

고속 무선 전송에서 상관관계를 이용한 채널 추정방식

Channel Estimation Method Using the Correlation in the High-Speed Wireless Transmissions

이 주 형*
(Joo-Hyoung Lee)

김 주 경**
(Joo-Kyoung Kim)

김 재 명***
(Jae-Moung Kim)

요 약

본 논문에서는 고속전송을 위해 넓은 대역폭을 사용하는 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex)시스템에서 심각한 주파수 선택적 페이딩 환경에서도 강한 특성을 갖는 FE(Frequency Estimation) 채널 추정 기법을 제안하였다. 시간적으로 천천히 변화하는 채널에서 주로 사용하는 채널추정기법은 상관도가 높은 심볼간 데이터를 이용하는 DDCE(Decision Directed Channel Estimation)기법이 있다. DDCE는 주파수 비선택적인 환경에서는 높은 이득을 보이지만 시스템 대역폭이 증가함에 따라 심각한 주파수 선택적 페이딩 환경이 되어 데이터의 신뢰도가 떨어지면 에러 플로우 현상이 일어나게 된다. 제안한 방법인 FE 기법은 주파수 선택적 페이딩 채널에서 OFDM의 부반송파간의 상관관계를 이용하여 목표 주파수에서의 채널 추정값을 인접 부반송파의 채널 추정값들의 평균으로 적응시켜주어 이득을 얻는다. FE 기법은 DDCE처럼 데이터를 이용하지 않고 프리엠블만을 이용하기 때문에 데이터의 신뢰도와 관계된 전송율과 다중 경로 수에 독립적이다. 본 논문에서 제안한 FE 기법은 DDCE의 에러 플로우가 발생한 넓은 대역폭을 가진 시스템에서도 이득을 얻을 수 있어 심각한 주파수 선택적 페이딩 환경에서 유용하다.

Abstract

This paper proposes the channel estimation method robust to severe frequency selective fading channels in OFDM system using wide bandwidth for the high data rate transmission. DDCE, which uses data between the high correlated symbols, is usually used for channel estimation in the slow fading channels. DDCE can get high gains in the non-selective channels. As the bandwidth of system gets wider, it becomes more severe frequency selective fading environments so that the reliability of data becomes lower and error flow is occurred. FE method, this paper proposed, uses the relation between sub-carriers of OFDM in frequency selective fading channels so FE method gets some gains by adapting the power value at a target frequency to the mean value of channel estimated values of adjacent sub-carriers. Because FE uses only preamble unlike DDCE using data, it is independent of data rate related to the reliability of data and the number of multipath. Consequently, FE can obtain considerable gains in the wideband systems where the errorflow of DDCE is occurred, and FE is applicable to frequency selective fading environments.

Key Words : OFDM, UWB, Channel Estimation, DDCE(Decision Directed Channel Estimation), Channel Estimation in frequency domain

* 주저자 : 인하대학교 정보통신대학원 정보통신공학과 석사과정(회원)

** 공저자 : 인하대학교 정보통신대학원 정보통신공학과 석사과정(회원)

*** 공저자 : 인하대학교 정보통신대학원 정보통신공학과 정교수(회원)

† 논문접수일 : 2005년 1월 13일

† 본 연구는 대학 IT연구센터(인하 UWB-RC) 육성. 지원사업의 연구 결과로 수행되었음.

I. 서 론

텔레매틱스(Telematics)는 통신과 정보기술의 합성어로 무선망을 통한 음성 및 데이터통신을 이용하여 차량에 정보를 주고 받는 새로운 부가서비스를 제공하는 기술이다. 텔레매틱스 서비스를 제공하기 위해 DSRC(Dedicated Short Range Communication), 무선랜, UWB 등 여러 가지 무선통신 기술이 제안되고 있는데 이중 UWB 시스템은 홈네트워킹 내의 단말 장치와 차량내 텔레매틱스 단말기 장치간 연계 서비스와 차량내 고속 데이터 전송의 필요성이 증대함에 따른 요구에 부합되어 많은 연구가 진행되고 있다. UWB 시스템은 FCC에서 규정한 3.1~10.6GHz 대역의 스펙트럼 마스크에서 채널 주파수 대역폭이 500MHz 이상의 넓은 대역폭으로 정의하며 고속 데이터 전송률을 가지는 Wireless PAN을 공급하기 적합하다. 이러한 UWB 시스템은 낮은 파워를 사용하기 때문에 단거리 통신에서 자동차 및 차내 다른 전자제품에 영향을 미치지 않고, 최대 전송률이 1Gbps정도까지를 제공할 수 있어 차내 무선망 적용기술로 여러 가지 장점을 가지고 있다[1].

OFDM(Orthogonal Frequency Devision Multiplexing) 방식은 무선랜 시스템과 UWB 시스템에 모두 사용되는 무선접속 기술로 이동수신 환경에서 성능저하를 일으키는 다중경로 간섭에 강한 장점을 가지고 있다. 또한 이동수신 환경에서 이러한 다중경로 간섭과 이동성에 따른 도플러 효과를 줄이고 성능향상을 위해서 효과적인 채널 추정이 필요하다. 하나 이상의 OFDM 심볼로 구성된 특수 훈련 심볼(preamble)을 사용하는 채널 추정기법은 비교적 간단하게 채널을 추정할 수 있다. 보다 좋은 성능을 위해 전송된 데이터 심볼을 파일럿으로 사용하는 결정지향 채널 추정기법(DDCE : Decision Directed Channel Estimation)은 데이터를 이용하여 새로운 추정값을 결정함으로써 적은 수의 프리앰블의 수가 요구되고 성능은 향상된다[2]. 또한 이러한 기법은 데이터 추정값을 케환시켜 비터비 복호기 이후 추정하여 보다 나은 성능 향상을 얻을 수 있다

[3]. 본 논문에서는 주파수 선택적인 레일리 채널 환경에서 OFDM 기반 시스템의 DDCE기법에 대한 성능을 분석하고 제안된 주파수 측면의 추정기법(FE : Frequency Estimation)에 대한 성능 향상을 살펴본다.

II. 채널 추정 방법

OFDM 시스템의 성능향상을 위해 적절한 채널 추정 기법을 사용하는 것은 매우 중요하다. 채널 추정 기법은 크게 파일럿 심볼을 이용한 채널추정(PSAM : Pilot Symbol Aided Method)과 데이터를 이용하는 DDCE의 두 가지 형태로 나눌 수 있다[4]. 이는 최소평균자승오차(MMSE: Minimum Mean Square Error) 또는 최대비합성(MRC: Maximum Ratio Combine)등의 채널검출방식으로 채널추정 데이터를 검출하는데 본 논문에서는 비교적 간단한 각 추정값의 평균을 이용한 동일이득합성(EGC : Equal Gain Combine)을 사용한다[5].

1. 특수훈련 심볼을 이용한 채널 추정

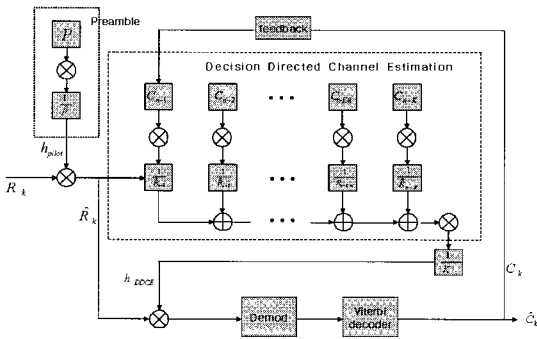
OFDM에서 패킷 시스템은 프리앰블 구조에 파일럿 심볼이 정의되어 있는데 이 심볼들은 데이터 심볼보다 먼저 전송된다. 이같이 수신단에 전송된 훈련 심볼들은 FFT를 통과하고, 통과된 심볼들의 평균값으로 채널 추정에 사용된다. 이와 같이 패킷의 시작에서 파일럿 심볼을 사용하기 위해서는 패킷의 나머지 데이터가 전송되는 동안에 채널의 변화가 무시할 수 있을 정도로 작다는 가정이 성립되어야 한다.

훈련 시간을 단축시키기 위해서는 적은 수의 훈련 심볼을 사용해야하며, 반대로 우수한 채널 추정 성능을 이루기 위해서는 다수의 훈련 심볼을 사용하거나 중간에 주기적으로 훈련 심볼을 사용해야 하는데 이는 데이터 전송 효율이 감소하기 때문에 훈련 심볼의 수를 결정할 때에는 이들 둘 사이의 관계를 적절히 고려해야 한다.

2. 결정지향 채널 추정

DDCE기법은 파일럿 대신에 데이터를 파일럿처럼 사용하여 추정값을 찾아서 주기적으로 모든 부반송파에 대한 채널을 추정하여 변하는 채널에 적용시키는 방법이다. 이 방법도 역시 채널이 상대적으로 천천히 변한다는 가정하에 인접 심볼 사이에 상관성이 크다는 것을 이용한 것으로 초기의 심볼만으로 특정 OFDM심볼에 대한 채널을 추정할 수 있다. DDCE를 적용하기 위해서는 먼저 채널의 추정값이 필요하여 적어도 하나의 OFDM 혼련 심볼이 전송되어야 한다. 이것을 사용하여 수신기는 다음 심볼에 있는 모든 부반송파에 대한 채널 추정을 하게 되며 여기서 추정된 채널은 또 다시 다음 OFDM 심볼의 데이터를 검출하는데 사용된다.

DDCE기법은 패킷의 심볼들을 몇 개의 심볼마다 또는 전체 심볼을 케환하여 그 값을 추정해 나갈 수 있다. 이는 채널 특성에 따라 각각의 방법에 대한 성능이 약간 차이 생기며 각 심볼이나 몇 개 심볼 단위의 그룹에 추정값에 알맞은 가중치(weighting factor)를 줄 수도 있다[3].



<그림 1> 결정지향 채널추정 알고리즘
<Fig. 1> Decision Directed Channel Estimation

<그림 1>은 비터비 디코더를 이용한 결정지향 채널추정 원리를 나타낸 그림이다. 여기서 n은 심볼 인덱스, k는 부반송파 인덱스를 나타낸다.

$$R_k = hX_k + n_k \quad (1)$$

R_k 는 수신된 심볼 신호, h 는 채널 응답, X_k 는 전송된 심볼 신호, 그리고 n_k 는 채널상의 잡음 신호이다. 먼저 R_k 는 프리앰블에 의한 추정팩터(transfer factor) $h_{\pi tot}$ 에 의해 채널 추정을 한다.

$$h_{\pi tot} = \frac{P}{\hat{P}} \quad (2)$$

$$\hat{R}_k = R_k \cdot h_{\pi tot} \quad (3)$$

여기서 p 는 수신측에서 알고 있는 송신했던 프리앰블심볼이고 \hat{p} 는 채널을 통과하여 수신된 프리앰블심볼을 나타낸다. 알고있는 프리앰블의 각 부반송파의 파일럿값을 수신된 프리앰블의 각 부반송파의 파일럿값으로 나누고 이를 전체 부반송파의 수로 평균하여 채널 추정값 $h_{\pi tot}$ 을 얻는다. 이렇게 프리앰블에 의해 추정이 이루어진 심볼 신호 \hat{R}_k 는 복조와 비터비 디코딩을 통해 수신된 데이터(C_k)를 다시 케환시켜 케환전 수신된 심볼 신호(\hat{R}_k)의 역수를 곱하고 데이터 심볼수로 나누어 평균을 구함으로써 추정값 h_{DDCE} 를 구할 수 있다.

$$h_{DDCE} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \frac{C_{k-i}}{\hat{R}_{k-i}} \quad (4)$$

추정값 h_{DDCE} 를 이용하여 프리앰블에 의해 추정된 수신 데이터를 한번 더 추정을 하게 되고 이를 통해 성능을 향상시켜 준다.

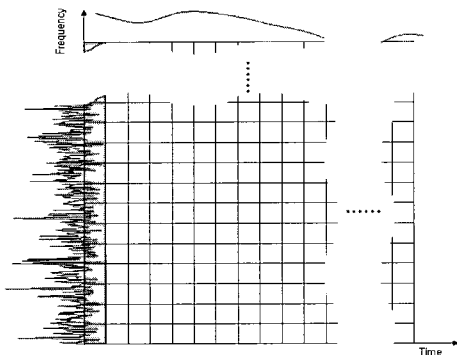
$$\begin{aligned} \hat{C}_k &= \hat{R}_k \cdot h_{DDCE} \\ &= R_k \cdot h_{\pi tot} \cdot h_{DDCE} = R_k \cdot \hat{h} \end{aligned} \quad (5)$$

여기서 중요한 점은 데이터에 의한 추정값 (h_{DDCE})를 얻기 위한 케환은 파일럿에 의해 추정된 데이터 심볼(\hat{R}_k)이 비터비 디코더를 통과한 다음에 이루어진다는 점이다. 이러한 기법은 비터비

디코더를 통과하지 않은 DDCE방식보다 데이터의 신뢰도를 높여 주어 더욱 정확한 데이터에 의한 추정값(h_{DDCE})를 기반으로 새로운 채널 추정팩터(η)의 정확도를 높일 수 있다.

III. 제안된 주파수 채널추정 기법

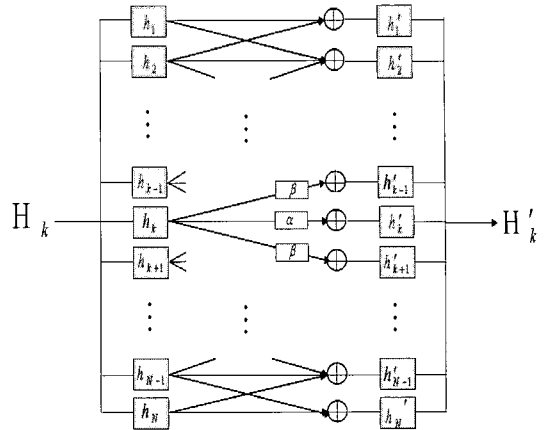
고속전송을 위한 시스템은 넓은 대역폭을 사용함으로써 시간적으로는 높은 상관도를 가지고 있고 주파수간에는 낮은 상관도를 갖게 되어 심각한 주파수 선택적 페이딩이 발생한다.



<그림 2> 주파수 선택적 페이딩에서의 채널 변화
<Fig. 2> Channel variation in the frequency selective fading environment

<그림 2>는 OFDM시스템의 부반송파와 심볼을 나타낸 그림이다. 상측과 좌측에 선으로 표현된 부분은 넓은 대역폭을 가진 시스템의 주파수축면과 시간축면에서의 채널 변화를 보여준다. 이는 T_c (coherent time)가 T_s (sampling time)보다 굉장히 크게 되어 시간적인 측면에서 상관도가 높은 채널이 되고 반면에 B_c (coherent bandwidth)가 B_s (system bandwidth)보다 매우 작으므로 주파수 축면의 상관도가 낮아 혼란심볼인 프리엠블의 부반송파간 변화가 심한 채널 추정 값을 가지게 된다.[6,7]

제안한 방법은 <그림 3>과 같이 인접한 부반송파와의 상관관계를 이용하여 변화를 최소화하는 FE 방법을 보여준다. 여기서 k는 부반송파 인덱스, N은 총 부반송파 수이며, α 와 β 는 추정시 각 부반송



<그림 3> 주파수 축면 채널추정 기법 알고리즘
<Fig. 3> Channel estimation method of the frequency domain

의 가중치(weighting factor)를 나타낸다.

$$h_k = \beta h_{k-1} + \alpha h_k + \beta h_{k+1} \quad (6)$$

결정지향 채널 기법에 의해 추정된 추정 벡터 h_k 는 h_{k-1} 과 h_{k+1} 의 영향을 고려하여 새로운 추정 벡터 \hat{h}_k 를 구할 수 있으며 β 는 $(1-\alpha)/2$ 로 α 값에 의해 결정되는 값으로 두 가중치를 적당히 고려하여 성능을 향상시킬 수 있다. 여기서는 β 를 1/3으로하여 인접한 부반송파와의 평균을 사용한다.

IV. 시뮬레이션 모델

1. 채널 구성

이동통신 채널은 이동국이 자유공간 내에서 움직이고 있을 때 수신되는 반송파 주파수의 변화에 의해 발생하는 도플러 주파수를 가진 Rayleigh분포의 포락선 변동으로 모델링 된다. 또한 이동 중에 수신되는 신호는 반사, 회절, 산란되면서 다중 경로를 통해 수신되고 이러한 신호들의 합과 차에 의해 신호의 세기가 급격히 변화하는 현상을 페이딩(fading)이라고 한다. 이동국에 도달하는 다경로 파는 다음 식 (7)로 표현된다.

$$r(t) = \sum_{i=1}^N r_i \cos[2\pi(f_c - f_d)t + \phi_i] \quad (7)$$

여기서 $f_i = \frac{v}{c} f_c \cos \theta_i$ 이고 r_i 는 i 번째 다
경로파의 진폭, f_i 는 i 번째 도플러 주파수, v 는
이동국 속도, c 는 광속이다. θ_i 는 이동국 이동방
향과 i 번째 입사파 사이각, ϕ_i 는 0과 2π 사이
에서 Uniform분포를 갖는 i 번째 위상을 나타낸다.

페이딩 환경하에서 작용하는 통계적 변수들이 불
확실하고 단지 확률적이기 때문에 실제로 정확히
모의 실험한다는 것은 불가능한데 본 연구에서는
모의 실험에서 자주 사용되고 있는 Rayleigh 환경
을 Jakes' fading model을 사용한다.

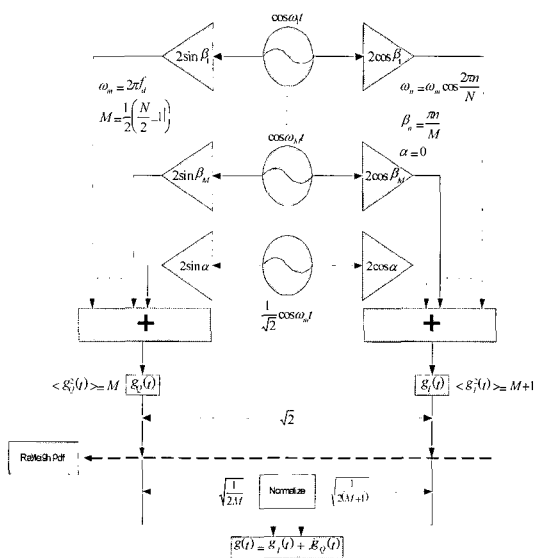
여기에는 M개의 oscillators가 있고, 이들의 주파
수는 아래와 같다.

$$f_n = f_m \cos(2\pi n/N) \quad (8)$$

$$n = 1, 2, \dots, M \quad (M = \frac{1}{2}(\frac{N}{2} - 1))$$

이동 수신에 대한 채널 정보는 ITU-R M.1225에 명
시된 이동 수신 Channel profile을 이용할 것이다[8].

이러한 다중경로 모델은 Rayleigh페이딩과 AWGN
의 합으로 구성 될 수 있다. 본 논문에서는 <표

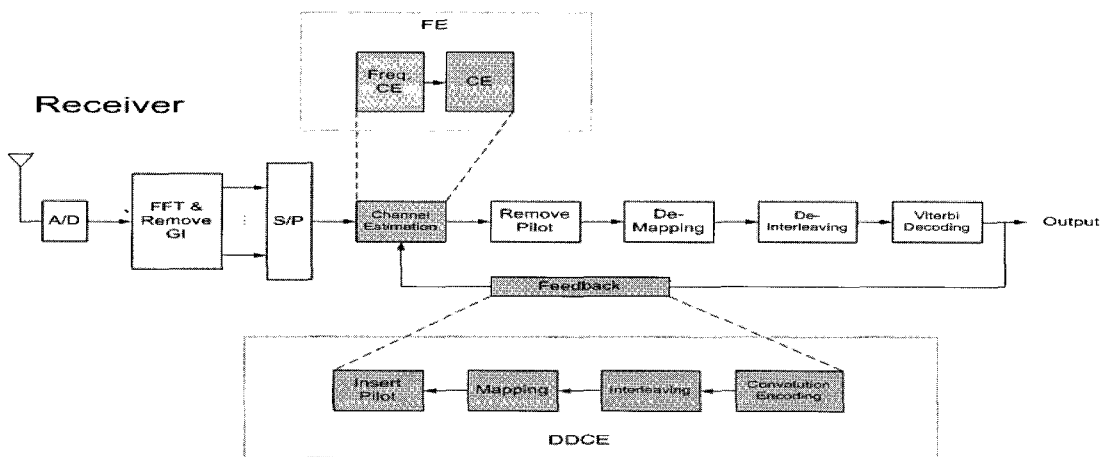


<그림 4> Jakes' 페이딩 모델링
<Fig. 4> Jakes' fading modeling

1>의 Channel A의 다중경로 profile을 기준으로
시뮬레이션 하였다.

2. 시스템 구성

시뮬레이션을 하기 위한 OFDM 시스템은 컨볼루
션 인코더에 의해 채널 코딩을 한 후 블록 인터리



<그림 5> 채널 추정기를 포함한 OFDM 시뮬레이션 모델
<Fig. 5> OFDM simulation model including channel estimator

<표 1> 다중경로에 따른 레일리 파라미터
 <Table 1> Rayleigh parameter for the multipath

Path	Channel A		Channel B		Doppler spectrum
	Relative delay(ns)	Average power(dB)	Relative delay(ns)	Average power(dB)	
1	0	0	0	-2.5	Classic
2	310	-1.0	300	0	Classic
3	710	-9.0	8900	-12.8	Classic
4	1090	-10.0	12900	-10.0	Classic
5	1730	-15.0	17100	-25.2	Classic
6	2510	-20.0	20000	-16.0	Classic

리빙(Interleaving)을 거쳐 QPSK로 변조된다. 변조 후에 병렬 구조 데이터가 IFFT를 통과하고 다중경로 지연에 의한 ISI(Inter Symbol Interference)를 막기 위해 보호 간격(Guard Interval)을 삽입하여 수신 단으로 보낸다. 채널을 통과한 신호는 수신 단에서 송신단의 역순으로 신호를 처리한다. 여기서 FFT를 통과한 후에 채널 추정기를 삽입하여 채널을 추정하고 추정된 결과들을 이용하여 성능을 분석한다. 또한 결정 지향 채널 추정 기법을 사용하기 위해 비터비 디코더 이후에 추정기를 추가하여 데이터 값을 제한 시켜 새로운 채널 추정 팩터를 찾을 수 있다[3].

<그림 5>는 채널 추정기를 포함한 OFDM에서의 시스템 시뮬레이션 모델을 나타내고 있으며, <표 2>은 성능분석 시뮬레이션을 위해 사용한 주요 파라미터를 보여주고 있다

고속 전송을 위한 시스템으로 대역폭은 264MHz, 528MHz, 1056MHz의 넓은 대역폭을 사용하였다. 표 1의 Channel A 정보와 시스템과의 관계를 살펴보면 6개의 경로가 모두 있을 때 B_c (coherent bandwidth)는 약 520KHz이고 이는 신호의 대역폭보다 매우 작아서 심각한 주파수 선택적 페이딩을 가진다고 할 수 있다[6,7]. Time Spread와 Frequency Spread를 이용하여 Data rate의 변화를 220Mbps, 110Mbps, 55Mbps로 하여 성능을 비교하고 또한 다중경로 수에 따른 성능을 비교한다.

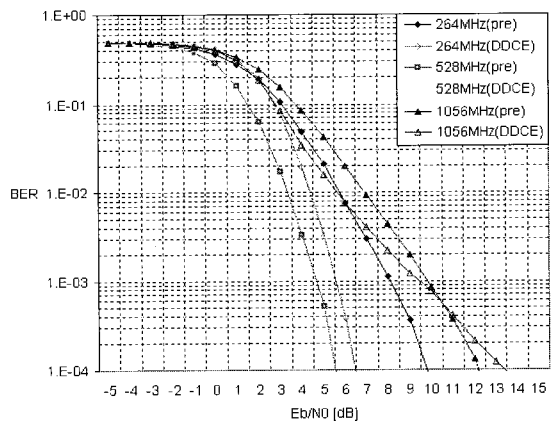
<표 2> 시뮬레이션 파라미터
 <Table 2> Simulation parameter

Parameter	Value
Bandwidth	264/528/1056MHz
FFT size	128
Cyclic prefix	32
Number of data subcarriers	100
Number of pilot carriers	12
Number of guard carriers	10
FFT period	484.84/242.42/121.21ns
Symbol interval	625/312.5/156.25ns
Modulation	QPSK
Channel Model	Rayleigh channel
Data rate	55/110/220 Mbps
Spread Gain	4 / 2 / 1
channel code	convolution (R=1/3,K=7)

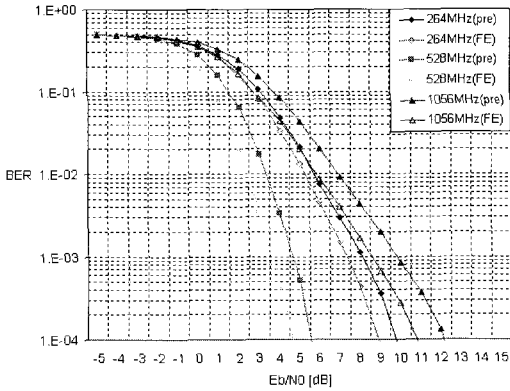
V. 시뮬레이션 및 성능 분석

1. 대역폭에 따른 성능

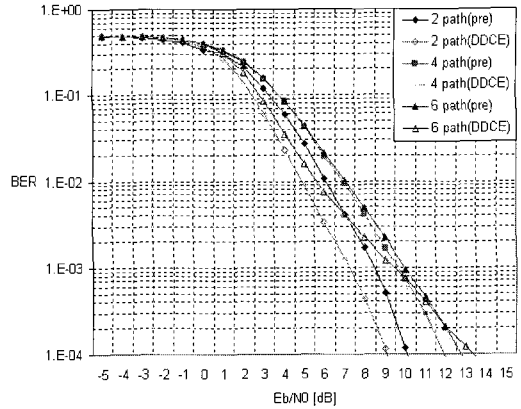
<그림 6>에서 시스템의 대역폭 변화에 대한 DDCE의 성능의 변화를 살펴보면 DDCE의 이득은 대역폭이 증가함에 따라 이득이 감소하여 1056MHz인 대역폭에서는 DDCE가 데이터의 페이딩에 의해 여러 플로우한 결과를 가진다. 시스템의 대역폭이 증가하여 주파수 선택적인 성향으로 가면 데이터의



<그림 6> 대역폭에 따른 DDCE 성능
 <Fig. 6> DDCE performance for the bandwidth



<그림 7> 대역폭에 따른 FE의 성능
<Fig. 7> FE performance for the bandwidth



<그림 8> 다중 경로 수에 따른 DDCE의 성능
<Fig. 8> DDCE performance for the multipath

페이딩 현상으로 인해 데이터를 이용하는 DDCE의 이득은 열화된다. 264MHz인 경우 528MHz인 경우 보다 DDCE의 이득은 크지만 전체적인 성능은 열화된다. 이러한 이유는 시간적으로 변화하는 $T_s F_d$ (normalized fading factor, T_s : sampling time, F_d : maximum doppler frequency)의 값이 대역폭의 증가로 두 배의 크기로 커지므로 시간적으로 fast 성향의 채널로 인해 전체적인 성능이 열화된다.

시스템의 대역폭에 따른 FE의 성능은 대역폭이 증가하여 주파수 선택적인 성향이 되어도 이득의 열화가 없고 반면에 약간의 이득이 증가한다. 따라서 1056MHz인 경우 DDCE의 성능은 열화되는 반면 FE의 성능은 유지되기 때문에 주파수 선

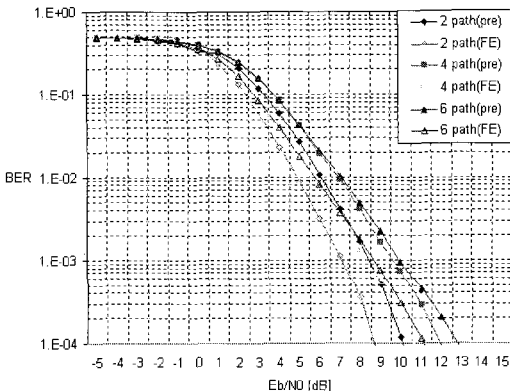
택적 페이딩이 심한 채널 환경에서는 FE의 방법이 더욱 유용함을 볼 수 있다.

2. 다중경로 수에 따른 성능

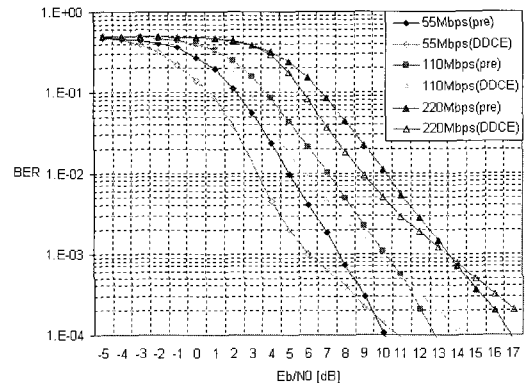
<그림 8>은 1056MHz인 경우에서 다중경로에 따른 DDCE의 성능을 살펴본 결과이다. 주파수 영역에서 페이딩 현상은 지연된 다중경로와 관계가 있다.

따라서 <표 3>에서 보면 다중경로의 수가 증가할수록 DDCE의 이득은 더욱 열화되는 것을 알 수 있다.

<그림 9>는 그림 8과 같은 환경에서의 FE의 성능을 나타내었다. <표 3>에서 보면 DDCE와는 다르게 다중경로가 증가해도 FE의 이득은 열화되지 않



<그림 9> 다중 경로 수에 따른 FE의 성능
<Fig. 9> FE performance for the multipath

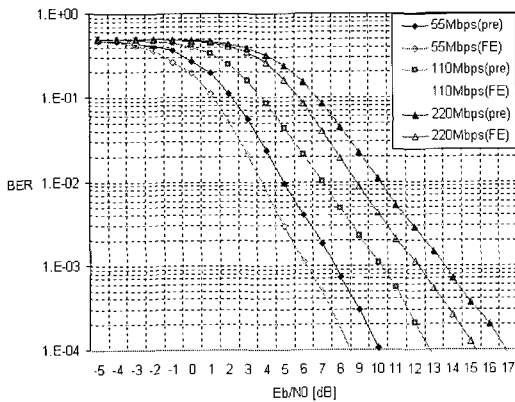


<그림 10> 전송 속도에 따른 DDCE 성능
<Fig. 10> DDCE performance for the data rate

고 강인함을 볼 수 있다. 이는 데이터를 이용하지 않고 프리엠블만을 이용하여 주파수 측면의 채널 추정값을 얻어내기 때문이다.

3. 전송 속도에 따른 성능

<그림 10>은 <그림 8>과 같은 환경에서 전송속도에 따른 성능을 나타낸다. 따라서 전체적으로는 주파수 선택적 페이딩에 의한 에러 플로우 현상이 나타난다. Time Spread와 Frequency Spread을 이용하여 220Mbps, 110Mbps, 55Mbps의 전송 속도를 구현하였는데 <표 3>에서 보면 전송속도가 증가하면 할수록 DDCE의 이득이 열화되는 것을 볼 수 있다. 이러한 이유는 Spreading을 하지 않은 데이터의 신뢰도가 떨어지기 때문에 이득이 열화된다.



<그림 11> 전송속도에 따른 FE의 성능
<Fig. 11> FE performance for the data rate

프리엠블을 이용하는 FE기법은 데이터의 영향을 받지 않기 때문에 전송속도에 강인한 특성을 가지고 있다. 따라서 Spreading기법과 독립적인 성능을 나타낼 수 있다.

<표 3> BER 10⁻⁴에서의 채널 추정 기법 이득 비교
<Table 3> Gain of channel estimation method in the BER 10⁻⁴

Gain [dB]	BW(MHz)			Number of path			Data rate(Mbps)		
	256	528	1056	2	4	6	55	110	220
DDCE	3.3	2.3	-1.2	1.0	-0.9	-0.7	-0.8	-1.8	-2.0
FE	0.9	0.9	1.2	1.2	1.2	1.4	1.5	1.5	1.6

<표 3>은 BER 10⁻⁴에서 FE와 DDCE의 이득을 정리해 놓은 표이다. DDCE는 데이터의 신뢰도를 이용하기 때문에 대역폭이 증가하면 데이터의 페이딩 현상으로 에러 플로우 현상이 나타나고 또한 다중 경로, 데이터 속도에 따라 데이터의 신뢰성 감소로 이득의 열화를 볼 수 있다. 하지만 제안한 FE기법은 프리엠블만을 이용하여 주파수간 상관관계를 가지고 추정하였기 때문에 위의 환경에 독립적으로 작용하고 강인한 성능을 가지고 있음을 알 수 있다.

VI. 결 론

OFDM시스템의 장점은 직교성을 갖는 여러 개의 부반송파를 이용하여 주파수 선택적 페이딩에 강건함을 갖는 것이라 할 수 있는데 본 연구는 고속의 전송을 위해 넓은 대역폭을 가진 OFDM시스템에서 발생하는 심각한 주파수 선택적 페이딩하에서 부반송파간의 채널추정값을 인접한 부반송파간의 상관관계를 이용함으로써 이득을 얻는 기법이다. 시간적인 측면에서 비터비 복호기를 이용한 DDCE기법이 많은 이득을 얻을 수 있지만 이는 비터비 디코더의 복잡도를 감수해야 하고 시스템 대역폭이 증가하여 심각한 선택적 페이딩 환경이 됨에 따라 데이터의 신뢰도가 떨어지면 성능이 열화되는 단점이 있다. FE는 프리엠블만을 이용하기 때문에 데이터들의 변화에 독립적으로 작용하고 채널이 주파수 선택적으로 변해도 열화되지 않고 강인한 특성을 가지고 있음을 볼 수 있다.

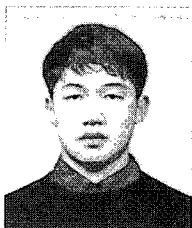
선택적 페이딩과 시변 페이딩 채널간의 상호관계를 잘 고려하여 시스템에 적합한 채널 추정을 알아내는 것이 중요하므로 FE기법에서 각 부반송파가 가지는 가중치(weight vector) 및 추후 개선된 추정 기법 사용하여 더 좋은 성능을 발휘하는 채널 추정 기법 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] A. Batra et al., "Multi-band OFDM physical Layer Proposal for IEEE for IEEE 802.15 Task

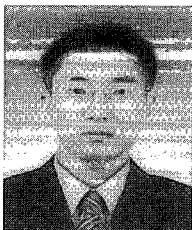
- Group3a," *IEEE P8 02.15-03/268r3*, pp.6-66, March 2004.
- [2] R. Van Nee Ranjee Prasad, *OFDM for Wireless Multimedia Communications.*, Artech House Publishers, 2000.
- [3] T. Kella, "Decision-Directed Channel Estimation for Supporting Higher Terminal Velocities in OFDM Based WLANs," *Global Telecommunications Conference, IEEE GLOBECOM '03*, vol. 3, 1-5, pp.1306-1310, Dec. 2003.
- [4] Minjoong Rin, "Optimally Combining Decision-Directed and Pilot Symbol-Aided Channel Estimators," *IEE Electronics Lett.*, vol.39, no.6, pp. 558-560, March 2003.
- [5] P. K. Frenger, N. Arne, and B. Svensson, "Decision-Directed Coherent Detection in Multicarrier Systems on Rayleigh Fading Channels," *IEEE Trans. Vehicular Technology*, vol.48, no.2, pp.490-498, March 1999.
- [6] B. Skar, "Rayleigh Fading Channel in Mobile Digital Communication Systems Part I: Characterization," *IEEE Communication Mag.*, vol.35, no.9, pp.136-146, Sept. 1997.
- [7] B. Skar, "Rayleigh Fading Channel in Mobile Digital Communication Systems Part II: Mitigation," *IEEE Communication Mag.*, vol.35, no.9, pp.148-155, Sept. 1997.
- [8] Rec. ITU-R M.1225, *Guideline for Evaluation of Radio Transmission Technologies for ITM-2000*, pp.27-29, 1997.

〈 저 자 소 개 〉



이 주 형 (Joo Hyoung Lee)

2004년 2월 : 인하대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 2004년 3월 ~ 현재 : 인하대학교 정보통신대학원 석사과정
 관심분야 : 광대역 무선전송, 이동통신, 디지털방송 분야



김 주 경 (Joo Kyoung Kim)

2004년 2월 : 인하대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 2004년 3월 ~ 현재 : 인하대학교 정보통신대학원 석사과정
 관심분야 : 이동통신, 광대역 무선전송, LDPC 분야



김 재 명 (Jae Moug Kim)

1974년 2월 : 한양대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1981년 8월 : 미국 남가주대학교(USC) 전기공학과 졸업(공학석사)
 1987년 8월 : 연세대학교 전자공학과 졸업(공학박사)
 1974년 3월 ~ 1979년 6월 : 한국과학기술연구소, 한국통신기술연구소 근무
 1982년 9월 ~ 2003년 3월 : 한국전자통신연구원 위성통신연구단 단장/
 무선방송연구소 소장 역임
 2003년 3월 ~ 현재 : 인하대학교 정보통신대학원 정교수