MARCH. 2022 | VOL. 3

딥러닝 건축연구소 뉴스레터

The newsletter of Deep Learning Architecture Research Center

Table of Contents

- 인사말 - 2
- 연구소 소개 -3
- 특집기사 - 4
  - 딥러닝을 활용한 Scan-to-BIM 자동화 / 김소현, 이재욱 - 4
  - 건설산업에서의 블록체인 기술 도입 가능성 / 김형균, 정광복 - 6
- 연구소개 - 8
  - An adaptive surrogate model to structural reliability analysis using deep neural network / Qui X. Lieu, Khoa T. Nguyen, Khanh D. Dang, 이승혜, 강주원, 이재홍- 8
  - Deep-Learning based Automation of Scan-to-BIM with Modeling Objects from Occluded Point Clouds / 박준우, 김재홍, 정광복, 이재욱 - 9
- 연구소 소식 - 10
- 연구원 동정 - 12

인사말

<DLARC 연구소장 이재홍 교수>

안녕하십니까?

'딥러닝 건축연구소(Deep Learning Architecture Research Center (DLARC))'는 2010년 한국연구재단(NRF)의 프로젝트로 최초 설립된 이후, 건축 공학 분야에서 새로운 도전에 대응하기 위한 지식의 경계를 넓혀가고 있습니다.

특히, 2016년 세계 경제 포럼에서 4차 산업혁명이 주창되면서, 전 세계는 인공지능, 빅데이터 등 첨단기술의 발전을 예고하였으며, 건설산업 역시 이러한 급격한 변화의 흐름 속에서 신속한 대응의 필요성이 증가하고 있습니다.

이러한 세계적인 패러다임의 변화 속에서, '딥러닝 건축연구소'는 딥러닝 기반 아키텍처 엔지니어링 기술을 장려하고 개발하는 데 전념하는 독보적인 다학제 연구소로 성장하고 있습니다.

이를 위해, 본 연구소는 딥러닝 건축 공학 관련 연구의 최고 수준의 연구진 주도로 새로운 원천기술의 개발하고 있습니다. 이와 더불어, 국내·외 최고 수준의 대학 및 각계 산업체와의 협력을 통해 응용 기술 개발을 수행하고 있습니다.

딥러닝 건축 분야의 최신 연구 동향뿐만 아니라, 산업계 소식을 알리고, 본 연구소의 다양한 연구활동을 알리기 위하여 'DLARC 뉴스레터'를 발간하게 되었습니다. 특히, 'DLARC 뉴스레터'를 통해서 독자 여러분들이 연구소의 다양한 연구성과 및 연구 활동을 이해하시는 데 도움이 되시기를 바라며, 앞으로도 본 연구소에 많은 관심과 조언을 부탁드립니다. 감사합니다.

세종대학교 딥러닝 건축 연구소장

이재홍 교수

연구소 소개

■ 연구소 연혁

▷ 2010년 08월 : 한국연구재단 기초연구실육성사업 지원 “IT 기반 FREE FORM 건축 기초연구실” 과제 수주
▷ 2010년 08월 : 기초연구실육성사업 기반 [FREE FORM 건축연구소] 설립
▷ 2010년 09월 : 기초연구실육성사업 과제 시작
▷ 2015년 08월 : 기초연구실육성사업 과제 종료
▷ 2017년 07월 : [딥러닝 건축연구센터] 명칭변경
▷ 2017년 09월 : 이재홍 연구센터장 “2017년도 국가연구개발 우수성과” 선정
▷ 2019년 12월 : [딥러닝 건축연구소] 명칭변경
▷ 2021년 09월 : [딥러닝 건축연구소] 공식 영문 홈페이지 개설
▷ 2021년 09월 : [딥러닝 건축연구소] 공식 뉴스레터 창간호 발행

■ 연구소 조직도 및 참여 인력

딥러닝 건축연구소는 딥러닝 건축 공학기술 개발 목표를 달성하기 위해, 연구소장을 중심으로 총 4개의 연구분야에 관한 연구를 수행하고 있습니다.

딥러닝을 활용한 Scan-to-BIM 자동화

김소현 / 세종대학교 딥러닝 건축연구소 / 건축공학과 / 박사과정 / thgus960221@sju.ac.kr
이재욱 / 세종대학교 딥러닝 건축연구소 / 건축공학과 / 교수 / jaewook@sejong.ac.kr

1. 서론

건설산업에서는 건물의 수명주기가 길어짐에 따라 건물의 전 생애주기 중 상대적으로 많은 비용이 소비되는 유지관리 단계의 중요도가 높아지고 있다. 특히, 유지관리 단계에서 건물을 운영하고 보수하는 과정 중 현재의 물리적 상태를 정확히 파악하는 것이 중요하다. 이러한 이유로, 건설산업에서는 건물의 물리적 현황을 반영할 수 있는 Scan-to-BIM 기술의 적용이 증가하고 있는 추세이다. Scan-to-BIM은 3D 레이저 스캐닝을 통하여 취득한 데이터를 기반으로 BIM 모델을 생성하는 기술로써, 기존 건물의 정밀한 형상을 BIM 모델에 반영할 수 있는 장점이 있다.

하지만, 기존의 Scan-to-BIM 기술은 스캔 데이터 취득 및 BIM 모델 생성 과정에서 전문 인력이 필요하며 많은 비용과 시간이 소모되는 한계점을 가지고 있다. 이러한 한계를 해결하기 위하여, 최근 딥러닝을 활용한 Scan-to-BIM 기술의 자동화 관련 연구가 진행되고 있다.

본 기사에서는 건설산업에서 적용되고 있는 Scan-to-BIM 프로세스를 단계별로 파악하고, 딥러닝을 활용한 Scan-to-BIM 자동화 기술에 대해 살펴보고자 한다.

2. 건설산업에 적용된 Scan-to-BIM

2.1 데이터 취득을 위한 3D 레이저 스캐닝

건설산업에서는 기존 건물로부터 형상 정보가 담긴 데이터를 취득하기 위하여 주로 3D 레이저 스캐너를 사용한다. 3D 레이저 스캐너는 레이저를 물체 표면에 발사하여 레이저가 돌아오는 시간을 측정함으로써 물체와 측정원점 사이의 거리를 구하는 기술의 장비이다. 3D 레이저 스캐너를 사용하여 기존 건물을 스캔하면, 3차원 점군 데이터(Point cloud)를 취득할 수 있다.

일반적으로 하나의 공간에 대한 3차원 점군 데이터를 취득하기 위해서는 3D 레이저 스캐너의 제한된 측정 거리로 인해 여러 지점에서 스캐닝을 수행한다. 스캔 된 여러 개의 3차원 점군 데이터는 특정 부분의 데이터이기 때문에 하나의 좌표계로 합치는 과정이 필요하다. 하나의 좌표계로 변환하는 작업을 정렬(Alignment) 또는 정합(Registration)이라 부른다. 좌표계가 정렬된 여러 개의 3차원 점군 데이터는 하나의 데이터로 합치기 위하여 머징(Merging) 작업을 거친다. 이러한 과정을 통해 생성된 3차원 점군 데이터에는 객체의 형태, 위치, 크기 등의 정보가 담겨있다.

2.2 스캔 데이터 기반의 BIM 모델 생성

3D 레이저 스캐너로 취득한 3차원 점군 데이터는 노이즈(noise)가 포함되거나 불필요하게 크고 밀도가 균일하지 않을 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 추가적인 데이터 전처리가 필요하며 3D 데이터 전처리 소프트웨어를 사용하여 샘플링(sampling), 노이즈 제거, 객체 분류 등의 전처리를 수행한다. 전처리를 마친 3차원 점군 데이터는 3D 모델링 소프트웨어에서 정확한 형상의 BIM 모델을 생성하기 위한

데이터로 사용된다. 하지만, 현재 건설산업에서 활용되고 있는 Scan-to-BIM 기술은 정확한 형상의 BIM 모델을 생성할 수 있는 장점이 있지만, 전문 인력이 필요하고 많은 시간과 비용이 소모되는 단점이 있다.

3. 자동화를 위한 딥러닝 활용

기존의 Scan-to-BIM 기술에서 비용 및 시간 소모적인 한계점을 해결하고자 딥러닝을 활용한 Scan-to-BIM 자동화 관련 연구가 활발히 진행 중이다. 특히, 3차원 점군 데이터로부터 객체의 종류, 형상, 위치, 크기 등의 정보를 추출하기 위하여 자동화된 객체 분류 기술이 필요하다. 이때, 3차원 점군 데이터로부터 객체를 자동으로 분류하기 위하여 딥러닝 기반의 semantic segmentation 기법이 주로 사용된다. Semantic segmentation은 3차원 점군 데이터의 점이 어떤 객체에 속하는지 분류하는 기법이다. 딥러닝을 사용하여 분류하고자 하는 객체 정보를 학습한 후, 새로운 데이터를 제공할 때 학습한 정보를 바탕으로 객체를 분류할 수 있다. 3차원 점군 데이터를 사용하여 semantic segmentation을 수행하는 가장 대표적인 모델로는 PointNet이 있다. PointNet은 3차원 점군 데이터의 형식을 변환 없이 그대로 사용하는 모델로써 데이터의 손실을 방지할 수 있다. Qi(2017)는 272개의 실내 3차원 점군 데이터로 구성된 S3DIS 데이터 세트를 벤치마킹하여 13개 객체에 대한 semantic segmentation을 진행하였으며, 그 결과는 그림 1과 같다. 이처럼 PointNet의 semantic segmentation을 통해 객체가 분류된 3차원 점군 데이터는 BIM 모델 생성에 필요한 기초 데이터로 활용될 수 있다.

그림 1. PointNet 기반의 semantic segmentation 결과

4. 결론

본 기사에서는 기존 건물의 역설계를 위한 Scan-to-BIM 기술의 프로세스를 파악하고, 딥러닝을 활용한 Scan-to-BIM 자동화 기술에 대해 살펴보았다. 특히, Scan-to-BIM 자동화를 위하여 3차원 점군 데이터로부터 객체를 자동으로 분류하기 위해 딥러닝 기반의 semantic segmentation 기법에 대해 살펴보았다. 데이터 전처리 과정에서 객체 분류의 자동화를 통해 시간 소모적인 작업을 줄일 수 있을 것으로 판단되며, BIM 모델 생성의 자동화에 필요한 기초 데이터로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 이처럼, 건설산업에 적용되고 있는 Scan-to-BIM 프로세스에서 딥러닝을 활용한다면, 기존 건물로부터 BIM 모델 생성까지의 과정에서 소모되었던 시간 및 비용적 한계점을 해결할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] Qi, C. R., Su, H., Mo, K., & Guibas, L. J. (2017). Pointnet: Deep learning on point sets for 3d classification and segmentation. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 652-660).

[2] Malinverni, E. S., Pierdicca, R., Paolanti, M., Martini, M., Morbidoni, C., Matrone, F., & Lingua, A. (2019). Deep learning for semantic segmentation of 3D point cloud. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences.

[3] Tzedaki, V., & Kamara, J. M. (2013). Capturing as-built information for a BIM environment using 3D laser scanner: a process model. AEI 2013: Building Solutions for Architectural Engineering, 486-495.

[4] Volk, R., Stengel, J., & Schultmann, F. (2014). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings—Literature review and future needs. Automation in construction, 38, 109-127.

[5] Thomson, C., & Boehm, J. (2015). Automatic geometry generation from point clouds for BIM. Remote Sensing, 7(9), 11753-11775.

건설산업에서의 블록체인 기술 도입 가능성

김형균 / 세종대학교 딥러닝 건축연구소 / 건축공학과 / 석박사통합과정 / hgkim@sju.ac.kr
정광복 / 세종대학교 딥러닝 건축연구소 / 건축공학과 / 조교수 / kbjeong7@sejong.ac.kr

1. 서론

최근 비트코인 등의 가상화폐 투자로 인하여 블록체인에 대한 관심도가 상당히 높아졌다. 블록체인은 분산원장(Distributed Ledger)기술로 거래내역을 기록한 원장(Ledger)을 다수의 사람들에게 분산하여 저장 및 관리하는 기술이다. 블록체인이 최근 들어 각광을 받는 이유는 신뢰성, 안정성, 탈중앙화 등에 있다. 블록체인은 근본적으로 네트워크의 지분 51% 이상을 가지고 위변조 데이터를 생성해내는 '51%공격' 외에는 해킹이 불가능하나, 이 '51% 공격'도 사실상 불가능에 가깝다. 또한, 블록체인에 기록된 정보는 삭제가 불가능하고 오직 더하기(Append)만 가능하다는 점도 신뢰성을 더욱 증가시킨다.

이렇게 많은 장점을 가진 블록체인을 기반으로한 연구는 최근 다양한 산업에서 활발하게 이루어지고 있으며, 이는 건설산업에도서 마찬가지이다. 따라서 본 기사에서는 현재 타 산업에 도입된 블록체인기술과 건설산업에서 도입 시 장점과 가능성이 높은 분야에 대하여 살펴보고자 한다.

2. 타 산업 블록체인 기술 도입 현황

2.1 공급망 관리 (Supply Chain)

IBM에서 제공하는 블록체인 기반의 식품 공급망(Food Trust)은 식품 유통의 전 과정의 흐름을 블록체인으로 통합시켜 기밀성과 투명성, 무결성을 보장하는 서비스이다. 식품 공급망은 식품을 납품하는 축산 농가 및 보관 창고, 트럭·항공 등에 사물인터넷(Internet of Thing)을 설치하여 온·습도, 사료, 도축방식 등의 다양한 데이터를 블록에 담아 저장하기 때문에, 납품업체가 실시간으로 모니터링하는 것이 가능하다. 결과적으로, 식품이 생산, 공급되는 전과정을 신뢰할 수 있는 데이터와 함께 제공되기에, 최종 소비자들이 믿을 수 있는 식품을 제공받을 수 있다.

2.2 디지털 증명서 관리

최근 COVID-19의 확산으로 '백신 패스' 가 도입되어 어디를 가나 디지털 증명서를 통하여 예방접종을 증명하여야 한다. 정부에서 제공하는 COVID-19 전자예방접종증명 어플리케이션 'COOV' 역시 블록체인을 기반으로 한 탈중앙화 신원증명(Decentalized Identifier) 어플리케이션이다. 이러한 탈중앙화 신원증명 어플리케이션에서 블록체인을 사용하여 특정 기관 단독으로 관리 시 생길 수 있는 보안 등의 위험성을 줄인다.

3. 건설산업 블록체인 도입 가능성

3.1 디지털 트윈(Digital Twin)

2020년 정부에서 발표한 대한민국 대전환 10대 과제 - 한국판 뉴딜 네 가지 목표 중 "디지털 뉴딜"에 관련하여 "디지털 초혁신(Digital Innovation) 중 주요 투자산업으로 디지털 트윈과 블록체인 등을 선정하였으며, 2021년 7월 발표된 한국판 뉴딜 2.0에서는 '디지털뉴딜 2.0'에 예산 49조 원을 투자하여 전 산업에 디지털을 확산시키겠다고 발표하였다. 또한, 2021년 8월 인천광역시, 제주특별자치도, 전남

장성군 등 10개의 지역을 '디지털 트윈 국토' 시범사업지역으로 선정하였다.

'디지털 트윈국토'는 현실세계의 국토를 기반으로 가상공간에 쌍둥이 세계를 만들고 교통흐름,인구이동,사건사고,행정데이터 등의 현상정보를 실시간으로 융·복합할 수 있는 국가위치기반 플랫폼이며, 이러한 데이터를 기반으로 실시간 모니터링을 통한 다양한 시뮬레이션을 통하여 미래를 예측할 수 있고 시행착오를 줄일 수 있다.

이러한 디지털 트윈을 구현하는데 있어 데이터 관리는 매우 중요하다. 디지털 트윈에는 많은 생명주기 데이터로 이루어진 복잡한 네크워크가 존재하며, 이러한 네트워크 구성에는 많은 참가자가 존재하므로 데이터 보안과 효율성을 고려하여야 하는데 이 과정에서 블록체인 기술이 좋은 해결방안이 될 수 있다. 블록체인에 필요한 P2P (Peer to Peer) 네트워크는 각 참가자가 네트워크를 통하여 데이터를 요청자에게 직접 전송해 데이터 공유 효율성을 높이며, 허가형 블록체인 같은 경우에는 자격이 있는 참여자에게만 P2P 네트워크의 데이터를 제공하는 암호화를 통해 데이터 저장을 사용한다. 이렇게 블록체인은 디지털 트윈의 민감한 정보에 대하여 신뢰성을 보장하며, 데이터 관리에 용이할 것으로 판단된다.

3.2 건설 정보 모델링 (BIM)

BIM (Building Information Modeling)은 건설 프로젝트의 다양한 참여자 및 과정에서 발생하는 방대한 정보를 효과적으로 관리할 수 있다. 이러한 건설산업 내의 블록체인 주요 연구 분야는 공통 데이터 환경 설계(Designing a common data environment), 분쟁 해결 자동화(Automated dispute resolution) 규제 및 규정 준수 자동화(Automated regulation and compliance) 등이 있다. 특히, 블록체인은 서로 다른 참여자들 간의 스마트 계약을 구축하고 신뢰 기반 모델을 개발 시 은행 등의 공통 결제 시스템(제3자) 가 없이도 스마트 계약의 실행을 돕는 기본 인프라로 사용이 가능하다는 것이다.

4. 결론

본 기사에서는 건설산업에서의 블록체인 도입 가능성에 대하여 살펴보았다. 이렇게 블록체인은 기존의 보안 방식과는 전혀 다른 구조로 작동하며 더욱 더 안전하고 투명한 정보망을 제공한다. 이러한 점을 잘 활용한다면 가능성이 무궁무진한 기술이며 많은 연구가 필요 할 것이라 생각된다

참고문헌

[1] 한양대학교 전자공학과,블록체인 기반 분산신원증명의 이해와 서비스 적용 사례,2020

[2] 김상오.,식품 산업에서의 블록체인의 응용, 2021.

[3] Awwad, M., Kalluru, S. R., Airpulli, V. K.,Zambre,M.S., Marathe, A., & Jain, P. .Blockchain technology for efficient management ofsupply chain. Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Industrial EngineeringandOperationsManagement.Washington DC, USA, September, 27-29 (2018).

[4] Roger Aitken. IBM & Walmart Launching Blockchain Food Safety Alliance In China With Fortune 500's JD.com . Available from:https://www.forbes.com/sites/rogeraitken/2017/12/14/ibmwalmart-launching-blockchain-food-safety-alliance-in-chinawith-fortune-500s-jd-com/?sh=5eb034ef7d9c. Accessed Dec.14,2017

[5] 정책브리핑. '디지털 트윈국토' 구현 '한국판 뉴딜'의 디지털 국가자산 (2021.08.31.)

[6] 한국판 뉴딜 2.0 미래를 만드는 나라 대한민국

[7] Sihan Huang, Guoxin Wang, Yan Yan, Xiongbing Fang, 〈Blockchain-based data management for digital twin of product〉, 《ScienceDirect》, 2019-08-12

[8] 건설기술정보시스템.블록체인 시장 및 기술 동향2021.09

[9] 이재희. "유지관리단계의 BIM 모델 신뢰성 제고를 위한 블록체인기술 연동 방안." 국내석사학위논문 慶尙大學校, 2020. 경상남도

[10] Shojaei, Alireza & Flood, Ian & Izadi Moud, Hashem & Hatami, Mohsen & Zhang, Xun. (2019). An Implementation of Smart Contracts by Integrating BIM and Blockchain. 10.1007/978-3-030-32523-7_36.

An adaptive surrogate model to structural reliability analysis using deep neural network

Qui X. Lieu / Civil Engineering, HCMUT
Khoa T. Nguyen / Institute of Research and Development, Duy Tan University
Khanh D. Dang / Civil Engineering, HCMUT
이승혜 / 세종대학교 딥러닝 건축연구소 / 건축공학과 / 조교수/ seunghye@sejong.ac.kr
강주원 / 영남대학교 건축학부 / 교수 / kangj@ynu.ac.kr
이재홍 / 세종대학교 딥러닝 건축연구소 / 건축공학과 /교수/ jhlee@sejong.ac.kr

■ 연구요약

본 연구에서는 DNN(deep neural network)을 이용한 새로운 구조 신뢰성 해석(structural reliability analysis) 기법을 제안하였다. 제안된 기법에서는 몬테카를로 시뮬레이션(MCS: Monte Carlo Simulation)의 모집단에서 초기 DoEs(design of experiments) 값이 무작위로 선택되어 성능 함수(performance function)의 전역근사모델을 구축하는데 사용된다. 한계상태 기능(LSF: limit state function)의 경계 상태에 대한 중요도와 그의 vicinity가 순차적으로 제안 모델로 입력되어 어떠한 복잡한 기술 없이도 정확도를 증가시킨다. 이전에 사용된 중요하지 않은 노이즈 포인트를 제거하여 전역 예측모델을 LSF의 근사를 위한 국소점으로 전환하기 위한 임계값을 제안하였다. 따라서 적은 수의 실험만으로도 MCS 기반 파괴확률평가(failure probability assessment)를 더욱 정확하게 예측할 수 있다. 제안된 기법의 평가를 위해 고도의 비선형 특성, 다양한 무작위 변수 분포 및 다중 파괴모드를 갖는 6개의 트러스 구조물 예제를 수행하였다.

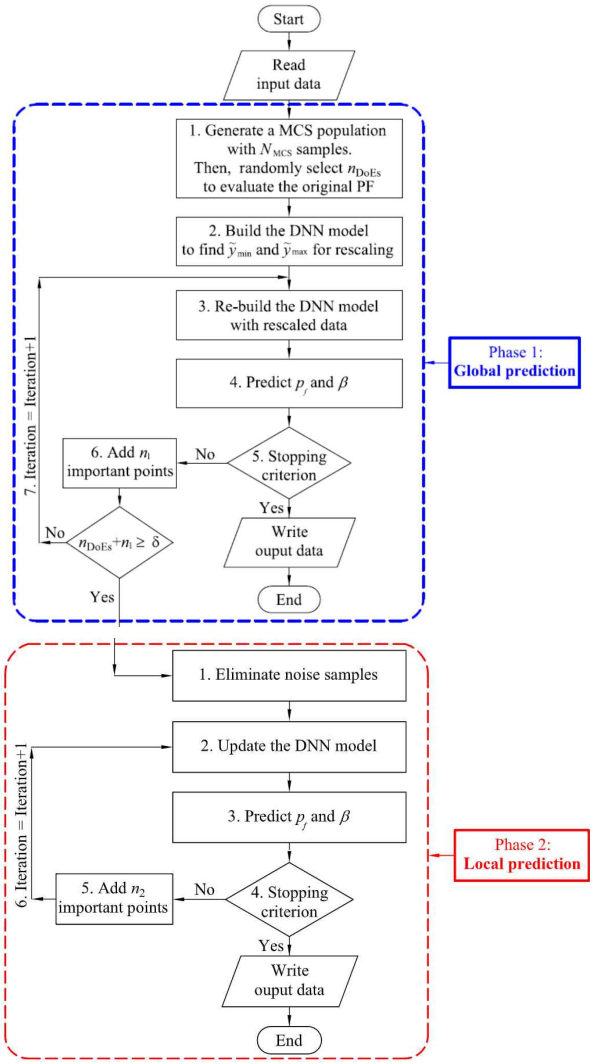


그림1. The flowchart of the DNN-based adaptive surrogate model

Deep-Learning based Automation of Scan-to-BIM with Modeling Objects from Occluded Point Clouds

박준우 / 세종대학교 딥러닝 건축연구소 / 박사과정 / tareura@gmail.com
김재홍 / 세종대학교 딥러닝 건축연구소 / 석사 / oudent@gmail.com
정광복 / 세종대학교 딥러닝 건축연구소 / 건축공학과 / 조교수/ kbjeong77@sejong.ac.kr
이재욱 / 세종대학교 딥러닝 건축연구소 / 건축공학과 / 교수 / jaewook@sejong.ac.kr

■ 연구요약

준공 BIM(Building Information Modeling) 프로세스는 실제 건축물의 모델링에 많은 비용과 시간이 소모되는 노동집약적인 작업이다. 이를 개선하기 위한 Scan-to-BIM 자동화 연구가 활발히 수행되고 있으나, 포인트 클라우드로부터 BIM 모델을 생성하는 전체 과정을 자동화한 연구는 미흡하다. 또한, 기존 연구는 벽, 바닥, 천장과 같은 주요 객체에만 한정하여 모델링을 수행하였기 때문에, 주요 객체 외에 실내에 존재하는 다양한 객체를 고려한 모델링 방안이 필요하다. 이에 본 연구는 딥러닝을 기반으로 다양한 실내 객체를 추출하고, BIM 모델 생성을 자동화하는 방법을 제안한다.

딥러닝 기반 시멘틱 세그멘테이션(Semantic Segmentation)을 통하여 추출되는 객체 클래스를 13개로 증가시키고, 객체 간 공간 관계를 정의함으로써 포인트 클라우드로부터 추출한 경계상자들의 정확도를 향상 시킨다. 또한, 파라메트릭 알고리즘(Parametric Algorithm)을 적용하여 객체들의 경계상자와 BIM 라이브러리를 매칭함으로써 BIM 모델을 자동적으로 생성한다. 오피스 룸에 대한 사례연구을 수행한 결과, 일부 객체 클래스의 경계 상자들의 정확도는 최대 53.33% 만큼 향상되었다. 이를 통해, 기존 건축물의 3D 리얼리티 캡처(Reality Capture)를 위한 Scan-to-BIM 자동화 가능성이 검증되었다.

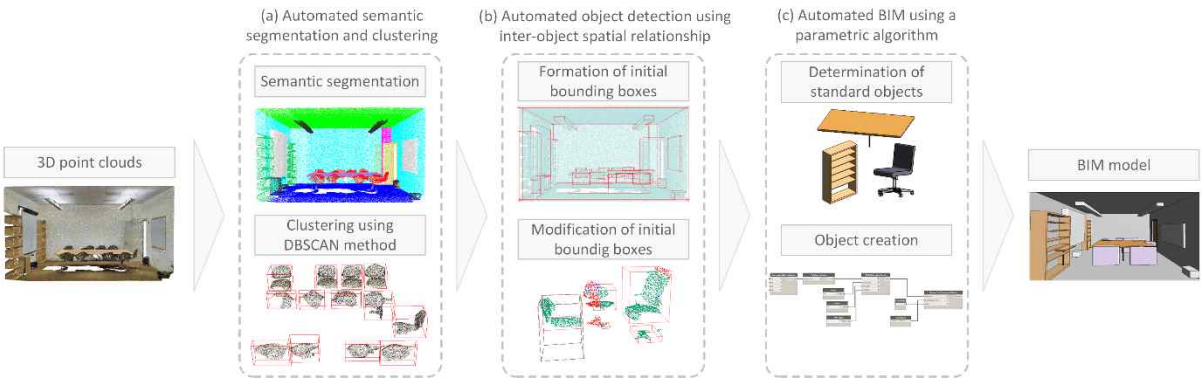
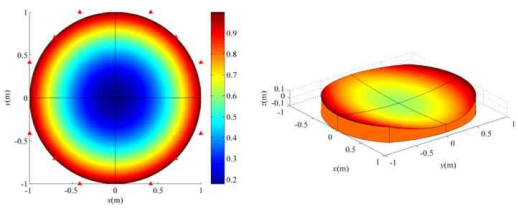


그림1. Scan-to-BIM 자동화 프로세스

■ 과제수행 현황

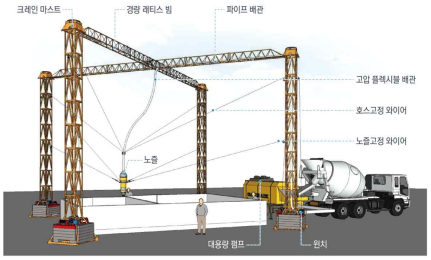
▶ **과제명: 확장유전알고리즘기반 위상최적화를 이용한 구조물 형상설계**

- 연구책임자: 이재홍 교수
- 지원기관 및 지원사업: 한국연구재단 개인연구지원사업(중견연구)
- 연구기간: 2015.05.01. - 2024.02.29



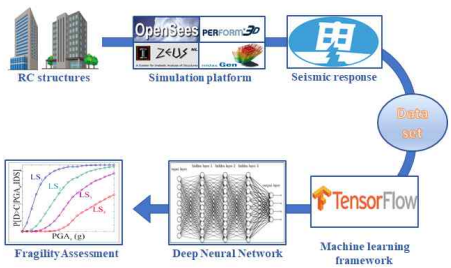
▶ **과제명: 병렬 케이블 로봇기반 건축물용 3D프린팅 기술**

- 연구책임자: 이재홍 교수
- 지원기관 및 지원사업: 한국연구재단 기초연구실지원사업
- 연구기간: 2017.06.01. - 2023.02.28



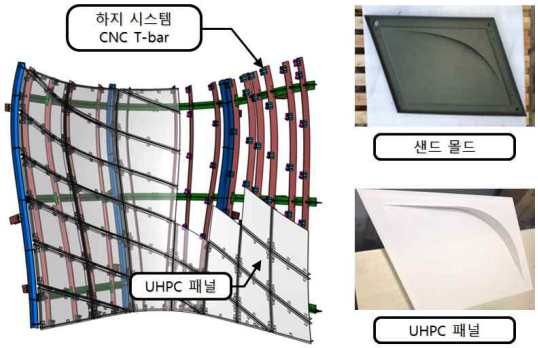
▶ **과제명: DNN기반 위험도 알고리즘생성을 통한 중저층 취약건축물의 보강전과 후의 내진성능 실증 연구**

- 연구책임자: 이기학 교수
- 지원기관 및 지원사업: 한국연구재단 개인연구지원사업(중견연구)
- 연구기간: 2020.03.01 - 2025.02.28



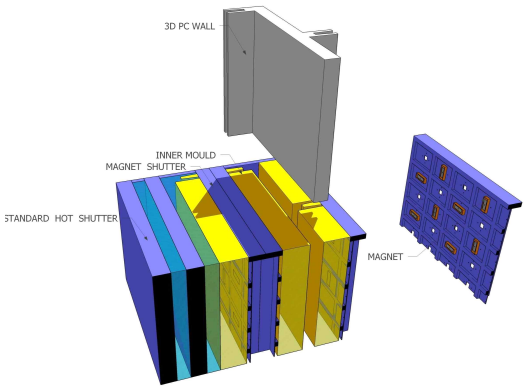
▶ **과제명: 유한요소해석 모델링을 통한 몰드와 UHPC 비정형패널의 설계 기준 개발**

- 연구책임자: 이기학 교수
- 지원기관 및 지원사업: 국토교통과학기술진흥원 국토교통기술사업화지원
- 연구기간: 2021.04.01 - 2023.12.31



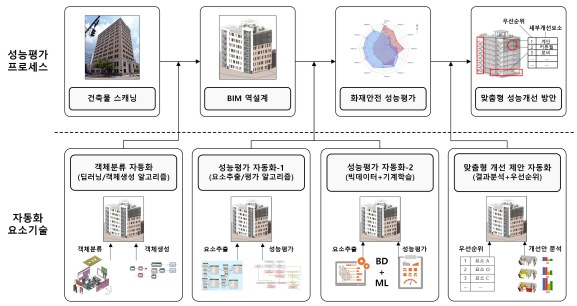
▶ **과제명: 인양 및 시공을 고려한 3차원 PC벽체의 유한요소해석 설계기술 및 인공지능기반 최적 알고리즘 개발**

- 연구책임자: 이기학 교수
- 지원기관 및 지원사업: 국토교통과학기술진흥원 국토교통기술사업화지원
- 연구기간: 2021.04.01 - 2023.12.31



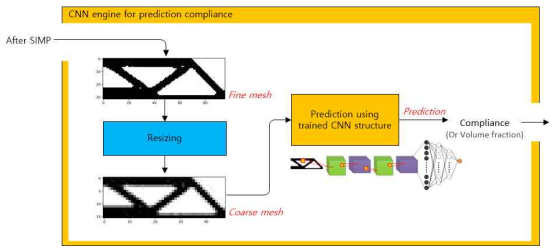
▶ **과제명: 기계학습 기반 BIM 역설계를 활용한 건축물 화재안전 성능평가 자동화 기술 개발**

- 연구책임자: 이재욱 교수
- 지원기관 및 지원사업: 연구재단 중견연구사업
- 연구기간: 2020.03.01 - 2025.02.28



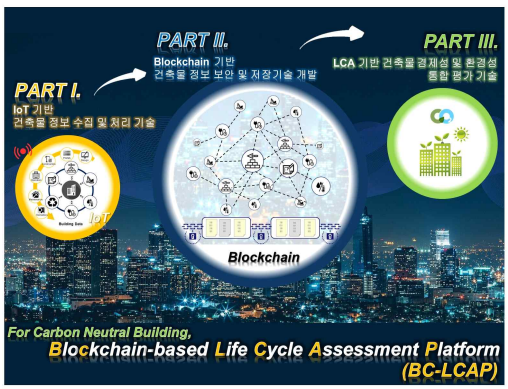
▶ **과제명: 딥러닝 기술을 사용한 구조 해석 및 설계 기법 개발**

- 연구책임자: 이승혜 교수
- 지원기관 및 지원사업: 연구재단 신진연구 지원사업
- 연구기간: 2018.03.01. - 2023.02.28



▶ **과제명: 블록체인 기반 건축물 전과정평가 플랫폼 개발**

- 연구책임자: 정광복 교수
- 지원기관 및 지원사업: 연구재단 이공분야 기초연구사업 기본연구
- 연구기간: 2021.06.01 - 2024.02.29



■ 논문 게재 성과

- Nguyen, T. T., Nguyen, N. L., Lee, J., & Nguyen, Q. H. (2021). Vibration analysis of thin-walled functionally graded sandwich beams with non-uniform polygonal cross-sections. Composite Structures, 278, 114723.
- Thang, P. T., Nguyen-Thoi, T., & Lee, J. (2021). Modeling and analysis of bi-directional functionally graded nanobeams based on nonlocal strain gradient theory. Applied Mathematics and Computation, 407, 126303.
- Thang, P. T., Do, D. T., Lee, J., & Nguyen-Thoi, T. (2021). Size-dependent analysis of functionally graded carbon nanotube-reinforced composite nanoshells with double curvature based on nonlocal strain gradient theory. Engineering with Computers, 1-20.
- Cuong-Le, T., Nguyen, K. D., Lee, J., Rabczuk, T., & Nguyen-Xuan, H. (2021). A 3D nano scale IGA for free vibration and buckling analyses of multi-directional FGM nanoshells. Nanotechnology, 33(6), 065703.
- Truong, T. T., Lee, J., & Nguyen-Thoi, T. (2021). Joint damage detection of structures with noisy data by an effective deep learning framework using autoencoder-convolutional gated recurrent unit. Ocean Engineering, 110142.
- Nguyen-Van, S., Nguyen, K. T., Luong, V. H., Lee, S., & Lieu, Q. X. (2021). A novel hybrid differential evolution and symbiotic organisms search algorithm for size and shape optimization of truss structures under multiple frequency constraints. Expert Systems with Applications, 184, 115534.
- Nguyen-Van, S., Nguyen, K. T., Dang, K. D., Nguyen, N. T., Lee, S., & Lieu, Q. X. (2021). An evolutionary symbiotic organisms search for multiconstraint truss optimization under free vibration and transient behavior. Advances in Engineering Software, 160, 103045.
- Nguyen, N. H., Vo, T. P., Lee, S., & Asteris, P. G. (2021). Heuristic algorithm-based semi-empirical formulas for estimating the compressive strength of the normal and high performance concrete. Construction and Building Materials, 304, 124467.
- Choi, H., Kim, H., Yeom, S., Hong, T., Jeong, K., and Lee, J. (2022) “An indoor environmental quality distribution map based on spatial interpolation methods” Building and Environments, 213, 108880.
- Kim, J., Hong, T., and Jeong, K. (2019). “A preliminary study on energy consumption analysis in storage space for exhibition facility by using absorption material”, KICEM, 20(2), 53-59.

■ 학술회의 참석

▷ The 10th International Conference on Green and Human Information Technology

- 참석자: 정광복 교수
- 일시: 2022.1.19.(수). - 2022.1.20.(금)
- 장소: 라마다 호텔(제주도)
- 주제: Emerging AI+X Technology

ICGHIT2022 참석