

논문 2010-5-18

# DQPSK-OFDM 기반의 T-DMB 부가 정보 전송기법의 성능 분석

## Performance of DQPSK-OFDM Based T-DMB Additional Data Transmission Scheme

차재상\*, 노정규\*\*, 김 건\*\*\*, 박소라\*\*\*, 이용태\*\*\*, 배정남\*\*\*\*<sup>Ⓞ</sup>, 김진영\*\*\*\*

Jae Sang Cha\*, Jung Kyu Rho\*\*, Gun Kim\*\*\*, So Ra Park\*\*\*, Yong Tae Lee\*\*\*,  
Jung Nam Bae\*\*\*\*<sup>Ⓞ</sup>, Jin Young Kim\*\*\*\*

**요약** 본 논문에서는 DQPSK-OFDM 기반의 T-DMB 시스템에서 워터마킹 기법을 적용하여 부가 정보를 전송하는 알고리즘에 대해 알아보았다. 제안된 워터마킹 기법을 T-DMB 시스템에 적용함으로써 지상파 방송 신호를 기반으로 위치 인식 기능뿐만 아니라 부가적인 정보를 전송하여 주파수 효율을 개선할 수 있다. 모의실험을 통하여 제안된 기법의 성능을 분석하였고 유용성을 확인하였다.

**Abstract** In this paper, we propose the novel additional data transmission technology for DQPSK-OFDM based T-DMB system using watermarking technique. The proposed algorithms which is possible that it can transmit data in indoor or shadow region and improve transmission efficiency. We certified availability of our proposed technology by using various simulation. The results of the paper can be applied to wireless multimedia digital broadcasting systems.

**Key Words** : DQPSK, OFDM, T-DMB, Watermarking

### 1. 서론

최근의 방송 전송 기술은 기존의 고정 수신 형태에서 고화질의 멀티미디어 정보를 이동하는 환경에서 수신할 수 있는 형태로 발전해 가고 있다. 또한 방송 시스템은 통신 기술과 융합되어 양방향의 전송 기술이나 음영 지역 해소, 위치 기반 서비스 기능 제공, 주파수 이용 효율을 증가시키기 위한 방법들이 연구되고 있다<sup>[1,2]</sup>.

방송 신호에 워터마킹 기법을 적용하는 기법은 송신기를 식별하는 기능과 동시에 부가적인 정보를 전송하여 한정된 주파수 안에서 주파수 효율을 개선하고자 하는 목적으로 사용되었다. 부가 정보 전송을 위한 T-DMB 워터마킹 기법은 송신부에서 부가 정보를 대역확산 시킨 후 기존 신호에 최소한의 영향을 주는 값으로 스케일링하여 원 신호에 더해져 전송되게 된다. 수신부에서는 참조 코드를 이용하여 상관 처리 후 판정 및 정보를 검출하는 과정을 거쳐 부가 정보를 복원하게 된다. T-DMB 워터마킹 기법은 지상파 방송 신호를 기반으로 위치 인식 기능과 부가적인 정보를 제공해 줄 수 있는 새로운 해법을 제공한다고 할 수 있다<sup>[3-5]</sup>.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 T-DMB 시스템에 대해 소개하고, III장에서는 부가 정보 전송을

\*서울과학기술대학교 매체공학과

\*\*서경대학교 컴퓨터공학과

\*\*\*한국전자통신연구원 방송시스템연구부

\*\*\*\*광운대학교 전파공학과

Ⓞ교신저자 : 배정남 jn1112@kw.ac.kr

접수일자 2010.9.12 수정일자 2010.10.8

게재확정일자 2010.10.15

위한 T-DMB 워터마킹 기법에 대해 설명한다. IV장에서는 이 논문에서 제안한 T-DMB 부가 정보 전송 기법에 대한 시뮬레이션 결과를 분석하여 마지막 V장에서는 최종적으로 본 논문의 결론을 맺고자 한다.

## II. T-DMB 시스템

우리나라의 방송 시스템은 유럽의 Eureka-147 DAB (Digital Audio Broadcasting) 방식을 기반으로 고품질의 음성 및 영상 서비스를 제공하는 이동이 가능한 방식인 T-DMB (Terrestrial-Digital Multimedia Broadcasting)를 채택하였다. T-DMB 시스템은 국내 아날로그 방송대역에서 사용하는 주파수 대역을 이용하여 유럽의 DAB 시스템에 멀티미디어 데이터 서비스를 부가하여, 고속 이동시에도 끊김 없는 고품질 오디오와 비디오 및 데이터 서비스를 무료로 제공한다. T-DMB 시스템은 Eureka-147 DAB 기술 기반으로 기존의 DAB 서비스 또한 동시에 제공될 수 있다. 한국에서 상용화된 T-DMB 서비스의 단말기를 이용하면 T-DMB 뿐만 아니라 DAB 오디오와 데이터 서비스까지 동시에 수신이 가능하다. 한국형 T-DMB 방식은 Eureka-147 전송모드 I을 사용한다<sup>[6]</sup>.

T-DMB 시스템의 전송 프레임은 연속된 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심벌로 구성된다. 전송 프레임의 나머지 부분은 길이  $T_S$ 을 가지는 OFDM 심벌들로 구성한다. 여기서 각 OFDM 심벌은 반송파  $1/T_U$  간격을 갖는 동일 간격의 반송파들로 구성한다. 주 신호  $s(t)$ 는 다음 식(1)과 같이 정의한다<sup>[6]</sup>.

$$s(t) = Re \left\{ e^{j2\pi f_c t} \sum_{m=-\infty}^{+\infty} \sum_{l=0}^L \sum_{k=-K/2}^{K/2} Z_m, l, k \cdot g_{k,l}(t - m T_F - T_{NULL} - (l-1) T_S) \right\} \quad (1)$$

$$g_{k,l}(t) = \begin{cases} 0 & \text{for } l = 0 \\ e^{2j\pi k(t-\Delta)/T_U} \cdot \text{Rect}(t/T_s) & \text{for } l = 1, 2, \dots, L \end{cases}$$

표 1은 T-DMB 시스템 전송모드의 파라미터를 나타낸다<sup>[6]</sup>. 여기서  $T = 1/2,048,000$ 을 사용한다.

표 1. T-DMB 전송 파라미터  
Table 1. The parameters of T-DMB transmission mode

파라미터	전송모드 I	
L	OFDM 심벌수	76
K	부반송파 수	1536 (2048)
T <sub>F</sub>	전송 프레임 주기	196,608T (96 ms)
T <sub>NULL</sub>	Null 심벌 지속 시간	2,656T (~1,297 ms)
T <sub>S</sub>	OFDM 심벌 지속 시간	2,552T (~1,246 ms)
T <sub>U</sub>	반송파 간격의 역수	2,048T (1 ms)
Δ	보호 구간 지속 시간	504T (~246 us)

## III. T-DMB 부가데이터 전송 기법

그림 1은 부가데이터 전송을 위한 워터마킹 기법이 적용된 T-DMB 시스템의 블록도를 나타낸다. T-DMB 신호에 워터마킹 기술을 적용하면 추가적인 주파수 자원을 요구하지 않고 부가 정보를 전송하여 주파수 효율을 높일 수 있다.

송신단에서 오디오 신호와 비디오 신호를 압축 효율이 뛰어난 MPEG4 방식을 통하여 코딩과정을 거친 후, 다수의 반송파에 신호를 실어 보내는 OFDM을 적용하여 전송한다. 이때, 부가 정보는 확산코드에 의해 대역 확산되어 워터마킹 정보를 생성한다. DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying) 변조된 OFDM 신호에 기존의 신호 전력보다 낮은 전력으로 스케일링된 워터마킹 정보를 더하여 T-DMB 신호와 동시에 부가 정보를 전송하게 된다.

T-DMB 수신기에서는 부가 정보가 포함된 신호를 OFDM 신호 복조 전에 정합필터를 이용한 상관 처리를 통해 피크 값을 도출하고, 이 피크 값을 통해 송신기에서 전송한 부가 정보를 획득하게 된다. 부가 정보는 낮은 전력 값으로 전송되기 때문에 코드의 주기를 조절하여 정보를 복원해야 한다. 코드의 길이가 길면 복원 성능은 좋아지지만, 부가 정보의 전송량이 줄어들기 때문에 채널 상태 및 부가 정보의 서비스 형태에 따라 적절한 전력 값 및 코드 주기를 선택하여야 한다.

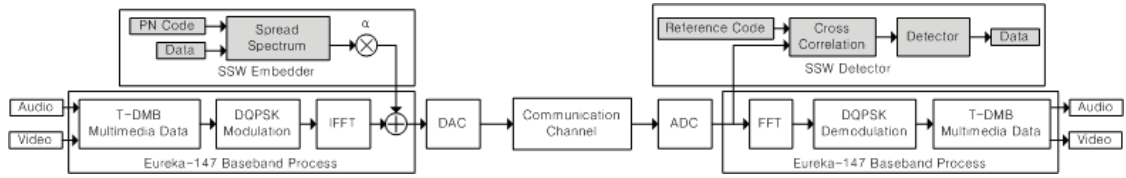


그림 1. 부가 정보 전송을 위한 T-DMB 워터마킹 블록도  
Fig. 1. Block diagram of T-DMB watermarking scheme for additional data transmission

### IV. 모의실험

모의실험을 통하여 T-DMB 시스템에 부가 정보 전송을 위한 워터마킹 기법을 사용할 경우의 성능에 대해 알아보고자 한다. 모의실험을 위한 파라미터는 표 2와 같다.

표 2. 모의실험 파라미터  
Table 2. The parameters of simulation

변조 방식	DQPSK-OFDM
채널	AWGN, Rayleigh
확산코드	PN code
코드주기	255

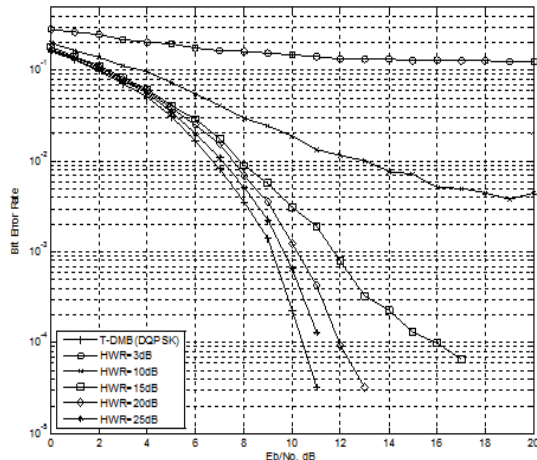


그림 2. 제안된 기법의 HWR에 따른 BER 성능 (AWGN)  
Fig. 2. BER performances of proposed scheme in according to HWR for AWGN

그림 2는 제안된 T-DMB 부가 정보 전송 기법의 HWR (Host Watermarking Ratio)에 따른 AWGN (Additive White Gaussian Noise)에서의 BER (Bit Error

Rate) 성능을 나타낸다. 모의실험 결과, HWR이 증가할수록 원래의 DQPSK-OFDM 성능과 가까워지는 것을 알 수 있다. 기존의 T-DMB 시스템의 성능보다 1dB의 성능 열화를 가지는 범위에서의 HWR을 고려하면, 20dB의 레벨 값을 고려할 수 있다. 그림 3은 제안된 T-DMB 부가 정보 전송 기법의 HWR에 따른 Rayleigh 채널에서의 BER 성능을 나타낸다. 모의실험 결과, 페이딩의 영향으로 AWGN 보다 성능의 열화가 발생함을 확인할 수 있다. 페이딩 채널에서도 기존의 T-DMB 시스템에 1dB의 성능 열화를 보이는 워터마킹 레벨로 20dB의 값을 고려할 수 있다.

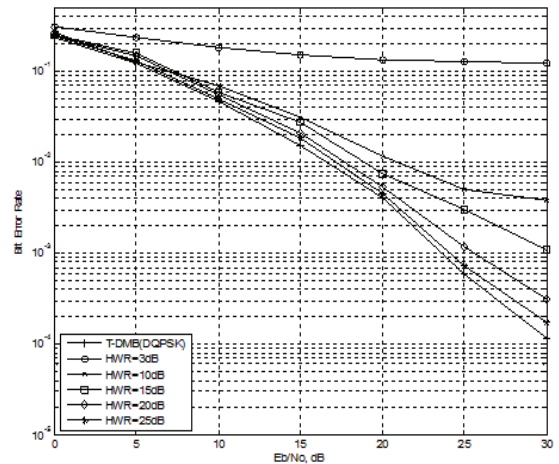


그림 3. 제안된 기법의 HWR에 따른 BER 성능 (Rayleigh)  
Fig. 3. BER performances of proposed scheme in according to Rayleigh

### V. 결론

본 논문에서는 T-DMB 시스템에서 주파수 효율 증대를 위해 워터마킹 기법을 적용하여 부가 정보를 전송하

는 알고리즘에 대해 알아보았다. 제안된 기법을 T-DMB 시스템에 적용함으로써 이동 환경에서 실내 및 전파 음영 지역에서도 부가 정보를 통해 위치 인식 및 정보 전송으로 인한 다양한 서비스가 가능하다. 모의실험을 통하여 HWR 및 채널에 따른 제안 기법의 성능을 분석하였고, 유용성을 확인하였다. 본 논문에서 제안한 기술은 데이터 전송 방식으로 OFDM을 사용하는 통신 시스템에서 워터마킹 기법을 이용한 부가 데이터 전송 기술 연구를 위한 유용한 자료로 활용 될 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] X. Wang, Y. Wu, and B. Caron, "Transmitter Identification Using Embedded Pseudo Random Sequences," *IEEE Trans. on broadcasting*, Vol. 50, No. 3, pp. 244-252, Sept. 2004.
- [2] X. Wang, Y. Wu, and J. Y. Chouinard, "Robust Data Transmission Using the Transmitter Identification Sequences in ATSC DTV Signals," *IEEE Trans. on Consumer Elec.*, Vol. 51, No. 1, pp. 41-47, Feb. 2005.
- [3] J. S. Cha, S. J. Choi, S. H. Lee, K. J. Lee, Y. T. Lee and G. M. Park, "A Study of Spreading code for Watermarking of TxID of ATSC-DTV," *Journal of Korean Broadcast Engineering*, Vol. 11, No. 1, PP. 100-106, Mar. 2006.
- [4] J. S. Cha, S. K. Kim, Y. T. Lee, and S. W. Kim, "New Partial Correlation-type Matched Filter for Zero Correlation Duration Sequence and its Advanced Television Systems Committee-Digital TV Application," *Japanese Journal of Applied Physics(JJAP)*, Vol. 45, No. 4B, pp. 3343-3348, Apr. 2006.
- [5] J. Y. Kim, *Wireless Multimedia Digital Broadcasting Systems*, Hongreung Science Publishers, Seoul, Korea, 2009.
- [6] European Standard, "Radio broadcasting systems: digital audio broadcasting (DAB) to Mobile, portable and fixed receivers," *ETSI EN 300 401 V1.4.1*, June 2006.

※ 본 연구내용의 일부는 방송통신위원회, 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 IT산업원천기술개발사업의 일환으로 수행하였음.

저자 소개

차 재 상 (정회원)



- 2000년 : 일본 東北대학교 전자공학과 공학박사
- 2002년 : ETRI 이동통신연구소 무선 전송기술팀 선임연구원
- 2008년 : 미국 플로리다 대학교 방문교수
- 2009년~현재 : 서울과학기술대학교 매체 공학과 교수

<주관심분야 : 디지털 방송 전송 기술, Cognitive Radio, UWB, 홈네트워크 무선통신기술, 대역확산 및 다중 접속 기술, 4세대 이동통신기술>

노 정 규 (정회원)



- 1991년 : 서울대학교 계산통계학과 학사
- 1993년 : 서울대학교 전산학과 석사
- 1999년 : 서울대학교 전산학과 박사
- 2002년~현재 : 서경대학교 컴퓨터과 학과 교수

<주관심분야 : 분산처리, 방송/통신용 데이터 처리 기술>

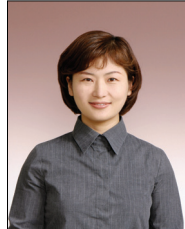
김 건 (정회원)



- 1997년 : 중앙대학교 전자공학과 학사
- 1999년 : 중앙대학교 전자공학과 석사
- 1999년~현재 : 한국전자통신연구원 방송시스템연구부 선임연구원

<주관심분야 : DAB/DMB, 디지털 신호처리, RF 신호 처리, FPGA 설계, VLSI>

박 소 라 (정회원)



- 1995년 : 성균관대학교 전자공학과 학사
- 1995년~1996년 : 삼성전자 연구원
- 1999년 : 성균관대학교 전기전자 컴퓨터공학부 석사
- 1999년~현재 : 한국전자통신연구원

<주관심분야 : 디지털 통신/방송 시스템, 멀티 미디어 전송 기술>

이 용 태 (정회원)



- 2007년 : 연세대학교 전기전자공학과 박사
- 1995년~현재 : 한국전자통신연구원 방송시스템연구부 책임연구원
- 2008년~현재 : 한국 방송공학회 학회지 편집위원장

<주관심분야 : DTV, DMB, 디지털라디오 시스템>

배 정 남(정회원)



- 2009년 : 광운대학교 전과공학과 학사
- 2009년~현재 : 광운대학교 전과 공학과 석사과정

<주관심분야 : 디지털 방송 시스템, 디지털통신, 무선통신>

김 진 영(정회원)



- 1998년 : 서울대학교 전자공학과 공학박사
- 2000년 : 미국 Princeton University, Research Associate
- 2001년 : SK 텔레콤 네트워크연구원 책임연구원
- 2009년 : 미국 MIT 공대 Visiting Scientist
- 2001년~현재 : 광운대학교 전자 융합공학과 교수

<주관심분야 : 디지털통신, 무선통신, 채널부호화>