

# 적용 LDPC Coded MIMO-OFDM 성능 분석

김진우, 조한유, \*이상준

동양공업전문대학 전기전자통신공학부, \*수원과학대학 디지털정보전자과  
e-mail : *jinukim@dongyang.ac.kr, hycho@dongyang.ac.kr, sanglee@ssc.ac.kr*

## Performance Analysis of Adaptive LDPC Coded MIMO-OFDM Systems

Jin-Woo Kim, Han-You Cho, \*Sang-Jun Lee

School of Electrical Engineering, Dongyang Technical College

\*Dept. of Digital Information & Electronics, Suwon Science College

### Abstract

The paper demonstrates OFDM with LDPC and adaptive modulation applied to Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) system. An optimization algorithm to obtain a bit and power allocation for each subcarrier assuming instantaneous channel knowledge is used. The experimental results are shown the potential of our proposed system.

### I. 서론

무선 이동통신 시스템의 급격한 성장으로 인해서, 무선 멀티미디어에 대한 요구가 증가함에 따라 한정된 무선 자원을 효율적으로 사용하기 위해서 전송 채널을 각 사용자에게 동적으로 할당해야 한다. 무선 화상 및 동영상 전송 등은 무선 멀티미디어의 기본적인 요소로서 자리를 잡아가고 있다. 이러한 멀티미디어 서비스는 음성 기반의 정보 소스보다 훨씬 넓은 전송 대역을 필요로 한다. 게다가 복잡해진 부호화 알고리즘으로 인해서, 프로세싱 전력이 매우 중요한 인자로 인식되고 있다. 제한된 스펙트럼과 다중경로 페이딩 환경에 의한 intersymbol interference(ISI)에 대해서 높은 데

이터 전송율과 효율적인 전력 사용을 어떻게 제공할 것인지는 중요한 연구 대상이 된다. ISI는 수신기에서 오류 확률을 개선할 수 없게 하거나 또는 오류가 발생할 확률을 증가시킨다. 이런 문제를 해결하기 위해서, OFDM과 다중 반송파 변조방식이 연구되고 있으며 높은 전송율을 제공할 수 있는 기술로써 검증되어 오고 있다.

최근에, LDPC 부호는 채널 부호화 분야에서 연구가 많이 진행된 주제이다. 본 논문의 목적은 일정한 비트 오류율과 데이터 전송률은 유지하면서 각 공간 부반송파 채널에서 전력 할당과 전송률 및 변조 방식을 수행함으로써 각 OFDM 전송에 있어서 요구되는 총 전송 전력을 최소화하는 것이다[1]-[4].

### II. 본론

#### 2.1 LDPC Code

LDPC(Low-density parity-check) 부호들은 대부분 0과 작은 수의 1로 구성된 패리티-체크 행렬을 갖는 선형블록 부호군으로 Gallager에 의해서 소개되었다<sup>[5]</sup>. 이들 부호를 정의하는 패리티-체크 행렬의 Sparsity는 sum-product 알고리즘으로 알려진 message-passing 과정에 의해서 효율적으로 복호하는데 중요하다.

#### 2.2 MIMO and OFDM

MIMO 시스템은 송신기와 수신기 사이에 다중 안테나를 갖는 점대점 통신 링크들로써 정의된다. 이 기술은 송신 전력과 대역의 증가시키지 않고 무선 시스템의 데이터 전송률을 상당히 증가시킨다. OFDM 시스템과 공간 다이버시티를 조합하는데 기여를 하였다. 이렇게 조합된 시스템은 데이터 전송률을 증가하고 지연확산을 제거하는 장점을 제공한다.

### III. 구현

비교를 위해서 SISO와 MIMO 시뮬레이션이 수행되었다. 다음 파라미터들이 시뮬레이션을 위해서 사용되었다. 반송파 수는 64개, OFDM 심볼 시간은 64 심볼 구간, 보호 시간은 16 심볼 구간, 사용한 MQAM 심볼 수는  $[0, 1, 2, 4, 6, 8]$ , 전력 지연 프로파일은  $[1, 1/e, 1/e^2]$ , 잡음 분산은  $1 \times 10^{-3}$ , 동기 시간은 50 심볼 구간이다. 적응 SISO와 적응 MIMO(송수신 안테나 2개씩), 적응 MIMO(송수신 안테나 3개)의 BER 성능을 그림 1, 2에 나타내었다.

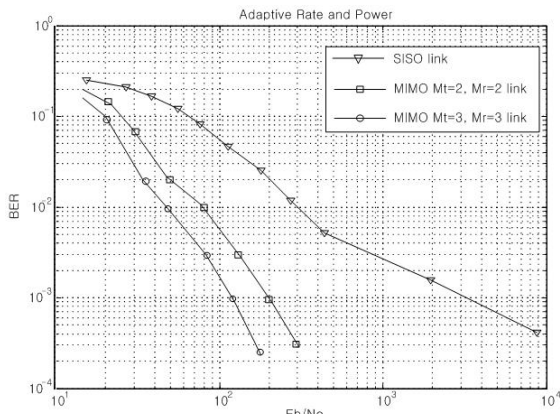


그림 1. 레일리 채널에 대한 LDPC를 가지지 않는 적응 MIMO-OFDM 시스템의 BER 성능

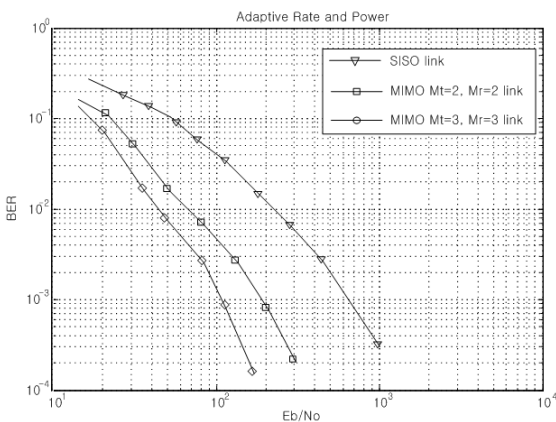


그림 2. 레일리 채널에 대한 LDPC를 갖는 MIMO-OFDM 시스템의 BER 성능

제안한 방식은 LDPC 시스템을 갖는 적응 MIMO / OFDM은 통신 시스템의 성능을 개선하기 위해서 실용적인 적응 전송 데이터율과 전력 최적화 알고리즘으로 진도 유망한 기술임을 시뮬레이션을 통해서 증명하였다.

### IV. 결론 및 향후 연구 방향

LDPC 부호들은 터보부호보다 훨씬 좋은 성능을 나타낸다. 그 이유는 LDPC 부호의 최소거리가 높은 확률을 가지는 부호 길이에 비례하여 증가하기 때문이다. 이와 같은 특성은 오류 확률이 매우 낮은 고속 전송을 요하는 통신시스템에 대해서 바람직하다. LDPC 부호들은 반복적인 SISO 복호 알고리즘에 의해서 복호될 수 있는 2진 선형 오류 정정 부호이다. LDPC와 적응 변조 방식이 적용된 MIMO 시스템의 OFDM 성능을 본 논문에서 나타내었다. 순시 채널 정보를 알고 있다는 가정하에 각 부채널에 대한 비트와 전력 할당을 얻기 위한 최적화된 알고리즘이 사용되었다. 시뮬레이션 결과가 제안한 시스템의 장점을 나타내었다.

### 참고문헌

- [1] S.Nanda, K.Balachandran, and S.Kumar, "Adaptation techniques in wireless packet data services," IEEE Commun. Mag., pp.54-64, Jan.2000.
- [2] L.hanzo, T.H.liew, b.L.Yeap: Turbo Coding, Equalisation and Space-Time Coding for Transmission over Fading Channels, John Wiley, to appear in 2001
- [3] K. Skrelling, I. H. Husay, S.O. Aase "Improved Huffman Coding Using Recursive Splitting" NORSK SYMPOSIUM I SIGNALBEHANDLING, 9-11 September, 1999
- [4] Jorge Campello de Souza, "Discrete Bit Loading for Multicarrier Modulation Systems", PhD Thesis. May, 1999
- [5] D.J.C.MacKay and R.M.Neal, "Near Shannon limit performance of low density parity check codes", Electron. Lett. Vol.32, no. 8, pp.1645-1646, Aug. 1996
- [6] D.J.C.MacKay, "Good error-correcting coding and decoding: Turbo-codes", IEEE Trans. On Inform. Theory, Vol.45 No.2, pp.399-431, Mar. 1999
- [7] M.P.C.Fosson, M.Mihaljevic, and H.Imai, "Reduced complexity iterative decoding of low-density parity check codes based on belief propagation", IEEE Trans.Comm., Vol.47, No.5, pp.673-680, May 1999
- [8] L.Hanzo, P.Cherriman, J.Streit: Wireless Video Communications: Second to Third Generation and Beyond, IEEE Press, 2001