

무선 LAN 시스템에 적합한 효율적인 ISI 제거에 관한 연구

°임세홍, 이인섭, 고영욱, 김환용
원광대학교 전자공학과

Tel. : 0653-850-6740 / Fax. : 0653-857-3999

A Study on Efficient ISI Cancellation in Wireless LAN System

°Lim Se Hong, Lee In Sup, Ko Young Oog, Kim Hwan Yong
Dept. of Electronic Eng. Wonkwang Univ.
E-mail : lsh@gaebiyok.wonkwang.ac.kr

Abstract

OFDM Transmission system can effectively reduce ISI(Inter Symbol Interference) caused by multipath fading, especially in the case of broad band data transmission. Nevertheless, the delayed waves existing in a symbol degrade the transmission performance at the receiver. Therefore when OFDM transmission system applies to mobile radio communication system, we have to remove the influence without intricacy.

This paper proposes and design a new scheme in order to estimate propagation characteristics using the characteristics of distinctive OFDM signal which is inserted pilot signal periodically in frequency axis before IFFT at the transmitter. Moreover, we introduce a cancellation scheme of delayed signal on the basis of the proposed estimation technique. Using these schemes, it is possible to estimate and cancel the interference of the delayed signal before FFT at the receiver.

I. 서 론

최근 휴대용 컴퓨터의 보급이 확산됨에 따라 장소에

상관없이 컴퓨터망에 연결시키는 수단으로 무선LAN의 필요성이 증대되고 있다. 무선 LAN은 무선전송기술을 사용하여 기존의 유선 LAN의 설치가 어려운 환경까지 무선채널을 통해 LAN을 확장시킬 수 있는 이동성, 휴대성 및 간편성 등의 이점으로 응용분야가 확산되고 있다.

또한 무선 멀티미디어 서비스 요구의 증가와 무선전송기술의 발달로 인하여 고속으로 데이터를 처리하면서도 안정된 수신을 할 수 있는 여러 방안들이 필요하게 되었다. 이에 따라 높은 수신 성능과 multipath fading 환경 하에서도 우수한 성능을 보이는 OFDM 전송 시스템이 현재 차세대 이동통신시스템중 하나로써 고려되고 있다. 특히 ETSI BRAN과 IEEE 802.11에서는 OFDM 전송 시스템을 broadband wireless LAN에 적용하였고 일본의 MMAC에서는 OFDM 전송시스템을 broadband wireless LAN뿐만 아니라 지상파 이동 통신에도 이용할 수 있는데 초점을 맞추고 있다. OFDM전송 시스템은 특히 broadband data 전송의 경우에서와 같이 multipath fading에 의해서 발생하는 ISI(Inter Symbol Interference)를 효율적으로 감소시킬 수 있는 시스템이다.

그럼에도 불구하고 하나의 심벌 안에 존재하게 되는 ISI는 수신기에서의 수신능력을 감소시키는 문제점을 가지고 있다. 그러므로 OFDM 전송시스템이 이동통신 시스템이라든지 무선통신시스템에 적용될 경우에는 복잡한 방법을 사용하지 않고도 그 영향력을 제거할

수 있어야만 한다.

본 논문에서는 무선 LAN 시스템의 표준안에 기초를 두고 송신기의 주파수 축에서 주기적으로 삽입되는 pilot 신호를 가진 OFDM 신호의 특성을 이용해서 IFFT를 수행하기 전에 지연특성을 평가하므로써 ISI를 효율적으로 제거할 수 있는 구조를 구현하였다.

II. OFDM 시스템

일반적으로 OFDM 시스템에서 송신하고자 하는 데이터는 직·병렬 변환기에 의해 변환된 후 DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying)와 같은 선형 변조기에 의해 각각의 부채널에 할당된 캐리어에 의해 변조된다.

변조된 캐리어는 각각 IFFT(Inverse Fast Fourier Transformation)에 의해서 처리된 후 OFDM 신호를 발생하게 되면 Guard Interval이 먼저 송신된 OFDM 심볼의 지연신호에 의해 발생하는 성능감소를 피하기 위해서 OFDM 신호에 첨가된다. 수신단에서는 캐리어 주파수 에러에 의해 발생하는 위상의 변화 θ_t 를 포함하고 있는 신호 $s(t)$ 가 식 (1)과 같이 주어지게 된다.

$$s(t) = \left(\sum_{n=0}^{K-1} a_n e^{j2\pi \frac{nt}{T_w}} \right) \cdot e^{j\theta(t)} \quad (1)$$

여기서, a_n : 변조된 신호

K : 서브캐리어의 수

T_w : FFT 주기

또한, 수신단에서 주파수 에러보상이 동기부분에서 수행되지 않고 실패했을 경우에는 N -point의 FFT 출력 신호 S_k 는 식 (2)와 같이 주어지게 된다.

$$S_k = a_k \frac{\sin(\pi \Delta f T_w)}{N \sin(\pi \Delta f T_w / N)} \times e^{j\pi \Delta f T_w (N-1)/N} + I_k \quad (2)$$

$$\text{여기서, } I_k = \sum_{l=0}^{K-1} d_l \frac{\sin(\pi \Delta f T_w)}{N \sin(\pi [l-k + \Delta f T_w] / N)} \times e^{j\pi \Delta f T_w (N-1)/N} \times e^{j\pi (l-k)/N}$$

그러므로, OFDM 시스템은 단일 캐리어 변조방식의 시스템에 비해 주파수 에러에 훨씬 더 민감함을 알 수 있다. 따라서 이와 같은 주파수 에러를 보상할 수 있

는 동기 블록이 필요할 뿐만 아니라 OFDM 시스템의 가장 큰 특징인 직교성을 유지하기 위해서는 ISI를 완전히 제거할 수 있는 시스템이 필요하게 된다.

III. 기존의 방법

OFDM 전송시스템 성능을 평가하려고 할 때 먼저 multipath fading에 의해서 발생하는 두 가지의 interference 즉, inter symbol interference(ITSI)와 inner symbol interference(INSI)를 심각히 고려해야만 한다. 일반적으로 두 개의 interference를 합쳐서 Inter Symbol Interference(ISI)라 한다. ITSI와 INSI를 그림 1에 도시하였다. 그림 1에서처럼 ITSI는 OFDM 심볼의 주기보다도 훨씬 더 긴 지연파에 의해서 발생하는 interference이다. 또한 INSI는 OFDM 심볼의 주기보다도 훨씬 더 짧은 지연파와 위상잡음에 의해서 발생하는 interference이다. 보편적으로 ETSI BRAN과 IEEE 802.11에서 적용하는 OFDM 시스템에서는 ITSI를 효과적으로 피하기 위해서 모든 OFDM 심벌마다 그림 2와 같이 guard interval을 삽입한다.

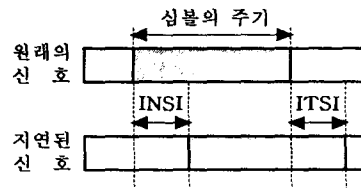


그림 1. INSI와 ITSI

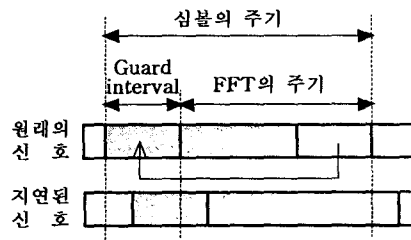


그림 2. Guard Interval

또한, INSI를 피하기 위해서 전송되는 데이터의 프레임마다 pilot symbol을 추가하고 수신기에서 FFT를 수행한 후에 전송된 pilot data와 수신된 pilot signal을 비교하므로써 INSI를 평가한다.

그러나 수신기에서 FFT를 수행한 후에 INSI에 대한 평가를 수행하게 되면 각 carrier에서의 위상과 진폭의 특성이 항상 위상잡음과 multipath fading의 영향을 받

게되며 시간의 변화에 따라 랜덤하게 변화하게 되므로 pilot 신호에 의해서 시스템 전체의 효율이 감소되는 결과를 가져오게 된다.

IV. 제안된 방법

본 논문에서는 ISI를 효율적으로 평가하기 위해서 송신기에서 IFFT를 수행하기 전에 주파수축에서 주기적으로 삽입되는 pilot 신호를 가진 OFDM 신호를 이용하여 ITSI와 INSI를 제거할 수 있는 구조를 제안하였다. 그림 3은 제안된 방법에 의한 송신기의 구조이며 그림 4는 수신기의 구조이다.

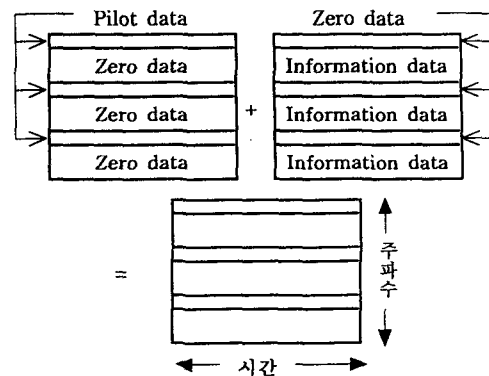


그림 3. 데이터 포맷

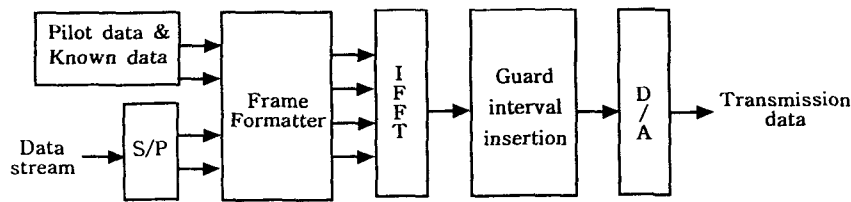


그림 3. 제안된 방법에 의한 송신기 구조

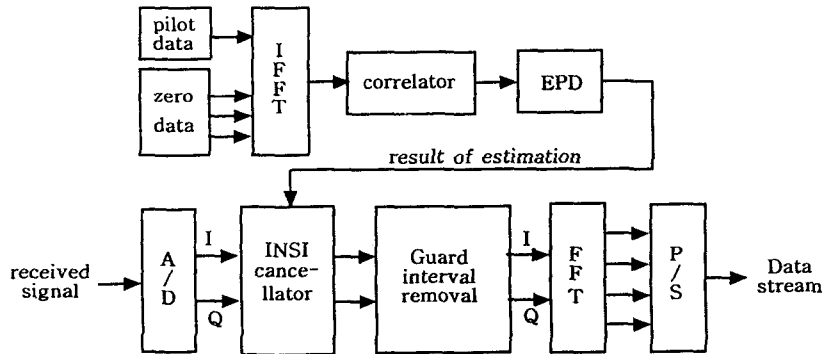


그림 4. 제안된 방법에 의한 수신기의 구조

제안된 OFDM 전송시스템에서 전송되는 데이터의 포맷을 그림3에 도시하였다. 그림 3에서처럼 pilot 데이터는 정보 데이터 속에 서브캐리어의 주파수 간격에 따라 삽입되며 OFDM 방식에 의해 전송되는 데이터는 두 개의 부분으로 나누어진다. 첫 번째 부분은 pilot 데이터가 서브캐리어의 주파수 간격에 따라 설정되고 "0" 데이터는 파일럿 데이터를 제외한 나머지 부분에 설정된다. 두 번째 부분은 pilot 데이터를 제외한 정보 데이터가 설정되며 "0" 데이터는 pilot 데이터 대신 설정된다.

이와 같은 두 개의 데이터 포맷을 가지고 개별적으로 IFFT를 수행하게 되면 후자에서 설명한 데이터 포맷은 정보 데이터가 랜덤 데이터가 되기 때문에 잡음 신호와 같은 랜덤 신호가 되며 전자의 포맷은 일정한 시간간격에서는 최고치의 값을 가지며 최고치 값의 나머지 부분에서는 "0"값을 갖는 확실한 신호가 된다.

본 논문에서는 지연 특성을 평가하기 위해서 이와 같은 확실한 신호를 이용하며 송신기에 삽입되었던 여러 개의 미리 알려진 데이터와 EPD(Estimated Propagation characteristics Data)를 사용하므로써 지연파와 똑같은 성분을 만들 수 있고 또한 수신기에서는 수신된 신호로부터 이와 같은 신호를 제거할 수 있

게 된다.

결과적으로는 지연파에 의해 발생하게 되는 interference는 FFT 과정을 수행하기 전에 완전히 제거 할 수 있게 되므로 전체 시스템의 성능을 향상시킬 수 있게 된다. 모의 실험에서 이용한 파라미터 값은 표 1과 같다.

변조방식	DQPSK
데이터율	54 Mbit/s
서브캐리어수	52
Guard time	800 ns
FFT point	64
파일럿 간격(p)	4 carriers
OFDM 심볼간격	4 μ s

표 1. 모의실험 파라미터

V. 결 론

본 논문에서는 OFDM 신호에 삽입되는 파일럿 심볼의 특성을 이용해서 새로운 형태의 지연특성 평가구조와 제거 구조를 제안한다. 결과적으로 제안된 구조는 multipath fading 환경하에서 FFT 연산을 수행하기 전에 ITSI 뿐만 아니라 INSI도 완전히 제거할 수 있음을 확인하였으며 수신단에서 sampling time을 정확하게 획득할 수 있음을 확인하였다.

그러나, 실제 시스템에서는 정확한 타임을 복원하는 것이 어려우므로 수신단에서는 over sampling을 수행하여 하며 A/D conversion을 수행한 후에는 여러 개의 보드에 수신된 데이터를 쪼개야한다. 따라서 신뢰도가 높은 시스템 보드를 선택하는 것이 중요한 문제가 될 것으로 예상된다.

향후 연구과제로는 무선 LAN 시스템의 문제점중 하나인 동기추적 및 획득에 관한 연구를 수행해서 전체 무선 LAN 시스템을 구축하고 전체적인 시스템 레벨의 성능 평가를 수행할 예정이다.

참 고 문 헌

[1] Takeshi Onizawa, Masato Mizoguchi, Masahiro Morikura, and Toshiaki Tanaka, "A Fast Synchronization Signals of OFDM Signals for

High-Rate Wireless LAN", IEICE Trans. Commun., Vol. E82-B, No. 2, p. 455-463, February 1999

[2] Richard van Nee, "A New OFDM Standard for High Rate Wireless LAN in the 5 GHz Band", IEEE Trans. on Vehicular Technology, 1999

[3] Giovanni Santella, "A frequency and Symbol Synchronization System for OFDM Signals : Architecture and Simulation Results", IEEE Trans. on Vehicular Technology, Vol. 49, No. 1, January 2000

[4] H. Takanashi and R. van Nee, "Merged Physical Layer Specification for the 5 GHz Band", IEEE P802.11-98/72-r1, March 1998