

# UWB 센서의 Calibration 기법 연구

유동옥, 김종영, 안성진, 박철순\*, 나선필\*, 김경민\*, 정용식  
 광운대학교, \*국방과학연구소  
 avanet9479@kw.ac.kr

## A Study on the Calibration Technique of UWB Sensors

Yoo Dong Ok, Kim Jong Young, Ahn sung Jin, Park Cheol-Sun\*, Nah Sun-Phil\*, Kim Gyung Min\*, Chung Young-Seek  
 Kwangwoon Univ., \*Agency for Defense Development

### 요약

본 논문은 GPS/GNSS가 없는 환경에서 위치추정을 위한 UWB(Ultra-Wideband) 통신 모듈의 시간지연에 따른 오차 보상을 위한 calibration 기법을 연구하였다. UWB 센서는 Anchor와 Tag로 구성되어 있으며 상호 통신을 통하여 전파이동의 시간지연으로부터 Anchor와 Tag 간의 거리를 추정하게 되는데, 이러한 시간지연에는 UWB 센서내부의 처리시간 및 안테나 등을 포함한 신호지연 등이 포함되어 있어 실제 거리와 오차를 야기하게 된다. 본 논문에서는 LSM(Least Square Method)를 기반으로 전파전달에 따른 시간지연 외 센서 내부의 시간지연을 추정하여 보상함으로써 거리추정의 정확도를 높이고자 한다.

### I. 서론

GPS(Global Positioning System)는 널리 보편적으로 사용되고 있는 측위 기술이다. 하지만, GPS는 주로 위성을 이용한 측위 기술이기 때문에 음영지역이 발생하기 마련이다. 이처럼 GPS가 닿지 않는 곳이거나 GPS 정보를 활용할 수 없는 환경에서 측위하기 위하여 IPS(Indoor Positioning System)이 활발히 개발되고 있는 중이다. GPS 정보가 없는 환경에서 대상의 위치를 측위 하기 위해 UWB(Ultra Wideband)기술과 Lidar 기술이 연구되고 있다. 이중 Lidar는 물체 분해능이 약하고, 탐지거리에 단점이 있어 최근에는 UWB센서 기반의 측위 연구가 활발히 연구되고 있다. UWB센서는 매우 넓은 대역에 걸쳐 낮은 전력으로 대용량의 정보를 전송하는 무선통신 기술로 대역폭에 비례하여 시간분해능이 향상된다. 본 논문에서는 UWB기술을 적용한 Decawave 사의 DWM-1000을 사용하여 Anchor와 Tag 간 통신을 하여 상호거리를 Arduino의 Serial Data로 받는 방식으로 거리를 추정하였다. 이때 상호거리는 전파의 송수신 시간차이를 기반으로 계산하게 된다. 하지만, 추정된 상호거리는 실제 상호거리와 오차가 있음을 알 수 있다. 그 원인은 상호거리 추정에 사용되는 송수신 시간차를 단순히 전파이동 시간차로 설정하기 때문이다.

본 논문에서는 이러한 시간오차를 보상하기 위하여 Anchor와 Tag를 통하여 측정데이터를 기반으로 LSM 알고리즘을 적용하고자 한다.

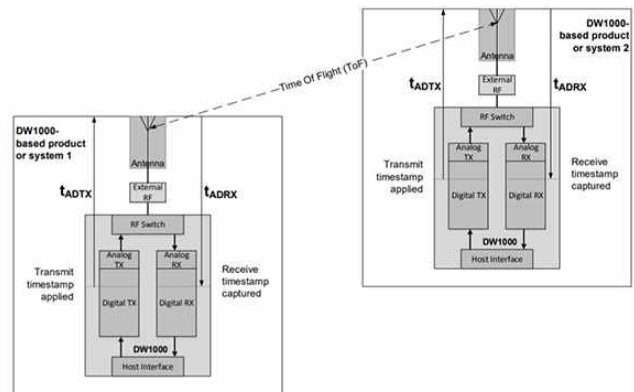
### II. 본론

그림 1은 UWB 센서 간의 송수신에 따른 지연시간을 나타낸다. 주요 지연시간으로는 전파의 시간지연, Anchor 및 Tag내의 안테나 및 RF 소자의 시간지연, 그리고 신호처리를 위한 processing 시간지연 등이 있다.

$$T_d = t_{ToF} + 2t_{ADTX} + 2t_{ADRX} \quad (1)$$

식(1)에서  $2t_{ADTX} + 2t_{ADRX}$ 는 전파의 시간지연, 안테나 및 RF 소

자에 의한 지연시간 그리고 신호처리에 의한 시간 지연을 의미한다.

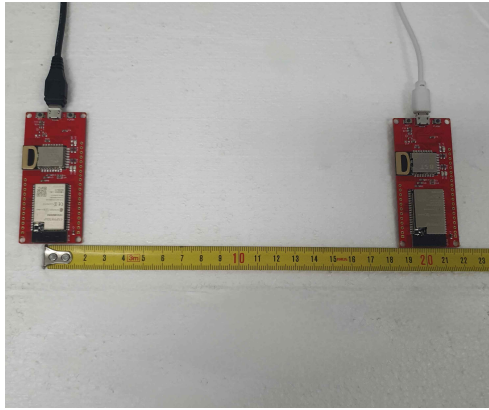


<Fig.1> Antenna Delay

하지만 UWB 센서는 내부의 계산을 통하여 송수신 시간지연  $T_d$ 을 전파의 시간지연  $t_{ToF}$ 로 설정하기 때문에 실제 상호거리보다 먼 거리로 추정하게 된다. 이러한 전파의 시간지연 외 소자 및 신호처리 시간지연  $2t_{ADTX} + 2t_{ADRX}$ 는 측정하기가 어렵기 때문에 간접적인 방법을 통하여 보상하여야 한다.

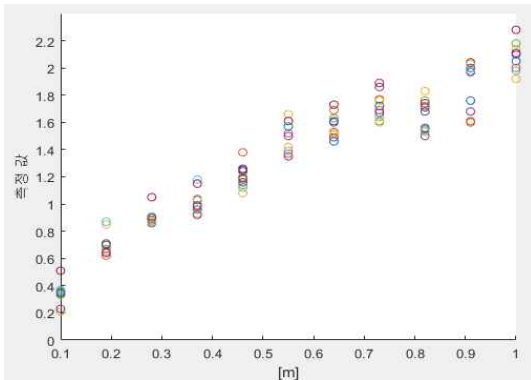
따라서, 실제 거리와 실험을 통해 얻은 Arduino의 Serial Data를 기반으로 하여 Antenna Delay에 관한 연구를 하였다. [1]

이 논문에서는 Positioning 기술로 ToF(Time of Flight)를 기반으로 하는 Decawave 사의 DWM1000을 가지고 실험을 진행하였다. [2] 실험 진행방식은 ESP32 DWM1000을 통해 Arduino code를 적용해서 Serial Data를 얻는 방식으로 진행을 하였다. 측정 방식은 Anchor는 Serial Data를 얻어야 하기 때문에 아래 그림과 같이 노트북과 직접 연결하여 위치를 고정시켰고, Tag를 0~1m를 10cm 간격으로 해당 거리에서 측정 데이터를 획득하는 방식으로 진행하였다.

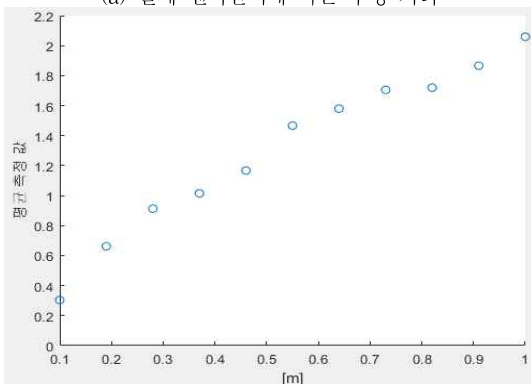


<Fig.2> UWB 센서 측정사진

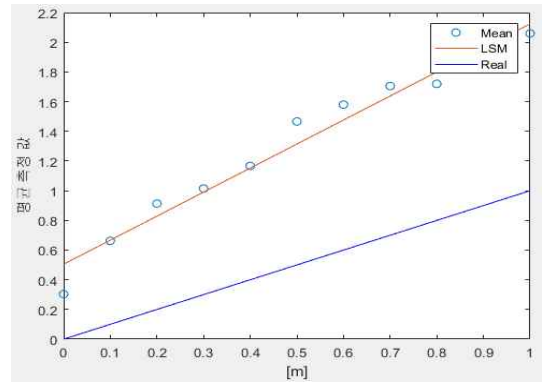
위 방식으로 얻은 Data를 Calibration을 MATLAB을 이용하여 UWB로 측정된 거리 Data와 실제 거리 Data를 비교해서 아래와 같이 도식으로 표현하였다. 이후, 이 측정 값들의 평균값을 적용하여 다음 결과를 얻었으며, LSM(Least Square Method)를 적용하여 선형화를 하였다.



(a) 실제 센서간격에 따른 추정 거리



(b) 추정 거리 산술평균 값



(c) 측정 거리 (평균 값) LSM 적용

<Fig.3> 간격에 따른 추정거리

<Fig.3> (c)는 실제 거리와 LSM을 적용한 추정거리를 나타낸 것으로 동일한 거리를 기준으로 시간 지연이 발생 하는 정도를 확인 할 수 있었다. 이 데이터로부터  $t_{ToF}$ 의 센서 자체에 의한 시간지연을 추정하여 거리계산에 반영하면 추정거리 오차를 보정할 수 있을 것으로 생각된다.

### III. 결론

본 연구는 ESP32 DWM1000을 사용하여 0~1m 구간을 10cm 간격으로 Data를 추출 및 LSM을 적용해서 UWB 통신 모듈의 시간지연에 따른 오차 보상을 위한 Calibration 기법을 연구하였다. 측정 결과, 각 구간 별로 유사한 오차가 야기 되고 있음을 확인했다. 이를 해결하고자 각 Data들을 평균화 하였고, LSM을 적용시켜 선형화 하였다. 따라서, UWB 센서는 각 구간 별로 선형적인 Antenna Delay 특성을 가지고 있음을 확인하였다.

### ACKNOWLEDGMENT

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

### 참 고 문 헌

[1] Y. Gu, A. Lo and I. Niemegeers, "A survey of indoor positioning systems for wireless personal networks," in IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 11, no. 1, pp. 13-32, First Quarter 2009

[2] Jang Byung-Jun. Principles and Trends of UWB Positioning Technology. J. Korean Inst. Electromagn. Eng. Sci. 2022;33(1):1-11. <https://doi.org/10.5515/KJKIEES.2022.33.1.1>