

# 무인 항공기의 실내 로컬리제이션 방법에 대한 다양한 연구와 그 한계에 대한 서베이

김덕진, 박세웅\*

서울대학교 뉴미디어통신공동연구소

djkim@netlab.snu.ac.kr, \*sbahk@snu.ac.kr

## A Survey on Various Research Studies and Limitations Regarding Indoor Localization Methods for UAV (Unmanned Aerial Vehicles)

Deokjin Kim, Saewoong Bahk\*

Seoul National University, Institute of New Media and Communications

### 요약

본 논문은 최근 주목받고 있는 무인 항공기의 실내 어플리케이션에 적용 시 필요한 실내 로컬리제이션에 다양한 방법들에 대해 살펴본다.

#### I. 서론

최근 무인 항공기(UAV)를 활용한 어플리케이션들이 증가하고 있다. 물품 배송, 중요 설비들의 관리, 그리고 사람 및 차량에 대한 안전을 위해 감시 및 촬영과 같이 야외 어플리케이션들이 대표적이지만, 최근에는 실내 어플리케이션에 대한 수요가 급속도로 증가하고 있다. [1] 대표적인 예로는 물류 창고에서의 물품 관리, 실내 물류 배송 등이 존재한다.

하지만 이러한 무인 항공기의 실내 어플리케이션 적용을 위해서는 정확한 위치 정보가 필요하지만, 실내 환경의 여러 가지 특성들로 인해 정확한 위치 정보를 얻기 힘들어진다. 따라서 이런 실내 환경에서 정확한 위치 정보를 얻기 위해 다양한 방법들을 사용한 연구들이 많이 이루어졌고, 본 논문에서는 각 방법들을 살펴보며 한계점을 제시하고 후속 연구 방향을 제안한다.

#### II. 본론

실내 환경은 기본적으로 GPS 정보를 활용하기 힘든 환경이다. 위성 신호가 건물 벽을 통과하며 감쇄가 나타나기 때문에 신호 세기가 약해지기 때문이다. 이뿐만 아니라 실내에는 다양한 구조물들이 존재하기 때문에 목표로 하는 무인 항공기까지의 NLoS 성분이 많이 존재하고, 원하지 않는 multipath 들이 생겨나게 된다. 이로 인해 정확한 실내 위치 정보를 얻는 것은 어려운 일이고 이를 해결하기 위해 다양한 연구들이 아래와 같이 진행되었다.

먼저 Yimiao Sun[1]의 연구에서는 여러 대의 마이크를 이용하여 무인 항공기 프로펠러에서 나오는 음향 신호들을 분석하고 이를 이용하여 역으로 무인 항공기의 위치를 추적하는 실내 로컬리제이션을 진행하였다.

Guoxuan chi 의 연구[2]에서는 우리 주변에서 쉽게 접할 수 있는 Wi-fi 신호를 사용하여 실내 로컬리제이션을 진행하였다. 해당 논문은 실제 Wi-fi AP(Access Point)를 무인 항공기와 결합시켜 실내 위치 정보를 얻는 연구를 진행하였다.

Bernhard Grobiwindhager 의 연구[3]에서는 높은 정확도를 얻기 위하여 UWB(Ultra-Wideband) 센서를 이용하여 실내 로컬리제이션을 진행하였다. UWB 센서는 TWR(Two-Way-Ranging)을 사용하여 거리 정보를 얻기 때문에 cm 단위의 정확도를 얻어낼 수 있어 실내 로컬리제이션에 자주 사용이 된다.

앞선 연구들은 실내 위치 정보를 얻기 위하여 진행되었지만 한계점들이 분명 존재한다. [1]의 경우에는 실내정보를 얻기 위해 추가적인 하드웨어가 다량으로 필요하고 또한 하드웨어의 위치의 고정으로 인해 사용할 수 있는 환경 크기에 제약이 존재한다. [2]의 경우에는 우리가 쉽게 접할 수 있는 신호를 활용하였지만 AP 의 크기가 너무 크기 때문에 실제 산업에 사용할 때 실용성이 떨어진다는 점이 존재한다. [3]의 경우에는 무인 항공기에 추가적인 하드웨어를 부착하여야 하고, 또한 센서의 수가 늘어날수록 위치 정보를 얻는데 걸리는 시간이 크게 증가한다는 한계가 존재한다. 이러한 한계들을 피하기 위해 최근에는 스마트폰을 사용하여 실내 위치 정보를 얻는 아래의 연구가 진행되었다.

Yanzhi Ren 의 연구[4]에서는 UE(User Equipment)에서 나오는 beep signal 과 해당 신호가 NLoS 성분들에 의하여 반사되는 echo 신호를 이용하여 실내 로컬리제이션을 진행하였다.

#### III. 결론

무인 항공기의 성공적인 실내 어플리케이션 적용을 위해서는 정확한 실내 위치 정보가 필요하다. 이렇듯 정확한 실내 위치 정보를 얻기 위해 많은 연구들이

진행되었지만, 각 방법들마다 한계점들이 명확히 존재하기 때문에 이러한 한계점들을 극복함과 동시에 보다 더 나은 정확도를 가지는 실내 로컬리제이션 방법이 필요하다. 뿐만 아니라 앞선 논문들을 통하여 높은 정확도를 얻음과 동시에 전체적인 비용의 절감 그리고 추가적인 하드웨어의 최소화를 통해 실제 실내 어플리케이션에 적용시킬 수 있는 실용성까지 견비하여야 정말로 사용이 가능한 실내 로컬리제이션의 방법임을 시사한다.

## ACKNOWLEDGMENT

\* 이 논문은 2022 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2022R1A5A1027646).

## 참 고 문 헌

- [1] Yimiao Sun, Weiguo Wang, Luca Mottola. "AIM: Acoustic Inertial Measurement for Indoor Drone Localization and Tracking," *SenSys*, 2022.
- [2] Guoxuan Chi, Zheng Yang. "Wi-drone: Wi-fi-based 6-DoF Tracking for Indoor Drone Flight Control," *MobiSys*, 2022
- [3] Bernhard Grobiwindhager. "SnapLoc: An Ultra-Fast UWB-Based Indoor Localization System for an Unlimited Number of Tags," *IPSN*, 2019
- [4] Yanzhi Ren. "Robust Indoor Location Identification for Smartphones Using Echoes from Dominant Reflectors," *IEEE Transactions on Mobile Computing*, May, 2024