

밀 생육관리를 위한 디지털 농업 대시보드의 위성영상 활용방안



Application of Satellite Imagery in Digital Agriculture Dashboard for Wheat Farming Management

정재영, 김태곤*
전북대학교 스마트팍학과
Jaeyoung Jung, Taegon Kim*

Department of Smart Farm, Jeonbuk National University, Jeonju, 54896, Korea

2023년 춘계학술발표회
2023.04.20.(목) ~ 21.(금)
롯데리조트 부여

Introduction

대표적인 식량작물인 밀의 우리나라 자급률은 1%에 불과한 실정이다. 기후 변화, 전쟁, 재난 등에 대비하고 식량안보 강화를 위해 밀 자급률을 높여 공급의 안정을 꾀할 필요가 있다. 작물의 성장 상태를 모니터링하고, 생산량에 영향을 주는 데이터를 공간적으로 정확하게 수집하여 수확량 예측함으로써 안정적으로 생산성을 유지할 수 있다. 작물 수확량 및 작황을 예측하는 데 주로 기상 및 토양 데이터, 위성영상 등이 사용된다. 그 중 위성영상을 활용해 얻은 식생지수 NDVI 값으로 논벼, 콩, 고랭지 배추 등의 작황 분석 및 작물 수확량 예측하는 연구는 활발하지만, 국내에서 밀에 적용한 연구는 부족한 실정이다. 본 연구에서는 위성영상을 활용한 밀 생산량 추정 모델 구현의 기초 자료 확보를 위한 대시보드를 구현하고자 하였다.

Materials & Methods

NDVI 활용을 통한 작물 수확량 및 작황 예측

작물의 수확량 및 작황을 예측하는 데 있어 식생지수를 활용한 연구가 활발히 이루어지고 있다. NDVI는 식생지표피복비율, 엽면적 지수, 유효 광합성 복사량비 등 식물활동과 강한 상관성을 가져 식물의 분포나 식생의 생산성과 활력도를 추정하는 데 널리 이용되는 식생지수이다. 또한 촬영환경 조건에 영향을 많이 받지 않고 지상 센서에서 측정된 값과 유사한 시계열적 변화 경향과 상관성이 높아 농경지 및 작황 변동 추정의 지표로 사용된다. 식생이 강하게 반사하는 근적외선과 식생이 강하게 흡수하는 적색광의 차이를 산출한 값으로, 광합성 작용에 필요한 적정한 광량을 반영하므로, NDVI 값이 높을수록 작물의 성장상태가 우수하다는 것을 나타낸다. 각 지점의 NDVI 값 차이를 통해, 작물의 생육상태를 비교하고, 작물의 생산량을 예측하는 데 사용할 수 있다.

NDVI 산정을 위한 위성 영상 선택

NDVI 값 획득을 위한 위성으로는 Landsat8, Landsat9, Sentinel2를 선정하였다. Landsat8은 광범위한 스펙트럼 범위를 측정하고 높은 공간해상도(30m)의 영상을 제공한다. 거의 모든 지역을 촬영하며, 16일을 주기로 영상이 갱신된다. Landsat9는 Landsat8과 동일한 관측 능력을 가지며, Landsat8의 데이터와 호환될 수 있다. Sentinel2는 다중 스펙트럼 센서를 탑재하여 Landsat8보다 넓은 스펙트럼 범위를 측정하며, 고해상도(10m, 20m, 30m)의 영상을 제공한다. 식생 분석에 유리한 분광정보를 다수 제공하며, 10일 주기로 영상이 갱신된다. 각 데이터셋에서의 NDVI 산정은 근적외 파장(NIR)과 적색파장(RED)의 반사율을 반영하여 계산하였다. NDVI 값은 -1.0~1.0 사이의 범위를 가지며, 식생 지역의 경우 0.1~0.8의 값을 갖는다. 위성영상은 약 2주 간격으로 촬영되므로, 가장 최근의 위성영상을 자동 업데이트하도록 프로그래밍하였다.

Table1. NDVI 산정을 위한 위성영상

위성	근적외 파장(NIR)	적색파장(RED)	공간 해상도	촬영 주기	기간
Landsat8	B5	B4	30m	16일	2013.04.07~
Landsat9	SR_B5	SR_B4	30m	16일	2021.10.31~
Sentinel2	B8	B4	10~30m	10일	2017.03.28~

Google Earth Engine을 활용한 NDVI 데이터 추출과 시각화

Google Earth Engine(GEE)은 클라우드 기반의 지리정보 처리 및 분석 플랫폼이다. 위성 이미지, 지형 고도, 토양 등의 데이터를 제공하며, 인터페이스를 활용해 데이터 처리 및 분석이 가능하다. 위성 이미지 획득 및 NDVI 데이터 추출을 위한 워크플로우는 GEE에서 제공하는 Python API 환경에서 구현되었다. 관심지역은 폴리곤으로 정의하였다. 서버 측에 위성영상을 요청한 뒤 해당되는 밴드들을 선택하여 연산 후, 관심지역의 NDVI 시계열 데이터를 추출한다. Altair 라이브러리를 이용해 사용자가 요청한 기간에 맞추어 각 필지의 데이터를 중첩하고, 위성영상별 데이터를 NDVI 시계열 그래프로 제공한다. 서버에 업데이트 된 가장 최근의 위성영상으로 NDVI 분포도를 그려 필지의 구역별 NDVI를 비교할 수 있다. 시각화 결과물은 Streamlit을 활용하여 웹에서 확인할 수 있도록 구현하였다.

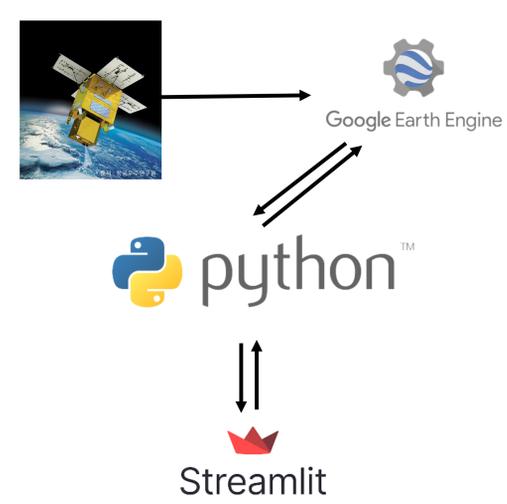


Fig. 1. 대시보드 구성을 위한 위성영상 활용 흐름도

Results & Discussion

NDVI 시각화 대시보드

동일 시기에 동일 지점이라도 서로 다른 위성영상의 센서에 따라 추출된 NDVI값은 차이가 있다. 이는 그날의 대기상태 및 날씨에도 영향을 받으며, 위성마다 센서의 특성이 다르기 때문이다. 이러한 문제로 인해 각 위성영상에서 추출된 특정 NDVI 값에 대해 해당지점의 식생 피복을 정량적으로 절대량을 비교 평가하기에 어려움이 있다. 이에 Landsat8, Landsat9, Sentinel2 영상을 비교 분석할 수 있도록 화면을 구성하고, NDVI 시계열 변화와 공간분포를 도시하였다.

TimeSeries NDVI Values Chart



NDVI Map



Fig. 2. 위성영상 활용 NDVI 시각화 대시보드

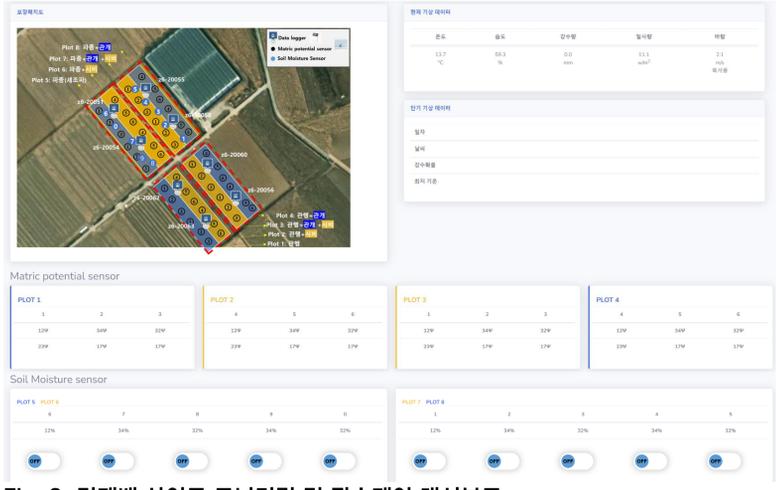


Fig. 3. 밀재배 사이트 모니터링 및 관수제어 대시보드

농지 이용 및 작물 성장 패턴 파악

밀 재배 실험 대상지의 장기간 NDVI 분포 패턴을 보면, 겨울나기 후 본격적으로 출수하는 봄철(3월)부터 NDVI 지수가 점차 높아지다가 초여름 성숙기(5월~6월) 정점을 찍고 출수 후 급격하게 감소하는 경향을 보인다. 이어 여름철에 다시 NDVI 값이 증가하고 겨울철에 급감하는 패턴을 확인할 수 있다. 이는 이모작을 하는 대상농지의 특징을 보여준다. 2021년에 비해 2022년의 그래프의 높이가 낮다는 점에서 2022년 작황이 다른 해에 비해 좋지 않았다고 추정할 수 있다. NDVI 시계열 분포 경향을 분석함으로써 과거와 현재의 시계열 비교 및 필지 별 공간적 비교가 가능하다. 지상에서 관측가능한 기상자료, 필지 별 농작업에 관한 데이터와 실시간으로 확인할 수 있는 식생정보를 결합하여 밀재배 과정에서 데이터기반의 과학적 처방이 가능할 것이다.

구역별 작물 생육 상태 평가

필지내에서도 구역별로 토양 특성, 비료 처리 등에 따라 작물의 성장 정도가 다르며, NDVI 값이 다르게 나타난다. 생육이 활발한 식물은 근적외선 영역에서 높은 반사율을 보이기 때문에 NDVI 값이 높아지고 반면, 생육이 불량한 식물이나 토양은 적색 영역에서 높은 반사율을 보이기 때문에 NDVI 값이 낮아진다. NDVI 분포도를 통해 생산단지내 필지별 작물의 생육 상태를 정량화하여 비교하고, 시각화할 수 있다. 대시보드를 통해 접근성을 높임으로써 높은 활용성을 기대한다.

Conclusion

- 위성영상에 관한 연구는 다수 있으나, 실용적으로 활용하는 사례를 찾기 어렵다. 본 연구에서는 GEE를 이용하여 직접 구현한 프로그래밍을 통해 쉽게 데이터를 구득하고 시각적으로 확인할 수 있다.
- 구현한 대시보드는 주·야간 관계없이 24시간 촬영한 전 지구 위성영상을 활용할 수 있다는 점에서, 특정 생산단지 또는 지자체 혹은 한반도 전체 등으로 범위를 확장해 범용적으로 사용할 수 있다.
- 기상 및 토양 수분 대시보드에 위성영상을 활용한 식생지수 대시보드를 더해 다양한 변수를 고려함으로써 더 정밀한 환경 관리가 가능할 것으로 기대된다.
- 향후 드론 영상자료 및 작물모형을 연계해 환경변이를 전제한 밀 생산량 추정 및 작황을 예측할 수 있는 디지털농업 모델로서, 작물모형을 활용한 재배관리 의사결정 지원 시스템 구축할 계획이다.