

빅데이터와 지능형 건축공간 생성기술



추승연 경북대학교 건축학부 교수, choo@knu.ac.kr

1. 머리말

인공지능(AI, Artificial Intelligence)의 발전 속도는 놀랍도록 빠르고 이를 적용한 자율주행, 인공지능 화가, 사람과 닮은 로봇 등 이전에는 상상만 하였던 일들이 가능해지는 시대가 다가오고 있다. 이에 유통, 소재산업, 생명과학, 제조업, 예술 등 분야를 가리지 않고 인공지능을 도입하기 위해 하루에도 수많은 논문과 개발 성과들이 쏟아져 나오고 있다. 기폭제는 지난 2016년 이세돌 9단과 알파고(AlphaGo)와의 대결을 통해 직간접적으로 인공지능에 대한 인식이 퍼지면서 서일 것이다. 사람들은 두뇌를 활용한 고도의 수 싸움인 바둑에서 이세돌과 같은 프로바둑기사를 이긴 것에 대한 놀라움과 가능성을 발견했을 것이다. McKinsey 보고서에서도 2030년까지 전 세계 기업 70%가 인공지능을 활용하고 13조 달러 이상 GDP가 성장할 것으로 보았다. 그로부터 6년이 채 되지 않은 지금 알파폴드(AlphaFold)는 50년 난제인 '단백질 접힘 문제'를 풀어 컴퓨터에게 노벨상을 주어야 할지 개발자에게 주어야 할지 고민이 필요해졌고, 달리(DALL-E)와 같은 인공지능 화가가 그린 작품을 예술이라고 불려야 할지 진지한 고민이 필요해진 시대가 도래하였다. 주목할 점은 이렇게 놀라운 인공지능 기술들이 예측할 수 없는 시점에 어느 순간 갑작스럽게 나타나는 경우가 많았다는 것이다. 어쩌면 완전 자율주행이 그러할 것이고 건설산업에서도 갑작스럽게 놀라운 인공지능 기술이 나타날 수 있을 것이다. 이는 딥러닝 기술 자체의 발전, 컴퓨터 기술의 향상과 빅데이터의 확보 등을 기반으로 한 초거대 AI모델의 등장에 의한 것으로 이러한 흐름은 더욱 가속화될 것으로 전망된다. 2017년 한국고용정보원에서 발표한 향후 4차 산업혁명으로 단순 반

복 직종의 80%가 소멸되고 특히 '건축가 및 건축공학기술자'의 44.72%가 일자리를 빼앗길 것이라는 예측이 실제로 일어나는 데 오랜 시간이 걸리지 않을 수도 있다는 의미이다.

2. 건축설계산업의 현황과 빅데이터

2.1. 건축설계산업의 현황

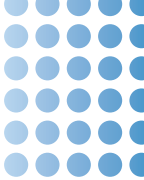
건설산업은 타 산업과 비교해 생산성이 낮은 편으로 극심한 인력난과 더불어 높은 노동 강도를 보이고 있기 때문에 오히려 인공지능의 도입을 통해 새로운 성장 동력으로 삼을 수도 있을 것이다. McKinsey 보고서에 따르면, 지난 20년간(1995~2014)의 전 세계 경제성장률이 2.7%였다. 이 중 제조업의 생산성 성장률이 3.6%인 것에 비해 건설산업 생산성은 연평균 1.0%로 그쳐 매우 저조한 성장률을 보이고 있다. 또한 한국의 1인당 노동 생산성은 \$12로 비슷한 강소국인 이스라엘 \$38, 벨기에 \$47에 비하면 월등히 낮은 수치이다.

표1. 건설산업의 시간당 가치와 연평균 성장률 비교

구분	건설산업	제조업	전체 산업	비고
시간당 가치 (\$)	25	39	37	• 제조업대비 약 64% 수준 • 전체 산업 대비 약 68% 수준
연평균 성장률(%)	1.0	3.6	2.7	• 제조업대비 약 28% 수준 • 전체 산업 대비 약 37% 수준

(출처 : EY(2018), How can technology improve challenges faced within the E&C industry, 맥킨지(2017))

이러한 상황에서 건축설계산업 분야는 문제가 좀 더 심각한 편에 속한다. 국내 건축사사무소의 약 50% 이상이 서울과 경기 지역에 집중, 약 80%가 4인 미만 소규모 사업체로 운



영되고 있어 지역 간, 사업체 규모별 양극화의 심화에 따른 패러다임 전환 및 개선 또한 절실한 시점이다. 건축설계 과정은 건축주의 요구사항, 공간, 형태, 재료, 법규, 구조, 설비, 공법 등 고려할 변수들이 많은 분야이다. 과거의 건축설계 과정은 이러한 변수들을 건축가의 개인 경험과 지식에 대부분 의존하여 진행되었다고 해도 과언이 아니었다. 이에 새로운 성장 동력을 확보하기 위해서는 단순히 인력난을 해결하는 것만이 아닌 인공지능 기술을 통해 지역 간, 사업체 규모별 양극화를 타파하고 건축가의 개인적인 경험치와 설계지식을 객관화하여 설계품질을 향상시켜야 할 것이다.

2.2. 인공지능 도입을 위한 선결과제, 빅데이터

인공지능이라는 도구를 활용하여 건축가의 업무 일부를 대신하고 건축설계산업 분야의 생산성을 향상시킬 수 있는 환경을 구축하기 위해서는 정성적, 정량적인 설계지식을 빅데이터로 구축하는 과정이 선행되어야 한다. 이러한 빅데이터를 바탕으로, 건축가의 고유특성과 개인 역량에 기반한 업무에서 사람보다 더 나은 결과물을 낼 수 있는 매스생성 자동화, 공간계획 대안생성 등 건축설계산업 분야 AI모델을 통해 설계품질 향상을 꾀할 수 있을 것이다. 이를 위해서는 정성적인 설계지식을 정량화하고, 정량적인 정보를 통합하여, 컴퓨터가 인지할 수 있는 형태로 표현하는 작업이 반드시 선행되어야 한다. 하지만, 현재 설계지식은 도면, 이미지, 텍스트 등 다양한 데이터 형식으로 혼재되어 존재하며 기존의 누적되어온 가용 설계지식 대부분이 건축가 개인의 경험에 의존하고 있어 설계지식을 데이터화하는데 많은 어려움

을 겪고 있다.

이에 본 저자가 수행하는 연구단(인공지능 기반의 건축설계 자동화 기술개발)도 설계 고유지식의 정성적, 정량적 데이터를 빅데이터로 구축하기 위한 다양한 연구를 진행하고 있다. 이 중 본고에서 소개하고자 하는 설계지식 빅데이터는 정성적인 설계 고유지식 중 하나인 건축물 내부의 각각의 공간(ex. 거실, 주방, 식당, 방, 화장실 등) 간의 관계 정보이다. 건축물마다 공간의 특징과 상황에 따라 유기적으로 변화하지만 숙련된 건축가들의 도면에서는 공간 간의 관계에서 특정한 패턴(pattern)을 찾을 수 있다. 이 패턴을 찾아내는 것이 정성적인 설계 고유지식을 정량화하는 작업이라 할 수 있으며, 패턴을 찾는 AI모델 개발을 위한 학습데이터로서 공간 간의 관계 정보를 컴퓨터가 이해할 수 있는 형태로 빅데이터를 구축하는 작업을 수행했다.

패턴을 가장 잘 찾아내는 기술은 인공지능 기술 중 딥러닝(DeepLearning)이다. 딥러닝을 활용하기 위한 학습데이터로서 버블다이어그램과 유사한 형태인 그래프 데이터를 사용했다. 그래프란 노드(Node)와 엣지(Edge)로 이루어져 엣지를 통한 노드 간 관계 인접성 정보가 포함된 데이터이다. 이를 수집하는 과정은 도면을 작성하기 전 공간 정보를 시각화하는 버블다이어그램을 그려내는 방식과 반대의 순서로 다양한 설계지식이 내포되어 있는 도면으로부터 버블다이어그램을 추출하는 작업과 유사하다.

구축 작업은 데이터 작성 효율과 정확도를 위해 먼저 각각의 공간(ex. 거실, 주방, 식당, 방, 화장실 등)을 특정 클래스(Class)로 지정하는 라벨링(Labeling)을 통해 그래프 데이터

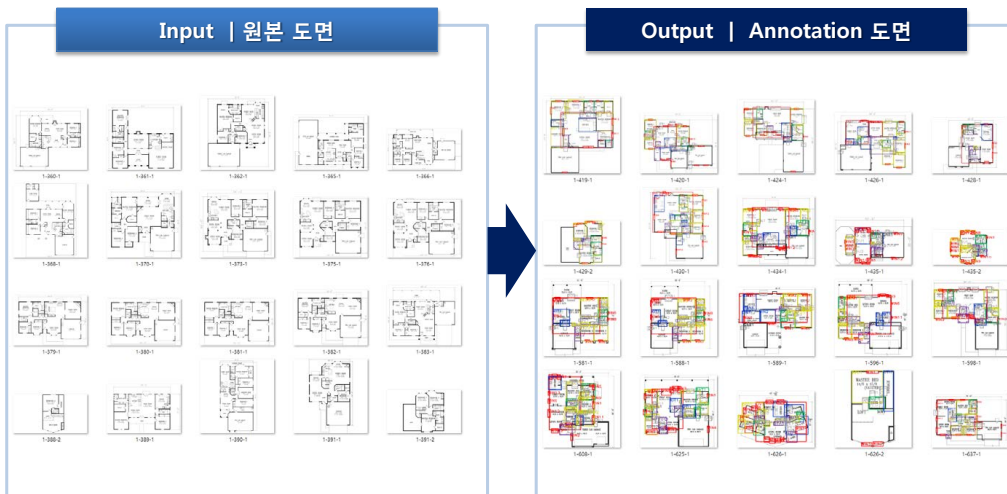


그림 1. 도면 어노테이션 틀

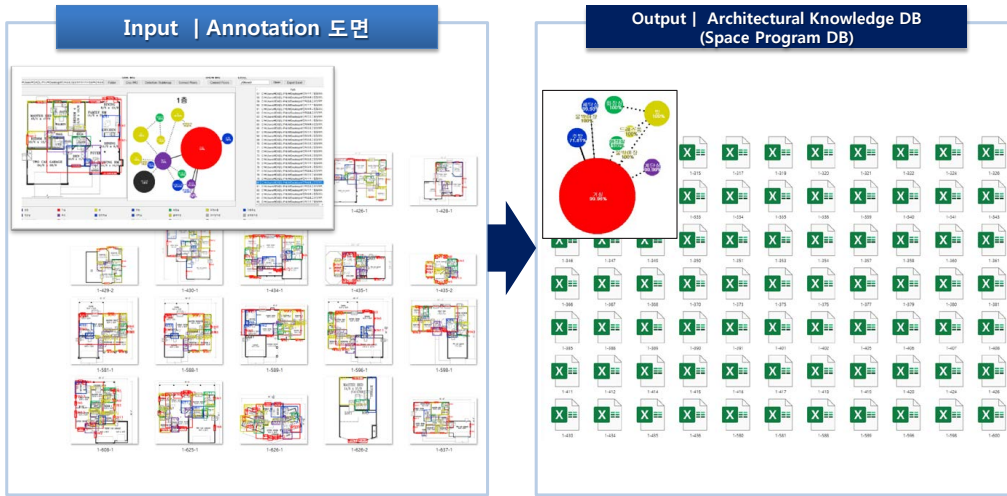


그림 2. 그래프 추출 시모델

베이스를 손쉽게 생성할 수 있는 어노테이션(Annotation) 툴(Tool)을 개발하였다. 이후 어노테이션 툴을 활용하여 약 7천 장의 평면도 이미지의 라벨링 작업을 수행하였다. 이렇게 수집된 7천여 건의 그래프 데이터는 도면 추천 모델, 공간 생성 모델, 2D-3D 변환 기술 등 다양한 인공지능 기술의 학습데이터로 활용 중이다.

3. 지능형 공간생성 기술

본 연구진은 설계지식 빅데이터 구축을 바탕으로 설계-시공단계의 업무 최적화 및 효율화를 위한 연구나 단순한 일부 건축설계업무 자동화 정도의 수준이 아닌, 사업타당성 분

석, 법적 허용한도 내 매스생성 자동화, 공간생성 자동화 기술 등 설계의 창의적인 영역에 대한 계획설계 30% 이상 자동화를 목표로 연구를 수행하고 있다. 이러한 연구의 일환으로서 본 연구진이 개발한, 공간 간의 관계 빅데이터 기반, 지능형 공간생성 기술을 소개한다. 이 기술은 그래프 데이터를 통해 각 데이터의 관계에 대한 분석이 가능한 '그래프 생성 딥러닝 모델'을 활용하여 창의적인 영역인 공간생성을 자동화하는 연구이다. 크게 2가지 단계로 나뉘지는데 앞서 소개한 기존 도면에 내재된 대량의 버블다이아그램 정보를 그래프 형태로 확보하는 단계 그리고 이를 학습데이터로 활용하는 딥러닝 모델 중 그래프 생성 모델을 사용하여 버블다이아그램을 생성하는 단계이다.

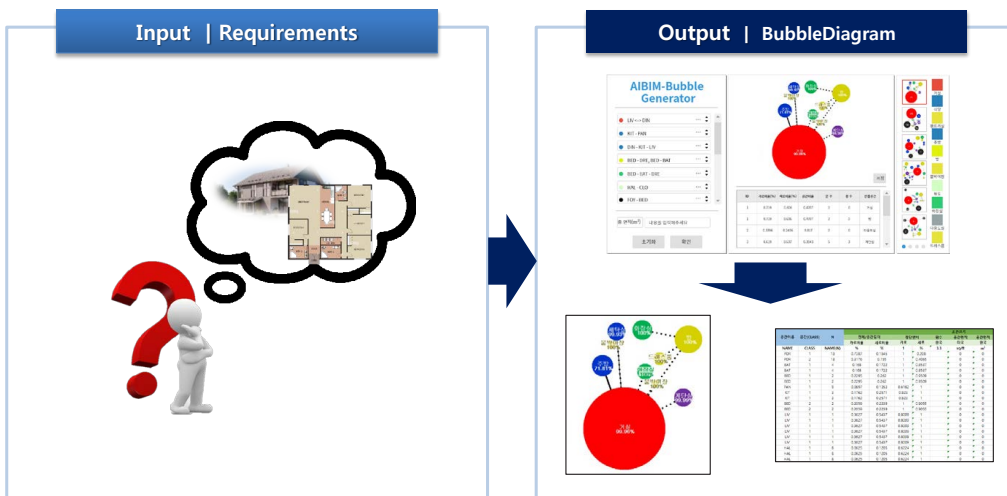
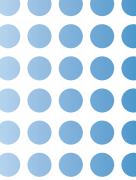


그림 3. 버블다이아그램 생성 모델



대량의 그래프 데이터를 확보하는 단계는 어노테이션 툴을 활용하더라도 수많은 도면으로부터 그래프 데이터를 수작업으로 추출하기에 한계가 있을 것이나 이 과정 또한 딥러닝을 활용하여 자동화할 수 있다. 약 7천 건의 라벨링 데이터를 딥러닝 모델의 학습데이터로 활용하여 도면으로부터 그래프를 추출하는 AI모델을 개발하여 다양한 형식의 무수한 도면으로부터 공간관계, 스페이스 프로그램 등의 정보를 자동으로 추출하고 이를 빅데이터 형태로 구축하는 과정을 효율화할 수 있었다.

앞서 소개한 기존 도면에 내재된 대량의 버블다이어그램 정보를 그래프 형태로 자동 추출하는 AI모델을 활용하여 그래프 데이터를 확보하는 단계이다. 이를 딥러닝 모델 중 한 종류인 GNN (Graph Neural Network)과 같은 Graph Generative Model의 학습데이터로 활용하여 <그림 3>과 같이 특정 조건을 만족시키는 새로운 그래프를 생성한다. 이는 건축설계 업무 중 버블다이어그램을 생성하는 것과 동일한 작업이다.

약 7천 건의 도면으로부터 설계지식을 학습한 버블다이어그램 생성 모델은 건축주의 요구조건을 충족하는 초기 공간배치를 제안하여 일반인도 손쉽게 이용할 수 있으며, 건축가에게는 단시간에 다양한 대안을 제안하여 초기 의사결정을 지원하는데 활용할 수 있을 것이다. 아직은 7천여 건이지만 앞으로 더욱 많은 데이터를 학습하고 모델을 발전시킨다면 건축가의 개인적인 경험치와 설계지식을 객관화하는데 기여할 수 있을 것이다.

4. 맺음말

놀랍도록 빠르게 발전하고 있는 인공지능 기술 앞에서 건설산업이 나아가야 할 방향을 고민해야만 하는 시기가 다가왔다. 하지만 아직은 건설산업 전반에 걸쳐 새로운 기술을 도입하여 생산성과 설계품질을 혁신하고자 하는 바람은 약한 듯하다. 건설산업에서 괄목할 만한 AI모델이 등장하지 않은 것도 영향을 미쳤을 것이다. 이는 앞서 언급했듯 빅데이터의 구축이 선행된다면 건설산업의 알파폴드도 곧 세상에 등장할 것이다. 본 연구진에서도 건축도면뿐만 아니라 설계 고유의 지식의 정성적, 정량적 데이터를 어떻게 구축할 것인가에 대해 많은 연구를 수행하고 있다. 2021년 상반기 연구진이 본격적으로 인공지능 기반 건축설계 자동화를 연구하기 시작했을 무렵 가장 발목을 잡았던 부분이 건축설계산업 분야의

빅데이터 구축이었다. 정부에서도 인공지능산업 발전을 위해 데이터 규제완화(데이터 3법 등), 데이터 관련 기본법 개정 등을 추진 중에 있었으나 건축물의 정보라는 특성상 규제완화의 혜택을 받지 못하여 연구진 자체적으로 확보하는 방향을 선택했었다. 빅데이터를 구축하는 과정은 저작권과 개인정보 등의 법적 문제와 얽혀있는 데이터 확보 문제부터 데이터의 대부분이 도면, 이미지, 텍스트 등으로 비정형적인 형태여서 다양한 방법으로 어노테이션 작업을 해야 한다는 점 등으로 상당히 오랜 시간을 할애해야만 했고, 그중 가장 난감한 부분은 디자인적인 면에서 양질을 수치적으로 평가하는데도 많은 연구력이 투입되어야 한다는 점이었다. 이렇듯 빅데이터를 구축하는 과정이 쉽지만은 않을 것이나 건설산업 분야에 축적된 공공 데이터가 개방되고 이를 활용하여 빅데이터를 구축할 수 있게 된다면 국내 건설산업 분야에 AI 관련 연구는 더욱 박차를 가할 수 있을 것이다. 그리고 나아가 알파폴드, 달리와 같이 해당 분야의 새로운 바람을 일으킨 AI모델이 건설산업 분야에서도 개발되어 지능형 건축설계 환경에 속도를 더하면 건설산업 전반에 걸친 생산성 향상과 품질 향상이 가능하리라 기대해 본다.

- 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 22AATD-C163269-02).

참고문헌

1. 구형모, 추승연, 지능형 건축계획 설계를 위한 그래프 기반 공간생성 방법. 한국BIM학회 학술대회 논문집, 2022.06
2. 김동욱, 구형모, 추승연, 건축법규 자동검토를 위한 데이터베이스 구축 방안 - 기획업무단계의 매스생성을 중심으로 -. 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 2021.10
3. 추승연, 지능형 공간계획 및 계획설계 제안 기술. 대한건축학회지, 2021.09
4. ETRL Insight, 코로나 이후 글로벌 트렌드(완전한 디지털 사회). 한국 전자통신연구원 지능화융합연구, 2020.01
5. 구형모, 서지호, 추승연, 딥러닝 기반 이미지 자동 레이블링을 활용한 건축물 파사드 데이터셋 구축 기술 개발. 대한건축학회 논문집, 2019.12
6. 추승연, BIM-AI 건축설계 기술의 융합. 대한건축학회지, 2019.06
7. 진태승, 김신성, 제4차 산업혁명에 따른 건축서비스산업의 미래변화 전망과 대응전략 연구. auri 기본연구보고서, 2018.12
8. 국토교통연구기획사업, '인공지능 기반의 건축설계 자동화 기술개

- 발' 연구개발계획서. 2018
9. 박경준, API(Application Program Interface)를 활용한 건축설계분야 BIM(Building Information Modeling) 업무환경 개선을 위한 연구. 한국과학예술포럼, 2017.08
10. 서수정, 유제연, 건축서비스산업의 동향 및 실태. auri 일반연구보고서, 2017.12
11. KISTEP, 4차 산업혁명과 일자리 변화에 대한 국내 산업계의 인식과 전망. 2017
12. EY(2018), How can technology improve challenges faced within the E&C industry?. McKinsey&Company, 2017
13. Reinventing construction: A route to higher productivity. McKinsey&Company, 2017
14. 건축서비스산업의 동향 및 실태. AURI, 2017
15. 김지수, 이진국, BIM과 그래프를 기반으로 한 건물 동선의 표현과 분석 접근방법 - UCN의 확장형인 MRP 그래프의 제안 -. 한국건설관리학회 논문집, 2015.09