

# 프레임 구조에 따른 무인기 RAN 슬라이스 간 자원할당 성능 분석

조준우\*, 김재현

아주대학교 AI 융합네트워크학과\*, 아주대학교 전자공학과  
{cjw8945, jkim}@ajou.ac.kr

## 1. 서론

최근 무인기 기반의 네트워크 환경에서는 서비스마다 알맞은 quality of service (QoS)를 제공하기 위해 무인기에 네트워크 슬라이싱을 적용하는 연구들이 진행되고 있다 [1]. 그러나 무인기가 가용할 수 있는 무선자원은 탑재체 등의 제약으로 인해 제한적이므로 자원효율성을 높일 수 있는 프레임 구조가 우선적으로 제안되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 네트워크 슬라이싱을 지원하는 무인기 네트워크 환경에서 long term evolution (LTE)와 5G의 프레임 구조에 따른 슬라이스 간 자원할당을 수행하고 자원효율성을 분석하여 무인기 네트워크에 적합한 프레임 구조를 제시한다.

## 2. 슬라이스 간 자원할당과 프레임 구조

슬라이스 간 자원할당의 기본단위는 슬롯이며, 자원할당의 동작 과정은 다음과 같다 [2]. 먼저 서비스 지역의 서비스 분포를 분석하여 슬라이스의 가중치를 결정한다. 이때 서비스  $k$ 의 분포는 서비스의 데이터율( $R^k$ )과 사용자 수( $I^k$ )를 곱하여 계산한다. 이후 무인기의 전체 수용 능력 ( $C^{uav}$ )에 따른 서비스별 사용자 초기 수를 설정하게 되는데, 이는  $C^{uav}$ 에 가중치를 곱한 다음 해당 서비스의 서비스율을 나누어 계산한다. 그러나 이 경우 소수점이 발생하게 되는데 이를 방지하기 위해 올림 함수를 적용하여 계산한다. 이후에는 가중치에 따라 또는 여유 자원에 따라 사용자의 수를 가감하는 단계를 거친다.

프레임 구조에서 한 프레임의 길이는 주기성 서비스 중 가장 긴 주기를 가지는 서비스의 주기로 결정한다. 또한 프레임 내 슬롯 수는 슬롯 길이로 결정되는데 LTE 프레임 구조에서 슬롯 길이는 0.5 ms, 5G 프레임 구조에서 슬롯 길이는 {1, 0.5, 0.25} ms로 설정한다. 이는 frequency range 1 (FR1)에 해당하는  $\mu = \{0, 1, 2\}$ 에 해당하는 값이다. 한 슬롯의 대역폭은 슬롯의 subcarrier 수와 subcarrier spacing으로 계산한다. Subcarrier의 수는 LTE와 5G 모두 12개로 고정이며, subcarrier spacing은 LTE의 경우 15 KHz, 5G는 {15, 30, 60} KHz로 설정한다.

## 3. 성능분석

성능분석을 위한 파라미터는 다음과 같다. 먼저 슬라이스의 수는 3개이며, 슬라이스 1에 포함된 서비스는 무인기 제어, 상태 보고 및 영상으로 각각 4.8 Kbps, 4.8 Kbps, 512 Kbps이다. 슬라이스 1의 경우에는 제어와 관련된 서비스를 지원하기 때문에 주기성을 포함하며 각 주기는 40 ms으로 설정하였다. 슬

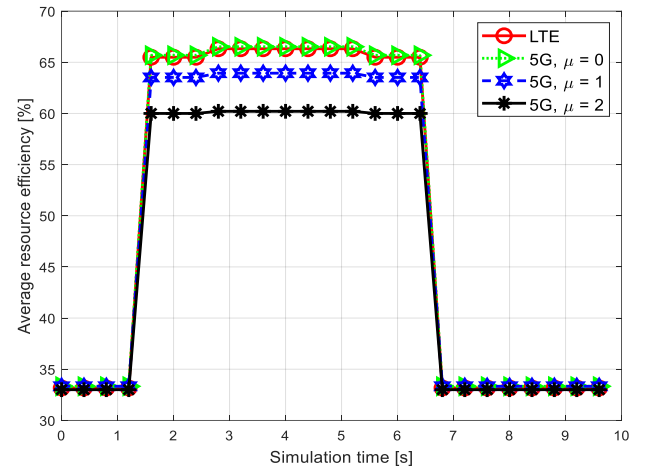


그림 1. 프레임 구조 별 평균자원 효율성

라이스 2와 슬라이스 3은 각각 영상과 센서 데이터이며, 30 Mbps, 6 Mbps의 데이터율을 가진다. 각 슬라이스는 비주기성 메시지들로 초모수  $\alpha=3$ ,  $\beta=4$ 를 가지는 beta 분포를 따라 발생한다. 슬라이스 1의 사용자는 10명, 슬라이스 2와 슬라이스 3에 사용자는 총 시뮬레이션 시간 동안 참여 인력이 30명이라고 설정하였다.

그림 1은 시뮬레이션 시간에 따른 각 프레임 구조별 평균 자원효율성을 나타낸 것이다. 자원효율성은 할당 가능한 슬롯 수 대비 실제로 할당된 슬롯 수로 계산하며, 각 결과값은 한 프레임이 끝나는 지점에서 슬라이스 3개의 자원효율성의 평균값을 의미한다. 그림 1에서 각 서비스의 발생은 슬라이스 2와 3이 1.6초에서 발생하고 6.4초에서 서비스가 종료됨으로 [1.6, 6.4] 구간에서 가장 자원 효율성이 높은 것을 확인하였으며,  $\mu = 0$  일때의 프레임 구조가 자원효율성에서 가장 우수한 성능을 나타낸다.

## 4. 결론

본 논문에서는 프레임 구조에 따른 슬라이스 간 자원할당의 성능 분석을 위해 자원효율성을 확인하였다. 그러나 슬라이스 별 요구조건을 고려하지 않았기 때문에 추후에는 요구조건을 추가적으로 고려하여 자원효율성을 분석하고, QoS와 자원효율성의 측면을 모두 고려할 예정이다.

## 5. 참고 문헌

- [1] A. E. Garcia, et. al., "Performance evaluation of network slicing for aerial vehicle communication," in *Proc. ICC 2019 workshop*, Shanghai, China, 20-24, May 2019.
- [2] J. W. Cho, et. al., "Dynamic inter-slice resource allocation algorithm, for RAN slicing support in UAV," *J. KICS*, vol. 46, no. 3, pp. 476 – 488, Mar. 2021.