

수목탐지를 위한 초분광 영상처리 기법 연구[†]

김수현*, 최진서**, 이재용***, 최기현****, 김충식*****

*한국전통문화대학교 문화유산전문대학원 문화재수리기술학과 석사과정, **한국전통문화대학교 문화유산전문대학원 문화재수리기술학과 박사과정,

한국전통문화대학교 전통조경학과 조교수, *(주)지오스토리 기술연구소 초분광기획팀 상무이사,

*****한국전통문화대학교 문화유산전문대학원 문화재수리기술학과 교수

1. 서론

초분광영상(hyperspectral imaging)은 파장 폭이 좁고 분광밴드가 많고 연속적인 특징을 가진 영상으로, 미세한 분광반사특성을 이용한 정량적인 분석 및 특정 대상을 탐지 등 다양한 분야에서 유용하게 활용이 가능하다. 김선화 등(2005)은 취득된 초분광 영상은 촬영 각도, 대기의 산란, 지표면의 특성 등에 의해 오차가 발생하기 때문에 각 분야에 적합한 데이터 보정이 필요하다고 언급하였다. 김선화·양찬수(2015)는 연안해역의 경우 육상과 달리 가시광선 영역에서 미세한 반사율을 보이기 때문에 정밀한 대기보정이 필요하며, 해역의 경우 태양광 정반사(sun-glint) 등의 이상 현상을 제거하기 위한 기법들을 개발하였다. 신명식 등(2016)은 연안 해저는 해저 반사율을 추정하여 방사보정 및 대기보정 등의 전처리 과정과 물의 분광반사율을 추정하는 수면 반사율 보정과 수심보정의 과정을 거쳐 해저만의 데이터 전처리 과정을 제시하였다. 이근상 등(2014)은 토지피복을 대상으로 농경지, 산림, 하천이 균일하게 분포된 지역을 선정하여 대기보정을 한 후 분광특성 곡선을 변화를 통해 대기보정 처리 유무를 파악하였다. 이에 본 연구는 대면적 문화재 내 식생 탐지를 위해 초분광 데이터의 전처리 단계인 방사보정, 기하보정, 대기보정과 MNF, PCA분석을 통해 수목 탐지에 최적화된 영상처리 기법을 제안하고자 하였다.

2. 연구방법

본 연구는 식생 탐지에 적합한 영상의 처리기법을 정립하기 위해 드론을 이용한 초분광 촬영 기법과 영상 전처리 방법을 설정하였다. 촬영 기법에서는 촬영계획 수립, boresight calibration, 방해물 및 이차록 선정, 센서 캘리브레이션, 무인초분광촬영, 촬영데이터 검수 및 정리 순으로 진행하였다. 영상의 전처리는 초분광 데이터 및 구성확인, boresight calibration, 방사보정, 기하보정, 대기보정, 영상검수 순서로 데이터 보정을 실시하고, 최소잡음비율(minimum noise fraction, MNF)과 주성분분석(principal component analysis, PCA) 등 차원 축소를 진행하였다. 본 연구는 충청남도 부여군 부여읍 쌍북리 부소산성 일원의 남쪽지역 약 0.4km²를 대상으로 하였으며, 산성의 주요 수종인 느티나무, 상수리나무, 뽕나무, 아까시나무 군락의 탐지를 목표로 하였다. 초분광 영상은 DJI사의 Matrice 300 RTK 드론에 Corning사의 MicroHSl Shark 410 초분광 센서를 부착하여 취득하였다. 촬영 시 각도는 bracket을 사용하여 수직방향으로 고정하였다. 초분광 영상은 2021년 6월부터 9월까지 총 4회 취득하였다. 촬영 고도는 드론의 10% 비행속도를 기준으로 해상도와 시간을 고려하여 6, 7, 9월의 비행고도는 200m, 8월의 비행고도는 250m로 설정하였다. 그림자로 인한 초분광 영상의 오차를 줄이기 위해 정오에 촬영하였으며, 비행 시 단방향 설정을 통해 일정한 태양 고도각을 유지하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 초분광 영상 보정

보정 작업 전 영상은 400~1,000nm 파장대의 digital number 형식으로 raw image 파일, navigation 파일, frame log 파일로 구성되어 있다. 초분광 영상의 보정은 방사보정, 기하보정, 대기보정 순으로 진행하였다. 방사보정은 지표면에서 방사되는 에너지와 감지기간의 기하학적인 관계 및 감지기의 반응 특성 등에 의해 방사치의 왜곡을 보정하는 기법으로 취득된 영상에서 초분광센서 내에 radiometric calibration file을 활용하여 처리하였다. 원시데이터는 정확한 좌표체계가 입력되어 있지 않고 측정 순서대로 영상 좌표에 따라 픽셀이 배열되어 있어 다른 자료와 비교 분석하는 것이 불가능하다. 불규칙한 비행체의 위치 및 자세로 인해 영상에 나타나는 위치오차가 존재한다. 따라서 정확한 위치가 지정되어 있는 수치지형도를 보정 기준으로 선택하여 대상지의 양쪽 끝 지점 GPS를 취득하였다. 지도와 영상의 비교를 통해 동일한 지점을 찾아 위치 오차를 최소화하고, 다른 영상 및 지도와 비교할 수 있도록 하였다. 기하보정은 ENVI 소프트웨어를 이용하여 진행되었으며, 드론에 장착된 GPS/INS를 통해 취득한 IGM 위치정보파일을 활용하여 좌표계를 입력하고, X, Y 축 데이터를 선택하여 처리하였다.

[†]본 연구는 문화재청 및 국립문화재연구소의 2021년도 '문화유산 스마트 보존·활용 기술 개발' 사업으로 수행되었음(과제명: 대면적 문화재 입체적 진단 기술 개발, 과제번호: 2021A01D02-001, 기여율: 5%).

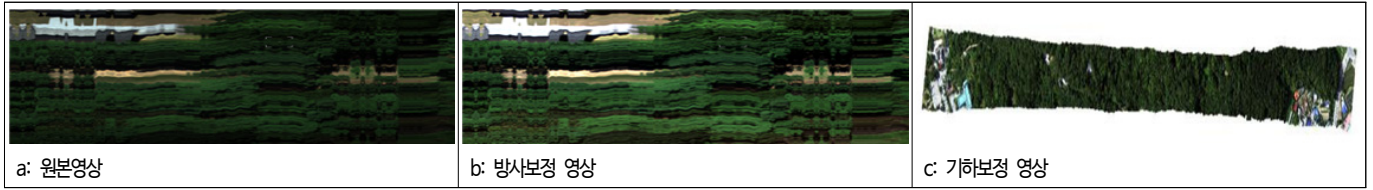


Figure 1. 보정에 따른 영상 변화

데이터 측정 시, 기기 및 센서의 문제나 대기의 흡수, 산란, 굴절, 에어로졸과 같은 영향을 주는 요인들이 포함되어 있을 가능성이 높아 측정되는 수치나 밝기 등에 왜곡이 발생할 수 있어 대기보정은 필수적이다. 대기보정은 대기에 의해 발생하는 여러 오차들을 제거하여 대상으로부터 반사 및 산란되는 에너지만을 추출하는 것으로 방사보정 중 일부에 포함시키기도 하며, 특히 초분광 자료에서 수많은 파장영역이 기록되어 있어 정밀한 대기보정이 필요하다. 대기보정은 ENVI 소프트웨어의 QUAC(Quick Atmospheric Correction) 모듈에서 sensor type은 초분광 센서인 generic으로 선택하였다. 초분광영상의 보정을 통한 검수의 경우, 왜곡 영역, 기하 정보, 분광 데이터를 육안으로 파악하였다. 촬영 원본에서 방사 및 기하보정을 한 결과, 가시광선 영역인 530nm~700nm에서 반사값이 보정되었다. 방사 및 기하보정을 완료하고, 대기보정은 근적외선 영역인 700nm~900nm의 반사값이 보정되었음을 확인하였다.

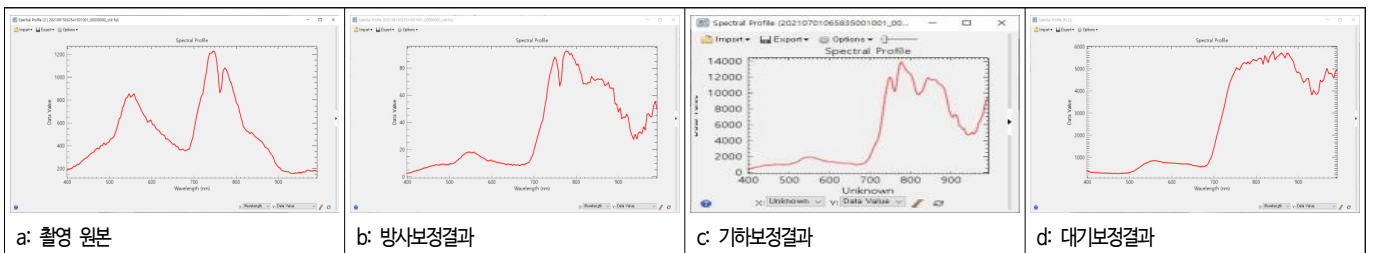


Figure 2. 보정에 따른 무인 초분광 영상의 그래프 변화

3.2 데이터 차원 축소

식생 탐지를 위해 초분광 영상 자료 분석에서 필요한 방사보정, 기하보정, 대기보정 영상을 취득하였다. 데이터 차원 축소는 원격탐사 자료 분석 시 가장 중요한 과정이다. 차원 축소를 통해 영상 내 잡음 제거와 주성분 분석을 진행하였다. 또한, 통계분석으로 불필요한 중복 밴드 중 일부를 제거하거나 초분광 데이터의 차원을 축소한다. 이때 축소된 데이터는 변함없이 유지되도록 자료를 변환한다. MNF는 초분광 영상을 압축 및 정렬 시 품질 측면에서 PCA 변환보다 우수하며, 평활화 속성을 효과적으로 나타내는 장점이 있지만, MNF를 사용하는 밴드변화가 증가함에 따라 고유치 및 영상 내의 정보가 감소하여 밴드를 작게 선택하여 처리해야 하는 단점이 있어 노이즈 제거 후에 PCA 분석으로 차원을 축소하였다. ENVI 소프트웨어에서 Forward MNF Estimate Noise Statistic 모듈을 이용하여 MNF 변환기법으로 잡음에 대한 영향을 줄이고 재조정한다. PCA를 통해 불필요한 밴드를 축소한다. 전처리 과정에서 추출된 150개 밴드에서 900nm 파장대 영역의 밴드 제거를 통해 127개 밴드를 취득하였다.

4. 결론

대면적 문화재에서 식생 탐지를 위한 초분광 영상 분석은 영상 내 보정 과정 후 진행된다. 본 연구에서는 초분광 데이터의 전처리 단계인 방사보정, 기하보정, 대기보정과 MNF, PCA 분석을 통해 수목 탐지에 최적화된 영상처리 기법을 제안하고자 한다. 방사보정은 초분광 센서에서 반사도값으로 보정하여 이미지가 추출된다. 기하보정은 교차로, 건물 모서리, 맨홀 등 경계가 뚜렷한 지점을 선택하지만, 대면적 문화재의 경우 경계 지점을 찾기 어렵기 때문에 대상지의 좌우 끝점을 선택한다. 마지막으로 데이터 차원 축소를 통해 노이즈 제거와 PCA분석으로 900nm 파장대의 일부가 제거된 150개 밴드에서 127개 밴드를 추출하였다. 최종 취득한 127개 밴드 영상을 이용하여 수목을 탐지하고, 탐지율의 정확도를 평가할 필요가 있다.

참고문헌

1. 김선화, 이규성, 마정립, 국민정(2005) 초분광 원격탐사의 특성, 처리기법 및 활용 현황. 대한원격탐사학회지 21(4): 341-369.
2. 김선화, 양찬수(2015) 연안해역 모니터링을 위한 초분광영상 처리기법 현황. 한국지리정보학회지 18(1): 48-63.
3. 신명식, 신정일, 김익재, 서용철(2016) 연안 해저 재질 분석을 위한 초분광영상의 보정 방법. 한국지리정보학회지 19(2): 107-116.
4. 박형동(2011) 에너지자원 원격탐사. 씨아이알.
5. 이근상, 이강철, 고신영, 최연웅, 조기성(2014) 초분광 영상을 이용한 토지피복 분류 평가. 지적과 국토정보 44(2): 103-112.
6. Ballanti, L., L. Blesius, E. Hines and B. Kruse(2016) Tree species classification using hyperspectral imagery: A comparison of two classifiers. Remote Sensing 8(6): 445.
7. Jensen, J. R.(2016) 원격탐사와 디지털 영상처리. 시그마프레스.