3[dB]개선 된다

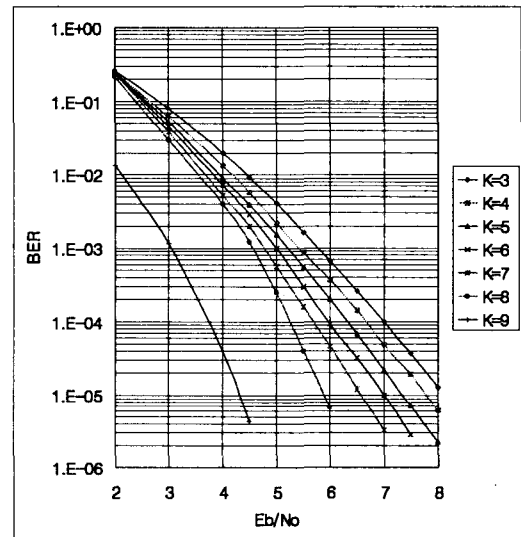


그림10. 구속장에 따른 길쌈부호의 성능분석

표 5. 구속장에 따른 길쌈부호의 성능분석

구속장	3	4	5	6	7	8	9
$E_b/N_0$ [dB]	7.0	6.6	6.4	6.0	5.6	5.4	3.7

#### IV. 결론

본 논문은 무선통신 채널상에서 세미 랜더 인터리버를 사용한 터보코드의 성능을 분석하였다. 이를 위해 한 개의 정보비트를 복호하기 위한 시스템의 복잡도를 고려하여 반복 복호횟수를 3회, 세미 랜덤 인터리버의 크기를 1024에서 16384까지 2배씩 증가시키고, 구속장을 2, 3, 4, 5로 각각 변화시키며 BPSK로 변조하여 무선통신 채널인 AWGN 채널로 전송하였다. 그리고 수신기에서는 MAP 알고리즘과 세미 랜덤 인터리버를 이용한 터보코드 복호기를 이용하

여 BER에 따른  $E_b/N_0$  구하여 성능을 분석하였다. 그리고 무선통신 채널에서 세미 랜덤 인터리버를 이용한 터보코드와 동일한 조건인 BER과 구속장에 대하여 길쌈부호의 성능을 비교 분석하였다.

그 결과 무선 통신 채널에서 세미 랜덤 인터리버를 이용한 터보코드는 인터리버의 크기가 클수록, 구속장의 크기가 클수록, 반복 복호횟수가 증가할수록 복호 성능이 우수함을 입증할 수 있었다. 그리고 세미 랜덤 인터리버를 사용한 터보코드와 길쌈부호의 구속장이 5,  $BER=10^{-4}$ 로 일정할 때 각각의  $E_b/N_0$  값은 6.4[dB], 1.7[dB]이다. 그러므로 구속장이 일정할 때 터보코드가  $BER=10^{-4}$ 에서 길쌈부호보다 약 4.7[dB] 우수함을 입증할 수 있었다.

#### 참고문헌

- [1] FPLMTS/IMT-2000, Report of the Tenth Meeting of ITU-R Task Group8/1, Mainz, April 1996.
- [2] Berrou.C, Glavieux.A, "Near shannon limit error coding and decoding : turbo codes," Proc. ICC'93, pp.1064-1070.
- [3] D. Divsalar and F. Pollara, "Turbo codes for deep space communications," TDA progress rep. 42-120. Jet propulsion lab., pasadena, CA, pp.66-77, Feb. 15 1995.
- [4] Heller, J. A., Jacobs, I. W., "Viterbi decoding for satellite and space communications," IEEE Trans. Commun.Technol., Vol.COM19, No.5, pp.835-848, Oct. 1971.
- [5] Kohlenberg, A., Forney, G. D., "Convolutional coding for channels with memory," IEEE Trans. Inf. Theory, Vol.IT2, pp.618-626, 1968.
- [6] D. Divsalar and F. Pollara, "Turbo codes for PCS applications," Proc. ICC95, seattle, WA, pp.18-22, June 1995.
- [7] Wang XD, Poor HV, "Iterative(Turbo) soft interference cancellatin and decoding for coded CDMA," IEEE Trans. on Communication Vol.47, No.7, pp. 1046-1061, July. 1999.
- [8] Alexander PD, Reed MC, Asenstorfer JA, Schlegel CB, "Iterative multiuser interference reduction Turbo CDMA," IEEE Trans. on Communication Vol.47, No.7, pp.1008-1014, July. 1999.
- [9] L. R. Bahl, J. Cocke, F. Jelinek, and Jraviv, "Optimal Decoding of Linear Codes for Minimizing Symbol Error Rate," IEEE Trans. Inform. Theory., Vol.IT-20, pp. 284-287, Mar. 1974.
- [10] Hagenauer. J, Robertson. P, and Papke. L, "Iterative(turbo) decoding of systematic convolutional codes with the MAP and SOVA," Submitted to ITG 1994 Conf., October 1994.
- [11] P. Robertson, E. Vilebrun, and P. Hoeher, "A comparison of optimal and sub-optimal MAP decoding algorithms operating in the log domain," in Proc., IEEE Int. conf, on Commun. (seattle, 1995), pp. 1009-1013.
- [12] L. Lin and R. Cheng, "Improvements In SOVA- Based Decoding For Turbo Codes," Proc of ICC, pp.1473-8, June 1997.
- [13] L. Papke, p. Robertson, and E. Vilebrun, "Improve decoding with the SOVA in a parallel concated (Turbo-code) schem," in Proc., IEEE Int. Conf. on Commun. pp.102-106, 1996.
- [14] Minowa T, Ogiwara H, "Application of soft-in/soft-out Viterbi algorithm to turbo trellis coded," IEICE Transactions on Fund. of Elect. Communi. & Computer Vol.E81-A, No.10, pp.2047-2054.
- [15] Franz V, Anderson JB, "Concatenated decoding with a reduced search BCJR algorithm," IEEE Journal on Sel. Areas in Comm.,Vol.16, No.2, Feb. 1998.
- [16] S. Hong, W. E.Stark, "VLSI Circuit Complexity and Decoding Performance Analysis for Low-Power RSC," Proceedings of the Military Comm. Conf. Vol.3, pp.708-712, Oct. 1998.
- [17] Ping L, "Modified turbo codes with low decoding complexity," Electronics Letters, Vol.34 No.23, pp. 2228-2229, Dec. 1998.



- [18] F. Berens, T. Bing, H. Michel, A. Worm, P. W. Baier, "Performance of Low Complexity Turbo-Codes in the UTRA-TDD-Mode," Proceedings of the IEEE VTS 50th Vehicular Tech. Conf. - Vol. 5, pp.2621-2625, September 1999.
- [19] Ramsey, J. L., "Realization of optimum interleavers," IEEE Trans. Inf. theory. Vol IT16, No.3, pp.338-345, May 1970.
- [20] A. S. Barbulescu and S. S. Pietrobon, "Interleaver design for turbo codes," Electronics Letters 8th Vol.30 No.25, Dec. 1994.
- [21] 홍성원, 박진수 "터보코드에 적용을 위한 세미 랜덤 인터리버 알고리즘의 제안" 한국정보처리학회 논문지, 제7권, 제2호, pp. 537-541, 2000.



홍성원(Sung-Won Hong)

1993년 청주대학교 전자공학과 졸업(학사)

1995년 청주대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

2000년 청주대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

1995년~현재 모아통신(주) 부설통신연구소 전임연구원

1999년~현재 남서울대학교 정보통신공학과 겸임전임강사

\* 관심분야 : 디지털이동통신, 부호이론, 멀티미디어통신, 영상통신, Spread Spectrum

무선통신 채널에서 세미 랜덤 인터리버를 이용한 터보코드의 성능분석