원형의 직교 진폭 변조를 위한 적응 변조 및 부호화

안성진, 임채원, 윤동원
한양대학교

dwyoon@hanyang.ac.kr

Adaptive Modulation and Coding for Circular Θ-QAM

Seongjin Ahn, Chaewon Im, Dongweon Yoon
Hanyang University

요 약

최근 통신 및 방송 시스템에서는 대용량 데이터의 고속 전송을 위하여 고차 변조가 필수적으로 요구되고 있다. 또한, 채널 환경의 변화에 따라 변조 및 부호화 방식을 변화하여 전송률을 향상시키기 위한 적응 변조 및 부호화 기법이 다양한 시스템에 적용되고 있다. 본 논문에서는 고차 변조를 위한 원형의 직교 진폭 변조의 비트 오류 확률을 부호율에 따라 분석하고 채널 변화에 따른 효율적인 데이터 전송을 위하여 원형의 직교 진폭 변조에 대한 적응 변조 및 부호화 레벨을 제시한다.

Ⅰ. 서론

직교 진폭 변조(QAM, Quadrature Amplitude Modulation)는 추가 대역폭 없이 데이터의 전송률을 높일 수 있기 때문에 다양한 통신 및 방송 표준에서 고차 변조로 사용되고 있다. 최근에는 기존의 QAM 방식보다 오류 확률 관점에서 우수한 성능을 보이는 원형의 QAM(CTQAM, Circular Θ-QAM) 방식이 제시되었다[1]. 본 논문에서는 터보 부호를 사용하였을 때 CTQAM의 비트 오류 확률을 분석하고 채널 변화에 따른 효율적인 데이터 전송을 위하여 CTQAM에 대한 적응 변조 및 부호화(AMC, Adaptive Modulation and Coding) 레벨을 제시한다.

Ⅱ. 시스템 모델

CTQAM 신호 성상도는 Θ-QAM 신호 성상도를 기반으로 하여 신호점 재배치를 통해 설계된다. 이 때, Θ-QAM의 격자 구조를 유지하면서 평균 심볼 에너지가 최소가 되도록 신호점 재배치가 수행된다. 본 논문에서는 변조 차수 M = 64, 256, 1024를 고려하며 각 변조 차수에 대해 설계된 CTQAM 신호 성상도를 그림 1에 나타내었다.

전송 데이터는 부호율 1/3의 터보 부호로 부호화되며 천공(puncturing)을 통해 부호율을 조절한다. 본 논문에서는 1/3, 2/5, 1/2, 2/3의 부호율을 고려하며 한 예로, 부호율 2/3에 대한 천공 패턴을 그림 2에 나타내었다.

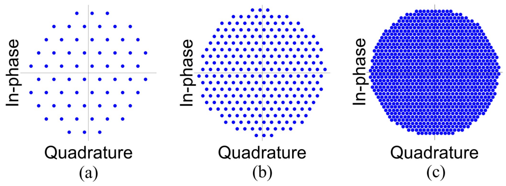

그림 1. M-ary CTQAM 신호 성상도
(a) M = 64 (b) M = 256 (c) M = 1024

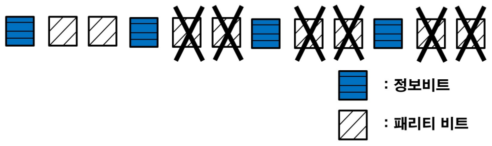

그림 2. 부호율 2/3에 대한 천공 패턴

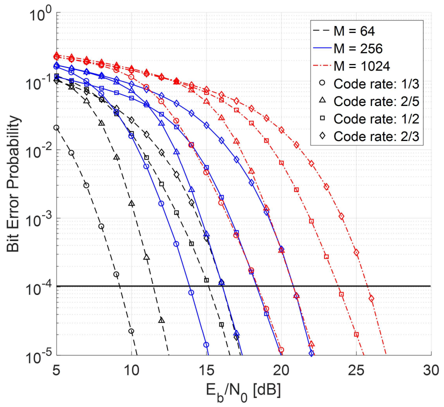

그림 3. AWGN 채널에서 M-ary CTQAM 비트 오류 확률

표 1. CTQAM에 대한 AMC 레벨

레벨	부호율	M	주파수 효율 (b/s/Hz)	SNR (dB)
1	1/3	64	2	10.4 ~ 12.4
2	2/5	64	2.4	12.4 ~ 15.2
3	1/3	256	2.67	15.2 ~ 17.4
4	2/5	256	3.2	17.4 ~ 20
5	1/2	256	4	20 ~ 25.4
6	1/2	1024	5	25.4 ~ 27
7	2/3	1024	6.33	27 ~

Ⅲ. CTQAM에 대한 AMC 레벨

AWGN 채널에서 각 부호율에 대한 M-ary CTQAM의 비트 오류 확률을 그림 3에 나타내었다. 비트 오류 확률이 10^{-4} 이하인 영역에서 레벨이 증가할수록 주파수 효율이 증대되도록 CTQAM에 대한 AMC 레벨을 설정하였으며 이를 정리하여 표 1에 나타내었다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2017-0-01703, FPMV 무선 전송 시스템)

참 고 문 헌

[1] S. Ahn and D. Yoon, "Circular Θ-QAM: A circle-shaped QAM for higher-order modulation," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 149005-149012, Oct. 2019.