

연집오류 환경에서 비이등변 삼각 인터리버 설계에 따른 극 부호의 성능 분석

김강산, 송홍엽, *김찬기, *노종선, **안재하
 연세대학교, *서울대학교, **국방과학연구소

{gs.kim, hysong}@yonsei.ac.kr, *carsis@ccl.snu.ac.kr, *jsno@snu.ac.kr, **anjaha@add.re.kr

Performance Analysis of Polar Codes Based on Nonisolated Triangular Interleaver Design in Burst Error Environment

Gangsan kim, Hong-Yoep Song, *Chanki Kim, *Jong-Seon No, **Jaeha Ahn
 Yonsei Univ., *Seoul National Univ., **Agency for Defense Development

요약

본 논문은, 연집오류 환경에서 이등변 삼각 인터리버를 변형한 비이등변 삼각 인터리버의 성능을 분석한다. 부호율 0.5 부호길이 2048에서의 성능을 분석하였고 연집 오류가 강력 할수록 가로 길이가 큰 인터리버가 더 좋은 성능을 가진다.

I. 서론

극 부호는 2009년 E.Arikan이 제안한 차세대 극 부호이다[1]. 최근 5G 이동통신 환경에서 고려되고 있는 극 부호는 각 모듈레이션 및 연집오류 환경을 위한 인터리버 설계에 대한 연구가 필수적이다. 2016년 Qualcomm에서 제안한 이등변 삼각 인터리버가 극 부호의 대표적인 인터리빙 기법이다[2]. 본 논문에서는 연집오류환경에서 이등변 삼각 인터리버 기법을 변형한 비 이등변 삼각 인터리버의 성능을 분석하고자 한다.

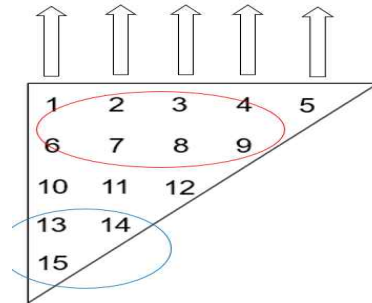


그림 2 5x5 이등변 삼각 인터리버 예시

4개가 존재하게 되고, 파란색 부분과 같이 인덱스 차이가 2인 부분이 1개가 존재하게 된다. 즉 적은 인덱스 차이가 적게 나고, 많은 인덱스 차이가 많이 나면서 인터리빙 효과를 기대할 수 있다.

II. 본론

1. 이등변 삼각 인터리버

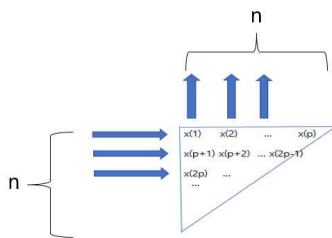


그림 1 이등변 삼각인터리버 구조

Qualcomm에서 제안한 이등변 삼각 인터리버 구조는 그림 1.과 같다. 직각을 낀 변의 길이가 n인 이등변 삼각형을 그린 후 위의 행부터 차례대로 입력값이 들어가고 왼쪽 열 부터 차례대로 출력 값을 뽑아 낸다.

예를 들어 그림 2와 같이 5x5 이등변 삼각 인터리버를 보면, 행으로 인덱스를 행으로 뽑아 냈을때 빨간색 부분과 같이 인덱스 차이가 5인 부분이

2. 비이등변 삼각 인터리버

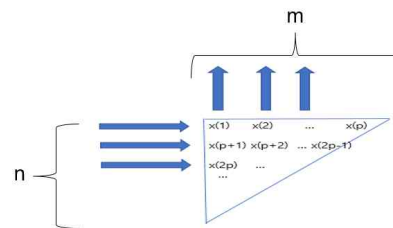


그림 3 비이등변 삼각 인터리버 구조

비이등변 삼각 인터리버는 그림 3과 같이 세로의 길이가 n 가로의 길이가 m인 삼각형을 그려서 인터리빙을 수행한다. m이 n보다 길어질 경우

많은 인덱스 차이는 이등변 삼각 인터리버에 비해 더 많이 나게 되며, 적은 인덱스 차이는 더 적게 나게 된다. 따라서 이등변 삼각 인터리버보다 더 좋은 인터리빙 효과를 기대할 수 있다. 하지만 세로의 길이가 짧아짐으로서 인덱스 차이의 최댓값이 작아지는 단점도 있다.

3. 성능 분석

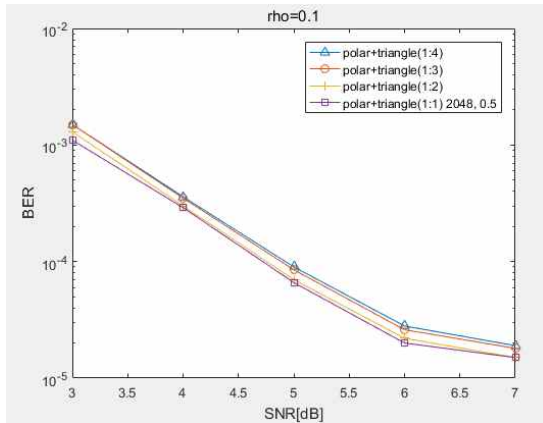


그림 4 길이 2048, 부호율 0.5인 부호와 연접 오류 차지 비율=0.1인 환경에서 각 삼각 인터리버들의 BER 성능 분석

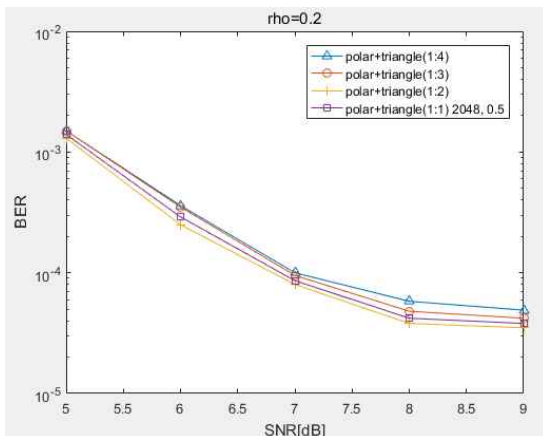


그림 5 길이 2048, 부호율 0.5인 부호와 연접 오류 차지 비율=0.2인 환경에서 각 삼각 인터리버들의 BER 성능 분석

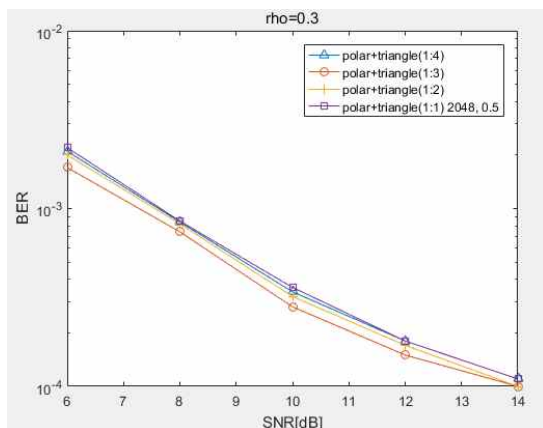


그림 6 길이 2048, 부호율 0.5인 부호와 연접 오류 차지 비율=0.3인 환경에서 각 삼각 인터리버들의 BER 성능 분석

그림4, 그림5, 그림6은 평균 연접 오류 길이 35, 부호율이 2048, 부호율 0.5인 환경에서 전체 길이대비 연접 오류 비율(ρ)이 0.1, 0.2, 0.3 인 환경에서 SNR에 따른 BER 그래프를 나타낸다[3]. ρ 가 높을 수록 연접 오류가 잘 일어나는 환경이다. 삼각 인터리버는 세로와 가로 비가 1:4, 1:3, 1:2, 1:1, 총 4개를 고려하였다. 이 4개는 각각 (세로길이, 가로길이)가 (32,129), (37,112), (46,93), (64,64)이다. $\rho=0.1$ 일때는 1:1이, $\rho=0.2$ 일때는 1:2이, $\rho=0.3$ 일때는 1:3이 가장 성능이 좋았다. 실험한 모든 환경에서 1:4의 성능이 가장 안 좋았다. 이는 가로의 길이가 너무 길어지면 성능이 안 좋게 나올을 보여주고, 적당한 세로와 가로의 비에서 연접오류가 잘 일어나지 않을수록 가로길이가 긴 인터리버가 성능이 좋고 연접오류가 잘 일어나지 않는 환경에서는 1:1인 삼각 인터리버의 성능이 좋음을 의미한다.

III. 결론

본 논문에서는 연접오류 환경에서 비이등변 삼각 인터리버의 가로의 길이에 따른 성능을 분석하였다. 강한 연접 오류 환경에서는 가로 길이가 긴 인터리버가 성능이 좋았고 약한 연접 오류 환경에서는 세로대 가로비가 1:1인 인터리버의 성능이 좋았다. 그러나 모든 환경에서 가로의 길이가 1:4일때는 성능이 가장 안 좋았다. 따라서 실제 통신환경에 따라 적절한 비율의 삼각 인터리버를 사용해야 한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 광주과학기술원 전자전특화연구센터를 통한 방위사업청과 국방과학연구소 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] Arikan, Erdal. "Channel polarization: A method for constructing capacity-achieving codes for symmetric binary-input memoryless channels." *IEEE Transactions on Information Theory* 55.7 (2009): 3051-3073.
- [2] R1-1708649, "Interleaver design for Polar codes," Qualcomm Incorporated, 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #89, Hangzhou, China, 15-19, May 2017
- [3] 김강산, 박진수, 송홍엽, 김찬기, 안형배, 노종선, 안재하. "두가지 상태의 마르코브 채널에서 반복 채널 추정 및 극 부호 복호법." *한국통신학회 학술대회논문집* (2017): 1606-1607.