

차세대 고신뢰도/저지연 통신을 위한 외부연결선 도핑을 통한 축적 반복 축적 부호 성능 개선 연구

전기준, 이광훈, 박진배, 김종현, 이진녕, 김광순
연세대학교 전기전자공학과

{puco201, gh11016, spacey2k, jhkim, jnlee }@dcl.yonsei.ac.kr, ks.kim@yonsei.ac.kr

A Study on the Performance Enhancement of ARA Codes with the Outer Connection Doping for Ultra Reliable/Low Latency Communication

Ki Jun Jeon, Kwanghoon Lee, Jin Bae Park, Jong Hyun Kim,
Jinnyeong Lee, and Kwang Soon Kim
Dept. Electrical and Electronic Engineering, Yonsei Univ.

요 약

본 논문은 차세대 고신뢰도/저지연 통신을 위해서 기존의 반복 축적 반복 부호의 취약한 오류 마루 특성을 해결할 수 있는 외부 연결선 도핑 방법을 제안하고 그 효과를 확인하였다.

I. 서 론

최근 들어, 5 세대 이동통신에 대한 연구가 활발히 진행되면서 미래 새로운 서비스로 고신뢰도/저지연 통신이 (Ultra reliable low latency communication, URLLC) 각광받고 있다 [1][2]. 이러한 URLLC 서비스를 제공하기 위해서 기존에 널리 알려진 반복 축적 반복 (Accumulate Repeat Accumulate, ARA) 부호가 좋은 복호 임계값과 저복잡도 부호화가 가능한 장점을 가지지만, 선형 최소 거리 증가 (Linear minimum distance growth, LMDG) 특성이 결여되어 오류 마루 특성이 취약한 단점을 가지고 있다 [3]. 본 논문에서는 고신뢰도/저지연 통신에 적합하도록 반복 축적 반복 를 개선하기 위한 외부연결선 도핑 방법을 제안한다.

II. 외부연결선 도핑

ARA 부호는 크게 2 개의 외부부호 부분 (outer connection parts 1, 2)와 2 개의 내부부호 부분 (inner connection parts 1, 2)로 구분된다. 제안하는 외부연결선 도핑 (outer connection doping)은 제 2 내부부호 부분의 배리어블 노드와 제 1 내부부호 부분의 체크 노드 사이에 외부연결선을 추가하고 해당 체크 노드와 연결된 배리어블 노드 사이의 연결 특성을 정도-1 열린 루프에서 정도-2 지그재그 닫힌 루프로 변형하는 방법을 의미한다. 이러한 외부 연결선은 기존의 RA 부호에서 문제가 되는 제 2 내부부호 부분의 패리티가 준선형 (sublinear) 웨이트를 갖는 것을 막아주어 RA 부호의 오류 마루 특성을 개선한다.

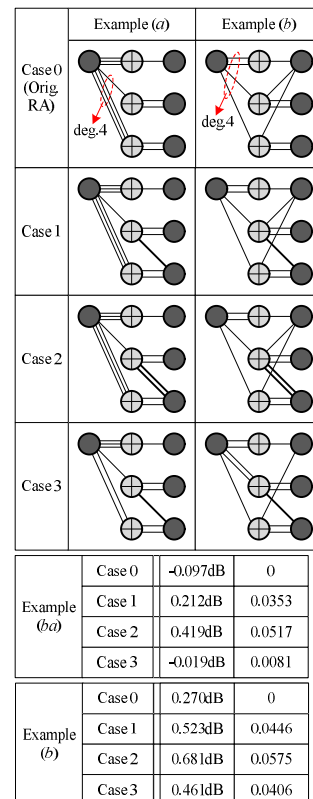


그림 1. RA 부호에 외부연결선 도핑을 수행한 다양한
실사에

그림 1 은 간단한 RA 부호들에 외부연결선 도핑을 적용하고 옛지 연결 특성 조정을 통해 얻은 결과들을

비교한 그림으로 복호 임계값은 reciprocal channel approximation [4]을 통해 얻었으며 최소 거리 비율 (Minimum distance ratio)은 asymptotic weight enumerator [5]를 통해 얻은 결과이다. 그림에서 검정원은 배리어블 노드, 흰색원은 천공된 배리어블 노드 그리고 +표시가 된 회색원은 체크 노드를 의미한다. 예제 (a)는 하나의 단일 검사 부호와 (single parity check code, SPC) 축적기 그리고 RA 부호를 병렬 연쇄하였으며, 제 2 내부호 부분의 축적기로의 반복 횟수가 4 이며, 예제 (b)는 하나의 SPC 부호와 두개의 축적기가 각각 병렬적으로 순차 연쇄된 부호로, 제 2 내부부호 부분 축적기로의 반복 횟수는 직간접적으로 4 를 가진다. Case 1 과 2 는 1 개의 외부연결선 도핑과 2 개의 외부 연결선 도핑을 한 결과들을 의미하며, Case 3 는 Case 1 의 프로토타입에서 엣지 연결 상태를 조정하여 최적의 복호 임계값을 가지는 프로토타입을 설계한 그림이다. Case 0 와 Case 1 의 비교를 통해서 외부연결선이 도핑된 프로토타입들이 LMDG 특성을 (i.e., $MDR > 0$) 갖는 것을 확인할 수 있다. 또한 외부연결선 도핑 정도가 클수록 복호 임계값은 열화되지만 MDR 특성은 더 개선되는 것을 확인할 수 있으며, 또한 엣지 연결 상태 조정을 통해서 원 프로토타입들의 복호 임계값에 근접하면서도 LMDG 특성을 가질 수 있도록 함을 확인할 수 있다.

III. 결론

본 논문에서는 차세대 고신뢰도/저지연 이동통신을 위해서 널리 알려진 좋은 성능 및 저복잡도 부호기를 갖는 RA 부호의 취약한 오류 마루 특성을 개선할 수 있는 외부연결선 도핑 방법을 제안하였고 그 효과를 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술연구원진흥센터의 정보통신·방송연구개발 사업 [B0126-16-1012, IoT 환경에서 촉감통신 서비스 실현을 위한 차세대 초저지연/고효율 무선접속기술 연구]과 2014 년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업 (NRF-2014R1A2A2A01007254)의 일환으로 수행하였음.

참 고 문 헌

- [1] Samsung Electronics, 5G VISION, Aug. 2015.
- [2] Ericsson, Ultra-reliable and low-latency 5G communication, Jun. 2016.
- [3] A. Abbasfar, D. Dissalar and K. Yao, "Accumulate-Repeat-Accumulate Codes," IEEE Trans. Commun., vol. 55, no. 4, pp. 692-702, Apr. 2007.

- [4] D. Divsalar, S. Dolinar, C. R. Jones and K. Andrews, "Capacity approaching protograph codes," IEEE J. Sel. Areas Commun., vol. 27, no. 6, pp. 876-888, Aug. 2009.
- [5] S. Abu-Surra, D. Divsalar and W. E. Ryan, "Enumerators for protograph-based ensembles of LDPC and generalized LDPC codes," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 57, no. 2 Feb. 2011.