

딥러닝 건축연구소 뉴스레터

The newsletter of Deep Learning Architecture Research Center



Table of Contents

- 인사말 - 2
- 연구소 소개 -3
- 특집기사 - 4
 - 기계학습을 위한 기초지식(3): 기계학습 모델을 위한 평가 방법 / 이승혜, 이재홍- 4
 - ABM(Agent-Based Modeling)을 이용한 건설분야 연구동향/ 김수환, 정광복- 6
- 연구소개 - 8
 - Super learner machine-learning algorithms for compressive strength prediction of high performance concrete / 이승혜 , Nguyen, N. H., Karamanli, A., 이재홍, Vo, T. P. -8
 - Life-cycle economic assessment for establishing the optimal government solar subsidy program in South Korea / 정광복, 이재욱 - 9
- 연구소 소식 - 10
- 연구원 동정 - 12



<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 건축공학 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 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.



기계학습을 위한 기초지식(3): 기계학습 모델을 위한 평가방법

이승혜 / 세종대학교 딥러닝 건축연구소 / 조교수 / seunghye@sejong.ac.kr
이재홍 / 세종대학교 딥러닝 건축연구소 / 교수 / jhlee@sejong.ac.kr

1. 서론

우리가 원하는 기계학습 모델은 새로운 샘플 데이터(sample data)를 대상으로 좋은 성능을 발휘하는 학습기이다. 훈련 데이터(training data)를 통해 잠재적인 보편 규칙을 찾아내어 새로운 데이터를 만났을 때 정확한 판별과 예측을 제공할 수 있다. 그러면 우리는 어떠한 학습 알고리즘을 사용해야 하는가? 이러한 문제는 기계학습 분야에서 모델 선택(model selection) 문제라고 부른다. 이상적인 해답은 일반화 오차가 가장 작은 모델을 선택하는 것이다.

일반적으로 테스트라는 과정을 통해 학습기의 일반화 오차에 대해 평가를 진행하고 모델을 선택한다. 이 과정에서 기계학습 모델을 학습할 때 사용하던 데이터 세트 이외의 새로운 샘플인 테스트 세트(testing set)를 사용하고 학습된 기계학습 모델이 어떻게 작동할지 예측하게 된다. 이 테스트 세트에서 나온 테스트 오차(testing error)를 실제 일반화 오차의 근사값으로 생각할 수 있다. 주의해야 할 점은 테스트 세트 내의 샘플은 훈련 세트에서 사용한 것이 아니어야 한다는 점이다. 이를 위해 총 데이터 세트를 적절히 훈련 세트와 테스트 세트로 나누어야 한다.

본 기사에서는 기계학습 모델의 평가를 위한 네 가지 중요한 개념을 소개하고 간략한 설명을 부연하고자 한다.

2. 평가 방법

본 기사에서는 홀드아웃(hold-out)¹⁾, 교차 검증(cross validation)²⁾, LOOCV³⁾, 부트스트래핑(bootstrapping)⁴⁾에 대해 설명한다.

2.1 홀드아웃

홀드아웃 방법, 즉 검증 세트 기법은 총 데이터 세트 D 를 겹치지 않는 임의의 두 집합, 훈련 세트 집합 S 와 테스트 세트 T 로 나눈다. 훈련 세트 S 를 사용하여 훈련된 모델은 테스트 세트 T 를 활용하여 일반화 오차를 측정한다. 주의해야 할 점은 훈련 세트와 테스트 세트를 나눌 때 되도록 데이터 분포가 비슷하게 나뉘어야 한다는 것이다. 그렇지 않으면 데이터의 편향으로 인해 일반화의 오차가 크게 증가할 수 있다. 이러한 분류 작업을 층화 표집(stratified sampling), 혹은 계층적 샘플링이라고도 부른다. 계층적 샘플링이란 모집단의 데이터 분포 비율을 유지하면서 데이터를 취득하는 것을 말한다.

홀드아웃 방법에서는 훈련/테스트 세트의 비율을 설정하는 것이 중요한데, 보통 2/3~4/5 정도를 훈련 세트로 사용하여 나머지를 테스트 세트로 분리하지만 데이터 특성에 맞게 조절되어야 한다. 또한 기계학습 모델은 표집 과정에서 선택된 테스트 샘플에 민감하게 편향되므로 다수의 랜덤 분류 후 검증된 값을 평균내어 사용하는 것을 권장한다. 이렇게 함으로써 결과의 표준 오차를 예측할 수 있다.

2.2 교차검증

교차검증은 모집단 D 를 k 개의 집합으로 나누는 것으로 시작한다. 다수의 집합으로 나눌 때도 앞 절에서 언급한 바와 마찬가지로 동일한 데이터 분포를 반영하여야 한다. 이렇게 나누는 k 개의 집합 중 $k-1$ 개의 부분 집합은 훈련 세트로 사용하고 나머지 하나의 부분 집합을 테스트 세트로 사용한다. 총 k 개의 훈련/테스트 세트가 만들어지고 k 번의 훈련과 테스트를 거쳐 k 개의 테스트 결과값에 대한 평균을 얻을 수 있다. 이러한 교차 검증을 k 겹 교차 검증 (k -fold cross validation)이라고 부른다.

평가 결과의 안정성과 정확도는 k 의 값에 따라 달라지는데 일반적으로는 k 를 10으로 설정하여 검증한다. 이를 10-fold 교차 검증이라 부르며 추가적으로 5와 20-fold 교차 검증도 자주 쓰인다.

2.3 LOOCV

LOOCV(Leave-One-Out Cross Validation) 기법은 k -fold 교차 검증의 극단적인 형태로 학습 데이터 세트가 비교적 적을 때 사용할 수 있다. k 겹 교차 검증에도 샘플을 나누는 과정에서 발생할 수 있는 편차를 최소화하기 위해 일반적으로 p 번을 랜덤하게 반복하여 나누어 진행할 수 있다. 결국 p 번의 k 겹 교차검증을 실행한 값의 평균값을 구하게 되므로 p 차 k 겹 교차검증이 되어 총 $p*k$ 번의 훈련과 테스트를 진행하게 된다.

만약 n 개의 데이터 샘플이 있는 모집단 D 에서 k -fold의 k 를 n 으로 설정하고 교차검증을 진행할 때 이러한 교차검증을 LOOCV라고 부른다. LOOCV에서 사용한 훈련세트는 모집단의 데이터 세트와 1개의 샘플 밖에 차이가 나지 않기 때문에 대부분의 상황에서 모든 n 개의 데이터 샘플을 사용한 D 의 훈련모델과 매우 비슷한 성능을 보인다. 하지만 LOOCV의 방법이 항상 좋은 성능을 보이는 것도 아니며 계산량이 많아진다는 단점도 있으므로 고려해야 할 부분이다.

2.4 부트스트래핑

보통 데이터 세트가 비교적 적은 경우 모든 데이터를 활용하여 훈련시킨 모델을 평가하길 원한다. 이 경우 부트스트랩 샘플링(bootstrap sampling)에 기반을 둔 샘플 추출 기법인 부트스트래핑 방법을 사용할 수 있다.

n 개의 샘플이 있는 모집단 D 에서 샘플 하나를 뽑아 새로운 데이터세트 D' 에 복사해 넣고 다시 D 에 돌려놓는다. 이런 과정을 n 번 반복하면 n 개의 샘플을 갖는 데이터세트 D' 를 얻을 수 있다. D' 에 있는 데이터 샘플은 한 번 D 에서 뽑혔던 샘플이 다시 뽑힐 가능성이 있으므로 D 와 다른 새로운 데이터 세트가 생성된다. 부트스트랩을 사용하면 샘플의 중복이 허용되기에 확률적으로 모집단의 샘플 데이터의 2/3 정도의 데이터만 사용하게 된다. 이러한 특징을 사용하여 D' 를 훈련세트로, 나머지 1/3을 검증(validation)에 사용할 수 있다. 부트스트래핑은 데이터 세트가 비교적 적거나 훈련/테스트 세트로 분류하기 힘들 때 사용하기 적합하다.

3. 결론

본 기사에서는 기계학습 모델을 위한 다양한 평가 방법을 살펴보았다. 보유한 데이터 샘플의 특징을 파악하여 적절한 평가방법을 적용하면 학습 모델의 정확도를 높일 수 있다.

참고문헌

- [1] Blum, A., Kalai, A., & Langford, J. (1999, July). Beating the hold-out: Bounds for k -fold and progressive cross-validation. In Proceedings of the twelfth annual conference on Computational learning theory (pp. 203-208).
- [2] Refaeilzadeh, P., Tang, L., & Liu, H. (2009). Cross-validation. Encyclopedia of database systems, 5, 532-538.
- [3] Wong, T. T. (2015). Performance evaluation of classification algorithms by k -fold and leave-one-out cross validation. Pattern Recognition, 48(9), 2839-2846.
- [4] Efron, B., & Tibshirani, R. J. (1994). An introduction to the bootstrap. CRC press.

ABM(Agent-Based Modeling)을 이용한 건설분야 연구 동향

김수환 / 세종대학교 건축공학과 / 학사과정 / skyprince08@sju.ac.kr
 정광복 / 세종대학교 딥러닝 건축연구소 / 조교수 / kbjeong7@sejong.ac.kr

1. 서론

에이전트 기반 모델(Agent-based modeling; 이하 ABM)은 그룹이나 조직의 전체적인 집합과 그 안에 있는 에이전트에 개별적 특성을 삽입하여 집단과 개별 에이전트의 상호 작용을 시뮬레이션하기 위한 계산 모델이다. 이를 통해, 실제 모델 구현 대비 시간과 비용을 상대적으로 적게 투입하고, 결과할 수 있다. 이러한 특성으로 인해, 최근 건설산업에서도 ABM이 다양하게 활용되고 있다.

ABM은 가상의 사용자인 에이전트의 행동 규칙, 생리학적 및 심리적 매개변수를 개발자가 프로그래밍하고 에이전트에 삽입하여 시뮬레이션할 수 있다. 또한, 동일한 그룹 내에서도 개별 에이전트를 차별화하여 모델링할 수 있다는 장점이 있다. 이에 따라 모델의 잠재적인 돌발 행동을 예측하고 이를 파악할 수 있다. 또한, 기존의 개별 에이전트보다 그룹이나 조직 전체에 초점을 둔 시뮬레이션의 단순화하는 것을 방지하기 때문에 이롭다. 결론적으로 다른 시뮬레이션 방법보다 에이전트별로 특정한 성질을 부여하여 기존보다 현실적이고 구체적인 결과를 얻을 수 있다.

2. 다양한 활용 사례

2.1 기술 현황

일반적으로 ABM은 교통 및 교통 분석, 보행자의 움직임, 화재 대피에 주로 사용되고 건축적으로 건물의 에너지 성능 및 환경 쾌적성,

난방·환기·공기조화(Heating, Ventilation, Air Conditioning; HVAC) 시스템 설계 및 운용성을 최적화하기 위한 시뮬레이션 모델로 사용된다. 최근에 건설 안전, 범죄 예방 심지어 건설 폐기물의 재활용에서도 연구가 진행되고 있다.

2.2 건설폐기물 관리

건설폐기물 관리시스템은 폐기물의 발생, 감소, 재활용, 운송 등 다양한 부문을 관리하는 시스템으로서, 환경, 경제, 사회 등 여러 요인이 건설폐기물 관리과정에 영향을 미친다. 이에 따라, 시스템 다이내믹스(System Dynamics; 이하 SD)와 ABM을 결합하여 서로의 장단점을 보완해서 건축폐기물 관리하는데 연구를 하고 있다. SD는 이질적인 혼합의 효과를 무시하고 거시적이지만 ABM은 세부 정보를 입력할 수 있고 미시적이다. SD는 건설폐기물이 생성되고 재활용되는 과정을 분석하는데 도움이 되지만 다양한 업체들의 차이를 고려하여 분석하는데 제한이 있다. 이에 따라, ABM을 활용하여 건설폐기물의 다양한 이해관계자들의 상호작용과 환경에 미치는 영향 등에 관한 연구를 수행중에 있다.

2.3 건설 안전 관리

ABM은 건설 안전과 관련된 행동의 특성과 패턴을 분석하고 안전 관리 시스템을 평가하기에 효과적으로 평가되고 있다. 이는, 개별 에이전트의 행동에서 시스템 규칙과 패턴이 어떻게 나타나는지 조사할 수 있기 때문이다. 즉, ABM을 이용하여 작업 현장, 개별 건설 노동자 및 안전 투자 간의 상호 작용으로 정의된

복잡한 시스템의 결과로써 건설 현장의 안전 성능을 파악할 수 있다. 또한, 프로젝트 유형, 크기, 비용 등 프로젝트 특성과 안전관리자 수, 안전시설 구매 등 안전 투자와 휴업 일수, 사고 및 사망자 수 등 안전 성능 측정의 정보를 수집하여 ABM 모델에 사용되었다. 그리고 개별 건설 현장 근로자는 다른 안전 인식과 생산성을 가진 이질적인 사람으로 시뮬레이션이 되고 개별적으로 행동을 낼 수 있다. ABM의 혁신적인 기술로 안전 관리자의 역할을 보완해주고 다른 근로자들의 안전이 향상될 것으로 판단된다.

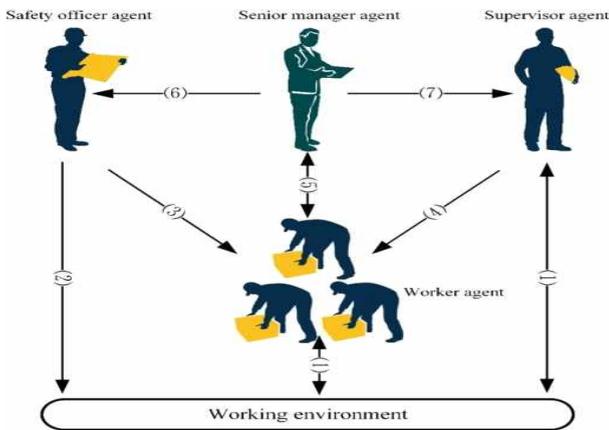


그림 1. The interactions in the model.

2.4 ABM기반 설계

작업장 설계를 수행하기 위해, 근로자의 행동 특성, 요구사항 등이 반영된 체계적인 분석이 필요하다. 이를 위해, 다양한 연구는 ABM을 이용하여 근로자의 행동을 모델링하여, 작업장 설계를 수행한다. 이러한 ABM은 각 에이전트에 일일 작업 일정과 작업장에서 주어진 역할을 매개 변수로 입력하여 프로그래밍한다. 따라서 ABM을 활용한 시뮬레이션을 통해 부분과 전체를 분석해 작업자의 만족도를 높일 수 있는 효율적인 작업장을 설계하는데 도움을 받고 오류를 안정적으로 검토할 수 있다.

3. 결론

컴퓨터 시뮬레이션이 개발됨에 따라 과학 연구가 활발해지고 있다. 컴퓨터 시뮬레이션 기술의 일종인 ABM은 개별적으로 에이전트를 설정할 수 있고, 상호 작용하는 다른 요소들을 파악할 수 있다. 다양한 에이전트와 이해관계가 필요한 건설산업에서 ABM의 활용하여 다양한 상황의 결과를 예측하고 해결책을 선택하는 효과적인 접근법이 될 것이다. 하지만 에이전트의 개별성은 결국 경험적인 과거 사례들에 의존할 수밖에 없고 가능한 모든 상황이 도출되지 않는다는 한계가 있으므로 다양한 사례들과 시뮬레이션 환경을 도입하거나 ABM의 단점을 보완하기 위해서 추가적인 연구가 필요하다고 생각된다.

참고문헌

- [1] Lu, Miaojia, et al. "Understanding the relationship between safety investment and safety performance of construction projects through agent-based modeling." *Accident Analysis & Prevention* 94 (2016): 8-17.
- [2] Ding, Zhikun, et al. "System dynamics versus agent-based modeling: A review of complexity simulation in construction waste management." *Sustainability* 10.7 (2018): 2484.
- [3] Khodabandelu, Ali, and JeeWoong Park. "Agent-based modeling and simulation in construction." *Automation in Construction* 131 (2021): 103882.
- [4] Zhang, Peiyao, et al. "An agent-based modeling approach for understanding the effect of worker-management interactions on construction workers' safety-related behaviors." *Automation in construction* 97 (2019): 29-43.
- [5] 김환진. "The Impact of Agent-based Simulation in Designing Highly Collaborative Workplace." *국내석사학위논문 인하대학교 대학원*, 2022.

Super learner machine-learning algorithms for compressive strength prediction of high performance concrete

이승혜 / 세종대학교 딥러닝 건축연구소 / 조교수/ seunghye@sejong.ac.kr
 Ngoc-Hien Nguyen / 2CIRTech Institute, HUTECH University / Researcher
 Armagan Karamanli / Istinye University / Associate Professor
 Thuc P. Vo. / La Trobe University / Associate Professor
 이재홍 / 세종대학교 딥러닝 건축연구소 /교수/ jhlee@sejong.ac.kr

■ 연구요약

본 연구에서는 고성능 콘크리트 (HPC: high-performance concrete)의 강도예측을 위한 수퍼러너(super learner) 기계학습 모델을 제안하였다. 콘크리트 배합성분과 강도 간의 관계는 고도의 비선형으로 기존의 기계학습 기법보다 더 진화한 기법이 필요하다. 수퍼러너 모델은 다수의 앙상블 기법(ensemble method)을 결합한 것으로 본 논문에서는 random forest regression (RFR), an adaptive boosting (AdaBoost), gradient boosting machine (GBM), extreme gradient boosting (XGBoost), light gradient boosting machine (LightGBM), categorical gradient Boosting (CatBoost)을 사용하여 수퍼러너 기법을 구성하였다. 그리드 서치(grid search) 기법을 사용하여 각 기계학습 모델의 파라미터를 튜닝하였으며 최적의 모델을 구성할 수 있었다. 각각의 앙상블 모델 중 가장 좋은 예측 성능을 보이는 3개의 기법을 선정하여 수퍼러너를 구성하였으며 비교를 위해 6개의 기법 모두를 사용한 수퍼러너 모델도 구성하였다. 총 4개의 HPC 데이터 세트를 통해 제안된 모델의 성능을 입증하였으며 효과적인 예측 방법임을 확인할 수 있었다.

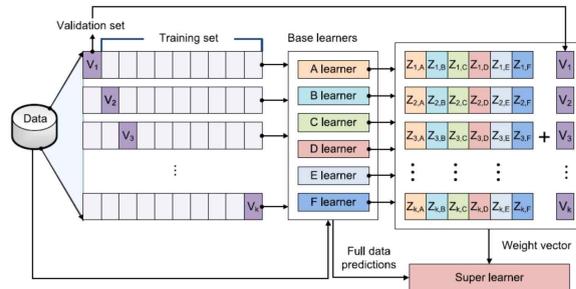


그림1. Overall procedure of super learner model

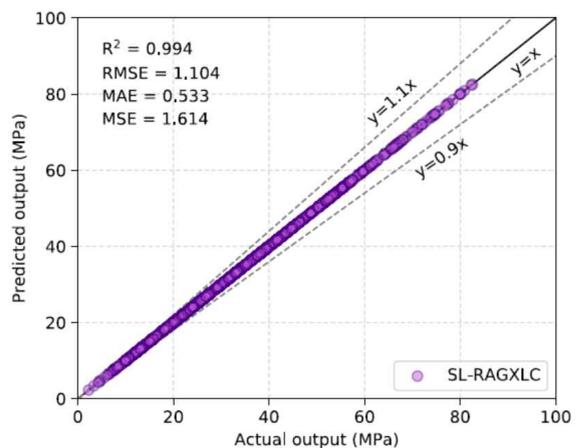


그림2. Correlation between actual and predicted output of Dataset 1

Life-cycle economic assessment for establishing the optimal government solar subsidy program in South Korea

정광복 / 세종대학교 딥러닝 건축연구소 / 조교수 / kbjeong7@sejong.ac.kr
 이재욱 / 세종대학교 딥러닝 건축연구소 / 교수 / jaewook@sejong.ac.kr

■ 연구요약

현행 정부태양광보조금은 프로그램 운영주체에 따라 달라지는 경제적 효과를 고려하지 않기 때문에 다세대 주택단지에서 태양광 발전 시스템을 설치하는 데는 한계가 있다. 따라서 본 연구는 다세대 주택단지의 태양광 발전 시스템 설치를 촉진하기 위한 최적의 정부태양광 보조금 제도를 수립하고자 한다. 이를 위해 본 연구에서는 정부의 태양광 보조금 프로그램과 가구당 월평균 전력 소비량을 고려한 9가지 시나리오를 설정하고 생애주기 경제성 평가를 실시하였다. 그 결과 가구당 월평균 전력 소비량이 200kWh에서 600kWh로 증가했을 때, 25년 후 순 현재 가치의 범위는 US\$8,873.54에서 US\$588,626.83으로 증가하고 다세대 주택단지에 태양광 발전 시스템의 최대 전력용량을 설치할 때 목표 손익분기점이 짧을수록 정부가 지원해야 하는 태양광 보조금이 커지며, 손익분기점 4년과 5년 이내에 태양광 발전 시스템의 경제적 수익성을 충족하려면 각각 최대 US\$966.46/kW와 US\$938.99/kW의 정부 태양광 보조금이 필요하다는 결론을 얻었다. 본 연구의 결과는 정책입안자들이 최적의 정부태양광보조금 제도를 결정하기 위해 도움을 주는 역할을 한다.

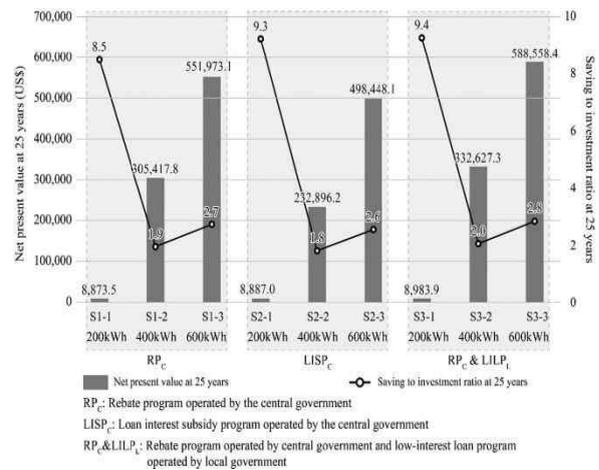


그림 1. NPV₂₅ and SIR₂₅ according to MAECH by scenario when installing optimal PV system.

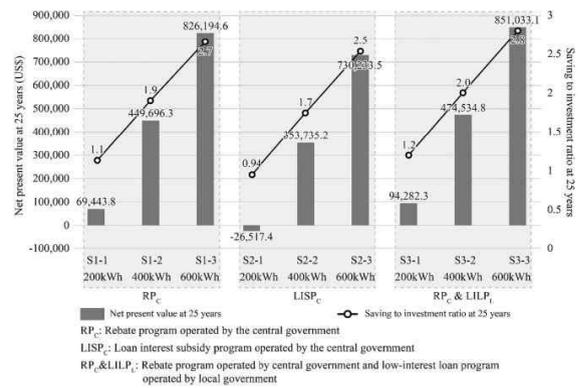
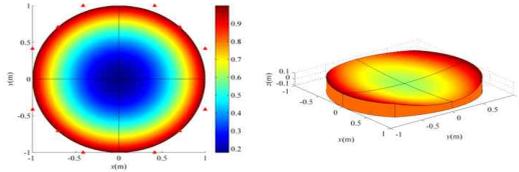


그림 2. NPV₂₅ and SIR₂₅ according to MAECH by scenario for maximum PV system installation.

■ 과제수행 현황

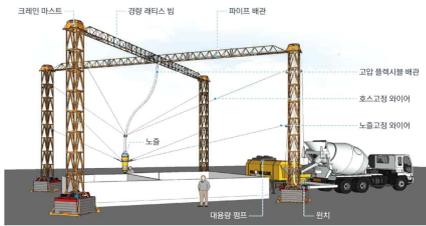
▶ 과제명: 확장유전알고리즘기반 위상최적화를 이용한 구조물 형상설계

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



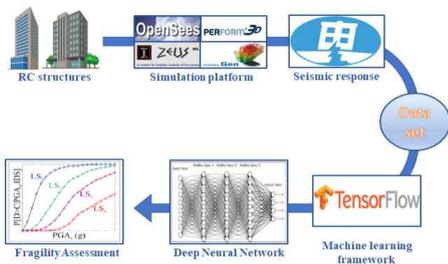
▶ 과제명: 병렬 케이블 로봇기반 건축물용 3D프린팅 기술

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



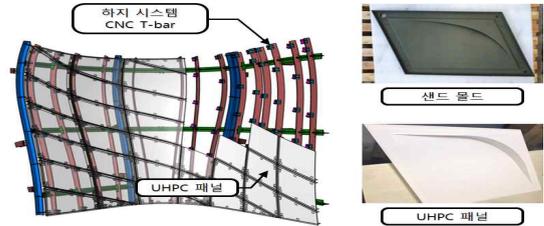
▶ 과제명: DNN기반 위험도 알고리즘생성을 통한 중저층 취약건축물의 보강전과 후의 내진 성능 실증 연구

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



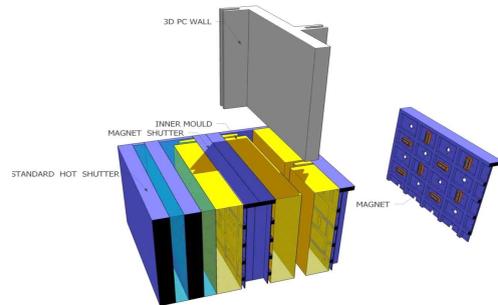
▶ 과제명: 유한요소해석 모델링을 통한 몰드와 UHPC 비정형패널의 설계 기준 개발

- 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: 지진방재 분야 전문인력 양성사업

- 연구책임자: 이기학 교수
- 지원기관 및 지원사업: 행정안전부 지진방재분야전문인력양성사업
- 연구기간: 2022.09.01. - 2024.08.31



▶ 과제명: 지역특성을 고려한 지진재해 지역위험도 평가기술 개발

- 연구책임자: 이기학 교수
- 지원기관 및 지원사업: 행정안전부 국립재난안전연구원 재난안전 공동연구 기술개발사업
- 연구기간: 2022.05.21. - 2025.12.31



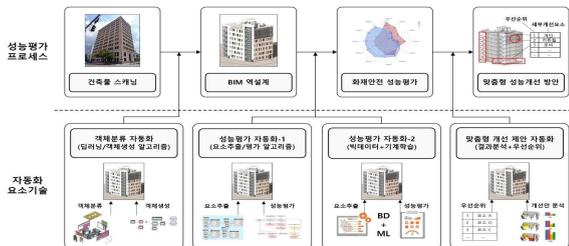
▶ 과제명: 국내 석축형 문화재의 비파괴검사를 통한 내부채움재 검토와 정밀 유한요소해석을 통한 동적거동 특성 연구

- 연구책임자: 이가운 박사후연구원(이기학 교수)
- 지원기관 및 지원사업: 한국연구재단 창의·도전연구기반지원사업
- 연구기간: 2022.06.01. - 2024.02.28



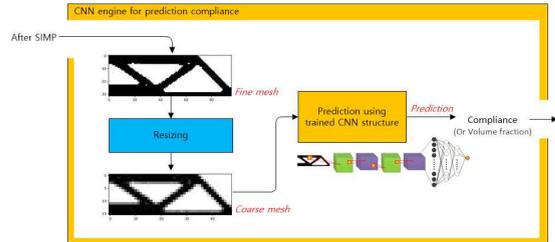
▶ 과제명: 기계학습 기반 BIM 역설계를 활용한 건축물 화재안전 성능평가 자동화 기술 개발

- 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 신진연구지원사업
- 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

- Trinh, D. T., Lee, S., Kang, J., & Lee, J. (2022). Force density-informed neural network for prestress design of tensegrity structures with multiple self-stress modes. *European Journal of Mechanics-A/Solids*, 94, 104584.
- Nguyen, N. H., Tong, K. T., Lee, S., Karamanli, A., & Vo, T. P. (2022). Prediction compressive strength of cement-based mortar containing metakaolin using explainable Categorical Gradient Boosting model. *Engineering Structures*, 269, 114768.
- Luat, N. V., Lee, H., Shin, J., Park, J., Ahn, T. & Lee, K. (2022). Experimental and numerical investigation of RC frames strengthened with a hybrid seismic retrofit system. *Steel and Composite Structures*,

■ 학술대회 참석

▷ 2022년 대한건축학회 추계학술발표대회 참석 / 2022년 여대학원생 공학연구팀 제 지원사업 최종평가 참석

- 참석자: 이승혜 교수, 김소현
- 일시: 2022.10. 27.(목). - 2022.10.28.(금)
- 장소: 휘닉스 제주 섭지코지



2022년 대한건축학회 추계학술발표대회 참가 및 기초연설

▷ 2022년 CONVR 국제 학술발표대회참석

- 참석자: 이재욱 교수, 정광복 교수, 김소현, 최창순, 김형균, 오경석
- 일시: 2022.11.16.(수). - 2022.11.19.(토)
- 장소: 중앙대학교 100주년 기념관
- 주제: THE FUTURE OF CONSTRUCTION IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION AND DECARBONIZATION



2022년 CONVR 국제학술대회 참석

▷ 2022년 한국건설관리학회 정기 학술 발표대회참석

- 참석자: 이재욱 교수, 정광복 교수, 김소현, 최창순, 김형균, 오경석
- 일시: 2022.11.18.(금).
- 장소: 중앙대학교 100주년 기념관
- 주제: RESET, RESHAPE, and REGENERATION of Construction Engineering and Management



2022년 한국건설관리학회 학술대회 참석

▷ 2022년 ICCME 국제 학술발표대회참석

- 참석자: 정광복 교수
- 일시: 2022.11.26.(토). - 2022.11.28.(일)
- 장소: Tokyo, Japan

■ 학회 임원 선출

▷ (사)한국지진공학회 14기 임원 선출

- 대상자 : 이기학 교수
- 직책 : 부회장
- 임기: 2023.03. - 2025.02.