

Multi-Input Multi-Output System을 위한 Low-Density Parity-Check codes 설계

*신정환, 허 준

고려대학교 전자전기공학과

e-mail : *jhsj@korea.ac.kr, junheo@korea.ac.kr*

Design of Low-Density Parity-Check Codes for Multi-Input Multi-Output Systems

*Jeong Hwan Shin, Jun Heo
School of Electrical Engineering
Korea University

Abstract

In this paper we design an irregular low-density parity-check (LDPC) code for a multi-input multi-output (MIMO) system. The considered MIMO system is minimum mean square error soft-interference cancellation (MMSE-SIC) detector. The MMSE-SIC detector and the LDPC decoder exchange soft information and consist a turbo iterative detection and decoding receiver. Extrinsic information transfer (EXIT) charts are used to obtain the edge degree distribution of the irregular LDPC code which is optimized for the input-output transfer chart of the MMSE-SIC detector. It is shown that the performance of the designed LDPC code is much better than that of conventional LDPC code optimized for the AWGN channel.

I. 서론

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITA-2008-C1090-0801-0045)

일반적으로 irregular LDPC code는 variable과 check node의 edge-degree 분포로 정의되며 EXIT chart와 density evolution를 이용한 LDPC code 설계 기법[1]이 연구되어 왔다. 최근에는 MIMO system에서 MIMO와 LDPC code 사이의 반복 복호를 고려한 LDPC code 설계 기법[2,3,4]이 연구되고 있다. 본 논문에서는 semi-gaussian 가정의 EXIT charts를 이용한 MIMO systems을 위한 LDPC code 설계 기법을 소개한다.

II. 본론

2.1 Semi-gaussian에 의한 LDPC 설계

본 논문에서는 n_T 개의 전송 안테나와 n_R 개의 수신 안테나로 구성된 MIMO system에 연결된 irregular LDPC 구조를 고려하고 있다. 각 채널은 flat Rayleigh 페이딩 채널을 가정하고 있으며, 채널의 상태는 수신 측에서 완벽하게 안다고 가정하였다. Semi-gaussian을 가정한 LDPC code 설계를 바탕으로 EXIT chart를 이용한 LDPC code 설계를 MIMO system에서의 LDPC code의 설계로 확장시킬 수 있다. LDPC code의 경우 variable node의 출력은 gaussian 가정을 만족하지만 check node의 출력은 gaussian 가정을 만족하지 못한

다. 따라서 variable node와 check node를 하나로 묶는 블록을 생각할 수 있다. 이 경우 블록의 입력은 현재 반복 복호의 variable node에서 check node로 들어가는 정보가 되며, check node 연산과 variable node의 연산을 마친 정보는 블록의 출력이 된다. 또한 현재 반복 복호의 출력은 다음 반복 복호의 입력으로 연결된다. EXIT chart를 이용하여 LDPC를 설계하기 위해서는 variable node와 check node의 edge 분포를 변화시켜 가며 각 경우에 대해 블록의 입력력 정보에 대한 elementary EXIT chart를 그려야 한다. 그 다음으로 Linear programming을 이용하여 elementary EXIT chart의 결합을 통하여 LDPC code를 설계하게 된다.

2.2 MIMO systems에서의 LDPC 설계

Semi-gaussian 가정에 의한 LDPC code 설계를 MIMO 환경에 확장하기 위해서 MIMO system과 LDPC 복호 블록이 주고받는 정보의 확률 분포가 gaussian 가정을 만족 하는지 확인해야 한다. MIMO와 LDPC 복호 블록의 반복 복호 과정에서 LDPC에서 MIMO로 전달되는 정보는 gaussian 가정을 만족한다. 따라서 LDPC에서 MIMO로 들어가는 정보를 입력으로 생각하고 MIMO 복호와 LDPC 복호를 마치고 다시 MIMO로 전달되는 정보를 출력으로 보는 하나의 커다란 복호 블록을 생각할 수 있다. AWGN에서의 LDPC code 설계와 유사하게 MIMO system에 대해서도 LDPC code의 variable node와 check node의 edge 분포를 변화 시키며 elementary EXIT chart를 구해야 한다. MIMO와 LDPC 전체를 아우르는 elementary EXIT chart의 Linear programming의 조합을 통하여 원하는 부호율에 대한 LDPC code의 설계가 가능하다.

III. 모의실험결과

모의 실험을 위해서 MIMO system은 송수신 안테나가 각각 4개로 동일하다고 가정하였다. MIMO system의 복호를 위해서 MMSE-SIC 복호 알고리즘을 사용하였다. 설계된 irregular LDPC의 부호율은 1/2 이며 check node의 edge-degree는 모두 6으로 동일하게 고정하였고 variable node의 edge-degree 분포는 $\lambda(x) = 0.309167x + 0.470000x^2 + 0.220833x^9$ 이다. 외부 반복 복호는 10회, 내부 반복 복호는 각 외부 반복 복호 마다 3회씩 실시되었다. 그림 1.은 설계한 LDPC code의 성능과 성능 비교를 위한 WiMax 1/2 irregular LDPC code의 성능을 보여주고 있다. 시뮬레이션을 통해 MIMO 환경에서 설계된 LDPC code

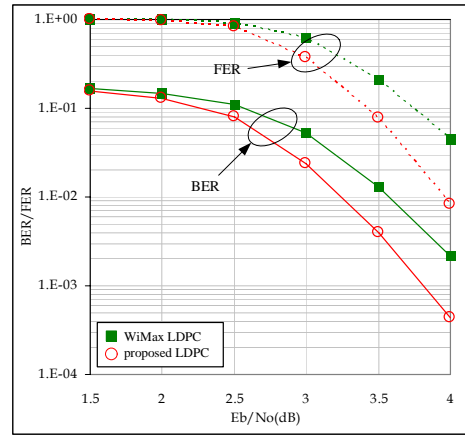


그림 1. MIMO 환경에서 irregular LDPC의 성능 곡선

가 AWGN 환경에 적합하게 설계된 WiMax code보다 더 좋은 성능을 갖는 것을 확인 할 수 있다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 MIMO system을 위한 LDPC code 설계 기법을 소개하였다. MIMO system과 LDPC code의 반복 복호를 고려하여 EXIT chart를 이용한 LDPC code 설계를 소개하였으며 모의 실험을 통하여 설계한 LDPC code의 성능을 확인하였다.

참고문헌

- [1] Masoud Ardakani, Frank R. Kschischang, "A more accurate one dimensional analysis and design of irregular LDPC codes", IEEE Transactions on Communications, vol. 52, no. 12, December 2004.
- [2] P. W. Wolniansky, G. J. Foschini, G. D. Golden, and R. A. Valenzuela, "V-BLAST: an architecture for realizing very high data rates over the rich scattering wireless channel", in Proc. ISSSE, Pisa, Italy, pp. 295-300, 29 Sept.-2 Oct. 1998.
- [3] Yabo Li, and Xiang-Gen Xia, "On Iterative Decoding Methods for Lattice Based Space-Time Coded Systems with EXIT Chart Analyses", IEEE C. vol 1, 7-10 Nov. 2004, pp. 881-885.
- [4] Stephan ten Brink, Gerhard Kramer, and Alexei Ashikhmin, "Design of Low-Density Parity-Check Codes for Modulation and Detection", IEEE Trans. Commun., vol 52, no. 4, pp. 670-678, April 2004.