

중. 저속 이동상황에서의 OFDM/QAM 시스템과 OFDM/OQAM-IOTA 시스템의 성능 비교 분석

허주, 주효, 전요한, 장경희
인하대학교 정보통신대학원
khchang@inha.ac.kr

Performance Analysis of OFDM/QAM vs. OFDM/OQAM-IOTA in Low-to-Medium Mobile Speed Environment

Joo Heo, Xiao Zhou, Yohan Jeon and KyungHi Chang
The Graduate School of Information Technology & Telecommunication
INHA University

요약

일반적인 OFDM/QAM 변조 방식은 연속된 심볼 사이에 보호구간(Guard Interval)을 삽입 함으로서 시간 영역에서 다중 경로 채널 잡음에 강한 특성을 가지지만 채널간 간섭신호에 약한 특성을 가진다. 이에 반해 OFDM/OQAM 변조 방식은 시간과 주파수 영역에서 직교성을 가지는 IOTA(Isotropic Orthogonal Transform Algorithm) 필터를 사용하여, 이동 환경에서 지연 확산(Delay Spread)과 도플러(Doppler) 효과에 강한 특성을 보이며, 또한 보호구간을 사용하지 않아 OFDM/QAM 시스템에 비하여 주파수 효율을 현저하게 높일 수 있다. 본 논문에서는 OFDM/OQAM-IOTA 시스템의 물리 구조를 설명하고 성능을 시뮬레이션 하였고, 이를 바탕으로 일반적인 OFDM/QAM 시스템 성과 비교하였다. OFDM/OQAM-IOTA 방식이 OFDM/QAM 방식보다 성능이 우수함을 알 수 있다.

1. 서론

일반적인 OFDM/QAM 변조 방식은 높은 데이터량을 요구하는 통신에 적합하고 다중 경로 채널 잡음에 강한 특성을 나타낸다. 그래서 이 기술은 DVB-T 나 DAB, HIPER LAN/2, IEEE 802.11a 등 고속의 데이터통신 등에 이미 쓰이고 있다 [1]. 일반적인 OFDM/QAM 변조 방식은 심볼의 앞부분에 보호구간을 사용하여 채널 잡음을 줄이는 방법을 사용한다. 하지만 이 방식은 잡음에 강한 특성을 나타내지는 모르나 주파수 사용 효율 면에서 성능 저하를 나타낸다. 이를 보완하기 위해 새로운 방식이 제안되었는데 이것이 IOTA 필터를 이용한 OFDM/OQAM-IOTA 방식이다. 이 방식은 심볼 주기의 반주기만큼 허수부분(Imaginary domain)에 지연을 첨가함으로써 주파수 영역과 시간영역에서 직교성을 갖을 수 있게 한 구조이다. 직교성을 가진 이 구조는 시간 영역에서 인접 심볼 간섭 (ISI : Inter-Symbol Interference), 주파수 영역에서 채널간 간섭 신호 (ICI : Inter-Carrier Interference) 를 줄일 수 있게 해준다. 또한 IOTA 필터를 사용하므로, 다중 경로 페이딩이 필터링을 통해 제거 되어 보호 구간이 필요 없는 효과를 가진다. 이런 특성은 보호구간으로 생기는 소모적인 시간과 전력을 줄일 수 있고, 주파수 효율과 데이터 전송에 이득을 가진다 [2].

본 논문에서는 2 장에서 일반적인 OFDM/OQAM 구조 및 특징을 설명하고 3 장에서는 IOTA 필터의 구조 및 구현 4 장에서는 OFDM/QAM 과 OFDM/OQAM-IOTA 의 시뮬레이션 결과를 비교하였다.

2. OFDM/OQAM 시스템

OFDM/OffsetQAM 변조 방식은 일반적인 OFDM 변조 방식의 대안으로 사용 되어진다. OFDM/OQAM 은 일반적인 OFDM 변조 방식과는 달리 CP(Cyclic prefix)라고 불리는 보호구간을 필요로 하지 않고 이로 인해 대역효율(Spectral efficiency)를 높일 수 있다. 보호구간을 제거하기 위해서는 각각의 변조된 서브 캐리어들이 시간과 주파수 영역에서 직교성을 갖으며 위치해야 하고 심볼간 간섭과 서브캐리어간 간섭을 줄일 수 있어야 한다. 이를 만족하는 함수는 위의 두 가지 조건을 모두 갖추어야 하지만, 실제적인 OFDM/QAM 시스템은 실수 축(real value) 에서만 직교성을 가지고 존재한다. 따라서 실수부와 허수부의 위치를 조정함으로써 직교성을 유지할 수 있게 되는데 허수부의 위치를 반 심볼 주기(Half-symbol-duration)만큼 이동 시킴으로 이를 얻을 수 있다. 일반적인 OFDM 의 신호는 다음과 같이 나타낼 수 있다[3].

$$s(t) = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} \sum_{m=0}^{m=M-1} c_{m,n} e^{(2i\pi m \Delta f t)} g(t - nT_u) \quad (1)$$

식(1)에서 $g(t)$ 는 rectangular 필터, $c_{m,n}$ 은 n^{th} 심볼 m^{th} 서브 캐리어에서의 복소 QAM 데이터들, M 은 서브캐리어 수, Δf 는 서브캐리어 간격, T_u 는 심볼주기를 나타낸다. OFDM/OQAM 은 식(2)로 나타내어 진다.

$$s(t) = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} \sum_{m=0}^{m=M-1} a_{m,n} i^{m+n} e^{(2i\pi m \Delta f t)} g(t - n\tau_o) \quad (2)$$

* 본 연구는 한국과학재단 목적기초연구 (R01-2003-000-10685-0) 지원으로 수행되었음.