

## 드론 네트워크에서 강화학습에 기반한 기회적 라우팅 기법 연구

박창민<sup>°</sup>, 박성준<sup>°</sup>, 이웅희\*, 김항남<sup>°</sup><sup>°</sup> 고려대학교 전기전자공학부, \*한성대학교 IT 융합공학부<sup>°</sup>{minpark0120, psj900918, hnkim}@korea.ac.kr, \*whlee@hansung.ac.kr

## Devising Opportunistic Routing for Drone Network using Reinforcement Learning

Changmin Park<sup>°</sup>, Seongjoon Park<sup>°</sup>, Woonghee Lee\* and Hwangnam Kim<sup>°</sup><sup>°</sup> Electrical Engineering, Korea University, \* IT Convergence Engineering, Hansung University

## 요약

본 논문에서는 드론 네트워크에서 지연 감내형 트래픽을 전송하기 위한 기회적 라우팅(Opportunistic Routing) 알고리즘을 위치 정보와 Q-Learning 을 통해 더욱 효율적으로 실행할 수 있는 방법을 제안한다.

## I. 서론

드론(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)은 본래 군사목적으로 개발되어 이용되었으나 점차 다양한 분야에서 활용되고 있다. 다수의 드론을 운용하려면 드론 간 및 지상 노드와의 네트워크 연결이 필수적이다. 기존 라우팅 알고리즘들은 드론의 이동성을 고려하지 않았기 때문에 라우팅 테이블을 만드는데 시간이 오래 걸리고, 많은 메모리와 연산량을 요구한다는 단점이 있었다. 본 논문에서는 위치 정보를 활용하는 기회적 라우팅 알고리즘인 GEO-DIFFUSION [1]에 강화학습을 접목시켜 더 효율적으로 구축할 수 있도록 하는 방법을 제안한다.

## II. 본론

본 논문에서는 위치 정보에 기반한 GEO-DIFFUSION (GEO) 알고리즘에 강화학습을 적용하여 기회적 라우팅을 통해 메모리와 연산량을 줄이는 것을 목표로 하였다. GEO 는 통신을 하기 위해 Forwarding Region (FR)을 정하여 해당 구역을 벗어나면 수신된 데이터를 재전송하지 않도록 설계되었다. GEO 알고리즘의 정해져 있는 FR 의 각도를 강화학습 알고리즘인 Q-Learning 을 사용하여 최적의 각도로 수렴할 수 있도록 학습을 진행하였다.

본 실험에서는 이웃 노드의 위치와 개수 정보가 주어진다 가정하에 실험을 진행하였다. 노드의 개수만큼  $360^\circ$ 로 나누어 초기 FR 의 각도(A)를 정한다. 에피소드마다 정해진 노드의 각도(B)를 “제 2 코사인 법칙”에 따라 구한다. A 와 비교하였을 때 B 가 작다면 전송하고, 크다면 버리도록 설계하였다. B 가 A 보다 작을 때만 학습을 진행하였다. 표 1 은 초기 상태와 학습을 100 번, 그리고 1000 번 돌렸을 때의 각도의 변화를 나타낸 표이다.

표 1: 학습에 따른 forwarding region 각도 변화

	GEO	GEO + RL
Initial angle	$120^\circ$	$120^\circ$
100 episodes	$120^\circ$	$81.962^\circ$
500 episodes	$120^\circ$	$60.37^\circ$
1000 episodes	$120^\circ$	$60.002^\circ$

본 실험을 통해서, 학습을 약 500 번이상을 진행하였을 때, 설정된 노드의 위치에 따라 해당 노드에서 계산된 각도로 수렴하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 FR 의 각도를 강화학습을 적용하였을 때와 하지 않았을 때를 비교하였을 때 그림 1 과 같이 상당히 크다는 것을 확인할 수 있었다. FR 을 줄임으로써 라우팅에 소모되는 메모리와 연산 양을 줄여 드론 간의 라우팅을 보다 효율적으로 할 수 있다.

## III. 결론

본 논문에서는 강화학습을 이용한 드론 네트워크 라우팅 방법을 제안하였고, 실험을 통해 학습된 모델의 각도가 수렴함을 확인하였다. 이러한 연구 결과는 네트워크에 사용되는 메모리와 연산량을 줄일 수 있어 더 효율적으로 통신할 수 있게 한다.

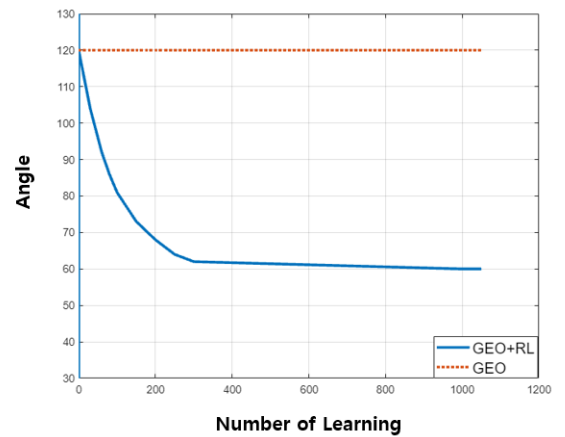


그림 1: 학습 횟수에 따른 포워딩 각도의 변화

## ACKNOWLEDGMENT

이 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2020R1A2C1012389).

## 참고문헌

- [1] K. Kim, H. Kim, J. Jung, and H. Kim, "Afar: A robust and delay-constrained communication framework for smart grid applications," Computer Networks, vol. 91, pp. 1–25, 2015.