

특집논문-03-08-3-02

## 이동멀티미디어방송 시스템의 전송성능 분석

이 현\*, 박 소 라\*, 양 규 태\*, 함 영 권\*, 이 수 인\*

## Transmission Performance Analysis on Digital Multimedia Broadcasting System

Hyun Lee\*, So Ra Park\*, Kyu-Tea Yang\*, Youngkwon Hamn\* and Soo In Lee\*

## 요 약

이동멀티미디어방송 시스템의 기본 시스템을 이루는 유럽 방식인 Eureka-147 디지털 오디오 방송 시스템의 기본 요구 사항은 콤팩트 디스크와 같은 음질을 목표로 하므로 요구 비트오류율  $10^{-4}$ 을 기준으로 설계가 이루어졌다. 이동멀티미디어방송 시스템은 오디오 중심의 Eureka-147 디지털 오디오 방송 시스템과 달리, 멀티미디어 서비스를 중심으로 설계가 이루어져야 하기 때문에 요구 비트오류율은  $10^{-7} \sim 10^{-8}$  이하를 요구한다. 이를 위하여 기존의 Eureka-147 디지털 오디오 방송 표준에 대한 호환성을 유지하면서 이동멀티미디어방송에 대한 요구 비트오류율을 만족하기 위한 방법으로 RS(Reed-Solomon) 부호와 길쌈 인터리버를 조합한 외부호화 채널부호화 방식을 추가적으로 도입한다.

본 논문에서는 채널부호화 방식을 추가하였을 경우의 이동채널 모델을 기반으로 이동멀티미디어방송 시스템에 대한 채널 성능을 시뮬레이션하며, 시뮬레이션 결과로부터 채널부호화 추가의 필요성 및 적합성을 분석한다.

## Abstract

Eureka-147 DAB(Digital Audio Broadcasting) system on which DMB(Digital Multimedia Broadcasting) system is based, was designed for the requirements of CD quality audio with  $10^{-4}$  bit error rate. Audio program may be primary service in DAB system, but multimedia program can be primary service in DMB system. Therefore, the bit error rate required must be below  $10^{-7} \sim 10^{-8}$  to transmit multimedia data via DMB channel. In order to meet the requirements and keep backward compatibility of DAB system, we propose an outer channel coding scheme using Reed-Solomon coding and convolutional interleaving. This paper shows the simulation results for DMB channel performance based on mobile channel model. Also, it describes the needs and the effects of the outer channel coding.

## I. 서 론

1980년대 후반부터, 유럽 각국은 Eureka-147 공동 프로젝트를 결성하여 이동수신에서 고음질의 오디오 서비스를 제공할 수 있는 DAB 전송방식에 대한 연구를 본격적으로

시작하였다. '92년부터는 다중경로 페이딩에 강인한 특성을 가진 다중반송파 변조 방식인 COFDM(Coded-Orthogonal Frequency Division Multiplexing)과 고음질의 오디오 프로그램을 전송하기 위한 신호 압축방법인 MPEG(Moving Picture Experts Group)-1/-2 Layer II 오디오 코덱 기반의 DAB 전송시스템의 구현 및 성능 평가시험을 실시하여, 1995년 초, 유럽 단일 표준의 DAB 전송방식 개발을 완료하였다<sup>[1]</sup>.

현재 유럽 대부분의 나라와 캐나다, 싱가포르, 중국 등에

\* 한국전자통신연구원 전파방송연구소 방송시스템연구부  
Broadcasting System Department, Radio & Broadcasting  
Technology Laboratory, Electronics and Telecommunications  
Research Institute

서 DAB 본 방송을 하거나 준비 중에 있으며, 2002년 말, 우리나라도 Eureka-147 DAB 전송방식을 국내 디지털 오디오 방송을 위한 전송표준으로 선정하였다.

그러나 DAB의 경우, 아직까지 국내외를 막론하고 이동 채널에서 효율적이며 안정적인 고품질 멀티미디어 데이터 서비스 제공을 위한 이동멀티미디어방송 전송방식은 개발되지 않았다.

현재 국내 차세대디지털방송표준포럼 산하 MPEG-4 멀티미디어 서비스 기술위원회에서 이동멀티미디어방송 표준안이 완료되어 한국정보통신기술협회에 상정중인 이동멀티미디어방송 시스템은 DAB 시스템 및 그 외 다양한 디지털 방송기술을 이용하여 이동 채널환경에서의 안정적인 멀티미디어 데이터의 수신품질 확보 및 효율적인 양방향 대화형 멀티미디어 데이터 방송을 목표로 한다. 또한 멀티미디어 데이터의 고효율의 압축 및 객체화, 미디어 스트림간의 동기화 및 다중화, 추가적인 오류정정 기법 및 인터리빙을 적용함으로써, 이동 중에도 우수한 수신품질의 멀티미디어 데이터 방송 서비스를 제공받을 수 있으며, 기존 DAB 시스템 및 다양한 디지털 방송시스템 규격을 고려하여 제안되었기 때문에 기존 디지털 방송시스템과 완벽히 호환되어 동작함으로써 기 구축된 DAB 및 그 외 디지털 방송시스템의 변경 없이 방송할 수 있는 장점을 가진다.

본 논문에서는 기존의 Eureka-147 DAB 시스템에 추가적인 외부호화 방식을 도입하여 연접 채널 부호화 구조를 가지는 이동멀티미디어방송 시스템에 대한 채널 성능을 시

뮬레이션하며, 시뮬레이션 결과로부터 외부호화의 필요성 및 적합성을 분석한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 이동멀티미디어 방송 시스템의 기본 전송 방식으로 채택된 Eureka-147 방식의 DAB 시스템 및 이동멀티미디어방송 시스템 개요를 설명하며, 3장에서는 이동채널 환경에서의 시뮬레이션을 통해 2장에서 제시한 이동멀티미디어방송 시스템의 전송 성능 시뮬레이션 결과 및 분석을 보이며, 4장에서는 결론을 맺는다.

## II. 이동멀티미디어방송 시스템

이동멀티미디어방송을 위한 전송방식은 멀티미디어 데이터 압축을 위한 고효율 소스 부호화 및 대화형 서비스를 위한 객체화, 그리고 비디오/오디오/부가데이터 스트림간의 동기를 위한 동기화, 각각의 미디어 스트림들을 섞기 위한 다중화, 고속의 이동채널 환경에서 우수한 수신품질 확보를 위해 다중화된 스트림의 오류정정 부호화 및 인터리빙을 수행하여 전송한다.

그림 1은 DAB 기반의 이동멀티미디어방송 송신시스템의 전송구조를 나타내며, Eureka-147 DAB 시스템의 전송 방식에서 외부 데이터 입력인 스트림 모드로 비디오 다중화기 및 외부호화기를 통하여 멀티미디어 서비스를 제공하는 구조로 되어 있기 때문에 DAB 시스템의 오디오를 포함한 기본 서비스를 포함하며 Eureka-147 시스템과의 backward

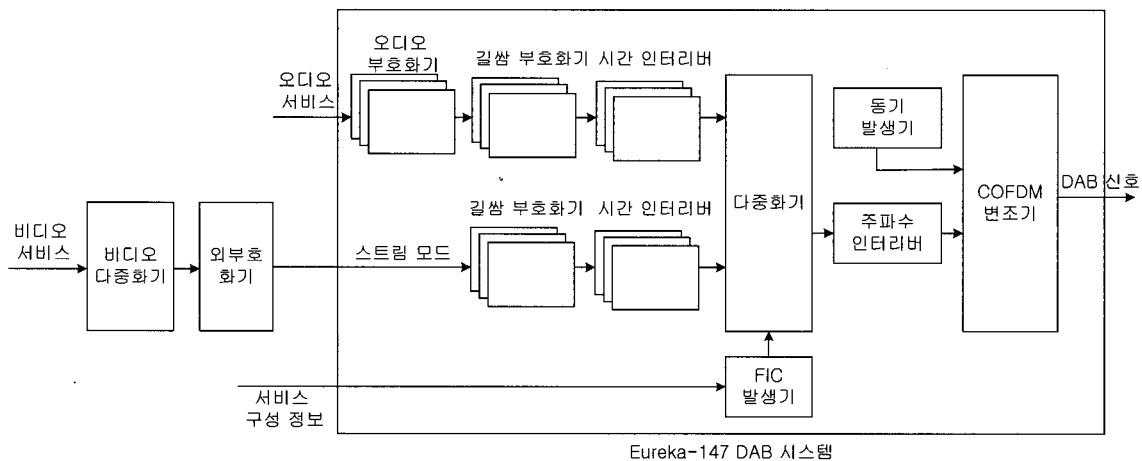


그림 1. 이동멀티미디어방송 송신시스템 구조도  
Fig. 1. Structure of DMB transmission system

compatibility를 보장한다.

Eureka-147 DAB 시스템은 전송 방식으로 OFDM을 채택하여 고속의 데이터 열을 저속의 다수 데이터 열로 전송하는 다중 반송파 전송의 기법을 사용하므로 이동 수신시 문제가 되는 다중 경로 왜곡이나 페이딩 환경에 강한 성능을 보이며, 오디오 프로그램외에 데이터 프로그램도 동일 주파수 채널 내에서 제공할 수 있다<sup>[1]</sup>. 또한, 채널 부호화 방식으로는 부호율 1/4 및 구속장 K=7인 길쌈부호를 모부호로 하여 RCPC(Rate Compatible Punctured Convolutional code)를 적용하여 길쌈 부호율을 가변시킬 수 있는 구조를 가진다.

Eureka-147 방식은 CD급 음질의 서비스를 설계 목표로 하고 있으며, 이를 만족하기 위한 채널부호화방식으로 길쌈 부호화를 적용하여 비트오류율이  $10^{-4}$ 으로 설계되었다. 다양한 멀티미디어를 전송하는 이동멀티미디어방송 시스템의 경우에는 비트오류율이 최소  $10^{-7} \sim 10^{-8}$ 이 필요하기 때문에 추가적인 오류정정 부호화가 필요하다. 따라서, 이동멀티미디어방송 시스템은 기존 Eureka-147 방식에 적용된 길쌈 부호를 내부부호화로 적용하고, 외부부호화로 RS 부호를 적용한 연접 부호화 방식을 적용하여 기존 Eureka-147 방식을 그대로 유지하면서 멀티미디어 서비스 목표 비트오류율을 만족하는 방식을 제안하였다. 이 경우에도 Eureka-147 DAB 시스템의 입력 데이터에서 외부부호화를 적용하기 때문에 Eureka-147 DAB 시스템의 변경 없이 backward compatibility를 보장할 수 있다.

본 장에서는 이동멀티미디어방송 시스템에 오류정정 기법으로 적용된 RS 부호화기 및 길쌈 인터리버를 소개한다.

### 1. RS 부호

이동멀티미디어방송 시스템에 적용된 외부 부호화 규격은 RS(255,239,t=8)에서 유도되는 단축된 RS(204,188,t=8) 부호를 사용한다. RS 부호는 1960년 Reed와 Solomon에 의해 SIAM Journal on Applied Mathematics에 처음 소개되었다. RS 부호는 유한체(finite field) 위에서 심볼 단위로 부호화 및 복호화를 하기 때문에 통신로상에서 발생하는 산발 오류(random error)와 연접 오류(burst error)를 모두 정정할 수 있어서 디지털 통신 시스템 및 데이터 저장 시스템의 신뢰성 향상 대책으로 지난 40년간 가장 광범위하게 사용된 대수(algebraic) 부호이다<sup>[2]</sup>.

RS(255,239,t=8) 부호는 다음 수식 1, 2와 같은 코드발생 다항식(g(x)) 및 펄드 발생 다항식(p(x))을 사용하여 발생시킨다.

$$g(x) = (x + \lambda^0)(x + \lambda^1)(x + \lambda^2) \dots (x + \lambda^{15}), \lambda = 02(HEX) \quad (1)$$

$$p(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1 \quad (2)$$

단축된 RS 부호는 RS(255,239,t=8) 인코더 입력으로 정보 바이트 전단에 51바이트를 0의 값으로 입력하여 구현할 수도 있다. 이 경우에는 RS(255,239,t=8) 부호화한 후에 RS 코드 워드 204바이트 전단에 위치한 0의 값에 해당되는 바이트는 무시해야 한다.

단축된 RS 부호의 16패리티 바이트는 그림 1의 비디오 다중 화기에서 출력된 스트림 포맷인 MPEG-2 TS(Transport Stream) 패킷 후단에 위치하며, 그림 2와 같은 패킷을 구성하게 되며, 길쌈 인터리버를 적용한 후 Eureka-147 시스템의 데이터 입력 모듈로 입력한다.

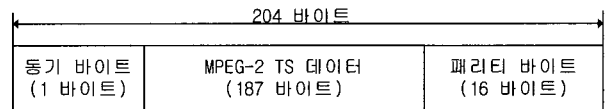


그림 2. RS(204,188,t=8) 부호화된 MPEG-2 TS 패킷 구조  
Fig. 2. MPEG-2 TS packet structure encoded with RS(204,188,t=8) coder

### 2. 길쌈 인터리버

이동멀티미디어방송 시스템의 채널 부호화 구조는 RS 부호화기 및 길쌈 인터리버를 포함하는 외부부호화 및 길쌈 부호화기 및 시간 인터리버를 포함하는 내부부호화의 이중 채널 부호화 구조를 가진다. 길쌈 복호화기로 많이 적용되는 비터비(Viterbi) 복호화기의 출력 비트 오류는 랜덤하게 분산되지 않고 연속적으로 발생하는 현상이 나타난다<sup>[3][4]</sup>. 대부분의 전방오류정정 부호는 연속 오류를 처리하도록 설계되어 있지 않기 때문에 부호화된 비트에 인터리빙을 적용하여 복호에 앞서 비트 오류 발생을 랜덤하게 해야 한다. 송신기에서는 부호화된 비트가 인터리빙에 의해 특정한 방법으로 변형되며 그 결과 원래의 비트는 인터리빙 후에 몇 비트 단위로 인접 비트와 분리된다. 일반적으로 사용되는 인터리빙 방식은 블록 인터리빙으로 입력 비트가 행렬의 행 단위로 입력되며 열 단위로 출력된다.

심볼 기반의 인터리빙은 특히 RS 부호에 유용한데 이 부호가 비트 단위가 아닌 심볼 단위로 작동하기 때문이다. RS 부호는 블록 길이 당 일정 수까지의 심볼 오류를 정정할 수 있기 때문에 인터리빙은 심볼 오류를 몇 개의 다른 RS 블록으로 분산시키기 위해 몇 블록의 길이에 대해 이루어져야 한다.

블록 인터리버 대신에 길쌈 인터리버를 사용할 수 있다.

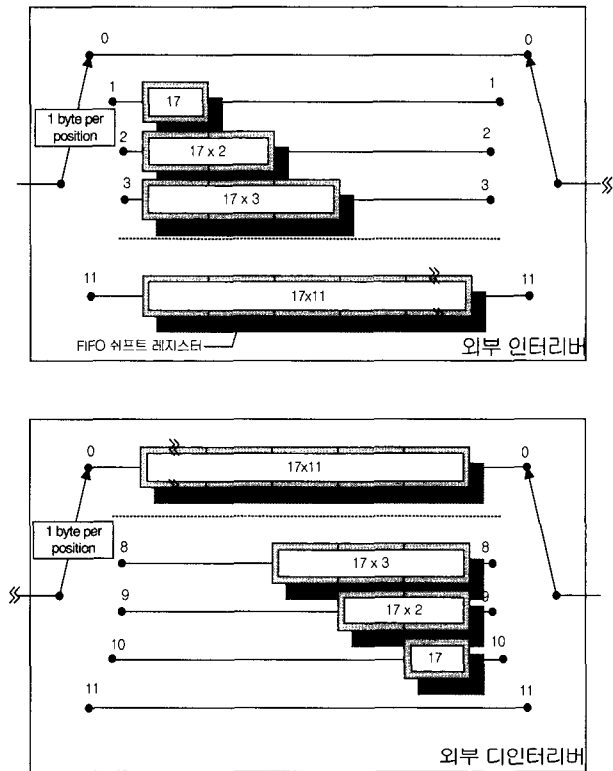


그림 3. 길쌈 인터리버 및 디인터리버  
Fig. 3. Convolutional interleaver and convolutional de-interleaver

길쌈 인터리버는 순환적으로 각 입력 심볼이나 비트를 K개의 이동 레지스터 중 하나에 기록하는데 이때 이동 레지스터의 사용으로 인해 0에서 K-1 심볼 구간에 해당하는 지연이 발생한다. 이동 레지스터를 순환적으로 읽으면 인터리빙된 심볼이 출력된다.

Eureka-147 시스템에 적용할 외부 인터리버와 디인터리버의 구조는 그림 3과 같은 Forney 방식의 길쌈 인터리버이다. 길쌈 인터리버의 중요한 장점은 블록 인터리버와 비교할 때 지연과 필요한 메모리가 반으로 준다는 데 있다.

그림 3의 외부 인터리버는 길쌈 인터리버를 사용하여 204바이트 단위의 RS 부호화된 패킷을 인터리빙한다. 총 12개의 브랜치로 구성되어 있으며, 각 브랜치는 17 bytes × N (N = 0, 1, 2, ..., 11) 단위의 FIFO(First-In, First-Out) 쉬프트 레지스터를 포함한다.

### III. 실험 결과 및 분석

그림 4는 이동멀티미디어방송 시스템의 송수신 시물레이션의 개념적인 구성도를 나타낸다. Eureka-147 DAB 시스템 모듈별 기능은 그림 4에 표시된 Eureka-147 시스템 블록을 의미하며, 송신단의 스크램블러, 길쌈 부호화기, 시간 인터리버, 심볼 맵퍼, 시간 인터리버, 차등 변조기, 기준위상 발생기, IFFT, 보호구간 삽입기, 채널, AWGN 발생기, 기준위상 발생기, 보호구간 제거기, FFT, DEMUX, 차등 복조기, 주파수 디인터리버, 심볼 디맵퍼, 시간 디인터리버, 비터비 복호화기, 디스크램블러, Eureka-147 시스템

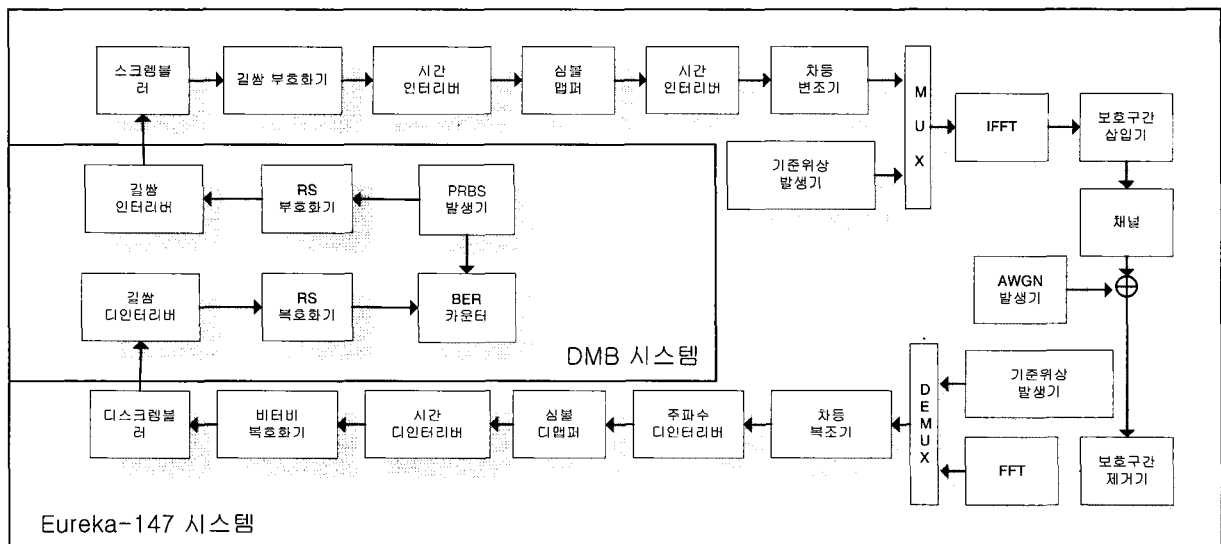


그림 4. 시물레이션 구성도  
Fig. 4. Block diagram of simulation

발생기, MUX, IFFT 및 보호구간 삽입기를 포함하고 있다. 상기 모듈은 ETS 300 401<sup>[1]</sup>에 정의된 기능 블록 및 수식을 적용하였다. 수신단에서는 보호구간 제거기, FFT, MUX, 기준위상 발생기, 차등 복조기, 시간 디인터리버, 심볼 디맵퍼, 시간 디인터리버, 비터비 복호화기 및 디스크램블러를 포함하고 있다. 상기 모듈은 시간적으로 동기가 맞다는 가정을 하여, COFDM 동기에 대한 영향은 고려하지 않았다. 시뮬레이터의 심볼 디맵퍼에서 양자화 레벨을 여러 비트로 레벨을

구성하여 비터비 복호화기의 soft decision을 가능하게 하는 구조로 구현되었으며, 본 논문에 적용된 양자화 레벨은 1비트로 할당하여 hard decision 방법을 적용하였다.

DMB 시스템은 Eureka-147 시스템 블록에 RS 부호화기, RS 복호화기, 길쌈 인터리버, 길쌈 디인터리버가 추가되었으며, 본 논문 2절의 수식 및 방법을 적용하였다. 본 논문의 시뮬레이션 관점은 채널 성능에 대한 평가에 국한되기 때문에, 미디어 소스에 해당하는 DMB 모듈은 PRBS (Pseudo

표 1. 이동멀티미디어방송 시스템에서 길쌈 부호화기의 부호율에 따르는 데이터 전송률  
Table 1. Data rate according to protection level of convolutional encoder in DMB system

A형

전송률[kbps] (FS 부호화된 TS 패킷)	전송률[kbps] (TS 패킷)	배수값 (n=정수)	각 부호율별 기용 전송률 [kbps]				각 부호율별 기용 CU [CU]			
			1-A	2-A	3-A	4-A	1-A	2-A	3-A	4-A
			1/4	3/8	1/2	3/4	1/4	3/8	1/2	3/4
8	7.37	1	8	8	8	8	12	8	6	4
16	14.75	2	16	16	16	16	24	16	12	8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
8n	8n*188/204	n	8n	8n	8n	8n	12n	8n	6n	4n
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
576	530.82	72	576	⋮	⋮	⋮	864	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
864	796.24	108	⋮	864	⋮	⋮	864	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1152	1061.65	144	⋮	⋮	1152	⋮	⋮	⋮	864	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1728	1592.47	216	⋮	⋮	⋮	1728	⋮	⋮	⋮	864

범례  각 부호율별 최대 전송률

B형

전송률[kbps] (FS 부호화된 TS 패킷)	전송률[kbps] (TS 패킷)	배수값 (n)	각 부호율별 기용 전송률[kbps]				각 부호율별 기용 CU [CU]			
			1-B	2-B	3-B	4-B	1-B	2-B	3-B	4-B
			4/9	4/7	2/3	4/5	4/9	4/7	2/3	4/5
32	29.49	1	32	32	32	32	27	21	18	15
64	58.98	2	64	64	64	64	54	42	36	30
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
32n	32n*188/204	n	32n	32n	32n	32n	27n	21n	18n	15n
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1024	943.69	32	1024	⋮	⋮	⋮	864	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1312	1209.10	41	⋮	1312	⋮	⋮	861	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1536	1415.53	48	⋮	⋮	1536	⋮	⋮	864	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1824	1680.94	57	⋮	⋮	⋮	1824	⋮	⋮	⋮	855

범례  각 부호율별 최대 전송률

Random Bit Sequence)로 모델링하였다.

채널 모델에서는 COST(COoperation in the field of Scientific and Technical research)207[5]을 기반으로 한 DAB 채널 모델을 적용하였고, AWGN(Additive White Gaussian Noise) 발생기의 노이즈 레벨을 가변하여 최종단에서 PRBS의 소스 비트열과 수신된 비트열을 비교하여 Eb/No별로 비트오류율을 계산하였다.

이동멀티미디어방송 시스템은 스트림 모드를 통하여 데이터를 전송하는 구조를 가지기 때문에 시뮬레이션 구성은 하나의 서비스 컴포넌트에 하나의 서브채널을 대응시켜서 DMB에서 전송 가능한 최대 비트율로 PRBS를 생성하여 시뮬레이션하였다.

스트림 모드의 데이터 전송에서는 8 kbps의 배수 및 32 kbps의 배수인 비트율로 논리 프레임을 구성할 수 있다. 8 kbps의 경우에는 표 1에서 나타난 바와 같이 A형으로 표기하며, 최대 전송율은 부호율에 따라서 576 kbps, 864 kbps, 1152 kbps, 1728 kbps의 비트율로 전송 가능하며, 보호 수준(1-A, 2-A, 3-A, 4-A)에 따른 부호율이 1/4, 3/8, 1/2, 3/4로 정의된다. 32 kbps의 경우에는 표 1에서 나타난 바와 같이 B형으로 표기하며, 최대 전송율은 부호율에 따라서 1024 kbps, 1312 kbps, 1536 kbps, 1824 kbps의 비트율로 전송 가능하며, 보호 수준(1-B, 2-B, 3-B, 4-B)에 따른 부호율이 4/9, 4/7, 2/3, 4/5로 정의된다. 본 시뮬레이션은 상기 부호율을 가변하면서 실험을 수행하였다.

1. 채널 모델

지상파 이동통신 채널 모델은 주파수 선택적 페이딩 모델인 COST-207 모델을 적용하였다. 그림 5는 채널모델을 도시화한 것이며, 고정된 지연값, 도플러 주파수 편이 및 동등 진폭 감쇄를 가지는 40개의 다중경로로 구성된다. 각

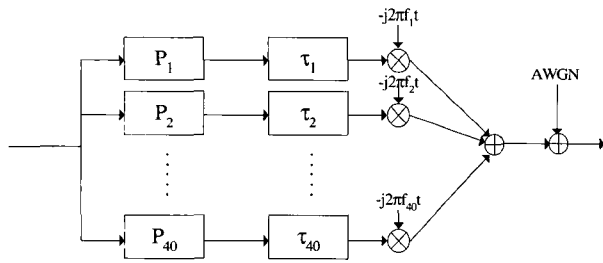


그림 5. COST-207 채널 모델 구성도  
Fig. 5. Structure of COST-207 channel model

경로에 대한 지연값은 다음 수식과 같은 확률밀도함수로부터 발생된다.

$$P(\tau) = Ke^{-\tau/\sigma}, 0 < \tau < \tau_{max} \\ = 0, \text{ elsewhere} \quad (3)$$

여기서,  $\sigma$ 는 지연값의 표준편차를 의미하며,  $\tau_{max}$ 는 최대 지연값, K는 상수를 의미한다. RA(Rural Area), TU(Typical Urban area), TH(Typical Hilly terrain)에 대한 전력지연 프로파일은 그림 6에 나타내었다. 각 경로에 대한 고정 도플러 주파수 편이는 수식 (4)로 결정된다.

$$f_i = f_{max} \cos(\theta_i) \quad (4)$$

여기서,  $f_{max}$ 는  $v/\lambda$ (차량속도/RF 반송파 파장)에 의하여 결정되며,  $\theta_i$ 는 0과  $2\pi$ 사이에서 균일하게 분포되어지는 확률변수이다.

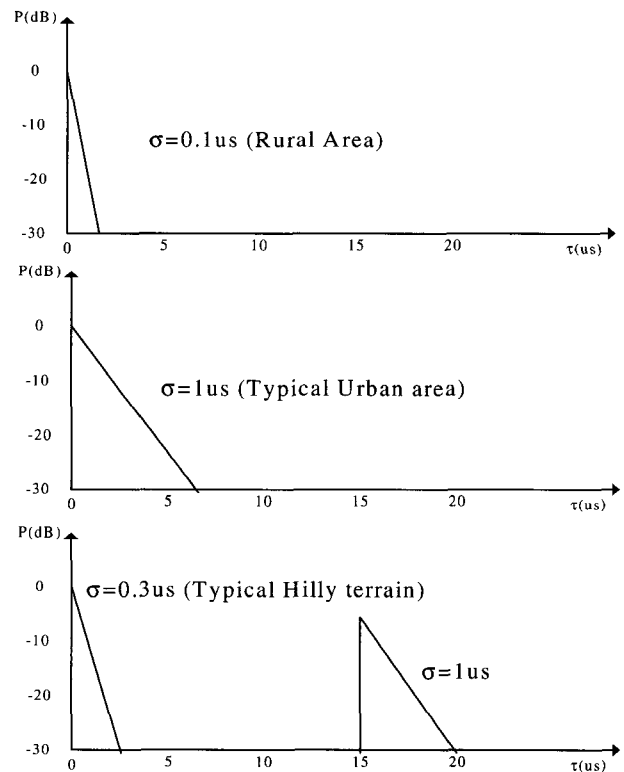


그림 6. COST-207 채널 프로파일  
Fig. 6. COST-207 channel profiles

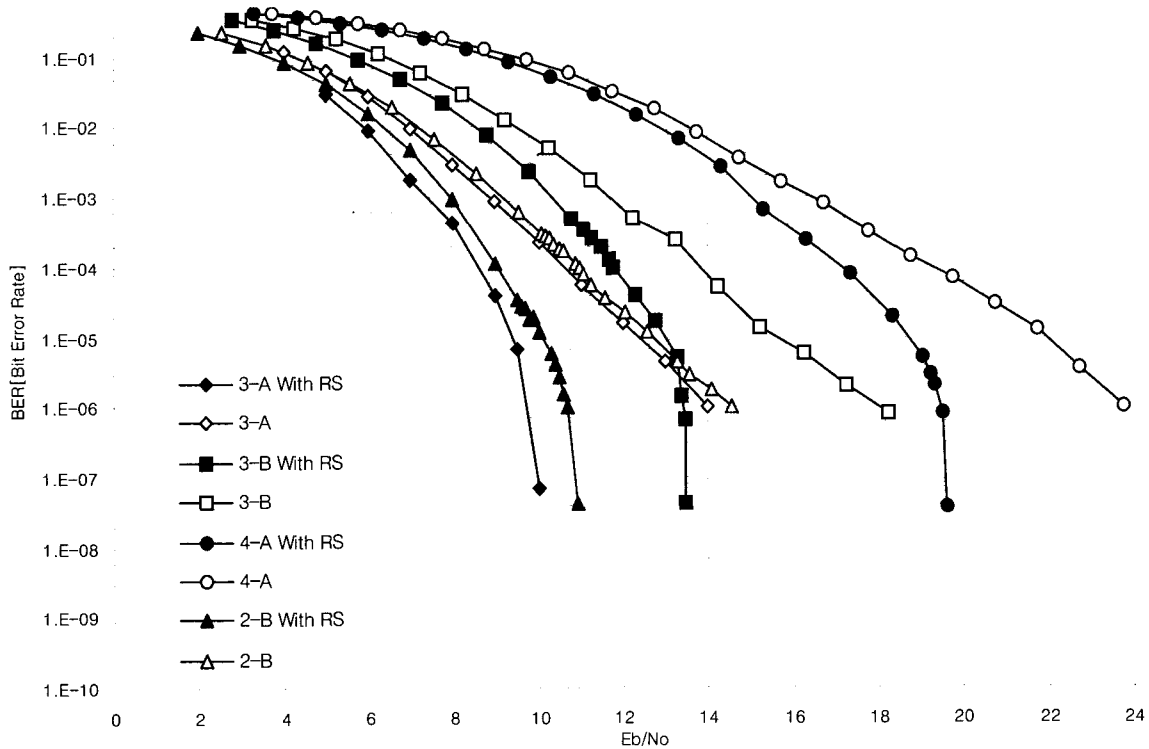


그림 7. RS 부호화를 추가한 시스템과 기존 시스템의 수신 비트오류율 성능비교(보호 수준 : 2-B, 3-B, 3-A, 4-A)  
 Fig. 7. Bit error rate performance comparison of the system including RS encoder with conventional system (protection level : 2-B, 3-B, 3-A, 4-A)

2. 시뮬레이션 결과 및 분석

그림 7은 기존의 Eureka-147 DAB 시스템과 RS 부호화를 추가적으로 적용한 Eureka-147 시스템을 TH의 다중경로 채널 환경 하에서 시뮬레이션한 수신 비트오류율 성능을 비교한 그래프이다. 사용된 시뮬레이션 파라미터는 반송파 중심 주파수 230 MHz, 이동속도 47 km/h, 전송모드 I을 적용하였다.

이동멀티미디어방송 서비스 수신을 위한 요구 비트오류율인  $10^{-7} \sim 10^{-8}$ 을 기준으로 보면 RS 부호화를 추가적으로 채택한 이동멀티미디어방송 시스템이 6 dB 이상의 코딩이득을 가져올 것으로 예상할 수 있다.

RS 부호화를 추가적으로 채택한 이동멀티미디어방송 시스템의 경우는 기존의 Eureka-147 DAB 시스템과 비교했을 때, 기존 시스템이  $10^{-4}$  비트오류율이 되는 Eb/No를 기준으로 하면, RS 부호화를 추가적으로 채택한 이동멀티미디어방송 시스템에서는 2-B, 3-B, 3-A, 4-A 모든 경우에서  $10^{-7}$  비트오류율을 이하로 되는 것을 볼 수 있다. 따라서,

RS 부호화를 추가한 이동멀티미디어방송의  $10^{-7}$  비트오류율 기준 방송 커버리지는 기존 Eureka-147 DAB 시스템의  $10^{-4}$  비트오류율 기준 방송 커버리지를 포함하는 것을 볼 수 있다.

이동멀티미디어방송 서비스 수신을 위한 요구 비트오류율인  $10^{-7} \sim 10^{-8}$ 을 기준으로 보면 RS 부호화를 추가적으로 채택한 이동멀티미디어방송 시스템이 우수한 코딩이득을 가져올 것으로 예상할 수 있다. 이는 RS 부호화를 적용하지 않았을 경우에는 송신 측면에서의 ERP(송신 파워, 안테나 이득 등)를 증가시켜야 한다고 할 수 있다. 이 경우에는 경제적인 손실 외에 기존 채널에 대한 간섭이 증가될 우려가 발생하기 때문에 RS 채널 코드를 적용하는 것이 바람직해 보인다.

전송 목표 Eb/No를 16 dB 이하<sup>[6]</sup>로 설정할 경우 보호 수준 4-A의 시스템은 RS 부호를 추가하여도 비트오류율  $10^{-7}$  지점에서 16 dB 이상인 19.5 dB의 Eb/No가 되어 원하는 비트오류율을 획득하기에는 어려움이 있다. 따라서, DMB 시스템의 멀티미디어 서비스는 3-A나 3-B 이상에서

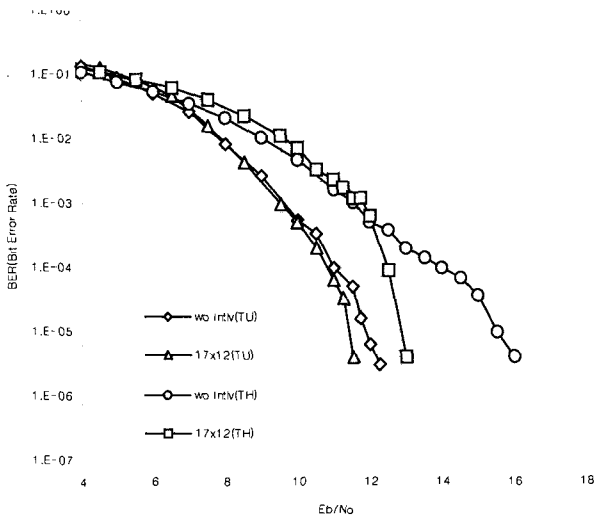


그림 8. TU 및 TH 채널에서의 이동멀티미디어방송 시스템 수신 성능 (보호 수준 : 3-A)  
Fig. 8. Bit error rate performance of DMB system in TU and TH channel (protection level : 3-A)

운용하는 것이 현실적으로 유효해 보인다.

그림 8은 RS 부호화기와 길쌈 인터리버(17x12)를 추가한 경우 TU 채널과 TH 채널에 대한 수신 성능을 나타낸다. 사용된 시뮬레이션 파라미터는 보호 수준이 3-A, 반송파 중심 주파수 230 MHz, 이동속도 72 km/h, 전송모드 I을 적용하였다. 길쌈 인터리버를 적용하였을 경우에는 채널 프로파일에 따라서 다른 결과를 보여주었다. TU 채널일 경우 비트오류율  $10^{-5}$  기준으로 약 0.5 dB 이득을 보였으며, TH 채널인 경우 비트오류율  $10^{-5}$  기준으로 약 2 dB 이상의 이득을 보여주었다.

길쌈 인터리버의 깊이는 전체 시스템의 지연 및 수신기의 복잡도를 발생시키기 때문에 시스템 성능과 지연 및 복잡도를 고려하여 설정하여야 할 중요한 파라미터이다. 그림 9는 RS 부호화를 추가하고 길쌈 인터리버의 깊이(17 bytes 12 인터리버, 17 bytes 24 인터리버, 17 bytes 48 인터리버)에 따른 수신 성능을 나타낸다. 사용된 시뮬레이션 파라미터는 보호 수준이 3-A, 반송파 중심 주파수 230 MHz, 이동속도 72 km/h, 전송모드 I을 적용하였다.

그림 9에서 알 수 있듯이,  $10^{-7}$  비트오류율 기준으로 길쌈 인터리버 깊이가 12인 경우에는 인터리버가 없을 경우와 비교하여 약 3 dB 이득을 가지며, 길쌈 인터리버 깊이 24 및 48에 대하여는 약 1 dB 이내의 이득의 차이를 보였다. 따라서, 인터리버의 깊이가 깊을수록 더욱 이득이 커졌

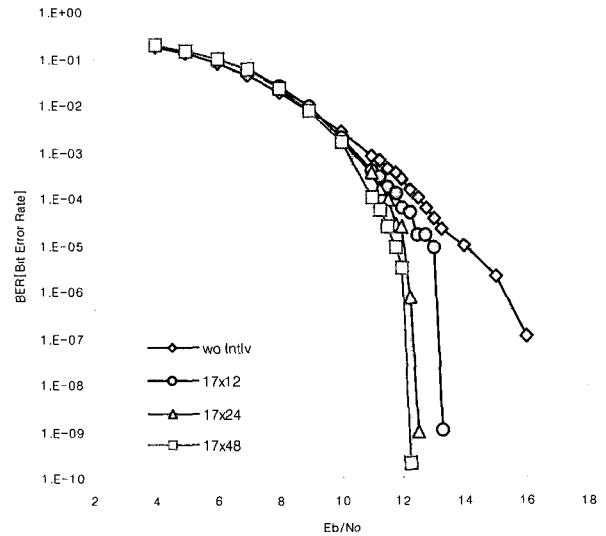


그림 9. 길쌈 인터리버 깊이에 따른 수신 성능 (보호 수준 : 3-A)  
Fig. 9. Bit error rate performance according to convolutional interleaver depth (protection level : 3-A)

지만 복잡성의 증가에 비해 그 이득이 미미하여 인터리버 깊이는 12로 적용하는 것이 유효할 것이다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 Eureka-147을 기반으로 하는 이동멀티미디어방송 시스템에서 멀티미디어 서비스를 가능하도록 하기 위해 시스템에 외부호화 방식이 도입하였을 경우의 RS 부호화기 성능 및 길쌈 인터리버 성능을 시뮬레이션하였다. 추가적으로 도입된 외부호화 방식은 기존의 Eureka-147 시스템과 호환성을 유지하도록 구성하였으며 주파수 선택적 채널 기반인 COST-207 모델을 적용하여 시스템의 성능을 검증하였다.

시뮬레이션 결과로부터 이동멀티미디어방송 서비스 수신을 위한 요구 비트오류율인  $10^{-7} \sim 10^{-8}$ 을 기준으로 보면 RS 부호화를 추가적으로 채택한 이동멀티미디어방송 시스템이 우수한 코딩이득을 가져올 것으로 예상할 수 있다.

군집성 오류를 분산시키는 역할을 하는 길쌈 인터리버는 인터리버 깊이 12로 적용하였을 경우가 적용하지 않았을 경우에 비해 비트오류율  $10^{-7}$  기준 3 dB 이득을 얻을 수 있었다. 인터리버의 깊이가 깊을수록 더욱 이득이 커졌지만 복잡성의 증가에 비해 그 이득이 미미하여 인터리버 깊이는



는 12로 적용하는 것이 유효할 것으로 판단된다.

DMB 시스템은 RS 부호화 및 길쌈 인터리버를 추가함으로 인해 낮은 목표 SNR으로 시스템 구성이 가능하나 데이터 전송율의 손실과 시스템의 복잡성이 증가하는 단점이 발생된다. 따라서 이 두 가지 특성의 타협점을 고려하여 시스템을 구성하여야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] "EN 300 401 Radio Broadcasting System: Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers," ETSI, Aug. 2000.
- [2] Daniel J. Costello, Jr. "Error Control Coding : Fundamentals and Applications," Prentice-Hall, pp. 171-177, 1983.
- [3] A. Franchi and R. A. Harris, "On the error burst properties of Viterbi decoding," IEEE Int. Cont. Commun., Geneva, Switzerland, pp. 1086-1091, May 1993.
- [4] R. L. Miller, L. J. Deutsch, and S. A. Butman, "On the error statistics of Viterbi decoding and the performance of concatenated codes," JPL Publication 81-9, Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, CA, Sep. 1981.
- [5] L. Thibanh and M. ThienLe, "Performance Evaluation of COFDM for Digital Audio Broadcasting Part I: Parametric Study," IEEE Trans. On Broadcasting, vol. 43, no 1, pp. 64-75, Mar. 1997.
- [6] bernd Sostawa and Joachim Speidel, "Investigations on Bit Error Performance for Video over DAB", IEEE Trans. Broadcasting, vol. 44, no. 4, pp445~448, Decem. 1998.

---

### 저 자 소 개



#### 이 현

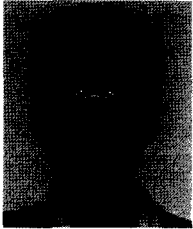
- 1993년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
- 1996년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업 (공학석사)
- 1996년 ~ 1999년 한국통신기술 연구소 연구원
- 1999년 3월 ~ 현재 한국전자통신연구원 이동멀티미디어연구팀 연구원
- 주관심분야 : 디지털 통신/방송 시스템, 멀티미디어 전송기



#### 박 소 라

- 1995년 2월 : 성균관대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
- 1995년 ~ 1996년 : 삼성전자 연구원
- 1999년 2월 : 성균관대학교 전기전자컴퓨터공학부 졸업(공학석사)
- 1999년 2월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 이동멀티미디어방송연구팀 연구원
- 주관심분야 : 디지털 통신/방송 시스템, 멀티미디어 전송기술

저 자 소 개



양 규 태

- 1982년 3월 ~ 1986년 2월: 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1986년 3월 ~ 1991년2월: 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
- 1991년 2월 ~ 현재: 한국전자통신연구원 이동멀티미디어방송연구팀 근무
- 주관심분야: 디지털방송시스템, DMB 시스템



함 영 권

- 1980년 2월 연세대학교 전자공학과(학사)
- 1982년 2월 연세대학교 대학원 전자공학과(석사)
- 1996년 8월 연세대학교 대학원 전자공학과(박사)
- 1984년 3월 - 현재 한국전자통신연구원 이동멀티미디어방송연구팀장
- 주관심분야 : 디지털 이동통신, 디지털 방송



이 수 인

- 1985년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업
- 1989년 2월 : 경북대학교 대학원 전자공학과 공학석사
- 1996년 2월 : 경북대학교 대학원 전자공학과 공학박사
- 1990년 2월 - 현재 : 한국전자통신연구원 방송시스템연구부 부장
- 주관심 연구분야 : 디지털 통신/방송 시스템, 채널코딩