



$$Average\_Speed = \frac{(V_0 + V_1 + \dots + V_n)}{5} \quad (3)$$

태그는 Fig3 와 같은 알고리즘을 통해 자신의 위치를 찾을 수 있다.

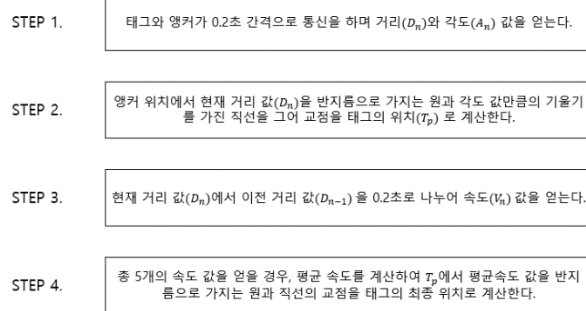


Figure 2. 제안하는 측위 기법 알고리즘

STEP 2에서 진행되는 과정은 아래의 식과 같다.

$$y = A_n * x - y_A \quad (4)$$

$$(x - x_A)^2 + (y - y_A)^2 = D_n^2 \quad (5)$$

위의 (4),(5)을 이용하여 하나의 교점( $x_1, y_1$ )을 알 수 있다.

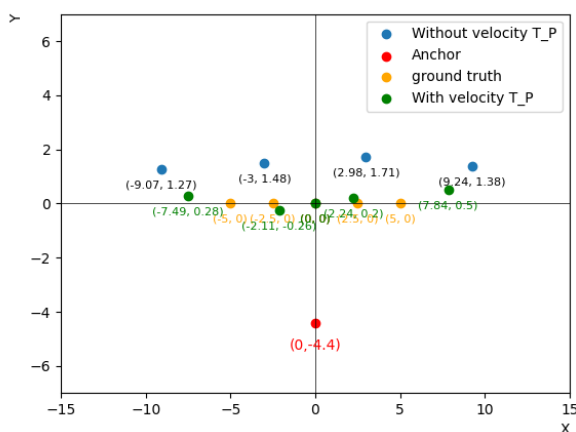
교점에서 평균 속도 값을 반지름으로 가지는 원과 직선의 교점( $x_2, y_2$ )을 선택하여 태그의 좌표로 한다.

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 = Average\_Speed^2 \quad (6)$$

Fig1 의 Tag 의 위치를 구하기 위해 위의 알고리즘을 적용하고, 최종적으로 식(5)와 (1)의 교점을 구하여, 높은 정확도로 태그 위치를 알 수 있다.

### III. 성능평가

실험은 Qorvo 의 DWM3001c 디바이스 1 기와 아이폰 11pro max 에 장착된 UWB 칩을 활용할 수 있는 Qorvo Nearby Interaction 앱을 사용하여 진행하였다.



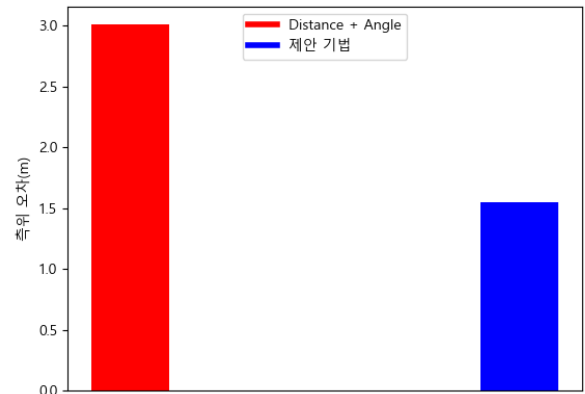
**Figure 3. Tag 의 측위 결과**

Fig2 는 특정 지점에서 실측 값, 통신을 통한 거리와 각도 값을 사용한 측위 결과, 평균 속도 값을 활용한 측위 결과를 비교하여 오차를 보여준다.

빨간색 점은 실제 앵커가 설치된 곳의 좌표 값, 노란색 점은 실제 통신과 각도를 측정한 위치의 좌표 값이다. 파란색 점은 태그와 앵커간 거리 값으로 원으로 그리고 각도 값을 기울기로 가진 앵커와 태그의 직선을 그렸을

때 교점을 초록색 점은 속도 값을 원으로 그리고 직선의 교점을 나타낸 것이다.

실체 위치와 비교하였을 때, 속도 값을 포함하지 않고 측위의 경우 실제 위치와 큰 오차를 보이고 있으며, 속도 값을 추가한 경우 실제 위치와 비교하였을 때 작은 오차를 보이고 있는 것을 확인할 수 있으며, 제안 기법과 비교할 기법의 성능을 비교하면 Fig4 와 같다.



**Figure 4 제안 기법 성능 비교**

위의 그림에서 빨간색 막대는 비교할 기법의 평균 거리 오차, 파란색 막대는 제안기법으로 측정한 평균 거리 오차, 초록색 막대는 제안기법과 비교할 기법의 성능 비교를 나타낸다.

#### IV. 결론

본논문에서는 LOS로 존재하는 앵커가 1개인 상황에서 오차가 크게 발생하여 태그의 위치를 정확하게 알 수 없는 문제를 해결하기 위한 기법을 제안하였다. 거리와 각도를 사용한 방법과 평균 속도 값이 추가된 기법을 비교하였 때, 오차가 많이 차이가 나는 것을 확인하였다. IMU 장치와 합쳐진 UWB 시스템과의 비교는 결과를 보여주지 못했기 때문에 추후 연구를 통해 보강할 예정이다.

## ACKNOWLEDGMENT

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 지원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF2020R1A2C1102284).

## 참 고 문 헌

- [1] Zafari, Faheem, Athanasios Gkelias, and Kin K. Leung. "A survey of indoor localization systems and technologies." *IEEE Communications Surveys & Tutorials* 21.3 (2019): 2568–2599.
- [2] Feng, Daquan, et al. "An Adaptive IMU/UWB Fusion Method for NLOS Indoor Positioning and Navigation." *IEEE Internet of Things Journal* (2023).
- [3] Coppens, Dieter, et al. "An overview of uwb standards and organizations (ieee 802.15. 4, fir, apple): Interoperability aspects and future research directions." *IEEE Access* (2022).
- [4] Qorvo DWM3001C Data Sheet.pdf