



위성영상과 딥러닝 적용 농업통계작성

2023.9.14.
국가통계방법론 심포지엄

목 차

- I 원격탐사 활용 조사 현황
- II 딥러닝 시스템 구축
- III 딥러닝 시스템 실용화 분석
- IV 향후 추진방향





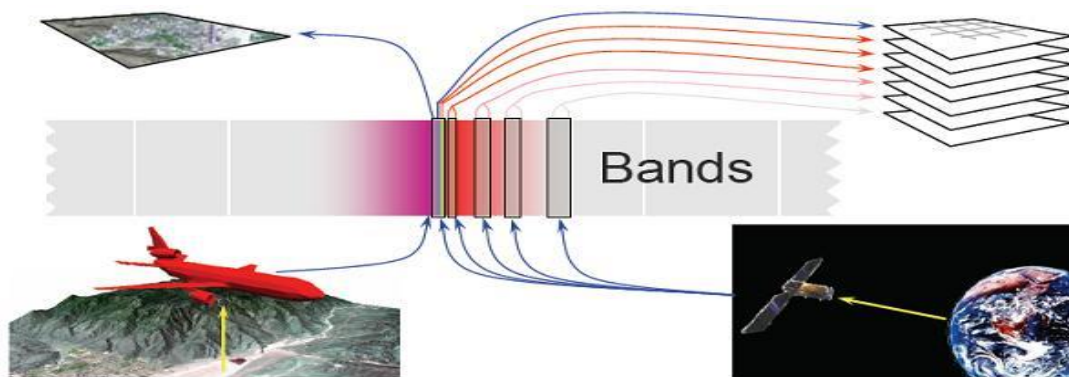
원격탐사 활용 조사현황



1. 개요

원격탐사란?

- ✓ 대상물과 접촉하지 않고 원격으로 관측(측정)하여 그 대상물에 대한 정보를 획득하는 기술
 - 원격탐사체 센서로 지표면의 임의의 지점에서 반사·방사되는 전자기파를 측정하여 지점의 성질을 파악



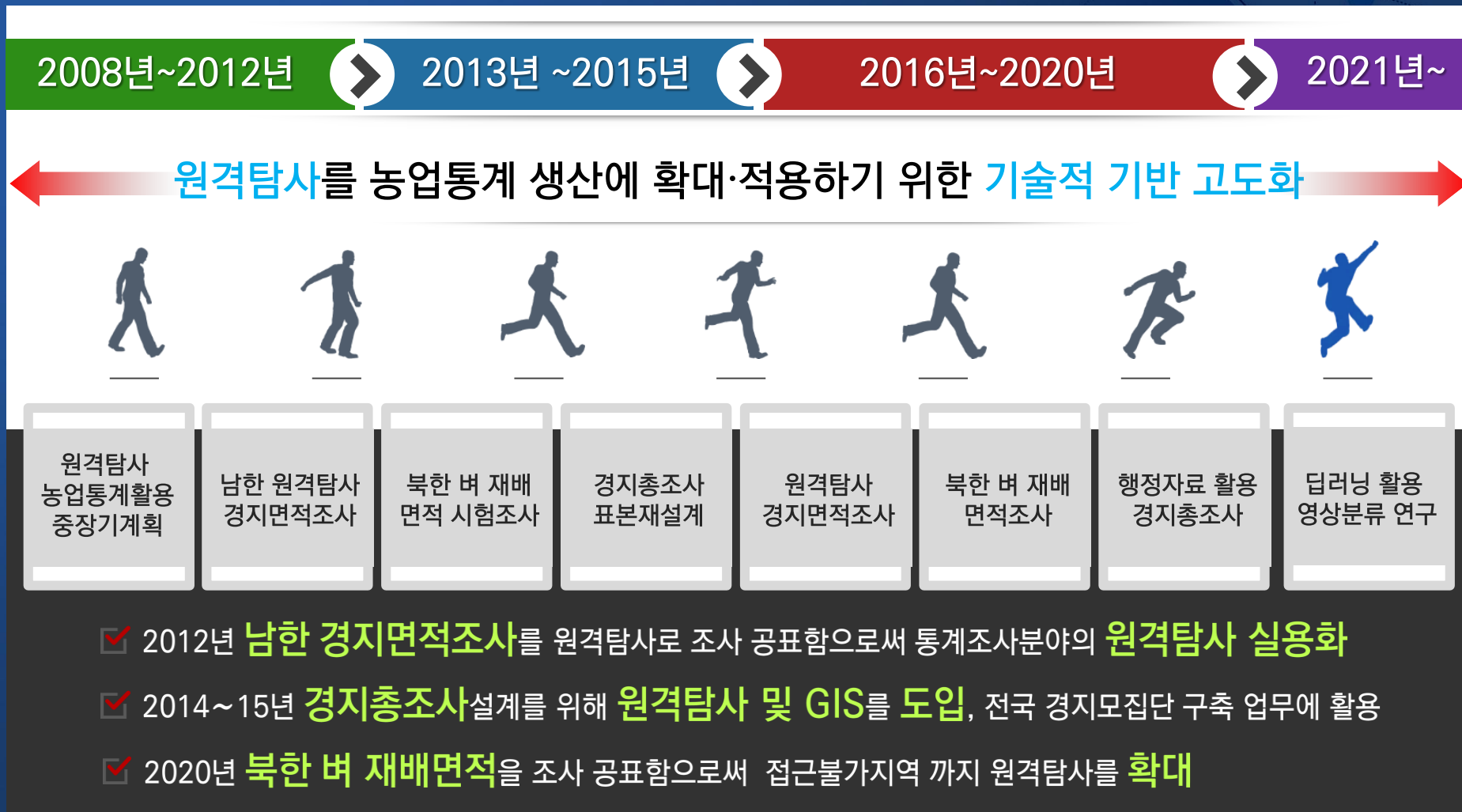
- ✓ 원리 : 에너지 보존의 법칙 - 전자기파 반응은 물체마다 고유한 특성 반영
 - 에너지 보존의 법칙

$$E_I(\lambda) = E_R(\lambda) + E_A(\lambda) + E_T(\lambda)$$

E_I : 입사 에너지(Incident, I) E_R : 반사 에너지(Reflection, R)
 E_A : 흡수 에너지(Absorption, A) E_T : 투과 에너지(Transmission, T)

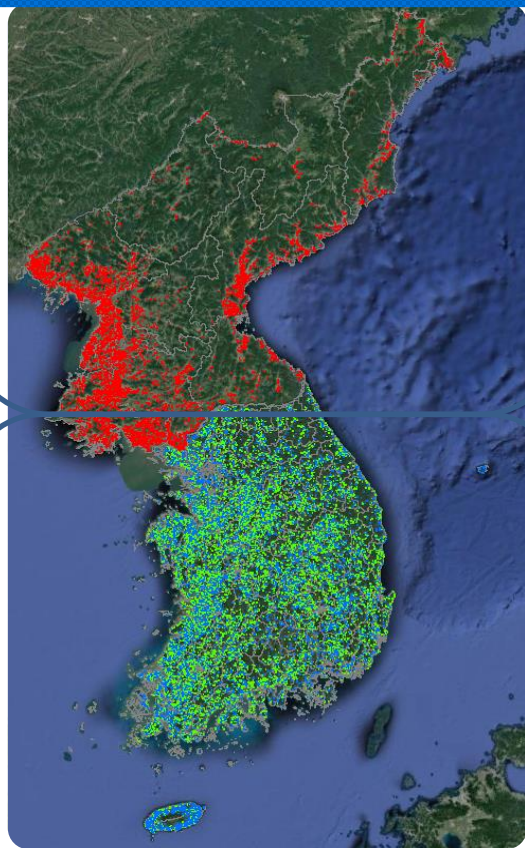


2. 원격탐사 활용 통계작성 추진현황



3. 원격탐사 활용 통계작성 현황

남·북한 표본조사구 분포



북한

벼 재배면적조사

✓ 표본조사구 15,470 개소

조사 방법

원격탐사

조사 대상

벼(재배지, 미재배지), 기타(비경지)

남한

경지총조사

✓ 모집단조사구 789,501 개소

조사 방법

원격탐사 + 행정자료

조사 대상

경지(논, 밭, 과수, 시설), 조사구

경지면적조사

✓ 표본조사구 10,267 개소 + 21,743개소

조사 방법

원격탐사 + 현장조사 기법

조사 대상

논(재배지, 미재배지),
밭(밭, 과수원, 시설), 기타(비경지)

II 딥러닝 시스템 구축



1. 인공지능기반 위성영상 활용 현황

- ✓ AI 기반 고해상도 광학영상 객체탐지 기술연구(과기부)
- ✓ 지능형 영상 자동분류 AI 모델 설계(환경부)
- ✓ 딥러닝 기반 객체 추출 연구(국토부)
- ✓ 빅데이터 기반 재배면적 산정 모델 개발(농진청)

1. 인공지능기반 위성영상 활용 현황

AI 기반 고해상도 광학영상 객체탐지 기술연구(과기부)

AI Hub

✓ 주요 농작물 생육 드론이미지 데이터 제공

- 작물별 수확량 및 품질 관련 생육데이터

* 양파, 벼, 옥수수, 마늘, 콩 등

✓ 다목적 위성영상 인공지능 학습데이터 제공

- 관심객체 (선박, 승용차, 버스 등)

- 건물윤곽, 도로, 구름 검출

✓ 초소형위성 기반 객체탐지 대상 선정

- 영상분할 (산림, 수역, 경지, 건물 등) 학습자료
구축 및 모델선정

AI-Hub Web

AI Hub

개방 데이터 ▾ 외부 데이터 ▾ 활용 사례 ▾ 개발 지원 ▾ 경진대회 ▾ 게시판 ▾

로그인

음성/자연어

교육

국토환경

농축수산

안전

자율주행

헬스케어

소개

다운로드

데이터셋명	주요 농작물 생육 이미지		
데이터 분야	농축수산	데이터 유형	이미지
구축기관	공간정보	담당자명	김현진(공간정보)
가공기관	무한정보기술, 뉴레이어, 공간정보	전화번호	1644-9396
검수기관	무한정보기술, 뉴레이어, 공간정보	이메일	01095031047@hanmail.net
구축 데이터량	100만	구축년도	2020년
버전	1.0	최종수정일자	2021.06.18
소개	농작물(10종)의 품질 및 수확량 예측을 위한 생육 단계별 드론 초분광 이미지 데이터		
주요 키워드	드론, 초분광 영상(hyperspectral), 다중분광 영상(multispectral), 스마트 팜, 노지 작물, 품질 예측, 수확량 예측, 생육정보, 회귀분석모델		
저작권 및 이용정책	본 데이터는 과학기술정보통신부가 주관하고 한국지능정보사회진흥원이 지원하는 '인공지능 학습용 데이터 구축사업'으로 구축된 데이터입니다. [데이터 이용정책 상세보기]		
데이터설명서	자료보기	구축활용가이드	자료보기

1. 인공지능기반 위성영상 활용 현황

◎ 토지피복지도 제작(환경부)

지능형 토지피복 자동분류시스템

✓ 세분류 토지피복지도 현행화 구축

- (활용영상)

‘20년 아리랑영상 + ‘19년, ‘20년 항공정사영상

✓ 지능형 토지피복 자동분류시스템 고도화

- 지능형 자동분류체계에 의한 토지피복지도 구축

· Pixel Accuracy

(‘20년) 67% ⇒ (‘21년) 83% ⇒ (‘22년) 85%

- 지능형 토지피복 자동분류 시스템 운영



1. 인공지능기반 위성영상 활용 현황

◎ 딥러닝 기반 객체추출 연구(국토부)

국토위성 활용 산출물 다변화 연구

✓ AI기반 객체추출 가능성 연구

- 영상 활용 딥러닝 기반 건물 추출 가능성 연구
- 고해상도 영상 도로객체 추출 AI기술 가능성 연구

✓ 재난으로 인한 변화탐지 분석을 위한 AI기반 분석기술 SW개발

✓ 국토위성 온/오프라인 배포체계 구축

- (온라인) 국토정보플랫폼을 통해 배포
- (오프라인) 대용량 자료 / 공개제한 자료 등

Unet 도로객체 추출



국토정보 플랫폼

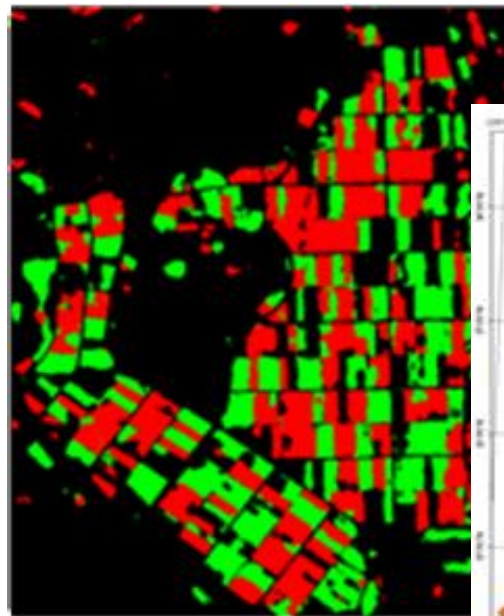
1. 인공지능기반 위성영상 활용 현황

◎ 농업위성 활용 연구(농진청)

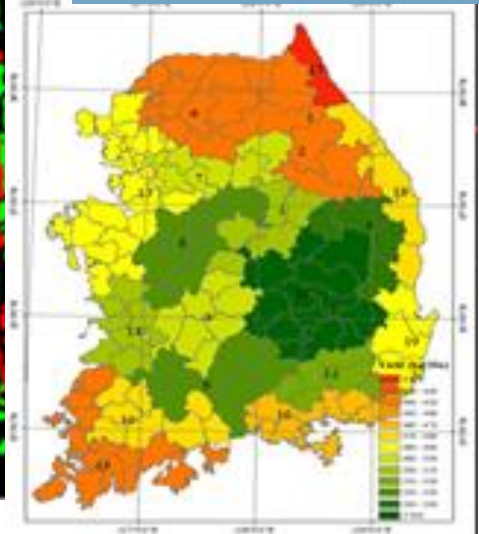
농업위성정보활용 기반구축

- ✓ 농업위성정보 활용 기반기술 및 소프트웨어 개발
- ✓ 농업분야 위성영상 활용을 위한 영상 전처리 기술 개발
- ✓ 시군단위 작황 모니터링 기술 개발
 - 양파/마늘 재배면적 산정 딥러닝 모델 개발
 - 식생지수 및 기상자료를 이용한 기후지대별 벼 단수 추정 기계학습 모형 개발

딥러닝 모델 추정결과(양파/마늘)



기후지대별 벼 단수지도



2. 딥러닝 농업면적 시스템 구축



WHY

- 육안판독의 낮은 일관성 및 효율성
- 경지변화탐지 및 작물분류 **현장조사대체** 요구



HOW

- 딥러닝 기술 기반의 자동화 프로세스 개발
- * 항공우주연구원 (실용화기술연구사업, '20-'21년)

대내·외 환경

위성영상을 활용한 농업통계 실용화

- 남한 경지총조사 실시
- 남한 경지면적 및 북한 벼 재배면적 위성영상 기반 통계 생산

원격탐사 영상을 이용한 농업조사

- 2017년부터 경지면적 및 벼 재배면적 조사 등에 딥러닝 기술을 적용하는 연구를 지속적으로 수행

농림위성 활용체계 구축

- 차세대 중형위성 2단계 사업을 통한 농림위성 개발, 2025년 발사예정
- 스마트 농업을 위한 위성영상 활용체계 구축 요구

위성영상 기반 딥러닝 농업면적 시스템 개발 추진

딥러닝 모델 기반 구축 ('20년)

딥러닝 학습
데이터 구축

딥러닝 모델
구축

딥러닝 모델
검증

딥러닝 AI 분석 및 가시화 플랫폼 ('21년)



작물 분류
딥러닝 모델

경지변화탐지
딥러닝 모델

딥러닝 모델
결과물

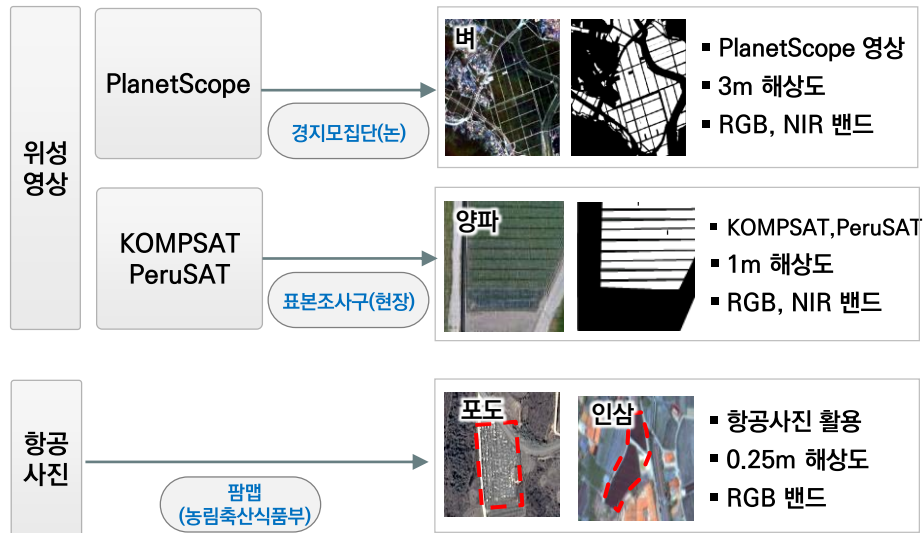
농업통계 활용
검토

2. 딥러닝 농업면적 시스템_모델연구

1단계) 학습 기초자료 분석

작물 분류

- 위성영상/항공사진 기반 작물 재배면적 추출



경지변동 탐지

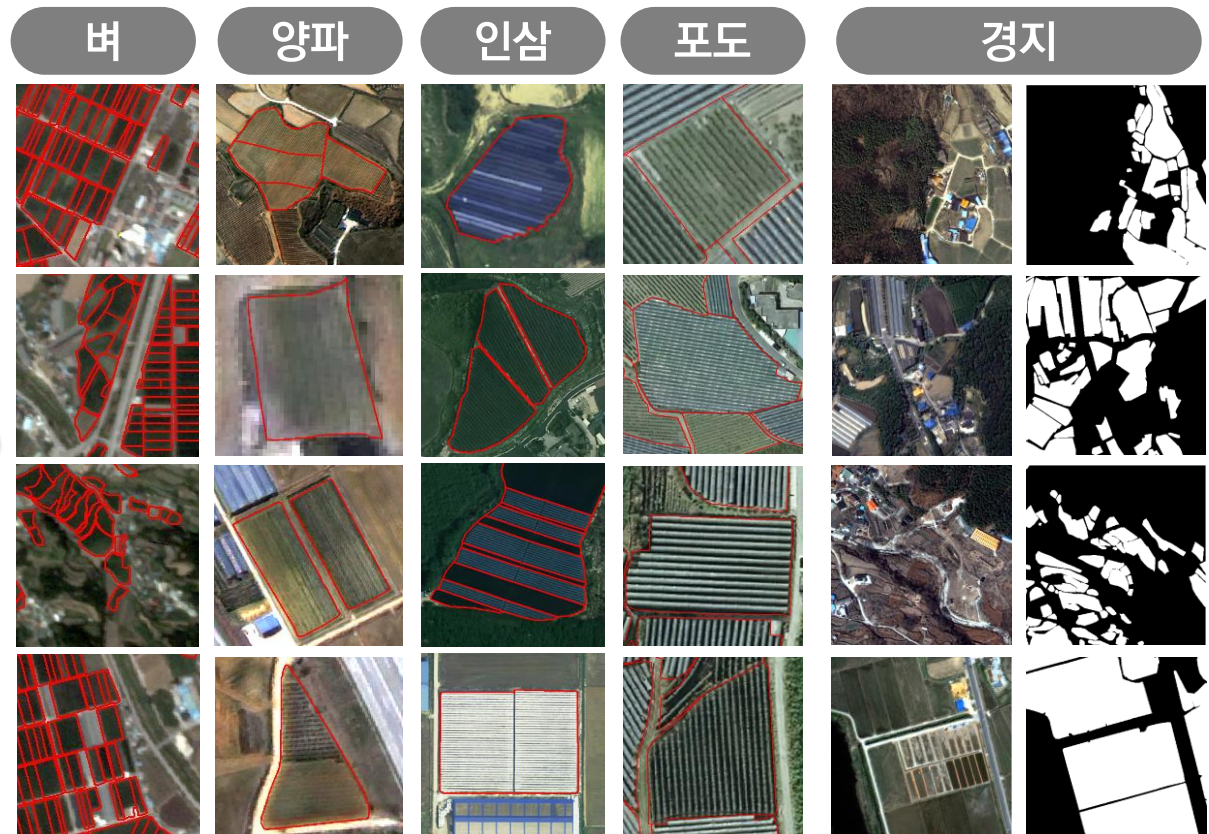
- (경지감소) 유실/매몰, 건물건축 등 표본조사구 대상



2. 딥러닝 농업면적 시스템_모델연구

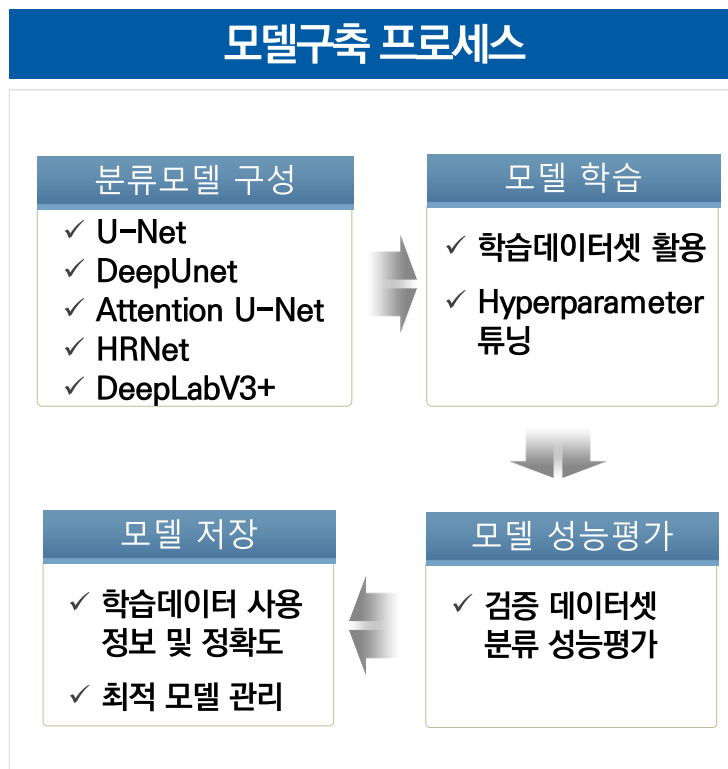
2단계) 학습 데이터셋 구축

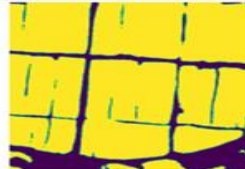
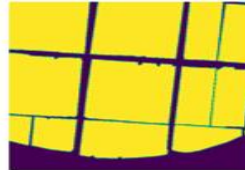
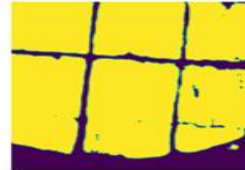
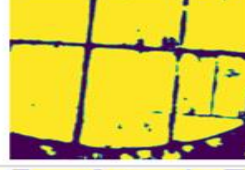
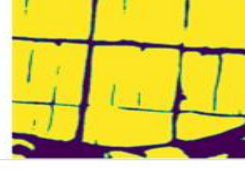
구분	분류 대상	활용 영상
작물 분류	벼	PlanetScope
	양파	KOMPSAT
	인삼	항공사진
	포도	항공사진
경지 변동	경지 (논, 밭, 과수, 시설)	KOMPSAT



2. 딥러닝 농업면적 시스템_모델연구

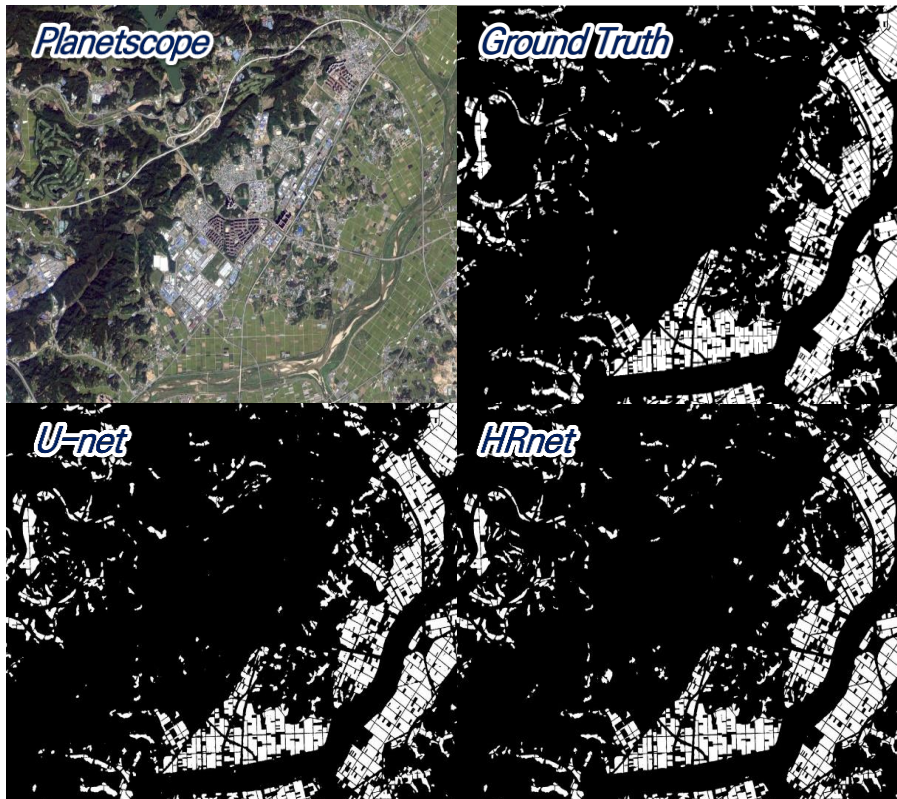
3단계) 분류모델 구축 및 Hyperparameter 최적화



	Input Image	Label	Prediction
UNet			
Deep UNet			
Attention UNet			
HRNet			

2. 딥러닝 농업면적 시스템_모델연구

4단계) 벼재배지 분류모델 성능평가



검증셋 분류 성능평가지표

분류 \ 실제	True	False
True	True Positive	False Positive
False	False Negative	True Negative

- ✓ **정밀도**: 모델이 True라고 분류한 것 중 실제 True인 것의 비율

$$(Precision) = \frac{TP}{TP + FP}$$

- ✓ **재현율**: 실제 True인 것 중 모델이 True라고 예측한 것의 비율

$$(Recall) = \frac{TP}{TP + FN}$$

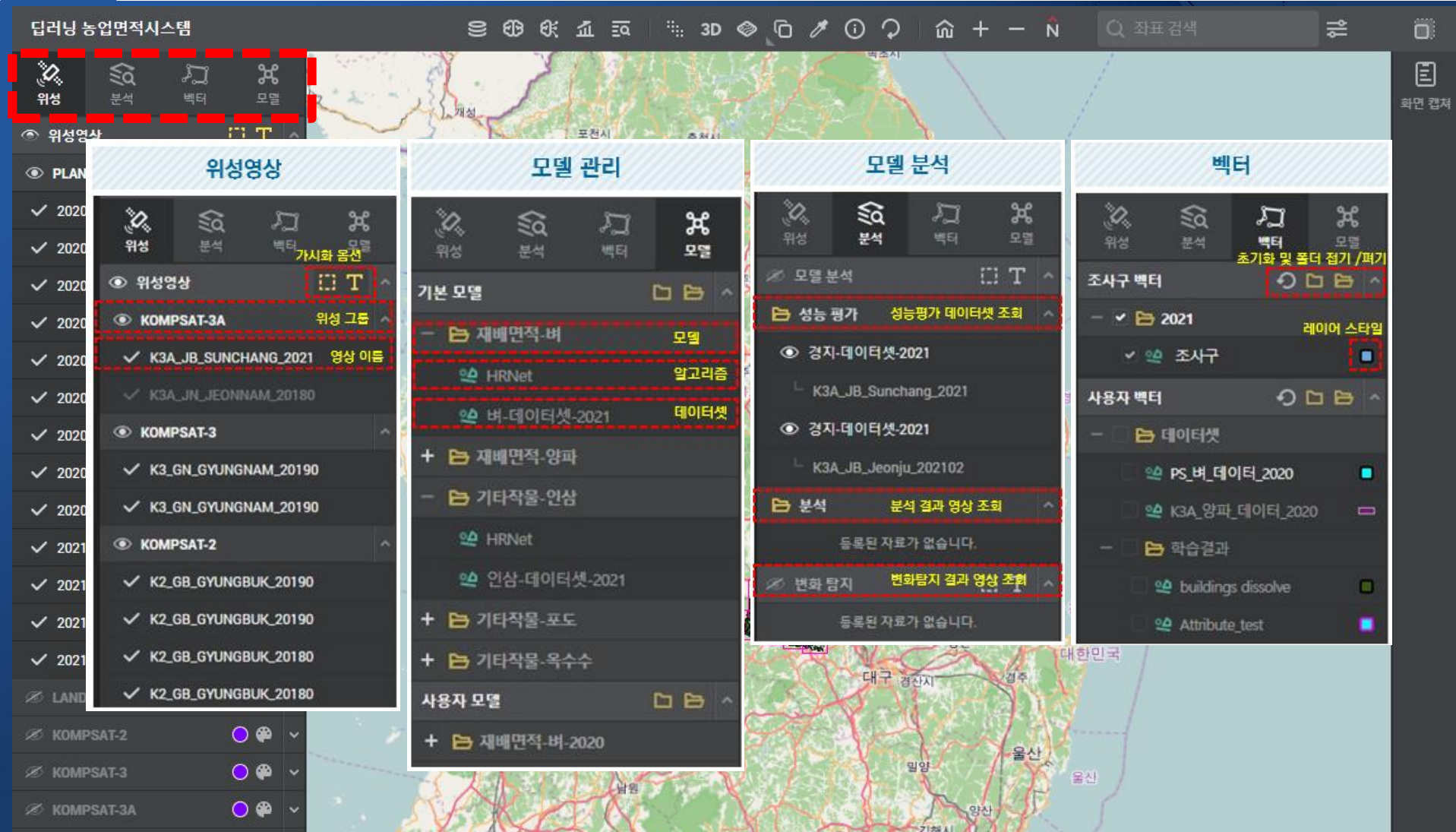
- ✓ **정확도**: 모델의 성능을 나타내는 지표

$$(Accuracy) = \frac{TP + TN}{TP + FN + FP + TN}$$

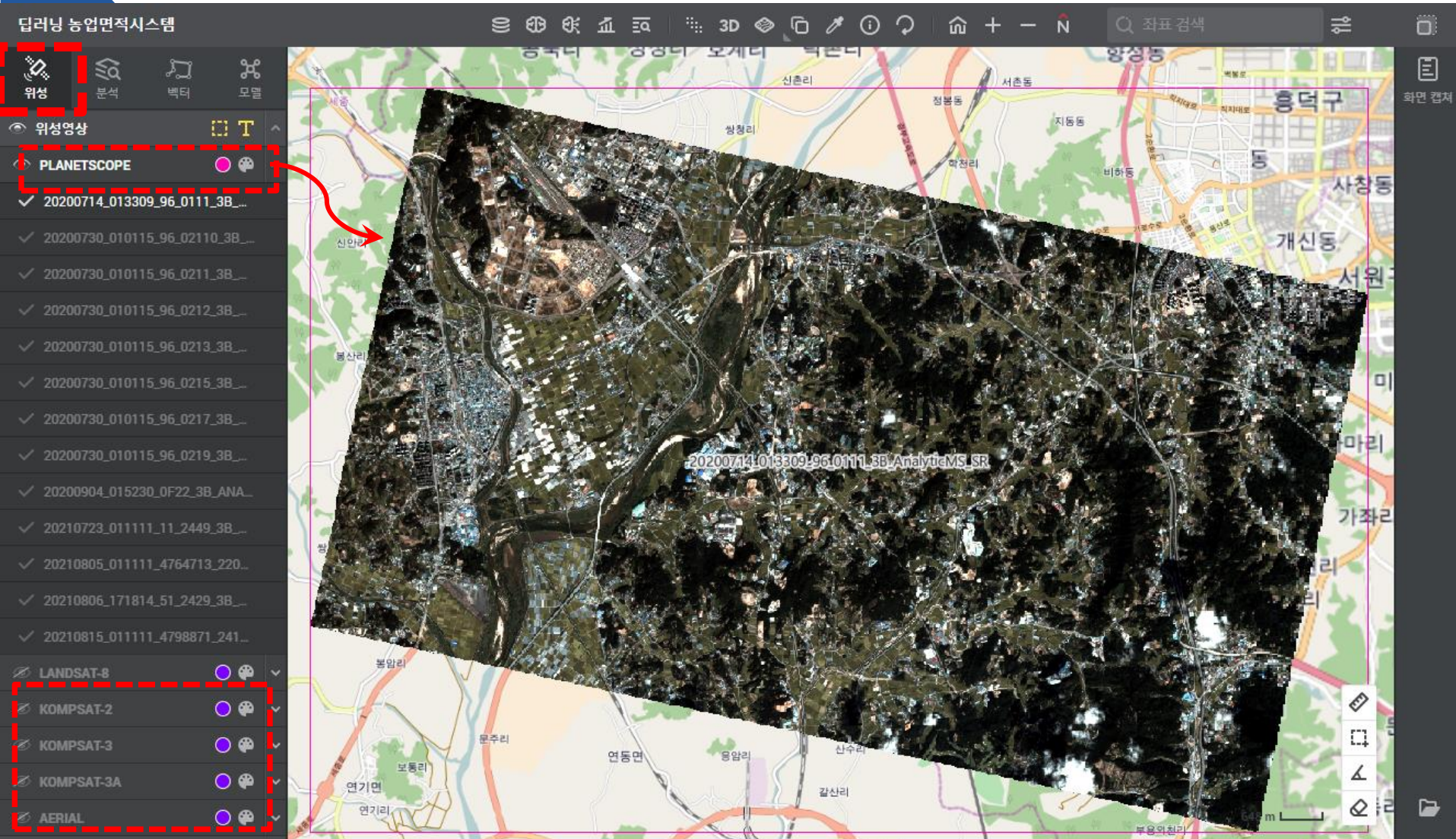
- ✓ **IoU**: 실제와 예측의 교집합을 실제와 예측의 합집합으로 나눔

$$(IoU) = \frac{Ground\ Truth \cap Prediction}{Ground\ Truth \cup Prediction}$$

2. 딥러닝 농업면적 시스템 - 메인메뉴

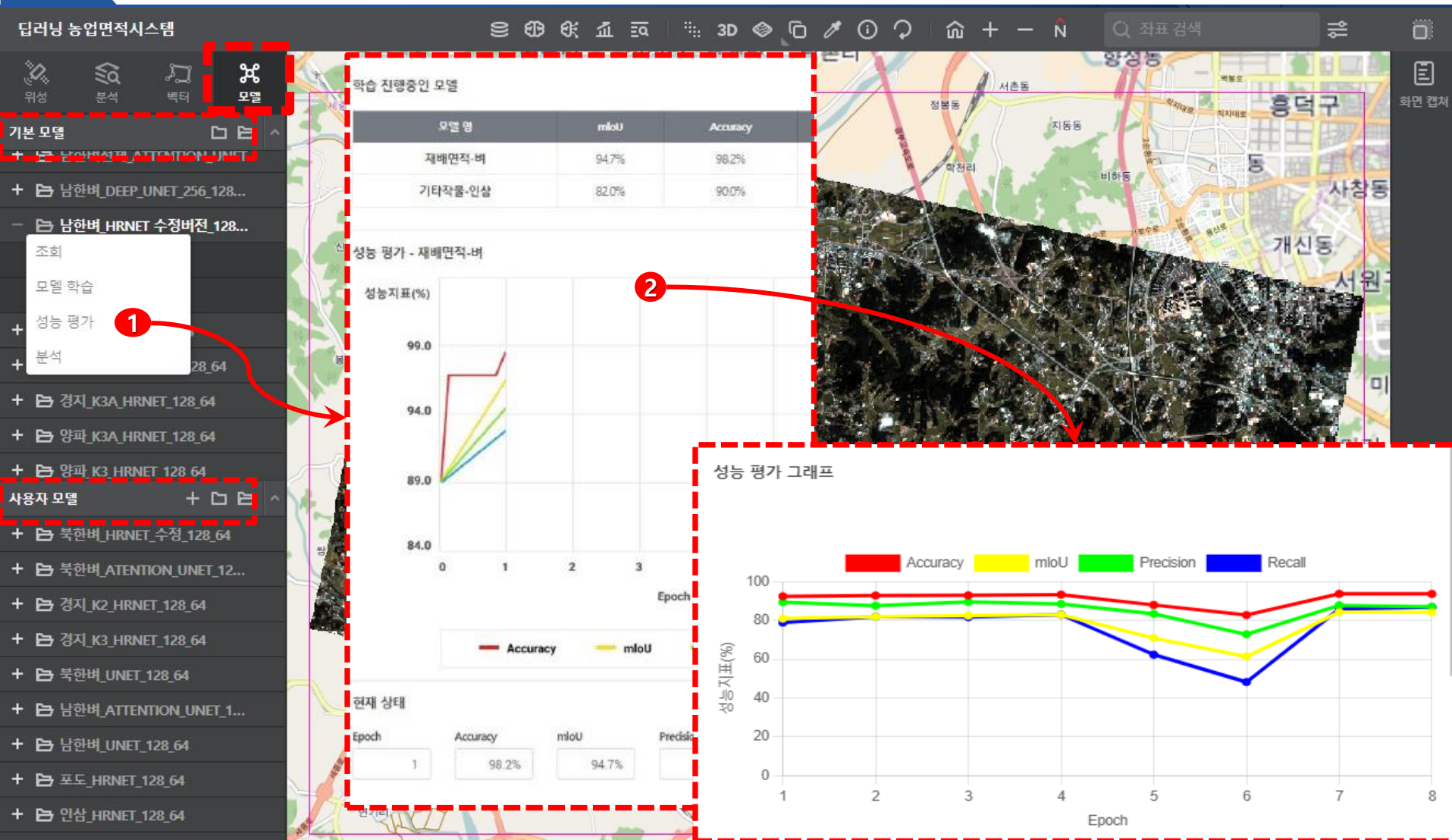


2. 딥러닝 농업면적 시스템 - 위성영상관리



2. 딥러닝 농업면적 시스템 - 모델관리(모델학습)

2. 딥러닝 농업면적 시스템 - 모델분석(성능평가)



2. 딥러닝 농업면적 시스템 - 모델분석

딥러닝 농업면적시스템

위성 분석 벡터 모델

모델 분석 성능 평가

남한버전체_UNET_20220414125454 벡

✓ 20200730_010115_96_0213_3B...

분석

남한버전체_UNET_20220425140058 벡

✓ 20210805_011111_4764713_22...

남한버전체_UNET_20220414100844 벡

✓ 20210806_171814_51_2429_3B...



딥러닝 시스템 실용화 분석



1. 기대효과

현장조사 축소

- 벼 재배면적을 원격탐사 대체가능 지역 및 층(논층) 선정
- 우선 적용가능지역 현장 표본조사 규모 축소

통계작성 선진화

- 위성 육안판독으로 인한 작업자 오류 최소화
- 딥러닝기법 선제적 적용으로 단순 반복 업무 효율성 향상

2. 딥러닝 시스템 단계적 실용화 검토

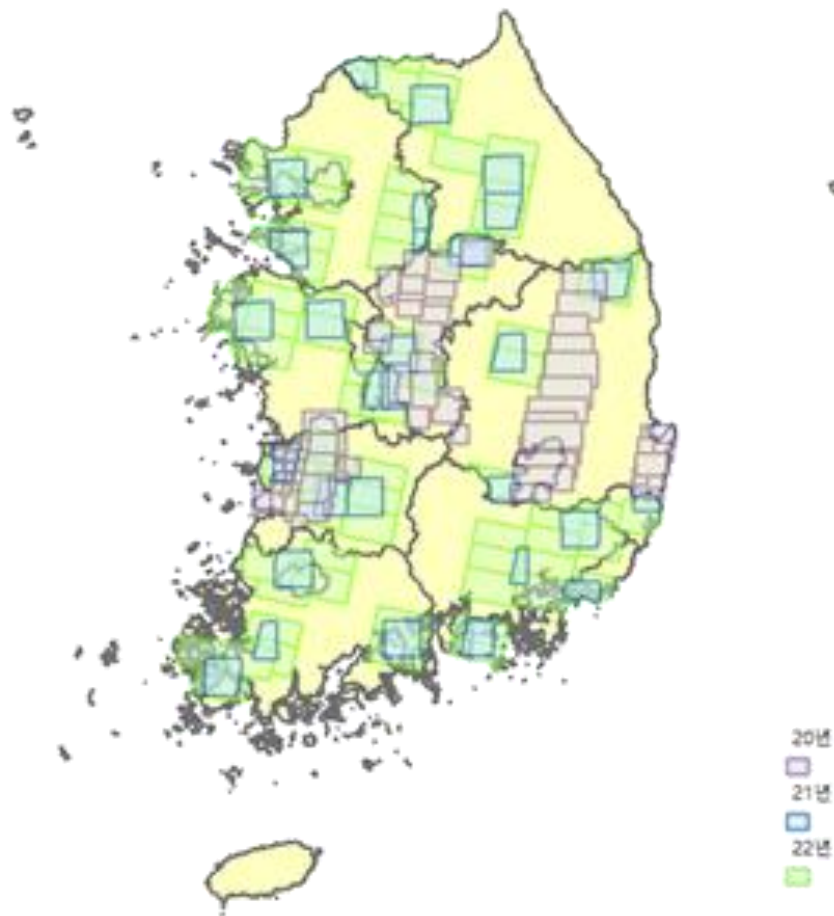
'22년 : 시스템 기능 확인 및 학습자료 구축

- 시스템 기능 및 변수 확인
- 지역별 학습자료 구축방안 정립
- '21~'22년 베팅배 딥러닝 학습자료 구축

'23년 : 딥러닝 영상분류 결과 정확도 분석

- 지역별, 모델별 다년도 딥러닝 영상분류 결과 분석
- 딥러닝 영상분류 정확도 분석 (현장조사 vs. 추계 vs. 딥러닝)

3. 학습데이터셋 구축 - 년도별 구축현황



<2020년>

- 구축 Scenes : 87씬 전체
- 지역 : 3개도 일부지역
- 촬영시기 : 7월14일~8월11일
- 벵재배구축 경지수 : 약 419,458여개

<2021년>

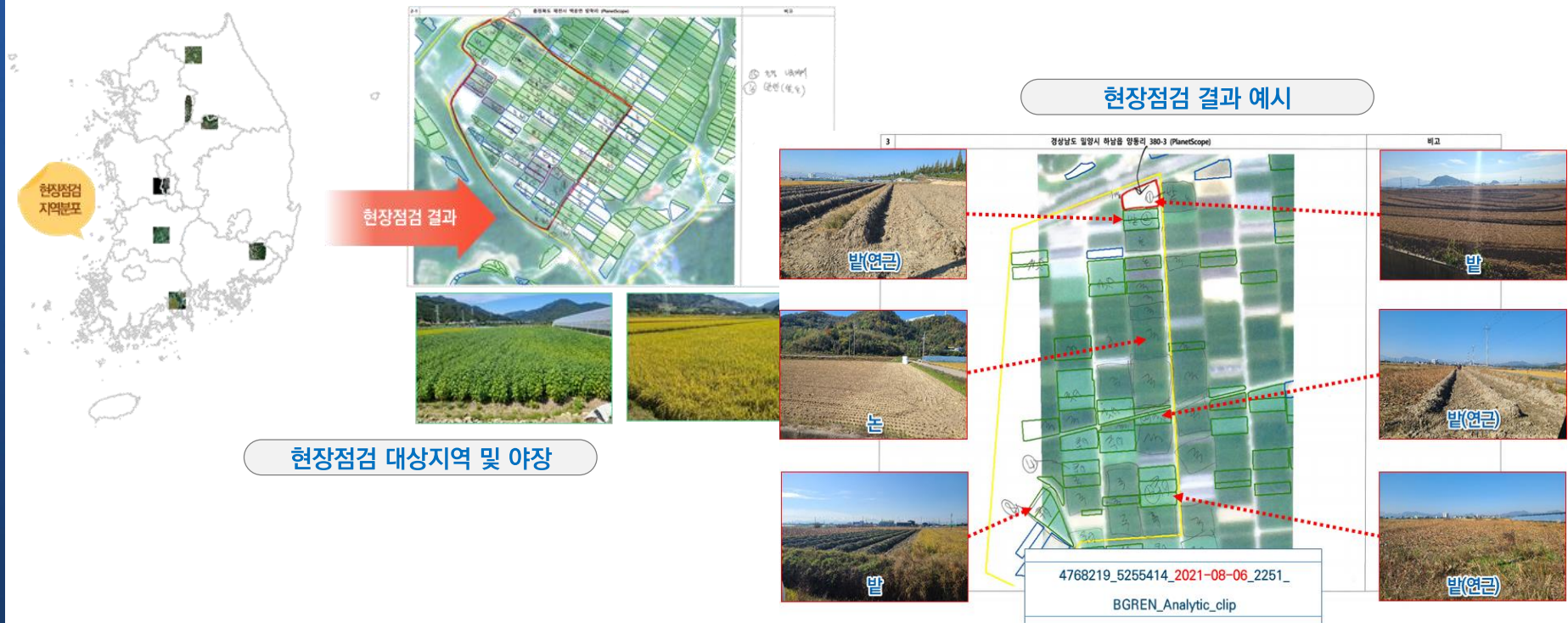
- 구축 Scenes : 29씬 전체
- 지역 : 8개도 일부지역
- 촬영시기 : 7월12일~9월30일
- 벵재배구축 경지수 : 약 538,880여개

<2022년>

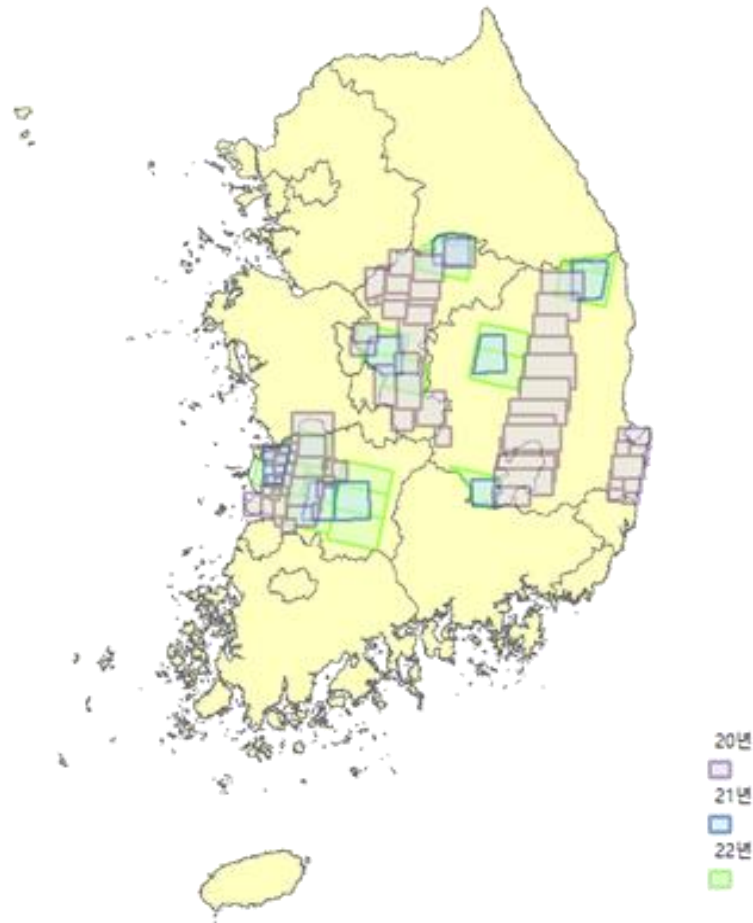
- 구축 Scenes : 74씬 일부
- 지역 : 8개도 일부지역(21년과 동일)
- 촬영시기 : 8월22일~9월24일
- 벵재배구축 경지수 : 약 476,506여개

3. 학습데이터셋 구축 - 현장점검

- 목표 : 구축된 학습데이터셋 정확도 향상을 위해 약 7Scenes 지역의 현장점검 실시
- 방법 : 논·밭작물 재배나 이모작 현황등을 파악, 지역별 특이사항 확인
지역별, 시기별 영상의 벼재배 특성 확인
벼재배 경지 판독의 기준이 되는 판독 라이브러리 자료 작성



4. 다년도 지역별 모델학습 - 년도별 구축현황



<2020년>

- 충북 : 22개 (99,554필지)
- 전북 : 43개 (228,061필지)
- 경북 : 22개 (91,842필지)

<2021년>

- 충북 : 2개 (21,770필지)
- 전북 : 3개 (66,828필지)
- 경북 : 2개 (57,679필지)

<2022년>

- 충북 : 5개 (29,982필지)
- 전북 : 7개 (73,806필지)
- 경북 : 5개 (60,176필지)

4. 다년도 지역별 모델학습 - 모델별 학습결과

20~22년 전북, 충북, 경북지역 모델별 학습결과 (80%학습, 20%검증)

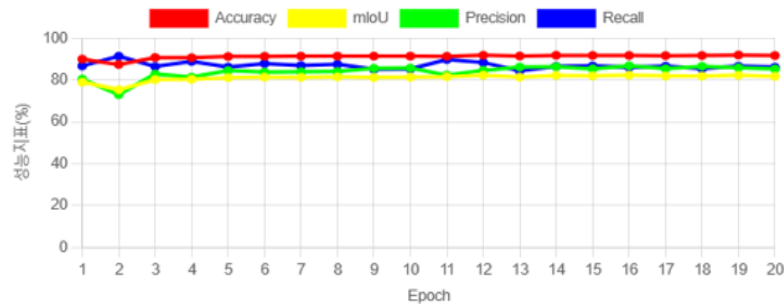
모델	지역	데이터개수(싰수)	Accuracy	mIoU	precision	recall	하이퍼파라미터
U-Net	전북	53	91.84	82.11	85.46	86.85	256*256패치, 64*64중첩, 1% 스트레칭, 8배치사이즈, 100회 반복, 연속5회차 성능 저하시 학습중단, 학습자료 증강
	충북	29	97.15	86.14	88.46	83.67	
	경북	30	95.65	79.82	76.54	80.49	
HRNet	전북	53	87.56	69.66	74.31	70.94	256*256패치, 64*64중첩, 0.5% 스트레칭, 2배치사이즈, 100회 반복, 연속5회차 성능 저하시 학습중단, 학습자료 증강
	충북	29	94.91	76.90	71.45	78.93	
	경북	30	93.81	71.73	66.11	70.46	
DeepUNet	전북	53	90.17	79.75	80.51	89.46	256*256패치, 64*64중첩, 1% 스트레칭, 8배치사이즈, 100회 반복, 연속5회차 성능 저하시 학습중단, 학습자료 증강
	충북	29	96.08	82.20	79.17	83.75	
	경북	30	94.49	75.42	70.58	75.05	
DeepLab V3+	전북	53	91.38	81.42	83.79	87.87	
	충북	29	96.93	85.24	86.64	83.27	
	경북	30	95.45	78.28	79.69	73.20	

4. 다년도 지역별 모델학습 - 모델별 학습결과

20~22년 전복 모델별 학습결과

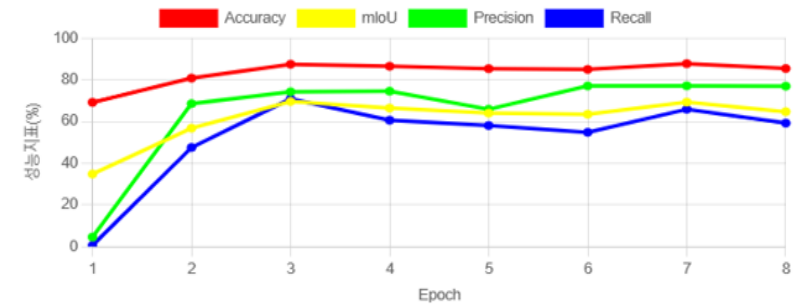
U-Net

성능 평가 그래프



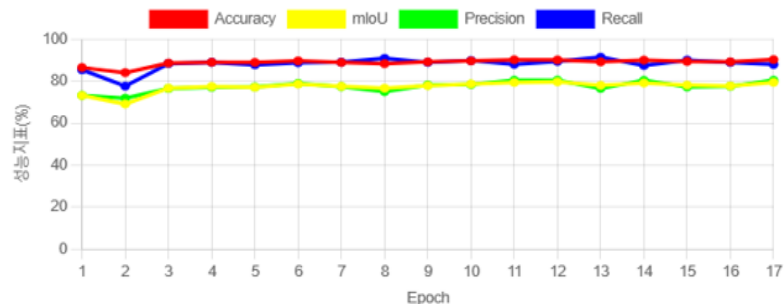
HRNet

성능 평가 그래프



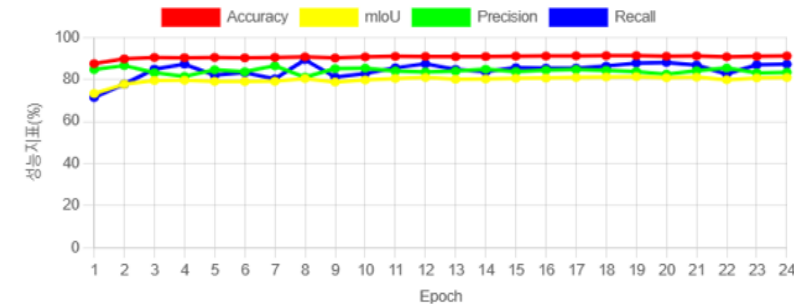
DeepUNet

성능 평가 그래프



DeepLabV3+

성능 평가 그래프

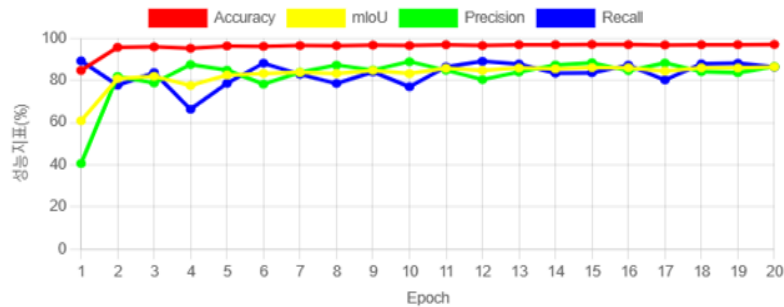


4. 다년도 지역별 모델학습 - 모델별 학습결과

20~22년 충북 모델별 학습결과

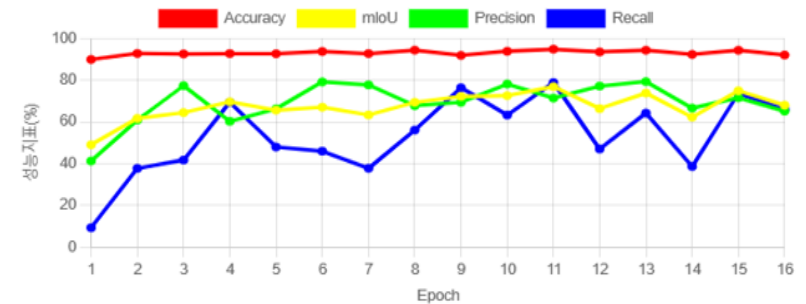
U-Net

성능 평가 그래프



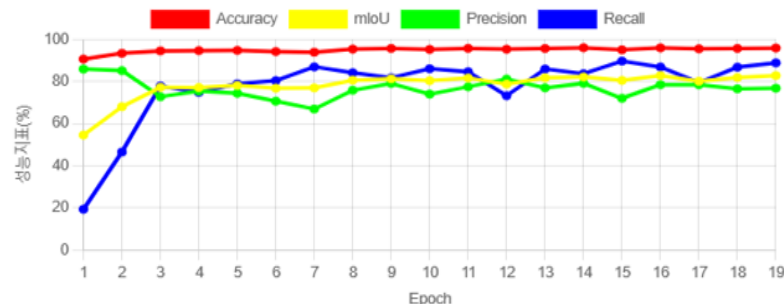
HRNet

성능 평가 그래프



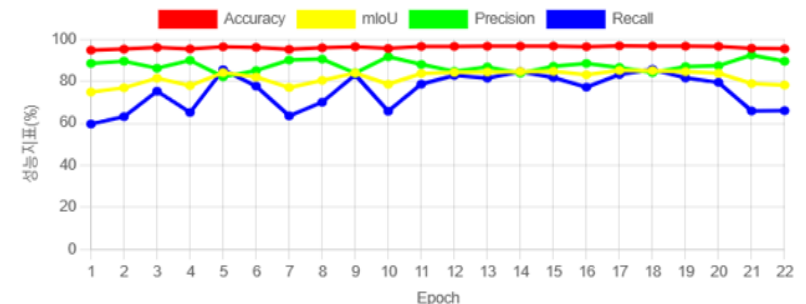
DeepUNet

성능 평가 그래프



DeepLabV3+

성능 평가 그래프

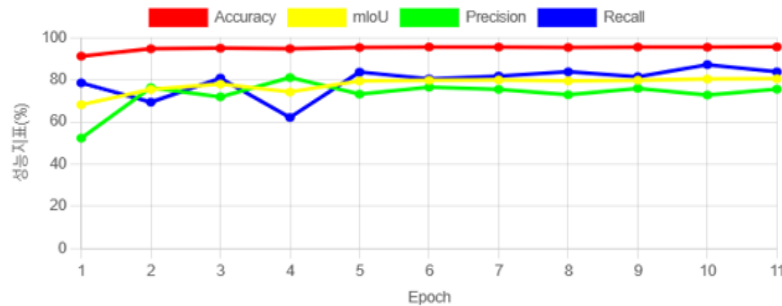


4. 다년도 지역별 모델학습 - 모델별 학습결과

20~22년 경북 모델별 학습결과

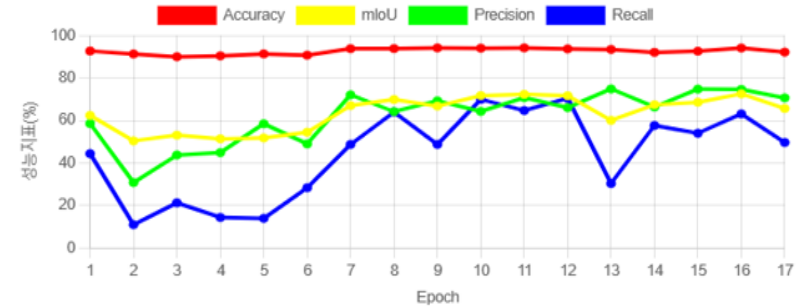
U-Net

성능 평가 그래프



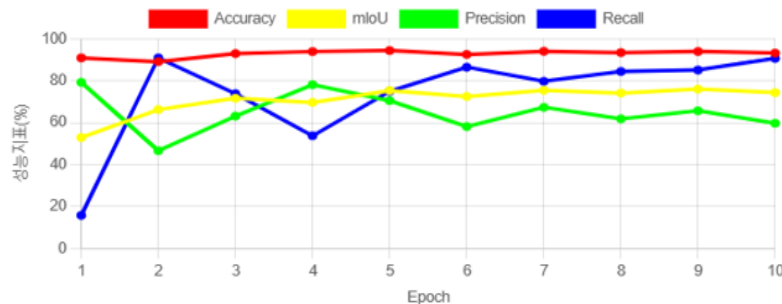
HRNet

성능 평가 그래프



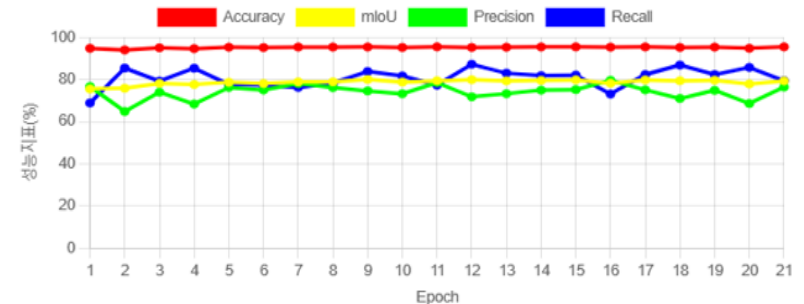
DeepUNet

성능 평가 그래프



DeepLabV3+

성능 평가 그래프



5. 다년도 지역별 성능평가 - 개요

모델(UNet, DeepUNet,..)학습

학습데이터셋



위성영상+벼재배공간정보

학습데이터셋



위성영상 딥러닝 분석



벼재배공간정보
(참값)



학습된 모델의 성능 평가

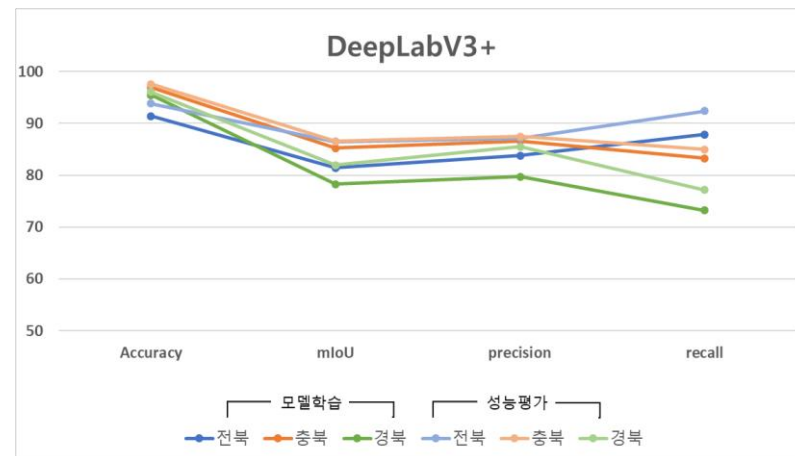
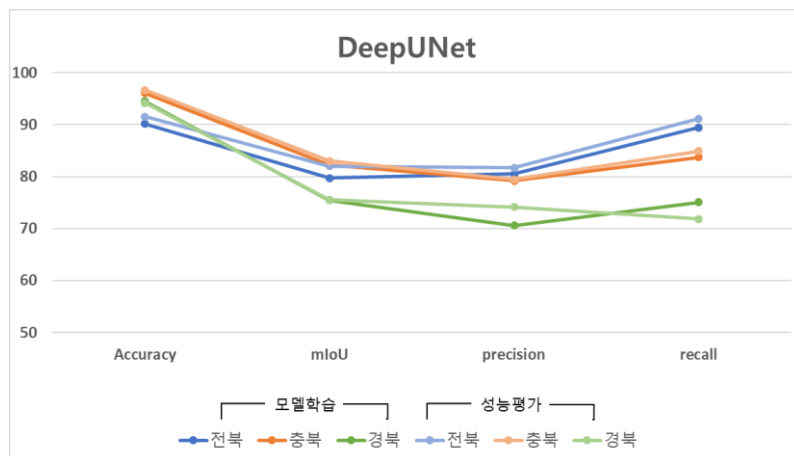
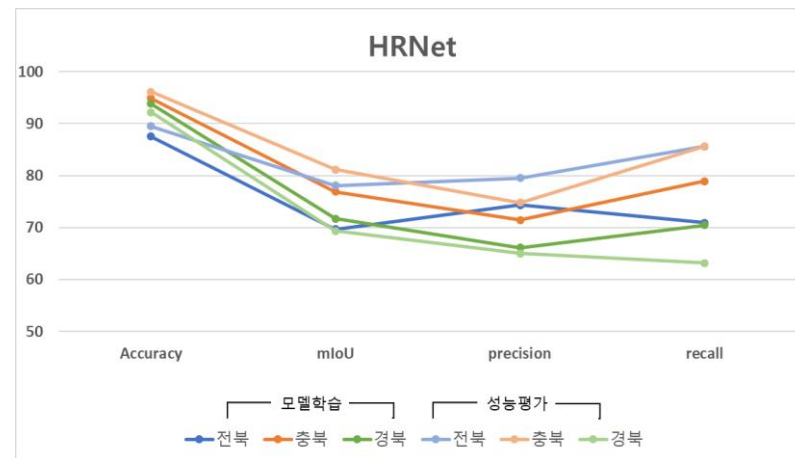
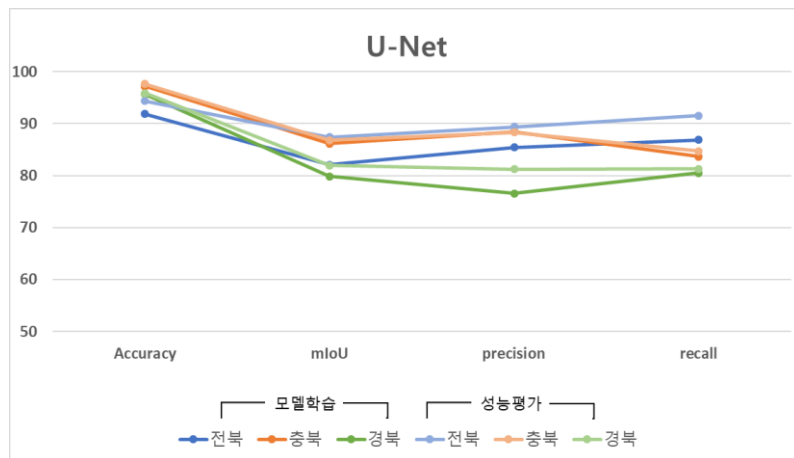
5. 다년도 지역별 성능평가 - 성능평가 결과

20~22년 전북, 충북, 경북지역 모델별 성능평가 결과

모델	지역	데이터개수(쌍수)	Accuracy	mIoU	precision	recall	하이퍼파라미터
U-Net	전북	53	94.38	87.42	89.34	91.51	256*256패치, 64*64중첩
	충북	29	97.62	86.8	88.34	84.7	
	경북	30	95.86	81.94	81.2	81.29	
HRNet	전북	53	89.47	78.09	79.54	85.65	
	충북	29	96.11	81.13	74.82	85.63	
	경북	30	92.19	69.38	65	63.2	
DeepUNet	전북	53	91.5	82.04	81.66	91.11	
	충북	29	96.66	82.99	79.44	84.89	
	경북	30	94.13	75.52	74.12	71.83	
DeepLab V3+	전북	53	93.85	86.46	87.15	92.39	
	충북	29	97.55	86.54	87.43	84.98	
	경북	30	96.04	81.95	85.51	77.14	

5. 다년도 지역별 성능평가 - 성능평가 결과

20~22년 전북, 충북, 경북지역 모델별 성능평가 결과



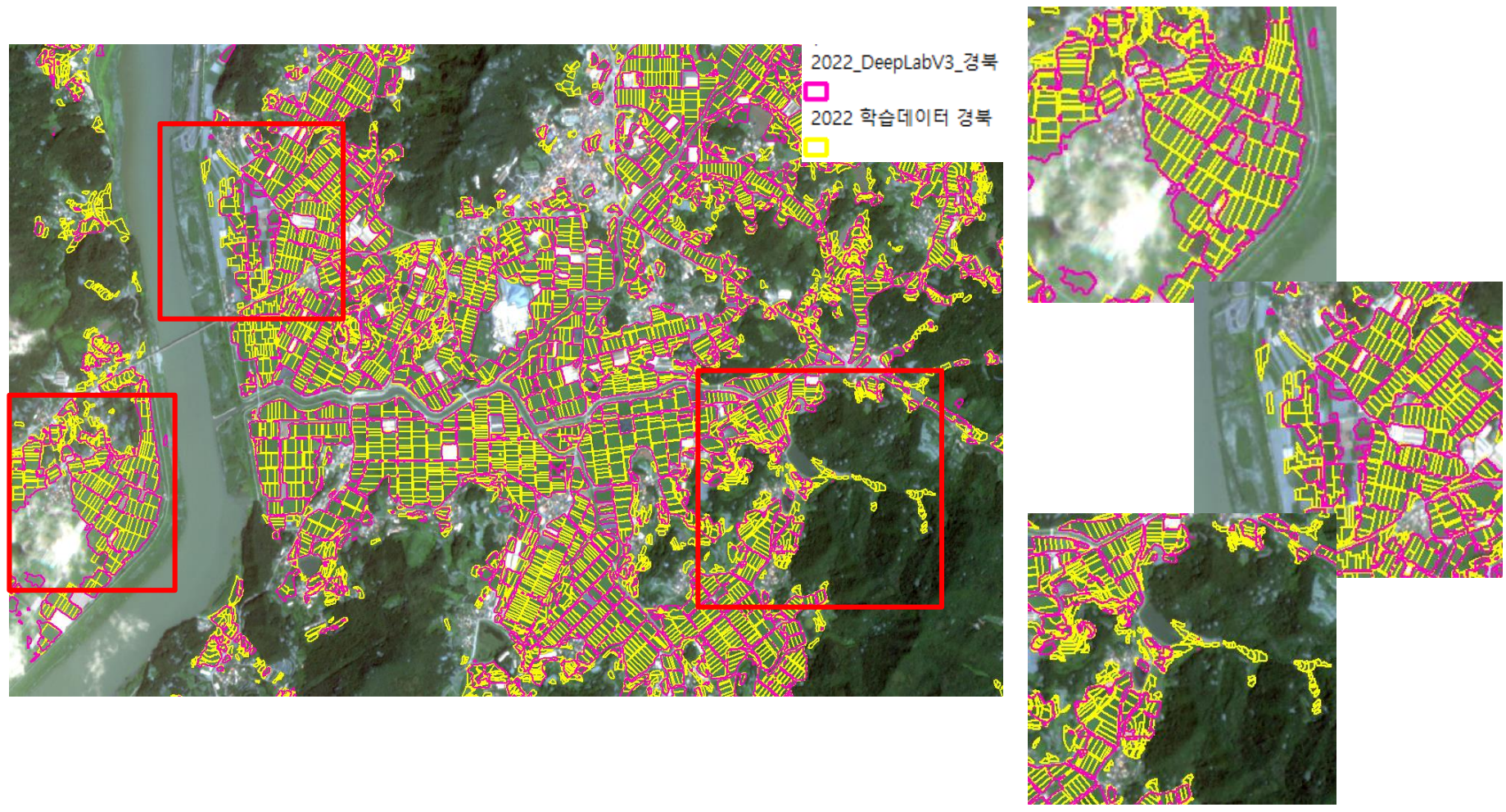
5. 다년도 지역별 성능평가 - 성능평가 결과

20~22년 전북, 충북, 경북지역 모델별 성능평가 면적비교

연도	지역	학습데이터 공간자료 면적	U-Net	HRNet	DeepUNet	DeepLapV3+
2020	전북	723,200,368	789,469,515	854,360,613	846,211,653	804,716,622
	충북	201,083,825	218,167,218	264,825,225	248,383,242	223,658,550
	경북	127,909,752	132,190,569	184,646,763	139,883,814	133,903,053
2021	전북	194,228,107	212,576,792	231,421,891	257,844,076	225,941,640
	충북	35,702,418	37,407,421	49,087,880	40,657,359	38,212,075
	경북	112,917,993	126,137,460	54,075,243	126,219,942	112,286,207
2022	전북	199,693,891	219,885,165	247,170,852	245,487,033	237,381,246
	충북	46,131,242	44,385,525	61,344,441	51,559,470	44,470,602
	경북	117,726,370	144,295,569	177,110,577	138,789,234	120,333,069

학습데이터 공간자료 면적대비 과소, 과대, 30%과소, 30%과대

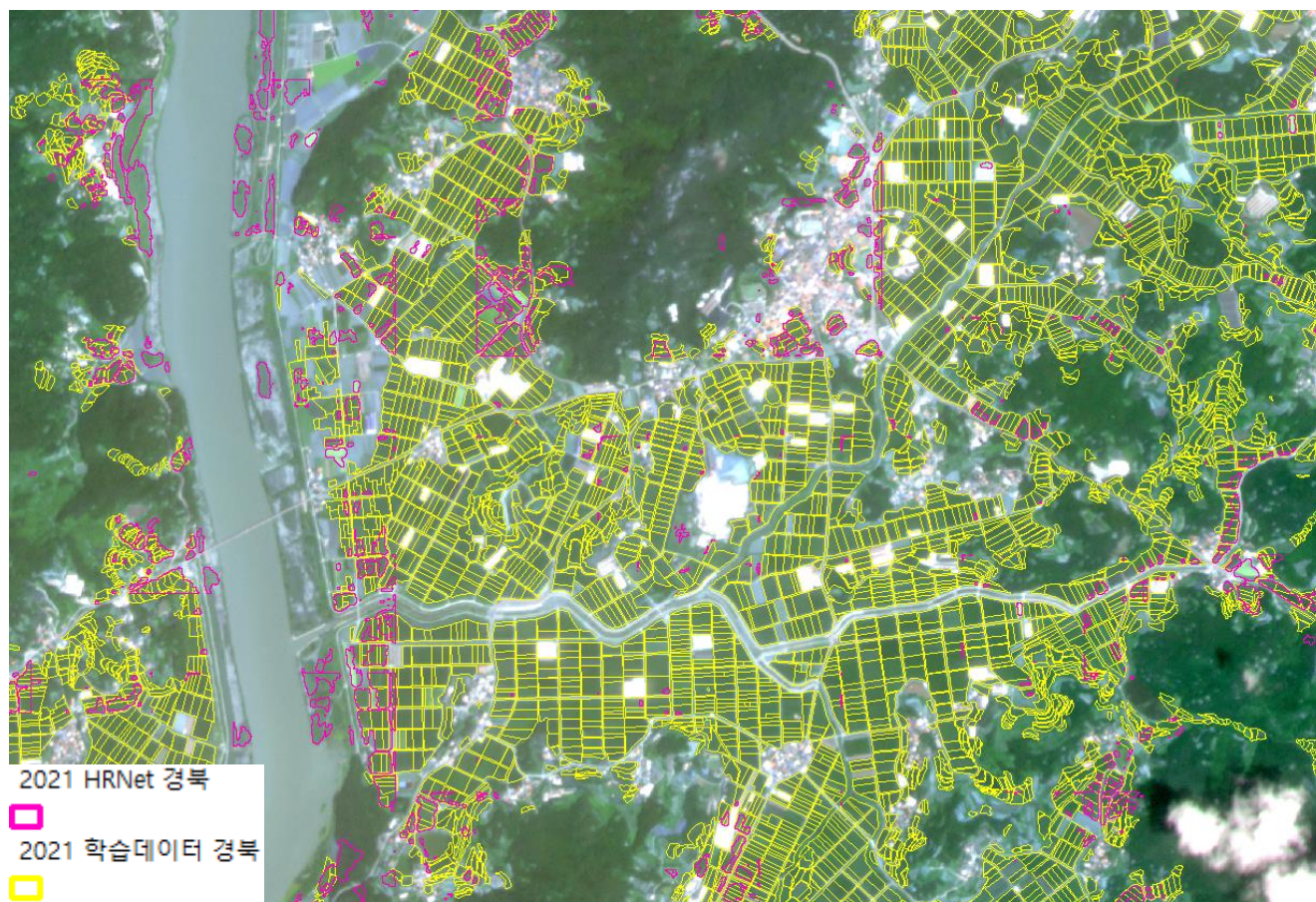
5. 다년도 지역별 성능평가 - 성능평가 결과



5. 다년도 지역별 성능평가 - 성능평가 결과



5. 다년도 지역별 성능평가 - 성능평가 결과



모델	지역	데이터개수(쌍수)	Accuracy	mIoU	precision	recall
HRNet	경북	30	92.19	69.38	65	63.2

5. 다년도 지역별 성능평가 - 현재 결론

현재까지의 결론

- 모델학습과 성능평가의 성능지표가 비슷
- 90% 이상의 Accuracy(정확도)라도 불만족스러운 면적과 분류결과
- U-Net과 DeepLabV3+가 벼재배면적 분류에 적합한 모델

결론에 따른 고려사항

- 모델별 정확도 높은 학습을 위한 하이퍼파라미터 설정
- 예측 불가능한 학습데이터셋의 구축범위

IV

향후 추진방향



추가 유의점

- ✓ 지역별 다년도 모델학습이 적당한가? (지형, 기상, ... , ALL)
- ✓ 위성영상의 시기가 벼재배분석에 적합한가?
(물댄시기? 영상의 수급문제)

향후 추진작업

- ✓ 23년 학습데이터셋 구축
- ✓ 딥러닝 분석 면적 vs. 실제조사면적 vs. 추정면적
- ✓ 딥러닝 분석 결과의 활용가능성 분석

Question and Answer

끝까지 경청해 주셔서
감사합니다

사회통계국 농어업통계과