

무선 PAN응용을 위한 정 진폭 다중 부호 이진 직교 변조

홍대기*, 강성진*, 주민철*, 김용성*, 조진웅*

Constant-Amplitude Multi-Code-Biorthogonal Modulation for WPAN Applications

Dae-Ki Hong*, Sung-Jin Kang*, Min-Chul Ju*, Yong-Sung Kim*, Jin-Woong Cho*

요약

본 논문에서는 다중 부호 신호 (multi-code signal)를 정 진폭으로 전송하는 정 진폭 다중 부호 이진 직교 변조 방식 (constant-amplitude multi-code-biorthogonal modulation)을 제안한다. 정 진폭을 유지하기 위해 제안된 방식에서는 잉여 비트를 사용하여 신호를 부호화 하였다. 제안된 변조 방식은 매우 높은 스펙트럼 효율을 지원할 수 있다. 또한 본 논문에서는 제안된 정 진폭 다중 부호 이진 직교 변조 신호를 복조하기 위한 다양한 복조 방식들을 제시 한다. 제안된 변/복조 방식은 고속 데이터 율을 제공해야 하는 무선 LAN/PAN (wireless local/personal area networks) 및 UWB (ultra-wideband) 시스템의 물리 층으로 사용될 수 있다.

I. 서론

최근에 대역확산 (SS : spread spectrum) 시스템은 긴섭에 강한 특성 때문에 주요한 무선 LAN/PAN (wireless local/personal area networks)의 물리 층으로 사용되고 있다. 그 예로서 IEEE 802.11에서는 직접 확산 (DS : direct spreading) 방식을^[1], IEEE 802.11b에서는 상보 부호 변조 (CCK : complement code keying) 방식을^[2], IEEE 802.15.4에서는 직교 변조 (orthogonal modulation)를, 그 외 UWB (ultra-wideband)에서는 이진직교 변조 (biorthogonal modulation)를^[3] 사용하고 있다.

그러나 대역 확산 시스템은 대역 확산으로 인해 스펙트럼을 낭비함으로써 고속 데이터 전송을 제공하지 못하는 치명적인 단점이 있다. 이에 고속 전송을 제공하는 대역 확산 시스템에 대한 연구가 참고문헌 [4]-[10]에서 활발히 연구되어 왔다. 이 중에서 고속 전송을 제공하기 위한 가장 일반적인 방식은 다중 부호 신호 (multi-code signal)를 이용하는 것이다^[6]. 이러한 방식은 기존의 대역 확산 시스템에 비해 높은 스펙트럼 효율 (spectral efficiency)을 얻을 수 있지만 다중 레벨 (multi-level)의 신호를 증폭하기 위해 넓은 선형 동작 영역 (linearity region)을 갖는 고가의 전력 증폭기 (power amplifier)를 필요로 한다. 반대로 충분히 넓지 않은 선형 영역을 갖는 전력 증폭기를 사용할 경우에는 증폭기의 비 선형성으로 인해 전체 다중 부호 시스템의 성능에 악 영향을 끼치게 된다^{[6][7]}. 따라서 선형 영역이 좁은 전력 증폭기를 사용하기 위해서는 다중 부호 신호가 정 진폭을 가져야만 한다. 이에 따라 정 진폭을 갖는 다중 부호 시스템 (constant-amplitude multi-code system)이 참고문헌 [9]에서 제안되었다. 제안된 구조의 최대 장점은 잉여 비트를 이용하여 신호의 정 진폭 특성을 얻을 수 있다는 것이다.

대역 확산 시스템에서 스펙트럼 효율을 유지하면서 정 진폭을 얻는 또 다른 시스템은 레벨 클리핑을 이용하는 다중 위상 가변 확산 이득 시스템 (multi-phase variable spreading gain system)이다^[10]. 이 구조에서는 부호 선택 알고리즘이 비트 오류율 (bit error rate) 성능에 결정적인 영향을 주게 된다. 그러나 이 시스템은 다중 부호 간의 간섭과 클리핑에 의한 손실 때문에 많은 부호를 사용하였을 경우 (즉 상당히 높은 스펙트럼 효율을 원하는 시스템의 경우) 만족스럽지 못한 비트 오류 성능을 나타내게 된다.

본 논문에서는 다중 부호 신호를 정 진폭으로 전송하는 이진 직교 변조 방식 (constant-amplitude multi-code-biorthogonal modulation)을 제안한다. 정 진폭을 유지하기 위해 제안된 방식에서는 잉여 비트를 사용하여 신호를 부호화 하였다. 제안된 변조 방식은 매우 높은 스펙트럼 효율을 지원할 수 있게 된다. 또한 본 논문에서는 제안된 정 진폭 다중 부호 이진 직교 신호를 복조하기 위한 다양한 복조 방식들을 제시 한다. 제안된 변/복조 방식은 고속 데이터 율을 제공해야 하는 무선 LAN/PAN 및 UWB 시스템의 물리 층으로 사용될 수 있다.

II. 정 진폭 이진 직교 변조

제안된 정 진폭 이진 직교 변조의 구성도가 그림 1에 나타나 있다. 확산 이득은 16이다. 제안된 변조 방식은 일종의 사전에 부호화 된 (pre-coded) 다중 부호 시스템이다. 그림에 나타나 있는 것과 같이 변조기는 직렬 데이터를 병렬 데이터로 바꾸어 주는 직렬 병렬 변환기, 3비트의 패리티 (b_1, b_2, b_3)를 생성해 주는 생성시켜 주는 정 진폭 부호기 (이 3비트의 패리티는 최종 신호를 정 진폭으로 만들어 주기 위해 사용된다.), 3비트의 데이터를 변조하기 위한 4개의 이진 직교 변조기 (직교 변조기와 곱셈기로 구성된다.) 그리