

## 건축외관 정보 구축을 위한 딥러닝 적용방안 연구

Research on the application of deep learning for the construction of architectural exterior information

손동화 Shon, Donghwa  
권영란 Kwon, Youngran

( a u r i





## 주요 내용

### 건축·도시 공공데이터의 활용가치 증진과 완전성을 위한 외관정보 구축 필요

- 민간에 공개되고 있는 건축·도시 분야의 공공 데이터의 양은 늘어나고 있지만, 현재 공개되고 있는 데이터는 행정정보의 비중이 높아 실수요가 매우 적은 실정이며, 공공 데이터의 다양화가 요구되고 있음
- 또한 건축·도시 분야 공공 데이터의 질적 제고를 위해 형상정보와 관련된 기존 건축·도시 외관정보를 수집 및 구축하여 기존 행정정보와 연계하는 방안이 필요한 시점
- 건축·도시 외관정보는 활용가치가 높은 정보임에도 불구하고, 현재 영상정보로만 구축되어 있어 정보의 활용 및 재생산에 이르지 못한다는 한계가 있음

### 건축·도시 외관정보 식별 및 구축을 위한 딥러닝 기술 적용가능성 검토

- 건축물 외관정보 식별과 관련된 기술은 컴퓨터 비전(CV)에 바탕을 두고 있으며, 딥러닝 기술적용으로 많은 양의 영상 내 객체식별의 정확도와 분류능력이 향상됨에 따라 현재 다방면에서 활용되고 있음
- 사례조사를 통해 최근 딥러닝 기술적용 영상 식별 사례는 건축물 윤곽, 테두리, 포인트, 개구부, 재질, 색, 선형 요소 중심으로 식별되고 있으며, 기존 학습된 정보를 통해 분류 값이 부여되고, 이후 DB 분류체계에 맞추어 정보가 구축되고 있음을 확인함
- 딥러닝 기반 영상 식별 및 구축 적용사례를 검토한 결과 건축 외관의 각 요소를 식별하고 분류하기 위한 기술적 수준이 충분하며, 기존 행정정보와 연계 가능성 또한 확인함
- 딥러닝의 기술적 수준과는 별개로 건축·도시의 외관 데이터의 완전성을 지향하기 위해 BIM 형상정보와 연동될 수 있는 구조화된 외관정보 분류체계를 수립할 필요가 있음

### 건축·도시 외관정보의 식별 및 구축을 위한 딥러닝 이슈도출 및 모델제시

- 건축물 외관정보 식별을 위해 기존 3차원 공간지도에 구축되어 있는 영상정보를 활용하여 비용·시간·인력을 최소화 할 수 있을 것으로 보임
- 기존 딥러닝 플랫폼 활용 (Case1), CNN 기반으로 영상 학습 (Case2), CNN과 RNN의 복합모델 구축(Case3)의 3가지 적용방안 수립
- 건축 외관정보는 건축물 또는 경관심의회도 객관적인 판단기준을 부여할 수 있으며, 지역 특성을 고려한 건축설계·도시계획·디지털트윈에 이르기까지 정책적 활용 가능성이 매우 높음

## 차 례 CONTENTS

<b><u>I</u></b>	<b>서론</b>	<b>01</b>
	1. 연구 배경 및 목적	01
	2. 연구의 내용 및 방법	06
	3. 연구의 흐름	07
<b><u>II</u></b>	<b>관련 이론 및 현황과 딥러닝 기술 고찰</b>	<b>09</b>
	1. 건축도시 공공데이터 관련 법규 및 정책 현황	09
	2. 건축도시 관련 정보 플랫폼	21
	3. 영상 식별기술 이론	27
	4. 건축도시 분야 영상 식별기술 검토	41
	5. 식별된 건축외관 정보 구축기술 검토	60
	6. 소결	65
<b><u>III</u></b>	<b>건축물 외관정보의 구축방안 및 전략</b>	<b>69</b>
	1. 영상 식별 및 구축 기술 적용 가능성	69
	2. 영상 식별기술 적용을 위한 이슈	71
	3. 외관정보 식별 및 구축 모델	74
	4. 소결	77

<u>IV</u>	<b>결론</b>	<b>79</b>
	1. 기술적용 방안 및 가능성	79
	2. 정책적 활용방안	80
	3. 연구의 한계 및 후속연구	81

## 표차례 LIST OF TABLES

[표 2-1] 제6차 국가공간정보정책 기본계획 비전 및 3대 목표	12
[표 2-2] 「개인정보보호법」(데이터 3법) 주요 개정 내용	14
[표 2-3] 한국판 뉴딜 분야별 세부과제	17
[표 2-4] 국내 건축도시 관련 정보시스템 현황	21

## 그림차례 LIST OF FIGURES

[그림 1-1] 연구흐름도	7
[그림 2-1] 관련 법·제도 및 정책 현안 파악 요약	9
[그림 2-2] 공공데이터 주요정책 추진 경과	11
[그림 2-3] 데이터 3법 개정에 따른 정책사업 현황	13
[그림 2-4] 한국판 뉴딜의 구조	16
[그림 2-5] 데이터 댐 개념도	18
[그림 2-6] 공공데이터 포털	19
[그림 2-7] 다각도 항공촬영에 의한 3차원 재질 매핑	22
[그림 2-8] 브이월드 제공 공간정보	23
[그림 2-9] 서울시 S-MAP	24
[그림 2-10] Google사 스트리트뷰 촬영 방법	25
[그림 2-11] 거리뷰에서 나타난 영상왜곡과 장애물이나 상층부 외관정보 식별이 어려운 단점	26
[그림 2-12] AI Hub에서 제공하는 영상인식용 랜드마크	26
[그림 2-13] 인공지능 종류에 따른 범주	28
[그림 2-14] 레이어 층위에 따른 인공지능망 종류	30
[그림 2-15] 합성곱신경망(Convolutional Neural Network, CNN) 학습 과정 예시	32
[그림 2-16] lunit Insight 소프트웨어 (CXR, MMG)	35
[그림 2-17] CCTV 영상정보 기반의 차량 및 보행자의 움직임 분석을 위한 데이터 구축 및 분석 시스템	37
[그림 2-18] 픽테라의 시기반의 위성 영상 분석 시스템	38
[그림 2-19] 알리바바의 위성감지 우주영상 식별 시스템	38
[그림 2-20] YOLO 모델의 객체 탐지 과정	39
[그림 2-21] Detectron2 기반의 Panopic segmentation 결과	40
[그림 2-22] 건축물 파사드 영상인식 프로세스(좌), 개구부 인식 실험결과 (우)	42
[그림 2-23] 지붕 형태에 따른 명도 변화 히스토그램 모달(modal) 변화	43
[그림 2-24] 건축물 윤곽선 정보(상), 신경망을 이용한 건물종류 인식 결과(하)	44
[그림 2-25] 제안기법으로 추출된 특징점	45

[그림 2-26] 항공뷰 이미지로부터 건물을 인식하는 과정	46
[그림 2-27] 항공뷰 이미지로부터 건축물 외곽선 및 가장자리를 추출	46
[그림 2-28] LSD 알고리즘 기반의 건물 출입구 탐지 프로세스	47
[그림 2-29] 본 연구에서 제안하는 건물 코너 인식 과정	48
[그림 2-30] 건축물 포인트 클라우드 인식 결과	49
[그림 2-31] 건축 자재 인식을 위한 머신러닝 모델 학습 및 테스트 프로세스	50
[그림 2-32] 건물입면의 식별 결과	51
[그림 2-33] 제안하는 시스템의 콘크리트 균열 탐지 결과	52
[그림 2-34] YOLO를 이용한 건물 인식 결과	53
[그림 2-35] 윈도우 슬라이딩 기법을 통한 박락 확률 지도	53
[그림 2-36] Google Street view 영상으로부터 점자블록을 탐지하는 과정	54
[그림 2-37] Boston과 New York의 가로수 분포를 비교 분석	55
[그림 2-38] 여러 각도에서 표지판의 인식 및 분류가 가능한 시스템	56
[그림 2-39] Street view 이미지 기반의 QoL 평가를 위한 객체 탐지 결과	57
[그림 2-40] 이미지 내 소실점을 인식하기 위한 과정	58
[그림 2-41] 제안하는 방법론을 활용하여 세계 주요 도시들의 건물 입면을 탐지한 결과	59
[그림 2-42] 본 연구에서 제안하는 건축물 파사드 정보 자동 레이블링 및 데이터베이스 구축 과정	61
[그림 2-43] 이미지 및 OSM기반의 도시 단위의 BIM 데이터베이스 구축 과정	62
[그림 2-44] 건축물 외관 이미지 인식 및 데이터베이스 구축 과정	63
[그림 2-45] 항공뷰 이미지 기반의 도시 건축물 분류 및 3D 모델링 시스템	64

# I 서론

## 1. 연구 배경 및 목적

### ■ 공공데이터 개방 배경

- 정부의 투명성, 국민의 삶의 질 향상, 다부처간 정보공유에 따른 협업과 소통 증진을 위한 공공데이터 공개
  - 2013년 「공공데이터 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」 시행을 통해, 국민의 공공데이터 이용권 보장하고, 공공데이터의 민간 활용을 통한 삶의 질 향상과 국민경제 발전을 목적으로 정부 및 지자체가 보유하고 있는 데이터를 일반에 공개<sup>1)</sup>
  - 공공데이터는 ‘공공데이터 포털(<http://www.data.go.kr>)’을 통해 각 정부기관이 보유하고 있는 22개의 국가중점 데이터와 약 38,396건의 데이터(2020년 8월 기준)를 공통 개방기준에 의해 제공<sup>2)3)</sup>
- 공공데이터 이용 및 활용 촉진을 위한 그간 노력과 성과
  - 정부는 공공데이터 활용 창업 공간인 ‘오픈스퀘어-D’를 운영하고 ‘공공데이터 활용 창업경진대회’를 개최하여 공공데이터 이용 활성화 촉진을 도모

1) 공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률. 법률 제14839호. 제1조.

2) 공공데이터 포털. 데이터목록. <https://www.data.go.kr/tcs/dss/selectDataSetList.do>(검색일: 2020.08.01.)

3) 공공데이터 포털에서 제공하고 있는 데이터는 공공기관에서 취득하여 관리하고 있는 전자정보(부호, 문자, 도형, 색채, 음성, 음향, 영상 및 영상 등)으로 표현된 모든 정보를 대상으로 하고 있으며, 일부 API를 통해 제공하고 있음

- 공공데이터의 개방은 국가 중점 데이터를 중심으로 법령이 제정된 2013년 대비 107배 이상 증가하였으며, 공공데이터 활용 서비스 개발사례도 1,000건을 초과<sup>4)</sup>
- 경제협력개발기구(OECD) 국가 중 1위에 이를 정도로 양질이 우수한 공공데이터를 보유 및 제공<sup>5)6)</sup>

## ■ 건축·도시 분야의 공공데이터 개방 및 활용현황

### • 건축·도시 분야 공공데이터 제공 현황

- 건축·도시와 관련된 공공데이터는 건물, 주택, 토지, 용도, 도시계획, 교통, 부동산, 인프라, 기상 등의 행정정보가 제공되고 있으며, 일부 공간정보와 연계사용 가능
- 건축·도시와 관련된 공공데이터는 2020년 8월 기준 2,752건으로 이 중 표준 데이터셋이 70건, API와 연계되어 제공되는 데이터는 512건<sup>7)</sup>
- 이와 같은 건축·도시분야 공공데이터는 공공데이터 포털 뿐만 아니라, 건축행정시스템(세움터), 건축물 생애이력 관리시스템, 건물에너지통합관리시스템, 건축데이터 민간개방시스템, 한국건축규정 e시스템, 지자체 제공 공공정보 등의 건축행정정보시스템을 통해 제공되고 있음

### • 건축·도시 분야 공공데이터 활용 현황

- 국토교통부는 2019년 6월부터 '건축정보시스템 혁신 T/F'를 구성하여 AR등 신기술 접목과 빅데이터 허브구축, 클라우드 기반 전국 세움터 구축, 데이터 고도화 등 건축정보의 구축 및 활용증진 목적의 개선방안을 모색<sup>8)</sup>

4) ICT 시사상식. (2017). 공공데이터 포털. <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3586080&cid=59277&categoryId=59283>(검색일: 2020.08.01.)

5) 한국경제. (2019). 활용 안 되는 공공데이터, 개방지수 OECD 1위면 뭐 하나. 11월 19일 기사. <https://www.hankyung.com/opinion/article/2019111857581>(검색일: 2020.08.01.)

6) 가용성, 접근성, 정부지원 등 3개 분야 19개 지표로 이루어져 있는 공공데이터 개방지수는 OECD 중 1위를 차지

7) 공공데이터 포털 국토관리 카테고리 내 제공 데이터 건수(2021년 1월 15일 기준)

8) 국토일보. (2019). 국토부, 건축정보시스템 혁신 T/F 운영...건축산업 미래 제시. 6월 11일 기사. <http://www.ikld.kr/news/articleView.html?idxno=205119> (검색일: 2020.08.01.)



- 국토교통부는 245개 지방자치단체가 분산·운영하고 있는 세움터를 클라우드 기반으로 변경하여 도면 등 건축 빅데이터 수집·가공·유통창구를 2020년 까지 통합하는 계획을 수립 중<sup>9)</sup>
- 특히, 저작권 문제로 건축주 승인에 한해 공개되었던 건축도면 정보를 일부 공개하여 프롭테크(Prop Tech) 활성화를 도모하고자 함(국토교통부 2019, 8월 22일 보도자료)

## ■ 건축·도시 분야의 공공데이터의 한계와 지향점

- 행정정보 비중이 큰 건축·도시 분야 공공데이터
  - 건축도시공간연구소(2019, p.9)에 따르면, 건축·도시 분야 공공데이터와 관련하여 언급되고 있는 문제는 표준화, 전처리, 정보체계 및 활용범위 불명확, 정보의 분산, 데이터 신뢰도 등의 문제가 있으나, 이와 같은 문제는 공공데이터 전반에서 나타나는 문제로 여러 분야에서 개선을 위한 노력을 지속하고 있어 머지않은 시점에 극복될 것으로 예측됨<sup>10)</sup>
  - 현재 건축·도시 분야 공공데이터의 가장 큰 한계는 행정정보의 비중이 지나치게 높아 데이터 활용을 위한 실수요자가 많지 않다는 점이며, 이를 해결하기 위해 행정정보 이외의 공적 데이터 확보를 통한 공공데이터의 다양화가 필요한 시점<sup>11)</sup>
  - 예를 들어, 건축 관련 행정정보는 인허가정보, 건축물대장, 폐말소대장, 에너지사용이 대표적이며, 관련주체, 행위, 위치, 일자, 규모(면적, 층수 등), 종류(용도, 구조, 재료 등), 에너지사용 등이 있으며, 이와 같은 정보는 민간에서 활용하기에는 한계가 있음
  - 따라서 건축·도시 분야 공공데이터의 완전성 지향을 위한 형상(외관)정보 확보 필요
  - 토목, 건축, 조경, 환경시설 등 법률상 모든 건설 산업에 BIM 기술을 적용하고자 하는

9) 건설경제, (2020). 245개 분산된 지자체 건축정보, 클라우드 기반으로 통합. 5월 31일 기사.  
<http://www.cnews.co.kr/uhtml/read.jsp?idxno=202005291544100140602>(검색일: 2020.08.01.)

10) 한국경제, (2019). 활용 안 되는 공공데이터, 개방지수 OECD 1위면 뭐 하나. 11월 19일 기사.  
<https://www.hankyung.com/opinion/article/2019111857581>(검색일: 2020.08.01.)

11) 앞서 언급한 바와 같이, 공공데이터의 활용 및 편의증진을 위한 노력이 이루어지고 있으며, 민간에 활용된 성공사례도 없지는 않으나 데이터 활용을 통한 국민의 삶의 질 향상과 경제 발전이라는 기대에는 미치지 못한 실정임

정부지침(국토교통부 2020, 12월 28일)으로 미루어 보아, 현재 행정정보 중심으로 구축되어 있는 건축·도시 분야 공공데이터는 완전성을 지향하고 있는 BIM 데이터로 대체될 것으로 예상되며, 이에 따른 정보 활용도는 높아질 것으로 예상<sup>12)</sup>

- BIM 정보는 형상정보를 기본으로 하는 속성정보가 담겨있어 기 구축된 외관정보의 데이터 세트가 형상정보와 연동되어 3차원 모델이 생성되고, 추가적으로 관련된 속성정보가 구축될 수 있음
- 앞으로 BIM 데이터 형식으로 구축될 건축·도시 공공데이터는 데이터의 완전성을 확보할 것으로 예측되나, 행정정보로 구성되어 있는 대부분의 기존 건축·도시 공공데이터를 BIM 수준으로 상향시켜 정보의 간극을 줄이기 위한 노력이 필요
- 기존 건축·도시 행정정보를 BIM 수준으로 변환하려면 누락정보, 정보형식 등 여러 한계가 존재하지만, BIM 정보변환을 위한 첫 단계로 건축·도시의 형상정보와 관련된 외관정보를 데이터 세트로 구축하여 기존 행정정보와 연계하는 방안마련이 필요<sup>13)</sup>
- 다음으로 전국 단위의 건축물 정보를 시간·비용·인력의 최소화하여 일률적으로 정보 수집 및 구축할 수 있는 단계적 고도화 방안마련이 필요

## ■ 건축·도시 외관정보 구축 필요성 및 기술방안 검토

- 데이터 세트 정보로써 건축·도시 외관정보 구축 필요
  - 건축·도시의 외관은 건축의 미, 지역특성, 도시의 이미지나 경관 등 공적 정보를 담고 있으며, 외관정보는 인간 시지각에 직접적이고 큰 영향을 미치는 만큼 중요도가 높은 정보임
  - 일상적·학술적·정책적 활용 가치가 높은 정보임에도 불구하고, 건축·도시 외관정보

12) BIM(Building Information Modeling) 기술이 적용된 공공데이터는 형태정보 중심으로 행정, 구조, 시공, 유지 관리, 에너지 등 모든 건축과정에 적용되며, 스마트건축, 도시 기술의 발전과 함께 실제 정보를 실시간 양방향으로 구축하는 디지털트윈(Digital Twin)방식으로 발전할 가능성이 높음

13) 건축, 도시의 외관정보는 외부에 드러난 공적인 정보로 정보공개에 따른 보안 문제에 위배될 가능성이 낮으며, 현재 실재하는 정보를 대상으로 구축되기 때문에 누락정보에서도 자유로운 장점이 있음

는 데이터 세트가 아닌 영상정보로 구축되어 있기 때문에, 정보의 재생산이나 활용에 이르지 못하는 실정<sup>14)</sup>

- 2019년 국토교통부에서 발표한 건축 행정서비스 혁신방안에 근거하여 세움터에서 일부 건축 도면정보를 제공하고 있으나, 인허가시 등록한 도면정보는 CAD나 PDF의 영상 정보로 구성되어 있어 3차원 정보로 확대·활용하기에 한계가 있음
- 건축·도시 외관정보를 세부 형태요소로 분류하여 데이터 세트로 구축하면 BIM 형상 정보와 연동이 가능하며, 이는 완전성을 지향한 공공데이터로 변환을 위한 첫 번째 단계로 작동할 수 있을 것으로 기대<sup>15)</sup>
- 건축·도시 외관정보를 데이터 세트로 구축하기 위한 딥러닝 기술적용 방안 검토 필요
  - 주요 포털에서 제공하고 있는 거리뷰, 3차원 공간지도 등 건축·도시 외관과 관련된 영상정보가 최근 몇 년 사이 양질의 데이터로 구축되고 있으며, 영상정보 식별 및 분류하는 딥러닝 기술이 비약적으로 발전하고 있어, 기 구축된 양질의 영상정보에 적용하여 건축·도시 외관 형태요소를 세분화할 수 있는 기술적 가능성이 있음
  - 건축물 외관정보를 새롭게 측정·촬영하여 수작업으로 정보를 구축하는 방법이 아닌, 기 구축된 3차원 공간지도 이미지 정보를 활용하여 전국 단위 외관정보를 비용·시간·인력을 최소화하여 구축할 수 있는 가능성이 있음

## ■ 연구목표

- 이에 본 연구는 건축·도시 외관정보를 데이터 세트로 구축하기 위한 딥러닝 기술적용 가능성에 대하여 사례분석을 통해 검토하고, 이를 적용을 위한 이슈도출 및 딥러닝 모델 제안하고자 함

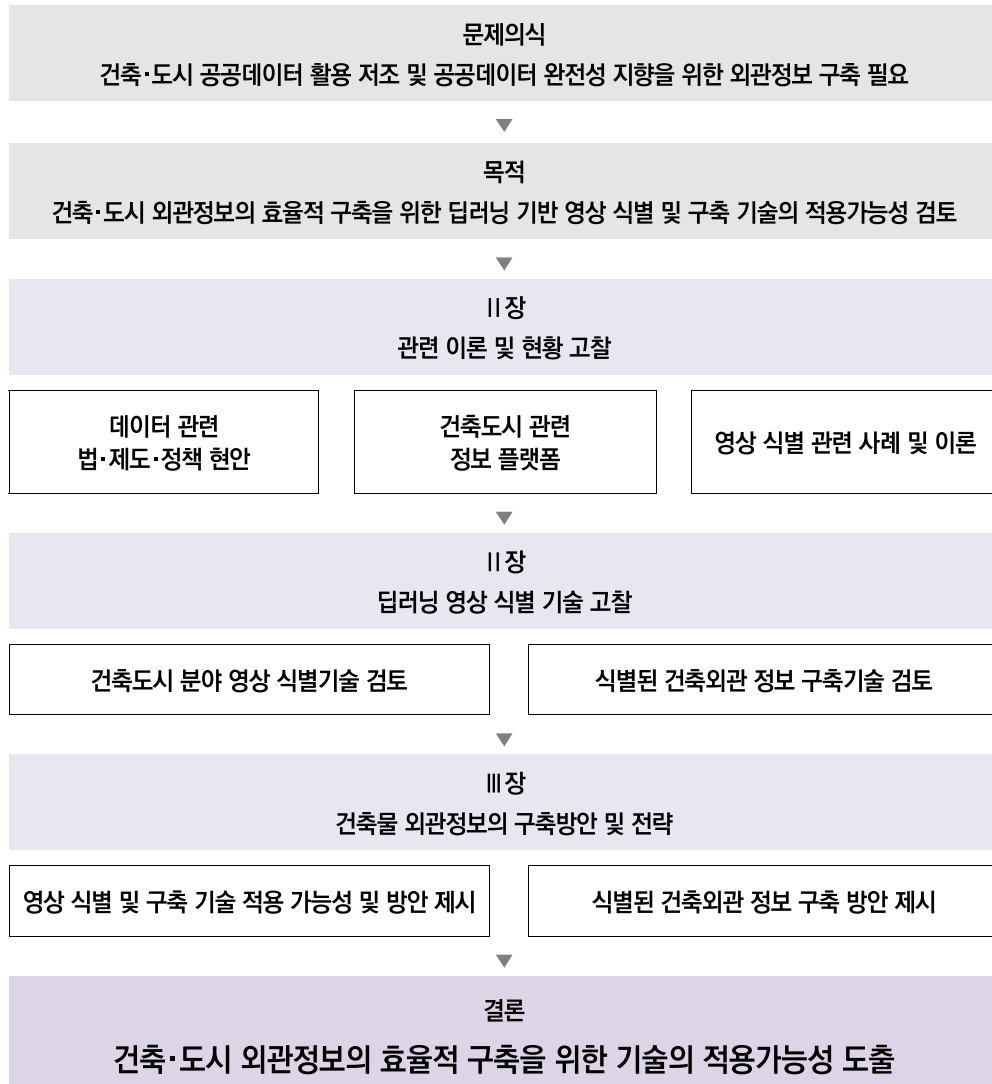
14) 건축물 외관정보는 주로 구글 스트리트뷰나 3차원 공간지도 등 영상정보 중심으로 데이터가 구축되었으며, 데이터 세트로 구축되어 있지 않음

15) 예컨대 손동화(2018) 연구는 북촌지역 A등급 한옥과 가로의 형태요소를 세분화 분류 후, 외관에 관련된 정보를 데이터 세트로써 구축하였으며, 구축된 정보가 BIM과 연계되어 실제 북촌 가로경관을 디지털로 구성할 수 있도록 하였음

## 2. 연구내용 및 방법

- 본 연구는 이론고찰, 딥러닝 관련 사례 검토, 외관정보 구축방안 및 전략을 수립하는 3단계로 구분되어 있음
  - 문헌고찰, 인터넷 조사, 전문가 자문을 통해 연구 수행
- 건축도시 공공데이터 관련 법규 및 정책 현황 조사, 관련 플랫폼 분석 등 관련 이론고찰
  - 문헌고찰을 통한 건축행정정보 관련 법제도 및 관련 정책 조사
  - 기존 건축행정정보 시스템, 공공데이터포털, 3차원 공간지도 사례 검토
- 영상 식별 이론 및 딥러닝 활용 영상 식별 및 구축 사례 분석
  - 문헌고찰을 통한 관련 이론 조사
  - 문헌고찰, 전문가 자문을 통한 건축·도시 분야 영상 식별 및 구축 관련 사례 수집 및 분석
- 딥러닝 기술을 활용한 외관정보 식별 및 구축방안 및 정책적 활용방안 제시
  - 건축 실무 및 관련분야 전문가 자문회의 개최
  - 건축물 외관정보 구축을 위한 효율적, 효과적 구축방안 및 정책적 활용방안 의견수렴

### 3. 연구흐름



[그림 1-1] 연구흐름도

출처: 연구진 작성

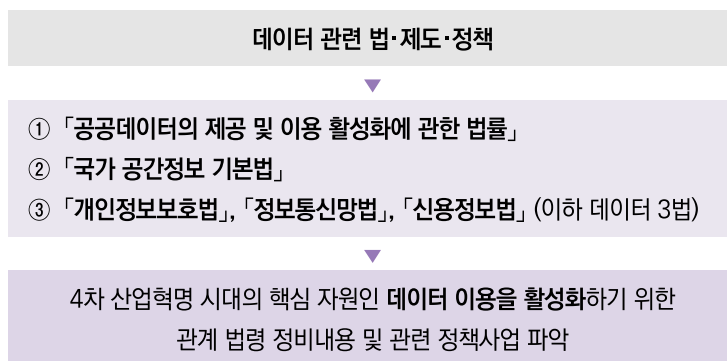


## II 관련 이론 및 현황과 딥러닝 기술 고찰

### 1. 건축도시 공공데이터 관련 법규 및 정책 현황

#### ■ 관련 법·제도 개요

- 공공데이터 활용과 관련된 주요 법제도
  - 공공데이터 이용 활성화를 위해 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」, 「국가 공간정보 기본법」, 「개인정보보호법」, 「정보통신망법」, 「신용정보법」의 법 제·개정하였으며, 최근 데이터 활성화를 위한 디지털 뉴딜 정책의 데이터댐 사업을 추진하는 등 정부차원에서 데이터를 통한 경제 활성화를 도모하고 있음



[그림 2-1] 관련 법·제도 및 정책 현안 파악 요약

출처: 연구진 작성

## ■ 공공데이터법

- 2013년 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」(이하 「공공데이터법」)을 통해 정부기관이 보유·관리하는 데이터의 활용과 제공에 대한 제도적 기반을 마련
  - 교통·기상·공간·복지·식품·관광·환경 등 국민 생활전반에 걸쳐 생성된 공공데이터의 중요성이 커지고 있음에 따라 공공기관에 공공데이터 제공의무를 부여하고자 「공공데이터법」을 제정<sup>16)</sup>
  - 최근 4차 산업혁명에 따른 사회·경제적 변화에 선제적으로 대응하기 위해 「국가정보화 기본법」을 전면 개정함에 따라 「공공데이터법」 또한 재정비됨<sup>17)</sup>

### 공공데이터의 정의<sup>18)</sup>

"공공데이터"란 데이터베이스, 전자화된 파일 등 공공기관이 법령 등에서 정하는 목적을 위하여 생성 또는 취득하여 관리하고 있는 광(光) 또는 전자적 방식으로 처리된 자료 또는 정보로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다.

가. 「전자정부법」 제2조제6호에 따른 행정정보

나. 「지능정보화 기본법」 제2조제1호에 따른 정보 중 공공기관이 생산한 정보

다. 「공공기록물 관리에 관한 법률」 제20조제1항에 따른 전자기록물 중 대통령령으로 정하는 전자기록물

라. 그 밖에 대통령령으로 정하는 자료 또는 정보

출처: 공공데이터법, 법률 제17344호, 제2조.

- 공공데이터 개방 표준마련을 통해 효율적인 데이터 관리 및 공공데이터 활용 촉진
  - 제21조(공공데이터포털의 운영)에 따라 공공데이터의 효율적 제공을 위한 통합제공 시스템(공공데이터포털)을 구축·관리하고 활용을 촉진하도록 규정하고 있음
  - 제23조(공공데이터표준화)에 따라 공공데이터의 제공 및 이용을 활성화하고 효율적인 관리를 위하여 공공기관의 데이터베이스 표준화 지침을 제정·시행하도록 규정

16) 공공데이터법, 법률 제11956호, 제정이유.

17) 공공데이터법, 법률 제17344호, 개정이유.

18) 공공데이터법, 법률 제17344호, 제2조.





[그림 2-2] 공공데이터 주요정책 추진 경과

출처: 행정안전부, 공공데이터 주요정책 추진 경과.

<https://www.mois.go.kr/frt/sub/a06/b02/openData/screen.do>(검색일: 2020.07.01.)

## ■ 국가공간정보 기본법

- 2009년 「국가공간정보 기본법」(이하 「공간정보법」)을 통해 국가공간정보체계의 효율적인 구축과 종합적 활용 및 관리에 관한 사항을 규정<sup>19)</sup>
  - 「공간정보법」은 국가지리정보체계와 국토공간에서 생산된 공간정보체계를 공공기관과 민간 기업이 서로 활용할 수 있도록 표준화하고, 이를 연계·통합하여 국가와 지방자치단체의 정책 및 행정자료로 활용할 수 있도록 하는 제도적 기반을 마련<sup>20)</sup>
  - 「국가공간정보 기본법」 제6조 및 동법 시행령 제12조에 따라 정부는 ‘국가공간정보 정책 기본계획’을 5년마다 수립·시행하고, 2018년 5월에 발표된 제6차 국가공간정보정책 기본계획은 제4차 산업혁명에 대비하고, 신산업 발전을 지원하기 위한 공간정보정책 방향을 제시하고자 함<sup>21)</sup>

19) 국가공간정보에 관한 법률. 법률 제17453호, 제1조.

20) 국가공간정보에 관한 법률. 법률 제9440호, 제정이유.

21) 국토교통부, (2018). 제6차 국가공간정보정책 기본계획, 국토교통부, 1.

[표 2-1] 제6차 국가공간정보정책 기본계획 비전 및 3대 목표

구분	상세 내용
가치를 창출하는 공간정보 생산	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공간정보 생산체계 혁신</li> <li>- 고품질 공간정보 생산기반 마련</li> <li>- 지적정보의 정확성 및 신뢰성 제고</li> </ul>
혁신을 공유하는 공간정보 플랫폼 활성화	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수요자 중심의 공간정보 전면 개방</li> <li>- 양방향 소통 공간정보 공유 및 관리 효율화 추진</li> <li>- 공간정보의 적극적 활용을 통한 공공부문 정책 형신 견인</li> </ul>
일자리 중심 공간정보산업 육성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 인적자원 개발 및 일자리 매칭기능 강화</li> <li>- 창업지원 및 대·중소기업 상생을 통한 공간정보산업 육성</li> <li>- 4차 산업혁명 시대의 혁신성장 지원 및 기반기술 개발</li> <li>- 공간정보 기업의 해외진출 지원</li> </ul>
참여하여 상생하는 정책환경 조성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공간정보 혁신성장을 위한 제도 기반 정비</li> <li>- 협력적 공간정보 거버넌스 체계 구축</li> </ul>

출처: 국토교통부, (2018). 제6차 국가공간정보정책 기본계획, 국토교통부, 17.

- 국토교통부는 「공간정보법」 제25조(국가공간정보센터)에 근거하여 국가공간정보포털을 구축·운영함
  - 국가공간정보포털은 국가·공공·민간에서 생산되는 공간정보를 통합하여 제공하도록 규정하고 있으며, 2020년 7월 22일 국토교통부는 중앙부처 뿐만 아니라 지자체, 공공기관 등에서 소유한 공간정보 목록 조사를 시행하고, 국가공간정보포털에서 조회할 수 있도록 하고자 함<sup>22)</sup>

#### 국가공간정보포털, 데이터 댐의 스마트 플랫폼으로 도약

디지털 뉴딜의 5대 과제 중 하나인 데이터 댐 사업이 보다 다양한 기관의 공간정보를 연계·활용하여 데이터 활용을 촉진시킨다. 국토교통부(장관 김현미)는 중앙부처, 지자체, 공공기관 등 205개 기관이 보유하고 있는 공간정보를 목록을 조사\*하여 22일부터 국가공간정보포털([www.nsd.go.kr](http://www.nsd.go.kr))에서 서비스한다.

\* 국가공간정보 기본법 제30조(공간정보 목록정보의 작성)에 따라 공간정보를 생산하는 기관이 보유한 공간정보의 목록을 매년 조사하여 발표

22) 국토교통부, (2020). 국가공간정보포털, 데이터 댐의 스마트 플랫폼으로 도약, 7월 20일 보도자료.

이번에 공개하는 공간정보 목록은 '19년 54,256건 대비 13,022건(24.0%)이 증가한 67,278건으로 기존에 등록되지 않은 공간정보가 올해 추가 등록된 것이다. 공개되는 공간정보 목록은 공간정보 목록조사를 통해 꾸준히 증가하고 있다. 공간정보 목록의 유형은 국토관리·지역개발 분야 50.4%, 도로·교통·물류가 17.0%, 일반행정 9.2%, 지도 관련 8.6% 순으로 나타났다.

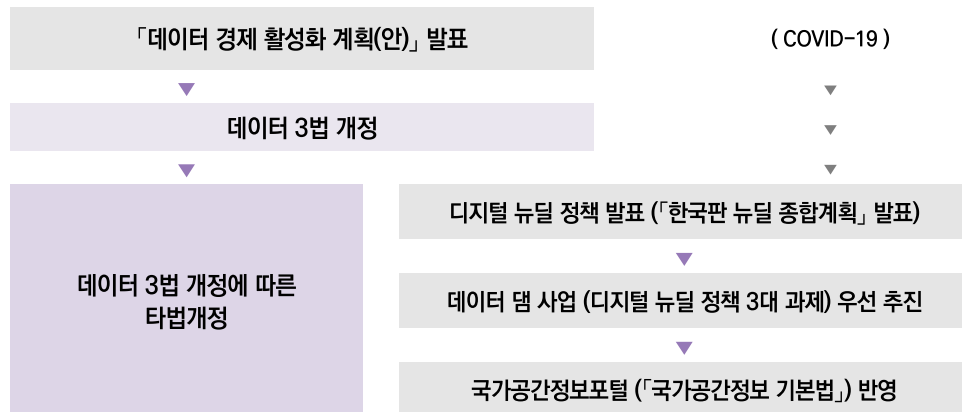
수집된 67,278건 목록 중에는 '20년에 신규로 포함된 노후건물밀도, 해수욕장수질평가 등 42건의 공간정보가 있으며, 노후건물밀도를 이용하여 이사할 지역의 노후건물을 확인하거나, 해수욕장수질평가 정보를 참고해서 하계휴가 계획을 세우는 등에 활용할 수 있을 것으로 보인다.

공간정보는 최근 주목받고 있는 디지털트윈, 스마트시티, 증강현실, 자율주행차, UAV 등 4차 산업혁명을 이끄는 대부분의 기술과 관련되어 있어 앞으로 그 활용성이 더욱 증가할 것으로 예상된다. 특히, 공간정보를 활용한 새로운 서비스의 개발과 한국판 뉴딜의 핵심과제로 미래산업 생태계를 구축해 나가는 데 큰 역할을 할 것으로 보인다.

출처: 국토교통부, (2020). 국가공간정보포털, 데이터 댐의 스마트 플랫폼으로 도약. 7월 20일 보도자료.

## ■ 데이터 3법 개정

- 2020년 2월 4일, 데이터경제 활성화를 위해 「개인정보보호법」, 「정보통신망법」, 「신용정보법」(이하 데이터 3법) 개정으로 4차 산업혁명 시대의 핵심자원인 데이터의 활용 기반을 마련하고자 함<sup>23)</sup>



[그림 2-3] 데이터 3법 개정에 따른 정책사업 현황

출처: 연구진 작성

23) 데이터3법은 2020년 2월 4일 일부 개정된 데이터 3법은 2020년 8월 5일부터 시행된다.

- 유연한 데이터 활용을 위해 개정된 데이터 3법은 개인정보 보호를 강화하는 동시에 정보주체의 동의 없이 가명정보를 공익 목적으로 이용할 수 있는 근거를 마련하고, 데이터 3법 사이에 유사·중복 조항을 「개인정보보호법」으로 일원화함
- 과학기술정보통신부는 데이터 3법 개정에 따라 데이터 개방과 유통의 확대를 추진하고, 데이터 간 융합과 활용 촉진을 통해 데이터 산업 육성을 본격적으로 지원하고자 함<sup>24)</sup>
- 데이터 3법 개정에 따른 타법개정과 함께 디지털뉴딜, 데이터 댐 등 관련 사업 추진

【표 2-2】 「개인정보보호법」 (데이터 3법) 주요 개정 내용

구분	개정이유
「개인정보보호법」	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4차 산업혁명 시대를 맞아 핵심 자원인 <b>데이터의 이용 활성화</b>를 통한 <b>신산업 육성이 범국가적 과제로 대두</b>되고 있고, 특히, 신산업 육성을 위해서는 인공지능, 클라우드, 사물인터넷 등 신기술을 활용한 데이터 이용이 필요한바, <b>안전한 데이터 이용을 위한 사회적 규범 정립이 시급한 상황임</b></li> <li>- 현행법상 개인정보 보호 감독기능은 행정안전부·방송통신위원회·개인정보보호위원회 등으로, <b>개인정보 보호 관련 법령은 이 법과 「정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률」 등으로 각각 분산</b>되어 있어 신산업 육성을 위한 데이터 이용 활성화를 지원하는 데 한계가 있어 왔음</li> <li>- 이에 따라, 정보주체의 동의 없이 과학적 연구, 통계작성, 공익적 기록보존 등의 목적으로 가명정보를 이용할 수 있는 근거를 마련하되, 개인정보처리자의 책임성 강화 등 개인정보를 안전하게 보호하기 위한 제도적 장치를 마련하는 한편, 개인정보의 오용·남용 및 유출 등을 감독할 감독기구인 개인정보 보호위원회로, <b>관련 법률의 유사·중복 규정은 이 법으로 일원화</b>함으로써 개인정보의 보호와 관련 산업의 발전이 조화될 수 있도록 개인정보 보호 <b>관련 법령을 체계적으로 정비</b>하려는 것임</li> </ul>
「정보통신망법」	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터를 핵심 자원으로 하는 4차 산업혁명 시대를 맞아 개인정보의 보호와 활용을 조화시킬 수 있는 제도를 마련하여 더 나은 국민의 삶을 만들어 나가야 할 시점인데, 이를 위해서는 이 법과 「개인정보 보호법」 등 개인정보 관련 법령에 산재되어 있는 유사·중복조항을 정비하고, 법령 체계를 재정비할 필요가 있는바, <b>이 법에 규정된 개인정보 보호에 관한 사항을 삭제하고, 이를 「개인정보보호법」으로 이관</b>하는 한편, <b>방송통신위원회가 그 권한 중 일부를 소속기관에 위임할 수 있는 근거를 마련</b>하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완하려는 것임</li> </ul>
「신용정보법」	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터는 사물인터넷, 인공지능 등으로 대표되는 4차 산업혁명의 흐름 속에서 혁신성장의 토대가 될 것으로 기대되고 있는데, 특히, 금융분야에서는 소비·투자 행태, 위험성향 등 개인의 특성을 반영한 맞춤형 금융상품의 개발 등 데이터의 활용가치가 매우 높음</li> </ul>

24) 과학기술정보통신부. (2020). 데이터 3법 개정안 국회 통과. 1월 9일 보도자료.

	<p>- 우리나라는 빅데이터 이용률이 저조하고, 빅데이터 활용과 분석수준도 다른 나라에 비해 뒤처져 있는 실정인바, 데이터 경제로의 전환이라는 전 세계적 환경변화를 적극적으로 수용하면서 적극적인 데이터 활용으로 소비자 중심의 금융혁신 등의 계기를 마련하기 위하여 <b>빅데이터 분석·이용의 법적 근거를 명확히 함</b>과 동시에, <b>빅데이터 활용에 따라 발생할 수 있는 부작용을 방지하기 위한 안전장치를 강화</b>하는 한편, <b>일반법인 「개인정보보호법」과의 유사·중복 조항을 정비</b>하는 등 데이터 경제의 활성화를 위하여 규제를 혁신하고, 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완하려는 것임</p>
--	---

출처: 개인정보보호법, 법률 제16930호, 개정이유; 정보통신망법, 법률 제16955호, 개정이유; 신용정보법, 법률 제16957호, 개정이유.

- 데이터 3법 개정 효과를 극대화하고 데이터 경제 활성화를 뒷받침할 정책 과제를 발굴하는 동시에, 하위법령 개정 등 차질 없는 후속조치 이행을 지원하기 위해 「데이터 경제 활성화 TF」 출범<sup>25)</sup>
  - 정부는 총 13부처<sup>26)</sup>로 구성된 데이터 경제 활성화 TF를 통해 「데이터 경제 활성화 계획(안)」을 발표하여 데이터 3법 개정에 따라 발생하는 민간의 의견을 수렴하고, 이를 정책에 반영할 수 있도록 함

#### 데이터 경제 활성화 TF 주요내용

1. 금융·의료 등 데이터 3법 개정의 영향이 클 것으로 기대되는 분야를 중심으로 다양한 영역에서 데이터 축적·개방을 확대하고, 이를 체계적으로 안전하게 활용할 수 있는 방안 마련
2. 데이터 3법에서 위임된 사항들을 하위법령 개정 시 충실히 담아내고, 데이터 3법 개정 영향을 받을 수 있는 개별 법령 개선사항도 발굴하여 관계 법령 간 정합성 제고
3. 데이터를 안전하게 활용할 수 있도록 개인정보 관련 업무·기능을 개인정보보호위원회로 일원화하고 관리·감독 강화, 보안기술 개발 등 정보보호 강화 방안 모색

출처: 기획재정부, (2020). 디지털혁신 3대 범정부 TF 구성·운영, 1월 16일 보도자료.

25) 기획재정부, (2020). 디지털혁신 3대 범정부 TF 구성·운영, 1월 16일 보도자료.

26) TF는 기획재정부 1차관(단장), 과학기술정보통신부 2차관(공동지원단장), 행정안전부, 보건복지부, 국토교통부, 산업통상자원부, 중소벤처기업부, 국세청, 통계청, 금융위원회, 공정거래위원회, 방송통신위원회, 개인정보보호위원회 총 13 부처로 구성

## ■ 디지털 뉴딜

- 2020년 7월 14일, 대통령 주재 한국판 뉴딜 국민보고대회를 통해 확정·발표된 「한국판 뉴딜 종합계획」 중 하나로 ‘디지털 뉴딜’ 정책 발표
  - 정부는 저성장·양극화 경제 현상에 대응하는 동시에, 코로나19로 인해 침체된 경기를 극복하기 위한 한국판 뉴딜 정책 발표
  - 디지털 뉴딜은 데이터 수집·표준화·가공·결합 및 고도화 등을 통해 데이터 경제를 촉진하고, 데이터 댐 등 대규모 ICT 인프라 구축을 목표로 함<sup>27)</sup>



[그림 2-4] 한국판 뉴딜의 구조

출처: 기획재정부 외 관계부처 합동. (2020). 「한국판 뉴딜」 종합계획. 한국판 뉴딜 국민 보고대회. 5.

27) 기획재정부 외 관계부처 합동. (2020). 「한국판 뉴딜」 종합계획. 한국판 뉴딜 국민보고대회. 6.

- 디지털 뉴딜은 2020년부터 2025년까지 총 사업비 58.2조원(국비 44.8조원)이 투자되며, 90.3만개의 일자리 창출을 목표로 함
  - 디지털 뉴딜 세부 사업은 ①D.N.A.<sup>28)</sup> 생태계 강화 ②교육 인프라 디지털 전환 ③비대면 산업 육성 ④SOC 디지털화가 있음
  - 이 중 ‘D.N.A. 생태계 강화’를 통해 건축·도시 등 국민생활과 밀접한 분야 데이터의 구축·개방·활용이 가능해짐

[표 2-3] 한국판 뉴딜 분야별 세부과제

분야	개요	사업비 일자리	세부 과제
D.N.A. 생태계 강화	- 디지털 新제품·서비스 창출 및 우리 경제의 생산성 제고를 위해 4차 산업의 D.N.A. 활용·융합 가속화	38.5조원 56.7만개	- 국민생활과 밀접한 분야 데이터 구축·개방·활용 - 1·2·3차 4차 산업으로 5G·AI 융합 확산 - 5G·AI 기반 지능형 정부 - K-사이버 방역체계 구축
교육 인프라 디지털 전환	- 전국 초·중·고·대학·직업훈련기관의 온·오프라인 융합학습 환경조성을 위해 디지털 인프라 기반 구축 및 교육 콘텐츠 확충 추진	1.3조원 0.9만개	- 모든 초·중·고에 디지털 기반 교육 인프라 조성 - 전국 대학·직업훈련기관 온라인 교육 강화
비대면 산업 육성	- 의료·근무·비즈니스 등 국민생활과 밀접한 분야의 비대면 인프라 구축을 통해 관련 비대면 산업이 성장할 수 있는 토대 마련	2.5조원 13.4만개	- 스마트 의료 및 돌봄 인프라 구축 - 중소기업 원격근무 확산 - 소상공인 온라인 비즈니스 지원
SOC 디지털화	- 안전하고 편리한 국민생활을 위한 SOC 핵심 인프라 디지털화, 도시·산단·물류 등 스마트화로 연관산업 경쟁력 제고	15.8조원 19.3만개	- 4대 분야 핵심 인프라 디지털 관리체계 구축 - 도시·산단의 공간 디지털 혁신 - 스마트 물류체계 구축

출처: 기획재정부 외 관계부처 합동, (2020), 「한국판 뉴딜」 종합계획, 한국판 뉴딜 국민보고대회, 9-13.

28) Date·Network·Ai의 줄임말.

## ■ 데이터 댐

- 디지털 뉴딜 3대 과제(한국판 뉴딜 10대 대표과제) 중 하나인 '데이터 댐' 사업 추진
  - 데이터 댐은 단순히 정부기관의 공공데이터를 제공에 그치지 않고 여러 분야의 데이터를 인공지능용 데이터로 수집하고 각 분야에 적용시키고자 하는 사업임
  - AI, 5G의 바탕이 되는 데이터 활용을 위해 정부는 14만 2천개의 데이터 개방하고, 빅데이터 플랫폼을 30개로 확대하고 데이터 익명화 처리도 지원함으로써 데이터 활용도를 높이고자 하는 노력을 하고 있음



[그림 2-5] 데이터 댐 개념도

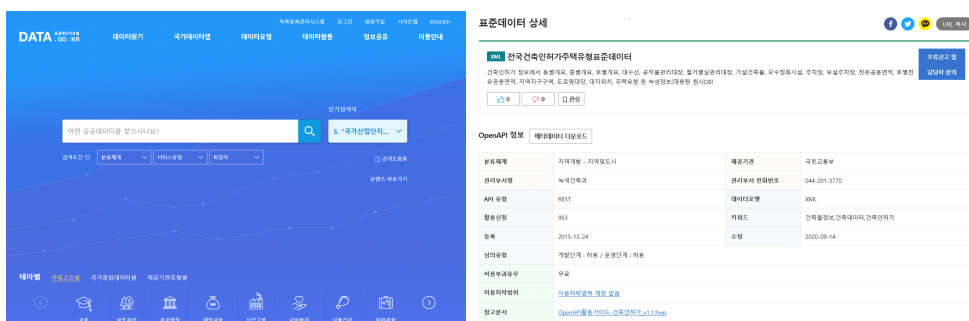
출처: 한국일보. (2020). 공공데이터 14만개 공개... '데이터 댐'으로 디지털 전환. 7월 15일 기사.  
<https://www.hankookilbo.com/News/Read/A2020071509260005663>(검  
 색일: 2020.08.01.)



## 2. 건축도시 관련 정보 플랫폼

### ■ 공공데이터 포털

- 건축·도시와 관련된 공공데이터는 공공데이터 포털([www.data.go.kr](http://www.data.go.kr))에서 통합 제공
  - 각 공공기관이 생산하고 소유하고 있는 공공데이터를 공공데이터 포털을 통해 사용할 수 있도록 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」 제13조 의해 공공데이터 활용 지원 센터를 설립하고 21조에 의해 운영근거를 마련하고 있음
  - 국가기관에서 다루는 모든 분야의 공공데이터를 다루고 있으며, 국가 데이터 맵, 국가 중점데이터, 이슈데이터를 설정하고 오픈 API를 통해 데이터의 활용도를 높이고 있음
  - 데이터 항목 중 '국토교통'에 해당하는 공공데이터는 3,335건이며, 이 중 파일데이터는 2,752건, 오픈 API는 512건, 표준데이터 세트는 70건을 제공하고 있음(2021년 1월 기준)
  - 지방자치단체 등에서 자체적으로 관리하고 있는 데이터의 일부는 자체 포털을 통해 제공하고 공공데이터 포털과 연동되어 제공되지 않는 경우도 있어 공공데이터 포털을 모든 기관의 데이터가 통합되어 제공되지는 않음<sup>29)</sup>



[그림 2-6] 공공데이터 포털

출처: 공공데이터 포털 메인페이지, [www.data.go.kr](http://www.data.go.kr) (검색일: 2020.07.01.)

- 29) 경기도의 경우, 자체적으로 생산한 데이터를 공공데이터포털에 연동하지 않고 데이터포털인 경기데이터드림([www.data.gg.go.kr](http://www.data.gg.go.kr))을 통해 제공하는 경우도 있음

- 공공데이터 포털에서 제공하고 있는 대부분의 데이터는 개인정보 등 일부 정보가 가공된 행정정보로 중심으로 구성되어 있으며, 행정정보 이외의 공적 데이터 확보를 통한 공공데이터의 다양화가 필요<sup>30)</sup>

## ■ 건축도시 데이터 플랫폼<sup>31)</sup>

- 건축 관련 공공데이터는 건축정보시스템과 공공데이터 포털을 통해 제공
  - 건축행정정보는 인허가정보, 건축물대장, 에너지사용과 관련된 데이터를 제공하고 있으며, 관련자, 시기, 용도, 규모, 용도, 재료 및 구조 등의 행정정보를 제공하고 있으며, 일부 공간정보와 연계사용 가능
  - 건축·도시와 관련된 공공데이터는 2020년 8월 기준 2,752건으로 이 중 표준 데이터 셋이 70건, API와 연계되어 제공되는 데이터는 513건<sup>32)</sup>
  - 건축행정시스템, 건축물 생애이력관리 시스템, 건축데이터 민간개방 시스템, 한국건축규정 e시스템, 건물에너지 통합관리시스템을 통해 제공
  - 건축행정시스템(세움터)는 건축행정업무 간소화를 목적으로 구축되어 건축, 주택, 정비사업, 건축물대장 등 법률에서 제시하고 있는 행정처리가 가능하며, 2.8억건의 건축데이터를 공개하고 있음
  - 건축물 생애이력관리 시스템은 건축물 기획부터 철거에 이르기까지 유지관리 중심의 건축물 이력정보를 통합관리하여 이해관계자들이 정보를 쉽게 활용할 수 있는 플랫폼
  - 건축데이터 민간개방 시스템은 새로운 비즈니스 창출과 관련 산업 활성화를 위해 건축물대장, 인허가, 주택사업승인, 말소대장, 에너지정보 관련 원시데이터를 민간에 개방하는 플랫폼
  - 한국건축규정 e시스템은 건축행위 시 단계별로 관련된 법규를 쉽게 파악하고 제공하는 플랫폼

30) 앞서 언급한 바와 같이, 공공데이터의 활용 및 편의증진을 위한 노력이 이루어지고 있으며, 민간에 활용된 성공사례도 없지는 않으나 데이터 활용을 통한 국민의 삶의 질 향상과 경제 발전이라는 기대에는 미치지 못한 실정임

31) 건축도시공간연구소. (2019). 건축행정 빅데이터의 효율적 활용을 위한 정보체계 개선 연구. 국토교통부. 13-52.

32) 공공데이터 포털 국토관리 카테고리 내 제공 데이터 건수(2021년 1월 15일 기준)

- 건물에너지통합관리시스템은 건축물정보와 에너지사용 정보를 통합하여 건축물의 온실가스 배출량 및 에너지 사용량에 관련된 정보를 제공
- 도시와 관련된 공공데이터는 공공데이터 포털과 공간정보포털을 통해 제공
  - 공공데이터 포털에서는 가로공간 시설물, 녹지, 용도지구 등 국공유지 및 공공소유 시설물 또는 공간에 대해 정보를 제공하고 있으며, 이외 지자체에서 관리하고 있는 지자체 데이터 포털을 통해 제공하고 있음
  - 공간정보포털을 통해 제공되는 정보는 지리정보시스템과 연계되어 도시계획, 건축, 토지, 부동산 등의 정보를 형상, 가격, 규모 등의 정보를 제공하고 있음

[표 2-6] 국내 건축도시 관련 정보시스템 현황

구분	개요 및 추진근거
건축행정시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국민의 주거생활과 밀접한 관계가 있는 건축행정 업무 전반의 전자화를 통해 국민은 관청 방문 없이 인터넷으로 편리하게 인허가 신청 하고, 공무원은 건축행정 업무 전반을 전자적으로 One Stop 처리하게 하는 국가표준정보시스템</li> <li>- 「건축법」 제31조(건축행정전자화),</li> <li>- 「주택법 시행령」 제89조(주택행정정보화 및 자료의 관리)</li> </ul>
건축물 생애이력관리 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 건축물 생애주기 전단계에 걸쳐 개별 법령 및 기관별로 관리되고 있는 전국 건축물의 이력 정보를 통합 관리하여 대민, 건물 소유자, 공무원이 쉽고 편리하게 건축물 관련 정보를 제공받을 수 있는 서비스</li> <li>- 「건축법」 제35조(건축물의 유지·관리)</li> <li>- 「건축법」 제43조(공개 공지 등의 확보)</li> <li>- 「건축물관리법」 제7조(건축물 생애이력 정보체계 구축 등)</li> </ul>
건축데이터 민간개방 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국민의 주거 및 경제활동과 밀접한 관계가 있는 건축행정정보를 민간에 개방하고 소통함으로써 공익성, 업무효율성, 투명성을 높이고 건축데이터 기반의 새로운 비즈니스 창출과 관련 산업 활성화를 지원하고자 하는 공공데이터 개방 서비스</li> </ul>
한국건축규제 e시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 건축규제 관계 법령이 「건축법」을 비롯하여 369개 개별법령으로 산재되어 있기 때문에 건축행위(설계, 시공, 감리, 유지관리, 인허가 등) 시 필요한 관계법령을 파악할 수 있는 한계를 개선하기 위해 사용자 중심의 건축규제 정보 분류를 체계화 한 서비스</li> <li>- 「건축기본법」 제25조 제1항</li> </ul>
건물에너지 통합관리시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 건물부문 국가 온실가스 감축목표 달성 기여 및 건물에너지 관련 정책 지원·활용을 위해 건축물 정보와 에너지 사용 정보를 통합하여 「국가 건물에너지 통합관리시스템」구축</li> <li>- 「녹색건축물 조성 지원법」 관련 정책 지원, 건축물 에너지 사용량 정보·통계의 개발·검증, 대국민 정보 개방 등 활성화를 위해 2015년 9월부터 한국감정원 위탁 운영</li> </ul>

출처: 건축도시공간연구소. (2019). 건축행정 빅데이터의 효율적 활용을 위한 정보체계 개선 연구. 국토교통부. 13-52.

### ■ 3차원 공간지도

- Google, 네이버 등 국내외 민간 IT 기업 등에서 건축·도시의 외관이 입체적으로 나타난 3차원 공간지도 서비스를 제공하고 있으며, 자율주행 드론이나 자동차 개발이 이루어짐에 따라 3차원 공간지도의 해상도나 정교함이 높아지고 있음
- 드론이나 항공기를 활용하여 건축·도시 외관을 다각도에서 촬영하고 촬영된 이미지들을 좌표값 기준으로 입체적으로 합성하여 지도를 제작하는 방식으로 단순히 인공위성을 통해 촬영한 지도와는 차이가 있음<sup>33)</sup>
- 3차원 공간지도는 건축·도시의 외관정보를 영상정보로 담고 있으나 데이터 세트가 형식이 아니어서 정보의 재생산이나 활용에 이르지 못하는 못하고 있음



[그림 2-7] 다각도 항공촬영에 의한 3차원 재질 매핑

출처: Pix4Dmapper. <https://www.pix4d.com/product/pix4dmapper/outputs>(검색일: 2020.07.01.)

33) 보다 정교한 촬영을 위해 비행기 뿐 아니라 드론이나 자동차를 통해 외관 촬영 레벨을 다양화 한 후 정밀하게 합성

- 국토교통부는 2012년부터 공간정보오픈플랫폼([www.vworld.kr](http://www.vworld.kr))을 통해 공공행정 정보와 연계한 2, 3차원 공간정보(물리적인 공간, 논리적 공간, 도형에 속한 속성)를 제공하고 있음<sup>34)</sup>
- 공간정보오픈플랫폼은 건축배치 형태와 층고를 토대로 3차원 형상모델을 만들고 항공사진측량을 통해 다양한 각도에서 촬영한 이미지를 형상모델에 입힘으로 입체적인 공간정보 구축을 수행하고 있음

#### □ 2차원 공간정보



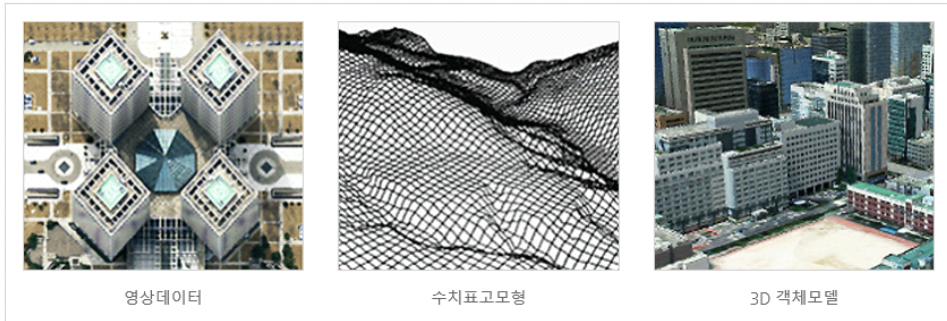
[2차원 공간정보]



다양한 부처 시스템의 주요 데이터

[행정 공간정보 확대범위]

#### □ 3차원 공간정보



영상데이터

수치표고모형

3D 객체모델

[그림 2-8] 브이월드 제공 공간정보

출처: 브이월드. 3차원 공간정보. [http://www.vworld.kr/v4po\\_intbiz\\_a002.do](http://www.vworld.kr/v4po_intbiz_a002.do)(검색일: 2020.07.01.)

- 서울시는 국내 민간기업과 함께 605km<sup>2</sup>에 달하는 서울시 전체 지역을 3차원 공간지도인 서울시 S-Map을 구축하였으며, 비주얼 로케이션 & 비주얼 매핑을 통해 기존 3차원 공간정보 플랫폼보다 정확한 위치정보와 해상도가 특징<sup>35)36)</sup>

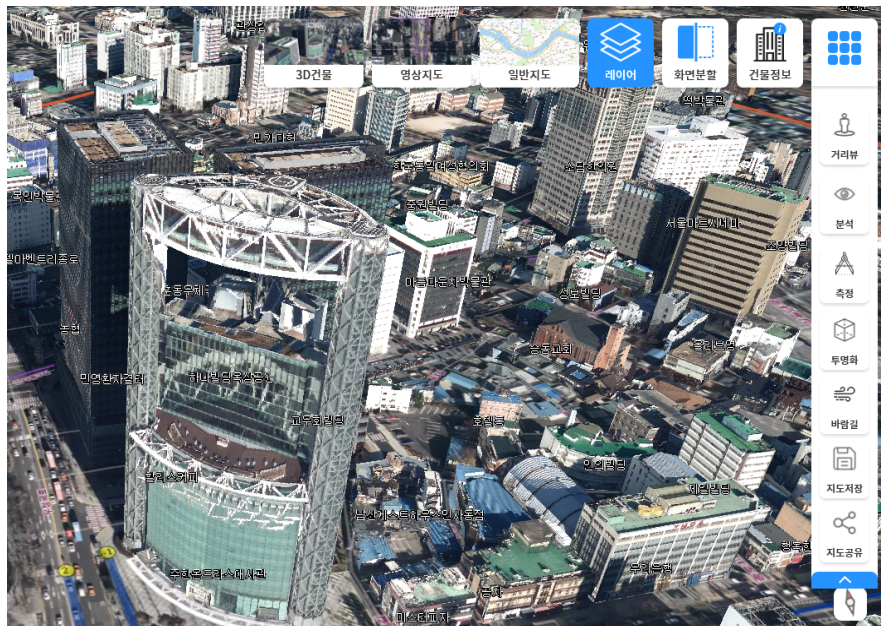
34) 브이월드. <http://map.vworld.kr>(검색일: 2020.07.01.)

35) 서울시 S-MAP. <https://smap.seoul.go.kr/>(검색일:2020.07.01.)

36) 각기 다른 각도에서 촬영한 항공사진 2만5천여 장의 영상을 통해 건물 60만 동에 대해 3D로 만든 디지털 지도 구



- S-Map은 가장 해상도가 높은 건축·도시 외관정보 영상으로 구축되어 있으며, 영상 정보에 왜곡이 발생하지 않고 나무 등 외관을 가리는 장애요소가 없어 API를 통한 건축물 외관 영상을 추출하여 분석자료로써 활용할 수 있는 가능성 있음



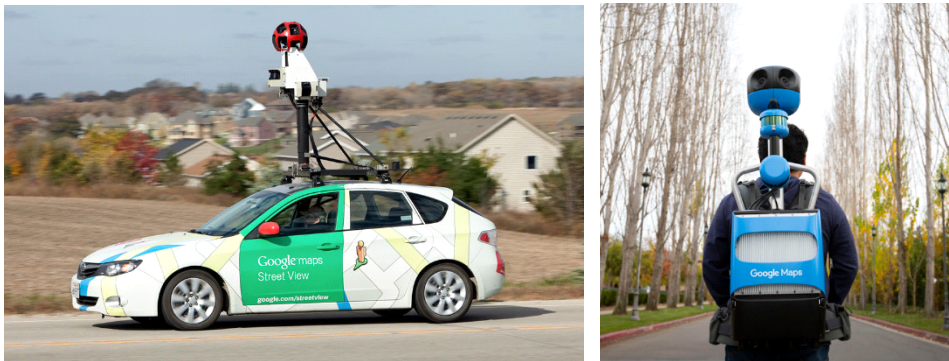
[그림 2-9] 서울시 S-MAP

출처: 서울시 S-MAP. <https://smap.seoul.go.kr/>(검색일:2020.07.01.)

축하여 2020년 7월, 서비스를 개시하였으며, 실내공간, 부동산, 교통, 거리뷰와 함께 문화재, 드론 영상 외에 조망, 일조, 바람길 등의 환경요소를 분석할 수 있음

## ■ 스트리트 뷰

- Google, 네이버, 다음 등 국내외 민간 IT 기업에서 가로 공공공간을 중심으로 360도 촬영한 영상을 1인칭 시점에서 제공하고 있음
- Google 스트리트 뷰의 경우, 구글어스 플랫폼과 연동하여 북남미, 오세아니아, 유럽 등 도시가로 공간을 영상정보로 구축하고 있으며, 자동차나 자전거, 도보 등 다양한 수단을 통해 다방면 카메라로 이미지를 촬영, 지리정보와 촬영 이미지 정렬, 360도 사진 변환하는 과정을 거쳐 정보제공<sup>37)</sup>
- 스트리트 뷰는 연도별로 영상정보가 구축되어 있어 건축·도시의 변천과정을 파악하기 용이하며, 해상도와 촬영 포인트의 밀도도 높아지고 있음



[그림 2-10] Google사 스트리트뷰 촬영 방법

출처(좌측): Zoe Kleinman. (2013). Google Street View car in 'accident'.  
<https://www.bbc.com/news/technology-24080422>(검색일: 2020.07.01.)

출처(우측): Frederic Lardinois. (2018). Here's Google's new Street View Trekker backpack.  
<https://techcrunch.com/2018/12/18/heres-googles-new-street-view-trekker-backpack/?renderMode=ie11>(검색일:2020.07.01.)

- 그러나 대로변이 1인칭 시점에서 촬영되어 있어 건축·도시 영상정보가 왜곡되거나 건축 상층부가 식별되지 않는 경우가 많으며, 나무, 자동차, 인간 등 건물 외적인 요소가 영상을 가리는 경우가 있어 이미지 사용 시 편집이 필요함

37) 구글 스트리트 뷰. <https://www.google.com/intl/ko/streetview/explore/>(검색일: 2020.07.01.)

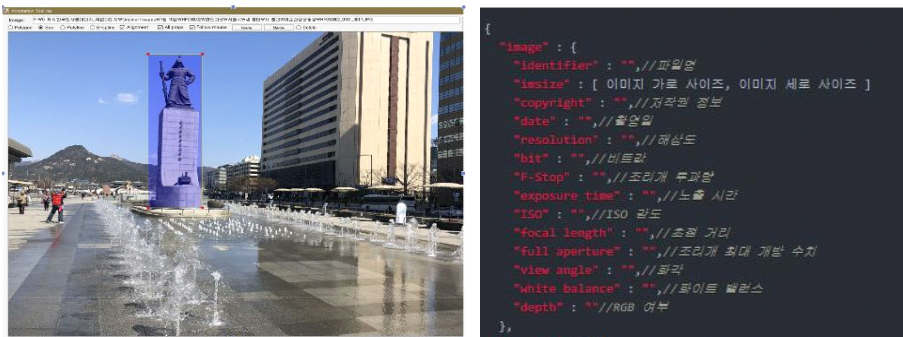


[그림 2-11] 거리뷰에서 나타난 영상왜곡과 장애물이나 상층부 외관정보 식별이 어려운 단점

출처: 네이버지도 거리뷰. (2021). <https://map.naver.com/>(검색일: 2020.07.01.)

## ■ AI Hub<sup>38)</sup>

- 인공지능 학습에 필요한 텍스트, 영상, 이미지, 음성 데이터를 공개하고 있으며, 인공지능 기술과 관련된 제품 및 서비스 개발에 필요한 소스 제공
- 건축물 관련해서 한국의 궁궐, 가옥, 탑, 무덤, 사찰, 교회, 성곽, 성당 등의 유적건조물 이미지 260만장과 동상, 타워, 전망대, 빌딩 등의 랜드마크 20만장을 구축·공유
- 단순한 이미지뿐만 아니라 이미지 내 대상 영역을 파싱(Parsing)한 후 대상물 이름, 위치, 범주 등의 메타 데이터를 같이 제공하고 있음



[그림 2-12] AI Hub에서 제공하는 영상인식용 랜드마크

출처: AI hub. 한국형 사물 이미지 AI데이터. <http://www.aihub.or.kr/aidata/132>(검색일: 2020.07.01.)

38) AI hub. AI hub 서비스 소개. <http://aihub.or.kr/intro/vision>(검색일: 2020.07.01.)

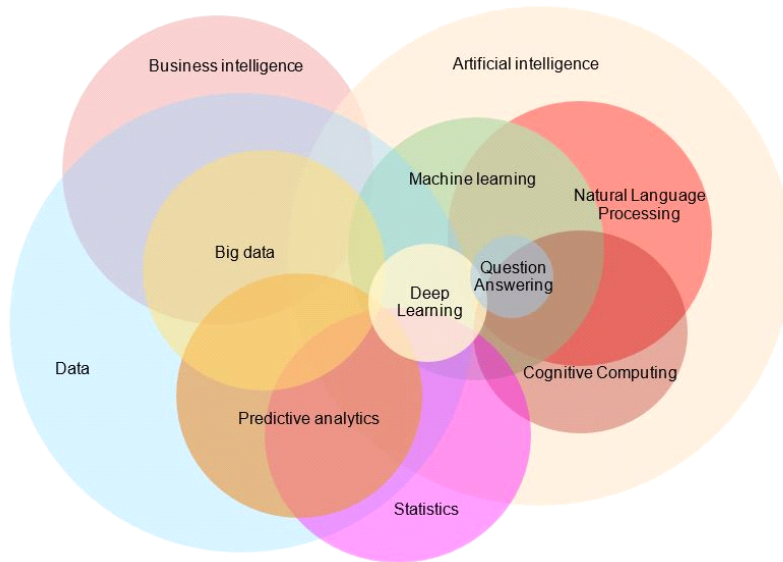


### 3. 영상 식별 관련 이론

#### ■ 인공지능 관련 이론

- 인공지능 (Artificial Intelligence, AI)의 개념
  - 인공지능 개념은 전문가에 따라 정의하는 범위가 다르며 용어도 혼재하여 사용하고 있어 아직까지 명확한 개념정착이 이루어지지 않은 실정으로 정의와 용어에 대한 표준화가 진행되고 있음
  - ‘인공지능’이라는 용어는 미국 컴퓨터 과학자인 존 매카시(John Mccarthy)에 의해 처음 제시되었으며, 인공지능 용어에 대해 ‘지능이 있는 기계를 만드는 과학과 공학’이라 정의(McCarthy, 1956)
  - 최근 ‘인공지능’의 정의는 ‘인간처럼 생각’, ‘인간처럼 행동’, ‘이성적으로 생각’, ‘이성적으로 행동’ 등 크게 4가지로 구분하여 정의되고 있음(Stuart Russell외. 2020, p.9)
  - 인공지능의 적용 단계는 단순한 제어(1단계), 추론·탐색 및 지식베이스를 활용(2단계), 머신러닝을 활용(3단계), 인공신경망 또는 딥러닝을 활용(4단계)로 크게 4가지로 구분할 수 있음(유타카 마쓰오, 2015, pp.54-55)
  - 앞서 Stuart Russell(2020)과 마쓰로 유타카(2015)가 인공지능의 개념을 발전단계에서 다루었다면, Paul Bard (2017)는 인공지능에 속해 있는 개념들의 범주와 관계를 벤다이어그램을 통해 나타냈음
  - Paul Bard(2017)의 벤다이어그램을 보면, 인공지능(AI)의 범주에 머신러닝, 자연어 처리, 컴퓨터 인지의 개념을 완전히 포함하고 있으며, 머신러닝 범주 속에 딥러닝이 속해있음을 나타내고 있음을 알 수 있음<sup>39)</sup>

39) Paul Bard (2017). Why Finance professionals need to know about AI—and where they can learn. <https://www.ibm.com/blogs/business-analytics/why-finance-professionals-need-artificial-intelligence/>(검색일: 2020.07.01.)



[그림 2-13] 인공지능 종류에 따른 범주

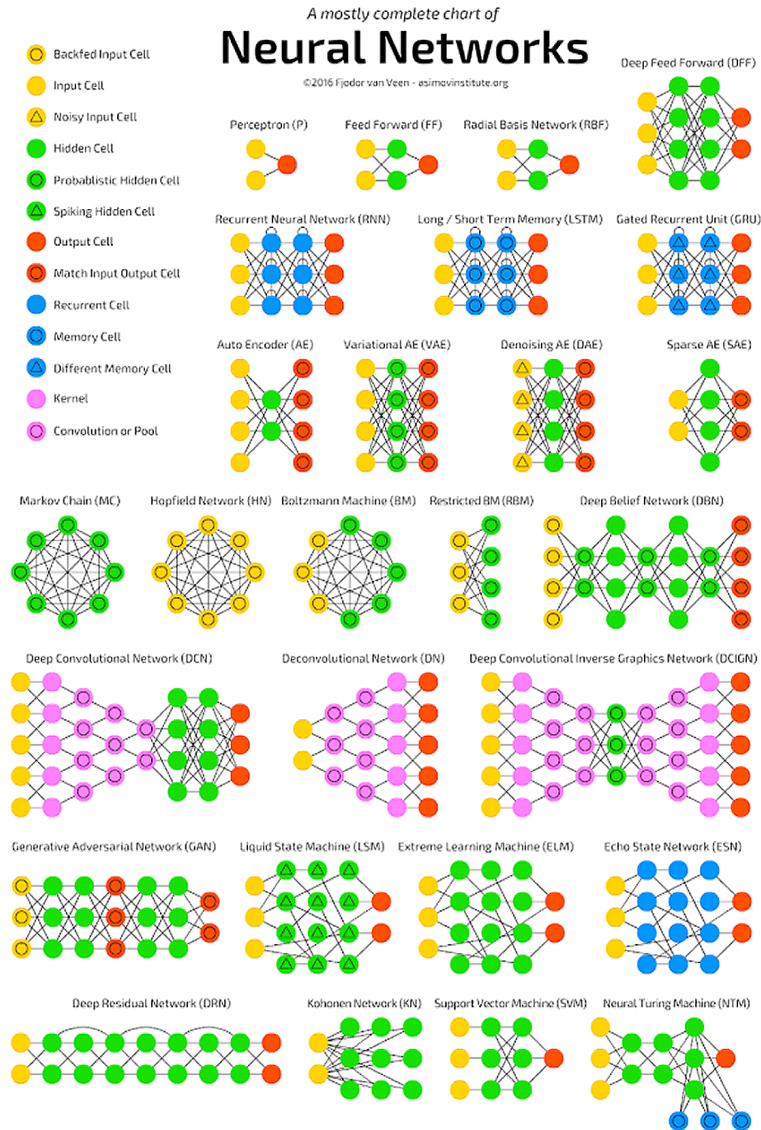
출처: Paul Bard (2017). Why Finance professionals need to know about AI—and where they can learn.  
<https://www.ibm.com/blogs/business-analytics/why-finance-professionals-need-artificial-intelligence/>(검색일: 2020.07.01.)

- 머신러닝(Machine Learning)의 원리
  - 인공지능의 한 줄기인 머신러닝은 인간의 사고 및 추론과정을 수학적 계산을 통해 모방하고자 하는 방법으로 컴퓨터가 데이터를 학습 후 특정한 패턴을 추출하여 새로운 지식을 도출하는 목적으로 활용
  - 기계학습의 용어는 Arthur Samuel(1959)에 의해 만들어졌으며, 일반적으로 기계 학습은 학습 레이블이 지정되는 지도학습, 지정되지 않는 비지도 학습, 강화학습 방식으로 구분됨
  - 지도학습은 설명변수와 학습레이블인 목적변수로 구성된 데이터를 컴퓨터가 학습하고 학습된 정보를 토대로 새로운 데이터에 대한 예측을 하는 방식으로 관련된 알고리즘은 의사결정트리, 신경망, SVM(Support Vector Machine)이 있음

- 비지도 학습은 인간이 식별하기 어려운 고차원의 데이터를 데이터 레이블 없이 컴퓨터가 데이터의 구조 등 특징을 추출하게 하는 방식으로 알고리즘은 클러스터링이 대표적임
- 이러한 기계학습의 종류 중 인공신경망은 두뇌의 신경세포가 신호를 전달하는 방식을 모방한 원리로 시각, 청각에 해당하는 데이터 패턴을 군집, 분류 등의 방법을 통해 해석
- 인공신경망(Artificial Neural Network)의 원리
  - 초기 인공지능은 인공 신경망 (Artificial Neural Network, ANN)의 형태를 가지며, 시냅스의 결합으로 네트워크를 형성한 인공 뉴런(노드)이 학습을 통해 시냅스의 결합 세기를 변화시켜, 문제 해결 능력을 가지는 모델이었음
  - 오차역전파법(Error Back Propagation Algorithm)을 활용한 다층 퍼셉트론(Multi-layer Perceptron)이 대표적인 인공신경망 방법론이며 딥러닝 알고리즘의 기초가 되는 이론으로 작용
  - 인공신경망은 크게 입력층(Input layer), 은닉층(Hidden layer), 출력층(Output layer)의 3가지 구조로 구성되어 있으며, 초기에는 각 layer가 1개씩 존재하였으며, 하드웨어의 연산속도 및 최적화 기술의 발전에 따라 은닉층의 수가 많아지는 심층신경망(딥러닝)의 형태로 발전하게 됨
  - 입력층은 예측 값(출력변수)을 도출하기 위한 예측변수(입력변수)의 값들을 입력하는 역할을 하며, 은닉층은 모든 입력노드로부터 입력 값을 받아 가중합을 계산하고, 이 값을 전이함수에 적용하여 출력층에 전달하는 구조임<sup>40)41)</sup>
  - 초기 인공지능은 실제 인간의 신경세포를 모티브로 하는 뉴런으로 이루어진 네트워크 형태를 가지며, 이는 현재에 널리 활용되어지는 딥러닝 기술의 모태가 됨

40) 일반적으로 입력 값이  $n$ 개 일 경우,  $n$ 개의 입력노드를 가짐. 또한 각 입력노드와 은닉노드, 출력노드 모두 가중치를 가지는 망으로 연결되어 있으며, 각 노드에 적용되는 가중치는 연결강도로 표현되며 랜덤으로 초기에 할당된 후 학습을 거치면서 최적화된 예측 값으로 조정됨

41) 전이 함수는 보통 비선형함수를 사용하며, 대표적으로 sigmoid function이 사용되며, 딥러닝에 와서는 tanh, ReLU와 같은 전이함수가 주로 활용됨



[그림 2-14] 레이어 층위에 따른 인공지능망 종류

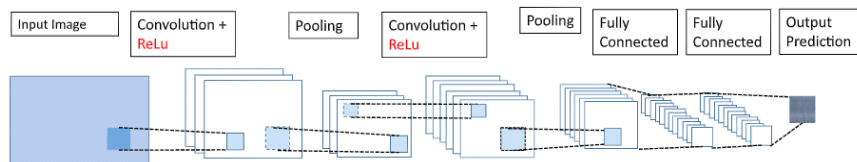
출처: Mathieu Hélie, (2018). Neural Networks—A New Model for “The Kind of Problem a City Is.” <https://www.thenatureofcities.com/2018/04/29/neural-networks-new-model-kind-problem-city/>(검색일: 2020.07.01.)

- 딥러닝(Deep Learning)으로 발전과 원리
  - 딥러닝은 1980년 Fukushima(1980)을 모태로 개발된 인공신경망 기반 기계학습 알고리즘 집합으로 개발 초기 알고리즘은 학습소요 시간 등의 문제로 침체기를 겪다가 2000년에 들어 다시금 주목받기 시작
  - 기존의 인공신경망의 과적합 문제, 느린 학습시간, 데이터 수급의 문제 등과 같은 단점이 해결됨에 따라, 기존 인공신경망의 은닉층이 다층으로 설계된 심층신경망(Deep Neural Network, DNN)으로 발전<sup>42)</sup>
  - 심층신경망(DNN)은 최근 자연어처리 분야의 순환신경망(Recurrent Neural Network, RNN), 컴퓨터비전 분야의 합성곱신경망(Convolutional Neural Network, CNN) 등의 형태로 발전
  - 합성곱신경망(CNN)은 주로 시각처리 방식을 모방하기 위한 인공신경망으로 주로 영상 식별에 활용되며, 순환신경망(RNN)은 음성, 센서, 문자 등 시계열 정보를 처리하기 위해 고안된 인공신경망임
  - DNN도 다층퍼셉트론(Multi-layer perceptron)과 마찬가지로 오류역전파알고리즘을 기반으로 학습되며, 확률적 경사하강법(Stochastic Gradient Descent)을 통하여 가중치를 갱신함<sup>43)</sup>
  - 가중치 갱신의 핵심은  $\Delta w_{ij}(t+1) = \Delta w_{ij}(t) + \eta \frac{dC}{dw_{ij}}$ 로 나타낼 수 있으며,  $\eta$ 는 학습률(Learning rate)을 의미하며,  $C$ 는 비용함수(Cost function)을 의미함

42) 심층신경망(Deep Neural Network, DNN)은 기존의 인공신경망과 마찬가지로 Input layer, Hidden layer, Output layer로 구성되며, 복잡한 비선형 관계(non-linear relationship)의 모델링이 가능함

43) Hidden layer 및 은닉노드의 수가 증가함에 따라, 그로 인한 과적합(overfitting) 이슈를 해결하기 위하여 Dropout과 같은 기법을 활용함

- 합성곱신경망(Convolutional Neural Network, CNN) 개요 및 학습원리
  - 영상 내 객체 탐지를 위한 대표적인 기법으로 CNN 기법이 활용되며, 최근 CNN을 기반으로한 Fast-R CNN<sup>44)</sup>, Faster-R CNN<sup>45)</sup>, Mask-R CNN<sup>46)</sup> 등의 다양한 형태의 딥러닝 모델들이 객체 탐지 및 식별, 분류 과정에서 활용되고 있음
  - 이러한 모델들을 기반으로 다양한 분야에 Intelligence 시스템으로 적용하여 스마트 교통 시스템, 건물에너지 최적화 시스템, 항해 시스템 등 다양한 방면으로 활용됨
  - 기존 인공신경망(ANN) 방식은 데이터에서 특징 정보를 추출해 학습을 하는 방식이라면, 합성곱신경망(CNN)은 데이터의 특징 정보들의 패턴을 학습하는 구조이며, 대표적으로 Convolution과정과 Pooling과정을 통해 진행됨
  - Convolution 과정에서는 영상 데이터의 특징을 추출하는 과정으로 데이터에 각 성분의 인접 성분들을 조사해 특징을 파악하고 파악한 특징을 행렬로 도식화하고, Pooling 과정에서는 Convolution Layer로부터 주요 특징들을 추출하여 Convolution Layer의 크기를 줄이는 역할을 담당하며, Convolution과 Pooling 과정의 반복을 통해 CNN의 학습이 이루어지는 방식임



[그림 2-15] 합성곱신경망(Convolutional Neural Network, CNN) 학습 과정 예시

출처: Gopalakrishnan, Kasthurirangan, et al. (2017). Deep Convolutional Neural Networks with transfer learning for computer vision-based data-driven pavement distress detection. *Construction and Building Materials*, 157, 324.

- 
- 44) Girshick, Ross. (2015). Fast r-cnn. *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*. 2015-12. 1440-1448.
- 45) Ren, Shaoqing, et al. (2017). Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*. 39(6). 1137-1149.
- 46) He, Kaiming, et al. (2017). Mask r-cnn. *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*. 2017-10. 2980-2988.

## ■ 컴퓨터 비전(Computer Vision, CV) 분야와 딥러닝 기술의 적용 현황

### • 컴퓨터 비전(Computer Vision)의 개념

- 컴퓨터 비전 기술은 인간의 망막에 2차원 이미지가 입력되고 3차원 모델로 추론 및 탐지하는 시각체계를 컴퓨터로 모방하는 것을 말하며, 주로 영상(사진이나 동영상)의 2차원 이미지에서 정보를 추출하는 컴퓨터 기술을 말함<sup>47)</sup>
- 컴퓨터 비전 기술은 2000년대에 들어 인터넷 보급에 따른 대규모 데이터와 인공지능 기술 개발이 발전하면서 비약적으로 발전하였으며, 주로 객체의 식별, 분할, 추적, 맵핑, 추정, 탐색 등으로 활용되며, 이를 위해 패턴인식, 통계학습, 영상처리, 그래프 이론 등에 의해 구현이 가능함
- 컴퓨터 비전 기술을 통해 주변 환경의 요소, 크기, 방향, 질감 등을 파악하는 것으로 최근 무인자동차나 로봇에도 적용되고 있으며, 적용단계는 노이즈를 제거하고 특징을 강조하는 화상처리 단계와 정보를 추출하거나 식별하는 배경 분석단계로 구분됨
- 가트너(Gartner)지는 2020년 10대 전략기술 트렌드를 인간 중심과 스마트 공간이라는 2가지의 주제로 제시하며, 인간답고 자연스러운 경험을 제공하는 기술트렌드와 인간을 둘러싼 주변의 사물이나 시설, 도시 등이 스마트하게 서로 연결되는 환경의 중요성을 강조<sup>48)</sup>

### • 딥러닝 적용 이전 영상처리 기법

- 2000년대 초반까지의 영상처리에 관한 기술 및 연구는 컴퓨터 비전(CV) 분야로써 독자적으로 발전하였으며, 실용화 단계까지 도달하지 못하고 극히 일부의 제한된 상황에서 활용이 되었음

47) 네이버 지식백과, 컴퓨터 비전(Computer Vision).

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=863115&cid=42346&categoryId=42346>(검색일: 2020.07.01.)

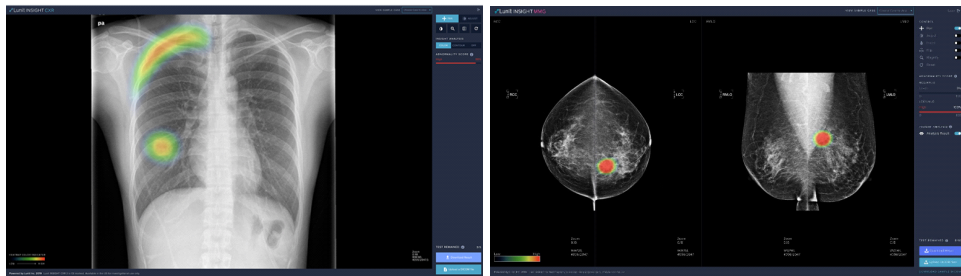
48) 가트너(Gartner)의 10대 전략 기술 트렌드는 IT 분야의 기술동향과 발전상을 매년 제시함 (출처: Gartner. Top 10 Strategic Technology Trends for 2020. <https://www.gartner.com/en/publications/top-tech-trends-2020>(검색일:2020.07.01.))

- 영상 처리 기법은 제품의 결함 검사, 얼굴인식, 문자인식, 지문인식 움직임 검출 및 물체 추적 등 다양한 분야에 활용됨
- 딥러닝 이전 이미지 처리 기법은 주로 추론·탐색 및 지식베이스 방법론에 기반하여 이미지 내에서 윤곽선 검출, 코너, 특징점 등과 같은 특징 추출(Feature Extraction) 방법에 초점을 두었음
- 보다 정확한 특징 추출을 위하여 잡음 제거 및 변환 등의 전처리 과정과 공간 영역 변환, 기하학적 변환, 주파수 변환과 같은 변환 과정이 큰 비중을 차지하고 있음
- 그러나 딥러닝 이전의 영상처리 기법은 객체의 탐지는 가능하나 여러 객체의 분류에는 한계가 있음
- 딥러닝 적용 이후 영상처리 기술의 발전
  - 2010년 이후 영상처리 기술 및 연구는 인공지능 기술의 급격한 발전으로 자율주행차량, 지문, 안면인식, 로봇제어 등 많은 분야에서 실용화 단계까지 도달해서 활용
  - 딥러닝 기술 적용 이후 영상처리 기술은 영상의 특징을 추출하는 데에 그치지 않고 추출된 특징을 분류하는 기법에 이르게 된 점이 큰 변화점이라 할 수 있음
  - 딥러닝 기술이 적용됨에 따라 데이터 전처리 과정과 공간 영역 변환, 기하학적 변환, 주파수 변환과 같은 변환 과정의 비중이 줄어들며, 영상의 입력만을 통해 객체의 탐지 및 분류, 움직임 감지 등이 가능하게 되었음
  - 영상처리를 위한 딥러닝 기술은 CNN을 기반의 Fast, Faster-R CNN 등과 같은 다양한 객체 탐지 모델을 기반으로하는 YOLO, Detectron 등과 같은 플랫폼(Platform)으로 발전하고 있음
  - 이러한 플랫폼들은 이미 학습된 (Pre-trained) 모델을 제공하며, 기본적으로 통용되는 객체(사람, 차량, 의자, 건물 등)들에 대한 대용량 이미지 데이터를 제공하고, API 형태로도 제공함<sup>49)</sup>



## ■ 다방면에 적용되고 있는 딥러닝 기반 영상 식별기술

- 의료 및 헬스케어 분야에서 정밀한 질병 및 질환 진단기술로 활용
  - 최근 딥러닝 기술을 기반으로 성조숙증, 폐암, 폐질환, 유방암, 물리치료 등 질환을 정확하고 빠르게 진단하고 효과적인 치료를 보조한 소프트웨어들이 개발
  - 특히, 의료분야에서는 흉부 X-ray 촬영 영상 분석, MRI 영상 분석, 안과 영상 분석 등을 위하여 딥러닝 기반의 이미지 처리 기법을 활용
  - 구글(Google)은 CNN 기법 기반의 안저(Optogram)사진 분석을 통해 당뇨병 망막 병증을 진단할 수 있는 시스템을 개발하였으며, 이는 기존 안과 의사들의 판독 결과에 대한 오차를 크게 감소시킬 것으로 예상<sup>50)</sup>
  - 루닛 인사이트(Lunit INSIGHT)는 폐질환이나 유방암 진단 보조 소프트웨어를 개발하였으며, 유방암 진단의 경우 영상 기반으로 약 97%의 정확도로 진단<sup>51)</sup>



[그림 2-16] lunit Insight 소프트웨어 (CXR, MMG)

출처: Lunit insight. <https://insight.lunit.io/>(검색일: 2020.07.01.)

- 스탠퍼드 대학교의 연구진은 딥러닝 기반 영상 분석 기법을 통해 피부암을 정밀하게 진단할 수 있는 시스템을 개발하여 의료 접근성이 떨어지는 곳에서 스마트폰을 통한

49) COCO. What is COCO?. <http://cocodataset.org/#home>(검색일: 2020.07.01.)

50) Gulshan, Varun, et al. (2016). Development and validation of a deep learning algorithm for detection of diabetic retinopathy in retinal fundus photographs. *Jama*, 316(22), 2402-2410.

51) Lunit insight. <https://insight.lunit.io/>(검색일: 2020.07.01.)

촬영을 통해 피부암을 진단할 수 있도록 함<sup>52)</sup>

- 보안 분야에서 CCTV 영상 정보를 통해 객체의 움직임의 추적과 분류로 안전사고 예방과 감시에 활용
  - 지능형 영상분석 기술 또한 크게 향상되어 지능형 CCTV 시장에 대한 기대가 높아지고 있으며, 이는 4차 산업혁명의 핵심 인프라를 통해 혁신 융합 서비스와 엣지 디바이스, AI카메라 등 다양한 신산업 창출을 도출해 낼 것으로 기대
  - 쿠도커뮤니케이션은 CCTV 영상에서 입력되는 실시간 영상을 딥러닝 기반 객체 검출 기술을 통해 움직임이 있는 물체를 감지·추적·분류할 수 있는 시스템(IntelliVIX)을 개발하여 객체 검출(사람 및 차량)뿐만 아니라, 특정 사물(휠체어, 유모차, 안전모 등)에 대한 인식으로 현장 특성에 맞는 최적화된 감시 시스템 구축을 지원<sup>53)</sup>
  - KT는 지능형 영상분석 보안 CCTV서비스인 기가아이즈(GIGAeyes)의 개발을 통해 실시간 범죄 예방과 화재 감시 등 고도화된 보안 서비스를 제공
- 교통 분야에서 CCTV 영상 정보를 활용하여 교통량을 예측 및 제어
  - 최근 교통 분야에서도 교통 데이터의 감지 및 식별, 교통량, 속도 등 교통 지표 예측, 자율주행 차량 제어 및 신호제어 등 다양한 분야에 딥러닝 기술을 활용
  - 영상데이터를 활용하여 딥러닝 기술 기반의 도로의 택시, 자전거, 차량 등의 교통량 예측 시스템을 개발<sup>54)55)56)</sup>

52) Esteva, Andre, et al. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, 542(7639), 115-118.

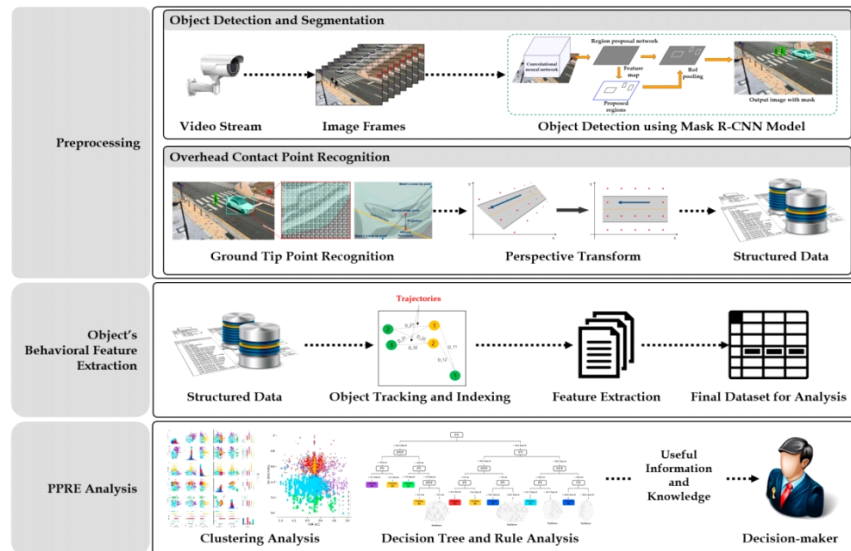
53) IntelliVIX는 국내 최초로 한국 인터넷진흥원(KISA)에서 지능형 CCTV로서의 성능 인증과 영국의 CPNI 인증을 통과하여 기술력을 인정받으며, 실제로 2018년 평창동계올림픽에서 활용됨

54) Zhang, Junbo, et al. (2018). Predicting citywide crowd flows using deep spatio-temporal residual networks. *Artificial Intelligence*, 259, 147-166.

55) Huang, He, Qifeng Tang, and Zhen Liu. (2013). Adaptive correction forecasting approach for urban traffic flow based on fuzzy-mean clustering and advanced neural network. *Journal of Applied Mathematics*, 2013. 1-7.

56) Huang, Wenhao, et al. (2014). Deep architecture for traffic flow prediction: deep belief networks with multitask learning. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 15(5), 2191-2201.

- CCTV 영상정보로부터 차량과 보행자를 탐지하고 객체들의 움직임을 분석하여, 잠재적 사고 위험 상황을 예측하는 시스템을 개발<sup>57)</sup>



[그림 2-17] CCTV 영상정보 기반의 차량 및 보행자의 움직임 분석을 위한 데이터 구축 및 분석 시스템

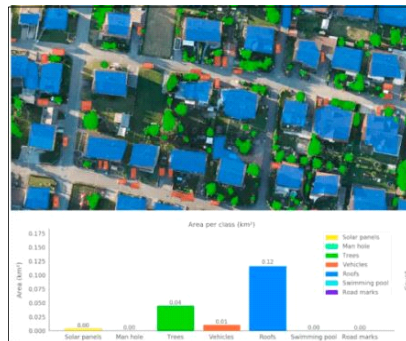
출처: Noh, Byeongjoon, et al. (2020). Vision-Based Potential Pedestrian Risk Analysis on Unsignalized Crosswalk Using Data Mining Techniques. *Applied Sciences*, 10(3), 1057.

- 건축도시조경 분야에서 영상정보를 통해 입지를 선정하거나 실내 공간을 분석
  - ㈜지엔티솔루션에서는 영상정보처리 기반의 AI 및 빅데이터 처리 기법을 활용하여 입지분석을 통해 공공시설 및 산업단지 입지 선정 등에 활용함<sup>58)</sup>
  - 어번베이스사는 실내공간을 분석해주는 AI기술을 서비스를 제공하고 있으며, 다양한 실내공간 이미지를 학습시켜 공간의 유형 및 디자인 스타일을 분석하고, 배치된 사물을 검출하는 기능을 제공<sup>59)</sup>

57) Noh, Byeongjoon, et al. (2020). Vision-Based Potential Pedestrian Risk Analysis on Unsignalized Crosswalk Using Data Mining Techniques. *Applied Sciences*, 10(3), 1057.

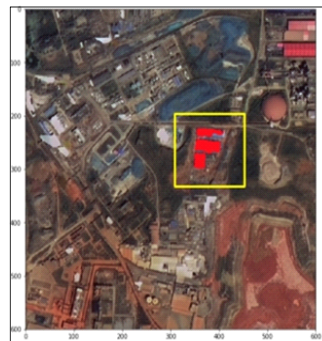
58) ㈜지엔티솔루션. 사업분야. <http://www.gntsolution.com/offering/land.php>(검색일: 2020.07.01.)

- 픽테라(Picterra)에서는 인공위성이나 UAV으로 지상 관측 이미지를 촬영하고, AI를 기반으로 분석하여 특이점을 발견하여 개별 작물의 성장 상태 파악 등 스마트 팜 분야에 적극 활용하고자 함<sup>60)</sup>
- 중국 산둥성 국토자원부는 전자상거래 업체 알리바바(Alibaba)와 협력하여 “위성감지 우주영상 식별 시스템”을 개발하여 AI 기술로 위성 원격 감지 영상을 자동으로 분석하고 식별 및 대조하는 시스템을 현재 운용 중<sup>61)</sup>



[그림 2-18] 픽테라의 AI기반의 위성 영상 분석 시스템

출처: Picterra. <https://picterra.ch/>(검색일: 2020.07.01.)



[그림 2-19] 알리바바의 위성감지 우주영상 식별 시스템

출처: Tectok. <http://tectok.com/2018/07/19/22902/>(검색일: 2020.07.01.)

## ■ 영상 객체탐지를 위한 주요 딥러닝 플랫폼

- CNN을 기반의 Fast, Faster-R CNN 등과 같은 다양한 객체 탐지 모델을 기반으로 한 YOLO, Detectron 등과 같은 플랫폼(Platform)으로 발전하고 있으며, 사람, 차량, 의자, 건물 등 이미 학습한 모델(pre-trained)과 관련 대용량 이미지 데이터를 제공<sup>62)</sup>

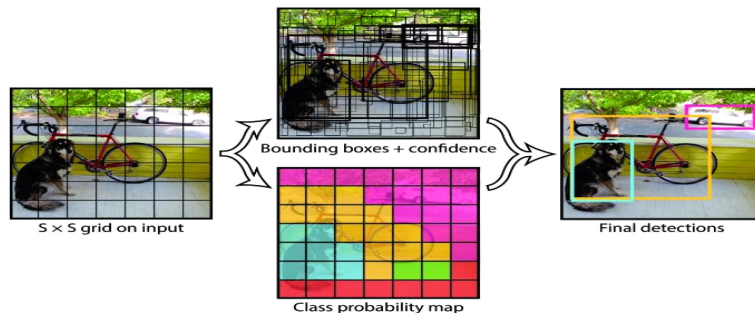
59) 어번베이스. <http://urbanbase.github.io/>(검색일: 2020.07.01.)

60) Picterra. <https://picterra.ch/>(검색일: 2020.07.01.)

61) Tectok. <http://tectok.com/2018/07/19/22902/>(검색일: 2020.07.01.)

62) COCO. What is COCO?. <http://cocodataset.org/#home>(검색일: 2020.07.01.)

- Tensorflow
  - Tensorflow는 구글(Google)사에서 제공하는 Python기반 딥러닝 오픈소스 패키지 로써, 다양한 데이터마이닝, 기계학습, 딥러닝 모델들에 대한 연구가 가능함
  - GPU·CPU 기반으로 데이터 플로우 그래프를 통해 설계한 모델을 풍부하게 시각화 할 수 있으며, Tensorflow 외에도 Caffe2, PyTorch와 같은 플랫폼 등이 활용됨<sup>63)</sup>
- YOLO
  - YOLO(You Only Look Once)는 이미지 내 객체 탐지에 특화된 딥러닝 모델로 기존 R CNN 계열의 모델들의 연산 속도와 관련된 이슈를 개선하였으며, 하나의 네트워크가 한 번에 특징 추출 및 bounding box 생성, 클래스 분류를 수행



[그림 2-20] YOLO 모델의 객체 탐지 과정

출처: Joseph Redmon, et al. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection.  
<https://www.arxiv-vanity.com/papers/1506.02640/>(검색일: 2020.07.01.)

- Detectron 2
  - Detectron 2 platform은 Facebook AI Research (FAIR, 페이스북 인공지능연구소)가 제공하는 Caffe2 기반 딥러닝 프레임워크로 단순히 bounding box형태의 객체 탐지 뿐 아니라 Human Keypoint 및 Surface, Panoptic Segmentation 등 다양한 형태의 결과 값을 제공

63) Tensorflow는 딥러닝 모델이 아닌 딥러닝을 할 수 있게 해주는 플랫폼임



[그림 2-21] Detectron2 기반의 Panopic segmentation 결과

출처: Github, <https://github.com/facebookresearch/detectron2>(검색일: 2020.07.01.)

## 4. 건축도시 분야 영상 식별기술 검토

### ■ 컴퓨터 비전(CV) 기반 영상 식별기술

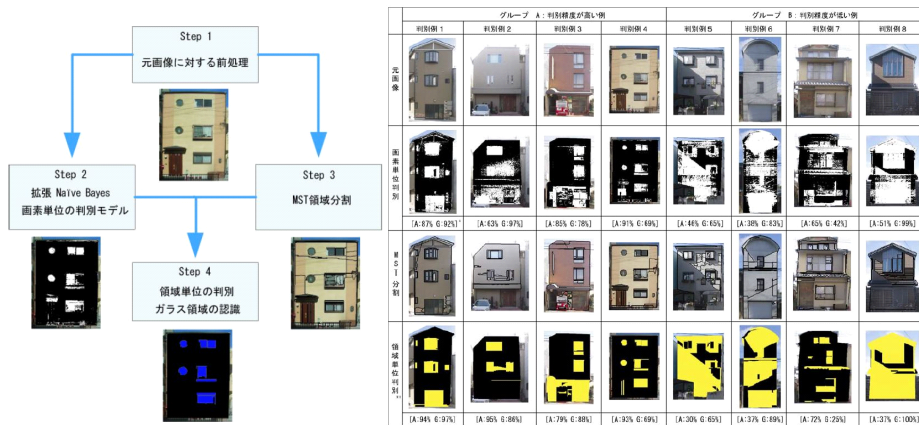
- 컴퓨터 비전 기반 영상 식별기술
  - 컴퓨터 비전 기반 영상 식별기술은 주로 딥러닝 기술이 적용되기 이전의 영상 식별 기술로 설명될 수 있음
  - 영상에서 나타나는 윤곽선, 명도, 특징점 등 특징을 추출하고자 하는 연구가 주를 이루었으며, 딥러닝 기술이 개발되면서 특징의 추출 뿐 아니라 분류도 가능하게 발전
  - 영상의 특징을 추출하고자 하는 연구는 인공지능 적용 단계에 있어 머신러닝(3단계)이나 딥러닝(4단계) 적용 이전의 추론·탐색 및 지식베이스(2단계)를 활용한 연구가 주를 이루고 있으며, 딥러닝을 적용한 영상식별의 기초가 되는 연구임
- 건축외관 영상을 통한 개구부 인식에 관한 연구<sup>64)</sup>
  - 건축 영상에서 건축물 외관 구성요소의 인식방법에 관한 내용으로 건축입면 중 개구부 인식에 한정하여 요소를 식별하는 방법론을 제시함
  - 도심 내 대규모 화재 발생 시 창문과 같은 개구부는 화재 확산에 중대한 영향을 주는 요소로 화재시 피난위치를 파악하고 화재확산 시뮬레이션에서 정확도가 높은 결과를 도출하기 위한 목적으로 수행
  - 연구에서는 영상을 분할하는 알고리즘으로 Naive Bayes와 MST(Minimum Spanning Tree)를 사용하였으며, 영상 픽셀단위 분석을 통해 개구부에 해당하는 확률을 구해 영상 내 영역을 구하고자 하였음
  - MST 알고리즘은 최소(비용)신장 트리(Minimum Spanning Tree)라고 하며, 그래프 상의 모든 점을 연결하는 트리 중에서 가장 연결부위(Edge)의 비용(길이)가 최소인

64) 具 源龍. (2006). 建築画像からの建築構成要素の認識手法に関する研究：ベイズ判別によるガラス開口部の認識. Architectural Institute of Japan, 121, 123-128.



그래프를 통해, 영역을 식별하는 원리임<sup>65)</sup>

- 개구부를 구성하고 있는 유리 소재는 색이나 질감을 가지고 있지 않기 때문에 Color Feature의 도출, 반사영상, 간섭물체에 따른 오인식의 문제가 있으나, 이와 같은 문제를 제외하고 약 70% 정도의 정확도를 나타내고 있음
- 이 연구는 2000년대에 수행된 연구로 영상이 가지고 있는 특징을 추론·탐색 알고리즘에 의해 추출하고자 하는 연구로 영상 식별 관련 인공지능 기술의 바탕이 되는 연구임



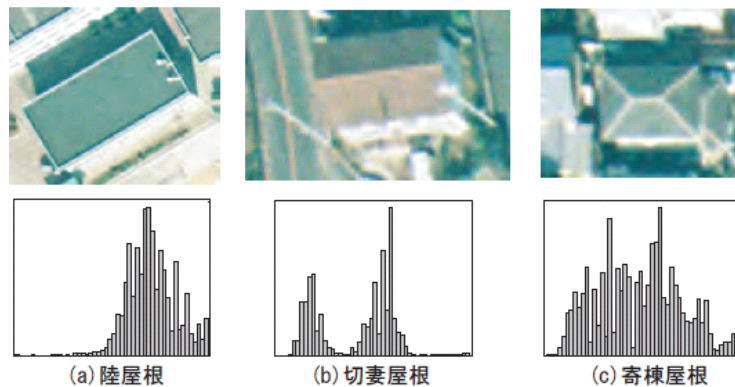
[그림 2-22] 건축물 파사드 영상인식 프로세스(좌), 개구부 인식 실험결과 (우)

출처: 具 源龍 . (2006). 建築画像からの建築構成要素の認識手法に関する研究 :  
ペイズ判別によるガラス開口部の認識. Architectural Institute of Japan, 121, 125.

65) MST 알고리즘을 이용해서 픽셀들을 이웃하는 픽셀 중 가장 RGB 및 Lab 색 공간의 값 차이가 적은 픽셀들과 순차적으로 연결을 해서 MST를 만든 다음, 가장 변이점이 큰 부분을 잘라냄으로 픽셀을 그룹핑 하였으며, 각 픽셀 그룹에 대해서 Navie Bayes로 구한 각 픽셀의 확률값을 기반으로 각 그룹이 유리인지 아닌지를 판별



- 항공사진을 이용한 지붕형태 인식에 관한 연구<sup>66)</sup>
  - 항공사진을 통해 지붕의 윤곽선을 추출하고 영역의 명도변화 패턴에 따라 구분되는 명도분포에 따라 평지붕과 경사지붕의 지붕형태를 인식하고자 하는 방법을 제시
  - 지붕 영상을 픽셀 명도로 히스토그램을 생성하여 평지붕과 경사지붕의 명도 분포가 단일분포(uni-modal)와 다분분포(multi-modal)의 형태로 패턴이 다르게 나타나는 점을 응용하여 지붕형태를 추출함으로써 도시공간 옥상녹화면적을 도출
  - 평지붕(a)의 경우에는 지붕의 명도 히스토그램에서 모달(modal)이 하나인 패턴을 생성, 박공지붕의 경우에는 모달이 2개인 패턴을 생성, 모임지붕 등 복잡한 형태의 지붕은 분포가 복잡해지는 패턴을 보임
  - 지붕형태에 따라 패턴의 차이가 구분되는 점을 응용하여 히스토그램상 모달이 몇 개가 있는지 자동 추출하는 판별모델을 만들어 특정 지역의 지붕형태를 추정하여 90% 이상의 정확도를 확보



[그림 2-23] 지붕 형태에 따른 명도 변화 히스토그램 모달(modal) 변화

출처: 具 源龍, (2007). 航空写真からの屋根種類判別と稜線認識に関する研究: 明度分布の曲線近似と平面回帰による2段階判別法の構築. Architectural Institute of Japan, 611, 102.

66) 具 源龍, (2007). 航空写真からの屋根種類判別と稜線認識に関する研究: 明度分布の曲線近似と平面回帰による2段階判別法の構築. Architectural Institute of Japan, 611, 99-105.

• 건축물 영상 프로세싱을 통한 건축형태 인식 연구<sup>67)</sup>

- 인간이 영상을 인식하는 원리를 응용하여 영상 프로세싱과 신경망을 통한 건축물 형태를 인식하고자 하는 방법을 제시하고, 영상 인식과정에서 입력 데이터를 건축 영상의 윤곽선 정보를 사용하여 건축물종류를 인식하고자 하였음
- 건축 형태를 인지하는 컴퓨터 시스템은 학습에 이용되는 대상 형태의 수에 의하여 달라지며 많은 형태를 학습시킬수록 시스템의 신뢰성이 높아짐
- 인간의 시지각을 하부시각과 상부시각이라는 두 가지의 부분으로 나누어 다루었으며, 인지과정의 특정 부분을 구조화하여 컴퓨터가 처리할 수 있는 가능성을 제시

건축물 이미지	Original Images	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7	B-8
		PB-1	PB-2	PB-3	PB-4	PB-5	PB-6	PB-7	PB-8
Processed Images									

건축물 이미지	Input Images	B-9	B-10	B-11	B-12	B-13	B-14	B-15	B-16
	출력결과	[4.0545e-033; 1.0205e-034; 4.0315e-046]	[8.7606e-107; 1; 1]	[0.001764; 4.2417e-034; 4.026e-009]	[0.00010107; 1.6886e-014; 1.1929e-011]	[9.6157e-012; 2.0915e-011; 1.9032e-033]	[1.582e-017; 0.99753; 0.001755]	[2.1851e-018; 7.6236e-033; 1.957e-010]	[5.4608e-015; 2.3247e-039; 1.4369e-035]
	Hinton Images								
	정답여부	○	×	○	○	○	×	○	○

[그림 2-24] 건축물 윤곽선 정보(상), 신경망을 이용한 건물종류 인식 결과(하)

출처: 서동연. (2003). 디지털 이미지 프로세싱을 통한 건축형태의 시각적 인지방법에 관한 연구. 연세대학교 대학원 건축공학과 박사학위논문, 69; 82.

67) 서동연. (2003). 디지털 이미지 프로세싱을 통한 건축형태의 시각적 인지방법에 관한 연구. 연세대학교 대학원 건축공학과 박사학위논문.

- 멀티 프레임 기반 건물 인식에 필요한 특징점 분류<sup>68)</sup>
  - 건물 영상에서 건축물 객체를 구분하는 특징점(Feature Point)를 추출하는 방법을 제시
  - 특징점 추출을 위해 영상의 국부적 Gradient 분포특성(밝기 변화의 방향 및 정도)를 표현하는 SIFT(Scale Invariant Feature Transform) 알고리즘을 통해 로컬 패치(Local Patch)에 대해 특징 벡터 값을 추출



[그림 2-25] 제안기법으로 추출된 특징점

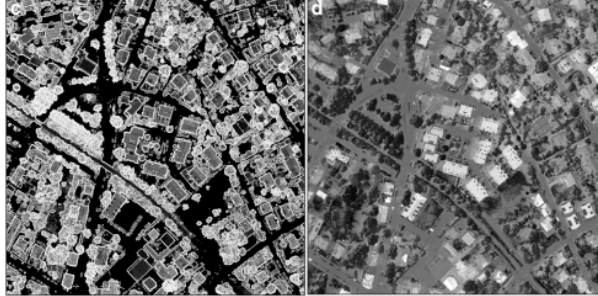
출처: 박시영 외. (2016). 멀티 프레임 기반 건물 인식에 필요한 특징점 분류. The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, 41(3), 326.

- 항공뷰 기반의 건물 특징정보 추출 자동화 시스템에 관한 연구
  - 항공뷰에서의 LiDAR, SAR 및 고해상도 영상 데이터를 기반으로 건물을 효과적으로 탐지하는 시스템을 제안하여 Spatial, Spectral, Textural의 다양한 이미지 특징정보를 추출하여 건물을 인식<sup>69)</sup>
  - 항공뷰 이미지 (Satellite Image)를 기반으로 건축물 윤곽선을 추출하는 시스템을 제안하였으며, 질감, 통계, 분리 특징의 세 가지를 활용<sup>70)</sup>

68) 박시영 외. (2016). 멀티 프레임 기반 건물 인식에 필요한 특징점 분류. The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, 41(3), 317-327.

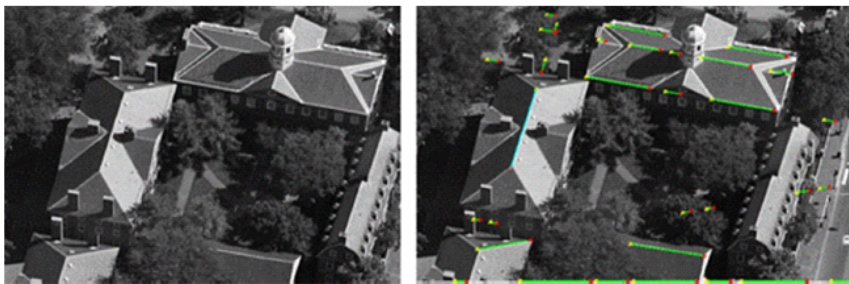
69) Karsli, Fevzi, et al. (2016). Automatic building extraction from very high-resolution image and LiDAR data with SVM algorithm. *Arabian Journal of Geosciences*, 9(14), 1-12.

70) Cai, Wei, et al. (2019). Research on image processing of intelligent building environment based on recognition technology. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 61, 141-148.



[그림 2-26] 항공뷰 이미지로부터 건물을 인식하는 과정

출처: Karsli, Fevzi, et al. (2016). Automatic building extraction from very high-resolution image and LiDAR data with SVM algorithm. *Arabian Journal of Geosciences*, 9(14), 6.

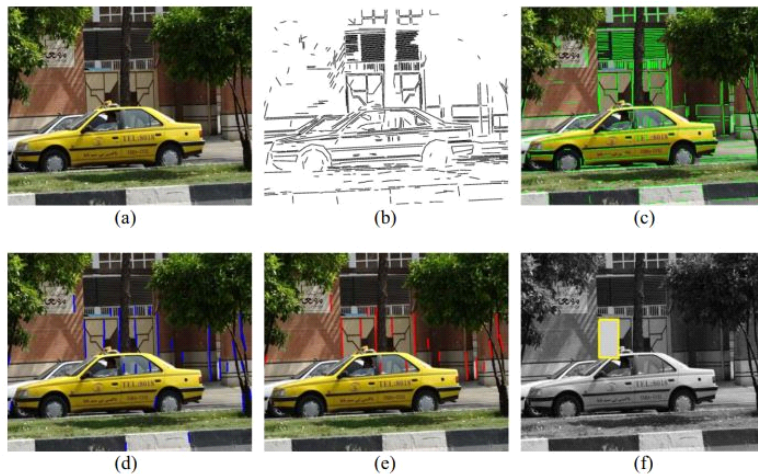


[그림 2-27] 항공뷰 이미지로부터 건축물 외곽선 및 가장자리를 추출

출처: Cai, Wei, et al. (2019). Research on image processing of intelligent building environment based on recognition technology. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 61, 146.

• 건축입면 출입구 식별 연구<sup>71)</sup>

- 건축물 외관 영상에서 나타나는 선, 색, 질감(Texture)을 활용하여 건물 출입구를 탐지하는 방법을 제안하여, 향후 건물 외관의 창문 및 출입문 인식을 위해 기초 알고리즘으로 활용될 수 있을 것으로 기대함
- line segment detector(LSD) 알고리즘을 기반으로 선 특징을 추출하고, 잡음 선(대각선, 매우 긴 선 등)을 제거하여 수직선 특징정보를 선별하고, 선별된 선 특징정보들의 좌표 및 색상, 질감, 좌우 이웃영역들의 색상, 질감 등의 정보를 종합적으로 고려하여 출입구를 탐지함
- 이미지의 색상과 질감을 분류에는 K-means 클러스터링 알고리즘을 활용하였으며, 색상과 질감 정보를 사용하여 자동차의 문과 같은 외부 요인에 강인한 특징을 가짐



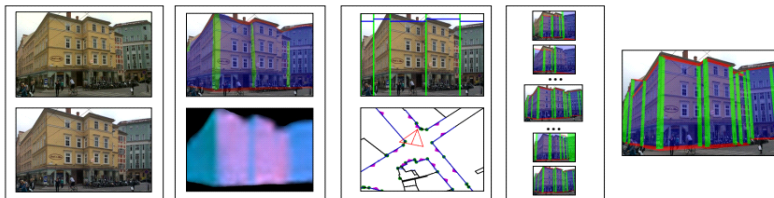
[그림 2-28] LSD 알고리즘 기반의 건물 출입구 탐지 프로세스

출처: Talebi, Mehdi, Abbas Vafaei, and Amirhassan Monadjemi. (2018). Vision-based entrance detection in outdoor scenes. *Multimedia Tools and Applications*, 77(20), 26221.

71) Talebi, Mehdi, Abbas Vafaei, and Amirhassan Monadjemi. (2018). Vision-based entrance detection in outdoor scenes. *Multimedia Tools and Applications*, 77(20), 26219-26238.

## ■ 딥러닝 기반 건축물 입면 영상 식별 기술

- 건축물 입면 영상 식별기술 관련 연구 개요
  - 건축물 외관영상 (특히, 입면)을 대상으로 하여 건축물을 구성하고 있는 주요 구성요소를 식별하거나 구조적 결합을 탐지하는 목적으로 연구가 진행
  - 영상에서 나타나는 특징을 추출하는 알고리즘과 함께 식별 요소를 분류하는 점이 딥러닝 기술개발 적용이전의 연구와 차이
- 건축물 윤곽 인식 관련 연구<sup>72)</sup>
  - 건축물 단일 영상을 기반으로 딥러닝 알고리즘을 활용하여 이미지 내 high-level 특징정보를 추출하고, 이를 기반으로 건물의 윤곽선을 인식하는 시스템을 제안
  - 코너 정보, 입면 정보 등과 같은 이미지 자체에서 관찰 가능한 high-level 특징정보를 활용하였으며, 특징 추출 시 딥러닝 모델이 아닌 Computer Vision 기법 기반의 전처리 과정을 통해 수행함
  - 추출된 특징정보를 기반으로 딥러닝 모델 중 하나인 Fully Connected Network를 활용하여 건물 인식에 활용하는데, 이는 향후 영상정보를 기반으로 도시의 2D 지도 형성에 큰 기여를 할 수 있을 것으로 사료됨



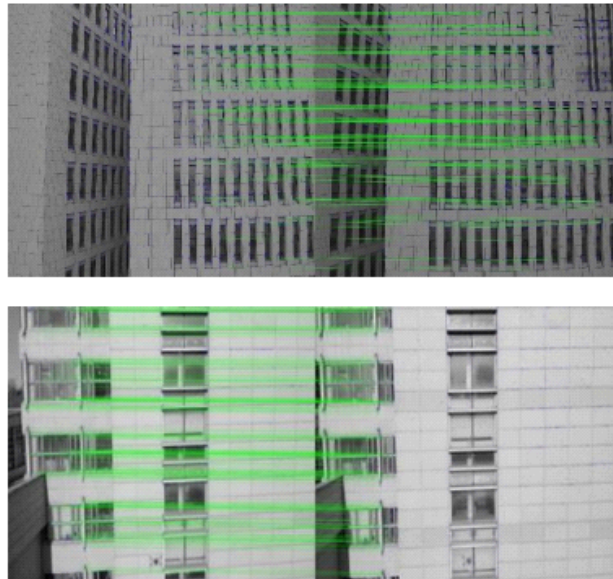
[그림 2-29] 본 연구에서 제안하는 건물 코너 인식 과정

출처: Armagan, Anil, et al. (2017). Accurate Camera Registration in Urban Environments Using High-Level Feature Matching. *proceedings of British Machine Vision Conference*, 2017-9, 2.

72) Armagan, Anil, et al. (2017). Accurate Camera Registration in Urban Environments Using High-Level Feature Matching. *Proceedings of British Machine Vision Conference*, 2017-9, 1-12.



- 건축물 특징추출에 관한 연구<sup>73)</sup>
  - 2차원의 건축물 영상으로부터 3D형태의 공간 지도 재구성 시스템을 개발하였으며, 제안하는 시스템은 A-KAZE 특징 추출 알고리즘을 활용하여 건축물 외벽의 정확한 키포인트들을 검출하고 3차원 포인트 클라우드를 구성함
  - A-KAZE 특징 추출 알고리즘은 질감을 알 수 없는 건물 외벽의 요소 (Textureless Elements)를 탐지하는 환경에서 뛰어난 성능을 보이며, 화각(촬영 각도)와 관계없이 정확한 3D 지도를 구성할 수 있음



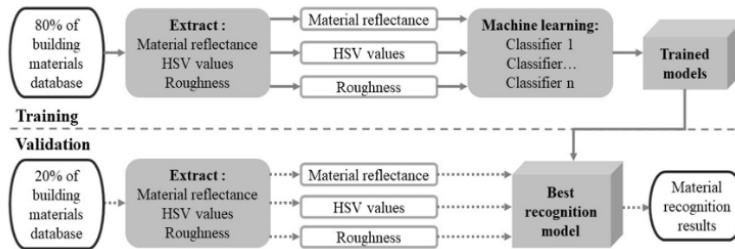
[그림 2-30] 건축물 포인트 클라우드 인식 결과

출처: Seong, H., et al. (2018). Image-based 3D Building Reconstruction Using A-KAZE Feature Extraction Algorithm. *Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction*, 35, IAARC Publications, 2018. 3.

73) Seong, H., et al. (2018). Image-based 3D Building Reconstruction Using A-KAZE Feature Extraction Algorithm. *Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction*, 35, IAARC Publications, 2018. 1-5.

• 건축물 외벽 재질 인식 연구<sup>74)</sup>

- 건축물 외장재의 시각적 특징을 이용하여 외장재 자동 분류 시스템을 개발하였으며, 건축 자재의 색상(HSV), 표면 거칠기(Roughness) 등의 특징정보를 추출하여 콘크리트, 메탈, latex painting, 목재, 플라스틱 등 약 10가지의 건축 자재를 분류가능
- 분류에는 다양한 기계학습 알고리즘(Decision tree, SVM, Discriminant analysis, K-nearest neighbours)이 적용되었으며 도출결과에 대한 비교분석을 수행



[그림 2-31] 건축 자재 인식을 위한 머신러닝 모델 학습 및 테스트 프로세스

출처: Yuan, Liang, Jingjing Guo, and Qian Wang. (2020). Automatic classification of common building materials from 3D terrestrial laser scan data. *Automation in Construction*, 110, 103017.

• CNN 기반 건축물 입면요소 식별 연구<sup>75)</sup>

- 경험적, 실험적 임계치 측정으로 인해 유사 건물들을 혼동 할 수 있는 기존 영상식별 방법을 극복하고자 CNN 모델을 활용하여 건물 외관에 나타나는 변화(계절, 조도, 각도 및 원근)에 의한 인식률을 향상시키는 방법을 제안
- CNN 기반의 영상식별은 YOLO 모델을 활용하였으며 건물 전체 이미지와 함께 건물의 특징을 나타내는 창문, 벽재 이미지 등을 함께 학습시켜 건물 인식에 활용

74) Yuan, Liang, Jingjing Guo, and Qian Wang. (2020). Automatic classification of common building materials from 3D terrestrial laser scan data. *Automation in Construction*, 110, 103017.

75) 이효찬 외. (2020). 이미지 잡음에 강인한 CNN 기반 건물 인식 방법. *한국정보통신학회논문지*, 24(3), 341-348.



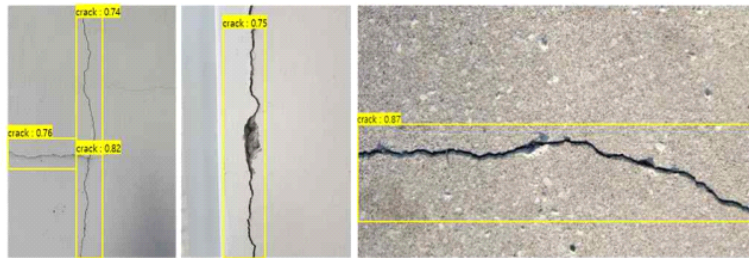
- 건물 외벽의 반복적인 패턴 이미지나 건물 자체의 공통적인 벽재 이미지를 자동으로 추출하는 프로세스의 자동화를 통해 효율성을 높임



[그림 2-32] 건물입면의 식별 결과

출처: 이효찬 외, (2020). 이미지 잡음에 강인한 CNN 기반 건물 인식 방법. 한국정보통신학회 논문지, 24(3), 341-348.

- 건축물 입면 콘크리트 균열 검출에 관한 연구
  - 건축물 입면영상을 활용하여 외벽에서 나타나는 균열을 검출하고자 하는 연구가 비교적 많이 진행되고 있음
  - 사진측량법을 활용하여 건축물 면 단위의 외관결함 검출 및 결함 정량화가 가능한 외관 조사법을 제시하고, 결함 데이터 검출 알고리즘을 제안하여 실제 건축물에 적용하여 효과를 검증하고자 하는 연구가 대부분임
  - 정서영 외(2019)는 정지 영상이 아닌 움직이는 영상 정보로부터 콘크리트 건축물의 균열 폭, 길이, 형상 등을 자동으로 추출하였으며, 균열 여부 판단을 위하여 YOLO v2 모델을 활용함<sup>76)</sup>



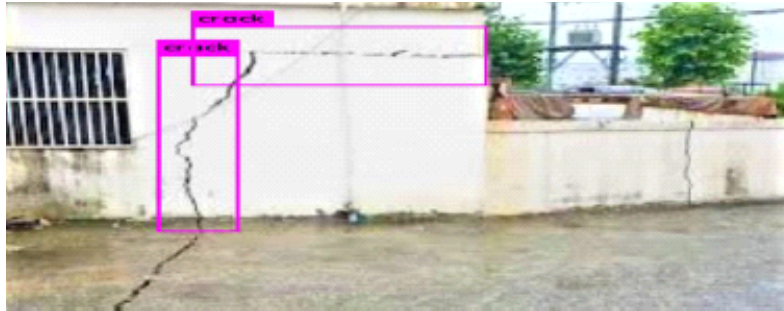
[그림 2-33] 제안하는 시스템의 콘크리트 균열 탐지 결과

출처: 정서영 외. (2020). 딥러닝 및 영상처리 기술을 활용한 콘크리트 균열 검출 방법." 대한 건축학회 논문집-구조계, 35(11), 168.

- 윤태진 외(2019)는 건물의 외벽에 생기고 있는 크랙을 YOLO 모델을 통해 균열 데이터를 학습 후, 카메라를 장착한 UAV을 이용해서 건물 외벽을 실시간으로 촬영하여 균열을 감지하고 사용자 모니터에 감지된 균열의 경계 상자를 기반으로 검출<sup>77)</sup>

76) 정서영 외. (2020). 딥러닝 및 영상처리 기술을 활용한 콘크리트 균열 검출 방법. 대한건축학회 논문집-구조계, 35(11), 163-170.

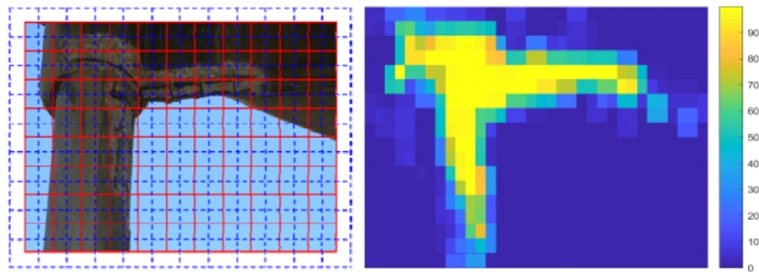
77) 윤태진 외. (2019). YOLO 딥러닝 기법을 이용한 드론카메라 영상 내 건물 외벽 균열 검출 시스템. 한국컴퓨터정보학회 동계학술대회 논문집, 27(1), 303-304.



[그림 2-34] YOLO를 이용한 건물 인식 결과

출처: 윤태진 외. (2019). YOLO 딥러닝 기법을 이용한 드론카메라 영상 내 건물 외벽 균열 검출 시스템. 한국컴퓨터정보학회 동계학술대회 논문집, 27(1), 304.

- 콘크리트 구조물 박락(剝落) 탐지에 관한 연구<sup>78)</sup>
  - 건축물 외관 영상에서 콘크리트 구조물 박락부를 탐지하기 위한 목적으로 딥러닝 모델 중 하나인 AlexNet을 활용하여 전이학습을 통해 박락탐지 모델을 개발
  - 윈도우 슬라이딩 기법을 통해 박락 확률 지도를 생성하고 박락 탐지 임계값을 통해 콘크리트의 박락 상태를 평가



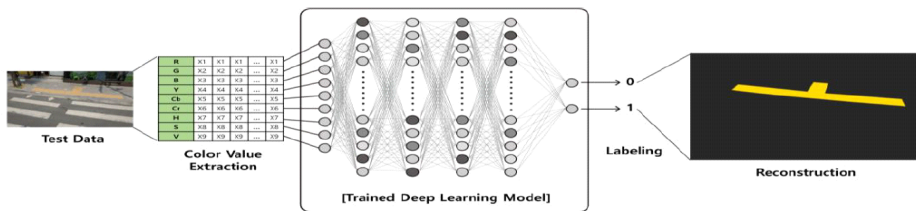
[그림 2-35] 윈도우 슬라이딩 기법을 통한 박락 확률 지도

출처: 이예인 외. (2018). 딥러닝을 이용한 영상 기반의 콘크리트 구조물 박락 탐지. 콘크리트학회 논문집, 30(1), 96.

78) 이예인 외. (2018). 딥러닝을 이용한 영상 기반의 콘크리트 구조물 박락 탐지. 콘크리트학회 논문집, 30(1), 91-99.

- 딥러닝 적용 도시환경 영상 식별 기술

- 도시환경 영상 식별 관련 연구 개요<sup>79)</sup>
  - 도시환경을 대상으로 하는 연구는 주로 구글 스트리트뷰와 같은 3차원 거리사진 플랫폼을 활용하여 영상에서 나타나는 특징을 식별하거나 분류하는 연구가 수행되고 있음
  - 단일 건축물 보다 가로나 광장 등 공공공간을 대상으로 한 영상이므로 보행, 교통, 쇠퇴, 조경 등의 관점에서 분석이 이루어지고 있음
- 영상 기반의 점자블록 인식에 관한 연구<sup>80)</sup>
  - 도시 내 인도 위 점자블록을 자동으로 탐지하고, 점자블록의 설치가 미흡한 구역 등 시각장애인의 보행에 취약한 지역을 찾는 것을 목표로 함
  - 거리뷰 영상을 활용하여 기본적인 영상처리 기법을 통해 영상으로부터 점자블록이 갖는 특수한 특징정보들을 추출하고, 딥러닝 알고리즘을 통해 학습하여 점자블록을 탐지하는 시스템을 모델링



[그림 2-36] Google Street view 영상으로부터 점자블록을 탐지하는 과정

출처: No, Wonjun, and David Lee. (2018). A Deep Learning-Based Braille Blocks Detection System from Street View Images for the Visually Impaired. 31st KKHTCNN Symposium on Civil Engineering. Kyoto University.

79) 스트리트 뷰는 가로, 광장 등 공공공간에 대해 11개의 렌즈로 구성된 특수카메라로 촬영 후, 인터넷 브라우저를 통해 360도 확인이 가능함

80) No, Wonjun, and David Lee. (2018). A Deep Learning-Based Braille Blocks Detection System from Street View Images for the Visually Impaired. *31st KKHTCNN Symposium on Civil Engineering*. Kyoto University.

• 도시 조경의 질 향상 관련 연구<sup>81)</sup>

- 도시 환경 내 조경에 활용되는 나무의 위치 및 상태를 파악하여 조경 질 향상을 위해 스트리트 뷰 영상 내 가로수를 탐지하고 영상과 GIS정보를 활용하여 가로수 상태를 정량화 하는 방법을 제시



[그림 2-37] Boston과 New York의 가로수 분포를 비교 분석

출처: Seiferling, Ian, et al. (2017). Green streets— Quantifying and mapping urban trees with street-level imagery and computer vision. *Landscape and Urban Planning*, 165, 95.

• 토지이용 분포 조사에 관한 연구<sup>82)</sup>

- 토지이용 분석을 위해 일반적으로 사용되는 GIS 분석이 아닌 영상 데이터를 기반으로 장면 분류 알고리즘을 적용하여 토지용지 이용을 분류하는 시스템을 제안하여 거리영상(Street view)를 기반으로 정확하고 정밀한 수준의 토지용도를 파악

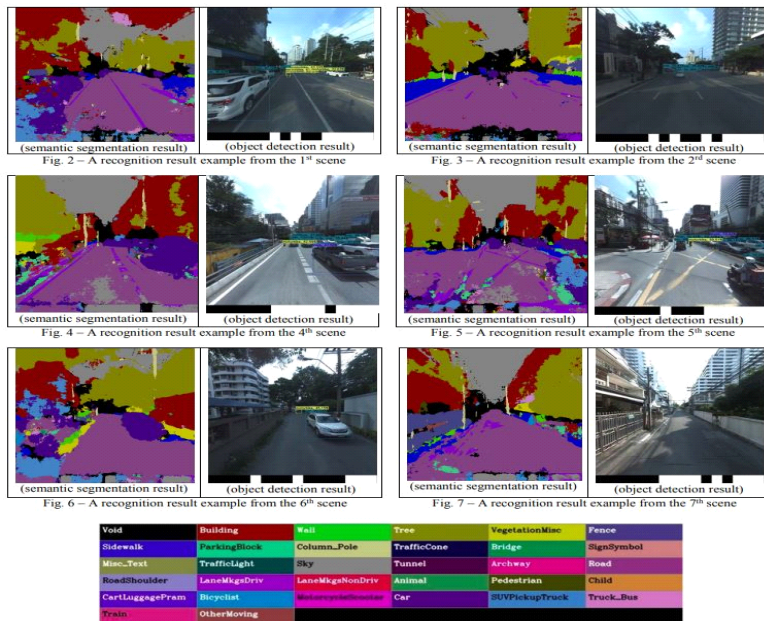
81) Seiferling, Ian, et al. (2017). Green streets— Quantifying and mapping urban trees with street-level imagery and computer vision. *Landscape and Urban Planning*, 165, 93-101.

82) Li, Xiaojang, Chuanrong Zhang, and Weidong Li. (2017). Building block level urban land-use information retrieval based on Google Street View images. *GIScience & Remote Sensing*, 54(6), 819-835.





- 가로공간 구성요소 인식 관련 연구<sup>84)</sup>
  - YOLO 모델을 활용하여 가로공간을 구성하고 있는 도로환경 및 차량, 자전거 등의 객체를 탐지
  - 의미분할(Semantic Segmentation) 모듈을 통해 객체를 세분화 (large-road, medium-road, and small-road 등)하여 분류하여 교통친화도 평가에 필요한 요소들을 추출하고자 하였음



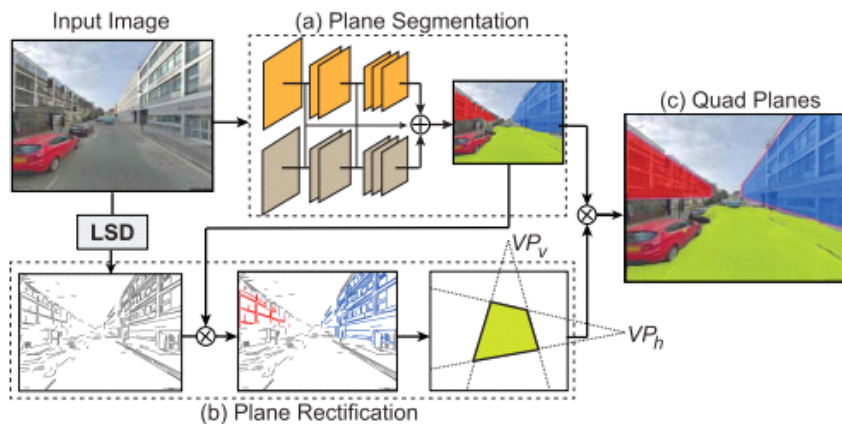
[그림 2-39] Street view 이미지 기반의 QoL 평가를 위한 객체 탐지 결과

출처: Kantavat, Pittipol, et al. (2019). Transportation Mobility Factor Extraction Using Image Recognition Techniques. *First International Conference on Smart Technology & Urban Development(STUD)*, 2019-12.

84) Kantavat, Pittipol, et al. (2019). Transportation Mobility Factor Extraction Using Image Recognition Techniques. *First International Conference on Smart Technology & Urban Development(STUD)*, 2019-12.

• 가로환경 인식 방법에 관한 연구 85)

- 가로환경을 구성하는 요소를 식별 및 분류하기 위해 소실점(Vanishing Point) 인식에 특화된 딥러닝 모델을 개발하여 가로영상에서 나타나는 구성요소를 식별할 수 있는 모델을 제시<sup>86)</sup>
- 런던, 홍콩, 뉴욕 등 여러 도시에서 가로공간을 구성하는 건축물 입면과 도로 등의 요소를 식별
- Gating Mechanism과 Holistic Loss Function을 활용하여 입력된 영상으로부터 general visual cue와 surface normal 정보를 연결한 multi-scale convolutional feature를 기반으로 딥러닝 네트워크 모델을 학습



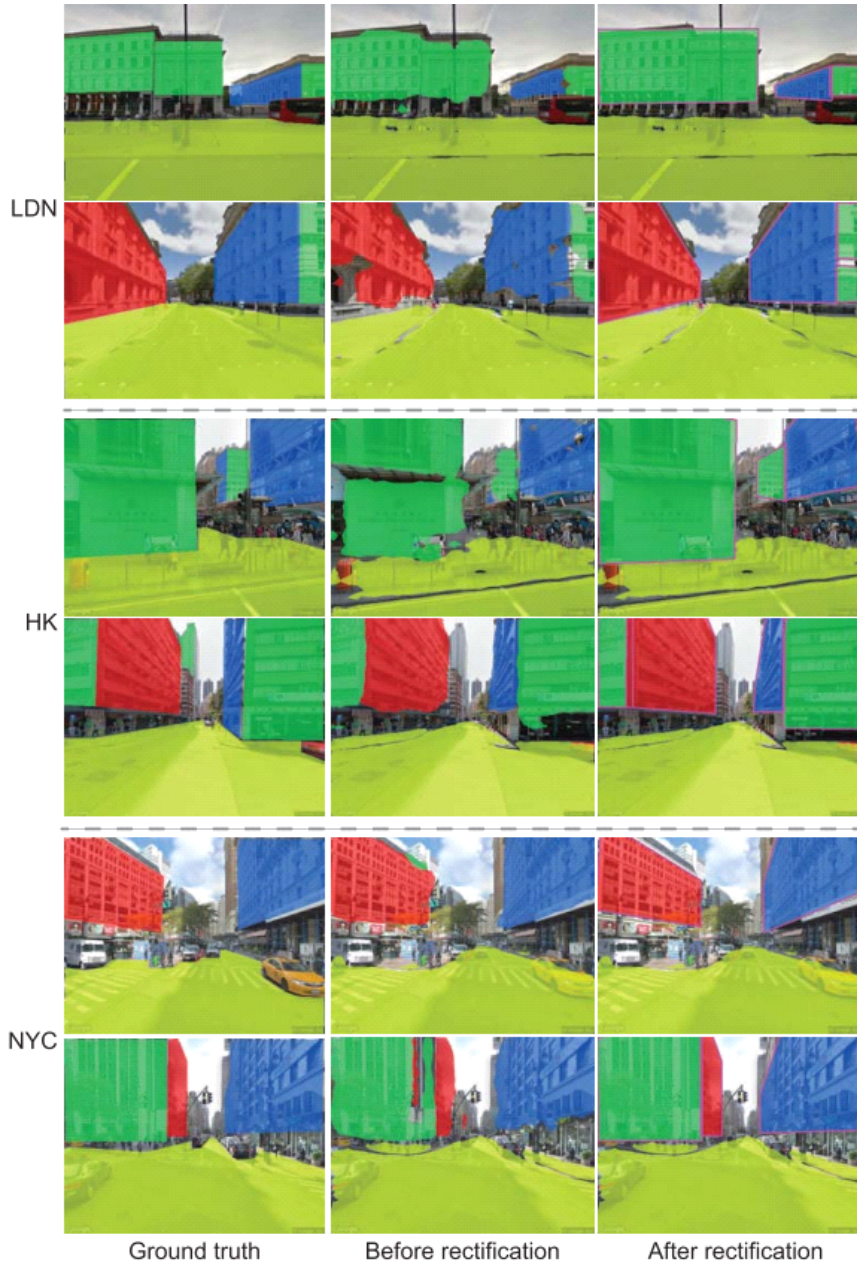
[그림 2-40] 이미지 내 소실점을 인식하기 위한 과정

출처: Zeng, Zhiliang, et al. (2020). Deep Recognition of Vanishing-Point-Constrained Building Planes in Urban Street Views. *IEEE Transactions on Image Processing*, 29, 5914.

85) Zeng, Zhiliang, et al. (2020). Deep Recognition of Vanishing-Point-Constrained Building Planes in Urban Street Views. *IEEE Transactions on Image Processing*, 29, 5912-5923.

86) 제안하는 시스템은 LSD 방법론과 plane segmentation 방법을 활용하여 보다 정확한 형태의 이미지 내 소실점을 인식하도록 함





[그림 2-41] 제안하는 방법론을 활용하여 세계 주요 도시들의 건물 입면을 탐지한 결과

출처: Zeng, Zhiyang, et al. (2020). Deep Recognition of Vanishing-Point-Constrained Building Planes in Urban Street Views. *IEEE Transactions on Image Processing*, 29, 5919.

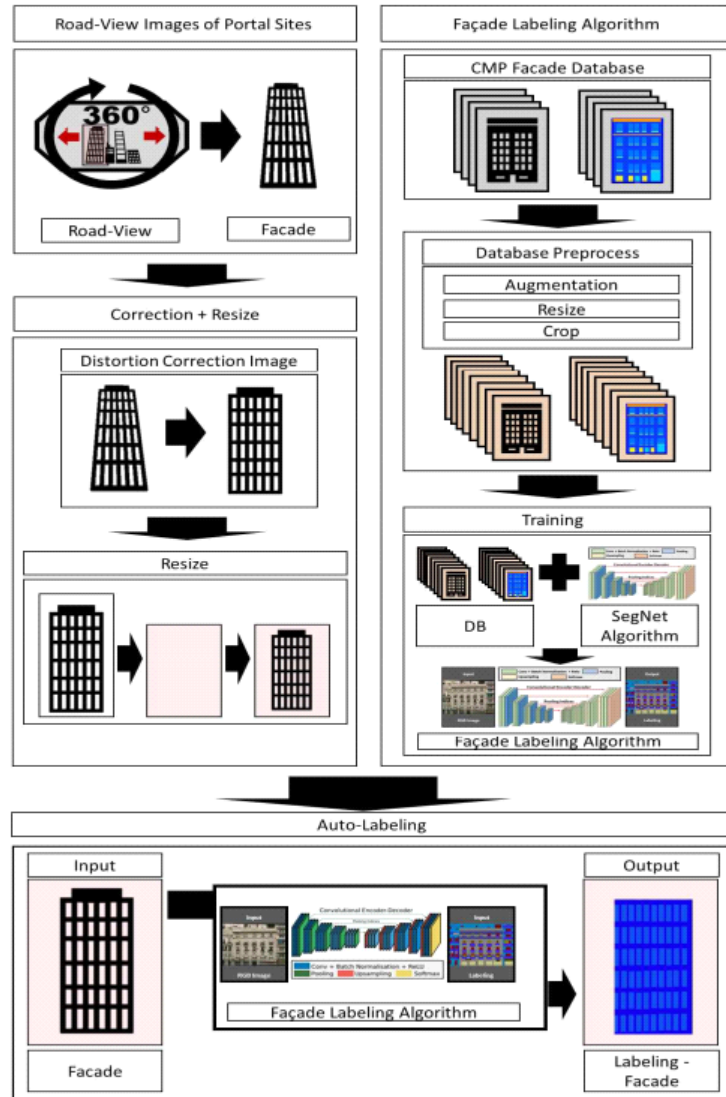
## 5. 식별된 건축외관 정보 구축기술 검토

### ■ 딥러닝 기반 영상 식별정보 DB 구축

- 딥러닝 기반 이미지 자동 레이블링을 활용한 건축물 파사드 데이터 세트 구축<sup>87)</sup>
  - 거리뷰 이미지를 통해 건축물 입면정보를 수집하고 딥러닝 모델을 활용하여 자동으로 레이블링(Labeling)하는 과정을 통해 건축물 파사드 데이터 세트를 효율적으로 구축하는 시스템을 제안함
  - 건축물 디자인 특성을 파악하기 위하여 건축물 입면을 구성하고 있는 데이터 산출이 가능하도록 모델을 제시하였으며, 자동 레이블링을 위하여 Semantic Segmentation 기법 중 하나인 SegNet 모델을 활용하였으며, 벽, 창문, 입구, 배경(background)에 대해 레이블링을 수행
  - 또한, 구조색, 보조색, 건축물의 높이, 건축물의 동수와 같은 산출한 파사드 정보를 추출하였으며, CMP 데이터베이스의 이미지를 활용함<sup>88)</sup>

87) 구형모 외. (2019). 딥러닝 기반 이미지 자동 레이블링을 활용한 건축물 파사드 데이터 세트 구축 기술 개발. 대한 건축학회 논문집-계획계. 35(12). 43-53.

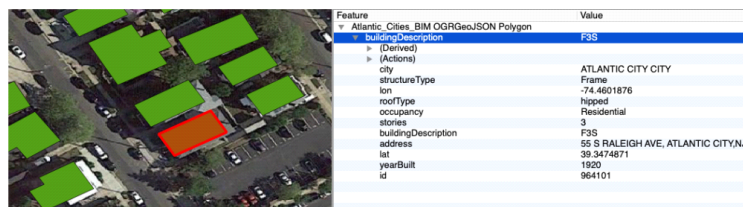
88) CMP 데이터 베이스 이미지란 파사드 이미지의 기계인식 학습을 위하여 전 세계의 다른 도시와 다양한 건축 스타일에서 수집한 파사드 이미지를 레이블링한 이미지 데이터 세트임 (출처: CMP Facade Database. <http://cmp.felk.cvut.cz/~tylcr1/facade/>(검색일: 2020.07.01.))



[그림 2-42] 본 연구에서 제안하는 건축물 파사드 정보 자동 레이블링 및 데이터베이스 구축 과정

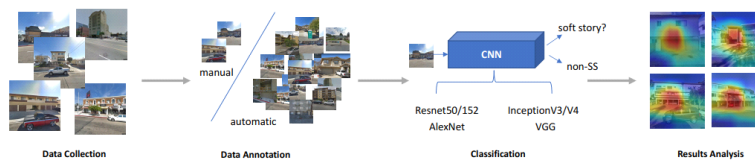
출처: 구형모 외, (2019). 딥러닝 기반 이미지 자동 레이블링을 활용한 건축물 파사드 데이터 세트 구축 기술 개발. 대한건축학회 논문집-계획계, 35(12), 48.

- 항공·거리뷰 영상기반의 건물의 시각정보 추출 및 도시 규모의 BIM 데이터베이스 구축에 관한 연구<sup>89)</sup>
  - 항공·거리뷰의 건축물 이미지와 지오코드(Geocode)를 기반으로 각 건물의 이미지 및 건물 특징(외벽 재질 등)을 획득하여 도시 규모의 BIM (Building Information Model) 데이터베이스를 구축함
  - 건물 특징은 OpenStreetMap (OSM) 플랫폼을 활용하여 건물의 특징들의 반자동적 라벨링을 수행함
  - 건축물 이미지 및 OSM으로부터 획득한 특징정보들을 기반으로 도시 단위의 BIM 데이터베이스를 구축함
  - 제안하는 시스템을 기반으로 도시 내 연성건물(Soft-story buildings) 등을 탐지 및 분류하고, 도시 계획적 입장에서 이상(Abnormal) 건물을 효율적으로 파악이 가능함



Feature	Value
Atlantic_Cities_BIM_OGRGeoJSON_Polygon	F35
buildingDescription	F35
(Derived)	
city	ATLANTIC CITY CITY
structureType	Frame
lon	-74.4601876
roofType	hipped
occupancy	Residential
stories	3
buildingDescription	F35
address	55 S RALEIGH AVE, ATLANTIC CITY,NJ
lat	39.3474871
yearBuilt	1920
id	964101

Figure 3: An example of the created BIM database.



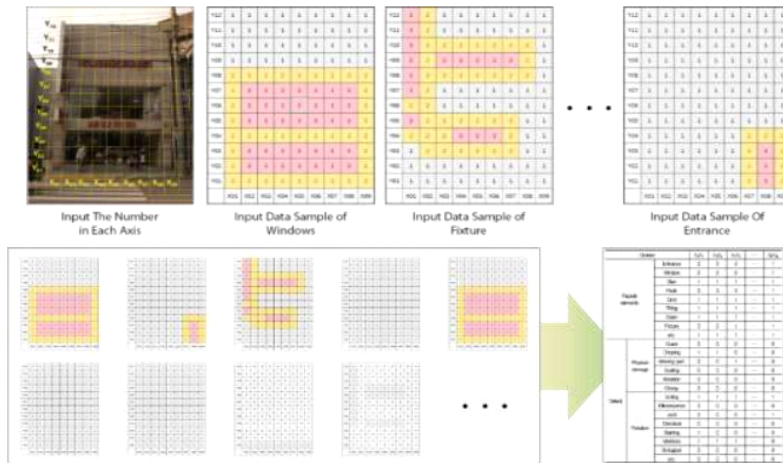
[그림 2-43] 이미지 및 OSM기반의 도시 단위의 BIM 데이터베이스 구축 과정

출처: Yu, Qian, et al. (2019). Building Information Modeling and Classification by Visual Learning At A City Scale. *arXiv*. 4.

89) Yu, Qian, et al. (2019). Building Information Modeling and Classification by Visual Learning At A City Scale. *arXiv*. 1-7.

- 건축물 외벽 결함 데이터베이스 구축 및 연계 관련 연구<sup>90)</sup>
  - 준공연도, 재료, 건물 위치 및 구조 등의 데이터베이스를 구축함과 동시에 건물 외관 이미지로부터 건물 외관의 결함요소를 인식하여 탐지하는 방법론을 제안
  - 건축물 이미지 추출을 위해 픽셀화 기법(Pixelization Method)을 활용하였으며, 추출된 건축물의 이미지 특징정보와 사전에 구축된 건축물 데이터베이스를 활용하여 건축물의 결함을 예측
  - 픽셀화 기법은 영상에 차지하는 건축물 입면을 일정크기의 격자로 구획하여 단위 구획을 하나의 픽셀로 보고 이에 대한 특성을 정의하는 것을 말함

Division	Sub Division	Code
Façade Elements	X, Y, Entrance, Window, Stair, Peak, Dent, Tilting, Open, Fixture, Etc.	Absence: 1, Adjacent: 2, Presence: 3
Defect Factors	Crack, Chipping, Missing part, Scaling, Abrasion, Glossy, Soiling, Efflorescence, Joint, Chemical, Staining, Moisture, Biological, etc.	Matrix (area and amount)

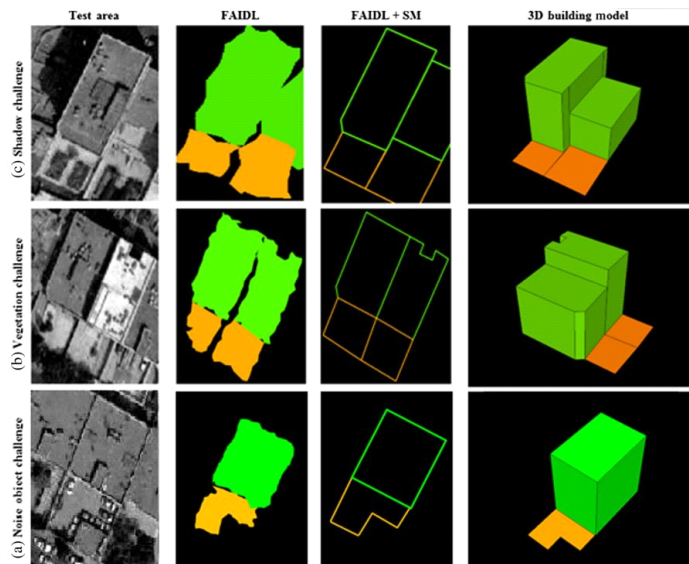


[그림 2-44] 건축물 외관 이미지 인식 및 데이터베이스 구축 과정

출처: Lee, Jaeseob, et al. (2016). A Method for Data-mining of Defects on Building Façade Elements. *International Journal of Smart Home*, 10(12), 101.

90) DeGol, Joseph, Mani Golparvar-Fard, and Derek Hoiem. (2016). Geometry-informed material recognition. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2016-6. 1554-1562.

- 항공뷰 이미지 기반의 도시의 토지관리 시스템 고도화에 관한 연구<sup>91)</sup>
  - 항공뷰(위성뷰)이미지를 기반으로 딥러닝 모델 중 하나인 Auto-encoder 기법기반의 Fully Automatic Interpretation with Deep Learning (FAIDL) 모델을 활용하여 도시 내 건물과 background, parcel boundary를 분류하는 시스템 제안
  - 또한, 제안하는 시스템은 geo-stereo mapping (GSM) 기법을 활용하여 분류된 결과 이미지의 3D 빌딩 모델링까지 수행함
  - 이는 향후 도시전체지역의 데이터베이스 구축을 통해 토지관리의 효율성 개선 및 자동화, 의사결정 보조 등으로 활용가능 함



[그림 2-45] 항공뷰 이미지 기반의 도시 건축물 분류 및 3D 모델링 시스템

출처: Masouleh, Mehdi Khoshboresh, and Saeid Sadeghian. (2019). Deep learning-based method for reconstructing three-dimensional building cadastre models from aerial images. *Journal of Applied Remote Sensing*, 13(2), 1.

91) Masouleh, Mehdi Khoshboresh, and Saeid Sadeghian. (2019). Deep learning-based method for reconstructing three-dimensional building cadastre models from aerial images. *Journal of Applied Remote Sensing*, 13(2), 1.



## 6. 소결

### ■ 관련 법제도, 공공데이터 제공 플랫폼, 인공지능 이론 고찰

- 2013년 제정된 「공공데이터법」에 따라 정부 및 지자체가 소유하고 있는 데이터가 일반에 공개되었으며, 2020년 데이터 3법의 개정 및 디지털 뉴딜과 관련된 데이터 댐 사업이 추진되는 등 데이터 활용증진을 위한 정부차원의 노력이 이루어지고 있음
- 따라서, 본 연구에서는 건축·도시 공공데이터와 관련된 공공데이터 포털, 건축정보시스템, 공간정보시스템 등 정보제공 플랫폼 및 건축·도시환경 영상과 관련된 정보를 제공하는 플랫폼 검토
  - 현재 민간에게 제공되고 있는 공공데이터는 행정정보의 비중이 지나치게 높기 때문에, 공공데이터 활용을 활성화하기 위해서 데이터 구성을 다양화할 필요가 있음을 검토
  - 또한, 3차원 공간지도와 거리뷰 등 영상정보 플랫폼을 검토한 결과, 거리뷰에서 나타나는 영상의 왜곡, 장애물, 상충부 식별의 어려움 등의 문제점을 파악할 수 있었음
- 인공지능의 개념을 시작으로 머신러닝, 딥러닝 개념을 고찰하였으며, 딥러닝 기술을 활용한 컴퓨터 비전 분야의 현황을 사례조사를 통해 파악함
  - 현재 영상정보 기반의 딥러닝 기술은 의학, 교통, 방법 등 다양한 분야에 적용·활용되고 있음을 확인
  - 또한, 영상정보 식별을 위한 플랫폼 개발이 활발히 이루어지고 있었으며, 자체적으로 구축한 사람, 차량, 의자, 건물 등의 학습모델을 제공하고 있음을 파악함

### ■ 건축·도시 외관 관련 영상 식별 관련 연구 방법론 검토

- 딥러닝이 본격적으로 등장하기 이전인 2000년대 초반의 경우, 영상 식별은 컴퓨터 비전(CV) 방법론을 통해 이루어짐
  - 2000년대 초반의 경우 추론·탐색 및 지식베이스 방법론에 기반한 인공지능 초기에

해당하는 단계로 이미지에서 나타나는 전산적 특징을 통해 객체를 식별하는 방식이 적용됨

- 하지만, 높은 정확성 도출을 위해 이미지 전처리와 관련된 작업의 의존도가 크며, 비교적 단순한 형태의 객체식별이 가능하지만, 복잡하고 많은 양의 객체식별과 분류에는 한계가 있음
- 2000년대 초반 컴퓨터 비전(CV)을 통한 영상 식별은 영상 전처리 과정에서 건축물의 입면, 지붕 윤곽, 창호 수준의 개체 식별할 수 있는 수준이었지만, 2010년 이후에는 이미지의 좌표 값에 따른 특징을 추출하거나, 선, 색, 질감의 식별을 하는 등 발전된 양상을 보이는 것으로 파악됨
- 이와 같은 발전에 따라 영상 식별에 딥러닝 기술을 적용하여 해당 객체를 식별하는 사례가 2010년대 중후반에 들어 급격히 증가하는 경향을 보였으며, 건축물 외관영상, 특히 입면을 대상으로 건축물을 구성하고 있는 주요 구성요소를 식별하거나 구조적 결함을 탐지하는 목적으로 관련 연구가 다수 진행됨
- 기존 영상 객체식별 플랫폼에 건축 관련 학습데이터가 구축되어 있기 때문에, 객체 식별을 위한 활용 가능성이 높지만, 건축물 윤곽, 테두리, 포인트, 개구부, 재질, 색, 선형요소에 의해 건축·도시 외관정보를 세부적으로 분류하기에는 다소 한계가 있을 것으로 예상
- 영상 식별정보 자동 구축
  - 영상 식별을 통해 분류된 정보를 자동 레이블링 하여 데이터 세트로 구축하고자 하는 방법으로 식별된 영상정보가 레이블링을 통해 데이터 세트에 자동 구축되는 모델 설계
  - 영상을 통해 식별·분류된 정보를 지리나 영상 좌표정보를 활용하여 정보를 구축하였으며, 식별된 영상정보의 특징에 따른 분류 값이 DB정보 체계 안 고유정보로 입력되도록 설계·구성되어 있음
  - 건축물 외관으로부터 추출할 수 있는 정보 분류 값을 정보 분류체계에 대응하여 구축



될 수 있도록 정보 분류체계 수립이 선행되어야 하며, 기 구축된 정보가 지오큐딩 정보를 통해 기존 행정정보와 연계되어 구축할 수 있는 방안 마련 필요

- 건축·도시 외관정보 식별 및 구축을 위한 딥러닝 기술 수준
  - 건축·도시 외관과 관련된 정보를 식별하고, 행정정보와 연계할 수 있는 기술적 가능성을 검토하기 위해 기존 딥러닝 기반 영상 식별 이론과 사례를 검토함
  - 딥러닝 기반 영상 식별 및 구축 적용사례를 검토한 결과, 건축·도시 외관의 각 요소를 식별하고 분류하기 위한 기술적 수준이 충분하며, 지리정보를 활용하여 기존 행정정보와 연계 가능성 또한 확인할 수 있었음
  - 그러나 기술적 수준과는 별개로 건축·도시 외관 데이터의 완전성을 지향하기 위해 BIM 형상정보와 연동되는 구조화된 외관정보 분류체계를 수립할 필요가 있으며, 기 정립된 분류체계 틀에 맞추어 영상을 식별·구축할 수 있는 방안 마련 필요



### III 건축물 외관정보의 구축방안 및 전략

#### 1. 영상 식별 및 구축 기술 적용 가능성

##### ■ 건축물 외관 관련 영상 식별을 위한 기초 알고리즘의 활용 가능성

- 영상 식별 알고리즘을 통해 건축물 또는 가로 영상 활용에 적합
  - 영상 식별 관련 연구를 살펴본 결과, 건축물 영상, 가로 영상, 항공 영상 데이터로부터 다양한 특징 정보를 추출하여 분류할 수 있음을 확인
  - 건축 입면 또는 가로 영상으로부터 획득한 건축물 탐지, 소실점 탐지 등과 같은 방법론은 향후 건축물 외관 이미지 식별시스템의 전처리 과정으로 활용가능 함
  - 항공뷰 이미지의 경우 외곽선 탐지 및 토지관리 등과 같은 시스템에는 적합하나, 건축물 외관 이미지 식별에는 부적합할 것으로 판단됨
- 색상, 모양과 같은 high-level 특징뿐만 아니라, 질감, 윤곽선 등의 다양한 특징 정보를 활용하여 영상에서 추출 가능한 특징 정보 범주 선정 필요
  - 다수의 선행 연구에서 영상으로부터 다양한 특징 정보를 추출하고자 하였으며, 이러한 기술 적용 방법을 통해 건축물 외관 구성요소 식별·탐지가 가능할 것으로 판단
  - 특히, 영상에서 나타나는 질감 특징(Texture Features) 정보를 활용하여 건축물 외관 재질 인식 및 분류에 탁월한 성능을 보이는 것을 확인할 수 있었음

- 또한, 건물 입면의 창문비율, 출입구 위치 등과 같은 정보를 파악하기 위해서는 소실 점탐지를 위한 특징 정보가 반드시 필요할 것으로 보임
- 추출 특징을 기반으로 머신러닝, 딥러닝, 통계적 기법 등 다양한 방법론의 적용 가능
  - 건축물 외벽의 창문 및 출입구를 탐지하기 위한 연구 및 건물의 재질 및 재료를 탐지하기 위한 연구가 수행되었으나, 건축물 외관의 일부를 식별하기 위한 수준이었음
  - 건축물 외관의 구성요소를 식별하기 위해서는 통계적 기법이나 컴퓨터 비전 기반 기술을 이용하여 충분히 탐지할 수 있을 것으로 판단되나, 건축물의 인식뿐만 아니라 건축물 외관의 재질, 특징 파악에는 정확도 측면에서 딥러닝 기술이 반드시 필요함

#### ■ 딥러닝 기반 영상 식별 알고리즘 연계 가능성

- 딥러닝 알고리즘은 기존의 다층신경망 구조에서 역전파 알고리즘으로 심층 신경망을 학습시킬 때 발생하는 그래디언트 소실, 과적합, 많은 계산량 등의 문제점을 해결함
- 대표적인 영상 식별 딥러닝 모델로는 CNN(Convolutional Neural Network)과 RNN(Recurrent Neural Network)이 있으며, 영상의 해상도, 오브젝트의 위치 변화, 방향전환 및 왜곡 등 다양한 경우에 따른 오차발생 감소를 위해 영상에서 Convolution과 Pooling 과정을 반복하여 추상화된 정보를 추출하고 학습함
- 음성과 글자 등 순차적인 정보를 인식하는데 주로 사용되는 RNN은 이전에 입력된 입력정보에 의해 모델이 학습되고, 이러한 모델의 상태 값에 다음 데이터가 입력되어 반복 계산 되면서 모델의 학습정확도가 향상되는 구조로 되어 있음<sup>92)</sup>
- 또한, CNN과 RNN을 동시에 활용하는 복합모델 설정이 가능하며, 복합 모델의 경우 건축영상과 그 영상을 설명하는 메타정보와의 연계를 딥러닝으로 구현할 수 있는 방법으로 활용 가능함<sup>93)</sup>

92) RNN은 음성인식, 기계번역, 이미지 설명 등의 여러 분야에서 활용

93) CNN 모델을 학습시켜서 특징점을 추출한 다음에 이 특징점을 입력 데이터로 하는 RNN모델을 적용하여 각 이미지의 설명과 매칭하게 함으로써, 이미지를 입력하면 그 이미지에 대한 설명을 제공하는 모델을 생성할 수 있음

- 건축물 외관 영상을 구성요소 등 메타 정보와 함께 구축한 후, 이를 CNN과 RNN을 연계한 모델에 학습함으로써 건물의 영상 정보를 입력하면 그 건물의 종류 및 재료를 추정하는 예측 시스템 개발이 가능할 것으로 판단

## 2. 딥러닝 기술적용을 위한 이슈

### ■ 딥러닝 학습을 위한 데이터 수집과 전처리

- 건축물 외관 영상정보 확보를 위한 방안
  - 대부분의 선행연구에서 자체적으로 샘플 데이터를 확보하거나, 기존 건축물 이미지 데이터 세트(약 600장 영상)를 활용하였는데, 이는 실험실 규모의 적은 양의 데이터이며, 실제 활용을 위해서는 대용량의 건축물 외관 이미지 데이터가 필요함
  - UAV 촬영을 통해 3차원 공간정보 구축이 프로그램을 통해 쉽게 가능하며, LiDar를 장착하여 형상정보를 측정하면 보다 정밀한 모델링이 가능하지만, 시간·노력·비용·인력 등을 고려하여 기 구축된 영상정보를 활용하는 것이 바람직함
  - 대용량의 이미지 정보를 활용하기 위해 Google 스트리트뷰, 브이월드, S-Map 등에서 제공하는 API를 활용할 수 있으나, 촬영지점이 불규칙적인 거리뷰에서 제공하는 영상 보다 3차원 공간정보를 통한 영상정보 획득이 유리할 것으로 판단
  - 데이터 처리 효율 관점에서는 거리뷰 이미지 데이터가 건축물의 입면 탐지에 더 효율적으로 보이지만, 나무, 사람 등 건물 전면부의 장애물, 1인칭 시점에 따른 비율 왜곡, 상층부 정보소실 등의 문제가 발생함
  - 데이터 분석의 정밀도 측면에서 각도(화각)에 따른 이미지 데이터가 확보 가능한 3D 지도가 더 효율적이며, 서울시 S-Map의 경우 다각도 고화질 영상에 의해 구축된 3차원 공간정보이기 때문에, 딥러닝 학습을 위한 양질의 영상을 확보하는 데에 유리할 것으로 판단

- 특히, 실제 도시 규모에 적용 가능한 시스템 개발 단계에서는 다양한 각도에서 획득한 건축물 외관 이미지 데이터가 필요하며, 기초 알고리즘 개발 단계에서 건축물 입면 인식 및 잡음 처리가 가능하도록 설계할 필요가 있음
- 영상정보 확보 후 효과적 객체 탐지를 위한 영상정보 전처리 과정 필요
  - 3D 지도의 경우, 간섭영상이 제거되어 구축되어 있어 전처리 작업이 비교적 유리할 것으로 판단되며, 추출된 이미지로부터 건축물과 주변 배경(차량, 보행자, 가로수 등)을 제거하는 전처리 과정이 필요함
  - 건축물의 외관 특징 추출을 위해 이미지 내 건축물의 외관 부분을 관심영역(Region of Interest, RoI)으로 지정하는 과정이 필요하며, 건물 탐지 및 RoI 설정에는 영상 기반의 딥러닝 모델(Faster R CNN 등)을 활용할 수 있음

## ■ 데이터 완전성 및 신뢰도 향상

- BIM 수준의 정보변환을 위한 장기 로드맵 구축 필요
  - 행정정보 중심의 현행 건축·도시 데이터를 BIM 수준으로 상향하기 위해 기 구축 정보를 BIM 형식으로 변환해야 하지만, 데이터 형식, 정보구성 등 기존 정보와 간극이 큰 실정
  - BIM 수준으로 정보수준을 올리기 위해 형상정보와 관련된 외관정보가 데이터 세트 로 구축하는 것이 선행되어야 함
  - 외관정보의 데이터 세트 구축, BIM 형상정보와 매칭, BIM 정보에 관련 속성정보를 입력하는 등 BIM 수준의 정보 변환을 위한 중장기 로드맵이 마련되어야 함
- 데이터 완전성 확보를 위한 외관정보 분류체계 수립
  - 건축과 도시는 다양한 형태의 외관 정보로 구성되어 있기 때문에, 딥러닝 기술 적용에 앞서 이들 정보를 유연하게 수용할 수 있는 정보 분류체계를 구체적·구조적으로 수립할 필요가 있음

- 건축물 외관에 드러나는 모든 정보를 수용하기 위해서는 외관정보 분류체계 수립뿐만 아니라, 분류체계의 기준에 맞게 객체를 탐지할 수 있는 모델이 설계되어야 함
- 예를 들어 한옥 입면의 경우, 영상정보에서 나타나는 기둥, 벽체, 지붕 등의 구성요소에 대한 길이, 종류, 재료, 색상 등을 탐지하여 정보로 구축하게 되면, 이에 해당하는 형상모델을 통해 한옥을 재현하였을 때에 영상 이미지와 동일한 수준으로 구축되어야 데이터의 완성성이 확보될 수 있음
- 한옥과 같이 유형이 한정된 건축물 외관정보뿐만 아니라, 수많은 경우와 조건을 만족할 수 있도록 체계적인 분류체계를 수립할 수 있도록 철저한 검증이 필요함
- 딥러닝 모델의 신뢰수준 검증과 향상
  - 전국 단위의 건축물 외관정보를 구축하기 위해서는 딥러닝 적용모델의 신뢰도를 검증할 필요가 있으며, 신뢰수준이 낮은 경우에 신뢰도 향상을 위한 보완이 필요함
  - 데이터 → 모델 → 로짓(Logit) → 로스(Loss) → 최적화(Optimization)의 반복과정을 통해 신뢰수준 향상이 필요

### 3. 외관정보 식별 및 구축 모델

#### ■ 딥러닝 기반 건축물 외관정보 식별의 방향

- 딥러닝 기반 영상 식별 방법을 통해 건축물의 외관 특징을 추출
  - 건축물 외관 정보는 창호, 기둥 등의 형상과 재질, 방향, 형태, 규모 등의 다양한 정보가 포함될 수 있으며, 이를 나타내는 특징 정보 추출하기 위해 알고리즘을 통한 정의가 필요함
  - 딥러닝 모델 활용 시 건축물 외관 특징 정보를 기반으로 재학습하는 과정이 필요하며, 초기 비용이 높으나 실제 모델 적용 시 영상처리 기법보다 빠르고 정확한 성능을 보일 수 있음
  - 영상처리 기법 기반의 건축물 외관 특징 정보 추출은 연산속도 측면에서 효율적이거나, 정확성 측면에서는 딥러닝 모델이 우위에 있는 장점을 고려할 필요가 있음
  - 건축물 외관의 윤곽선, 창문 등의 탐지에는 영상처리 기법을 활용하고, 재질 등 고수준의 특징 추출에는 딥러닝 모델을 활용하는 하이브리드 모델이 연산속도 및 정확성 측면에서 가장 효율적임
- 딥러닝 기반 영상 식별 플랫폼 활용
  - 최근 영상 식별 분야에서 활발히 사용되고 있는 CNN을 기반 YOLO 플랫폼(Platform)을 활용하여, 3차원 공간정보로 구축된 특정 영역에 대해 건축물 외관의 개별 구성요소를 식별하는 자동화 프로세스 설계 또한 가능

#### ■ 딥러닝 기반 영상 식별을 위한 모델 수립

- 위와 같은 기술 가능성 검토를 통해, 실제 건축물 외관정보를 구축하고자 하는 경우 아래와 같은 3가지 안을 고려할 수 있음



- Case 1: YOLO-based model 및 Detectron2 model 등 기존 건축물 등의 요소를 Pre-trained model로 활용하여 건축물 외관정보를 탐지한 후, 건축물의 윤곽, 재질, 형태에 따른 종류를 인식하는 알고리즘을 적용하는 방법이 고려될 수 있으며, 이때 이미지 처리와 딥러닝 모델 두 가지 모두 적용될 수 있음
- Case 2: CNN을 기반으로 대량의 건축물 영상 학습을 통해 외관정보를 인식할 수 있는 모델을 구축
- Case 3: CNN과 RNN을 동시에 활용하는 복합모델을 구축하고 수집 영상을 기반으로 비지도 훈련과 지도 훈련을 수행하여 건축물 외관 정보를 정교하게 식별할 수 있는 모델을 구축하는 방안이 고려될 수 있음
- 위와 같은 3가지 안은 기술적 적용가능성을 나타내는 것으로, 실제 적용과정에서 최적의 안을 선택하는 것이 바람직함

#### ■ 건축물 외관 정보의 구축과 기존 건축행정정보와 연계 가능성

- 추출된 건축물 외관특징 정보와 기존 도시공간정보 데이터와 연계한 통합시스템 구축
  - 추출된 건축물 외관특징 정보들을 기반으로 데이터베이스를 설계 및 구축하고, 이를 기존 도시공간정보 데이터와 연계하여 도시 내 건축물 통합 분석을 위한 지식정보시스템으로서 활용가능 함
  - 일부 선행연구에서는 건축물 이미지 데이터와 기존의 RDB(Relational database) 형태의 도시공간 데이터를 연계하여 분석을 수행하였으며, 건물좌표, 준공연도 등과 같은 기본적인 RDB와 이미지로부터 획득한 다양한 외관 특징정보들을 연계하여 심도 깊은 분석이 가능
  - 이는 향후 건물단위(Building Level), 거리단위(Street Level), 도시단위(City Level)의 분석이 가능할 것으로 보이며, 이는 건축물의 효율적인 관리, 유지보수, 의사결정 등에 풍부하게 활용가능 함

- 건물의 외관 인식에 대한 다양한 연구 결과 및 최근의 딥러닝을 이용한 비즈니스 트렌드 등을 고려할 때 건축물의 외관에서 외관 구성정보의 구축은 기술적인 면에서 충분히 구현가능하며, 최근의 영상인식기술의 기술 발전을 고려할 때 빠르게 실용화 수준까지 진행될 것임

## 4. 소결

### ■ 영상 인식 기술 적용 가능성 및 방향

- 건축물 외관정보 식별 및 구축은 현재 딥러닝 기술 수준에서 구현 가능
  - 건축물 외관이나 가로를 대상으로 한 구성요소의 식별은 특정 요소에 한정하여 식별을 하였으나, 기술적 발전 수준을 고려하여 구성요소의 세밀한 식별과 분류와 공공행정정보와 연계한 구축이 가능할 것으로 판단
- 딥러닝 분석과 관련된 주요 이슈
  - 3차원 공간지도를 통해 영상정보를 추출하여 영상 식별 정보로 활용하는 것이 가장 효과적이며, 특징 추출을 위해 관심영역 설정과 노이즈 제거 등의 전처리 과정 필요
  - 건축·도시 외관정보를 데이터 세트로 구축하고 이를 활용하여 BIM 수준의 정보변환하기 위한 중장기 로드맵을 마련하고 데이터 완전성 확보를 위한 외관정보 분류체계 수립이 필요하며, 딥러닝 모델의 신뢰성 향상을 위한 검증과 보완이 필요
- 건축·도시 외관정보 영상 식별을 위한 모델 수립
  - Case 1: YOLO-based model 및 Detectron2 model 등 기존 건축물 등의 요소를 Pre-trained model로 활용하여 건축물 외관정보를 탐지한 후, 건축물의 윤곽, 재질, 형태에 따른 종류를 인식하는 알고리즘을 적용하는 방법이 고려될 수 있으며, 이때 이미지 처리와 딥러닝 모델 두 가지 모두 적용될 수 있음
  - Case 2: CNN을 기반으로 건축물 영상 학습을 통해 외관정보를 인식할 수 있는 모델 구축
  - Case 3: CNN과 RNN을 동시에 활용하는 복합모델을 구축하고 수집 영상을 기반으로 비지도 훈련과 지도 훈련을 수행하여 건축물 외관 정보를 정교하게 식별할 수 있는 모델을 구축하는 방안이 고려될 수 있음

- 식별된 건축물 외관정보 구축
  - 기 구축된 건축 행정정보를 RDB(Relational database)로 두고 식별된 건축물 외관 구성요소 정보를 연계하여 구축 가능

## IV 결론

### 1. 기술적용 방안 및 가능성

#### ■ 건축·도시 외관정보 식별 및 구축을 위한 딥러닝 기술적용 가능성

- 건축물 외관정보 식별과 관련된 기술은 컴퓨터 비전(CV)에 기반하고 있으며, 딥러닝의 발전으로 인해 건축물 외관정보 식별 기술이 본격적으로 발전하여 정교함·정확도가 향상됨
  - 영상처리 과정에서 추론·탐색 및 지식베이스 방법론에 기반하여 객체를 식별하는 것 뿐만 아니라, 학습을 통해 식별된 객체의 분류가 가능한 수준에 이름
  - 딥러닝 기반 영상 식별 플랫폼을 통해 영상 식별과 분류가 쉽게 가능하기 때문에, 여러 분야에서 영상을 식별하고자 하는 사례 및 연구가 나타나고 있음
- 최근 건축·도시 분야에서 딥러닝 기반 영상 식별 기술이 활용되는 사례가 증가했으며, 영상에서 각 요소를 식별·분류하는 정확도와 정밀도가 건축물 외관 구성요소를 식별할 정도의 수준임을 확인할 수 있었음
  - 건축물 외관과 가로를 대상으로 한 외관정보의 구성요소 식별은 특정 요소 식별에 한정되어 있었으나, 기술적 발전 수준을 고려하였을 때 건축물 외관 정보를 세밀하게 식별·분류하여 기 구축된 공공행정정보와 연계가 가능할 것으로 판단됨
- 영상을 통해 식별된 정보 또한, 딥러닝 기술을 활용하여 자동 레이블링이 가능하며, 기 구축된 건축 행정정보와 연계할 수 있는 가능성을 확인

## ■ 건축물 외관정보 구축 방안 수립

- 건축물 외관정보 식별을 위해 기존에 3차원 공간지도에 구축되어 있는 영상정보를 활용하여 비용·시간·인력을 최소화할 수 있음
  - 3차원 공간지도는 항공촬영을 통해 건축물의 입면영상을 3차원 형상모델에 입힌 것으로 전국 단위로 영상이 구축되어 있으며, 구체적인 방법론이 수립되는 경우 전국 단위의 건축물 외관정보 추출이 가능할 것으로 판단
  - 현재 3차원 공간지도의 영상해상도가 점차 발전하고 있으며, 서울시 S-Map의 경우 HD급 영상을 구축하고 있어 영상정보를 활용한 건축물 외관정보 구축이 가능할 것으로 판단됨
- 기술적 검토를 통해 실제 적용 가능한 딥러닝 기반 영상 식별 모델 제시
  - YOLO-based model 및 Detectron2 model 등 기존 건축물 등의 요소를 Pre-trained model 활용(Case1), CNN을 기반으로 대량의 건축물 영상 학습을 통해 외관정보를 인식할 수 있는 모델 구축(Case2), CNN과 RNN을 동시에 활용하는 복합모델 구축(Case3)의 3가지 모델을 제시함

## 2. 정책적 활용방안

- 과거 영상 정보로만 구축되었던 건축물 외관정보가 데이터 세트로 구축 되어 건축 행정정보와 연계되면, 건축행정정보의 완성성 확보할 수 있으며, 공공데이터의 실수요자 확대에 따른 정보의 활용 가치가 높아질 것으로 기대
- 방법론 적용에 따라 기존 건축행정정보의 전국 단위 정보구축이 비용·시간·인력을 최소화하여 정보구축이 가능
- 근거 기반 정보를 통해, 건축물 또는 경관심의에도 객관적인 판단기준을 부여할 수 있으며, 지역특성을 고려한 건축설계나 도시계획 그리고 디지털트윈에 이르기까지 정책적 활용 가능성이 매우 높음
- 건축 외관정보는 건축물 또는 경관심의에도 객관적인 판단기준을 부여할 수 있으며, 지역 특성을 고려한 건축설계·도시계획·디지털트윈에 이르기까지 정책적 활용 가능성이 매우 높음

## 3. 연구의 한계 및 후속 연구

- 건축·도시 외관정보 구축을 위한 딥러닝 모델의 실증분석 및 검증 부재
  - 본 연구는 기존 CV기반 딥러닝 사례분석을 통해 건축물 외관정보 도출을 위한 기술적 적용가능성을 검토하고 실증을 위한 적용모델(안)을 제안 하였지만, 실제 적용을 위한 사전연구에 머물러 있는 한계가 있음
  - 건축물 외관정보 구축을 위한 딥러닝 모델 적용을 통한 실증분석 및 검증을 위한 후속 연구 필요





## 참고문헌

- 개인정보보호법. 법률 제16930호. 개정이유.
- 건설경제. (2020). 245개 분산된 지자체 건축정보, 클라우드 기반으로 통합. 5월 31일 기사.  
<http://www.cnews.co.kr/uhtml/read.jsp?idxno=202005291544100140602>(검색일: 2020.08.01.)
- 건축도시공간연구소. (2019). 건축행정 빅데이터의 효율적 활용을 위한 정보체계 개선 연구.  
국토교통부.
- 공공데이터 포털. 메인페이지. [www.data.go.kr](http://www.data.go.kr) (검색일: 2020.07.01.)
- 공공데이터 포털. 데이터목록. <https://www.data.go.kr/tcs/dss/selectDataSetList.do>  
(검색일: 2020.08.01.)
- 공공데이터법. 법률 제11956호. 제정이유.
- 공공데이터법. 법률 제17344호. 개정이유.
- 공공데이터법. 법률 제17344호. 제2조.
- 공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률. 법률 제14839호. 제1조.
- 과학기술정보통신부. (2020). 데이터 3법 개정안 국회 통과. 1월 9일 보도자료.
- 구글 스트리트 뷰. <https://www.google.com/intl/ko/streetview/explore/>(검색일: 2020.07.01.)
- 구형모 외. (2019). 딥러닝 기반 이미지 자동 레이블링을 활용한 건축물 파사드 데이터 세트 구축 기술 개발. 대한건축학회 논문집-계획계. 35(12). 43-53.
- 국가공간정보에 관한 법률. 법률 제17453호. 제1조.
- 국가공간정보에 관한 법률. 법률 제9440호. 제정이유.
- 국토교통부. (2018). 제6차 국가공간정보정책 기본계획. 국토교통부.
- 국토교통부. (2019). 「건축 행정서비스 혁신방안」 발표 - 규제시스템 혁신·건축데이터 개

- 방·일자리 지원 등 중점추진 -. 8월 22일 보도자료.
- 국토교통부. (2020). 건축 BIM 활성화 로드맵('21~'30). 12월 28일 보도자료.
- 국토교통부. (2020). 국가공간정보포털, 데이터 맵의 스마트 플랫폼으로 도약. 7월 20일  
보도자료.
- 국토일보. (2019). 국토부, 건축정보시스템 혁신 T/F 운영...건축산업 미래 제시. 6월 11일  
기사. <http://www.ikld.kr/news/articleView.html?idxno=205119> (검색일:  
2020.08.01.)
- 기획재정부 외 관계부처 합동. (2020). 「한국판 뉴딜」 종합계획. 한국판 뉴딜 국민보고대회.
- 기획재정부. (2020). 디지털혁신 3대 범정부 TF 구성·운영. 1월 16일 보도자료.
- 네이버 지식백과. 컴퓨터 비전(Computer Vision).  
<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=863115&cid=42346&categoryId=42346>(검색일: 2020.07.01.)
- 네이버지도 거리뷰. (2021). <https://map.naver.com/>(검색일: 2020.07.01.)
- 박시영 외. (2016). 멀티 프레임 기반 건물 인식에 필요한 특징점 분류.  
The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences,  
41(3), 317-327.
- 브이월드. <http://map.vworld.kr/>(검색일: 2020.07.01.)
- 서동연. (2003). 디지털 이미지 프로세싱을 통한 건축형태의 시각적 인지방법에 관한 연구.  
연세대학교 대학원 건축공학과 박사학위논문.
- 서울시 S-MAP. <https://smap.seoul.go.kr/>(검색일:2020.07.01.)
- 손동화. (2018). 전통 도시가로 경관구성의 데이터마이닝 분석 : 북촌지역 한옥입면과 가  
로요소를 대상으로. 서울대학교 박사학위 논문.
- 신용정보법. 법률 제16957호. 개정이유.
- 어번베이스. <http://urbanbase.github.io>(검색일: 2020.07.01.)
- 유타카 마쓰오. (2015). 인공지능과 딥러닝 인공지능이 불러올 산업구조의 변화와 혁신,  
동아엠앤비.
- 윤태진 외. (2019). YOLO 딥러닝 기법을 이용한 드론카메라 영상 내 건물 외벽 균열 검출  
시스템. 한국컴퓨터정보학회 동계학술대회 논문집, 27(1), 303-304.
- 이예인 외. (2018). 딥러닝을 이용한 영상 기반의 콘크리트 구조물 박락 탐지. 콘크리트학회

- 논문집, 30(1), 91-99.
- 이효찬 외. (2020). 이미지 잡음에 강인한 CNN 기반 건물 인식 방법. 한국정보통신학회논문지, 24(3), 341-348.
- 정보통신망법. 법률 제16955호. 개정이유
- 정서영 외. (2020). 딥러닝 및 영상처리 기술을 활용한 콘크리트 균열 검출 방법. 대한건축학회 논문집-구조계, 35(11), 163-170.
- (주)지엔티솔루션. 사업분야. <http://www.gntsolution.com/offering/land.php>(검색일: 2020.07.01.)
- 한국경제. (2019). 활용 안 되는 공공데이터, 개방지수 OECD 1위면 뭐 하나. 11월 19일 기사. <https://www.hankyung.com/opinion/article/2019111857581>(검색일: 2020.08.01.)
- 한국일보. (2020). 공공데이터 14만개 공개... '데이터 댐'으로 디지털 전환. 7월 15일 기사. <https://www.hankookilbo.com/News/Read/A2020071509260005663>(검색일: 2020.08.01.)
- 행정안전부. 공공데이터 주요정책 추진 경과. <https://www.mois.go.kr/frt/sub/a06/b02/openData/screen.do>(검색일: 2020.07.01.)
- 具 源龍. (2006). 建築画像からの建築構成要素の認識手法に関する研究: ベイズ判別によるガラス開口部の認識. Architectural Institute of Japan, 121, 123-128.
- 具 源龍. (2007). 航空写真からの屋根種類判別と稜線認識に関する研究: 明度分布の曲線近似と平面回帰による2段階判別法の構築. Architectural Institute of Japan, 611, 99-105.
- AI hub. AI hub 서비스 소개. <http://aihub.or.kr/intro/vision>(검색일: 2020.07.01.)
- AI hub. 한국형 사물 이미지 AI데이터. <http://www.aihub.or.kr/aidata/132>(검색일: 2020.07.01.)
- Armagan, Anil, et al. (2017). Accurate Camera Registration in Urban Environments Using High-Level Feature Matching. Proceedings of British Machine Vision Conference. 2017-9. 1-12.
- Cai, Wei, et al. (2019). Research on image processing of intelligent building

- environment based on recognition technology. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 61, 141-148.
- Campbell, Andrew, Alan Both, and Qian Chayn Sun. (2019). Detecting and mapping traffic signs from Google Street View images using deep learning and GIS. *Computers, Environment and Urban Systems*, 77, 101350.
- CMP Facade Database. <http://cmp.felk.cvut.cz/~tylecr1/facade/>(검색일: 2020.07.01.)
- COCO. What is COCO?. <http://cocodataset.org/#home>(검색일: 2020.07.01.)
- DeGol, Joseph, Mani Golparvar-Fard, and Derek Hoiem. (2016). Geometry-informed material recognition. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2016-6. 1554-1562.
- Esteva, Andre, et al. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, 542(7639), 115-118.
- Frederic Lardinois. (2018). Here's Google's new Street View Trekker backpack. <https://techcrunch.com/2018/12/18/heres-googles-new-street-view-trekker-backpack/?renderMode=ie11>(검색일:2020.07.01.)
- Gartner. Top 10 Strategic Technology Trends for 2020. <https://www.gartner.com/en/publications/top-tech-trends-2020>(검색일:2020.07.01.)
- Girshick, Ross. (2015). Fast r-cnn. *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*. 2015-12. 1440-1448.
- Github. <https://github.com/facebookresearch/detectron2>(검색일: 2020.07.01.)
- Gopalakrishnan, Kasthurirangan, et al. (2017). Deep Convolutional Neural Networks with transfer learning for computer vision-based data-driven pavement distress detection. *Construction and Building Materials*, 157, 324.
- Gulshan, Varun, et al. (2016). Development and validation of a deep learning algorithm for detection of diabetic retinopathy in retinal fundus

- photographs. *Jama*, 316(22), 2402-2410.
- He, Kaiming, et al. (2017). Mask r-cnn. *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*. 2017-10. 2980-2988.
- Huang, He, Qifeng Tang, and Zhen Liu. (2013). Adaptive correction forecasting approach for urban traffic flow based on fuzzy-mean clustering and advanced neural network. *Journal of Applied Mathematics*, 2013. 1-7.
- Huang, Wenhao, et al. (2014). Deep architecture for traffic flow prediction: deep belief networks with multitask learning. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 15(5), 2191-2201.
- ICT 시사상식. (2017). 공공데이터 포털.  
<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3586080&cid=59277&categoryId=59283>(검색일: 2020.08.01.)
- Joseph Redmon, et al. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. <https://www.arxiv-vanity.com/papers/1506.02640/>(검색일: 2020.07.01.)
- Kantavat, Pittipol, et al. (2019). Transportation Mobility Factor Extraction Using Image Recognition Techniques. *First International Conference on Smart Technology & Urban Development(STUD)*, 2019-12.
- Karsli, Fevzi, et al. (2016). Automatic building extraction from very high-resolution image and LiDAR data with SVM algorithm. *Arabian Journal of Geosciences*, 9(14), 1-12.
- Lee, Jaeseob, et al. (2016). A Method for Data-mining of Defects on Building Façade Elements. *International Journal of Smart Home*, 10(12), 101.
- Li, Xiaojang, Chuanrong Zhang, and Weidong Li. (2017). Building block level urban land-use information retrieval based on Google Street View images. *GIScience & Remote Sensing*, 54(6), 819-835.
- Lunit insight. <https://insight.lunit.io/>(검색일: 2020.07.01.)
- Masouleh, Mehdi Khoshboresh, and Saeid Sadeghian. (2019). Deep

- learning-based method for reconstructing three-dimensional building cadastre models from aerial images. *Journal of Applied Remote Sensing*, 13(2), 1.
- Mathieu Hélie. (2018). Neural Networks—A New Model for “The Kind of Problem a City Is.” <https://www.thenatureofcities.com/2018/04/29/neural-networks-new-model-kind-problem-city/>(검색일: 2020.07.01.)
- No, Wonjun, and David Lee. (2018). A Deep Learning-Based Braille Blocks Detection System from Street View Images for the Visually Impaired. 31st KKHTCNN Symposium on Civil Engineering. Kyoto University.
- Noh, Byeongjoon, et al. (2020). Vision-Based Potential Pedestrian Risk Analysis on Unsignalized Crosswalk Using Data Mining Techniques. *Applied Sciences*, 10(3), 1057.
- Paul Bard (2017). Why Finance professionals need to know about AI—and where they can learn. <https://www.ibm.com/blogs/business-analytics/why-finance-professionals-need-artificial-intelligence/>(검색일: 2020.07.01.)
- Picterra. <https://picterra.ch/>(검색일: 2020.07.01.)
- Pix4Dmapper. <https://www.pix4d.com/product/pix4dmapper/outputs>(검색일: 2020.07.01.)
- Ren, Shaoqing, et al. (2017). Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*. 39(6). 1137-1149.
- Seiferling, Ian, et al. (2017). Green streets— Quantifying and mapping urban trees with street -level imagery and computer vision. *Landscape and Urban Planning*, 165, 93-101.
- Seong, H., et al. (2018). Image-based 3D Building Reconstruction Using A-KAZE Feature Extraction Algorithm. *Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction*, 35, IAARC Publications, 2018. 1-5.

- Stuart Russell, Peter Norvig (2020). Artificial Intelligence: A Modern Approach, VMG Books & Media
- Talebi, Mehdi, Abbas Vafaei, and Amirhassan Monadjemi. (2018). Vision-based entrance detection in outdoor scenes. *Multimedia Tools and Applications*, 77(20), 26219-26238.
- Tectok. <http://tectok.com/2018/07/19/22902/>(검색일: 2020.07.01.)
- Yu, Qian, et al. (2019). Building Information Modeling and Classification by Visual Learning At A City Scale. *arXiv*. 1-7.
- Yuan, Liang, Jingjing Guo, and Qian Wang. (2020). Automatic classification of common building materials from 3D terrestrial laser scan data. *Automation in Construction*, 110, 103017.
- Zeng, Zhiliang, et al. (2020). Deep Recognition of Vanishing-Point-Constrained Building Planes in Urban Street Views. *IEEE Transactions on Image Processing*, 29, 5912-5923.
- Zhang, Junbo, et al. (2018). Predicting citywide crowd flows using deep spatio-temporal residual networks. *Artificial Intelligence*, 259, 147-166.
- Zoe Kleinman. (2013). Google Street View car in 'accident'.  
<https://www.bbc.com/news/technology-24080422>(검색일: 2020.07.01.)



현안연구보고서 2020-3

## 건축외관 정보 구축을 위한 딥러닝 적용방안 연구

Research on the application of deep learning for the construction of architectural exterior information

지은이    손동화, 권영란  
펴낸곳    건축도시공간연구소  
주소      세종특별자치시 절재로 194, 701호  
전화      044-417-9600  
팩스      044-417-9608  
<http://www.auri.re.kr>

이 연구보고서의 내용은 건축도시공간연구소의 자체 연구물로서  
정부의 정책이나 견해와 다를 수 있습니다.