

무선장치 위치추정을 위한 드론 경로 계획법

김요한, 김선용, 임혁
광주과학기술원 정보통신공학부

1. 서론

무선 센서 네트워크의 위치추정 기술은 위치가 알려진 다수의 기준 노드를 활용하여 네트워크 내 타겟 노드의 위치를 추정하는 기술이다. 예를 들어, 무선신호 세기를 이용한 위치추정 방식은 다수의 기준 노드와 타겟 노드간 무선신호의 크기를 측정하고, 이를 위치 추정에 이용하는 방식이다.

기존의 위치추정 방식은 고정 배치된 다수의 기준 노드를 활용하는 방식이 대부분이었지만, 최근 드론기술의 발전으로 인하여 드론의 이동성을 이용한 위치 추정이 가능하게 되었다. 이동하는 드론이 여러 지점의 기준 노드의 역할을 수행하고, 드론의 위치 및 인접한 타겟 노드로부터의 수신 신호 세기를 측정하여 타겟 노드의 위치추정이 가능하다.

그러나, 타겟으로부터 신호를 수집하는 드론이 어느 위치에 있는지에 따라 타겟 노드에 대한 위치 추정의 정확도가 달라지므로 정확한 위치 추정을 위해서는 적절한 드론 경로 설정이 필요하다. 본 논문은 드론의 기준 지점 선택을 위한 경로 설정 방법에 대해 논한다.

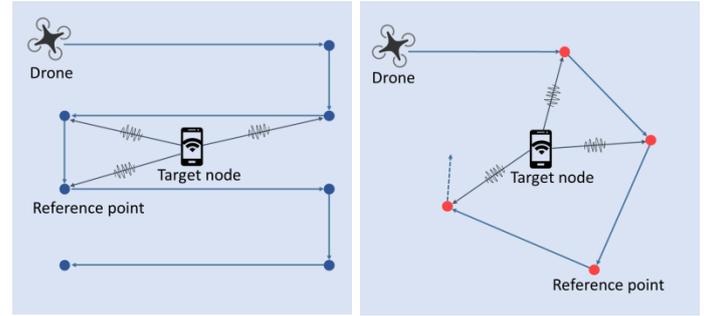
2. 위치 추정 정확도

무선 센서 네트워크에서 수신 신호 세기를 이용한 위치 추정의 정확도는 RF 채널특성과, 기준 노드의 배치 및 타겟 노드와의 거리 등의 기하학적 특성에 큰 영향을 받는다. 위치추정의 오차를 감소시키기 위해서는 오차 요인을 최소화할 수 있는 기준 노드 집단의 선택이 매우 중요하다. 따라서, 드론을 활용한 위치 추정에서 위치 추정 오차를 최소화할 수 있는 적절한 기준 지점의 선택이 필요하다. 기준 지점 선택에 따른 위치 추정의 정확도 판단을 위해 다음과 같은 지표들을 활용할 수 있다.

- Cramer-Rao Lower Bound (CRLB)는 확률적으로 분포하는 데이터의 분산에 대한 이론적인 하한으로, 수집된 데이터의 융합을 통해 얻은 추정치의 신뢰도를 알 수 있는 지표로 사용된다 [1]. CRLB의 값이 낮을수록 추정치의 신뢰도가 높아지며, 다음과 같이 주어진다.

$$\text{CRLB: } \text{var}(\hat{\theta}) \geq \frac{1}{I(\theta)} = \frac{1}{-E\left[\frac{\partial^2 \ln p(x;\theta)}{\partial \theta^2}\right]}$$

- Geometric Dilution of Precision (GDOP) 는 앵커 지점의 기하학적 분포에 따른 위치 추정 결과의 부정확성을 나타내는 지표로 사용된다 [2]. GDOP의 값이 낮을수록 위치 추정 결과의 정확도가 높아지며,



(a) 사전 고정(pre-defined) 비행 경로
(b) 오차를 최소화하는 적응적 비행 경로
그림 1. 드론 경로에 따른 기준 지점

다음과 같이 주어진다.

$$\text{GDOP} = \frac{\Delta(\text{output location})}{\Delta(\text{measured data})}$$

3. 드론 경로 계획법

그림 1은 위치 추정을 위한 드론의 비행경로를 나타낸다. 그림 1(a)에서 드론이 사전에 고정된 경로를 따라 이동하며 기준 지점들을 선택할 경우 타겟 노드 위치에 따른 경로를 변경하지 않기 때문에 타겟 노드의 위치에 따라 위치 추정의 정확도가 떨어지게 된다. 반면, 그림 1(b)에서 드론이 다음 기준 지점을 선택해 갈 때, 오차를 최소화할 수 있는 지점으로 이동하며 위치 추정을 수행할 경우 타겟 노드에 대한 위치 추정의 정확도를 점차적으로 높일 수 있다.

본 논문은 드론을 이용한 위치추정에서 드론의 경로 설정 방법에 대해 논하였다. 위치 추정시 정보 수집을 위해 점진적으로 기준 지점을 선택해 갈 때, 오차를 최소화할 수 있는 지점을 적응적으로 선택함으로써 위치추정의 정확도를 크게 높일 수 있다.

참고 문헌

- [1] R. Kim, H. Lim, D. Jung and K. Kim, "Beacon selection for localisation in IEEE 802.11 wireless infrastructure," *International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing*, vol. 14, no. 2, pp. 135-143, 2013.
- [2] S. Kim, Y. Kim, S. Y. Park and H. Lim, "Drone Can Find Lost Smartphones," *ACM SenSys - poster session*, 2015.

※ 본 연구는 광주과학기술원 전자전특화연구센터를 통한 방위사업청과 국방과학연구소 연구비 지원으로 수행되었습니다.