

고신뢰 저지연 통신을 위한 무허가 다중접속 기술

김종현^{*}, 이광훈, 류경린, 김광순

연세대학교 전기전자공학과

{jhkim, ghl1016, jjrkr0224}@dcl.yonsei.ac.kr, ks.kim@yonsei.ac.kr

1. 서론

현재의 4 세대 이동통신은 광대역 모바일 서비스를 제공하는 데에 성공하였으나, 5 세대 이동통신에서는 이와 더불어 새롭게 예상되는 미래 서비스들 까지도 지원하는 것을 목표로 하고 있다. 그 중에서 고신뢰 저지연 통신 (ultra-Reliable low-latency communications, URLLC)에 해당하는 서비스들은 예를 들어 증강 현실, 공장 자동화, 자율주행 자동차, 촉각 인터넷과 같은 서비스들로 낮은 지연시간 조건하에서 높은 신뢰도의 정보전송을 필요로 한다 [1]. 기존 4 세대 이동통신인 LTE-A 에서는 사용자 스케줄링 및 채널정보 피드백 단계를 위한 4-way 핸드셰이크를 사용하는 허가기반(grant-based)의 상향링크 다중접속 기술을 사용하고 있으며 신뢰도를 확보하기 위해 하이브리드 자동 재전송 요구(hybrid automatic repeat request, H-ARQ)를 사용하고 있다. 그러나 저지연 요구조건이 있는 경우에는 이와 같은 방식이 더 이상 효율적이지 않다.

본 논문에서는 무허가(grant-free) 기반의 다중접속 기술을 제안한다. 제안하는 다중접속 기술은 기지국에서 다수의 안테나를 활용함으로써 다이버시티와 주파수 효율성을 동시에 얻는 것이 가능한 대규모 안테나 시스템(large-scale antenna system, LSAS)을 가정한다. 무허가 기반 다중접속 시스템에서 산발적인(sporadic) 트래픽 특성을 갖는 상향링크 랜덤엑세스를 고신뢰 저지연 통신의 요구조건하에서 지원하기 위해서는 파일럿을 통한 고신뢰도의 사용자 검출과 더불어 통계적으로 지연시간 최적인 자원할당 및 스케줄링 방식이 필요하다.

2. 본론

본 논문에서는 다수의 안테나를 사용하는 기지국과 하나의 안테나를 사용하는 다수의 사용자가 존재하는 셀의 상향링크를 가정한다. 사용자들은 각자의 산발적인 트래픽에 대해 고신뢰 저지연의 서비스 품질(QoS) 요구조건을 가지고 있으며, 산발적인 트래픽은 독립 푸아송(Poisson) 분포를 따른다. [그림 1]과 같이 주어진 프레임 시간과 주파수 대역폭의 통신자원에 대해 직교 분할 다중접속 방식(orthogonal division multiple access)을 사용하여 자원을 나누며 각 나눠어진 자원에 대해 공간분할 다중접속 방식(space division multiple access, SDMA)을 사용한다. 제안하는 기술은 무허가 다중접속 사용자 검출과 통계적 지연시간 최적 자원할당 스케줄링 방식의 두 부분으로 구성되어 있다.

다중접속 사용자 검출은 활성 사용자가 보낸 파일럿을 기지국에서 받아 활성 사용자를 검출하고

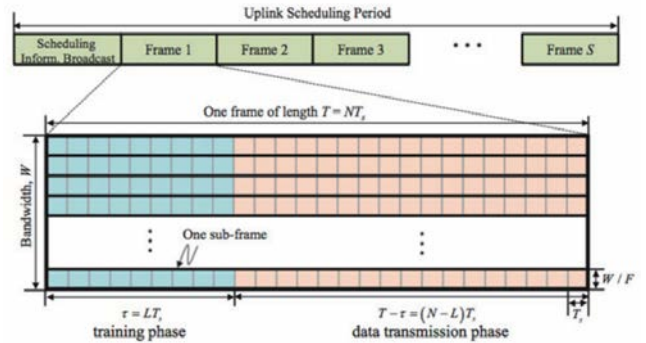


그림 1. 상향링크 프레임 구조

상향링크 채널을 추정하는 훈련 단계(training phase)에서 이루어진다. 파일럿은 Zadoff-Chu 시퀀스를 사용하며 이때 검출 확률(detection probability)이 고신뢰 조건을 만족시킬 수 있도록 검출 기준 값을 설정해야 한다. 시퀀스 간 간섭을 가우시안(Gaussian) 확률변수로 가정하면 주어진 검출 확률을 만족하는 우도함수의 비율로 기준 값을 구할 수 있다. 데이터 전송 단계(data transmission phase)에서는 추정된 채널을 통하여 선행 부호화된 데이터가 전송된다.

제안하는 최적 스케줄링 방식은 스케줄링 그룹을 설정하는 것과 그룹 당 할당되는 통신 자원의 비율, 해당 그룹에서 훈련 단계와 데이터 전송 단계가 차지하는 비율, 그리고 사용자 별 에너지 제한 조건에서 훈련 단계와 데이터 전송 단계의 전력분배를 최적화함으로써 상향링크 패킷의 최대화하고 동시에 네트워크 지연시간을 최소화한다.

3. 결론

본 논문에서는 대규모 안테나 시스템에서 고신뢰 저지연 통신을 지원하기 위한 무허가 상향링크 다중접속 기술을 제안하였다.

4. Acknowledgement

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술연구원 홍성터의 정보통신 방송연구개발사업의 일환으로 수행하였음. [2015-0-00300, IoT 환경에서 촉각통신 서비스 실현을 위한 차세대 초저지연/고효율 무선접속 기술 연구]

5. 참고 문헌

[1] NGMN, "5G use cases, deployment scenarios and framework of requirements," RAN 5G Workshop - the Start of Something, Phoenix, AZ, U.S.A., September 19, 2015.