

## 인프라 없는 환경에서의 UWB 태그 3D 상대 측위 기법

3D Relative Positioning Technique for UWB Tags in Infrastructure-less Environments

---

저자 (Authors)	이태경, 고영배 Tae Kyung Lee, Young-Bae Ko
출처 (Source)	<a href="#">한국정보과학회 학술발표논문집</a> , 2019.12, 1316-1317(2 pages)
발행처 (Publisher)	<a href="#">한국정보과학회</a> The Korean Institute of Information Scientists and Engineers
URL	<a href="http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE09301916">http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE09301916</a>
APA Style	이태경, 고영배 (2019). 인프라 없는 환경에서의 UWB 태그 3D 상대 측위 기법. 한국정보과학회 학술발표논문집, 1316-1317
이용정보 (Accessed)	아주대학교 202.30.7.*** 2020/07/20 14:08 (KST)

---

### 저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

### Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

# 인프라 없는 환경에서의 UWB 태그 3D 상대 측위 기법

이태경, 고영배

아주대학교 소프트웨어학과

tph00300@ajou.ac.kr, youngko@ajou.ac.kr

## 3D Relative Positioning Technique for UWB Tags in Infrastructure-less Environments

Tae Kyung Lee, Young-Bae Ko

Dept. of Software and Computer Engineering, Ajou University

### 요 약

본 연구에서는 GPS 혹은 사전 설치되어 있는 인프라에 의존하지 않고 사용자의 디바이스를 중심으로 다른 고정된 디바이스(센서 등)의 위치를 3차원 상에서 정밀하게 추정하고자 한다. 특히 증강 현실 어플리케이션의 Vision을 이용하고, 이를 UWB로 통신하여 AR 어플리케이션 상에 이를 적절한 위치에 표시함으로써 직관적이고 효과적인 UI 또한 제공이 가능하다.

### 1. 서 론

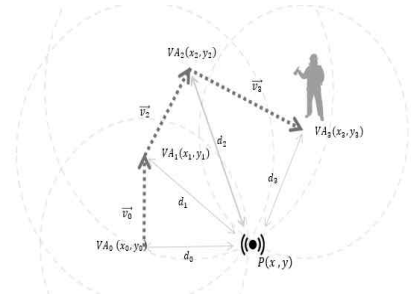
최근 국내외에서 사용자나 사물의 위치를 인식하는 측위 기술에 대한 관심이 높아져 가고 있다. 또한 증강 현실에 대한 관심도 함께 높아져 가고 있다. 이에 본 논문에서는 주변 인프라가 존재하지 않는 환경에서 UWB 무선통신을 기반으로 증강 현실 어플리케이션에서 주변 사용자 혹은 사물의 위치에 대한 정확한 3차원 위치에 대한 인지를 위한 상대측위 기법을 제안한다. 제안된 시스템은 [그림 1]과 같이 인프라가 없는 환경에서 센서의 위치를 증강 현실을 통해서 나타낸다.



[그림 1] 제안된 시스템을 통한 동작 예시도

본 논문에서는 관련 선행 연구로서 [1] 논문을 바탕으로 하여 센서로부터 필요한 정보를 수신하고 해당 센서의 위치를 인식한다. 또한 모바일 디바이스의 증강현실 어플리케이션을 이용하여 사용자의 디스플레이에 해당 센서의 위치를 실시간으로 전달하여 사용자의 편의에 도움을 주고자 한다.

[1] 논문에서는 [그림 2]와 같이 모바일 디바이스의 사용자가 센서 태그 P의 위치를 측정하기 위해 주위를 이동하면서 가상 앵커 VA를 생성한다.



[그림 2] 모바일 사용자의 이동 경로 기반 센서 태그 상대 측위 개념도

VA(Virtual Anchor)는 가상의 앵커로, 모바일 디바이스가 이동하면서 UWB 통신을 통해 센서의 위치를 알기 위해 지정하는 Location Point이다. 각 VA는 상대 위치 좌표를 가지고, Tag기기와의 UWB Transceiver에서 패킷의 RTT값을 이용하여 상대 거리 값  $d$ 를 가진다. 이를 통해 생성된 VA의 위치값과  $d$  값들을 기반으로 Chan's Hyperbolic Estimation[2] 알고리즘을 통하여 센서 태그의  $P(x, y)$ 의 위치를 인식하는 기법을 제시하였다.

하지만 [1]에서 제안하는 기법은 2차원 공간만을 고려하여 높이 값을 고려하는 3차원 공간을 측위 할 수 없는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 3차원 환경에서도 정확한 상대 측위가 가능한 상대 측위 기법을 제안한다.

본 논문에서는 제안하는 기법은 모바일 디바이스와 센서간의 UWB 무선 통신을 통해 측정된 사물간의 상대 거리와 V-SLAM[3]을 통해서 측정된 사용자의 변위를 Tailer Series에 적용하여 사물의 정확한 3차원 좌표를 추정한다.

## 2. 본 론

### ① 제안 기법

본 논문에서 제안하는 기법은 기존의 기법에서  $z$ 축에서의 오차를 줄이기 위해 Tailer Series 중 점층 대입법을 활용한 방식이다. 대상은 사물의 UWB 통신 센서가 부착되어있는 Tag라고 명명한다.  $\vec{V}(x_i, y_i, z_i, d_i)$ 는 VA 들의 집합으로써 VA의 상대 좌표  $(x_i, y_i, z_i)$ 와 Tag 기기와 VA 간의 상대 거리인  $d_i$ 를 가진다. 이는 VA를 생성하는 각 시점에서 V-SLAM을 통하여 상대 좌표를 구하고 UWB의 2-Way Ranging을 통하여 상대 거리를 구하였다. 또한 기존 기법의 Chan's Hyperbolic Estimation[2]을 통해 Tag의 추정 좌표  $(x, y)$ 를 측정하여 진행하였다.

$$e_i(z) = d_i - ((x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 + (z - z_i)^2) \dots (1)$$

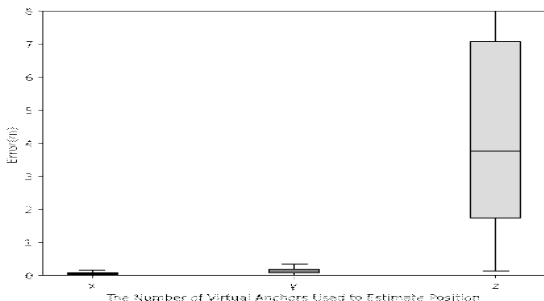
$$E_i(z) = \sum_{i=0}^{|V|} e_i(z) \dots (2)$$

$$H = \operatorname{argmin}(E_i(z)) \dots (3)$$

(1)의  $e_i$ 는 가상 앵커  $V_i$ 를 사용하였을 때의 추정 좌표  $(x, y, z)$ 와 실제 거리간의 측위 오차를 나타낸다. (2)는  $z$ 축 값에 따른 VA에 대한 모든 오차들의 합을 나타낸다. (3)은 오차의 합을 최소화한  $z$ 축 값을 최종적으로 H에 나타낸다. 해당 알고리즘을 이용하여, 모바일 디바이스 상에서 Tag 기기의 3차원 좌표의 해  $(x, y, H)$ 를 구할 수 있다.

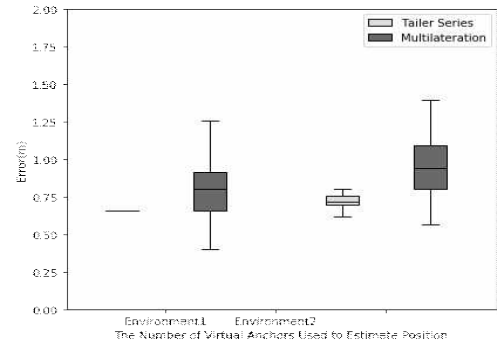
### ② 구현 및 결과 분석

제안 기법 구현을 위해 안드로이드 플랫폼에서 AR 어플리케이션을 위한 개발 환경을 제공하는 ARCore 소프트웨어 개발 키트와 이를 지원하는 안드로이드 디바이스를 사용하였다. UWB 송수신기로는 Decawave DWM1001 모듈을 사용하였다. 두 개의 UWB 송수신기를 사용하였는데, 하나는 측정 환경 중간에 배치되는 Tag 센서의 역할을 맡고, 다른 송수신기는 사용자의 디바이스에 부착되어 Tag 센서와 2-Way Ranging을 한다.



[그림 3] 기존 기법의 H 값 오차 Range

[그림 3]는 기존 기법에서의 정확도를 나타내기 위하여 상술한 환경에서의 오차를 그래프로 나타낸 것이다. X축, Y축 좌표값의 오차가 0.3m에 수렴하는 반면 Z축 좌표값의 오차는 최대 25 m 까지 발생하였다.



[그림 4] 2가지 환경에서의 다변 측량, Tailer Series 오차

[그림 4]은 측위의 결과를 나타내기 위하여 위의 상술한 환경에서 제안한 기법을 통해 계산한 Z축 값들의 오차 그래프이다. 기존의 많은 오차가 발생했던 Z축 값의 오차 정도가 Multilateration(다변측정법)을 사용하였을 경우, 두 개의 환경에서 모두 0.4 m ~ 1.4 m의 오차를 보여주었다. 반면 Tailer Series를 사용한 경우 일정한 오차가 발생하며 Multilateration에 비해 균일하고 적은 오차를 보여주었다.

## 3. 결 론

본 논문에서는 실내의 비-인프라 환경에서도 AR 어플리케이션을 활용하여 사용자의 디바이스를 중심으로 센서의 위치를 Chan's Algorithm을 통하여 2차원 좌표 뿐만 아니라 제안 기법을 통해 3차원 좌표 값까지 구하는 센서 상대 측위 기법을 제안하고 실험 결과를 보였다.

향후 연구에서는 움직이는 상태에서의 사물을 탐지하는 시나리오에서 3차원 측위에 대한 정확도를 올리는 연구가 진행될 예정이다. 또한 본 논문에서의 시나리오보다 벽과 장애물이 존재하는 NLOS(Non Line-Of-Sight) 환경에서의 VA를 통한 데이터를 활용하여 성능 개선을 활용할 예정이다.

## ACKNOWLEDGMENT

“본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 수행결과로 추진되었음” (2015-0-00908)

## 참고 문헌

- [1] 최홍범, 고영배, 한국통신학회 학술대회논문집, Vol.2019 No.1, [2019] pp. 300-301
- [2] Chan, Y.T., and K.C. Ho. “A Simple and Efficient Estimator for Hyperbolic Location.” IEEE Transactions on Signal Processing 42, no. 8 (August 1994): 1905-15. <https://doi.org/10.1109/78.301830>.
- [3] H. Lategahn, A. Geiger, and B. Kitt, “Visual SLAM for autonomous ground vehicles,” in Proc. IEEE Int. Conf. Robot. Automat., May 2011, pp. 150-156.