

정 진폭 부호화를 사용한 다중코드 Transorthogonal 변조 방식

김성필, 김명진*

한국정보통신기술대학, *한국의국어대학교

ship@icpc.ac.kr, *mjkim@hufs.ac.kr

A Multicode Transorthogonal Modulation Scheme with
Constant Amplitude Coding

Sung Pil Kim, Myoung Jin Kim*

Korea Information & Communications Polytechnic College, *Hankuk University of Foreign Studies

요 약

직교 코드나 transorthogonal 코드를 사용한 변조 방식은 비트오율 성능이 우수하지만 대역폭 효율이 매우 낮다. Transorthogonal 코드를 블록 단위로 확장시켜서 확장된 코드 집합의 그룹별 코드간에 직교성이 성립하게 할 수 있다. 이러한 코드 그룹을 사용한 부호화기를 병렬로 구성하고 각 부호화기의 출력 코드를 합산하여 전송하는 방식이 다중코드 transorthogonal 변조 방식으로 제안되어 있다. 이 방식을 사용하면 단일 부호화기를 사용한 전송 방식에 비해 대역폭 효율을 개선시킬 수 있다. 그러나 다중의 코드를 합산하기 때문에 출력 심볼이 멀티레벨이 되기 때문에 증폭기의 높은 선형성이 요구된다. 본 논문에서는 transorthogonal 부호화기 중 한 개를 잉여(redundant) 부호화기로 사용하고 여기에 입력되는 데이터를 적절히 부호화하면 출력 심볼의 레벨이 일정하게 됨을 보인다. 또한 정 진폭 부호화에 사용되는 잉여 비트는 패리티 비트의 특성을 가지며, 수신기에서 패리티 검사를 하여 에러 검출을 할 수 있다. 패리티 오류의 경우 상관기의 출력 값을 이용하여 에러를 정정하는 방안을 제시하고, 모의 실험을 통해 비트오율 성능이 개선됨을 보인다.

1. 서론

M -ary 변조에서 프로세서는 k 개의 데이터 비트를 받아서 $M = 2^k$ 개의 파형 중 한 개를 발생시킨다. MFSK 나 직교 코드를 사용한 orthogonal signaling 은 k 의 증가에 따라 비트오율 성능이 개선되지만(또는 요구되는 E_b/N_0 가 작아지지만) 신호 대역폭이 증가한다. MPSK 와 같은 nonorthogonal signaling 은 대역폭 효율은 높아지지만 비트오율 성능이 저하된다. 따라서 가능한 대역폭이 한정되었거나 주파수 자원의 가격이 높은 경우에는 MPSK 나 QAM 과 같은 변조 방식이 사용되며, 반면에 주파수 자원은 문제가 되지 않으나 낮은 비트오류 확률이 요구되는 경우에는 MFSK 나 orthogonal 변조 방식의 선택이 가능하다.

Walsh 코드와 같은 직교코드를 사용하여 파형을 생성하여 전송하는 시스템에서는 k 비트의 데이터에 의하여 $M=2^k$ 개의 코드 중 한 개가 선택되어 캐리어에 실려서 전송된다. 출력 codeword 의 길이는 2^k 으로 대역폭 효율은 $k/2^k$ 가 되어 k 의 증가에 따라 효율이 지수적으로 감소한다. Transorthogonal 변조에서 사용되는 코드는 직교 codeword 들의 첫번째 비트를 삭제하여 만들어진다[1]. 즉 Hadamard 행렬의 첫 번째 열을 삭제하여 만들어진 코드를 사용하여 파형 부호화하여 전송하는 방식으로 codeword 의 길이는 $2^k - 1$ 이 된다. 따라서 직교 변조에 비해 약간의 대역폭 효율 증가를 얻을 수 있지만 k 가 커지면 코드의 길이가 지수적으로 증가하여 대역폭 효율 증가 효과는 매우 작다.

Transorthogonal 코드를 블록 단위로 확장시켜서 확장된 코드 집합을 4 개의 부집합으로 분할하였을 때

부집합별 코드간에는 직교성이 성립하도록 할 수 있다. 이러한 코드 그룹을 사용한 부호화기를 병렬로 구성하고 각 부호화기의 출력 코드를 합산하여 전송하는 방식이 다중코드 transorthogonal 변조 방식으로 제안되어 있다[2]. 이 방식을 사용하면 단일의 부호화기를 사용한 전송 방식에 비해 대역폭 효율을 개선시킬 수 있다. 그러나 다중의 코드를 합산하기 때문에 출력 심볼이 멀티레벨이 되어 증폭기의 높은 선형성이 요구된다. 이동통신에서는 높은 전력 효율을 얻기 위해 비선형 특성을 지닌 증폭기를 주로 사용하는데, 신호 진폭이 일정하지 않으면 비선형 왜곡을 겪게 되어 비트오율 성능이 저하된다.

본 논문에서는 4 개의 transorthogonal 부호화기 중 한 개를 잉여 부호화기로 사용하고 여기에 입력되는 데이터를 적절히 부호화하면 출력 심볼의 레벨이 일정하게 됨을 보인다. 정 진폭 부호화에 사용되는 잉여 부호화기에 입력시키는 데이터는 나머지 3 개의 부호화기에 입력되는 데이터로부터 만들어진다. 이 잉여 비트들은 패리티 비트의 특성을 가지며, 수신기에서는 복조기에서 출력된 데이터에 대하여 패리티 검사를 하여 에러 검출을 할 수 있다. 패리티 오류의 경우 상관기의 출력 값을 이용하여 에러를 정정하는 후처리 방안을 제시하고, 모의 실험을 통해 비트오율 성능이 개선됨을 보인다. 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2 절에서는 다중코드 transorthogonal 변조 방식을 설명하며, 제 3 절에서는 정 진폭 부호화 방식과 수신기에서 잉여비트를 이용한 성능 개선 방안을 기술한다. 제 4 절에서는 제안된 송수신 방식에 대하여 모의 실험을 통한 성능 분석 결과를 제시하며, 제 5 절에서 결론을 맺는다.