

02

인공지능 기법을 활용한 농촌지역의
객체 정보 추출방안

전정배
공간정보연구원
/ 선임연구원
jbjeon@ix.or.kr



석승원
전북대학교 스마트팜학과
/ 학사과정
champ9162@jbnu.ac.kr



김솔희
전북대학교 스마트팜학과
/ 연구교수
solhee1101@jbnu.ac.kr



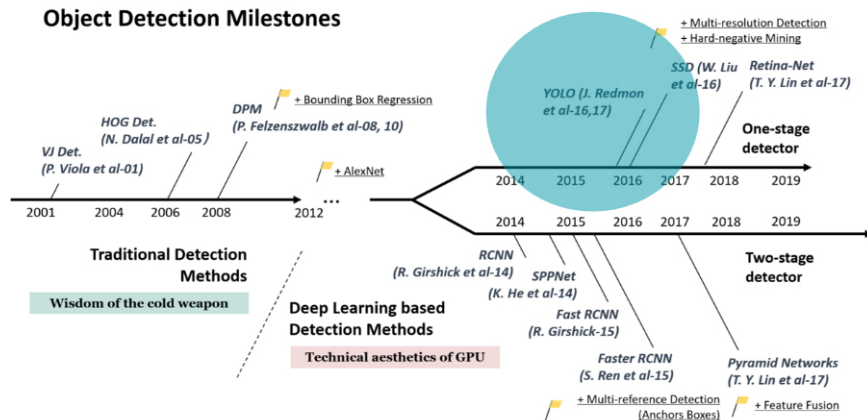
김태곤
전북대학교 스마트팜학과
/ 교수
taegon@jbnu.ac.kr

1. 머리말

최근 4차 산업혁명 기술이 경제 화두로 부상한 이후 3D, 빅데이터, IoT, AI를 활용한 사업들이 성장세를 띄고 있으며, 특히 AI 기술은 스마트도시, 스마트건설, 보건복지, 안전 등 다양한 분야로 활용되고 있다. 이러한 4차 산업혁명 기술은 농업 및 농촌분야에서도 빠르게 적용되고 있다. 농촌분야에서는 ICT, 공간빅데이터 등을 활용해 증거기반 주민체감형 지역개발과 같은 지능형 스마트 농촌을 구현하기 위한 연구가 수행되고 있으며, 농업 분야에서는 빅데이터, AI, 사물인터넷 등 ICT 기술을 접목한 스마트팜 연구가 수행되고 있다. 이처럼 농업과 농촌 분야에 신기술의 도입으로 학문 분야의 확장과 새로운 비즈니스를 창출하고 있다.

이러한 변화속에서 정부는 농촌공간의 쾌적성과 편리성을 높이고, 농촌 주민 삶의 질 향상을 위해 농산촌 지원강화 및 성장환경 조성이라는 국정 목표를 세우고, 이에 대한 세부실천 목표를 제시하였다. 이 가운데 하나가 농촌공간 재구조화 계획이다. 이 계획은 농촌공간의 여건에 따라 주거·생산·서비스 등 기능적으로 구분되고 재배치될 수 있도록 장기계획 수립 및 농촌특화지구 도입을 목표로 하고 있다. 이를 위해 「농촌공간 재구조화 및 재생지원을 위한 법률」(농촌공간재구조화법)을 22년도에 제정하였으며, 24년부터 시행에 들어가게 된다. 또한 장기적인 계획에 대응하여 서비스 거점 확충, 주거지 인접 공장·축사 정비·집적화 등을 지원하는 농촌재생 프로젝트를 추진하고자 하고 있다.

농촌지역을 대상으로 국정목표에 따른 세부실천과제를 수행하기 위해서는 기존의 현황에 대한 파악이 우선되어야 한다. 현재 우리나라의 농촌지역에 해당하는 공간은 국토기본법, 국토의 계획 및 이용에 관한 법률(국토



Sources: Zou, Z., Shi, Z., Guo, Y., & Ye, J. (2019). Object detection in 20 years

Fig. 1. Object detection in 20 year

계획법), 공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률 (공간정보관리법)에 영향을 받는다. 국토기본법에 따른 국토종합계획, 국토계획법에 따른 도시·군 관리계획과 함께 용도지역·지구 등과 같은 관리를 받고 있으며, 공간정보관리법에 따라 법정지목에 영향을 받는다. 따라서 현재 시행되고 있는 법률을 기준으로 농촌공간의 현황에 대해서 파악해야 한다. 이를 위해서는 다양한 법률에 따라 관리되고 있는 많은 공간데이터를 융복합하여야 한다. 또한 농촌공간의 정확한 현황을 파악하기 위한 기법도 필요하다. 현재 우리나라 토지(농경지)는 토지·농지대장과 같은 공적장부를 통해 관리되고 있다. 공적장부는 토지에 대한 관리를 위해 비치되는 장부이지만, 실제 현황에 대한 직접적인 조사에 많은 비용과 시간이 필요하기 때문에 정보 갱신의 주기가 빠르지 않다는 단점이 있다. 이로 인해 공적장부에 등록된 정보와 현실의 현황이 다르게 나타나고 있으며, 이로 인해 다양한 문제점이 야기되고 있는 실정이다. 따라서 이러한 단점의 보완이 필요하며, 인공지능 기법이 새로운 대안으로 부상하고 있다.

이처럼 농촌지역의 미래지향적인 발전과 농업

활동의 안정적인 지속성을 위해서는 농촌 맞춤형의 공간재구조화 필요하며, 이를 위해서 정확한 정보를 기반으로 현재의 상황을 진단하여야 한다. 따라서 최근 부상하고 있는 인공지능 기법을 활용하여, 농촌공간의 실제 현황 정보를 파악하고, 이를 타 법률에 따른 근거와 비교하여 객관적인 현황을 파악할 수 있는 프로토타입의 분석방법을 제안하고자 한다.

2. 인공지능 기법을 이용한 객관적 객체 탐지

최근 인공지능을 활용한 이미지 인식기술이 빠르게 고도화되고 있다. 이미지 인식 기술은 2012년 대규모 이미지 인식 경진대회인 ILSVRC(ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge)에서 토론토 대학 연구진이 CNN(Convolution Neural Network) 기반의 딥러닝(Deep learning) 알고리즘으로 기존의 방법론에 대비해 압도적인 성능으로 우승하며 전세계적으로 주목을 받기 시작하였다. 이후 인공지능 기법을 통한 이미지 인식 기술은 빠른 속도로 발전하고 있다. 2015년에는 Joseph Redmon에 의

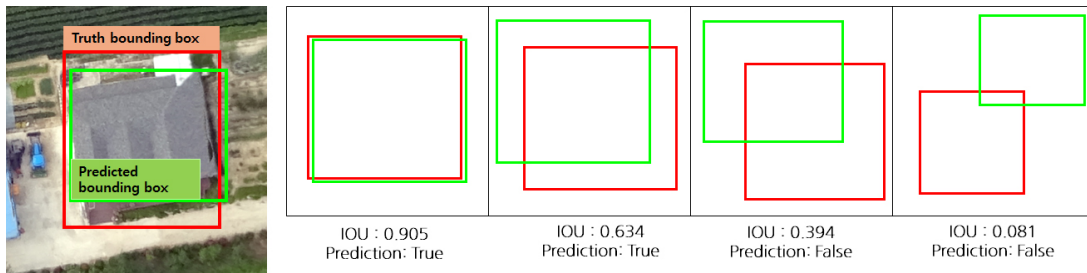


Fig. 2. IOU organization scheme for determining object recognition

해서 YOLO(You Only Look ONCE) 알고리즘이 최초로 공개되었다. 이 알고리즘은 기존의 방법론 대비 이미지 처리 시간을 대폭 감소시킬 수 있는 방법으로 모델이 구성되었으며, 실시간 영상의 객체인지가 가능해 많은 분야에 활용 가능성을 보여주었다. 이로 인하여 수많은 연구자가 YOLO 모델을 채용하고 다양한 분야에서 활용되고 있다.

YOLO 알고리즘은 이미지를 그리드로 나누고, 각 그리드 셀이 객체의 중심을 포함할 확률과 해당 객체에 대한 바운딩 박스(객체를 둘러싼 사각형 박스)의 좌표, 그리고 그 객체의 클래스를 예측한다. 여기서 객체탐지의 성능은 정밀도(precision), 재현율(recall), 평균정밀도(AP, Average Precision)로 평가하게 된다(김준석과 홍일영, 2021). 정밀도는 기준에 설정된 정답과 모델을 통해 탐지된 결과물이 일치하는 비율을 의미하며, 다음의 식 (1)과 같이 계산된다.

$$precision = \frac{True\ Positive}{True\ Positive + False\ Positive} \quad (1)$$

여기서, true positive와 false positive를 결정하는 기준은 IOU(Intersection Over Union)를 기준으로 설정한다. IOU는 정답으로 설정된 경계 박스와 모델을 통해 예측된 결과박스와 중첩되는 부분의 면적을 합집합 면적의 비로 계산된다. 이렇게 산정된 IOU 값을 통하여 정답지와 일치하는

지, 일치하지 않은지를 설정하게 된다. 본 연구에서는 IOU 값이 0.5 이상으로 탐지된 객체를 일치하는 것으로 적용하였다(Fig. 2).

다음으로 재현율은 실제 참값(True)인 것 중에서 모델이 True라고 예측한 비율을 말하며, 다음의 식 (2)와 같이 산정된다.

$$Recall = \frac{True\ Positive}{True\ Positive + False\ \neg ative} \quad (2)$$

마지막으로 평균정밀도는 예측된 모델의 정밀도-재현율곡선(Precision-Recall Curve, PRC)의 아래영역 면적으로 산출된다. 이는 재현율이 증가함에 따라 정밀도가 얼마나 유지되는지를 측정하는 지표로 모델을 성능을 평가하는 대표적인 항목이다. 여기에 여러개의 객체를 동시에 탐지하는 경우 mAP(Mean Average Precision)을 산정하여 모델을 평가한다.

3. 인공지능 기법을 통한 농촌지역의 객체 탐지 실증

YOLO 알고리즘 기반으로 드론으로 촬영된 영상을 활용하여 객체 탐지를 실증하였다. 객체탐지는 건축물에 해당하는 주택과 비닐하우스로 한정하였다. 분석을 위한 건축물 데이터는 약 16만개를 이용하였으며, 비닐하우스는 약 12만개를 이용

으로 분석되었다. 그러나 일부 건축물이 아닌 비닐하우스(46객체), 인삼밭(33객체), 적치물(8객체), 공사나지(6객체)에 대해서 탐지가 되어서 분석된 결과에 대한 검토와 후처리가 필수적으로 필요하다고 볼 수 있다. 다음으로 비닐하우스의 경우에는 297개가 인식되었으며, 타용도로 활용되는 7개의 객체가 탐지되었다. 또한 일부 육안으로 판단했을 때 비닐하우스가 위치하지만, 객체로 탐지하지 못한 비닐하우스도 나타났다. 이 비닐하우스는 탐지된 비닐하우스에 비해 상대적으로 폭이 좁고 좁은 간격으로 밀집하여 집단을 이루고 있는 과수형 비닐하우스로 추정된다. 따라서 향후 탐지의 정확도를 높이기 위해서는 과수형 비닐하우스에 대한 학습데이터의 구축이 필요할 것으로 보여진다.

마지막으로 탐지된 객체를 대상으로 법정지목과 비교를 하였다. 지목은 법률적으로 토지이용에 관하여 제한된 범위를 가지고 있다. '대'의 경우에는 건축물이 입지할 수 있으나, '전', '답'과 같은 농경지에서는 건축물이 입지할 수 없다. 따라서 YOLO에서 탐지된 건축물이 위치한 필지의 지목을 검토하였다. YOLO를 통해 탐지한 건축물을 연속지적도와 공간조인(Spatial Join)을 수행한 결과 518개 필지에 건축물이 위치하는 것으로 나타났다(Table 3). 이 필지들의 지목을 살펴보면 대, 전, 답, 임야, 목장용지의 순서로 나타났다.

이 가운데 건축물의 입지가 가능한 필지는 대, 목장용지, 잡종지, 공장용지, 창고용지, 종교용지, 주유소용지가 있다. 이외의 전, 답에서는 농막과 같은 주거공간이 아닌 휴식공간의 건축물이 입지가 가능하지만 콘크리트 타설이나 전기설비가 구축된 건축물은 불법이다. 임야의 경우에는 산지전용허가를 받은 경우에만 건축물의 입지가 가능하다. 이처럼 농경지와 임야에서 건축물의 존재유무 판단은 가능하지만 불법적인 건축물을 정확히 탐지하기 위해서는 행정정보의 연계가 필요하다고 볼 수 있다.

다음으로 비닐하우스를 대상으로 연속지적도를 비교하였다. 비닐하우스는 167개의 필지에 위치하는 것으로 나타났으며, 해당 토지의 법정지목은 전, 답, 대, 임야, 목장용지의 순서로 분석되었다(Table 4). 비닐하우스의 설치 목적은 농작물 재배를 위해 사용되는 임시 구조물이다. 따라서 농작물 생산의 목적을 가지고 있기 때문에 지목은 전, 답이 우선되어야 한다. 그러나 본 연구대상지에서는 대, 임야, 구거, 공장용지, 도로 등 농작물 생산과 관련성이 적은 지목에서도 비닐하우스가 관찰되었다. 지목이 대인 필지에 비닐하우스가 위치하는 경우에는 단독주택 인근에 위치한 경우가 많은 것으로 분석되었다. 이는 주택의 창고용도로 활용하거나 농작물의 자연건조 또는 텃밭의 용도로 활용되는 것으로 파악된다. 현재 비닐하우스는 사용을 위해서 신고 또는 허가의 대상이 아니

Table 3. Land category status of parcels of land detected as buildings via YOLO

LC	Count	LC	Count	LC	Count	LC	Count	LC	Count
BL	196	DP	121	RP	47	FF	46	PT	43
MLA	19	FS	12	DI	12	WS	12	RI	4
RO	2	GY	1	MA	1	RS	1	SS	1

LC: Land Category(지목) DP: Dry Paddy(전), RP: Rice Paddy(답), PT: Pasture(목장용지), FF(Forest Field(임야), BL: Building Land(대), FS: Factory Site(공장용지), SS: Service Station(주유소용지), WS: Warehouse Site(창고용지), RO: Road(도로), RI: River(하천), DI: Ditch(구거), MA: Marsh(유지), RS: Religious Site(종교용지), GY: Grave Yard(묘지), MLA: Miscellaneous Area(잡종지)

Table 4. Land category status of parcels of land detected as greenhouses via YOLO

LC	Count	LC	Count	LC	Count	LC	Count	LC	Count
BL	196	DP	121	RP	47	FF	46	PT	43
MLA	19	FS	12	DI	12	WS	12	RI	4
RO	2	GY	1	MA	1	RS	1	SS	1

기 때문에 불법으로 활용되는 것은 아니다. 그러나 비닐하우스를 개조하여 창고, 주차장, 축사 등의 용도로 허가없이 변경을 한다면 불법건축물에 해당하게 된다. 따라서 비닐하우스를 농업 이외의 다른 목적으로 활용을 탐지하기 위해서 모니터링이 지속적으로 필요하다고 볼 수 있다.

4. 결론

과거 농촌 공간은 무분별한 개발로 인하여 농촌다움을 상실하고 있으며, 이로 인하여 농업생산, 환경생태계, 주민 삶의 질이 감소하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 농촌공간을 재구조화하기 위한 법률이 제정되게 되었으며, 이 법률을 근거로 농촌공간을 재계획해야 한다. 그러기 위해서는 과거 및 현재의 실제 현황에 대해서 면밀하게 검토를 선행적으로 파악해야 한다. 최근 인공지능 기법의 발달로 객관적인 방법으로 농촌공간의 현황 파악이 가능하다. 과거 농촌공간에 대한 농촌다움을 파악하기 위해 인력을 통한 농촌어메니티 조사를 수행하였다면, 현재는 영상을 기반으로 농촌다움을 파악할 수 있을 것으로 보여진다. 이를 위한 기초연구로 YOLO를 통한 객체인식 알고리즘을 적용하였으며, 현행 법률로 정해진 필지별 지목과 비교를 수행하였다. 이러한 분석을 통해 농촌의 실제 시설물의 파악이 가능하고, 법률적 규제사항의 검토가 가능함을 확인하였다.

향후 이러한 경험을 농촌공간에 지속적으로 사용 및 활용과 공간재구조화를 위해서는 정보의 객

관적 파악이 중요한 요소임을 인식하여야 한다. 또한 이를 통해 공간재구조화에 따른 시뮬레이션이 함께 수행되어야 한다. 우리는 과거 농촌공간에 대한 법적근거가 미비하여 무분별하게 개발한 경험을 가지고 있다. 이러한 리스크를 줄이기 위해선 다양한 시나리오를 개발하고, 시뮬레이션하여 농촌공간 재구조화를 위한 최적화 방안도 마련되어야 한다. 이를 위해서는 인공지능을 통한 객체 탐지 뿐만 아니라, 농촌공간빅데이터 구축, 농촌형 디지털트윈, 농업활동데이터 구축 등 다양한 영역이 동시에 고도화 되어야 하며, 이러한 복잡한 차원을 융복합 할 수 있는 플랫폼 시스템의 구축이 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

1. 김성수, 정연인, 정윤재. 2023. YOLO 알고리즘을 활용한 Planetscope 위성영상 기반 비닐하우스 탐지. 한국지리정보학회지. 26(4): 27-39.
2. 김준석, 홍일영. 2021. YOLO 신경망 기반의 UAV 영상을 이용한 건물 객체 탐지 분석. 한국측량학회지. 39(6): 381-392.
3. 김하영, 나라, 주동혁, 최규훈, 오윤경. 2022. YOLO v2를 이용한 고해상도 항공영상에서의 태양광발전소 탐지 방법 연구. 한국농촌계획학회지. 28(2): 87-96.
4. 김현옥, 염종민. 2012. 농촌지역 토지피복분류를 위한 객체기반 영상분석기법 연구. 한국지리정보학회지. 15(4): 26-41.

+
특집 | 인공지능 기법을 활용한 농촌지역의 객체 정보 추출방안

5. 이병길, 김형태, 명인식. 2016. 공간분석기법을 이용한 지목 불부합지 탐색-도로 지목을 중심으로-. 한국지적정보학회지. 18(3): 117-128.
6. 전정배, 유은진, 임거배. 2023. 국토이용현황정보를 활용한 지방자치단체의 행정업무 적용 방안 연구. 한국국토정보공사 공간정보연구원 연구보고서.
7. Aszkowski, Przemysław, et al. "Deepness: Deep neural remote sensing plugin for QGIS." SoftwareX 23 (2023): 101495.
8. Redmon, Joseph, et al. "You only look once: Unified, real-time object detection." Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition, 2016.