

---

# 계층변조 시스템에서 신호의 우선순위를 이용한 블라인드 등화

## Priority Based Blind Equalization for Hierarchical Modulation Systems

---

최운락, 서보석  
충북대학교 전자공학과

Un-Rak Choi(maphackw@cbnu.ac.kr), Bo-Seok Seo(boseok@cbnu.ac.kr)

---

### 요약

이 논문에서는 계층변조를 적용하는 AT-DMB (advanced terrestrial digital multimedia broadcasting) 시스템에 적용할 수 있는 블라인드등화 기법을 제시하고 그 성능을 살펴본다. AT-DMB 시스템은 기존 T-DMB의 DQPSK (differential quadrature phase-shift keying) 신호와 역방향 호환성을 보장하고 더 높은 데이터 전송률을 지원하기 위해 16-QAM (quadrature amplitude modulation) 계층변조 방식을 적용한다. 이 결과 SNR (signal to noise ratio)에 따라 기존 T-DMB 심볼과 추가된 심볼은 서로 다른 판정오율 (decision error rate)을 가진다. 따라서 판정한 신호로부터 채널을 추정할 때 판정오율이 낮은 선순위 심볼과 판정오율이 높은 후순위 심볼의 신뢰도에 따라 다른 가중치를 줌으로써 판정치의 전체적인 신뢰도를 향상시킬 수 있다. 이 논문에서는 계층변조에 따른 비트 오율(bit error rate) 성능의 악화정도를 분석하고, 모의실험을 통해 판정신호의 신뢰도에 따라 가중치를 주는 제안방식이 가중치를 주지 않은 경우에 비해 비트 오율 성능이 향상됨을 확인하였다.

■ 중심어 : | 지상파 DMB | 계층변조 | 블라인드등화 |

### Abstract

In this paper, we propose a blind equalization method for advanced terrestrial digital multimedia broadcasting (AT-DMB) systems which use hierarchical modulation. The AT-DMB system adopts hierarchical 16-ary quadrature amplitude modulation (16-QAM) to ensure backward-compatibility with the differential quadrature phase shift keying (DQPSK) signal of the legacy terrestrial digital multimedia broadcasting (T-DMB) systems and to support higher transmission rate. Due to the hierarchical modulation, the conventional T-DMB signal and the additional signal have different error rate at same signal to noise ratio (SNR). By weighting the decided symbols differently according to the reliability of the symbols, i.e., high priority symbol with low error rate and low priority symbol with high error rate, we can improve the channel estimation accuracy. In this paper, we analyze SNR loss by hierarchical modulation and confirm it through simulations. Moreover, through simulations, we verify that the proposed weighting method improve BER compared to the no-weighting method.

■ keyword : | Terrestrial DMB | Hierarchical Modulation | Blind Equalization |

---

\* 본 논문은 2006년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었습니다.

접수번호 : #070904-001

심사완료일 : 2007년 09월 28일

접수일자 : 2007년 09월 04일

교신저자 : 서보석, e-mail : boseok@cbnu.ac.kr

## I. 서론

이동 수신을 제공할 수 있는 국내 디지털 방송 시스템은 유럽형 DAB (digital audio broadcasting) 시스템인 Eureka-147 시스템[1]을 근간으로 하는 지상파 DMB (terrestrial digital multimedia broadcasting, T-DMB)와 위성 DMB로 나눌 수 있다. DMB 기술은 기존의 MUSICAM[2] 방식의 오디오 서비스를 유지하고 차량 또는 보행으로 이동 중인 사용자에게 비디오, 오디오, 데이터 등의 다양한 멀티미디어 서비스를 제공하는 전송규격이다. 최대 1.152Mbps의 전송률을 나타내는 T-DMB 시스템을 통해 제공되는 비디오는 전형적으로 초당 30 프레임을 전송하여 QVGA (quarter video graphics array, 320×240) 크기의 해상도를 가지며, 최대 353×288 해상도를 지원한다. 이 정도의 해상도는 PDA나 휴대전화 같은 소형 단말에서는 충분한 크기이지만, SD(standard definition)급 비디오와 같이 더 나은 고품질 멀티미디어 서비스를 제공하고, DVB-H (digital video broadcasting for handheld terminals) [3], MediaFlo[4]와 같은 경쟁 기술에 대응하기 위해서는 대용량, 고품질의 DMB 기술이 필요하다. 특히 국내의 지상파 디지털 TV가 이동 수신 성능이 불충분한 상태에서 더 높은 해상도를 지원할 수 있는 차세대 지상파 DMB를 개발할 필요가 있다.

이와 같은 필요성으로부터 최근 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing)을 적용한 기존 T-DMB 시스템에서 부반송파의 변조 단계를 높혀 전송률을 향상시키고자 하는 방법이 제안되고 있다. 즉 최근 기존의 T-DMB의 DQPSK (differential quadrature phase-shift keying) 변조 데이터에 해당하는 선순위 (high priority, HP) 데이터의 처리는 그대로 유지하면서 동시에 후순위 (low priority, LP) 데이터를 추가하여 16-QAM 계층변조(hierarchical modulation)를 적용함으로써 전송률을 향상시키는 방법이다[5]. 계층변조 신호는 기존 T-DMB 단말기가 수신할 수 있는 HP 데이터와 추가적인 LP 데이터에 의해 구성된다. 역방향 호환성을 제공할 수 있도록 HP 신호점 사이의 간격은 LP 신호점 사이의 최소거리에 비해 넓기 때문에

동일한 SNR (signal-to-noise ratio)일 때, LP 신호에 비해 더 낮은 오율(error rate)로 수신할 수 있다. 즉 일정 SNR 수준까지는 HP, LP 데이터 모두 낮은 오율로 복호할 수 있지만, 일정 수준 이하에서는 HP 데이터만 복호가 가능하다.

이 논문에서는 이와 같은 데이터 사이의 서로 다른 오율특성을 이용한 블라인드등화 기법을 제시한다. 블라인드등화를 위해서는 판정한 데이터를 훈련신호로 이용하는 판정계환 방법을 적용한다. 계층변조에서 전송 심볼은 HP 심볼과 LP 심볼의 합으로 구성된다. 두 심볼은 서로 다른 신뢰도를 가지므로 판정치를 추정할 때 데이터의 신뢰도에 따라 서로 다른 가중치를 줌으로써 심볼 추정과 채널등화의 성능을 향상시킬 수 있다.

## II. 시스템 구성

이 논문에서 가정된 AT-DMB 시스템의 송신기와 수신기 구조는 [그림 1]과 같다. 기존 T-DMB 방식에서의 DQPSK 변조 데이터에 해당하는 HP 데이터의 처리방법은 그대로 유지하고, 전송률을 높이기 위해 추가한 LP 데이터는 부반송파의 변조 방식을 제외하고는 HP 데이터와 동일한 방식으로 처리한다. 그림에서 점선 사각형으로 나타난 부분이 LP 데이터의 처리 과정을 나타낸다.

각 부반송파의 전송 데이터는 [그림 2]와 같이 기존 DQPSK의 HP 신호점 각각을 LP 데이터로 QPSK 변조하는 16-QAM 계층변조를 적용한다. 여기서 기존 T-DMB 수신기로는 큰 오율의 상승없이 HP 데이터를 수신할 수 있도록 신호점을 비균등 간격으로 위치시킨다. HP 데이터는 신호점의 사분면을 결정하고, LP 데이터는 HP에 의해 결정된 사분면 이내에서 QPSK 신호점을 결정한다.

[그림 2]는 16-QAM 계층변조 신호의 정상도(signal constellation)를 나타낸다. 16-QAM 신호점의 비균등 정도는 HP 신호점 사이의 최소거리와 LP 신호점 사이의 최소거리의 비인  $\alpha = a/b$ 에 의해 결정된다. 평균 전송 전력이 동일할 때  $\alpha$ 를 크게 하면 HP 신호에 대한

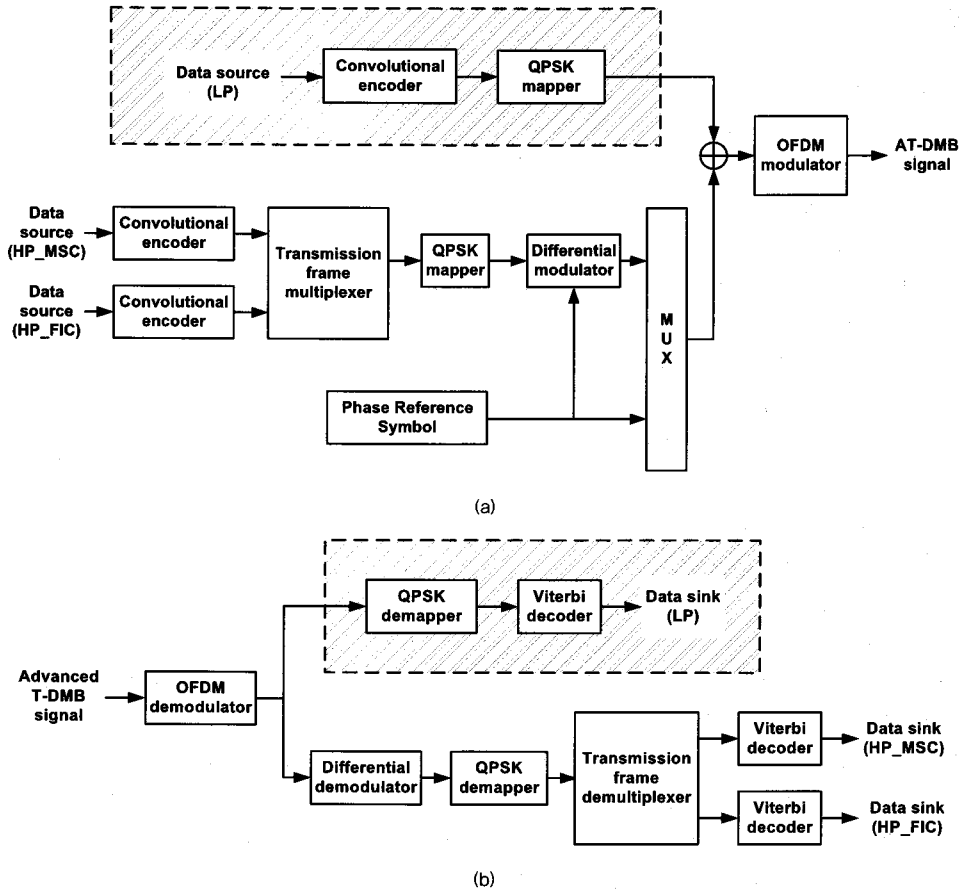


그림 1. 16-QAM 계층변조 시스템의 (a) 송신기 및 (b) 수신기 구조

필요 CNR(carrier to noise ratio)은 작아지는 반면에 LP 신호에 대한 필요 CNR은 증가한다. 따라서 최소화 리비  $\alpha$ 를 변화시킴으로써 HP 신호와 LP 신호의 필요 CNR을 조절할 수 있다[6]. AT-DMB에서는 기존 T-DMB에 비해 HP 데이터의 SNR 손실이 약 1dB 이하가 되도록 3 또는 4정도의  $\alpha$ 를 고려하고 있다.

AT-DMB 시스템의 송신 신호는 16-QAM 계층변조 신호인 서비스 채널 (main service chanel, MSC), 데이터 정보를 포함한 정보채널 (fast information MSC, FIC) 및 동기채널(synchronization channel)로 구성되며, [그림 3]과 같은 96ms 길이의 프레임 구조를 가지고 연속적으로 전송된다. 동기채널은 아무 신호도 전송하지 않는 NULL 부분과 프레임 동기 및 DQPSK 신호의 기준 위상을 제공하는 동기심볼(sync symbol 또는

phase reference symbol, PRS)로 구성되어 있다.

[그림 1](b)의 AT-DMB 시스템 수신기에서 LP 데이터는 OFDM 복조 후 HP 데이터와 분리시켜 처리한다. [그림 2]를 보면 LP 데이터의 QPSK 심볼 위치는 HP 데이터 (즉 DQPSK 신호점의 위치)에 따라 대칭적으로 달라진다. 따라서 그림에서와 같이 LP 데이터를 QPSK 역대용하기 위해서는 판정된 HP 데이터를 필요로 한다. 이때 HP 신호의 판정(decision)시 오류가 발생하면 LP 데이터는 전혀 판정을 할 수 없다. 따라서 판정한 HP 데이터를 다시 부호화하고 DQPSK 변조한 다음 송신신호를 재생하여 이 값을 LP 데이터에 판정에 이용한다. 그 결과 수신기의 구조는 [그림 1](b)와 같이 단순하지 않고 LP 복조 부분이 상당히 복잡해진다. 이 과정을 피할 수 있는 방법으로 MSC에 파일럿 데이터를

전송하는 방법을 고려할 수 있다. 이 논문에서는 파일럿 전송방법은 고려하지 않기로 한다.

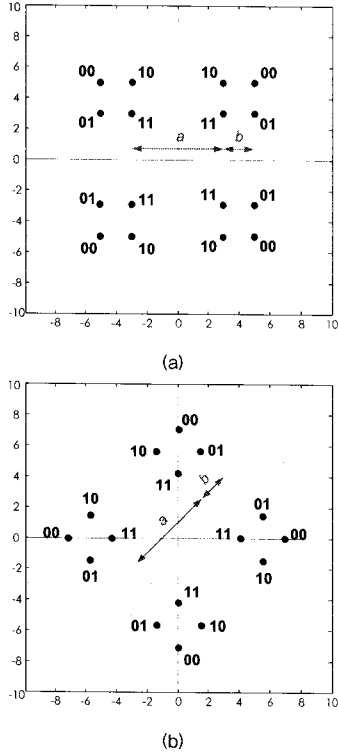


그림 2. 16-QAM 계층변조 신호의 성상도. (a) 홀수 번째 OFDM 심볼의 성상도 (b) 짝수 번째 OFDM 블록의 성상도

### III. AWGN 채널에서 계층변조 시스템의 성능

AWGN 채널에서 계층변조 AT-DMB 시스템은  $\alpha$ 에 따라 HP 데이터의 오류율과 LP 데이터의 오류율이 달라진다. 여기서 16-QAM 계층변조 신호가 기존 DQPSK 수신기의 성능(즉 HP 데이터의 오류율)에 어떠한 영향을 미치는가가 중요한 요소이다. 16-QAM 계층변조에서 HP 데이터의 오류율은 사분면 사이의 최소거리인  $\alpha$ 에 의해서 결정된다.

AWGN 채널에서 AT-DMB 시스템의 LP 신호가 HP 신호의 오류율에 미치는 영향을 살펴보면 다음과 같다. 두 시스템은 [그림 2]와 같은 신호점을 가지는 심볼로

신호를 변조하여 전송하여 평균 전송 에너지는  $E_a$ 라 가정한다. DQPSK 및 16-QAM 신호의 신호점간 최소간격을 각각  $d, a$ 라 할 때 ( $d = a + b$ ),  $d^2, a^2$ 은 다음과 같이 표현된다.

$$d^2 = 2E_a \tag{1}$$

$$a^2 = \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha^2} \right)^{-1} E_a$$

DQPSK 신호의 경우 하나의 신호점에서 최소 거리에 있는 신호점의 수는 2개 이므로 심볼오율은 다음 식과 같이 표시된다.

$$P_{s,qpsk} = 2Q \left( \frac{d_{min}/2}{\sqrt{N_0}} \right) = 2Q \left( \sqrt{\frac{E_a}{2N_0}} \right) \tag{2}$$

여기서  $N_0/2$ 는 잡음의 전력 스펙트럼 밀도를 나타낸다. 신호점은 비트를 Gray 부호로 대응시키고, 또 심볼오율이 매우 작다고 할 때 비트오율(bit error rate, BER)은 심볼오율을 심볼당 비트 수로 나눈 것으로 근사화시킬 수 있다. 따라서 DQPSK의 비트오율을 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$P_{b,qpsk} = \frac{P_{s,qpsk}}{2} = Q \left( \sqrt{\frac{E_a}{2N_0}} \right) \tag{3}$$

한편 16-QAM 계층변조 신호의 오류율은 그림 2의 (b)에서 1사분면을 기준으로 생각하면 각 신호점은 다음과 같이 인접 신호점으로 오류가 발생한다.

- (1) 1사분면의 '10'에서 2사분면 '10'으로
  - (2) 1사분면의 '11'에서 2사분면 '11' 또는 4사분면의 '11'로
  - (3) 1사분면의 '01'에서 2사분면의 '01'로
- 이 경우 심볼오율은 다음과 같이 표시된다.

$$P_{s,16qam} = \frac{1}{4} Q \left( \frac{d_{min}/2}{\sqrt{N_0}} \right) + \frac{2}{4} Q \left( \frac{d_{min}/2}{\sqrt{N_0}} \right) + \frac{1}{4} Q \left( \frac{d_{min}/2}{\sqrt{N_0}} \right) \tag{4}$$

$$= Q \left( \sqrt{\frac{E_a}{2 \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha^2} \right) N_0}} \right)$$

DQPSK와 마찬가지로 오류는 인접 사분면으로만 발생한다고 가정할 수 있다. 따라서  $\alpha$ 에 따른 16-QAM

HP 데이터의 비트오율은 다음과 같이 구할 수 있다.

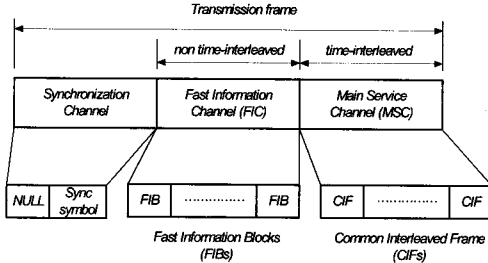


그림 3. AT-DMB 시스템의 프레임 구조

$$P_{b,16qam} = \frac{1}{2} Q \left( \sqrt{\frac{E_a}{2 \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha^2} \right) N_0}} \right) \quad (5)$$

여기서  $E_a$ 와  $N_0/2$ 는 심볼당 평균 에너지와 잡음의 전력 스펙트럼 밀도를 나타낸다.

[그림 4]는 AWGN 채널에서 채널 부호화를 하지 않은 경우  $\alpha$ 에 따라 (5)식으로부터 구한 기존 DQPSK 및 16-QAM 계층변조 한 경우 HP 심볼의 BER을 나타낸 것이다.

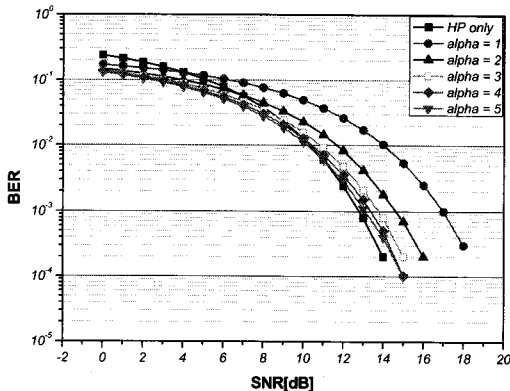


그림 4. DQPSK, 계층변조 16-QAM 비트오율

여기서 DQPSK 변조신호와 16-QAM 변조신호를 동일한 전력으로 전송할 때 HP 데이터의 근사적인 SNR 손실을 구해보자. DQPSK의 BER은

$$P_{b,dqpsk} = Q \left( \sqrt{\frac{E_a}{2N_0}} \right) \quad (6)$$

이고, 계층변조 16-QAM 오율에서 Q함수 앞의 1/2은 오율을 크게 변화시키지 않는다. 따라서 LP 신호를 전송함으로써 발생하는 HP 신호의 SNR 손실은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$SNR_{loss}(dB) = 10 \log \left[ \frac{\frac{E_a}{2N_0}}{\frac{E_a}{2 \left( 1 + \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha^2} \right) N_0}} \right] \quad (7)$$

$$= 10 \log \left( 1 + \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha^2} \right)$$

구체적인  $\alpha$ 의 값을 이 식에 대입하여  $\alpha = \infty$ 인 경우(즉 LP 신호를 추가하지 않은 경우)에 대한 SNR 손실량을 구하면 [표 1]과 같다. Q함수 앞의 1/2을 고려하며 표의 값보다 손실량은 약간 감소할 것이다. 표 1은 [그림 4]에서 SNR이 큰 경우 구한 값과 매우 근사한 값을 나타내는 것을 알 수 있다. 이러한 SNR 손실은 AWGN 환경에서의 이론적인 값으로 다중경로 채널이나 페이딩 채널에서는 신호처리 방법에 따라 달라지겠지만 더 커질 것으로 예상된다. DAB 표준단체에서는 HP, LP 데이터를 모두 전송하는 경우(즉 AT-DMB 시스템), 기존 T-DMB 수신기에 미치는 SNR 손실이 1 dB 이하가 되도록 요구하고 있다. [그림 4]의 결과로부터 이 조건을 만족하도록 설계하기 위해서는 최소  $\alpha=3$ 이 되어야 할 것으로 판단된다. 이 경우 AWGN 채널에서 약 1.6dB의 SNR 손실을 초래한다.

표 1. AWGN 채널에서 16-QAM 계층변조 시스템의  $\alpha$ 에 따른 HP 심볼의 SNR 손실.

$\alpha = a/b$	1	2	3	4	5	...	$\infty$
SNR 손실 [dB]	4.8	2.4	1.6	1.2	0.9	...	0

#### IV. 블라인드 채널 추정

파일럿을 이용하지 않고 수신신호만을 이용하여 블라인드로 채널을 추정하는 과정은 크게 두 단계로 진행된다. 먼저 [그림 3]의 프레임 구조에서 동기채널에 전송되는 PRS는 HP DQPSK 심볼의 기준위상을 제공하기 위한 것으로 이 신호를 복조하지 못하면 그 이하의 데이터는 전혀 검파할 수 없으므로 수신기 가능하려면 완전히 복조할 수 있다고 가정할 수 있다. FIC는 이후 MSC를 통해 전송되는 데이터의 다중화에 대한 중요한 정보를 포함하고 부호율이 1/3인 강력한 길쌈부호를 적용한다. 이것은 FIC 정보를 잃으면 MSC를 복조할 수 없고, 이 경우 T-DMB 신호는 수신 불가능하게 되기 때문이다. 따라서 일반 데이터를 복조할 수 있기 위해서는 FIC 정보도 오류없이 완전히 복조할 수 있다고 가정할 수 있다. 따라서 PRS와 FIC는 오류없이 복조할 수 있으며 역으로 송신심볼을 계산할 수 있다. 블라인드 채널 추정기의 초기 추정치는 PRS와 FIC의 송신심볼을 비교하여 추정한다. 즉

$$\hat{H}(n,k) = \frac{Y(n,k)}{\hat{X}(n,k)} \quad (8)$$

여기서  $(n,k)$ 는  $n$ 번째 OFDM 심볼의  $k$ 번째 부반송파를 의미하고,  $\hat{H}$ ,  $Y$ ,  $\hat{X}$ 는 각각 채널의 추정치, 수신심볼, 송신심볼의 추정치(재생한 것)를 의미한다.  $n=0$ 은 PRS를 나타내고,  $n=2,3,4$ 는 3개의 OFDM 심볼로 구성된 FIC를 나타낸다. MSC 데이터는  $n=4...75$ 로 72개의 OFDM 심볼로 구성되어 있다.

채널추정 다음 단계에서는 MSC 부분 수신신호의 판정치를 이용한 판정지향 (decision directed) 모드로 채널을 추정한다.

한편 데이터가 전송되는 경우 16-QAM 계층변조 신호의 신호점은 [그림 3]과 같이 16개의 신호점으로 구성되어 있으며, 각 신호점은 선순위 신호  $X_{HP}(n,k)$ 와 후순위 신호  $X_{LP}(n,k)$ 의 합으로 구성되어 있다. 즉

$$X(n,k) = X_{HP}(n,k) + X_{LP}(n,k) \quad (9)$$

이 경우 다음과 같이 채널을 추정한다.

$$\hat{H}(n,k) = \frac{Y(n,k)}{\hat{X}_{HP}(n,k) + \hat{X}_{LP}(n,k)} \quad (10)$$

그러나 계층변조 방식을 적용한 경우  $X_{HP}(n,k)$ 와  $X_{LP}(n,k)$ 를 추정할 값  $\hat{X}_{HP}(n,k)$ 와  $\hat{X}_{LP}(n,k)$ 는 서로 다른 정확도를 가진다. 즉 HP신호는 DQPSK 변조된 신호로 신호점간의 거리가 LP 신호에 비해 멀기 때문에 LP 신호에 비해 훨씬 큰 SNR (signal-to-noise ratio)을 가진다. 따라서  $\hat{X}_{HP}(n,k)$ 와  $\hat{X}_{LP}(n,k)$ 는 서로 다른 정확도를 가지므로 정확도에 따라 다음과 같이 가중치를 다르게 주어 채널을 추정할 수 있다.

$$\hat{H}(n,k) = \frac{Y(n,k)}{\gamma_{HP}\hat{X}_{HP}(n,k) + \gamma_{LP}\hat{X}_{LP}(n,k)} \quad (11)$$

여기서  $\gamma_{HP}$ 와  $\gamma_{LP}$ 는 신호의 전력이 본래의 신호전력과 동일하게 유지되도록 결정한다. [그림 2]의 신호점 구조에서  $\alpha$  값에 따른  $\gamma_{HP}$ ,  $\gamma_{LP}$ 의 관계는 다음과 같다.

$$\gamma_{HP} = \sqrt{\frac{\alpha^2 + 2\alpha + 2 - \gamma_{LP}^2}{\alpha^2 + 2\alpha + 1}} \quad (12)$$

정리하면  $n$ 번째 OFDM 심볼에 대해 판정지향 모드추정은 다음과 같다.

- 1) OFDM 복조기 출력을  $(n-1)$  번째에서 추정된 채널  $\hat{H}(n-1,k)$ 로 나누어 채널등화를 한다.
- 2) HP 신호를 복조한 후, 다시 변조과정을 거쳐 송신 신호  $\hat{X}_{HP}(n,k)$ 를 재생한다.
- 3) 2단계에서 재생한 HP 신호점을 기반으로 LP 심볼을 판정하여 송신 신호  $\hat{X}_{LP}(n,k)$ 를 추정한다.
- 4) 2, 3 단계에서 구한 두 값을 산술적으로 더하여 송신신호를 추정한다. 이 때 HP, LP 판정 데이터의 신뢰도에 따라 다음 식과 같이 가중치를 준다.

$$\hat{X}(n,k) = \gamma_{HP}\hat{X}_{HP}(n,k) + \gamma_{LP}\hat{X}_{LP}(n,k) \quad (13)$$

- 5) 수신신호와 추정된 송신신호를 (11)식에 대입하여

채널을 추정한다.

### V. 모의 실험

제안방식의 성능을 살펴보기 위해 [표 2]의 지상파 DMB 시스템의 전송 파라미터에 대해 AWGN (additive white Gaussian noise) 채널과 주파수 선택적 특성을 볼 수 있는 간단한 2경로(two-path) 다중경로 채널에서 BER 성능을 살펴보았다.

[그림 5]는 AWGN 채널에서 계층변조 시스템의  $\alpha$ 에 따른 HP 신호의 SNR 손실을 보기 위한 것이다. 그림 4의 계산값과 비교 할 때 상대적인 SNR 손실량이 거의 유사한 결과를 나타냄을 볼 수 있다. 가로축의 SNR 절대값이 다른 이유는 [그림 5]는 채널부호화, 인터리빙 등을 적용했기 때문이다.

[그림 6]과 [그림 7]은 각각 AWGN 채널 및 다중경로 채널에서 제안된 블라인드등화기를 적용한 경우의 BER을 나타낸다. 그림에서 LPweighting은  $\gamma_{LP}$ 의 값을 나타낸다. AWGN 채널은 채널추정기의 영향이 적기 때문에 그림에서 보면 다중경로 채널인 경우에 제안된 자력채널 추정기의 성능향상이 더 크며, 이 경우 약 0.5dB의 SNR이 향상됨을 볼 수 있다.

표 2. 지상파 DMB 시스템의 전송 파라미터.

변조기법	OFDM/DQPSK
신호점 거리의 비 (a/b)	3
채널부호화	길쌈부호(모부호) r=1/2, 구속장:7
시간 인터리빙 깊이	384 ms
주파수 인터리빙 폭	1.536 MHz
시스템 대역폭	1.536 MHz
부반송파 수	1,536
부 반송파 간격	1 kHz
보호구간	246 us
유효 심볼 길이	1 ms
프레임 길이	96 ms

### VI. 결론

이 논문에서는 AT-DMB 시스템에서 계층변조에 따른 T-DMB 본래 신호의 SNR 손실을 분석하고, 16-QAM 계층변조 시스템을 위한 블라인드 채널 추정 기법을 제시하였다.

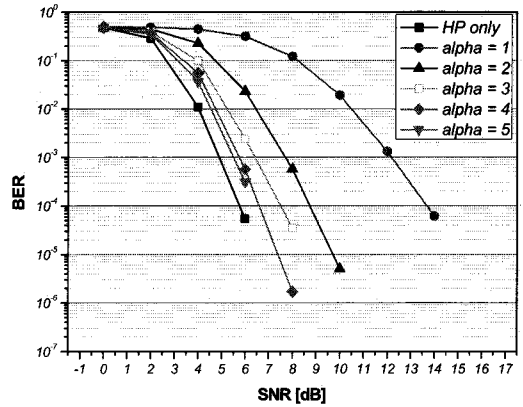


그림 5. 계층변조 16-QAM 시스템에서 HP 데이터의 비트 오류율

HP 신호와 LP 신호의 최소거리비가  $\alpha=3$ 일 때, 제안 방식은 다중경로 채널에서 0.5dB정도의 SNR 이득을 나타내었다.

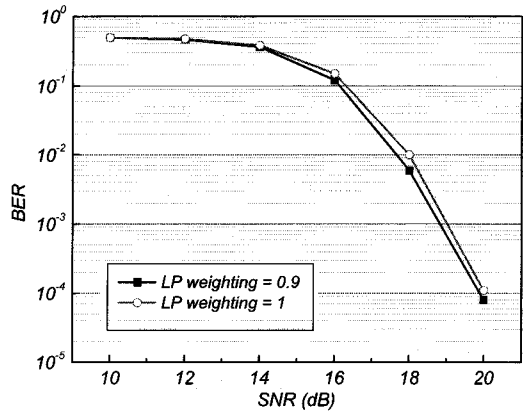


그림 6. AWGN 채널에서 제안된 블라인드채널 추정기의 성능

이 논문에서는 AT-DMB 시스템의 성능의 한계를 보기 위해 이동채널에 대해서는 고려하지 않았으나 이

동환경에서 정확하게 채널을 추정하기 위해서는 파일럿을 삽입해야 할 것으로 판단된다. 한편 파일럿의 삽입은 데이터 전송률의 감소를 초래하기 때문에, 성능과 파일럿 삽입에 따른 부가 데이터율을 절충하기 위해서는 최소의 파일럿으로 원하는 성능을 얻을 수 있도록 다양한 환경에서의 성능에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

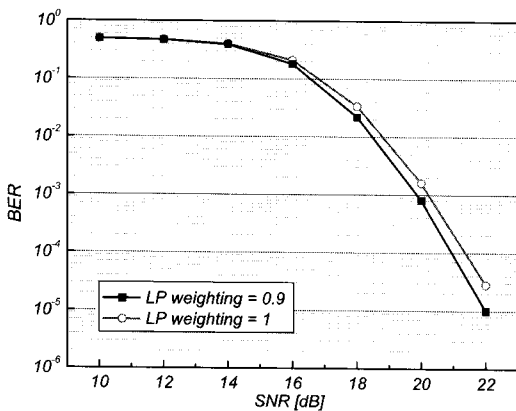


그림 7. 다중경로 채널에서 제안 방식 블라인드채널 추정기의 성능

참고 문헌

[1] ETS 300 401, *Radio Broadcasting System: Digital Audio Broadcasting (DAB) to Mobile Portable and Fixed Receiver*, May 1997.  
 [2] J. B. Rault, Y. F. Dehery, and M. Lever, "The ISO/MPEG Audio MISCAM family," IEEE Colloquium on, pp.301-314, Jan. 1995.  
 [3] ETSI, "Digital Video Broadcasting (DVB); Transmission System for Handheld Terminals (DVB-H)," European Telecommunication Standard, EN 302-304, Nov. 2004.  
 [4] M. R. Chari et al, "FLO Physical Layer: An Overview," IEEE Trans on Broadcasting, Vol.53, part 2, pp.145-160, Mar 2007.  
 [5] ETRI, "Modulation Standard of Advanced

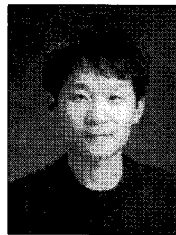
T-DMB," ETRI 내부 워크샵 자료, 2006(6).

[6] H. Jiang and P. A. Wilford, "A Hierarchical Modulation for Upgrading Digital Broadcast systems," IEEE Trans. on Broadcasting, Vol.51, No.2, pp.223-229, June 2005.

저자 소개

최운락(Un-Rak Choi)

준회원

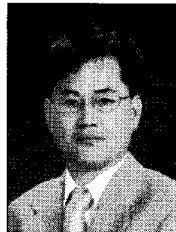


- 2006년 2월 : 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부(공학사)
- 2006년 2월 ~ 현재 : 충북대학교 전자공학과 석사과정

<관심분야> : 디지털 방송, 디지털 신호처리

서보석(Bo-Seok Seo)

정회원



- 1997년 2월 : 서울대학교 전자공학과 (공학박사)
- 2004년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 전자공학과 조교수

<관심분야> : OFDM, 디지털 TV, 채널등화