

# DCM을 사용하는 MB-OFDM 시스템에서 채널 정보를 이용한 향상된 연판정 복조 기법

준회원 구분옥\*, 강병수\*, 종신회원 송형규\*\*

## Improved Soft-Decision Technique with Channel State Information in MB-OFDM System with DCM

Bon-Wook Koo\*, Byung-Su Kang\* Associate Members, Hyoung-Kyu Song\*\* Lifelong Member

### 요약

MB-OFDM UWB 시스템은 고속의 전송률을 달성하기위해 16-QAM형태의 dual carrier modulation(DCM)방식을 이용한다. DCM의 기본 아이디어는 4개의 입력비트를 서로 다른 형태의 2개의 16-QAM을 이용해 변조하고 2개의 변조결과를 최대한 멀리 떨어져 있는 2개의 OFDM 부반송파에 나눠서 중복 전송함으로써 하나의 부반송파가 복구할 수 없는 페이딩을 겪게 되더라도 다른 하나의 부반송파에 실려온 정보를 이용하여 전송한 4비트를 복조할 수 있다는 것이다. 두 개의 부반송파가 모두 열악한 페이딩을 겪게 될 확률은 매우 작으므로 DCM을 이용함으로써 성능향상을 기대할 수 있다. 기본적인 ML검출방식을 이용하여 신호를 복호할 경우 채널정보를 이용하지 않기 때문에 DCM의 본래 목적이라고 할 수 있는 다이버시티의 손실(loss in diversity)을 줄이자는 생각과 부합되지 않는다. 본 논문에서는 채널 상태 정보라는 여분의 신뢰할 만한 정보를 이용함으로써 더 좋은 성능을 얻을 수 있는 향상된 연판정 복조기법을 제안한다.

Key Words : MB-OFDM, UWB, DCM, CSI, Soft-decision

### ABSTRACT

MB-OFDM (Multiband-orthogonal frequency division multiplexing) UWB (ultra wide band) system uses DCM (dual carrier modulation) scheme to achieve high-data rate transmission. The basic idea of DCM is that to transmit the 4 bits more reliably two 16-QAM (quadrature amplitude modulation) symbols are used and the two 16-QAM symbols are allocated to each subcarrier of OFDM with maximum-distance. In the case of using the DCM, if one 16-QAM symbol is broken by deep fading channel, a receiver can detect the transmitted signal by using another 16-QAM symbol. In the conventional ML (maximum likelihood) decision scheme, since the receiver does not use the CSI (channel state information), loss in diversity can not be reduced. In this paper, we propose improved soft-decision scheme with CSI for higher performance of MB-OFDM UWB system.

### I. 서론

최근 무선통신의 응용이 보편화되고 분야가 확대

됨에 따라 이 분야에서 새로운 응용에 대한 혁신적인 기술 도입이 요구되었다. 무선통신의 궁극적인 목표는 보다 많은 양의 데이터 정보를 (more in-

※ 본 결과물은 교육인적자원부, 산업자원부, 노동부의 출연금 및 보조금으로 수행한 최우수실용실험실지원사업과 정보통신부 21세기 프론티어 연구개발사업 유비쿼터스 컴퓨팅 및 네트워크 원천기술 개발사업의 지원결과입니다.

\* 세종대학교 uT통신연구소, 정보통신공학과 (songhk@sejong.ac.kr)

논문번호 : KICS2007-04-156, 접수일자 : 2007년 4월 20일, 최종논문접수일자 : 2007년 5월 2일

formation), 보다 더 광범위한 영역을 커버 하며(more range & coverage), 보다 더 고속으로 (faster data rate), 보다 많은 사용자를 수용하며 (more users), 동시에 실시간으로(all at once in real time) 서비스 하는 것이다. 이의 목적에 가장 근접 하게 부합되는 것이 UWB(Ultra-Wideband) 기술 이다. 이에 따라 UWB 기술은 가정 내 멀티미디어 데이터 전송을 위한 근거리 무선 홈 네트워크 기술의 표준으로 각광을 받기 시작했다<sup>[1]</sup>.

UWB의 가장 큰 특징이자 장점은 초 광대역을 활용하면서 동시에 출력이 상대적으로 낮다는 점 이다. 또한 다른 통신시스템에 간섭을 방지하기 위해 신호에너지를 수 GHz 대역폭에 걸쳐 스펙 트럼으로 분산, 송신함으로써 다른 협대역 신호에 간섭을 주지 않고 주파수에 크게 구애받지 않으며 통신을 할 수 있다<sup>[2]</sup>. 현재 UWB 통신시스템 디자인에 있어서 대두되고 있는 두 가지 방식은 DS-UWB (direct sequence-UWB)와 MB-OFDM (multiband orthogonal frequency division multiplexing) 방식 이 있으며 본 논문에서는 MB-OFDM시스템에 대하여 고 려한다.

MB-OFDM에서는 320, 400, 480Mbps의 고속 데이터 전송율에 대한 모듈레이션으로 DCM (dual carrier modulation)이라는 새로운 방식을 제안 하였 다<sup>[3]</sup>. 이전까지는 전송속도에 관계없이 QPSK (quadrature phase shift keying)만을 사용하고 있었는 데, 320Mbps이상의 전송속도에서도 QPSK를 사용하여 데이터를 전송할 경우 시간 축 확산(Time Domain Spreading)과 주파수 축 확산(Frequency Domain Spreading)을 모두 사용하지 않기 때문에 문제가 될 가능성이 있다. 물론 컨벌루션 부호기를 이용한 채널부호화 과정을 거치기는 하지만 부호 율이 커지게 될수록, 성능의 열화가 눈에 띄게 증가 하게 된다. 일반적으로 이러한 현상을 다이버시티의 손실(loss in diversity)이라고 한다. 그리고 이러한 손실은 근본적인(fundamental) 문제이기 때문에 복 구될 수 없다.

DCM의 기본 아이이어는 4개의 입력비트를 2개 의 16-QAM(Quadrature Amplitude Modulation) 을 이용해 모듈레이션하고 2개의 출력값을 최대한 멀 리 떨어져 있는 2개의 반송파에 나눠서 전송함 으 로써 하나의 반송파가 복구할 수 없는 페이딩을 겪 게 되더라도 다른 하나의 반송파에 실려온 정보를 이용하여 처음의 4비트를 복구할 수 있다는 것이다.

두 개의 반송파가 모두 열악한 페이딩을 겪게 될 확률은 매우 작으므로 DCM을 이용함 으로서 성능 향상을 기대할 수 있다. 그러므로 DCM 방식을 사 용하면 다이버시티의 손실(loss in diversity) 을 크게 줄일 수 있다.

그러나 DCM복호화 과정에서 무선 통신 시스템 에서 일반적으로 사용되고 있는 ML경관정 방식을 사용할 경우 채널정보를 이용하지 않기 때문에 다 이버시티의 손실(loss in diversity)을 줄이 고자 하는 DCM의 본래 목적과 부합되지 않는다. OFDM 같이 다중 반송파(multi carrier) 각각의 반송파들은 서로 다른 잡음전력에 의해 방해받게 된다. 다시 말 하면, 주파수 선택적인 채널에서 어떤 반송파들은 강한 잡음전력에 의해 많은 감쇄를 겪고 또 다른 반송파들은 약한 잡음전력에 적은 감쇄를 겪게 된 다. MB-OFDM도 OFDM을 기반으로 하는 시스템 이므로 각각의 반송파들은 서로 다른 채널을 통과 한다. 각각의 반송파들이 통과하는 채널이 다르다는 것은 각각의 반송파들에 대한 신호 대 잡음비(signal to noise ratio)가 다르다는 것과 같으므로, 채널 상 태 정보(CSI)가 큰 채널을 통과한 등화된 데이터는 채널 상태 정보가 작은 채널을 통과한 등화된 데이 터보다 더 신뢰할 수 있다.

그러므로 본 논문에서는 DCM의 복호화 과정의 성능을 높일 수 있는 채널 상태 정보라는 여분의 정 보를 이용하는 연관정 복조 기법을 제안한다. 본 논문 에서 제안된 연관정 복조 기법을 통해 MB-OFDM UWB 시스템은 최대 7dB이상의 성능의 향상을 얻을 수 있다.

## II. DCM 전송과정

DCM을 사용하는 320, 400, 480Mbps의 전송 속 도에서는 채널 부호화와 인터리빙 과정을 마친 200 비트가 하나의 OFDM심벌을 구성하게 된다. DCM 은 200비트를 단위로 수행되고, 결과로 100개 의 복소값을 출력한다.

그림 1에 나타난 DCM 모듈레이션 과정은 구 체 적으로 다음과 같은 순서로 진행된다.

먼저 200개의 입력비트는 4비트씩 50개의 그룹 으로 묶인다. 각각의 그룹은  $(b[g(k)], b[g(k)+1], b[g(k)+50], b[g(k)+51])$ 으로 표현될 수 있다. 여기 서  $k \in [0, 49]$ 이고  $g(k)$ 는 아래와 같다.

$$g(k) = \begin{cases} 2k, & k \in [0, 24] \\ 2k + 50, & k \in [25, 49]. \end{cases} \quad (1)$$

다음으로 4개의 비트( $b[g(k)]$ ,  $b[g(k)+1]$ ,  $b[g(k)+50]$ ,  $b[g(k)+51]$ )로 구성된 각각의 그룹들은 그림 2에 나타나있는 2개의 매퍼에 맵핑이 되고 결과물인 2개의 복소수는 ( $d[k]$ ,  $d[k+50]$ )로 표현될 수 있다. 예를 들어 4개의 비트열이 '0000'이라면,  $d[k]$ 값은 그림 2-(a)에서 해당되는 값인  $-3-3j$ 값이 되고  $d[k+50]$ 값은 그림 2-(b)에서 해당되는 값인  $+1+j$ 값이 된다.

### III. 일반적인 복조방식

#### 3.1 기존의 경관정 복조방식

기존의 대표적인 DCM의 복조방식은 최대 가능성 (Maximum likelihood) 복호 알고리즘이다. 최대 가능성 복호 알고리즘은 다음과 같은 복호과정을 수행한다. 4비트( $b[g(k)]$ ,  $b[g(k)+1]$ ,  $b[g(k)+50]$ ,  $b[g(k)+51]$ )로 이루어진 하나의 그룹에 대한 최대 가능성 추정은 아래의 식과 같다.

$$\begin{aligned} & (b[g(k)], b[g(k)+1], b[g(k)+50], b[g(k)+51])_{ML} \\ & = \arg \min_{C_i} [\|r_1 - d[k]_{C_i}\| + \|r_2 - d[k+50]_{C_i}\|] \end{aligned} \quad (2)$$

여기서  $r_1$ 과  $r_2$ 는 채널 등화된 수신신호이고,  $C_i$ 는 4비트로 구성될 수 있는 그룹이다. 따라서  $i=0, 1, \dots, 15$ 이고,  $d[k]_{C_i}$ 와  $d[k+50]_{C_i}$ 는  $C_i$ 가 그림 2에 나타난 매퍼로 맵핑되었을 때의 출력값이다.

최대 가능성 복호 알고리즘은 4개의 비트로 구성할 수 있는 16개의 모든 경우의 수에 대해서 비교

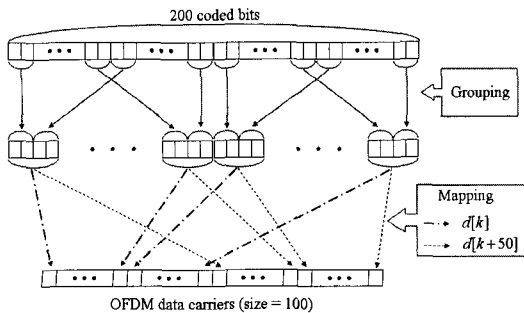
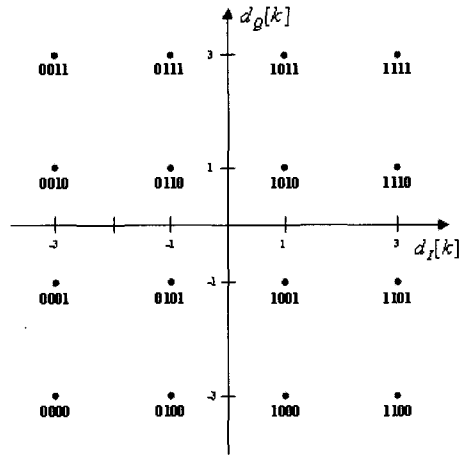
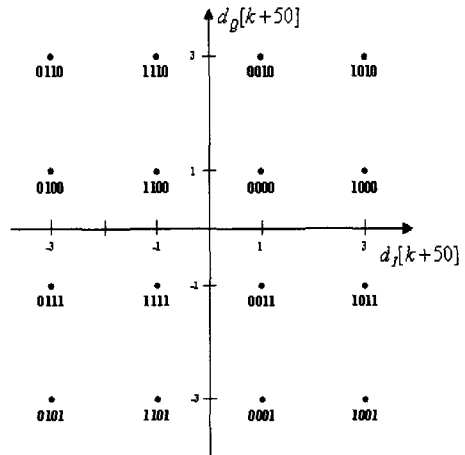


그림 1. DCM 모듈레이션 과정



(a) The Mapper for  $d[k]$



(b) The mapper for  $d[k+50]$

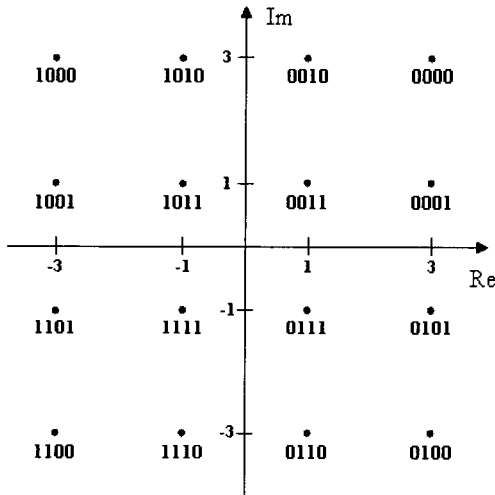
그림 2. DCM 모듈레이션 매퍼

하고, 가장 가능성이 높은 것을 선택한다. 하지만 이 방법은 채널정보를 이용하지 않기 때문에 DCM의 본래 목적이라고 할 수 있는 다이버시티의 손실(loss in diversity)을 줄이자는 생각과 부합되지 않는다.

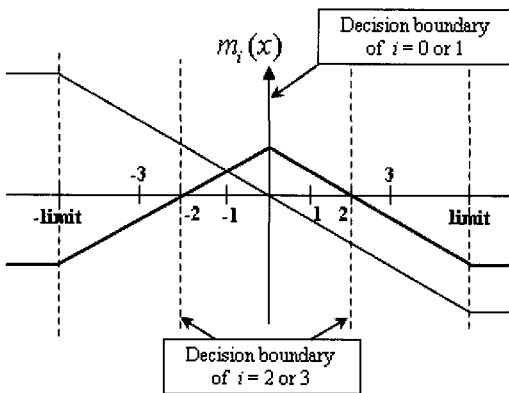
#### 3.1 기존의 연관정 복조방식

그림 3은 그레이코드(gray code)의 16-QAM 매퍼와 그에 대응하는 결정 메트릭을 나타낸다<sup>[4]</sup>. 그림 3-(a)에서 첫 번째 비트만 살펴보면 실수축에 대해서 '0'보다 작은 값을 가질 때는 '1'이고, '0'보다 큰 값을 가질 때는 '0'인 것을 알 수 있다. 이것은 수신된 신호의 성상도 내 위치가 실수축에 대해서 양의 값이 수신되면 '0'을 송신하였을 가능성이 크

고, 음의 값이 수신되면 '1'을 송신하였을 가능성이 크다는 의미이다. 또한 그 수신된 신호의 실수값의 절대값이 클수록 그러한 가능성이 더욱 큼을 의미한다. 이 때, 수신된 값으로 해당 비트를 '0'으로 판단하느냐, 그렇지 않으면 '1'로 판단 하느냐를 판단하는 선이 '0'을 기준으로 하기 때문에 이 경우의 결정 경계선(Decision Boundary) 은  $x=0$ 이 된다. 따라서 첫 번째 비트를 결정하기 위한 결정 메트릭 값을 그림 3-(b)의 a)선처럼 나타낼 수 있다. 그림 3-(b)에서 x축은 수신된 신호의 실수값 혹은 허수값을 나타낸다. 첫 번째 비트를 결정하는 경우에는 x축이 수신된 신호의 실수값이 되고, 두 번째 비트를 결정하는 경우에는 x축이 수신된 신호의 허수값이 된다.



(a) Gray-coded 16-QAM mapper



(b) Metric of the certainty of each decision

그림 3. 그레이 코딩된 16-QAM 매퍼와 결정 메트릭

그러므로 그림 3-(b)에서 a)선은 그림 3-(a)의 첫 번째 비트와 두 번째 비트의 결정 메트릭값이고, b)선은 그림 3-(a)의 세 번째 비트와 네 번째 비트의 결정 메트릭값이다.

그림 3-(a)에서 알 수 있듯이 세 번째 비트와 네 번째 비트는 나열된 순서가 '0101'이므로 결정 경계선이 2개가 필요하게 되고, 그림 3-(b)에서 보다시피 결정 메트릭값도 첫 번째나 두 번째 비트보다는 작다. 이것은 16-QAM 방식의 특성상, 4개의 비트가 모두 같은 중요도(priority)를 가질 수 없기 때문이다. 다시 말하면, 그림 3의 매퍼를 이용 해 통신을 할 경우에 첫 번째와 두 번째 비트의 에러확률이 세 번째, 네 번째 비트보다 작다.

그림 3에서 채널 상태 정보와 메트릭 값인  $m_i$ 는 신뢰도(reliability)면에서 직접적인 비례관계에 있기 때문에 최종적인 결정값을 채널 상태 정보와 메트릭값의 단순한 곱셈만으로 다음과 같이 얻어낼 수 있다.

$$r_i = CSI_k \cdot m_i \quad (3)$$

여기서  $CSI_k$ 는 OFDM심벌의  $k$ 번째 반송파이고,  $i$ 는 해당 반송파에 실려 전송된 비트의 인덱스이다.

위에서 구해진 최종적인 결정값들은 양자화 과정을 거친 후 비터비 복호기의 입력으로 들어 가서 최초의 전송된 비트들로 복조된다.

#### IV. 채널정보를 이용한 향상된 연판정 복조방식

단일 반송파(single carrier)로 변조된 신호가 시불변(time-invariant) 채널을 통하여 전송될 때 모든 데이터 심벌들은 같은 평균 잡음전력에 방해를 받게 된다. 하지만 신호가 단일 반송파가 아닌 OFDM같은 다중 반송파(multi carrier)로 변조되어 전송된다면 각각의 반송파들은 서로 다른 잡음 전력에 의해 방해받게 된다. 다시 말하면, 주파수 선택적인 채널에서 어떤 반송파들은 강한 잡음전력에 의해 많은 감쇄를 겪고 또 다른 반송파들은 약한 잡음전력에 적은 감쇄를 겪게 된다<sup>[5]</sup>.

MB-OFDM도 OFDM을 기반으로 하는 시스템이므로 각각의 반송파들은 서로 다른 채널을 통과한다. 각각의 반송파들이 통과하는 채널이 다르다는 것은 각각의 반송파들에 대한 신호 대 잡음비(Signal to Noise Ratio)가 다르다는 것과 같으므로, 채널 상태 정보(CSI)가 큰 채널을 통과한 등화된

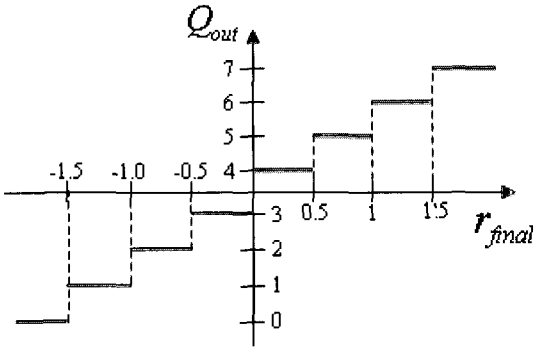


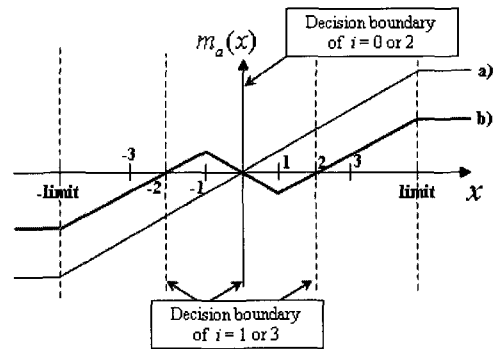
그림 4. 제안된 DCM 복조방식을 위한 양자화기

데이터는 채널 상태 정보가 작은 채널을 통과한 등화된 데이터보다 더 신뢰할 수 있다<sup>4)</sup>. 결국 우리는 채널 상태 정보(CSI)라는 여분의 신뢰할만한 정보를 이용함으로써 더 좋은 성능을 이끌어 낼 수 있다는 것을 알 수 있다.

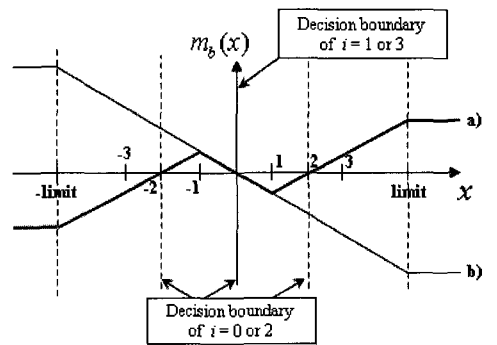
본 논문에서 제안하는 DCM에서의 채널 상태 정보를 이용한 연판정 복조방식은 16-QAM과 DCM 모두 16개의 포인트를 갖는 성상도로 맵핑을 한다는 점에서 유사하기 때문에 <sup>4)</sup>에서 제안된 방식을 모델로 하고 있다. 하지만, 16-QAM은 성상도를 하나만 사용하기 때문에 그레이 코딩된 맵퍼를 사용하는 반면에 DCM은 2개의 성상도를 사용하기 때문에 각 비트간의 중요도를 같게 맞춰주기 위해서 그레이 코딩된 맵퍼를 사용하지 않는다. 따라서 <sup>4)</sup>에서 제안된 방식을 그대로 사용할 수는 없으므로 본 논문에서 DCM에 맞도록 변형된 방식을 제안한다.

그림 5는 그림 2에 나타난 DCM의 맵퍼에 대응하는 제안된 결정 메트릭을 나타낸다. DCM은 2개의 맵퍼를 사용하기 때문에 전송된 비트를 복조 해내기 위해서는 2개의 결정 메트릭이 필요하게 된다. 그림 5에서 (a) 그림은 그림 2의 (a) 맵퍼를 위한 결정 메트릭이고, (b)그림은 그림 2의 (b) 맵퍼를 위한 결정 메트릭이 된다. 각각의 결정 메트릭 값은 앞서 설명했던 그림 3에서와 같은 방식으로 결정된 것이고, 모양이나 비트순서에 있어서의 차이는 해당되는 맵퍼의 모양에 따라 다른 것이다.

그림 5-(a)와 (b)에서 a)는 첫 번째와 세 번째 비트의 메트릭 값이고, b)는 두 번째와 네 번째 비트의 메트릭 값이다. 여기서도 16-QAM 맵퍼의 특성상 하나의 맵퍼에서 4비트의 중요도가 다를 수 밖에 없다. 그림 5-(a)의 결정 메트릭에서는 첫 번째와 세 번째 비트의 중요도가 두 번째와 네 번째 비트의 중요도보다 크다. 하지만, 그림 5-(b)의 결정



(a) 그림 2-(a)를 위한 결정 메트릭



(b) 그림 2-(b)를 위한 결정 메트릭

그림 5. 제안된 채널을 이용한 연판정 복조방식의 결정 메트릭

메트릭에서는 위와 반대이므로 두 개의 결정 메트릭값을 합하였을 때는 모든 비트의 중요도가 같아지게 된다. 만약 DCM에서 사용되는 2개의 맵퍼를 동일한 맵퍼로 사용하게 되면 비트간의 중요도가 차이가 발생하게 된다. 특정한 목적이 있는 경우가 아니면 비트간에 중요도를 차이를 두는 것은 전체적으로 성능 저하의 우려가 있으므로, DCM에서는 사용되는 2개의 맵퍼를 다르게 하고 또한 각각의 비트가 최종적으로 모두 같은 중요도를 가지게 하기 위해서 그림 2처럼 서로 다른 맵퍼를 구성하여 사용한다.

앞 절에서 설명한 16-QAM의 경우와 마찬가지로 채널 상태 정보와 결정 메트릭값은 비례관계이므로 각각의 결정값들을 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$r_a = CSI_k \cdot m_a$$

$$r_b = CSI_{k+50} \cdot m_b \quad (4)$$

위의 두 결정값들은 모두 채널 상태 정보를 포함

하고 있으므로 다음과 같은 단순한 덧셈 연산만으로 최종적인 결정값을 구할 수 있다.

$$r_{final} = \frac{r_a + r_b}{2} \quad (5)$$

이렇게 구해진 최종적인 결정값은 다음의 그림 4의 양자화 과정을 통과하게 되고, 양자화기의 출력인  $Q_{out}$  값은 '0'부터 '7' 사이의 값을 가지게 된다. 2절에서 설명했던 경판정 복조방식으로 복조했을 경우에는 '0'과 '1'중에 하나의 값을 가지게 된다. 둘 중에 하나의 값만을 가지게 되므로 경판정이 라고 하며, 해당 비트에 대해서 그것이 어느 정도의 가능성을 가지는지에 대한 가중치를 줄 수가 없게 된다. 따라서 이 경우에는 좋은 성능을 기대하기는 어려워진다. 하지만 제안된 연판정 복조방식의 경우에는 최종적인 결정값이 '0'부터 '7'사이의 값을 가지므로 해당 비트가 가지는 가중치를 나타낼 수 있다. AWGN 채널만 존재하는 시스템이라고 가정하였을 경우에도 경판정 복조방식 보다 본 논문에서 제안된 것과 같은 8-레벨 연판정 복조방식이 2dB정도 성능이 좋은 것으로 알려져 있다 [6].

### V. 모의실험 및 고찰

이 절에서는 기존의 DCM 경판정 복조방식과 앞 절에서 제안한 DCM 연판정 복조방식의 비트에러확률(BER) 및 패킷에러확률(PER)의 성능을 컴퓨터 시뮬레이션을 통해서 증명하고자 한다. 컴퓨터 시뮬레이션을 위해서 다음과 같은 가정을 하였다. 먼저 UWB 채널 모델로 [7]에서 제공하는 채널 모델 1, 2, 3, 4

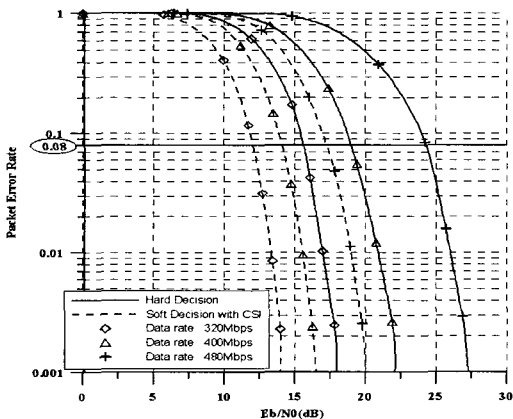


그림 6. 경판정 복조방식과 연판정 복조방식의 PER 성능 비교 (CM1)

를 사용하였고, MB-OFDM 에서 제공하는 채널 추정 시퀀스를 이용하여 최소 자승법 (least square)으로 채널을 추정·보상하였다. 그리고 호핑 패턴은 호핑패턴 1번을 사용하였다.

그림 6부터 그림 9까지는 각각 채널 모델 1, 2, 3, 4에서 실험한 경판정 복조방식과 제안된 연판정 복조방식의 패킷에러확률을 나타낸다. 패킷에러확률을 통해서 시스템을 검증할 때, [7]에서는 성능 평가를 위한 비교지점을 비트에러확률일 경우  $1 \times 10^{-5}$ , 패킷에러확률일 경우  $8 \times 10^{-2}$ 을 만족하는  $E_b/N_0$ 로 정하고 있다.

패킷에러확률을 나타낸 그림으로부터 기존의 경

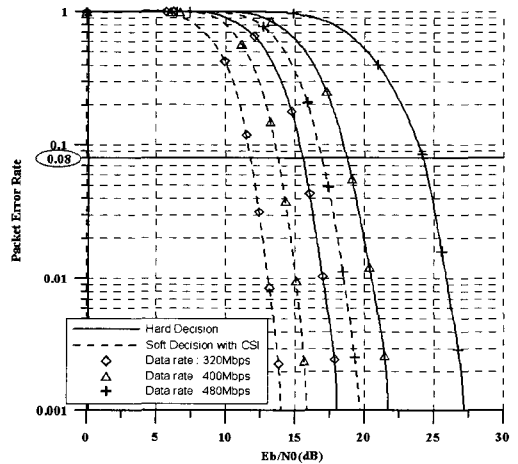


그림 7. 경판정 복조방식과 연판정 복조방식의 PER 성능 비교 (CM2)

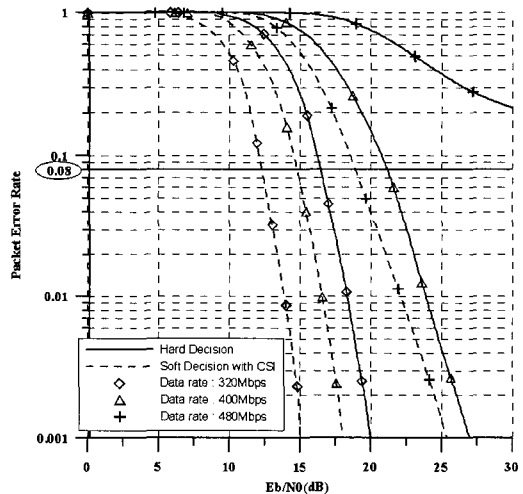


그림 8. 경판정 복조방식과 연판정 복조방식의 PER 성능 비교 (CM3)

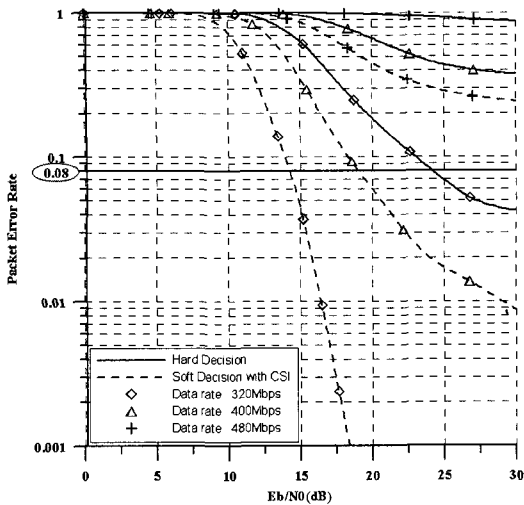


그림 9. 경판정 복조방식과 연판정 복조방식의 PER 성능 비교 (CM4)

판정 복조방식과 제안된 연판정 복조방식의 성능 차이를 확연하게 알 수 있다. 이러한 성능차이는 채널의 상황에 상관없이 고른 성능 향상을 보여주고 있으므로 그 의미가 더 크다고 할 수 있겠다. 데이터율(Data Rate)에 있어서는 많은 데이터를 전송하는 전송모드일수록 더 큰 성능 향상을 확인할 수

표 1. [7]에 정의된 비교지점을 만족하는  $E_b/N_0$

		Bit Error Rate		Packet Error Rate	
		Hard Decision	Soft Decision with CSI	Hard Decision	Soft Decision with CSI
CM 1	320 Mbps	17.4	13.3	15.6	12.1
	400 Mbps	20.5	15.9	19.1	14.1
	480 Mbps	26	19.2	24.4	17.2
CM 2	320 Mbps	17.2	13.2	15.6	11.8
	400 Mbps	20.6	15.6	18.9	13.9
	480 Mbps	26.2	18.8	24.3	17
CM 3	320 Mbps	18.9	14.4	16.4	12.3
	400 Mbps	24.6	17.2	21.2	14.9
	480 Mbps	-	23.2	-	19
CM 4	320 Mbps	-	17.2	24.2	14.3
	400 Mbps	-	-	-	19.2
	480 Mbps	-	-	-	-

있는데, 특히 CM2의 480Mbps 경판정 복조방식과 제안된 연판정 복조방식의 성능 차이가 비트에러 확률과 패킷에러확률에 상관없이 비교지점에서의 성능이 무려 7dB이상이나 나타나고 있다. 이러한 결과는 높은 데이터율을 가질수록 순방향 에러정정(FEC)을 위한 채널부호화의 부호율(R)이 '1'에 가까운 값을 가지므로 다이버시티의 손실을 제대로 복구하지 못하게 되는데, 채널상태정보(CSI)를 이용한 연판정 복조방식이 이를 잘 만회 해준다는 것을 의미한다.

컴퓨터 실험 결과로부터 제안된 채널상태정보(CSI)를 이용하는 연판정 복조방식이 기존의 경판정 복조방식보다 훨씬 좋은 성능을 보인다는 것이 증명되었고, 그 성능차이는 전체적으로 뚜렷하게 확인할 수 있지만, 높은 데이터율을 가질 때 그 차이를 더욱 확연히 알아볼 수 있다.

## VII. 결론

본 논문은 MB-OFDM UWB 시스템의 고속 데이터 전송률에 사용되는 DCM의 연판정 복호화 방식을 제안하였다. 기존의 경판정 복조 방식을 사용할 경우 채널 상태 정보를 이용할 수 없으므로 다이버시티의 손실을 막을 수 없었다. 하지만 제안된 방식을 사용할 경우 신뢰성 있는 채널 상태 정보를 사용할 수 있으므로 MB-OFDM UWB의 복조 성능을 크게 증가시킬 수 있다. 모의실험을 통해 제안된 기법이 기존의 기법에 비해 최대 7dB의 성능향상을 가지는 것을 확인 하였다.

## 참고 문헌

- [1] 최윤화, 안종훈, 장수영, "UWB PHY 기술 분석", Telecommunications Review 제 14권 2호, 2004년 4월.
- [2] 윤두영, 전수연, "UWB 기술 개요 및 주파수 정책 동향", 정보통신정책 제 18권 13호 통권 397호, 2006년 7월.
- [3] MultiBand OFDM Alliance (MBOA) Special Interest Group (SIG) / Wimedia Alliance, Inc. (WiMedia), "Multi-Band OFDM Physical Layer Specification", Release 1.1, July, 2005.
- [4] M. Y. Park, W. C. Lee, J. H. Kwak, C. H. Cho, H. M. Park, "A Demapping Method Using The Pilots in COFDM System", IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol.

44, no. 3, pp. 1150-1153, August 1998.

- [5] W. C. Lee, H. M. Park, J. S. Park, "Viterbi Decoding Method Using Channel State Information in COFDM system", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 45, no.3, pp. 533-537, August 1999.
- [6] Bernard Sklar, *Digital Communications*, 2nd Edition, Prentice Hall, 2001.
- [7] IEEE P802.15-02/490r1-SG2a, "Channel Modeling Sub-committee Report Final", February 7, 2003.

구 본 옥 (Bon-Wook Koo)

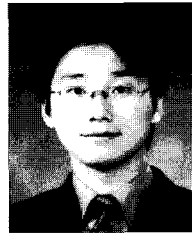
준회원



2006년 2월 : 세종대학교 정보통신공학과 졸업  
2006년 3월~현재 : 세종대학교 정보통신공학과 석사과정  
<관심분야> 디지털통신, 초광대역 무선통신

강 병 수 (Byung-Su Kang)

준회원



2005년 2월 : 세종대학교 정보통신공학과 졸업  
2007년 2월 : 세종대학교 정보통신공학과 석사  
<관심분야> 디지털통신, 초광대역 무선통신

송 형 규 (Hyoung-Kyu Song)

종신회원



1996년 2월 : 연세대학교 전자공학과 박사  
1996년 1월~2000년 2월 : 전자부품연구원 책임연구원  
2000년 3월~현재 : 세종대학교 정보통신공학과 부교수  
<관심분야> 디지털통신, 방송통신