

2024학년도 1학기 문헌연구보고서



초분광 센서의 활용 사례 및 다방면적 적용 가능성 고찰

이름	유한송
전공	산림환경시스템학과
학번	20241841

초분광 센서의 활용 사례 및 다방면적 적용 가능성 고찰

산림환경시스템학과 20241841 유한송

- 목차 -

1. 서론
 2. 초분광 센서 관련 개념
 3. 초분광 센서의 활용 사례
 - 3.1 산림 분야
 - 3.2 토지 분야
 - 3.3 농업 분야
 - 3.4 수질 분야
 4. 적용 방안
 - 4.1 초분광 센서 탑재 cctv
 - 4.2 초분광 센서의 사물인터넷 적용
 5. 활용 가능성 고찰
 - 5.1 활용 시 이점
 - 5.2 한계점
 6. 결론
- 참고문헌

1. 서론

최근 기술이 점점 발달함에 따라 다양한 이미지 촬영기법이 확산하면서 초분광 센서를 탑재한 카메라의 활용이 논의되고 있다. 초분광 센서는 무인항공기와 결합하여 고해상도의 지형자료를 만들거나(엄태수·송창근, 2021) 농업 분야에서 시와 결합하여 식품의 이물질을 선별(연합뉴스TV, 2024)하는 등 4차산업혁명의 하나의 기술로 부상하고 있다. 또한 드론에 초분광 센서를 탑재하여 녹조를 관찰하는 등 문제점을 분석하는 역할도 한다. 이렇듯 초분광 카메라는 모니터링뿐만 아니라 농업, 해양, 환경 등 사회의 문제점을 분석하여 문제를 해결하는 데 도움을 주고 있다.

한편 다양한 분야에서 초분광 카메라의 활용은 감시와 예방보단 모니터링과 문제점 분석에만 초점을 두고 있다. 이는 문제점 분석을 통해 문제의 원인을 규명하거나 이후에 일어날 일을 예상할 수 있다는 장점이 있지만, 아직 일어나지 않은 일을 예방할 순 없다는 단점이 있다. 현재까지의 연구 또한 문제점 분석과 문제 발생 후 해결 방안에 초점을 맞추고 있는 반면 감시나 예방에 관한 연구는 상대적으로 부족한 실정이다.

따라서 이 연구를 통해 초분광 카메라의 다양한 활용 사례를 알아보고 현재 기술 활용의 장단점을 고찰하여 새로운 해결 방안을 제안하려 한다.

2. 초분광 센서 관련 개념

적색, 녹색, 청색의 세 가지 가시광선의 영역만 볼 수 있는 사람과는 달리 초분광 센서는 가시광선 영역 이상으로 확장하며 수많은 밴드로 스펙트럼을 나눈다. 초분광 센서는 입사되는 빛을 분광하여 영상의 화소에 들어맞는 지표물의 좁고 연속적인 파장역으로 수백 개의 분광 정보를 얻고 이를 초분광 영상이라 한다. 물질마다 존재하는 고유의 물질의 흡수와 반사 특징 및 광학적 성질을 분석함으로써 식생, 수질, 그리고 토지피복 등의 식별에 주로 이용된다(박연정 외 4명, 2014).

3. 초분광 센서의 활용 사례

3.1 산림 분야

1988년 부산에서 처음 발견된 소나무재선충병(Pine Wilt Disease)은 재선충이 나무로 침입하여 소나무 내에서 통도 작용을 저해하여 소나무를 죽이는 병이다. 소나무재선충병 감염목의 관찰과 방제 활동이 꾸준히 이루어짐에도 불구하고, 소나무재선충병은 산지에서 주로 발생하여 현장 요원의 접근과 감염목의 위치 파악이 어려워 현황 파악이 힘든 문제가 있다. 따라서 넓은 면적에 대한 감염목의 현황을 알기 위해 원격탐사 자료를 활용한 고사목 탐지 연구를 진행하였다. 분광 범위 400~1,000nm이고 CCD 크기는 8.93×6.66mm인 분광 카메라를 사용하여 감염 진행 과정별 식생지수 및 분광 특성 영상을 비교하였다. 결과로 식생의 활력도와 결부된 지수인 reNDVI와 NDVI 지수에서 시들음 증상이 나타나기 시작하면 비감염목과 감염목의 차이가 극명하게 나타나는 것을 관찰할 수 있다(이정빈 외 2명, 2013).

3.2 토지 분야

토지 피복 및 현황 분류에 따른 토지피복지도는 공간정보 분석 및 활용 시 필수적인 데이터로 사용된다. 많은 분광 정보를 이용하는 초분광 영상을 사용하여 머신러닝 기법인 SVM을 활용하였다. 초분광 영상은 AISA Eagle을 사용하여 영상을 획득하고 영상 전처리를 한 후 사용하였다. 스펙트럼의 큰 차이가 나는 인공 잔디, 도로, 건물을 별도로 분류하여 건조·시가화 지역 영상을 제작하였다. 토지피복지도와 초분광 영상 사이의 신뢰도를 분석해 본 결과 수역 부분이 제일 높은 결과를 보였으며 산림지역, 건조·시가화 지역이 0.7 이상의 신뢰도를 나타내었다. 후에 토지피복지도 제작 시 초분광을 사용할 경우 기존의 토지피복지도에 비해 정밀한 데이터 전달 및 정확도가 향상될 것으로 판단된다(임태양, 2021).

3.3 농업 분야

초분광 기술을 이용하면 과습·가뭄에 따른 양분 결핍과 과잉, 작물의 생육, 병충해 피해 진단 등 작물생육 이상징후 및 통합진단을 할 수 있다. 또한 드론이나 장비들에 초분광 기술을 달면 생육 정보를 확인할 수 있고, 접근성이 좋지 않은 산간지에서도 쉽게 관찰 가능하다는 장점이 있다. 작물에 제초제를 오남용했을 때 일어나는 피해를 빠르게 진단할 수 있는 방안으로 초분광 센서를 사용하였다. 비선택성제초제인 글루포시네이트 암모늄 액제를 시험약제로 사용하여 기준량보다 낮은 농도로 앞들개에 처리하여 나타나는 증상을 확인하고, 3일동안 초분광 카메라로 촬영하였다. 그 결과 글루포시네이트 암모늄 액제를 0.01배 살포했을 때 반사율이 높아짐을 확인할 수 있었고, 48시간 이후엔 700-800nm에서 반사율이 감소했다. 이처럼 초분광 센서는 다양한 분광 정보를 획득하여 농작물마다 존재하는 특유의 광학적 성질 및 물질의 반사와 흡수 특징을 파악할 수 있기 때문에 일정한 시간 장기간 약해에 대한 정보를 모은

다면 약해 진단에 유용하게 이용할 수 있을 것이다(이경민 외 6명, 2022)

3.4 수질 분야

녹조현상, 유류 및 화학물질 유출 등 수질오염과 관련된 관심이 높아지고 있고 이러한 문제들은 인체에 악영향을 끼치며 생태환경에 큰 피해를 입힌다. 특히 화학물질의 경우 무색인 경우가 많아 육안으로 식별하기 어렵고 기존의 간이접촉식탐지장비의 경우 미설치 지역의 탐지가 어렵다는 한계가 존재한다. 한편 초분광 센서를 이용하여 수집되는 분광 정보를 표준화 하였다. 각각의 물질마다 서로 다른 반사도를 나타낸다. 브롬은 500nm의 반사도로 다른 물질과 달리 매우 낮은 반사도를 나타낸다. 또한 삼염화인, 불산, 황산, 염산, 옥시염화인 모두 산성 물질인 것을 확인할 수 있고, 어떤 물질인지 구분할 수 있다. 따라서 초분광 센서를 활용하여 모니터링을 한다면 유해화학물질의 탐지 및 구분이 가능할 것이다(권영화 외 2명, 2020).

4. 적용 방안

4.1 초분광 센서 탑재 cctv

위의 사례처럼 초분광 센서를 활용한 카메라나 드론은 인간이 접근하기 힘들거나 위험한 곳을 분석하기에 유용하고 넓은 지역의 변화를 알아볼 때 활용도가 높다. 하지만 국내 판매되고 있는 초분광 카메라는 최소 30만원에서 최대 2천만원의 비용이 요구된다. 또한 드론을 활용한 촬영은 드론을 조종하는 사람, 주변의 위험 요소를 제거하고 안전을 관리하는 사람, 장비 운반 등 보조 인원까지 적어도 4명 이상의 인력이 동원된다. 또한 드론을 활용한 실험은 지속적인 촬영이 불가능하고 날씨의 제약 또한 많이 받는다. 이처럼 촬영과 분석, 모니터링을 하는 과정에서 많은 비용과 인력이 요구되며 이동식 플랫폼이기 때문에 특정 시간에 한 장소의 분광 특성 파악에 한정적이고 동일 지점의 시간적 변화를 파악할 수 없고 장기간의 꾸준한 관측이 불가능하다는 단점이 있다(권영화 외 5명, 2021).

이러한 단점을 보완하고 분석을 위주로 한 기존의 초분광 카메라 활용의 문제점을 보완하기 위해 초분광 센서를 탑재한 cctv 형태의 고정식 촬영 방안을 도입했다. cctv 형태의 초분광 카메라는 고정식 플랫폼이기 때문에 장기간 꾸준히 관찰하는 것이 가능하다. 이 방법은 하천의 수심 변화 관찰뿐만 아니라 오염물질의 유출 확인 등 여러 방면에서의 문제점들을 감시하고 예방하는 것이 가능하다. 이처럼 초분광 센서를 탑재한 cctv는 기존의 문제점인 한정적인 촬영과 부족한 자료 수집의 단점 문제를 해결할 수 있다.

4.2 초분광 센서의 사물인터넷 적용

사물인터넷은 사물과 사물 사이의 연결을 통해 인간에게 편리한 서비스를 제공하고, 인간을 위험으로부터 보호하는 역할도 한다. 이 점을 활용하여 위의 초분광 센서 탑재 cctv에 사물인터넷을 결합하여 초분광 센서의 활용도를 높일 수 있을 것이다. 실제 송파구에서는 안전한 생활환경 조성 과 불법 주차 해소를 위해 cctv에 사물인터넷을 결합했다. 또 학생들의 안전을 위해 방범용 cctv 스마트폴을 설치했다(박종일, 2023).

이처럼 cctv와 사물인터넷을 결합하여 위험을 예방하는 사례가 존재한다. cctv와 사물인터넷을 결합하여 문제를 감시하고 예방하는 방안을 초분광 cctv와 사물인터넷에도 적용해 보겠다.

5. 활용 가능성 고찰

5.1 활용 시 이점

cctv에 초분광 센서를 탑재한다면 기존 드론이 하던 방식과는 다르게 고정식으로 동일 지점의 분광 특성의 변화를 장기적으로 관찰할 수 있을 것이다. 수질 분야에서 이미 화학물질로 오염이 된 하천수의 성분 분석(권영화 외 2명, 2020)을 하는 것에서 더 나아가, 화학물질, 오염물질 등 유출이 시작되는 시점부터 관찰이 가능하여 오염이 심해지기 전에 조치를 취할 수 있다. 초분광 영상 기법을 하천의 구조물에 초분광 센서를 사용하여 cctv 형식처럼 활용한 연구에서 하.폐수 처리장이나 공단 등의 점오염원이 모여있는 지역에 설치하여 조류, 부유사, 오염 유출 확인, 화학사고 감지 등 다양한 수질 항목의 변화 감시가 가능하고 장기적으로 활용할 시 꾸준히 쌓아온 데이터로 미래에 일어날 일 또한 예측하여 예방할 수 있다는 연구가 있다(권영화 외 5명, 2021). 이 연구에서 제안한 방안을 초분광 센서의 설치 형식에서 더 나아가 실제 cctv에 초분광 센서를 적용한다면 센서가 파손될 위험은 낮아지고 촬영 효과가 더 증가할 것이다.

이 cctv에 사물인터넷까지 결합한다면 예방과 감시 효과가 극대화될 것이다. RC카에 cctv를 달아서 자동 또는 수동으로 순찰하고 현장의 위험을 스스로 판단하여 실시간으로 관리자에게 전달하는 시스템 연구가 진행 되었다(채두걸 외 2명, 2017). 이 연구를 초분광 cctv와 사물인터넷에 적용해 보면, 어떠한 문제를 초분광 cctv로 정밀하게 관찰하고 문제점이 발견되면 바로 관리자에게 알려 줄 수 있다. 2024년 1월 22일 함양 엄천강에 가축 분뇨를 무단 방류한 것으로 의심이 된 사례가 있다. 비가 오면 상습적으로 가축 분뇨의 무단 방류로 지역민들에게 의심을 산 사례가 있기에 지역민은 더 불안에 떨었다(박민상, 2024). 이런 경우 초분광 카메라 탑재 cctv에 사물인터넷을 결합하여 관찰한다면 수질 성분에 변화가 생겼을 때 바로 파악할 수 있고 사물인터넷이 관리자나 지역 경찰에게 연락이 가도록 하여 감시는 물론이고 즉각적인 대응을 가능하게 해 인명피해를 줄이고 범죄 행위 또한 막을 수 있다.

5.2 한계점

이런 초분광 카메라를 탑재한 cctv는 분명히 한계점이 존재한다. 첫째론 비용 문제이다. 초분광 센서 자체의 가격이 높고 이 기술을 cctv와 사물인터넷에 적용한다면 가격이 더 높아져 기업이나 개인이 가격 부담으로 인해 이용하지 않을 수 있다. 설령 설치한다 해도 초기 비용이 많이 들 것이고 유지·관리에 도 높은 비용이 들어 소비자에게 좋은 인식을 얻지 못할 가능성이 있다. 둘째론 cctv 설치의 위치 선정 기준을 정하기 쉽지 않다는 것이다. 높은 비용으로 공급이 가능한 개수가 적어 설치가 가능한 장소를 선정해야 할 때 어느 곳을 위주로 설치해야 할 것인가에 관한 논의가 필요하다. 마지막으로 보안 문제이다. 사물인터넷은 해킹을 당했을 때 서로 연결된 장비까지 피해를 입힌다. 2015년 최초로 사물인터넷이 해킹이 되어 가정에 설치된 냉장고, 컴퓨터, 스마트TV 등 모두 해킹을 당했다(권용민, 2015). 2019년 사물인터넷의 회선수는 808만개였지만 2023년에는 2084만개로 증가했고 한국인터넷진흥원의 자료에서 사물인터넷 보안 취약점 신고 또한 2020년 141건에서 2년 사이에 333건으로 증가하였다(김희원, 2023). 이러한 보안 취약점을 이용해 cctv가 해킹된다면 더 큰 문제를 일으킬 수 있다는 한계점이 존재한다.

6. 결론

본 연구는 초분광 센서의 다방면적인 적용 가능성을 고찰하고자 하였다. 초분광 센서의 개념과 사례를 조사하고, 이를 통해 초분광 센서의 cctv 적용과 사물인터넷과의 연결 가능성을 조사하였다. 이를 기반으로 현재 드론 기반 촬영은 감시와 예방에 관한 내용이 부족하다는 점을 지적하고, 기존의 문제점을 초분광 cctv와 사물인터넷과의 연결로 해결 방안을 제시하였다.

초분광을 cctv와 결합하면 기존의 드론과는 다르게 고정식 촬영이 가능하며 한 공간을 장기간 촬영할 수 있고, 이는 하천의 수심 변화 관찰이나 오염물질의 유출 확인 등 기존의 한정적인 촬영과 부족한 자료 수집 단점을 해결할 수 있다. 또한 문제점 발생 시점부터 파악할 수 있어 빠른 해결이 가능하다.

이 cctv를 사물인터넷과 연결하면 cctv가 감지한 문제점을 사물인터넷이 스스로 분석하여 관리자와 즉각적인 피드백이 가능하다. 이는 문제의 빠른 해결로 인명 피해를 줄일 수 있고, 감시 효과로 인해 문제 발생률 또한 줄일 수 있다는 점에서 의미가 있다. 이 두 가지의 기술을 잘 활용한다면 현재 해결하지 못했던 많은 문제를 해결하여 사회 발전에 기여할 수 있을 것이다.

다만 초분광 cctv와 사물인터넷은 비용 문제나 cctv 설치의 위치 선정에 관한 논의가 아직 필요한 실정이다. 사물인터넷의 보안 문제 또한 아직 완벽히 해결하지 못한 상황이다. 또한 초분광 cctv를 실제로 적용하고 있는 사례나 cctv와 사물인터넷 연결에 대한 연구가 아직까지 많이 부족하다는 점은 본 연구가 가진 한계점이라 할 수 있다. 이 점은 후속 연구를 통해 실질적인 적용 가능성을 판단해야 할 것이다.

참고문헌

- 엄태수·송창근(2021), 「4차 산업혁명과 스마트 하천관리」, 『대한토목학회지』 69-7, 대한토목학회.
- 하림 외 2명(2014), 「초분광센서 영상의 연구동향과 활용전망」, 『한국농공학회지』 56-2, 한국농공학회.
- 정진성(2024.05.10), 「엘로이랩, 건수산물 기업 '청해명가'와 초분광AI 품질 솔루션 도입 계약 체결」, 메가경제, <https://www.megaeconomy.co.kr/news/newsview.php?ncode=1065587936447156>(2024.06.13).
- 연합뉴스TV(2024.01.20.), <농업도 인공지능 AI 시대...이물질 족집게 선별>, 유튜브, <https://www.youtube.com/watch?v=KCPCBw-FDj0>(2024.06.13).
- 박연정 외 4명(2014), 「초분광센서를 이용한 수질 분석의 적용성에 관한 연구」, 『환경분석과 독성보건』 17-3, 한국환경분석학회.
- 이정빈 외 2명(2013), 「지상용 초분광 카메라영상을 활용한 소나무재선충병 감염목의 분광패턴 분석」, 『한국공간정보학회 학술대회』 2013-5, 대한공간정보학회.
- 임태양(2021), 「초분광 영상을 활용한 토지피복지도 개선 연구」, 『대한공간정보학회 학술대회』 203-206, 대한공간정보학회.
- 권영화 외 2명(2020), 「초분광 영상을 활용한 하천수 혼합 유해화학물질 표준 분광라이브러리 구축 방안」, 『한국수자원학회논문집』 53-10, 한국수자원학회.
- 이경민 외 6명(2022), 「초분광카메라의 제조제 약해진단 활용 가능성 검토」, 『한국잡초학회 별책(학술대회 초록집)』 42-2, 한국잡초학회.
- 권영화 외 5명(2021), 「드론기반 시공간 초분광영상을 활용한 분산계수 산정기법 개발」, 『2021 한국수자원학회 학술발표회』, 한국수자원학회.
- 박종일(2023), 「송파구, CCTV·사물인터넷·가로등 결합 스마트폴 구축」, 아시아경제, <https://www.asiae.co.kr/article/2023072607194652140>(2024.06.16.).
- 채두걸 외 2명(2017), 「IoT 스마트 CCTV 방법 서비스」, 『한국정보처리학회 학술대회논문집』 24-2, 한국정보처리학회.
- 박민상(2024), 「"비만 오면 상습적으로"... 가축 분노 무단 방류」, mbc 경남, <https://mbcgn.kr/article/NMpyrOzS5oU>(2024.06.16.).
- 권용민(2015), 「올해 화두 '사물인터넷'...최초 해킹 사례는」, 아시아경제, <https://www.asiae.co.kr/article/2015010323564224549>(2024.06.16.).
- 김희원(2023), 「"내 사생활이 노출된다"...2천만개 IoT 해킹에 무방비, 법 정비 시급」, 굿모닝경제, <http://www.goodkyung.com/news/articleView.html?idxno=223514>(2024.06.16.).