

Puncturing 기법을 이용한 UEP Irregular LDPC Code 설계

*김성원, 최성훈, 허준
건국대학교 전자공학부

e-mail : kswiss, monodt, junheo @konkuk.ac.kr

Design of UEP Irregular LDPC Code Using Puncturing Scheme

*Sung-Won Kim, Sung-Hoon Choi, Jun Heo
Department of Electronics Engineering
Konkuk University

욱 낮추기 위한 puncturing 기법을 결합한 UEP irregular LDPC 코드를 기술한다.

Abstract

In this paper, we propose a puncturing scheme to design low-density parity-matrix (LDPC) codes for unequal error protection (UEP). Two different puncturing schemes are compared. Simulation results show that proposed puncturing scheme outperforms regular puncturing scheme for more important bits. Future work is to find an optimized puncturing patten for UEP irregular LDPC codes.

I. 서론

1962년 Gallager에 의해 처음 소개된 LDPC 코드는 1990년에 Mackay와 Neal에 의해 재발견된 후에 채널 코딩 분야에서 지속적으로 큰 관심을 끌고 있다. Irregular LDPC 코드는 터보 코드와 함께 가장 Shannon limit에 접근한 코드로 알려져 있다. Irregular LDPC 코드는 variable 노드와 check 노드에 일정하지 않는 degree를 갖게 되며 이는 불균일한 오류 정정능력으로 나타날 수 있기 때문에 unequal error protection (UEP)[1]에 적용할 수 있는 중요한 특성을 가지고 있다.

본 논문에서는 이전의 UEP 기법을 적용한 irregular LDPC 코드의 성능 향상 및 중요 비트의 에러율을 더

II. 본론

Unequal error protection은 전송되어지는 정보 비트 중에서 payload보다 더 보호하고 싶은 header 비트가 있는 네트워크상에 응용될 수 있으며, 채널환경은 AWGN 채널을 가정한다. 이러한 환경에서 부호율 R 을 가지는 (n, k) UEP irregular LDPC 코드를 설계하기 위하여 채널을 통해 전송되는 메시지비트의 중요도를 두 단계로 나눈다. UEP 기법을 적용한 irregular LDPC 코드는 regular 형태를 갖는 세부분으로 나누어진다. 중요도가 높은 비트, 중요도가 낮은 비트, 패리티 비트는 각각 d_m, d_l, d_p 로 일정한 degree를 갖는다. 패리티 체크 행렬은 중요도가 높은 비트, 중요도가 낮은 비트, 패리티 비트에 상응하는 부행렬 H_m, H_l, H_p 로 나타내어지며 그림 1과 같은 $H = [H_m | H_l | H_p]$ 구조이다. 중요도가 다른 메시지에 확실한 성능 차이를 나타내는 적절한 degree 분포를 얻기 위해 [2][3]에서는 unequal density evolution (UDE)을 통하여 패리티 체크 행렬의 degree 분포를 구하였다.

본 논문에서는 중요도가 높은 비트에 대한 보호를 더욱 강화할 수 있는 방법으로 부호율이 낮은 코드를 설계한 후에 puncturing 기법을 이용하여 부호율이 높은 코드로 변환하는 방법을 제안한다. 그림 2는

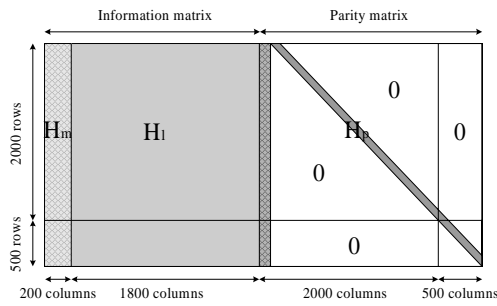


그림 1. 제안된 parity check matrix

puncturing 기법을 적용한 UEP irregular LDPC 코드의 패리티 체크 행렬에 상응하는 bipartite Tanner graph이다. bipartite Tanner graph에서 보이는 것처럼 중요도가 높은 비트의 노드와 연결되지 않는 check 노드를 찾은 후에 그 노드와 연결된 variable 노드를 우선 puncturing한다. 다시 말하면, 이것은 패리티 체크 행렬에서 H_m 부분이 모두 '0'인 행을 우선적으로 puncturing 하는 것에 대응된다.

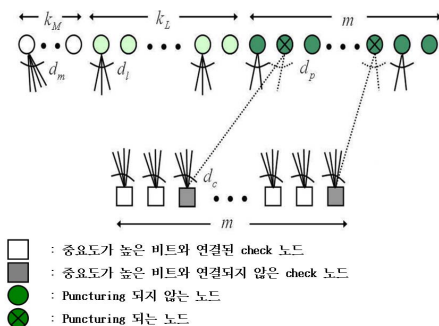


그림 2. puncturing 기법이 적용된 Tanner graph

III. 실험 결과

중요도가 높은 비트의 비율이 0.1이고 부호율 1/2 인 UEP 코드를 설계하였다. Puncturing 기법을 이용한 UEP irregular LDPC 코드의 설계는 부호율이 4/9인 낮은 부호율을 갖는 코드 구조에서 puncturing 기법을 이용하여 설계하였다. 부호율 4/9인 낮은 부호율의 코드는 $d_m=24, d_l=4, d_p=2$ 인 degree 분포를 갖는 구조로 설계하였다. 그림 3은 코드 길이는 4500이며, 메시지 길이는 2000인 패리티 체크 행렬을 갖는 UEP irregular LDPC 코드에 대하여 제안된 puncturing 기법과 일정한 간격으로 puncturing 한 경우의 BER 성능을 비교하여 나타낸다. 제안된 puncturing 기법을 적용한 경우가 일정한 간격으로 puncturing 한 경우보다 중요한 비트의 에러율이 낮음을 알 수 있다.

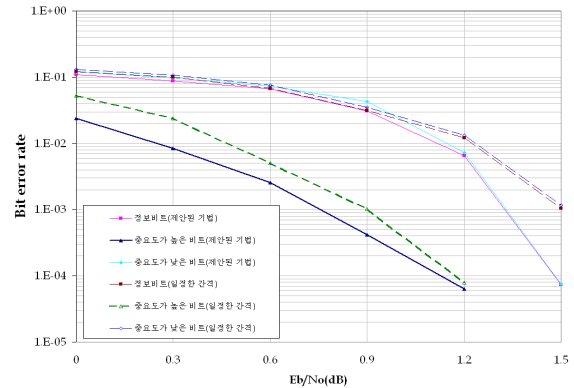


그림3. 제안된 puncturing 기법을 적용한 코드와 일정한 간격으로 puncturing 기법을 적용한 코드의 BER 비교

IV. 결론 및 향후 연구 방향

UEP 기법을 적용한 irregular LDPC 코드의 성능 향상 및 중요도가 높은 비트의 에러율을 낮추기 위한 puncturing 기법을 제안하고 그 성능을 보였다. 제안된 puncturing 기법이 일정한 간격의 puncturing 패턴보다 좋은 성능을 나타내는 것을 알 수 있었다.

향후 과제로는 puncturing 이후 degree 분포를 고려하여 중요도가 높은 비트의 에러율을 더욱 낮출 수 있는 puncturing 패턴에 대한 알고리즘 연구와 최적화된 UEP irregular LDPC 코드 설계를 수행하는 것이다.

V. 감사의 글

본 논문은 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업 (IITA-2005-C1090-0501-0018) 및 2단계 BK21 연구 결과로 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

[1] X.Yang, D.Yuan. Ma and M. Jiang, "New research on unequal error protection(UEP) property of irregular LDPC codes," *Consumer Comm. and Networking Conference. 2004*, pp. 361-363, 5-8 Jan. 2004.

[2] N. Rahnavard and F.Ferki, "Unequal error protection using low-density parity-check codes," *ISIT 2004. Proceedings. International Symposium*, pp. 449, 27 June-2 July. 2004.

[3] N. Rahnavard and F. Ferki, "New results on unequal error protection using LDPC codes," *Communications Letters, IEEE*, vol. 10, pp. 43-45, Jan. 2006.