

# 군집 드론 네트워크의 수명 향상을 위한 드론의 잔여 에너지를 고려한 랜덤 접속 기술

임수현 (한경대학교), 이호원 (한경대학교)

{03070226, hwlee}@hknu.ac.kr

## Residual Energy-Aware Random Access for Improving Lifetime of Swarming Drone Networks

Lim Su Hyeon (Hankyong National University), Lee Howon (Hankyong National University)

### 요약

최근 드론들의 활용이 급속도로 확산되고 있는 가운데, 본 논문은 드론들이 군집으로 비행하며 임무를 수행할 때, 드론들의 배터리 제약 문제를 해결함을 통해 군집드론의 전체 임무수행시간을 최대화할 수 있도록 각각의 드론들이 본인의 잔여 에너지를 고려하여 랜덤 접속 시도 확률을 설정하도록 한다. 시뮬레이션을 통해 드론 개수와 소모되는 전력의 변화에 따라 군집드론의 전체 임무 수행 시간이 어떻게 변화되는지 살펴보고 기존 방안과 그 성능을 비교 분석해 본다.

### I. 서론

최근 일상생활 속에서 환경 모니터링, 재난 구조 지원, 물류 배송, 농약 살포 등 무인 드론의 활용이 점차적으로 확대되어 가고 있다. 하지만 이러한 드론들이 일반적으로 가지고 있는 가장 심각한 문제점 중에 하나는 배터리 제약으로 인한 적은 비행시간이다. 특히 드론들이 군집으로 비행하며 임무를 수행하는 경우에, 특정 드론의 배터리가 이룬 시간에 고갈되어, 드론 군집이 목표한 임무를 제대로 수행하지 못하게 되는 문제가 발생하게 될 수 있다. 따라서 본 논문에서는 군집 드론이 지상제어국(ground control station)의 제어를 받으며 정해진 임무를 수행하는 상황 속에서 드론들이 각각 본인의 잔여 에너지를 고려하여 랜덤 접속 시도 확률을 설정함으로써 모니터링 정보나 제어 정보 등을 주고받는 가운데 발생하는 송수신 전력을 효율적으로 제어하여 군집드론의 임무수행시간을 최대화할 수 있도록 하고자 한다.

### II. 제안방안: Residual Energy-Aware Random Access

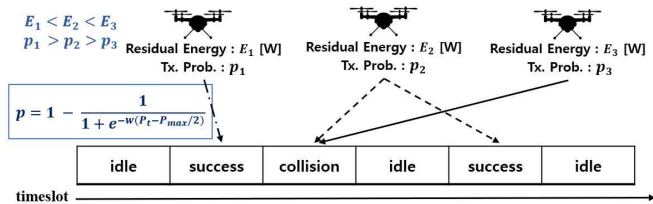


그림 1. 제안방안의 동작 과정

[1]에서는 랜덤 접속을 시도해야하는 드론들이 동일한 확률로 패킷 전송을 시도하며, 이러한 경우 랜덤 접속 시도 확률( $p_{conv}$ )은  $p_{conv} = \frac{1}{N_{active}}$  와 같이 구할 수 있다. 여기서,  $N_{active}$  는 현재 랜덤접속을 시도해야하는 active한 드론의 수이다. 제안방안에서는 드론의 잔여 에너지를 고려하여 랜덤접속 시도 확률( $p_{prop}$ )을 설정하며 이는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$p_{prop} = 1 - \frac{1}{1 + e^{-w(P_t - \frac{P_{max}}{2})}} \quad (1)$$

여기서,  $w$ 는 가중치,  $P_t$ 는 드론의 현재 잔여 전력,  $P_{max}$ 는 드론 전력의 최댓값을 의미한다. 제안방안은 식(1)에서와 같이 패킷 전송확률을 전력을 고려하여 제어함으로써 현재 잔여 에너지가 부족한 드론들이 빠른 시간에 전송을 성공할 수 있도록 패킷 전송확률을 조절하고 이를 통해 전체 드론들의 임무수행시간을 최대화할 수 있다. 제안방안은 잔여 에너지가 적을수록, 식 (1)에 따라 패킷전송확률  $p$ 가 커지기 때문에 그림 1에서 패킷 전송확률이 제일 높은 1번 드론이 가장 먼저 패킷 전송에 성공하게 되

는 것을 볼 수 있고, 이에 따라 1번 드론은 기존 방안 대비 상대적으로 에너지를 절약할 수 있게 된다. 1번 드론이 성공한 이후 2번과 3번 드론도 잔여 에너지를 기반으로 전송 확률을 계산하여 랜덤접속을 시도하게 된다.

### III. 모의실험 및 결론

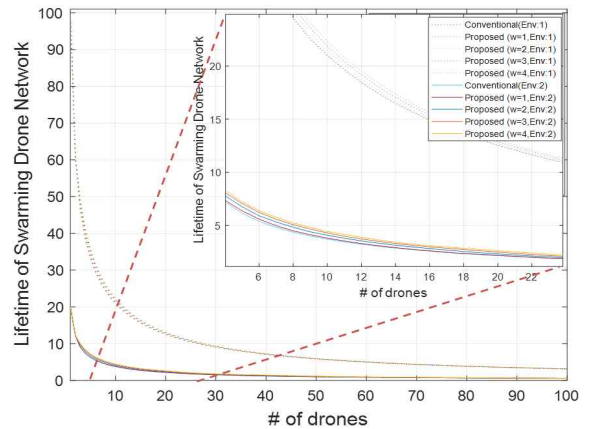


그림 2. 드론 개수에 따른 Lifetime of Swarming Drone Network

성능 평가를 위해서  $P_{max}$  [W]: 10, 전송 전력[W]과 대기 전력[W]: “0.1, 0.01 (Env1)”, “0.5, 0.05 (Env2)”, 드론 개수 1~100개인 시뮬레이션 환경을 고려하였다. 그림 2에서 성능지표로 사용된 Lifetime of Swarming Drone Network은 전체 드론 군집 중 하나의 드론이라도 잔여에너지가 0 이 될 때까지 진행된 시뮬레이션에서, 이때까지 군집드론들이 임무수행을 위해 사용한 프레임의 총 수를 의미한다. 그림 2를 통해, 기존방안보다 제안방안이 더 큰 성능 결과를 가지는 것을 볼 수 있으며, 이는 제안 방안의 경우 군집드론의 임무수행시간이 기존방안보다 크다는 것을 의미한다. 또한, 제안방안 중에서도  $w$ 가 클수록 더 많은 프레임 개수를 가지게 됨을 확인할 수 있으며, 전송전력 및 대기전력이 작을수록 높은 Lifetime 결과를 얻는 것을 볼 수 있다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019R1F1A1063606).

### 참고 문헌

- [1] F. Schoute, “Dynamic Frame Length ALOHA,” IEEE Trans. Commun., vol. 31, no. 4, pp. 565–568, Apr. 1983.
- [2] A. Al-Hourani, S. Kandeepan, S. Lardner, “Optimal LAP Altitude for Maximum Coverage,” IEEE Wireless Communications Letters., vol. 3, no.6, pp. 569–572, July. 2014.