

# 5G URLLC를 위한 다중 프리앰블 기반의 임의 접속 기법에 관한 연구

김태훈, \*방인규

한밭대학교 컴퓨터공학과, \*한밭대학교 정보통신공학과

thkim@hanbat.ac.kr, \*ikbang@hanbat.ac.kr

## A Study on Multi-Preamble Based Random Access for 5G URLLC

Taehoon Kim, \*Inkyu Bang

Dept. of Computer Engineering, Hanbat National University (HBNU)

\*Dept. of Information and Communication Engineering, Hanbat National University (HBNU)

### 요약

본 논문에서는 다중 프리앰블 기반의 임의 접속 기법을 제안한다. 제안 기법은 임의 접속을 수행할 때 동시에 전송할 수 있는 프리앰블 수의 제한을 완화함으로써, 임의 접속 성공 확률을 높이는 것을 핵심으로 한다. 성능 평가를 통해 제안 기법의 우수성을 증명하였다.

### I. 서론

초연결·초지능으로 대표되는 4차 산업혁명을 성공으로 견인하기 위해 통신 인프라는 필수적이다. 5세대 이동통신망은 eMBB, URLLC, mMTC의 다양한 서비스 시나리오를 지원할 수 있다. 보다 더 높은 전송률로 데이터를 주고받을 수 있으며, 고신뢰·저지연을 보장하는 통신을 수행할 수 있고, 단위 면적당 수백만 대 이상의 사물인터넷 단말의 통신을 지원할 수 있다. 특히, Smart Factory, 원격 진료, 자율주행 등의 새로운 서비스의 등장으로 인하여, 고신뢰·저지연 통신을 적용할 수 있는 서비스 시나리오가 다양하게 등장하고 있는 실정이다.

사용자 단말뿐만 아니라 사물 단말은 기지국과의 타이밍 동기화 (Timing Synchronization)를 위해 반드시 임의 접속 (Random Access; RA) 절차를 수행해야 한다. 임의 접속 절차는 multi-channel slotted ALOHA 프로토콜의 변형된 형태의 4단계의 Handshaking 절차이다 [1]. 각 단말은 주어진 프리앰블 집합에서 1개의 프리앰블을 신호를 임의로 선택하여 임의 접속 물리 채널(Physical Random Access Channel; PRACH)에 전송하는 것으로써 임의 접속 절차를 시작하게 된다. 두 개 이상의 단말이 동일한 프리앰블을 선택하여 전송할 때 충돌(Collision) 문제가 발생하게 되어 임의 접속에 실패하게 된다. 충돌을 겪은 단말들이 임의 접속을 재시도하는 과정에서 접속 지연(Latency)이 발생하게 된다.

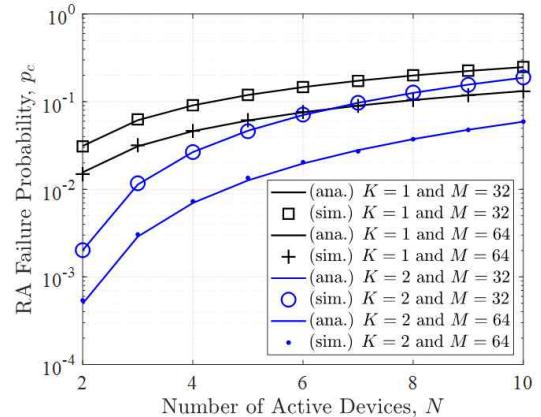
본 논문에서는 임의 접속 성공 확률을 높여 접속 지연을 줄이기 위하여, 다중 프리앰블 기반의 임의 접속 기법을 제안하고 성능 평가를 진행하여 제안 기법의 우수성을 입증한다.

### II. 본론

기존의 임의 접속 기법에서는 1개의 프리앰블만을 전송할 수 있었지만, 제안 기법에서는 동시에 전송할 수 있는 프리앰블의 수에 대한 제약을 완화하였다. 각 단말이 동시에 전송하는 프리앰블의 수를  $K$ 라고 했을 때,  $K$  개의 프리앰블이 모두 충돌을 겪지 않는 한, 시도한 임의 접속은 성공하게 된다. 즉, 각 단말은 프리앰블 다이버시티(Diversity) 효과로 인하여 임의 접속 실패 확률을 획기적으로 줄일 수 있게 된다.

그림 1은 임의 접속을 시도하는 단말의 수( $N$ )에 따른 임의 접속 실패 확률(RA Failure Probability)을 보여주고 있다.  $M$ 은 프리앰블 집합의 크

기이며, 제안 기법에 따라 각 단말은  $M$ 개의 프리앰블 중 서로 다른  $K$ 개의 프리앰블을 임의로 선택하여 동시에 전송하게 된다. 제안 기법을 이용할 경우, 프리앰블 다이버시티 효과로 인하여 임의 접속 실패 확률을 낮출 수 있는 것을 확인하였다. 또한, 제안 기법은 임의 접속 물리 채널의 추가적인 혼잡(Congestion) 문제를 야기할 수 있기 때문에, 주어진 자원(e.g., 프리앰블)의 양 대비 로드(Load)가 많은 영역에서는 성능 이득이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 단말의 수에 따라 가능한 프리앰블의 수를 효율적으로 조절하거나 임의 접속 시도 여부를 제어함으로써, 제안 기법의 성능을 극대화시킬 수 있다.



### III. 결론

본 논문에서는 다중 프리앰블 기반의 임의 접속 기법을 제안하였다. 제안 기법에서는 두 개 이상의 프리앰블을 동시에 전송하는 것을 허용함으로써, 임의 접속 성공 확률을 증가시킬 수 있었다. 동시에 전송하는 프리앰블의 수가 달라짐에 따라 프리앰블의 겹침 성능이 달라질 수 있기 때문에, 계층 교차적 접근 방식을 적용한 후속 연구가 필요하다.

### 참고문헌

- [1] T. Kim, B. C. Jung, and D. K. Sung, "An Enhanced Random Access with Distributed Pilot Orthogonalization for Cellular IoT Networks," *IEEE Trans. Veh. Tech.*, vol. 69, no. 1, pp. 1152-1156, Jan., 2020