

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 프리앰블 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.

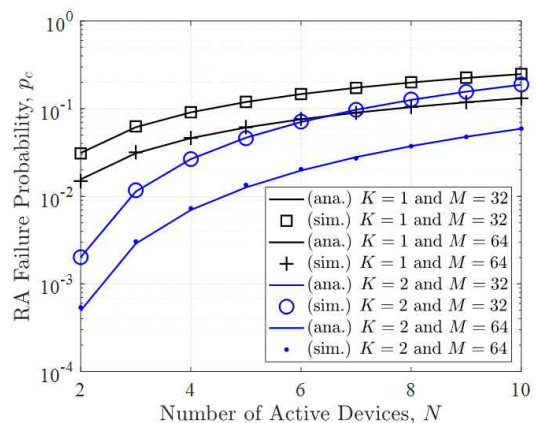
본 논문에서는 임의 접속 성공 확률을 높여 접속 지연을 줄이기 위하여, 다중 프리앰블 기반의 임의 접속 기법을 제안하고 성능평가를 진행하여 제안 기법의 우수성을 입증한다.

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 가용한 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 검출 성능이 달라질 수 있기 때문에, 계층 교차적 접근 방식을 적용한 후속 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [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