

UWB 통신을 이용한 드론의 실내 위치 측위 시스템

최규현, 김동욱, 백돈규*
충북대학교

cgh932@chungbuk.ac.kr, gg05203@chungbuk.ac.kr, donkyu@cbnu.ac.kr

Drones' Indoor Positioning System Using UWB Communication

Choi Gyu Hyeon, Kim Dong Uk, Donkyu Baek*

Chungbuk National University

요약

본 논문에서는 GPS의 한계로 인해 제한된 실내 환경에서 드론의 정확한 위치 측위를 위해 UWB(Ultra-Wideband) 통신 기술을 제안하였습니다. TDOA와 삼변측량법을 활용하여 구현한 시스템은 안정적인고 정확한 위치 측위 결과를 제공하며, 다양한 응용 분야에서의 활용 가능성이 높습니다. 실험 결과를 통해 UWB 기술을 활용한 드론의 실내 위치 측위 시스템이 약간의 오차를 제외하고 효과적으로 작동한다는 결론을 도출하였습니다. 향후 연구에서는 정확도 향상을 위한 개선과 적용 확장을 진행할 것으로 기대됩니다.

I. 서론

GPS(Global Positioning System)은 실외 측위 기술 중 가장 보편적이고 널리 확산되어있는 기술이다. 하지만 실내 환경으로 들어가게 되면 유동 인구, 각종 장비들, 기둥과 벽 등과 같은 다양한 장애물들이 복잡하게 구성되어 있기에 위치를 정확하게 확인하기 어렵다. 이러한 실내 환경에서의 GPS의 한계로 인해 IPS(Indoor Positioning System)의 개발과 연구가 활발히 이루어지고 있으며 IPS는 GPS의 한계를 인정하고 실내에서의 위치 측위를 높이기 위한 기술적 해결책을 제시하고 있다[1,2].

또한 현대 사회에서 드론 기술은 급속한 발전을 이루어 나가고 있으며, 실내 활동이 다양해짐에 따라 드론의 실내 활동에 대한 활용성도 높아지고 있다. 이에 드론이 실내 환경에서 안전하게 운용되기 위해서는 정확하고 신뢰성 있는 위치 측위 시스템이 필수적이다.

IPS 기술을 활용하여서 실내에서 작동하는 드론의 데이터를 수집 및 처리하기 위해서 무선 통신 기술을 활용하여 위치 기반 서비스를 제공하여야 한다. 이러한 기술을 실생활에 적용하기 위해서 정확도 및 다중 경로 간섭 문제를 해결하여야 한다.

본 논문에서는 설명한 문제점들을 해결하기 위해 UWB(Ultra-Wideband) 기술을 제안한다.

II. 본론

일상에서 가장 대중화되어 있는 무선 통신 기술로는 Wi-Fi와 Bluetooth가 있다. 하지만 Wi-Fi는 다중 경로 간섭이 발생하기 쉽고 Bluetooth는 1:1 통신을 추구하여서 많은 수의 장치들을 동시에 관리하기 어렵다.

반면 UWB 통신은 정확한 위치 측위를 위한 고해상도를 제공한다. 매우 짧은 전파 펄스를 사용하여 다수의 다중 경로 간섭을 극복하면서, 세밀한 실내 공간에서의 위치 측위에 뛰어난 성능을 보여준다. 둘째로,

UWB는 낮은 전력에서도 높은 데이터 전송률을 유지할 수 있어, 저전력 모드를 활용함으로써, 실내 환경에서 지속적인 위치 측위를 수행하면서도 에너지 효율성을 높일 수 있다. 마지막으로, UWB는 실내에서 다중 경로 간섭에 강한 특성을 가지고 있다. 이는 많은 변수들과 장애물이 많은 실내 환경에서도 안정적인 위치 측위를 가능하게 한다.

UWB 기술을 사용하기 위해 DWM1000이라는 디바이스를 사용한다. DWM1000은 Decawave사가 개발한 초광대역(Ultra-Wideband, UWB) 무선 모듈로, 정밀한 실내 위치 측위 및 태그 간의 거리 측정을 위해 사용되는 장치이다. 앵커로 실시간으로 바뀌는 드론의 정확한 위치를 측정하기 위해 무선통신에서 사용되는 위치 측위 기술 중 하나인 TDOA(Time Difference of Arrival)를 사용한다. TDOA는 여러 앵커로부터 동일한 신호가 tag에 도달하는 시간 차이를 활용하여 위치를 측정한다. 각 앵커에서 동일한 신호를 거리에 따라 전송하면, tag에서는 이 신호들을 감지하고 시간 차이를 측정함으로써 위치를 결정하는데 이를 위해 삼변측량법을 활용한다[3].

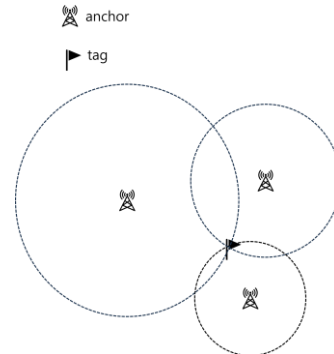


그림 1. 삼변측량법

삼변측량법은 그림 1과 같이 각 앵커를 중심으로 하고 tag와의 거리를 측정하여 그 거리를 반지름으로 갖는

원을 그린 후에 각 원들의 교점을 통해 tag의 위치를 측정한다. 삼변측량법을 사용하게 되면 2차원일 경우에는 최소 3개, 3차원일 경우에는 최소 4개의 앵커가 필요하다. 이와 같이 세 개 이상의 앵커로부터 시간 차이를 이용하여 tag의 위치를 결정한다. 삼변측량법은 세 개 이상의 앵커를 활용하여서 수신된 신호의 거리로 대상의 위치를 결정하는 원리를 기반으로 작동한다.

실내 위치 측위 시스템은 움직이는 드론의 위치를 실시간으로 측정해야 하기 때문에 UWB Module, Controller, Bluetooth Module, LI Battery를 사용한다. UWB 모듈은 주기적으로 UWB 신호를 송신하며, 드론으로부터 도착한 시간을 측정한다. Controller는 UWB 모듈로부터 수신된 데이터를 처리하여 도착 시간 차이를 계산하고 이를 기반으로 드론의 위치를 산출하는 삼변측량법을 사용한다. Controller에서 계산된 드론의 위치 정보는 블루투스 모듈을 통해 외부로 전송된다. 이를 통해 사용자는 실시간으로 드론의 위치를 확인하고 제어할 수 있다. 리튬이온 배터리는 Controller에 전원을 공급합니다. Controller는 시스템을 구현하기 위해 FPGA 보드 (Xilinx Spartan6)를 사용하였다. 아래 그림 2는 구현한 실내 위치 측위 시스템을 보여준다.

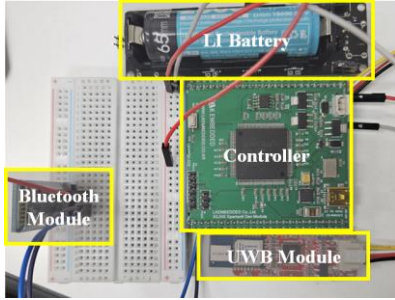


그림 2. 실내 위치 측위 시스템 구현

실생활에 적용해보기 위해서 다음과 같이 실험을 진행하였다. 그림 3 (a)에서 anchor1의 좌표는 (0,0)이고 anchor2의 좌표는 (0,16), 그리고 anchor3의 좌표는 (16,16)이다. 좌표 1당 거리는 약 27.5cm 이고 총 규격은 약 4.4m 이다. 측정의 정확성을 높이기 위해 각 앵커의 높이를 최대한 같게 하였으며 anchor3이 위치한 공간은 벽이 가로막고 있으며 UWB 통신이 실내에서 벽과 같은 장애물들이 존재해도 통신이 잘 되는지에 대해 확인한다. 계획한 경로는 그림 3 (b)와 같으며 예상 경로대로 tag가 이동했을 때 해당 경로와 같이 실내 측위된 위치 좌표가 나오는지 확인한다.



그림 3. 데이터 분석을 확인할 공간 : (a) 실험 공간 (b) 실험 경로

측정된 결과는 그림 4와 같다. 측정된 결과에서 빨간색 X 표시가 tag가 움직였을 때 실내 측위된 위치 좌표이고 검은색 점들이 실내 측위된 위치와 관계없는 오차이다. 측정된 결과에서 발생한 약간의 오차는 tag가

경로를 지나가면서 anchor3 앞에 있는 벽에 의해 발생한다고 판단되며, 실험 결과를 종합했을 때, UWB 통신을 활용한 드론의 실내 위치 측위 시스템이 약간의 오차를 제외하고 효과적으로 작동한다는 결론을 도출하였다.

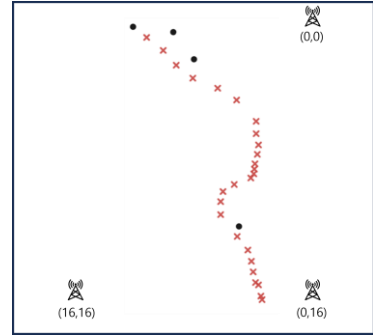


그림 4. 실내 측위된 위치 좌표

III. 결론

본 논문에서는 UWB(Ultra-Wideband) 통신 기술을 바탕으로 한 드론의 실내 위치 측위 시스템을 소개하였다. GPS가 제한된 실내 환경에서의 한계를 극복하기 위해 UWB 기술을 제안하였으며 TDOA와 삼변측량법을 사용하여 드론의 이동 경로를 효과적으로 측정하는 시스템을 구현하였다. 본 논문에서 제안한 실내 위치 측위 시스템의 정확도를 판단하기 위해 실내 공간에서 시스템이 잘 구현되었는지 검증하였고 안정적인 위치 측위 결과를 제공받았다. 이러한 시스템은 다양한 응용 분야에서 활용 가능하며, 오차 감소 및 정확도 향상을 위한 개선을 진행하여 정확한 위치 정보의 수요가 높은 환경에서의 적용 가능성을 위한 더욱 효과적인 드론 실내 위치 측위 시스템을 구축하는 것이 필요하다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2020R1A6A1A12047945).

참고 문헌

- [1] Yanying Gu, Anthony Lo, and Ignas Niemegeers, "A survey of Indoor Positioning Systems for Wireless Personal Networks" IEEE Communications Surveys & Tutorials (Volume: 11, Issue: 1, First Quarter 2009), pp.13-17
- [2] Hui Liu, Houshang Darabi, Pat Banerjee, and Jing Liu, "Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems" IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews) (Volume: 37, Issue: 6, November 2009), pp. 1067-1069
- [3] 서준호, 정용환, 배영준, 유홍석, 김영덕, 김동균, "로봇의 이동 경로 추적을 위한 UWB 기반의 실내 측위 시스템 개발" The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences '19-04 Vol.44 No.04, pp.703-705