

무선 데이터 하베스팅을 위한 DQN 기반 UAV 경로 계획

이충녕, 채승호*

한국공학대학교

lc9902130509@tukorea.ac.kr *shchae@tukorea.ac.kr

DQN Based UAV Path Planning for Wireless Data Harvesting

Chungneung Lee, Seong Ho Chae*

Tech University of Korea

요약

본 논문에서는 다중경로 페이딩을 고려한 무선 데이터 하베스팅을 위한 DQN(Deep Q-network) 기반 UAV(Unmanned Aerial Vehicle) 경로 계획 방법을 제안하고 이에 대한 성능을 분석한다. 제안된 경로 계획 방법이 기존의 대규모 페이딩(large-scale fading)만 고려한 경로 계획 방법에 비해 데이터 하베스팅에 약 10% 성능 개선이 있음을 확인하였다.

I. 서론

최근, 심층 강화학습을 활용하여 도심 지역에서 무선 데이터 하베스팅을 위한 다중 UAV(Unmanned Aerial Vehicle)의 경로 계획에 관한 연구가 이루어졌다[1]. 구체적으로, DQN(Deep Q-network) 알고리즘을 기반으로 UAV의 데이터 수율(throughput)을 최대화하는 경로 계획 방법이 제안되었다. 하지만, 해당 연구는 경로 감쇠(pathloss) 및 섀도잉(shadowing)을 기반으로 도출된 경로 계획 방법으로, 소규모 페이딩(small-scale fading)의 영향이 간과되었다. 도심 지역은 높은 빌딩 등에 의한 심한 다중경로 페이딩을 겪으며 이는 통신 성능에 상당한 영향을 미친다. 따라서, 다중경로 페이딩까지 고려한 보다 정교한 경로 계획 방법에 대한 연구가 필요하며, 본 논문에서는 이를 반영한 DQN 기반 UAV 경로 계획 방법을 제안하고 기존 경로 계획방법과 성능을 비교 분석한다.

II. 시스템 구성

UAV는 도심 지역에 존재하는 다수의 IoT 센서로부터 데이터 수율을 최대화하기 위해 경로를 설정하고 비행하는 시나리오를 가정한다[1]. 채널 환경은 로그-거리 경로감쇠, 로그노말 섀도잉, 나카가미 페이딩을 겪음을 가정한다.

III. 시뮬레이션 결과 및 결론

본 장에서는 제안된 경로계획 방법과 기존 경로계획 방법의 성능을 비교 분석한다. 학습을 위해 사용된 시뮬레이션 파라미터와 DQN 알고리즘의 하이퍼파라미터는 참고문헌 [1]과 동일하게 가정하였다. 그림 1과 그림 2는 경로계획 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 그림 1과 2의 좌측 그림은 UAV가 도심 속을 비행하며 10개의 IoT 센서로부터 데이터 수집하고 착륙하는 과정의 비행 궤적을 보여준다. 그림에서 원은 IoT 센서를 의미하고, 화살표는 UAV의 비행 궤적을 보여준다. 화살표의 색은 통신하고 있는 IoT 센서를 의미하고, UAV의 비행 시작/종료 지점 및 비행 불가 지역을 각기 파란색과 빨간색으로 구분하였다. 우측 그림은 각 IoT 센서가 수집하는 데이터양으로, UAV가 수집한 양은 주황색으로 표기하고 수집하지 못한 양은 파란색으로 표기하였다. 표 1은 채널 모델에 따른 1,000번의 테스트 에피소드의 평균 누적 보상을 나타낸다. 제안된 경로계획 방법이 기존 경로계획 방법[1]에 비해 약 10%가량 높은 것을 알 수 있다. 해당 결과는 소규모 페이딩 영향을 고려한 경로 계획 방법이 보다 효과적으로 데이터 수율을 높일 수 있

음을 보여준다.

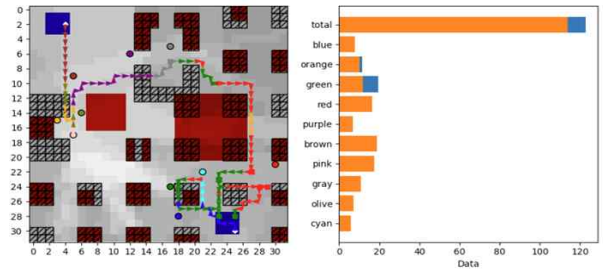


그림 1. 대규모 페이딩만을 고려한 경로계획 및 데이터 수율[1]

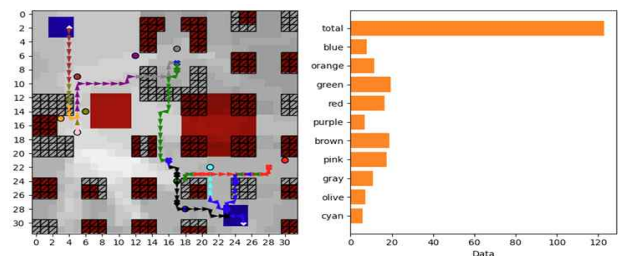


그림 2. 제안된 경로계획 및 데이터 수율

	기존 경로계획[1]	제안된 경로계획
평균 누적 보상	110.7510	121.9027

표 1. 채널 모델에 따른 평균 누적 보상 값 비교

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성(Grand ICT연구센터) 사업(IITP-2023-2020-0-01741)과 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었음 (No. NRF-2021R1F1A1050633)

참고문헌

- [1] H. Bayerlein, M. Theile, M. Caccamo, and D. Gesbert, "Multi-UAV path planning for wireless data harvesting with deep reinforcement learning," *IEEE Open J. Commun. Soc.*, vol. 2, pp. 1171-1187, 2021.