

초밀집 네트워크에서의 컴퓨터 비전 기반 셀 할당

손진우, 심병호
서울대학교

{jwson1234, bshim}@snu.ac.kr

요약

본 논문은 테라헤르츠 통신 초밀집 네트워크에서 데이터율을 향상시킬 수 있는 선제적인 셀 할당 기법을 제안한다. 해당 기법은 컴퓨터 비전과 심층 학습을 통해 사용자 단말의 이동성을 파악하고 이후 단말의 움직임을 예상하여 해당 단말에 선제적으로 셀을 할당해줌으로써 링크 실패를 방지하고 끊임 없이 안정적인 데이터 송수신을 달성한다.

I. 서론

6G 통신에서는 높은 데이터율을 요구한다. 그에 따라 자연스럽게 고대역 신호의 넓은 대역폭을 활용하는 테라헤르츠 통신이 주목을 받고 있는 상황이다. 테라헤르츠 통신의 문제는 신호의 경로 손실이 크다는 점이다 [1]. 이를 보완하기 위해서는 소형 기지국을 다수 배치하여 초밀집 네트워크를 형성해야 한다. 초밀집 네트워크의 성공을 위해서는 사용자에 대한 셀 할당이 원활하게 이루어질 필요가 있다.

본 논문은 컴퓨터 비전과 심층 학습 기법을 활용하여 단말의 이동성을 파악한 후 선제적으로 셀 할당을 해주는 기법을 제안한다. 이는 단말이 셀 영역 밖으로 이동함에 따라 발생하는 링크 실패를 미연에 방지하고 끊임 없는 셀 할당을 통해 안정적으로 데이터 송수신을 가능케 하여 기존 5G 통신 시스템에서 이루어지던 핸드 오버 기법과 비교했을 때 높은 데이터율을 달성하도록 한다.

II. 본론

본 논문은 초밀집 네트워크에서 사용자에 선제적으로 셀을 할당하는 기법을 제안한다. 해당 기법은 다음 일련의 과정으로 요약할 수 있다. 먼저 소형 기지국에 부착된 카메라가 주변 사진을 찍는다. 다음으로 해당 사진 상 단말의 위치를 물체 탐색 심층 학습 모델을 통해 포착한다 [2]. 단말의 이동을 분석하여 가까운 시간 내에 장애물에 의해 링크 단절이 일어나거나 단말의 데이터율 요구치를 만족시키지 못할 것으로 판단되면 해당 기지국에서 다른 기지국으로의 선제적인 핸드 오버를 시행한다.

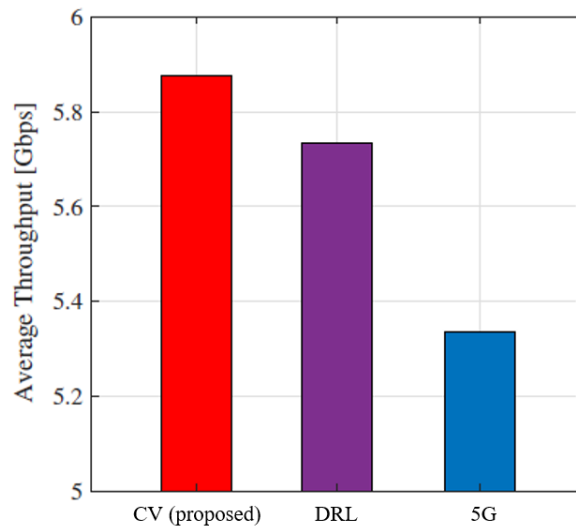
물체 탐색 모델을 통해 단말의 사진 상 좌표를 알아내면 이를 기지국과 단말 간의 각도로 변환할 수 있다. 해당 각도를 이용하면 기하학적 채널 모델의 직진 경로 스티어링 벡터를 얻을 수 있다. 테라헤르츠 (다중 입출력) 시스템이므로 채널은 다음과 같이 하나의 직진 경로에 의해 표현된다.

$$\mathbf{H} = \alpha \mathbf{a}(\theta, \phi) \mathbf{a}^H(\theta, \phi).$$

여기서 α 는 경로 손실, $\mathbf{a}(\theta, \phi)$ 는 스티어링 벡터이다. 따라서 한 소형 기지국의 데이터율은 다음과 같다.

$$R = \log_2 \left(1 + \frac{|\mathbf{w}^H \mathbf{H} \mathbf{f}|}{\sigma^2} \right).$$

여기서 \mathbf{w} 와 \mathbf{f} 는 각각 컴바이닝과 프리코딩 벡터이고 σ^2 는 잡음의 분산이다. 단말의 움직임을 파악하면 미래 시점의 각도를 예측할 수 있고 따라서 미래 시점의 데이터율을 예측할 수 있다.



제안하는 컴퓨터 비전 기반 선제적 셀 할당, 심층 강화 학습 기반 셀 할당, 기존 5G 기반 셀 할당 기법을 비교한 결과 본 논문에서 제안하는 컴퓨터 비전 기반

방법이 기존 방법들에 비해 더 높은 평균 스루풋을 달성하는 것을 확인하였다. 이는 선제적인 셀 할당을 통해 핸드 오버 상황에서 핸드 오버에 소요되는 시간에 의한 일시적 통신 단절을 미연에 방지했기 때문이다. 심층 강화 학습 기반 기법도 선제적인 셀 할당을 수행하지만 이와 비교해도 더 빠른 핸드 오버가 가능했다.

III. 결 론

본 논문에서는 초밀집 네트워크에서 데이터율 향상을 위해 컴퓨터 비전 및 심층 학습을 기반으로 하는 선제적인 셀 할당 기법을 제안하였다. 또한 간단한 실험 결과를 통해 해당 기법이 심층 강화 학습이나 기존 5G 에서 사용되는 셀 할당 기법에 비하여 데이터율이 향상되었음을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2022 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (2022M3C1A3099336).

참 고 문 헌

- [1] S. Kim and B. Shim, "Energy-efficient millimeter-wave cell-free systems under limited feedback," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 69, no. 6, pp. 4067-4082, Jun. 2021
- [2] M. Tan, R. Pang, and Q. V. Le, "Efficientdet:: Scalable and efficient object detection," in *Proc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit. (CVPR)*, pp. 10781-10790, 2020.
- [3] C. Lee, J. Jung, and J. M. Chung, "Intelligent dual active protocol stack handover based on double DQN deep reinforcement learning for 5G mmWave networks," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, Apr. 2022.