

블록 페이딩 채널에서 LDPC 부호의 성능 비교

김대경, 최효정, 김강산, 송홍엽

연세대학교

{daky33, hjchoi3022, gs.kim, hysong}@yonsei.ac.kr

Performance comparison of LDPC codes in block fading channel

Daekyeong Kim, Hyojeong Choi, Gangsan Kim and Hong-Yeop Song

Yonsei Univ.

요약

본 논문은 블록 페이딩 채널에서 LDPC 부호의 구조에 따른 성능차이를 실험적으로 비교한다. 부호길이 600에 대해 균일한 차수분포의 LDPC와 비균일한 차수분포의 LDPC 부호를 기존에 제안된 방식으로 생성하고, Rayleigh flat 블록 페이딩 채널에서 페이딩 블록 길이에 따른 성능을 비교한다.

I. 서론

블록 페이딩 채널은 [1]에서 무선이동통신 채널을 모델링하기 위해 도입되었다. 채널의 coherent time이 한 심볼 지속시간보다 긴 경우에 여러 심볼이 동일한 페이딩 계수에 영향을 받으며, 이에 블록 페이딩 채널 모델이 사용될 수 있다. 블록 페이딩 채널에서 길이가 n 인 부호는 F 개의 구간으로 나뉘어 각 구간 동안에는 일정한 페이딩을 겪는 것으로 가정한다. 그림 1은 $F=2$ 인 경우의 블록 페이딩을 간단히 나타낸다.

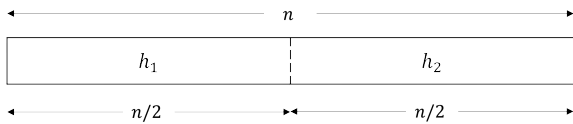


그림 1 $F=2$ 인 블록 페이딩 채널

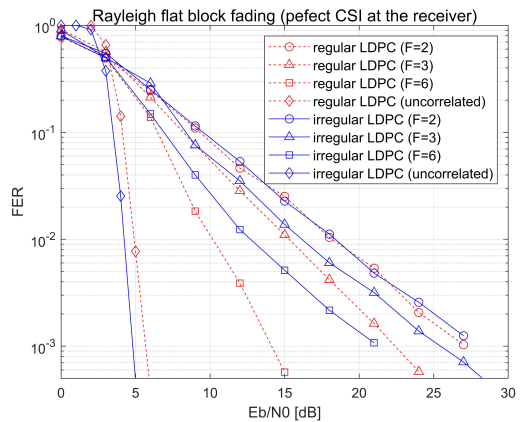


그림 2 블록 페이딩 채널에서 LDPC 부호 성능 비교

II. 본론

본 논문은 블록 페이딩 채널에서 부호길이 $n=600$, 부호율 1/2 인 LDPC 부호의 전송을 고려한다. 구조에 따른 성능을 비교하기 위해 LDPC 부호를 균일한 차수분포 및 비균일한 차수분포로 생성한다. 균일한 차수분포의 경우 기존 [2]에서 제안된 방식으로 (3,6) regular QC-LDPC 부호를 생성한다. 비균일한 차수분포의 경우 PEG 알고리즘을 이용해 생성하며 변수노드는 기존 [3]을 참고하여 다음과 같은 차수분포를 사용한다.

$$\lambda(x) = 0.24426x + 0.25907x^2 + 0.01054x^3 + 0.05510x^4 + 0.01455x^7 + 0.01275x^9 + 0.040373x^{11}$$

페이딩의 경우 Rayleigh flat 페이딩을 고려하며 각 심볼들은 독립적인 가산성 백색 가우시안 잡음에 영향 받는 것으로 가정한다. 그리고, 수신단은 채널 상태 정보를 완벽히 안다고 가정한다.

블록 페이딩 채널에서 페이딩 블록 수에 따른 Frame Error Rate (FER) 성능을 시뮬레이션하여 결과를 그림 2에 나타낸다. 전반적으로 페이딩 블록 수가 적을수록 성능저하가 크게 발생함을 알 수 있다. $F=2$ 의 경우 두 LDPC 부호가 비슷한 성능을 보이며, $F=3, 6$ 의 경우 균일한 분포의 LDPC 부호가 상대적으로 좋은 성능을 보인다. 추가적으로 실험한 결과, 각 심볼들이 상관관계가 없는 페이딩을 겪는 경우, 비균일한 차수분포의 LDPC 부호가 상대적으로 좋은 성능을 보인다.

III. 결론

실험을 통해 비균일한 차수분포를 갖는 LDPC 부호의 경우 블록 페이딩 채널의 영향을 더 크게 받을 수도 있음을 확인하였다. 추후 블록 페이딩 채널에 적합한 LDPC 부호 및 전송방식에 대한 연구가 필요하다.

ACKNOWLEDGMENT

이 (성과)는 정부(과학기술정보통신부)의 지원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.RS-2023-00209000).

참고 문헌

- [1] L. Ozarow, S. Shamai (Shitz), and A. Wyner, "Information theoretic considerations for cellular mobile radio," IEEE Trans. Veh. Technol., vol. 43, no. 2, pp. 359 - 378, 1994.
- [2] I. Kim and H.-Y. Song, "A construction for girth-8 QC-LDPC codes using Golomb rulers," Electronics Letters, 58(15), 2022.
- [3] T. J. Richardson, M. A. Shokrollahi and R. L. Urbanke, "Design of capacity-approaching irregular low-density parity-check codes," in IEEE Transactions on Information Theory, vol. 47, no. 2, 2001