

# 드론을 활용한 시설물 상태 점검 자동화를 위한 요소기술 분석

A analysis of element technology for Automation of Facility Inspection using Drone

여창재\*      유정호\*\*  
Yeo, Chang-Jae,    Yu, Jung-Ho

키 워 드 : 드론, 시설물 상태점검, 실내위치추적

Keywords : Drone, Facilities Inspection, Real-Time Location System

## 1. 서론

건축물이 대형화, 복잡화 되면서 시설관리의 중요성도 같이 증가되고 있다. 특히, 고층의 대형 시설물의 경우 검사자가 직접 장비를 가지고 검사하기에는 위험성이 매우 높고 시간과 비용이 많이 걸리는 문제가 있다. 또한 이러한 직접검사는 다수의 구조물을 검사하는데 있어 작업이 매우 위험하고 시간이 많이 소요되며, 정확한 진단이 어려운 문제점이 있다. 이를 해결하기 위하여 드론을 활용한 시설물 유지관리 방법이 주목받고 있으며, 시설물 유지관리에 드론을 활용하기 위한 연구들이 이루어지고 있다. 드론이 시설물 유지관리 활동을 직접적으로 수행하는 것은 아니지만, 센서를 가지고 데이터를 수집할 수 있는 훌륭한 플랫폼으로써 기대 받고 있다(Quentin F.M. Dupont 외 3명, 2017). 시설물 유지관리에 드론을 활용하는 연구로는 드론에 탑재된 카메라를 활용하여 강재교량의 녹감지, 콘크리트 교량의 균열을 감지하는 연구(M. D. Phung 외 3명, 2016)와 대규모시설인 태양광 시설에서 열화상카메라와 태양광 패널의 특성을 활용하여 오작동되는 태양광 패널을 판별하는 연구(김창윤 외 1명, 2016) 등이 이루어졌다. 하지만, 이러한 연구들의 대부분은 사람이 직접 드론을 조종하여 시설물의 상태를 점검하기 때문에 드론을 조정하기 위한 전문가가 필요하다. 유지관리 전문가가 아닐 경우, 드론에 의해 촬영된 이미지를 즉시 분석하지 못하므로, 이로 인한 시간 손실이 발생한다. 이를 해결하기 위해서는 드론의 자동운행을 통한 시설물 유지관리가 이루어져야 한다.

드론을 활용한 유지관리의 자동화를 측정센서, 카메라, 상태정보 분석소프트웨어 등 다양한 요소기술이 필요하다. 하지만, 자동화를 실현하기 위해서는 위치추적기술이 가장 중요하다. 그러나 위치추적 기술의 정확도는 기술의 유형, 주변상황 조건들에 따라 다르게 나타난다. 따라서 시설물 상태점검 시, 파이프와 같이 폭이 좁고 길이가 긴 대상이나, 작은 크기의 객체는 위치정보가 일정수준이상 정확하지 않을 경우, 측정이 제대로 이루어지지 않을 수 있다. 이를 해결하기 위해서는 드론의 자동운행을 통한 상태점검 시, 건물의 유형, 점검대상 등에 적합한 실시간 위치추적기술을 선택해야 한다. 이에 본 연구에서는 시설물 상태점검 자동화를 위하여 기존 실시간 위치추적 기술의 정확성에 대하여 분석 하였다.

## 2. 실내위치 추적 기술 분석 및 고찰

실시간위치추적 기술은 RFID, GPS, UWB, WLAN 등이 다양한 기술들이 있다. 이러한 기술들은 보통 삼각측량법을 활용하여 위치를 계산하는데, 삼각측량법은 신호감쇠를 이용하여 거리를 계산하기 때문에 정확한 거리 측정이 어려우며, 특히, 벽, 문과 같은 물리적 장애요인과

다른 전파로 인한 신호의 간섭요인 등으로 인해 실내공간에서 정확도가 낮게 나타난다. (최민석, 2017). 또한 각 기술에서 활용하는 무선주파수의 세기나, 신호의 특성에 의해 각 기술별로 정확도의 차이가 나타난다. 본 연구에서는 보편적으로 활용되고 있는 기술인, GPS, RFID, UWB, WLAN, 초음파, 블루투스 기술의 위치정확도를 분석하였으며, 다음과 같다.

### 1) GPS(Global Positioning System)

GPS는 가장 보편적인 위치추적시스템이며, 정확도는 10m 정도이다. 또한 GPS의 오차를 줄이기 위하여 GPS를 Beacon과 함께 사용하여 정확도를 높이기 위한 연구가 진행되었으며, 밀도가 높은 지역에서 위치를 추적할 경우 평균 오차가 10m미만으로 나타났다(M. Lu외 4명, 2007). 하지만 GPS는 실내에서인공위성으로부터 수신되는 전파의 세기가 약해지기 때문에 실내에서는 활용할 수 없는 한계점을 가진다.

### 2) RFID

RFID는 무선 주파수를 이용하여 전자태그를 부착한 객체를 리더가 자동으로 인식하고 정보를 읽는 기술로써, 빠른 인식속도, 인식률, 많은 데이터 저장능력을 가지고 있다. RFID기반 위치추적 기술의 정확성은 연구방법마다 다르지만, 장애물이 없는 상태일 때, 적게는 0.28m에서 크게는 3.7m까지 발생하였으며(J. Song 외 2명, 2006, D.G. Torrent 외 1명, 2009) 장애물이 있는 경우, 최대 30m 까지 오차가 발생하는 것으로 연구(S. Taneja외 5명, 2012)되었다. RFID는 다양한 위치 기술 및 알고리즘을 사용하여 향상 시킬 수 있다.

### 3) UWB(Ultra Wide Band)

UWB는 500MHz이상의 무선 주파수를 활용하여 위치를 추적하며, 짧은 펄스를 통해 반사된 신호를 원래 신호에서 필터링하여 실내 환경의 다중 경로 왜곡을 극복하고, 더 정확한 결과를 제공할 수 있다. UWB의 평균 오차는 50cm이내이며, 넓은 지역에 배치될 때 정확도가 낮다(H.M. Khoury외 1명, 2009). 또한 신호의 세기와 태그의 수를 통해 정확도를 높일 수 있지만, 장애물이 정확도에 큰 영향을 준다.

### 4) WLAN

WLAN은 기존에 구축된 통신 네트워크 사용이 가능하여 새로운 기반 시설 구축이 필요 없으며, 노트북 또는 무선 랜카드를 장착하고 있는 이동 객체에 대한 위치추적 시스템은 소프트웨어수준에서 간단히 구현될 수 있는 장점이 있다. S. Wo외 6명(2011)의 연구에서 WLAN의 위치정확도를 굴착공사현장에서 측정한 결과, 정적일 경우 수직방향으로 6.89m, 수평방향으로 4.53m의 오차가 발생하며, 동적일 경우, 오차가 0.63m ~ 5.92m까지 발생하는 것으로 확인되었다.

### 5) 초음파

초음파기반의 위치 추적 시스템은 낮은 시스템 비용, 안정성, 확장성, 높은 에너지 효율성등의 측면에서 다른 RTLS에 비해 많은 이점을 제공합니다. 초음파기반 위치 추적 시스템은 1~10cm 수준의 정확도로 세밀한 위치를

\* 일반회원, 광운대학교 대학원 건축공학과 석박사통합과정, yeo089@kw.ac.kr

\*\* 종신회원, 광운대학교 대학원 건축공학과 교수, myazure@kw.ac.kr

제공합니다. 하지만, 초음파 신호는 벽을 관통할 수 없으며, 반사된 신호 및 금속 물체에 의해 발생하는 잡음으로 인해 신호가 왜곡될 수 있다(F. Ijaz 외 3명, 2013).

6) 블루투스

Bluetooth는 근거리에서 데이터를 교환하기 위한 무선 기술이며, 최근 Bluetooth 4.0은 기존의 Bluetooth에 비해 수신범위의 확장, 낮은 소비전력 등의 장점으로 인해 활용성이 높아졌다. Bluetooth 4.0 정확도는 정적일 때 1.19m, 동적일 때 3.62m 정도의 오차가 발생한다(B. T. Wang, Mehdi 외 4명, 2013).

표 1. 실시간위치추적기술 분석 결과

기술명	위치오차	비고
GPS	평균 10m 미만	가장 보편적인 위치추적기술이지만, 실내에서 활용이 제한적임
RFID	장애물 있을 경우, 최대 30m 장애물 없을 경우, 0.28m~3.7m	태그 유형에 따라 측정거리 및 비용의 차이가 있으며, 결과적으로는 비용이 높음.
UWB	평균 50cm 미만	실내환경에서 활용하기 가장 적합한 기술이지만, 넓은지역에서는 정확도가 낮아짐.
WLAN	정적일 경우, 6.89 동적일 경우, 0.63m~5.92m	기존의 통신망을 활용하기 때문에 비용이 저렴하지만, 정확성이 타기술에 비해 낮음.
초음파	평균 10cm 미만	가장 정확성이 높지만, 장애물을 투과할 수 없는 한계가 있음.
블루투스	정적일 때, 1.19m 동적일 때, 3.62m	낮은 전력소비로 배터리 수명이 길며, 비용이 저렴함.

분석결과, 분석한 위치추적기술은 각 기술별로 차이가 있지만, 모든 기술이 오차를 가지고 있었다. 이러한 기술에서 오차가 발생하는 이유는 무선신호를 바탕으로 위치를 추적하기 때문에 주파수의 세기, 주변 환경 등에 영향으로 오차가 발생한다.

또한, 연구마다 정확도의 측정 상황이 달라 기술별로 동일한 상황에서의 비교는 어렵지만, 가장 정확도가 높은 기술은 초음파를 활용한 위치추적기술로 조사되었었다. 하지만, 초음파는 장애물을 통과 할 수 없는 한계점이 있지만, 장애물이 없고 넓은 대공간에서 활용도가 높을 것으로 보인다. UWB는 실내공간에서 활용하기는 적합하나 넓은 지역에서는 정확성이 많이 떨어지는 것으로 조사되었다. 그리고 블루투스 기술은 에너지 효율성 등의 측면에서 다른 RTLS에 비해 많은 이점을 제공한다. 이처럼 실시간위치추적기술은 기술의 유형 및 사용 환경에 따라 정확도가 다르게 나타나기 때문에 건물의 유지관리를 위해 사용하기 위해서는 건물의 특성 및 사용 환경(실내외, 장애물 등), 등을 고려하여 적합한 실시간 위치추적 기술을 적용해야한다.

3. 결론

본 연구에서는 드론을 활용한 유지관리 업무의 자동화를 위하여 다양한 실시간 위치추적 기술(GPS, RFID, WLAN, UWB, 초음파, 블루투스)의 위치 정확도를 분석하였다. 실내위치추적과 관련한 기존 연구들을 고찰한 결과, 기술의 유형에 따라 정확도가 차이가 많이 나며, 장애물의 유무, 동적 및 정적 상황들에 따라 같은 기술이어도 정확도의 차이가 나타나는 것으로 나타났다. 따라서 향후 유지관리 상황에 적합한 실시간위치추적 기술 도출을 위해 시설물의 유지관리 유형과 상황을 분류하는 연구가 필요하다. 그리고 위치에 대한 오차가 존재하므로 유지관리시의 정확도로 인한 문제는 지속적으로 발생할 것으로 보인다. 따라서 향후 위치추적의 정확도를 높이기 위한 보정방법에 대한 연구가 이루어져야한다. 본 연구에서 분석한 실시간위치추적기술의 장단점을 바탕으로 유지관리 업무에 가장 적합한 실시간 위치추적 기술을 도출하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. NRF-2017R1A2B4012228)

참고문헌

김창윤, 윤준희(2016), 드론 기반 태양광 패널 상태 모니터링 기술 개발, 한국건설관리학회 학회지, 제17권 제1호, pp 35-36

최민석(2017), 핑거프린팅 기반 정확한 실내 위치 측위 알고리즘 연구, 상명대학교 대학원 석사학위논문

D.G. Torrent, C.H. Calda(2009), Methodology for Automating the Identification and Localization of Construction Components on Industrial Projects, *Journal of Computing Civil Engineering*, 23 (1), pp. 3-13

F. Ijaz ; Hee Kwon Yang ; A. W. Ahmad ; Chankil Lee(2013), Indoor positioning: A review of indoor ultrasonic positioning systems, *15th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, pp1146-1150

H.M. Houry, V.R. Kamat(2009), Evaluation of position tracking technologies for user localization in indoor construction environments, *Automation in Construction*, 18 (4), pp. 444-457

J. Song, C.T. Haas, C.H. Caldas(2006), Tracking the location of materials on construction job sites, *Journal of Construction Engineering Management*, 132 (9) , pp. 911-918

M.D. Phung, C.H. Quach, T.H. Dinh and Q. Ha(2017), Enhanced discrete particle swarm optimization path planning for UAV vision-based surface inspection, *Automation in Construction*, 81, pp25-33

M. Lu, W. Chen, X. Shen, H.C. Lam, J. Liu (2007), Positioning and tracking construction vehicles in highly dense urban areas and building construction site, *Automation in Construction*, 16 (5), pp. 647-656

Quentin F.M. Dupont, David K.H. Chua, Ahmad Tashrif and Ernest L. S. Abbott(2017), Potential Applications of UAV along the Construction's Value Chain, *7th International Conference on Engineering, Project and Production Management*, 182, pp165-173

S. Woo, S. Jeong, E. Mok, L. Xia, C. Choi, M. Pyeon, J. Heo(2011), Application of WiFi-based indoor positioning system for labor tracking at construction sites: a case study in Guangzhou MTR, *Automation in Construction*, 20 (1), pp. 3-13

S. Taneja, A. Akcamete, B. Akinci, J.H. Garrett Jr., L. Scibelman, E.W. East(2012), Analysis of three indoor localization technologies for supporting operations and maintenance field tasks, *Journal of Computing Civil Engineering*, 26 (6), pp. 708-719

B. T. Wang, Mehdi, Danskin, Rodney, Ngarmnil, Thanaporn, Pham, Larry, Pham, Harry(2013), "Evaluation of RFID and Wi-F itechnologies for RTLS applications in Healthcare Centers," in *Technology Management in the IT-Driven Services (PICMET)*, 2013 *Proceedings of PICMET'13*, pp. 2690-2703.