

대역분할형 OFDM 시스템의 BER 특성

김 성호* , 이 우재** , 주 창복* , 박 남천*

* 경남대학교 전기 전자 공학부 , **경상대학교 전자공학과

BER characteristics of the OFDM System using Subband Grouping Method

Sung Ho Kim* , Wu Jae Lee** , Chang Bok Joo* , Nam Cheun Park*

*School of Electrical and Electronic Eng' in KyungNam Univ, **Dept of Electronic Eng' in KyungSang Univ,

요약

다중경로에 패스파에 의한 주파수 선택성 페이딩이나 각종 전기적 잡음에 의한 통신로 상황이 변화하는 무선 통신 환경 하에서는 점유대역 내에서도 전송 특성이 상이하게 되므로 OFDM 전송방식에서는 서브 캐리어간 간섭이 발생한다. 또한 이러한 전송로에서는 인접 캐리어간에 직교성이 깨어지고 다중된 신호가 혼합되어 버림으로써 그 전송 특성이 급격히 저하 할 수 있다.

본 논문에서는 전송로 특성이 상이한 채널에 대해 캐리어 군을 복수의 서브 밴드군 으로 나누어 변조 방식을 선택하고 심볼율을 변화할 수 있는 대역 분할형 OFDM 시스템의 BER특성을 고찰 하였다.

Abstract

In the wide variety of radio propagation channel models, frequency selective fading which from multipath waves and diversity noises, electric and electronic devices ...etc in our environment, change characteristics of the sub channels in the wide bandwidth. so orthogonality among the OFDM subcarriers would be distorted and ICI(Inter Channel Interference) , ISI(Inter Symbol Interference) be generated.

This paper investigate BER characteristics of the OFDM System using Subband Grouping Method which adopted different channel modulation for each subband.

I. 서 론

최근 고속 무선LAN이나 지상파 디지털 방송 및 전력 선통신에 있어서 주파수 선택성 페이딩 대책으로써 OFDM 전송방식이 주목되고 있다. 무선 통신 환경 하에서 송신신호는 다소의 상이한 경로(멀티패스)를 전파해서 수신되기 때문에 수신신호는 시간적인 지연을 갖는 복수의 전파가 중첩된 신호로 되고 전송로의 주파수 특성은 동일하게 되지 않는다. 이러한 전송로에서 고속 전송을 행하면 주파수 선택성 페이딩이 생겨 전송특성은 크게 나빠진다. 따라서 도심지나 다중 경로파가 발생할 수 있는 무선통신 및 전력선 통신로 종단에서의 반사파

들에 있어서 고속전송을 실현하기 위해서는 주파수 선택성 페이딩 대책이 필요하게 된다. 이들의 요구에 대응하는 방식으로써 OFDM 전송 방식이 있다.[8]

OFDM 전송방식은 각 서브 캐리어의 전송속도를 주파수 선택성 페이딩의 영향을 받지 않을 정도로 낮게 한다. 즉, 인접하는 캐리어 사이의 직교성을 유지하면서 인접하는 캐리어의 주파수 간격을 효율적으로 이용하여 높은 주파수 이용을 실행하고 또한 많은 서브캐리어를 이용해서 병렬 전송 하는것에 의해 전체적으로 고속 데이터 전송을 행하는 방식이다[3].

본 논문에서는 OFDM 전송 방식에서 전 대역을 복수의 서브 밴드로 분할한 경우에 서브 밴드마다 페이딩 특성이 다르다[9]는 것에 착안하여 서브밴드만의 페이딩 영향을 경감시킬 수 있도록 OFDM 캐리어군을 통신로 특성이 다른 복수의 서브밴드로 분할하고 서브 밴드마다 변조방식, 심볼률등의 전송 파라미터를 변화해 전송하는 가변적 대역 분할 변조 방식의 OFDM 시스템을 제안하고 서브캐리어군에 따른 변조방식 심볼율에 대해서 검토 한다.

II. OFDM 전송방식

2.1 OFDM 전송방식의 개요

일반적으로 무선통신에 있어서 병렬 전송 방식은 통신 대역폭을 채널의 개수 N개로 나누어 각각의 채널이 겹치지 않도록(non-overlapping) 할당하여 사용되어지나, 이 방식은 스펙트럼 상으로 대역폭을 사용하는데 아주 비효

울적이다. 그래서 새로이 제안된 방식이 서브채널(sub-channels)들이 서로 주파수축 상에서 적당한 간격으로 겹쳐 채널의 같은 대역폭내에 좀더 많은 서브채널을 만들 수 있는 방법이다. 이 경우 스펙트럼 상으로 채널과 채널이 인접하여 겹치다 보니 채널간의 간섭이 일어날 수 있는데 채널과 채널의 직교성을 두고 서로 독립적으로 만들어 전송하는 방식이 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 시스템이다.

즉, OFDM은 직렬 비트열을 느린 병렬비트로 바꾸고 각 병렬 데이터에 서로 직교하는 부 반송파를 사용하여 정보를 분산시켜 전송하는 시스템이다. 하나의 반송파를 사용하여 데이터를 순차적으로 전송하는 경우보다 전송되는 심볼 간격이 길어져 채널의 지연시간에 따른 영향을 덜 받게 되어 다중경로 채널에 강하다고 볼 수 있다. 또한 스펙트럼의 이용 효율을 높일 수 있어 같은 대역폭으로 고속의 전송이 가능하다.

2.2 OFDM 전송 시스템 구성

OFDM 전송 시스템의 기본구성을 그림 1.에 보인다.

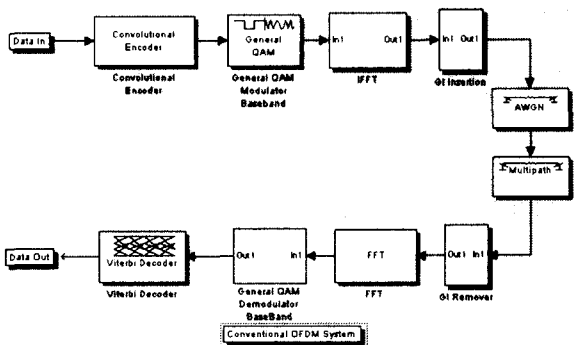


그림 1. OFDM 송수신 블록도

송신측에서 입력된 데이터는 직렬/병렬 변환된 후 IFFT에 의해 일괄 변조된다. 다음에 고조파 성분 제거를 위해 저역 통과 필터(LPF)에 데이터를 통과시켜 반송파에 실려 송신시킨다. 수신측에서는 수신신호를 FFT에 의해 일괄 복조하고 병렬/직렬 변환해서 데이터를 얻는다. 서브캐리어 수 N의 OFDM 송신신호는 다음식으로 표현된다.

$$s(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \sum_{k=0}^{N-1} \text{Real}[d_{i,k} e^{j2\pi f_k(t-iT_s)}] U(t-iT_s)$$

$$f_k = f_0 + \Delta f = f_0 + \frac{k}{T_s}$$

.....(1)

f_k 는 각 서브캐리어의 중심주파수, T_s 는 심볼의 송신 시간, Δf 는 인접 캐리어간의 주파수간격이다. 또 $d_{i,k}$ 는 복소 송신 심볼이며 $U(t)$ 는 Rectangular Shaping Function 이다.

일반적으로 OFDM 신호는 하나의 프레임에 ISI를 피하기 위한 가드 인터벌(Guard Interval) 구간과 데이터 심볼 구간으로 구성되어지며 가드 인터벌은 채널의 최대 지연 확산의 4배 길이가 된다. 데이터 심볼은 가드인터벌의 5배 길이의 구간을 가진다. 그림 2에서는 일반적인 OFDM 신호의 스펙트럼을 보여준다.

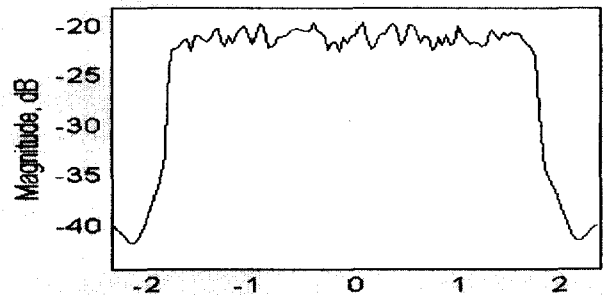


그림 2 일반적인 OFDM 신호의 스펙트럼

III. 대역 분할형 OFDM 시스템

일반적으로 OFDM 시스템은 다중 캐리어 변조 방식이기 때문에 송수신 대역 폭이 기존의 FDM 보다 넓은 대역폭을 차지하고 있다. 이것을 OFDM 신호의 특성을 이용하여 전송 대역폭을 균등으로 분할한 복수의 서브밴드로 구성하게 나누어 전송하는 방식을 대역분할형 OFDM이라 정의한다. 여기서는 OFDM 신호의 전 대역을 2개의 서브 밴드로 분할한 대역분할형 OFDM의 신호 스펙트럼을 그림 3.에 나타내었다.

무선통신 환경에 있어서 전 전송 대역을 복수의 서브밴드로 분할한 경우에 서브 밴드마다 송신로 특성이 다르므로 이러한 전송로에서 각 서브 밴드의 통신로 특성이 알려져 있는 경우에 통신로 특성이 나쁜 서브 밴드에서는 변조의 코딩률을 낮게 전송하고 또한 통신로 특성이 비교적 좋은 서브밴드에서는 변조의 코딩률을 올려 전송하는 것이 가능하게 된다. 그러므로 대역분할형을 행하지 않는 경우에 비해서 유연한 전송방식을 선택하는 것이 가능하게 되고, 이로 인해 대역분할형 OFDM에서는 대역 분할을 행하지 않는 경우에 비교해서 BER의 특성이 개선되어질 것으로 생각되어 진다.

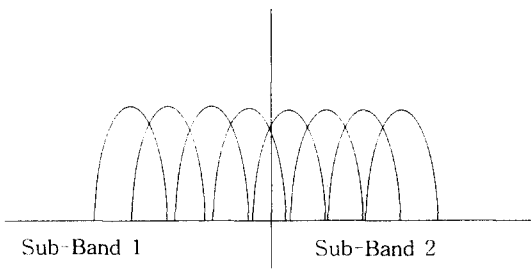


그림 3. 대역 분할방식의 OFDM

Data Transfer Rate	60 MBps
Design Parameter	
Maxim Delay Spread	200ns
GI (Frame)	0.8us (28 symbols)
Data (Frame)	4us (128symbols)
Symbol Period	4.8 us
Sub Carrier interval	250KHz
Number Of IFFT	128
BW	24MHz
Sampling Time	30.8ns

대역 분할형의 OFDM 전송방식에 있어서 각 서브 밴드 마다의 변조방식, 캐리어간격, 전송율등의 전송 파라메타를 전송로에 대응해서 설정할 수 있는 방식에 대해 고찰해본다. 서브밴드 수를 2로 한 경우의 본 방식의 예를 그림 4. 에 나타낸다.

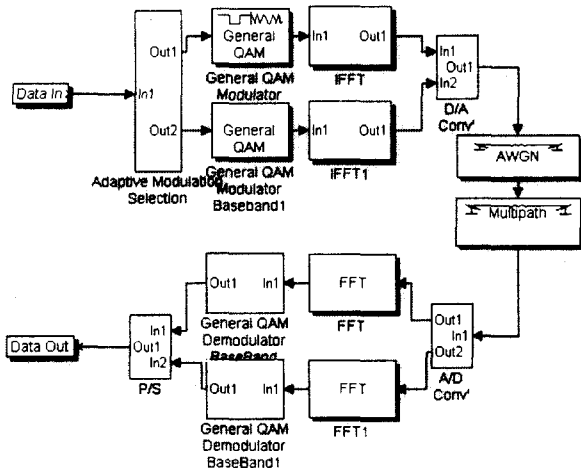


그림 4. 대역 분할 OFDM의 블록도

그림 4.에서 송신측의 입력 신호는 두 개의 서브 밴드로 나누어진 후 각 서브 밴드의 채널 상태에 맞는 코딩률로 변조된 후 IFFT 과정을 통해 최종 캐리어가 실리게 된다.

IV. BER 특성의 컴퓨터 시뮬레이션

시뮬레이션에서는 입력 신호열을 2개의 서브 밴드로 나누고 서브 밴드 1은 64-QAM, 서브 밴드 2는 16-QAM으로 변조하였다.

송신측에서 Convolution coding 하고 수신단에서는 비터비 복호 하여 BER을 측정 하였다.

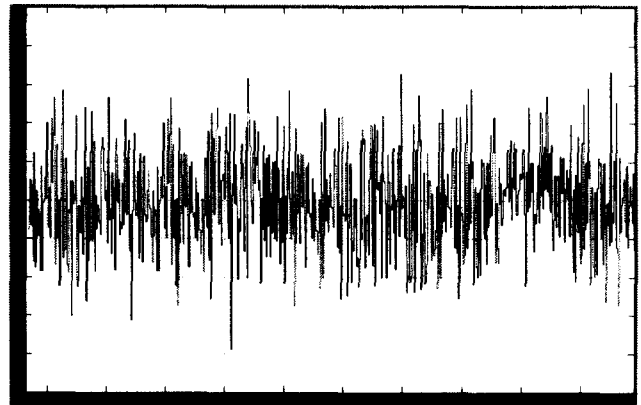


그림 5. OFDM의 시간축 파형

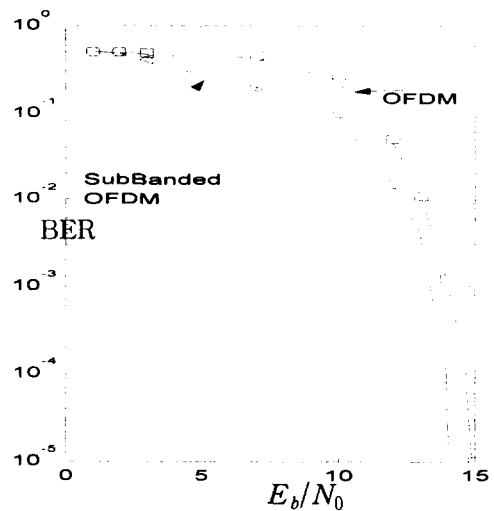


그림 6. AWGN 채널

그림 6 에 AWGN 환경하에서의 BER특성을 나타내었다.

그림 7 은 멀티 패스 채널 환경하에서의 BER 특성을 나타내었다.

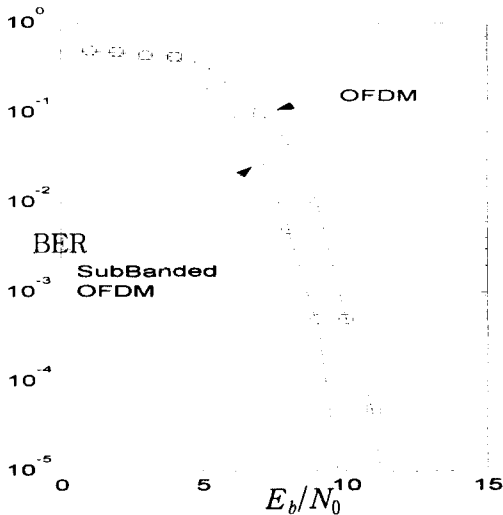


그림 7. 멀티 패스 채널

OFDM 시스템의 장점인 베이스밴드에서의 신호의 조작과 변조가 용이하다는 것을 이용하여 특정 채널의 상태에 따라 다양한 변조 기법을 사용한 경우 한 개의 변조방식으로 변조하는 것 보다 제안 방식쪽이 BER 성능을 개선하는 것이 가능했다. 단일의 변조방식으로 하는 OFDM에서는 모든 심볼 구간에 걸쳐 전체적으로 캐리어가 많아지는 경우에 캐리어간의 간섭(ICI)이 커지므로 BER의 특성 저하가 생기게 된다. 한편 제안 방식에서는 ICI를 경감시킬 수 있는 캐리어 간격으로써 몇 개의 전송로 특성이 나쁜 서브 밴드에서 오울에 강한(다치수가 작은) 변조방식을 조합시키는 것을 이용하여 전체적으로 BER의 특성을 개선할 수 있다. 시뮬레이션 결과로부터 첫 번째 서브밴드를 16-QAM, 두 번째 서브밴드를 64-QAM 변조를 행한 경우가 BER을 낮게 억압하는 것이 가능했다.

V. 결론

대역분할형 OFDM에서 백색 가우시안 잡음과 멀티 패스 채널 전파경로에 대해서 시뮬레이션 결과를 비교 검토했다. 각 서브 밴드에서 변조방식을 단일로 하고, 캐리어 간격을 일정으로 하는 경우보다 몇 개의 변조방식을 조합시켜 캐리어의 간격을 각 서브 밴드마다 설정하는 제안방식 편이 BER을 개선하는 것이 가능했다.

금후의 과제로서는 실제 가변적인 채널환경 모델을 설정하고 그러한 전송로에서 파일럿 신호 검출을 통한 각각의 서브 밴드의 전송로 추정을 통해 좀더 적극적인 가

변 다치 변조를 사용할 경우를 연구해야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] Richard Van Nee & Ramjee Prasad ,OFDM for Wireless Multimedia Communication ,Artech House, Boston, 1998
- [2] Nadeem Ahmed, Joint Detection Strategies for OFDM, Rice Univ, April 2000
- [3] J.H. Stott , The how and why of COFDM , EBU Technical Review,winter 1998
- [4] 멀티 미디어 시스템을 위한 고속 무선 장치 개발에 관한 연구,경남 대학교 무선 통신 연구실,2000
- [5] Jerry D. Gibson, 1363-1366, the Communication Handbook, IEEE Press, 1997
- [6] W.Y Zou & Y. Wu. COFDM :an overview , IEEE Transaction on Communication, vol.41, Mar 1995
- [7] B.Hirosaki, An othogonally multiplexed QAM system using the discrete Fourier transform , IEEE Transaction on Communication, vol .COM-29, pp. 982-989 , July 1981
- [8] M.Alard & R. Lassalle, principles of modulation and coding for digital broadcastion for mobile receivers, EBU Technical Review , pp. 168-192, August 1987
- [9] Masayuki MOTEGI & Kenta UMEBAYASHI & others, The Institute of Electronics, Information and communication Eng', A study on Optimum Combination of Modulation Schems for Sub BAND Type of OFDM System