

# 5G NR Polar 부호를 이용한 항법 메시지 구조에 관한 연구

이제원, 정준영, 이상욱

한국전자통신연구원

{jw\_lee, jungjy, slee}@etri.re.kr

## A Study on the Structure of Navigation Message Using 5G NR Polar Code

Jewon Lee, Joon-Young Jung, Sanguk Lee

Electronics and Telecommunications Research Institute

### 요약

본 논문은 IRNSS(Indian Regional Navigation Satellite System) 메시지 구조를 기반으로 5G NR(New Radio) Polar 부호를 적용한 새로운 항법 메시지 구조를 제안한다. AWGN(Additive White Gaussian Noise) 채널 환경에서 적용한 Polar 부호의 BER(Bit Error Rate) 및 BLER(Block Error Rate) 성능을 기존 항법 시스템에 적용된 1/2 컨볼루션 부호와 비교 분석한다.

### I. 서론

GPS(Global Positioning System), GALILEO, IRNSS(Indian Regional Navigation Satellite System) 등의 위성 항법 시스템에서 메시지 수신 성능을 높이기 위해 FEC(Forward Error Correction)가 채택되었다.[1] 위성 항법 시스템에 적용된 대표적 FEC는 1/2 컨볼루션(Convolution) 부호가 있다.

Polar 부호는 기존 LDPC(Low Density Parity Check), Turbo 부호와 비교해 짧은 부호 길이에서 더 좋은 오류정정 성능을 보인다. 이러한 이유로 5G NR(New Radio) eMBB (enhanced Mobile BroadBand) 표준의 제어 채널의 채널 부호로 Polar 부호가 채택되었다.[2]

본 논문에서는 IRNSS 메시지 구조[3]를 기반으로 해서 5G NR Polar 부호를 적용한 새로운 항법 메시지 구조를 제안한다. CRC(Cyclic Redundancy Check) 비트 수를 가변하여 Polar 부호의 부호율을 조정하고 AWGN(Additive White Gaussian Noise) 환경에서 BER(Bit Error Rate) 및 BLER(Block Error Rate) 성능을 확인한다.

### II. 5G NR Polar 부호 기반 항법 메시지 구조

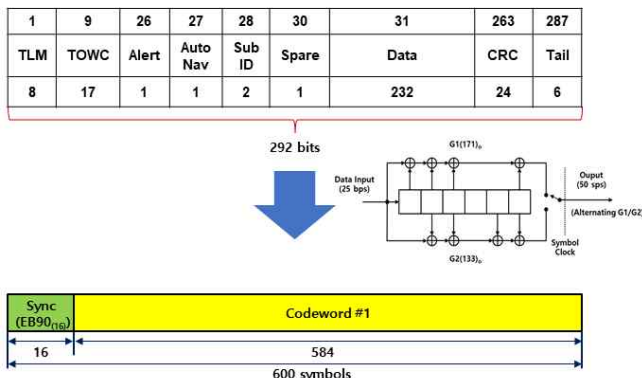


그림 1. IRNSS 서브프레임 1&2 구조(1/2 컨볼루션 부호[171,133])

그림 1은 IRNSS 서브프레임 1&2 구조를 보여준다. 1/2 컨볼루션 부호화된 최종 서브프레임 길이는 600 심볼로 50 sps(symbol per second)로 전송되므로 서브프레임 당 12초의 전송 시간이 소요된다.

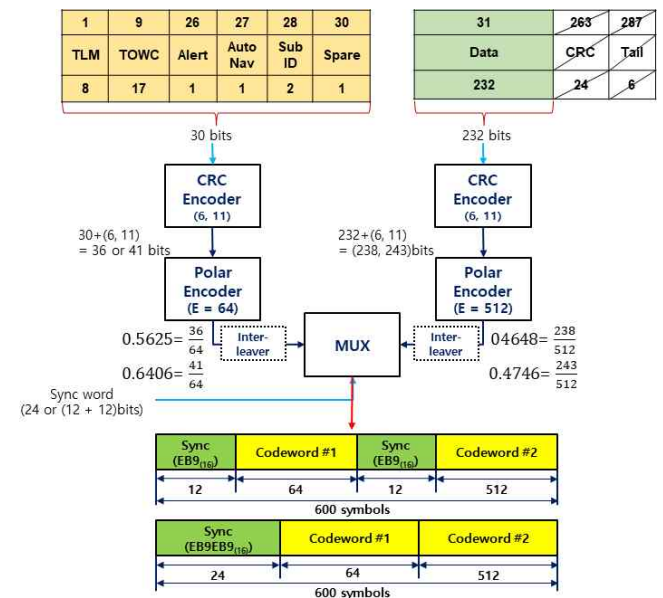


그림 2. 제안한 5G NR Polar 부호 기반 항법 메시지 구조

그림 2는 제안된 IRNSS 메시지 기반의 5G NR Polar 부호를 이용한 항법 메시지 구조를 보여준다. 기존 메시지에서 1/2 컨볼루션 부호로 인해 삽입된 Tail 비트 6 비트와 CRC 24 비트를 제거하였다. 항법 메시지는 64, 512 길이의 2가지 Polar 부호를 이용하여 부호화된다. 우선 TLM(Telemetry)부터 Spare 비트까지 30비트에 CRC 비트를 합하여 부호화한다. 그다음 데이터 232 비트를 앞에 언급한 64 Polar 부호와 동일한 방식으로 512 길이로 Polar 부호화를 수행한다. 여기서 사용된 CRC 비트는 두 가지 길이로 6, 11비트를 사용하였다. Polar 부호화된 2개의 코드워드

드와 Sync 비트를 합하여 최종 600 심볼 길이의 서브프레임을 생성한다.

### III. 모의실험

5G NR의 상향링크 Polar 부호 파라미터를 이용하여 부호화를 수행하였으며 BPSK(Binary Phase Shift Keying) 변조하고 CA-SCL(CRC-Aided Successive Cancellation List Decoding) 복호 방식을 이용하였다.

표 1은 BER과 BLER 성능 검증을 위해 제안한 항법 메시지의 부호율을 나타낸다.

표 1. 제안한 항법 메시지 부호율

파라미터	값			
메시지(K)	30		232	
CRC(C)	6	11	6	11
Polar 부호(E)	64		512	
부호율((K+C)/E)	0.563	0.641	0.465	0.475

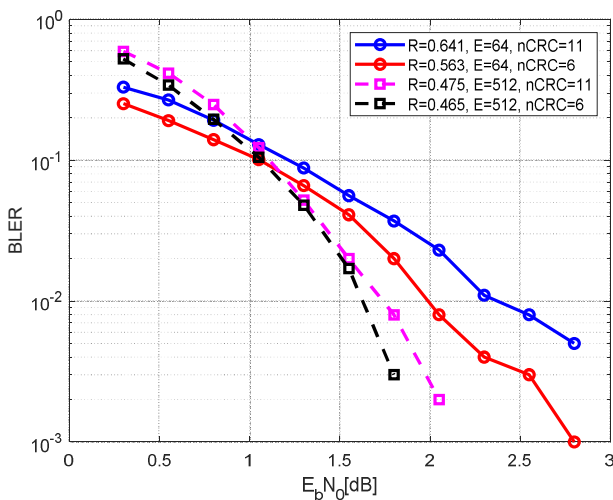
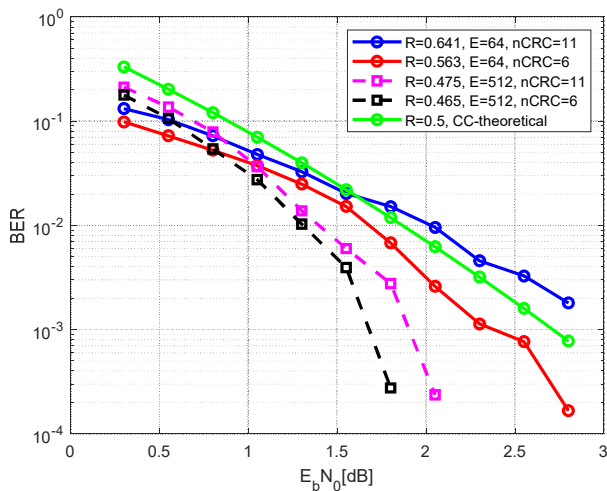


그림 3. Polar 부호 BER&BLER 성능

그림 3은 AWGN 채널 환경에서 제안한 항법 메시지 구조에서 사용된 Polar 부호의 BER 및 BLER 성능을 나타낸다. 기존 항법 시스템에 사용된 1/2 컨볼루션 부호를 기준으로 BER 성능을 비교할 경우, 부호율 0.641

만을 제외하고 Polar 부호가 더 좋은 성능을 나타내었다.

### IV. 결론

본 논문은 5G NR Polar 부호가 적용된 새로운 항법 메시지 구조를 제안하고 AWGN 채널 환경에서 BER 및 BLER 결과를 검증하였다. 기존 1/2 컨볼루션 부호와 비교해서 0.563과 같이 부호율이 높은 경우에서도 Polar 부호의 BER 성능이 더 좋음을 확인하였다. Polar 부호는 5G NR 표준으로 채택되면서 관련 연구가 더욱 활발하게 진행 중이다. 짧은 부호 길이에서 좋은 오류정정 성능을 보이는 Polar 부호는 항법 메시지를 짧은 서브프레임 구조로 나눠서 보내는 위성 항법 시스템의 오류정정부호로 적합할 것으로 판단된다. 다만 Polar 부호의 길이가 2<sup>n</sup>으로 정해지기 때문에 메시지 중요도에 따라 적절한 항법 메시지 구조 설계가 필요할 것으로 예상된다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구 논문은 2021년도 한국전파통신연구원 내부 연구사업의 재원으로 수행된 연구결과임 (21YH1110, 위성항법탐체제 신호생성기 Prototype개발)

### 참고 문헌

- [1] 3GPP TS 38.212 v15.2.0 (2018-07): 3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project; Technical specification group radio access network; NR; Multiplexing and channel coding (Release 15).
- [2] Noh, Jae Hee, et al. "Design Considerations for KPS Navigation Message." Journal of Positioning, Navigation, and Timing, vol. 9, issue 4, pp. 305-317, Dec. 2020.
- [3] ISRO-IRNSS-ICD-MSG-1.0(2018-6): SIGNAL-IN-SPACE ICD FOR MESSAGING SERVICE (Version 1.0)