

무인항공체계 기반 시설물 상태점검 최근 연구동향 분석

A Literature Review of Unmanned Aircraft System (UAS) Integrated Constructed Facility Condition Inspections

권진혁*
Jin-Hyeok, Kwon

윤지영*
Jiyeong, Yun

윤종영*
JongYoung, Youn

이동훈**
Donghoon, Lee

김성진***
Sungjin Kim

Abstract

In recent, unmanned Aircraft Systems (UAS) have been widely used for various purposes, such as safety inspection, facility condition inspection, progress monitoring, in the architecture engineering, and construction (AEC) industry. This technology can provide visual assets regarding the conditions of construction jobsites as well as constructed facilities during flying over the point of interests. With the significant interests in this advancement, the recent studies have presented how the UAS can be applied fro different types of facilities (e.g., buildings, power generation systems, roads, or bridges) to inspect the current conditions of them for safe operations as well as public's safety. This study reviewed the receent studies to document their scientific findings and practical contributions, as well as provided the overview of further implications for future studies.

키 워 드 : 무인항공체계, 드론, 시설물 상태점검, 연구동향

Keywords : unmanned aircraft system (UAS) , drone, facility condition inspection, literature review

1. 서 론

현재 대한민국의 노후 시설물은 급격하게 증가하고 있다. 이에 따라 건설시장은 신축공사 위주에서 노후시설의 보수 및 보강, 재개축 시장의 방향으로 변화하고 있다. 이와 같이 시설물 유지 및 상태점검에 대한 수요가 최근 증가하고 있으나 여전히 육안점검에 의존을 하고 있어 점검자의 안전성, 육안점검 결과의 신뢰도 등의 문제점이 대두되고 있다. 이에 최근 무인항공체계(Unmanned Aircraft System, UAS)를 활용하여 시설물 상태점검 기술들이 제시되고 있다. 무인항공체계는 시설물 주변부 또는 근접비행을 통하여 디지털 영상을 수집할 수 있어 점검자의 안전을 보장할 수 있으며, 후영상처리기법을 통하여 보다 객관적으로 상태를 판단할 수 있다. 최근 드론과 이미지 처리기술을 활용한 시설물 상태점검 기술들이 다양하게 소개되고 있기에, 본 연구에서는 관련된 최근 학술지, 보고서 및 학술발표대회논문 총 12편을 분석하여 향후 연구방향에 대하여 제시하고자 한다.

2. 기존연구의 고찰 및 연구 동향 분석

무인항공체계 기반의 시설물 상태점검에 관한 최근 연구 동향을 분석하기 위해 2017년부터 2021년 사이의 학술지 및 학회지 총 12편을 분석하였다. 분석한 기존연구에 따르면 최근 연구들은 드론을 사용하여 주로 공동주택 및 발전시설, 교량 등의 시설물들을 상태 점검하기 위한 기술들을 제시하였고, 이 외에도 해양시설을 위한 기술도 제시하였다. 시설물 특성상 대부분의 상태점검은 시설물 외관을 분석하기 위한 기술들이었으며, 특별히 발전소 내부 보일러 튜브 및 학교내 스포츠 시설의 내부 상태를 점검하기 위한 연구도 발표가 되었다. 발전시설 상태점검 같은 경우는 보일러, 송전선로, 전력설비 및 태양광 시설 모듈 등의 중대형 설비의 상태를 점검하기 위하여 드론이 사용되었고, 공동주택 및 교육시설 등의 일반 건물같은 경우 균열 및 누수와 구조체 변형 등을 영상 후처리 기법 및 3차원 모델처리 기법 등을 활용하여 분석하였다. 주목할 점은 최근 드론을 활용한 시설물 상태점검에서 영상후처리 기법과 딥러닝 기법의 사용을 통하여 보다 정확하고 객관적으로 상태를 점검하는 기술을 제안하고 있다. 표 1은 드론을 접목한 시설물 상태점검의 최근 연구 동향을 나타낸 것이다.

* 국립 한밭대학교 건축공학과 석사과정

** 국립 한밭대학교 건축공학과 부교수, 공학박사, 기술사

*** 국립 한밭대학교 건축공학과 조교수, 공학박사 교신전자(sungjinkim@hanbat.ac.kr)

표 1. UAS 관련 주요 연구

#	발표년도	연구자료	UAS 타입*	대상시설	점검위치	점검대상	점검방식	참고문헌
1	2019	Journal	회전익	공동주택	외부	균열 및 누수	Drone Visual Inspection	1)
2	2017	Conference	회전익	공동주택	외부	균열 및 누수	Image Processing	2)
3	2017	Report	고정익	해양시설	외부	구조체 변형	3D Point Cloud	3)
4	2019	Journal	회전익	공동주택	외부	구조체 변형	3D Point Cloud	4)
5	2019	Journal	회전익	교육시설	내/외부	설비 상태	Drone Visual Inspection	5)
6	2021	Journal	회전익	교량	외부	균열 및 누수	Deep Learning-based Image Processing	6)
7	2021	Journal	회전익	발전시설	외부	설비 상태	Deep Learning-based Image Processing	7)
8	2018	Conference	회전익	발전시설	내부	설비 상태	Drone Visual Inspection	8)
9	2018	Journal	회전익	발전시설	외부	설비 상태	3D Point Cloud	9)
10	2020	Journal	회전익	발전시설	외부	설비 상태	3D Point Cloud	10)
11	2016	Conference	고정익	발전시설	외부	설비 상태	Orthomosaic	11)
12	2018	Journal	회전익	교육시설	외부	도장상태	Image Processing	12)

3. 결 론

본 연구는 드론을 활용한 시설물 상태점검에 관한 최근 연구 동향을 분석하기 위해 12편의 학술지 및 학술발표대회논문 등을 분석하였다. 그 결과, 최근 연구들은 회전익 드론 (83.3%)을 활용하여 건축물의 외관 균열 및 누수, 구조체 변형, 설비 상태 및 도장상태 등을 평가하기 위한 기술들을 주로 제시하였다. 또, 고정익 드론을 활용하여 해양시설(방조제)의 구조체 변형(침식, 이탈 및 변위변형 등)과 태양광 발전시설 설비 상태를 점검하기 위한 기술을 제시하였다. 회전익과 고정익 드론 사용에 대한 정당성에 큰 차이는 없으나, 고정익은 대도시 지역이 아닌 주변이 개방된 지역에서 사용됨을 알 수가 있었고, 회전익의 경우 주변지형에 큰 영향을 받지 않았으며 시설물 내부에서도 비행이 가능함을 보여주었다. 또한, 현재 발표된 연구에 따르면 대부분 시설물의 외관점검이 주를 이루고 있었으며 (91.7%), 이에 무인항공체계가 아직 시설물 내부에서 GPS 신호가 없이 안정적으로 비행하여 고품질의 디지털 영상을 획득하기에는 한계가 있음을 알 수 있다. 최근 발표된 연구들에 의하면 단순 드론이 수집한 사진을 통한 육안점검은 다시 한번 점검자의 판단과 결정이 필요하다는 단점이 있었고, 이를 극복하기 위한 방법으로 사진측량을 통한 3D 포인트 클라우드 데이터 처리 및 정사영상 처리가 주를 이루었으나, 최근 2021년에 발표된 연구들은 딥러닝 기법을 적용한 후영상처리 기법으로 보다 객관성과 정확도 높은 드론기반 시설물 상태 점검 기술을 제시하였다. 향후 연구에서는 딥러닝의 정확성을 높이기 위한 균열 및 누수, 설비 상태 등을 촬영하고 이를 통한 딥러닝 학습 데이터베이스 구축이 필요하고, 또 상태점검 시 단순한 균열이나 구조체 변형에 대한 변위값 뿐만 아니라 그 원인들도 딥러닝 기법을 통하여 분석하는 기술이 제시되어야 할 것이다. 이를 통해 보다 더 신속하고, 객관적이며, 안전한 무인항공체계 기반의 시설물 상태 및 안전점검이 가능할 것이다.

Acknowledgement

본 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2020R1C1C1012600).

참 고 문 헌

1. 조재윤, 드론기반 공동주택 외관 상시안전점검 프로세스 제안. 한국생태환경건축학회 논문집, 제19권 제6호, pp.121~127, 2019
2. 김종우, 드론과 이미지분석기법을 활용한 지진피해 구조물의 신속외관점검기술. 대한토목학회 학술대회, pp.1788~1789, 2017
3. 이래철, 드론을 활용한 안전진단 현장 사례. 대한토목학회지, 제65권 제5호, 75-79. 2017
4. 정동민, 무인비행체를 이용한 건축물의 긴급 위험도평가 기술개발. 대한건축학회논문집 구조계, 제35권 제2호, pp.3~11, 2019
5. 이승범, 안전사고 예방을 위한 학교내 스포츠 시설 유지 및 관리에 관한 연구. 한국웰니스학회지, 제14권 제4호, pp.101~109, 2019
6. 백승현, 교량 안전점검을 위한 딥러닝 균열 검출분석 SW 탑재 드론 구현. 한국정보기술학회논문지, 제19권 제3호, pp.45~52, 2021
7. 류서현, 송전선로 드론점검을 위한 딥러닝 기반 자동촬영 카메라짐벌 시스템 개발. 전기학회논문지, 제70권 제1호, pp.121~129, 2021
8. 이영진, 드론을 적용한 발전소 보일러튜브 점검 및 감시 시스템개발. 대한전기학회 학술대회 논문집, pp.1271~1272, 2018
9. 김석태, 상용화 드론을 이용한 송전선로 점검방안 및 현장시험. 제4권 제2호, pp.115~123. 2018
10. 우정욱, 송전선로 드론 순차 정밀점검 운용 및 공공용 드론길 구축방안에 대한 연구, KEPCO Journal on electric power and energy 6.3: pp.271~278, 2020
11. 이근상, UAV 기반 열적외선 카메라를 이용한 태양광 모듈 고장진단 실험. 한국지리정보학회지, 제19권 제4호, pp.106~117, 2016
12. Moore, Julian, et al. Facility inspection using UAVs: a case study in the University of Georgia campus. International journal of remote sensing 39.21: pp.7189~7200, 2018