[5C-36]

UWB Multi-Band OFDM 시스템을 위한 채널 모델링

노정호, 허주, 장경희
인하대학교 정보통신대학원
khchang@inha.ac.kr

Channel Modeling for UWB MB-OFDM System

Jungho Noh, Joo Heo and Kyunghi Chang
The Graduate School of Information Technology & Telecommunications
INHA University

요 약

기존의 통신 시스템은 일반적으로 LOS 가 없을 경우 레일레이 분포를 따르는 진폭 특성을 갖는다. 그러나 Wireless PAN(WPAN)을 위하여 IEEE 802.15.3a 의 표준안으로 제안된 Ultra Wideband (UWB) Multi-Band OFDM (MB-OFDM) 시스템의 경우에는 측정결과 클러스터와 클러스터 내의 레이의 진폭 특성이 독립적으로 로그노말 분포로 해석될 수 있음이 밝혀졌다. 이를 기반으로 기존의 Saleh-Valenzuela 채널 모델의 수정을 통하여 MB-OFDM 시스템의 채널을 모델링 할 수 있다. 본 논문에서는 RF 주파수 호핑을 위하여 MB-OFDM 시스템의 채널 모델을 성형, 각 채널 모드에 따른 성능 및 전송률에 따른 성능을 확인한다.

1. 서론

Ultra WideBand (UWB)는 지난 40여년간 미국방성에서 군사용 무선 통신 기술로 사용되던 기술로서 Wireless PAN (WPAN) 환경에서 수백Mbps의 전송 속도를 제공하면서도 기존 Wireless LAN (WLAN) 장치에서 소요되는 전력량의 10분의 1 수준의 전력을 사용하여 통신이 가능하다는 장점을 갖고 있다. 그럼에도 불구하고 매우 넓은 주파수 대역의 사용으로 인해 야기 될 수 있는 기존 통신과의 간섭 문제로 상업적 이용이 금지되어 왔다. 그러나 2002년 2월 미국 연방통신위원회(FCC)는 3.1GHz~10.6 GHz에 걸친 주파수 대역 제한과 1MHz당 -41.25dBm 이하의 방사제한을 조건으로 상업화를 허가하게 되었다. FCC에서는 UWB를 중심 주파수의 25%이상의 점유 대역폭을 차지하거나 500MHz 이상의 점유 대역폭을 갖는 무선기술로 정의하고 있다. 일반적으로 1GHz 이상의 단일 대역폭을 갖는 기존의 UWB 방식과는 달리 현재 진행되고 있는 IEEE 802.15.3a Task Group의 표준화에서는 기존의 방식을 대폭 수정하여 Multi-Band OFDM (MB-OFDM) 방식을 중심으로 논의가 이루어지고 있다.

MB-OFDM 방식은 FCC에서 제한한 대역을 528MHz의 대역폭을 갖는 13개의 작은 대역으로 나누는 방식으로 제안되었고, 기본적으로 OFDM 기반이기 때문에 반송파의 수만큼 각 채널에서의 전송주기가 증가하게 되고, 이 경우 광대역 전송시에 나타나는 주파수 선택적 채널이 심볼간 간섭(ISI)이 없는 주파수 비선택적 채널로 나타나 간단한 1-Tap 등화기만으로도 채널의 보상이 가능하다.

기존에 사용되지 않던 이러한 광대역 시스템에서는 일반적인 통신 시스템의 채널의 진폭이 LOS가 없는 상황에서 레일레이 분포를 따르는 반면, UWB 시스템의 채널 모델은 로그노말 분포를 따르게 된다. 이를 위해서 IEEE 802.15. 3a에서는 기존의 Saleh-Valenzuela 모델을 수정한 채널 모델을 제안하였다. 본 논문에서는 UWB 시스템의 채널 모델을 분석하고, 이를 MB-OFDM 시스템의 RF 주파수 호핑에 적용할 수 있도록 채널을 성형 하고, 각 채널 모드에 따른 BER 성능을 분석 하였다. 본 논문의 2장에서는 MB-OFDM 시스템 모델을 설명하며, 3장은 MB-OFDM 채널 모델을 분석하고, 4장에서는 시뮬레이션 결과를 제시한다.

2. UWB MB-OFDM 시스템

2.1 UWB MB-OFDM 시스템의 신호 모델링

전송되는 신호는 복소 기저대역 신호 표현법을 이용하여 표현 될 수 있다. 실제 전송되는 RF 신호는 다음과 같다.

$$r_{RF}(t) = \mathrm{Re}\left\{ \sum_{k=0}^{N-1} r_k(t - kT_{SYM}) \exp(j2\pi f_k t) \right\} \quad (1)$$

식 (1)에서, N 은 OFDM 심볼의 개수, T_{SYM} 은 심볼 주기, f_k 는 k번째 밴드의 중심주파수이다. $r_k(t)$ 는 k번째 OFDM 심볼의 복소 기저대역 신호이고, 식 (2)와 같이 구성된다.

$$r_k(t) = \begin{cases} r_{preamble,k}(t) & 0 \le k < N_{preamble} \\ r_{header,k-N_{preamble}}(t) & N_{preamble} \le k < N_{header} \\ r_{data,k-N_{preamble}}(t) & N_{header} \le k < N_{data} \end{cases} \quad (2)$$

OFDM 심볼 $r_k(t)$ 는 계수 C_n 으로 각 데이터, 파일럿, 트레이닝 심볼로 표현될 수 있다.

$$r_k(t) = \begin{cases} 0 & t \in [0, T_{CP}] \\ \sum_{n=-N_{ST}/2}^{N_{ST}/2} C_n \exp(j2\pi n \Delta_f)(t - T_{CP}) & t \in [T_{CP}, T_{FFT} + T_{CP}] \\ 0 & t \in [T_{FFT} + T_{CP}, T_{FFT} + T_{CP} + T_{GI}] \end{cases} \quad (3)$$

* 본 연구는 대학 IT연구센터(인하 UWB-RC) 육성, 지원사업의 연구결과로 수행되었음.