

군집 드론 기반 빔합성 성능 평가를 위한 보정 방법

김창성, 조세민, 주형준, *조성진, *박철순

한화시스템, *국방과학연구소

kcs1403@hanwha.com

요약

본 논문에서는 군집 드론 기반 빔합성 성능을 평가하기 위해서 군집 드론 보정 방법을 제안한다. 배열에 따른 신호의 위상차는 송신 드론과 수신드론들의 거리 차이를 통해서 계산된다. 수신 드론의 안테나 패턴의 차이는 기 측정된 단일 드론 안테나 측정정보를 이용하여 고려된다. 또한 파장대비 인접한 배열을 구성할 경우에는 측정된 S-parameter 기반의 수신 상호 커플링을 반영한 위상 및 이득 차이를 고려한다. 각각의 드론에서 계산된 보정정보는 최소 분산 비왜곡 응답 또는 선형제한 최소분산으로 산출된 가중치에 적용하여 새로운 가중치를 계산한다. 이를 통해 공간적 제약으로 측정하기 어려운 군집 드론 기반 빔합성 성능을 평가할 수 있다.

I. 서론

최근, 유인 항공기보다 저렴한 비용, 작전 효율성 등의 이점을 통해 드론을 활용한 민간 또는 군사 작전이 수행되고 있다. 또한 이를 수행하기 위해 드론 기반의 원격탐사, 안테나 측정도 도입되는 실정이다[1][2]. 하지만 드론을 통해서 군집 드론의 빔합성 성능을 측정하기에는 시간/공간적 한계가 존재한다. 이를 해결하기 위해서는 군집드론의 빔합성 측정 환경을 분석하고 이를 보상해주는 모델이 필요하다.

본 논문에서는 군집 드론 기반 빔합성 성능을 평가하기 위해서 군집 드론 보정 방법을 제안한다. 측정하는 드론과 군집 드론 간의 거리를 개별적으로 계산하고, 이를 통해 위상 및 안테나 패턴을 보정하는 방법을 이용한다.

II. 본론

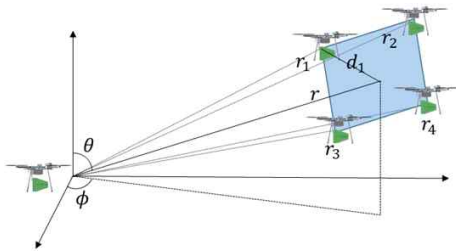


그림 1. 2 X 2 군집드론 평면 비행배치

그림 1에서는 2 X 2 군집드론이 평면 배치된 비행 형상을 도시하고 있다. 좌측의 송신 드론에서 신호를 방사하고, 우측의 군집드론에서 수신된 신호를 합성하여 빔합성 성능을 평가할 수 있다. 하지만 현재 드론 비행 고도 제한으로 인해 군집 드론의 빔합성 성능 측정을 위한 수km이상의 원거리장 조건을 만족하기 어렵다. 그러므로 이를 보정하기 위한 기법이 필요하다. 원거리장 조건에서는 송신드론과 수신드론들 사이의 각각의 거리차가 없는 것으로 근사 가정된다. 하지만 실제 거리차는 배열에서의 위치 및 송신 드론과 수신 드론 사이의 거리에 따라 달라진다. 그리고 수신 안테나에 도달하는 각도가 달라지게 때문에, 안테나 패턴 차이도 반영해야한다. 또한, 수신 드론 간 배열 간격이 파장장 이내로 형성되는 경우, 드론 간 상호 커플링을 반영한 보정방법을 구성해야한다.

$$r_n = \sqrt{r^2 + d_n^2} \quad (1)$$

$$\phi_{n,d} = \frac{2\pi(r - r_n)}{\lambda} \quad (2)$$

$$\phi_{n,p} = \phi_n(\theta_n, \phi_n) - \phi(\theta_0, \phi_0) \quad (3)$$

$$w_{n,new} = w_{n,init} G_{n,p,nor}(\theta_n, \phi_n) e^{j\phi_{n,d}} \quad (4)$$

(1)~(4)에서 각 수신드론에 인가되는 가중치를 계산하는 방법이 제시되어 있다. 또한 배열간격에 또한 상호커플링을 고려할 수 있다.

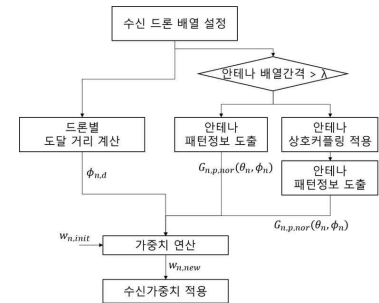


그림 2 가중치 도출 순서도

III. 결론

본 논문에서는 군집 드론 기반 빔합성 성능을 평가하기 위해서 군집 드론 보정 방법을 제안한다. 측정하는 드론과 군집 드론 간의 거리를 개별적으로 계산하고, 이를 통해 위상 및 안테나 패턴을 보정하는 방법을 이용한다.

ACKNOWLEDGMENT

“본 논문은 정부(방위사업청)의 재원으로 미래도전국방기술과제(No.915087201)를 통해 연구가 수행되었다.”

참고문헌

- [1] Yao, H., Rongjun Q., and Xiaoyu C. "Unmanned aerial vehicle for remote sensing applications—A review." Remote sensing, 11(12), 1443.
- [2] HENAUULT, "Simon. Antenna measurement drone for over-the-horizon radar." 2021 15th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP). IEEE, 2021. pp. 1-5.