

# 멀티미디어 통신시스템에서 고화질의 영상통신을 위한 잡음 제거 방법의 제안

조동욱\*, 백승재\*\*, 홍성원\*\*, 박진수\*\*, 김동원\*, 김용찬\*\*, 김지영\*\*\*

\* : 충북도립대학    \*\* : 청주대학교    \*\* : 서원대학교  
e-mail:ducho@occ.ac.kr

## A Presentation of Noise Removal Method for High Quality Communication in Multimedia Communication System

Dong Uk Cho\*\*, Seung Jae Baek\*, Sung Won Hong\*, Jin Soo Park\*  
Dong Won Kim\*, Yong Chan Kim\*\*, & Ji Yeong Kim\*\*\*

\* : Dept. of Information & Communication Engineering, Chungbuk Provincial College.

\*\* : Dept. of Electronic Engineering, Chongju Univ.

\*\*\* : Dept. of Computer Science & Engineering, Seowon Univ.

### 요약

고효율의 멀티미디어 통신 서비스를 제공하기 위해 오류정정 능력이 뛰어난 채널코딩 기법과 차세대 통신 시스템에서 영상서비스는 그 데이터 양의 방대함으로 인해 효과적인 영상 압축 기법이 요구되고 있다. 또한 디지털 영상물의 저작권 보호(copyright protection)에 대한 디지털 워터마킹 기술이 중요한 현안이 되고 있다. 본 논문에서는 멀티미디어 통신 시스템에서 고화질의 영상을 보장하기 위한 채널 코딩 기법을 제안하고자 한다. 이를 위해 연립오류를 산발 오류로 분포시킬 수 있는 새로운 인터리빙 방법의 제안과 터보 코드를 적용하여 채널상에서 발생하는 잡음을 제거하는 방법을 제안하고자 한다

※ 본 연구는 과학기술부-한국과학재단 지정 청주대학교 정보통신연구센터의 지원에 의한 것입니다.

### 1. 서론

기존의 통신은 음성이 차지하는 비율이 90%, 데이터가 차지하는 비율이 10%였다. 그러나 금명간 데이터의 차지 비율이 90%이고 음성은 무료로 제공되는 부가 서비스로 전락될 상황에 놓여 있다. 이같은 멀티미디어 통신 시대에서 가장 중요한 것은 영상 데이터의 처리이다. 멀티미디어 통신 시대에서 가장 중요한 것은 영상 데이터의 처리이다. 멀티미디어 통신 시대에서 사용자들의 요구는 영상정보의 양적인 증대에 그치지 않고 질적인 면에서 현재보다 우수한 화질의 영상을 공급 받기를 원하고 있는 실정이다. 또한 2001년부터 시범 서비스가 실시된

caions-2000)은 차세대 이동 멀티미디어 통신의 고품질 서비스를 목표로 전세계 어느 곳에서나 하나의 단말기로 통신이 가능하도록 하자는데 있다[1]. IMT-2000이란 2Mbps까지의 전송속도를 가지고 언제, 어디서, 누구에게나 음성, 데이터, 영상등의 멀티미디어 통신을 가능케 하고 국제 로밍(Roaming)서비스를 제공하게 하는 것이며 시스템 차원에서 볼 때 ATM등 초고속 정보통신망을 기반으로 하는 유·무선 통합 시스템이다. 그러나 IMT-2000의 주된 정보도 영상정보이다. 따라서 IMT-2000서비스의 성공여부는 고화질의 영상 정보제공에 좌우된다고 할 수 있다. 본 연구의 최종 목표는 멀티미디어 통신 시스템을 구축하고자 하는 것이며 본 논문은 전

체 시스템 중에서 채널상에서 발생하는 잡음을 효과적으로 제거 할 수 있는 방법을 제안하고자 한다. 이를 위해 연집 오류(burst error)를 산발 오류로 분포 시킬 수 있는 새로운 인터리버 (interleaver)를 제안하고자 하며 터보코드에 의해 채널상에서 발생하는 잡음을 제거하고자 한다.

## 2. 시스템의 구성

구축하고자 하는 시스템의 전체 구성도는 아래 그림 1과 같다. 구축하는 시스템의 목표는 크게 세 가지로 나눌 수 있다.

첫째, 영상에 대한 소유권을 보장할 수 있는 디지털 워터마크(digital watermark)방법의 제안

둘째, 효과적인 영상 전송을 위한 영상 압축

셋째, 채널상에서 발생하는 잡음을 효과적으로 제거하기 위한 인터리버의 설계 및 터보코드의 적용

본 논문에서 세가지 모듈중에 세 번째 모듈에 해당하는 부분을 다루고자 하며 이를 실험을 통해 제안한 방법의 유용성을 입증하고자 하는 것이 본 논문의 취지이다.

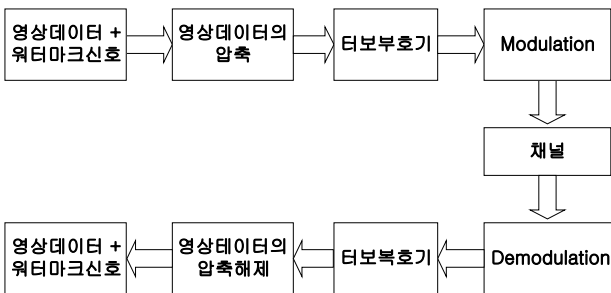


그림 1. 구축하고자 하는 시스템의 구성

우선 터보코드 부호기의 입력은 영상데이터를 이용하게 되는데 이 영상 데이터는 입력되기 전에 영상 압축 단계를 거쳐 고효율로 압축된 영상데이터 계열로 출력된 것이다. 이후 부호기를 거쳐 부호화된 데이터 즉, 부호어는 변조기에 입력되어 변조된 후 채널을 통하여 전송되게 된다.

최종적으로 채널을 통하여 수신된 수신계열은 복호기에 입력되어 복조된 후 터보코드 복호기에 의하여 오류정정이 되어 복호 데이터가 출력된다. 구축하고자 하는 시스템은 복잡도의 최소화를 위하여 간단한 부호기를 이용하며 복호는 MAP알고리즘을 이용한다.

## 3. 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.

첫째로 연집오류를 산발오류로 분포시킬 수 있는 인터리빙단이며, 둘째로 정보비트를 부호화하는 부호기단, 마지막으로 부호화된 정보비트를 복호화하는 복호기단으로 구성된다.

### 3.1 인터리빙

인터리빙은 페이딩 채널에서 발생하는 연집 오류에 대비하기 위한 방법이며 사용하는 시간 다이버시티의 형태로 간단하고 효율적인 방법이다. 다음에 기존의 인터리버[7]를 기술하였으며, 본 논문에서는 새로운 세미 랜덤 인터리버를 제안하였다.

#### 3.1.1 블록 인터리버

블록 인터리버는 부호기로부터 블록 내에 부호화된 심볼을 입력받아 심볼을 재배치하고, 변조기로 재배치된 심볼을 전송한다. 입력 비트의 계열을  $N \times M$  배열이라고 한다면, 정보 비트의 계열을 블록 인터리버 내에 행으로 데이터를 쓰고(표1) 배열이 완전히 채워지면 심볼은 한번에 한 열씩 변조기로 보내지고(표2) 채널을 통하여 전송된다. 수신측에서는 인터리버의 역 과정인 역 인터리버를 실행해야 하는데, 수신기는 복조기로부터 심볼을 수신하여 역 인터리버를 하고 복호기로 전송된다. 심볼은 열로 역 인터리버 배열안으로 들어가고 행으로 전송된다.

<표 1> 인터리버 내에 쓸 때

1	5	9	13
2	6	10	14
3	7	11	15
4	8	12	16

<표 2> 인터리버를 읽을 때

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

#### 3.1.2 대각 인터리버

대각 인터리버는 입력 비트의 계열을  $N(N+1)$  행렬로 보고 행으로 데이터를 쓰고(표3) 대각으로 데이터를 읽는(표4) 방식이다. 대각 인터리버를 사용할 경우 연집 오류는  $N+1$  만큼 분산되어 나타난다.

<표 3> 인터리버 내에 쓸 때

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20

<표 4> 인터리버를 읽을 때

16	12	8	4	20
11	7	3	19	15
6	2	18	14	10
1	17	13	9	5

3.1.3 세미 랜덤 인터리버

본 논문에서는 새로운 인터리버 방식인 세미 랜덤 인터리버에 대해 제안하고자 한다[8]. 이의 내용은 다음과 같다. 입력 비트의 수가 N 이라고 하면 인터리버의 크기는 N/2으로서 인터리버내를 구성하고, 순차적으로 데이터를 메모리 내에 행으로 저장한다(표5). 이때 메모리 내에 데이터가 모두 저장되면 랜덤하게 난수를 발생하여 데이터를 읽는다. 최종적으로 메모리내의 데이터를 읽음과 동시에 N/2+1번째 데이터가 그 위치에 입력된다(표6).

<표 5> 인터리버 내에 쓸 때

1	2	3	4
5	6	7	8

<표 6> 인터리버를 읽는 쓰는 과정

1(13)	2(10)	3(15)	4(14)
5(9)	6(12)	7(11)	8(16)

3.2 터보코드 부호기

터보코드의 부호기는 그림 2와 같이 두 개의 RSC (Recursive Systematic Convolutional Code)와 인터리버의 결합으로 구성되어있다[9].

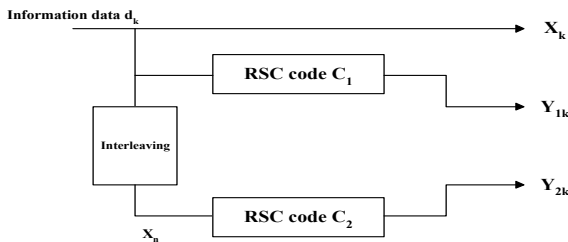


그림 2. 기본적인 Turbo 부호기

위의 그림에서 부호율이 1/2, 구속장의 길이가 K인 길쌈 부호기의 k번째 부호기 입력이 d\_k 비트 일 때, 출력 (X\_k, Y\_k)는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$X_k = \sum_{i=0}^v g_{1i} d_{k-1} \quad d_{1i}=0,1$$

$$Y_k = \sum_{i=0}^v g_{2i} d_{k-1} \quad d_{2i}=0,1$$

여기서 G<sub>1</sub>:{g<sub>1i</sub>}, G<sub>2</sub>:{g<sub>2i</sub>} 는 두 개의 부호기의 생성계열이며, 옥탈(octal) 형태로 표현된다. 터보코드 부호기의 구성부호는 전송률 및 오류정정 능력을 고려하여 원하는 만큼 구성할 수 있다. 두 개의 RSC코드는 조직 길쌈코드에 케환이 이루어진 형태라고 할 수 있는데 그 실제적인 예로 (그림 3)과 같은 형태 외에 다양하게 구성할 수 있다. RSC코드의 구조가 터보코드의 성능 전체에 미치는 영향이 상당한 비중을 차지하며 다양한 구성부호에 대하여도 터보코드의 성능은 차이를 나타낸다.

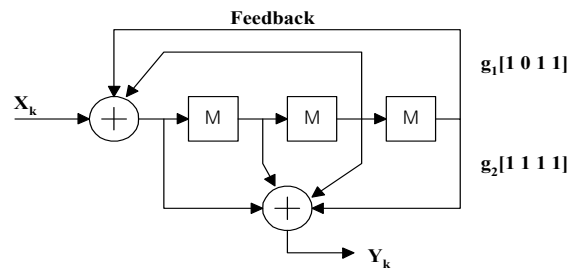


그림 3. RSC(Recursive systematic code) 부호기

이제 부호화 과정을 살펴봐야 하는데 이의 과정은 다음과 같다.

k번째 정보비트 d\_k 는 채널을 통하여 출력으로 직접 전송되는 동시에 첫 번째 RSC부호기에 입력이 되어 출력 Y<sub>1k</sub> 를 생성하고, 또 두 개의 RSC부호기 사이에 있는 인터리버에 의해 인터리빙된 후 두 번째 RSC부호기에 입력이 되어 출력 Y<sub>2k</sub> 가 생성되어 다음 통신블록으로 전송되어 진다.

3.3 터보코드 복호기

부호기에서의 두 RSC 부호에 대하여 출력되는 부호어를 복호하기 위하여 복호단에서의 복호기는 DEC1과 DEC2가 직렬로 연결되어 구성되어진다. DEC1은 정보비트 d\_k와 첫번째 RSC 부호의 출력 Y<sub>1k</sub>을 입력받아 복호된 신호를 출력한다. DEC1에서 복호된 신호는 인터리버를 거친 후 두번째 RSC

의 출력  $Y_{2k}$ 와 DEC2로 입력되어 복호된다. DEC2에서 복호된 신호는 역 인터리버를 거친후 DEC1으로 케환되어 반복 복호를 실행함으로 성능을 개선시킨다. DEC1과 DEC2에서 사용되는 복호 알고리즘을 간단히 설명하면 다음과 같다. 정보비트는 부호기의 인터리버 크기가  $N$ 인 프레임 단위로 채널을 통하여 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.

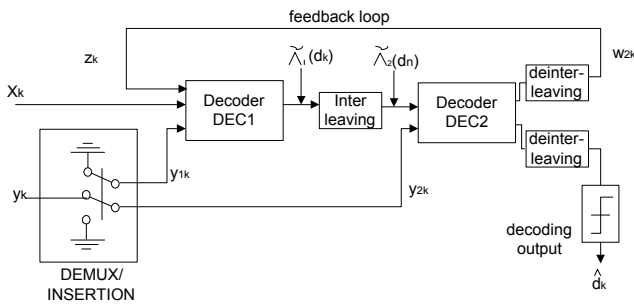


그림 4. 터보코드 부호기

즉, 다음과 같이 LLR (logarithm of likelihood ratio)을 계산한다.

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

이때 다음과 같은 기준으로 복호가 수행된다.

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

LLR은 상태메트릭  $\alpha_k(m)$ 과  $\beta_k(m)$ 을 이용하여 다음과 같이 정의될 수 있다[].

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

여기서 상태메트릭  $\alpha_k(m)$ ,  $\beta_k(m)$ 는 케환적으로 계산되며 이것을 살펴보면 다음과 같다.

첫째,  $\alpha_k(m)$ 을 살펴보면

$$\alpha_k(m) = \delta_i(R_k, m) \sum_{j=0}^1 (S_j^i(m))$$

여기서  $\delta_i(R_k, m) = \Pr(R_k | d_k=i, S_k=m)/2$ 는 가지메트릭이며 전송채널의 환경에 영향을 받으며, 부호기의 전달확률과 채널의 전달확률로부터 계산할 수 있다. AWGN 채널하에서의 가지메트릭은 아래와 같다.

$$\delta_i(R_k, m) = \exp\left(\frac{2}{\sigma^2} (x_k i + y_k Y_k^i(m))\right)$$

여기서  $S_j^i(m)$ 는 입력비트가  $j$ 일 때 상태  $m$ 으로 유도되는 역방향 상태이고,  $Y_k^i(m)$ 는  $S_k(m), d_k=i$ 일 때 부호기의 출력이다. 윗식의 격자도를 이용하여 나타내면 그림 5와 같다.

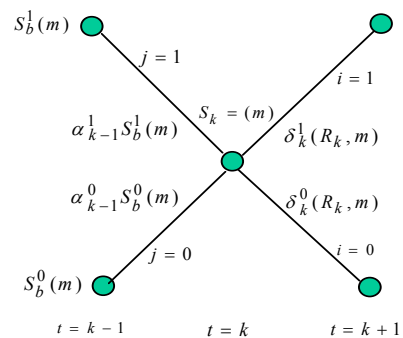


그림 5. 순방향 상태 메트릭스의 격자도

둘째,  $\beta_k(m)$ 을 살펴보면

$$\beta_k(m) = \sum_{j=0}^1 \beta_{k+1}^j(S_j^i(m)) \delta_j(R_{k+1}, S_j^i(m))$$

여기서  $S_j^i(m)$ 는 입력비트가  $i$ 일 때 상태  $m$ 으로 유도되는 순방향 상태이다. 윗식의 격자도를 이용하여 나타내면 그림 6과 같다.

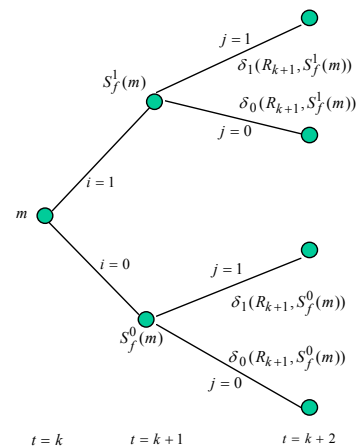


그림 6. 역방향 상태메트릭의 격자도

#### 4. 실험 및 고찰

본 논문의 유용성을 입증하기 위한 실험을 워크스테이션상에서 C언어를 사용하여 실험하고 있다. 현재 부분적인 실험결과가 도출되어 있으며, 타방법과의 비교 및 본 방법의 유용성을 입증하기 위한 객관적이고 정량적인 실험 데이터를 만들고 있는 상황이다.

### 5. 결 론

본 논문에서는 고화질의 영상통신 시스템 구축을 위해 채널상에서 발생하는 잡음을 제거하기 위한 방법론을 제안하였다. 이를 위해 새로운 세미랜덤 인터리버 방법을 제안하였으며 터보 코드에 의해 채널상에서 발생하는 잡음을 제거 하였다. 차후 환경에 불변인 워터마크 알고리즘의 개발과 고효율의 영상 압축 방법을 제안하여 실용적인 멀티미디어 시스템 구축을 위한 연구가 지속적으로 수행되어야 하리라 여겨진다.

### 참고문헌

[1] FPLMTS/IMT-2000, Report of the Tenth Meeting of ITU-R Task Group8/1, Mainz, April 1996.  
 [2] Y.Fisher(Ed.), "Fractal Compression: Theory and Application to Digital Images" Springer Verlag, New York. 1994.

Compression Using Wavelet Transform and Multiresolution Decomposition", IEEE Trans. Image Processing, Vol. 5, No.1, pp. 4-15, Jan., 1996.

[4] 공성곤, "부영상의 퍼지 분류에 의한 영상 데이터 압축", 한국통신학회지, Vol. 14, No. 9, 1997.  
 [5] Berrou.C, Glavieux.A "Near shannon limit error-coding and decoding:turbo codes". Proc. ICC'93, pp.1064-1070.  
 [6] 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.  
 [7] Pietrobon, S. and Barbulescu, A.S, A Simplification of the Modified Bahl Decoding Algorithm for Systematic Convolutional Codes, Proceedings of ISITA 94, pp. 875-880, Sydney, Australia, November 1994.  
 [8] 홍성원, 백승재, 박진수 "복잡도를 고려한 인터리버 알고리즘에 관한 연구" 산업과학연구 Vol. 17, No.1,pp 207-212, 1999.  
 [9] A.S. Barbulescu and S.S. Pietrobon "Interleaver design for turbo codes" Electronics Letters 8th Dec. vol.30 No.25, 1994.

[3] A. Averbuch, D.Lazer and M.Israeli, "Images