

# Few-shot Learning을 이용한 격점상세도 분류 시스템 구현

박진혁<sup>1</sup> · 김용현<sup>1</sup> · 이국범<sup>1</sup> · 이종서<sup>1</sup> · 김유두<sup>2\*</sup>

## Implementation of Point detail Classification System using Few-shot Learning

Jin-Hyok Park<sup>1</sup> · Yong Hyun Kim<sup>1</sup> · Kook-Bum Lee<sup>1</sup> · Jongseo Lee<sup>1</sup> · Yu-Doo Kim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Research engineer, Movements Research Center, Movements Corp, Seoul, 06614 Korea

<sup>2\*</sup>Associate Professor, Department of Data Convergence Software, Korea Polytechnics, Seongnam, 13590 Korea

### 요 약

디지털 트윈이란 현실세계와 동일한 가상세계를 만드는 기술이다. 다양한 시뮬레이션을 통해 현실 세계의 문제를 파악할 수 있어 여러 산업 분야에서 적용하는 추세이다. 디지털 트윈을 적용하기 위해서는 동일하게 만드려는 현실 세계의 구조가 설계된 도면을 분석해야 한다. 도면을 분석하는 기술이 연구되고 있지만 도면을 작성하는 규칙이나 기준이 작성자마다 다르기 때문에 적용하기 어려운 추세다. 따라서 본 논문에서는 인공지능을 이용하여 도면 중 하 나인 격점상세도를 분석하여 분류하는 시스템을 구현한다. 이를 통해 인공지능을 이용하여 도면을 분석하고 분류할 수 있는 가능성을 확인하고 추후 연구 방향에 대해 소개하고자 한다.

### ABSTRACT

A digital twin is a technology that creates a virtual world identical to the real world. Problems in the real world can be identified through various simulations, so it is a trend to be applied in various industries. In order to apply the digital twin, it is necessary to analyze the drawings in which the structure of the real world to be made identical is designed. Although the technology for analyzing drawings is being studied, it is difficult to apply them because the rules or standards for drawing drawings are different for each author. Therefore, in this paper, we implement a system that analyzes and classifies the vertex detail, one of the drawings, using artificial intelligence. Through this, we intend to confirm the possibility of analyzing and classifying drawings through artificial intelligence and introduce future research directions.

**키워드** : 디지털 트윈, 격점상세도, 퓨샷 러닝, 이미지 분류

**Keywords** : Digital Twin, Point detail, Few-shot Learning, Image Classification

Received 7 November 2022, Revised 9 November 2022, Accepted 9 December 2022

\* Corresponding Author Yu-Doo Kim(E-mail:yudookim@kopo.ac.kr, Tel:+82-31-696-8833)

Associate Professor, Department of Data Convergence Software, Korea Polytechnics, Seongnam, 13590 Korea

**Open Access** <http://doi.org/10.6109/jkiice.2022.26.12.1809>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서 론

코로나19 사태로 대면으로 참여하기 어려워진 일상 생활과 경제활동을 위한 다양한 시도와 변화가 이뤄지고 있다. 이중 디지털 트윈 기술이 주목받고 있다 [1, 2].

디지털 트윈이란 3차원의 디지털 공간에 현실과 동일한 가상 세계를 만드는 기술이다 [3]. 메타버스의 한 유형인 거울세계(mirror worlds)와 같이 동일한 가상 세계를 만들기 때문에 현실에서 발생할 수 있는 상황을 컴퓨터로 시뮬레이션함으로써 결과를 예측할 수 있어 제조, 항공, 의료, 교통, 도시 등 다양한 산업 분야에 적용하고 있다.

제조 분야에서 적용되고 있는 사례로는 선박 건조 설계 작업을 효율화하는 무도면 선박 제조 프로젝트를 추진하고 있다. 또한, 플랜트 운영 효율성 개선 및 최적 생산관리를 위해 원유 입고, 분별 종류, 제품 출하까지 전 과정을 디지털 트윈으로 구축하고 운영 중이다. 에너지 분야에서는 화순풍력단지에서 디지털 트윈 기술을 적용하여 발전설비 가동상태 진단 및 고장예측을 통해 에너지 손실을 최소화하는 데 줄이고 있다 [4].

이러한 시스템을 구축하기 위해서는 공장 및 시설물 단지의 도면을 파악하고 추출하는 기술이 필요하다. 또한 도면에서 추출된 정보를 분류하고 이를 모델링하는 과정 등 많은 과정이 필요하기 때문에 많은 시간과 인력이 소모된다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 다양한 연구가 진행되고 있다 [5 - 8]. 하지만 도면을 작성하는 사람마다 사용하는 기호, 배치 기준이 다르기 때문에 모든 도면의 정보를 추출 및 분류할 수 있는 방법으로 제시하기에는 어려운 현실이다.

따라서 본 논문에서는 인공지능을 이용하여 도면을 분류하는 시스템을 개발하고자 한다. 도면을 작성하는 사람마다 기준이 다르기 때문에 분류하려는 도면마다 동일한 기호지만 다른 의미를 가지는 경우가 있을 수 있다고 판단하여 각 도면에 특성화된 모델을 제공하기 위해 적은 데이터셋으로 단시간 내에 학습할 수 있는 Few-shot Learning을 사용하여 인공지능 시스템을 구축한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 기존의 도면 정보 추출 및 분류 시스템의 내용을 다룬다. 3장에서는 Few-shot Learning을 이용한 도면 분류 시스템의 설계 구조 및 내용을 다룬다. 4장에서는 구현한 시스템을 통한 도면 분류 결과를 보며 최종적으로 5장에서는 결론 및 향후 계획을 기술한다.

## II. 관련 연구

본 장에서는 기존의 도면 추출 및 분류 기술에 대해 알아보고 본 시스템 구현에 사용한 Few-shot Learning에 대해 기술한다.

### 2.1. 기존의 도면 추출 및 분류 기술

도면 정보를 추출하고 추출된 정보를 분류하기 위한 다양한 연구가 진행되었다. 첫번째는 디지털 트윈 구축을 위한 2D 설계 도면 데이터 추출 기법에 관한 연구이다. 건축 설계 엔지니어가 CAD 프로그램을 이용하여 시공 데이터를 point, polyline, block, text와 같은 요소로 도면을 작성하는데 이러한 요소를 JSON 또는 CSV로 추출하는 모듈을 개발하였다 [5, 7]. 하지만 실제 도면에서 point, polyline block과 같은 요소를 이용하여 직관 또는 분기관과 같은 심볼을 만들고 이러한 심볼들 여러 개가 하나의 상세도를 구성하기 때문에 단순히 요소를 추출하는 것만으로 어떤 심볼을 이루고 어느 상세도에 속해 있는지 알기 어려운 문제점이 있다. 두 번째는 인공지능을 이용한 도면 내 요소 자동 검출 기술이다 [8]. 객체 인식 모델 중 하나인 YOLO(You Only Look One)을 사용하여 도면 내의 심볼을 자동 검출하는 기술을 개발하였다. 해당 기술을 이용하여 총 70장의 도면에서 심볼을 검출하는데 1장당 2분 정도로 짧은 시간이 소요되었다고 하였다. 하지만 도면 1장당 심볼의 개수가 명시되어 있지 않고 심볼을 연결하고 있는 연결관은 인식되지 않고 있다. 따라서 심볼 간의 연결 관계를 알 수 없어 실제 도면에 해당 기술을 적용하여 사용할 수 없다.

### 2.2. Few-shot Learning

Few-shot learning이란 매우 적은 이미지 데이터로 모델을 학습시키는 방법이다 [9]. 모델을 학습시킬 때 사용하는 데이터를 Support set이라고 부르고 학습된 모델에 입력시켜 정답을 추론해야 하는 데이터를 Query set이라고 부른다. 즉, Support set과 Query set간의 유사도를 비교하여 같은 데이터인지 다른 데이터인지 비교한다.

Few-shot learning의 대표적인 접근 방법으로는 거리 기반 학습 방식, 모델 기반 학습 방식, 최적화 기반 학습 방식이 있다. 거리 기반 학습 방식은 이미지 간의 거리 즉, 유사도를 측정하는 방식이다. 동일 클래스일 경우 거리를 가깝게 측정하고 다른 클래스 일 경우 거리를 멀게

측정하여 데이터를 분류한다. 거리 기반 학습 방식의 대표적인 기법은 Siamese network이다. Siamese network는 그림 1과 같이 가중치를 공유하는 두 네트워크를 통해 나온 임베딩 값 간의 거리를 계산하여 분류하는 기법이다.

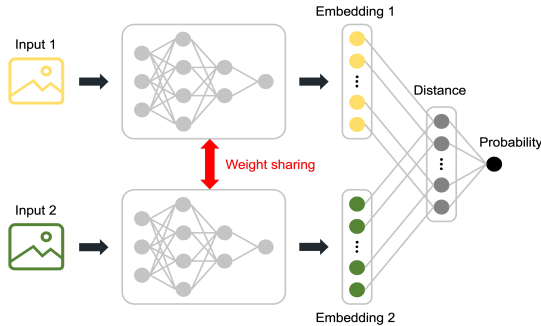


Fig. 1 Siamese network structure

모델 기반 학습 방식의 대표적인 기법은 MANN (Memory-Augmented Neural Networks)이다. MANN는 NTM(Neural Turing Machine)과 Few-shot Learning을 결합한 네트워크로 그림 2, 3과 같이 외부메모리 통해 이전에 학습하였던 정보를 저장하여 이를 통해 적은 데이터로 단시간에 학습하고 분류한다.

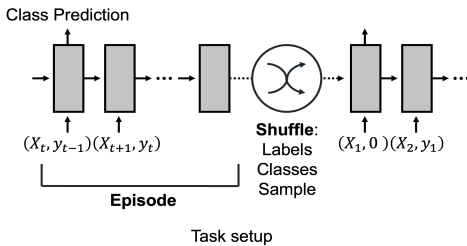


Fig. 2 MANN structure - Task setup

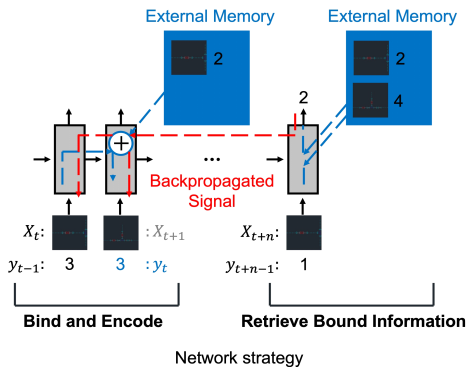


Fig. 3 MANN structure - Network strategy

최적화 기반 학습 방식의 대표적인 기법은 MAML (Model-Agnostic Meta-Learning)이 있다. 일반적으로 기울기 기반의 모델 최적화 방식은 대량의 데이터를 학습하며 최적의 기울기를 탐색하기 때문에 소량의 데이터를 학습하는 Few-shot learning에 적합하지 않다. 하지만 MAML은 소량의 데이터를 이용하여 그림 4와 같이 각 태스크에서 계산했던 기울기를 합산하여 모델을 업데이트 한다.

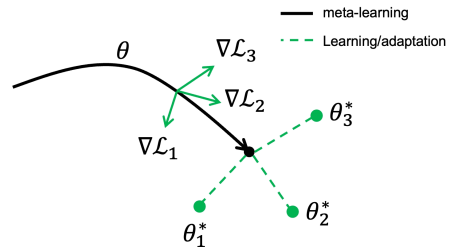


Fig. 4 MAML structure

본 논문에서 구현한 격점상세도 분류 시스템에서는 거리 기반 학습 방식 중 하나인 Siamese Network를 사용하여 구현을 진행하였다.

### III. 격점상세도 분류 시스템

본 장에서는 격점상세도 도면 분류 시스템에 사용한 전처리 기술 및 모델 구조와 학습과정 등 전과정에 대해 기술한다.

#### 3.1. 격점상세도 데이터 전처리

격점상세도 분류 시스템에서 사용하는 분류 모델은 이미지를 입력받아 해당 이미지의 결과값 즉, 레이블을 출력한다. 따라서 분류 모델을 사용하기 위해서는 DWG 또는 DXF 파일 포맷을 가지는 격점상세도 CAD파일의 전처리가 필요하다.

먼저 격점상세도 파일에서 상세도별로 도면 이미지를 추출한다. 이때 추출된 도면 이미지의 파일명을 상세도명으로 저장한다. 파일명을 상세도명으로 저장하는 이유는 모델을 학습하는 과정에서 레이블로 사용하고 실제 분류 시스템을 이용하는 과정에서 입력된 도면 이미지와 모델의 결과값과 비교하기 위해서다.

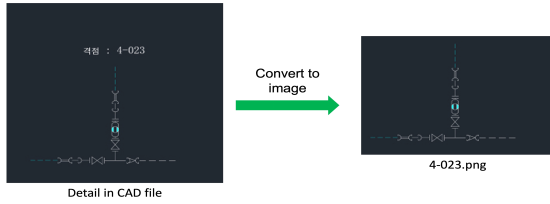


Fig. 5 Convert CAD file to image file

그림 5를 보면 추출된 도면 이미지에서 실제 필요한 부분인 ROI(Region of Interest) 외에 불필요한 여백이 존재한다. 동물, 식물과 같이 모델 학습에 필요한 이미지가 대량으로 존재하는 사물에 비해 도면은 현저히 적으므로 모델 학습에 앞서 이상치를 제거하기 위해 그림 6과 같이 여백을 제거하는 작업을 진행한다. 또한, 추출된 이미지마다 크기가 다르기 때문에 동일한 크기로 보정해준다.

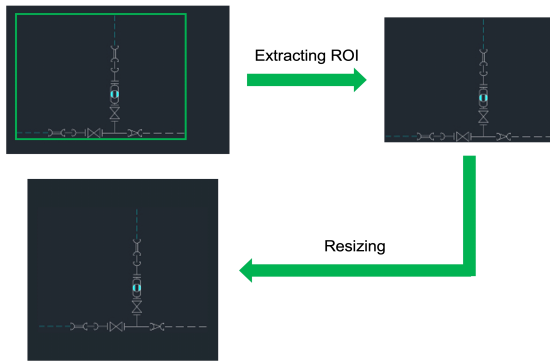


Fig. 6 Image augmentation

### 3.2. 격점상세도 분류 모델 데이터셋 구성

3.1절의 과정을 통해 추출된 도면 이미지에 그림 7과 같이 컬러, 흑백, 색상 반전, 밝기 조절 총 4가지의 증강

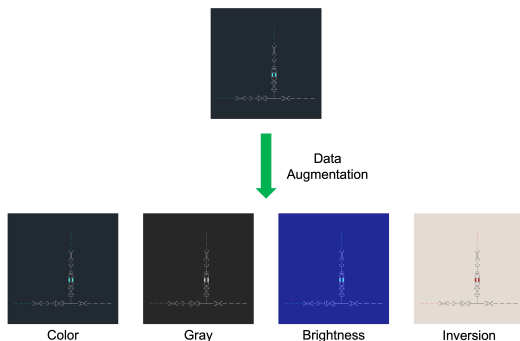


Fig. 7 Removing margin and resizing

기법을 적용하였다. 그 중 컬러, 색상 반전, 흑백 이미지는 학습용 데이터, 밝기 조절과 색상 반전은 검증용 데이터로 사용하였다.

### 3.3. 격점상세도 분류 모델

이미지 분류 모델을 학습하기 위해서는 대량의 이미지가 필요하다. 하지만 도면 이미지는 구하기 힘들기 때문에 적은 데이터로도 모델을 학습시킬 수 있는 기법인 Few-shot Learning의 Siamese Network를 사용하였다.

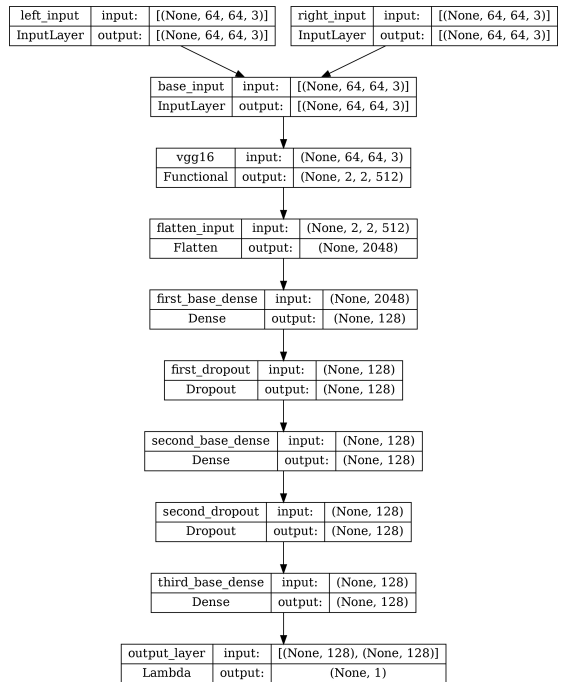


Fig. 8 Siamese Network based on VGG-Network

모델의 구조는 그림 8과 같다. VGG-Net의 모델 구조를 backbone으로 사용하고 Dropout 및 Dense 레이어를 추가하였다.

### 3.4. 격점상세도 분류 모델 학습

3.3의 모델을 이용하여 학습을 진행하였다. 학습에 사용된 인공지능 서버 사양은 표1과 같다.

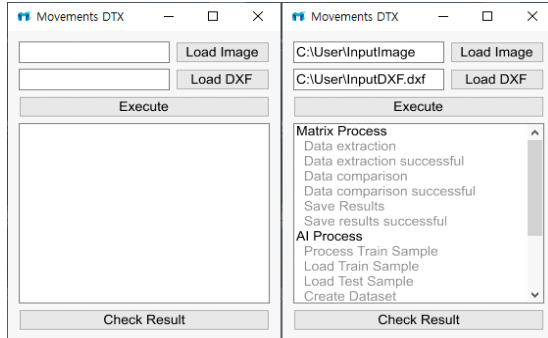
batch size는 256으로 설정하였고, 모델의 오버피팅을 방지하기 위해 early stopping 콜백을 적용하였다.

**Table. 1** Specification of AI Server

	AI Server
OS	Ubuntu 20.04.5
CPU	Intel Core i9 i9-10980XE
Memory	256GB
GPU	Nvidia RTX 3090 x4
CUDA	11.3
CuDNN	8.2.1

#### IV. 구현 및 결과

3장에서 구현한 결과를 그림 9와 같이 GUI 환경으로 구축하였다.

**Fig. 9** GUI on Point Detail Classification System

이미지 불러오기 버튼을 통해 분류하고 싶은 격점상세도 이미지가 담긴 폴더를 선택하고 DXF 불러오기 버튼을 통해 격점상세도가 담긴 CAD 파일을 선택한다. 본 논문에서 구현한 격점상세도 분류 시스템에서 격점상세도 이미지와 CAD 파일 모두 사용하는 이유는 인공지능을 통해 격점상세도 이미지를 분류한 결과를 기존의 분류 기술과 검증하기 위함이다. 실행버튼을 누르면 분류 프로세스가 실행되고 실행되는 과정은 실행버튼 아래 상태창을 통해 확인 가능하도록 하였다.

그림 10은 격점상세도 분류 시스템을 통해 분류된 결과이다. 차례대로 입력한 격점상세도명, 분류에 사용한 방식, 분류결과이다. 분류에 사용한 방식을 표시하는 방법은 NN과 MR 두 가지가 있는데 NN은 Neural Network의 약자로 인공지능을 통해 분류되었다는 것을 의미하고 MR은 Matrix의 약자로 기존의 도면 분석 기

술을 통해 분류되었다는 것을 의미한다. 이때 인공지능을 이용하여 분류된 상세도가 11개, 기존 방식을 이용하여 분류된 상세도가 4개로 인공지능을 이용한 방식의 성능이 기존 방식보다 높은 것을 확인할 수 있다.

분류된 결과를 Confusion matrix로 시각화하면 그림 11과 같다. 총 17종류의 격점상세도를 분류하였고, 그 중 15종류를 정확하게 분류하였다. 실제로 True positive의 결과를 보면 입력한 격점상세도 이미지가 모델이 학습하였던 격점상세도 데이터셋에 있었기 때문에 분류 성공 문구와 함께 상세도명으로 분류가 되었고, True negative의 결과를 보면 모델이 학습하지 못한 격점상세

ID	Classification Method	Result
1	4-041 NN_MR	Success
2	4-027 NN	Success
3	4-031 NN	Success
4	4-036 NN	Success
5	4-050 NN	Success
6	4-040 NN	Success
7	4-051 NN	Success
8	4-039 NN	Success
9	4-035 MR	Success
10	4-030 NN	Success
11	4-025 MR	Success
12	4-033 NN	Success
13	4-028 NN	Success
14	4-032 NN	Success
15	4-038 MR	Success
16		
17	4-043	Fail
18	4-044	Fail

**Fig. 10** Result of Classification

		True Class	
		Positive	Negative
Predicted Class	Positive	13	1
	Negative	1	2

**Fig. 11** Confusion matrix

도이기 때문에 분류 실패 문구만 보였다.

## V. 결 론

본 논문에서 구현한 격점상세도 분류 시스템을 통해 인공지능을 이용하여 격점상세도를 분류할 수 있는 결과를 확인하였다. 이를 통해 디지털 트윈 환경 구축에 필요한 모델링 파일이 존재하는 격점상세도와 존재하지 않는 격점상세도를 자동으로 단시간안에 구분하여 기존에 사람이 일일이 구분하였던 시간을 단축시킬 수 있다.

향후 연구 목표는 격점상세도를 구성하고 있는 심볼의 위치를 객체 인식 모델을 통해 검출하고, 검출된 심볼의 심볼명을 OCR 모델을 통해 추출하는 시스템을 연구 및 개발하고자 한다. 이를 통해 추출된 심볼명이 기존에 존재하는 3D 모델링 파일명일 경우, 검출된 위치에 배치하고 존재하지 않는 파일명일 경우 해당 심볼의 3D 모델링을 파일을 GANverse3D와 같은 2D 이미지를 3D로 생성해주는 모델을 적용하여 제작하여 배치한다 [10]. 이와 같은 연구 목표를 바탕으로 디지털 트윈 환경 구축에 많은 시간이 소요되는 모델링 과정을 전부 자동화할 수 있는 기술 연구를 진행할 것이다.

## ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by Korea Environment Industry & Technology Institute(KEITI) through Project for developing innovative drinking water and wastewater technologies Program, funded by Korea Ministry of Environment (MOE) (RE202101601).

## REFERENCES

[ 1 ] K. H. Hwang, "The possibility of new changes in the media industry, Metaverse," *Media Issue & Trend*, vol. 45, no. 4, pp. 6-15, Aug. 2011.

[ 2 ] M. Y. Heo and B. K. Lim, *A study on the Direction of Consumer Policy following the Acceleration of Digital Transformation after COVID-19*, Republic of Korea, ROK:

Korea Consumer Agency, 2022.

- [ 3 ] Government Excellent Products Association. The technical definition and detailed evolution of the digital twin 5-level model [Internet]. Available: [http://www.jungwoo.or.kr/webzine/2021\\_03/c2.html](http://www.jungwoo.or.kr/webzine/2021_03/c2.html).
- [ 4 ] Information and Communication Strategy Committee, "Key to the Korean version of New Deal 2.0 hyper-connected new industry: Digital Twin Revitalization Strategy," Ministry of Science and ICT, Republic of Korea: MSIT, Technical Report, 2021.
- [ 5 ] J. S. Lee and I. Y. Moon, "Research on Digital Twin Automation Techniques in the Construction Industry through 2D Design Drawing Data Extraction and 3D Spatial Data Construction," in *Proceeding of the Korea Institute of Information and Communication Engineering 2021 Autumn Conference*, Kunsan, Republic of Korea, pp. 609-612, 2021.
- [ 6 ] H. B. Sunwoo, G. H. Choi, and S. J. Heo, "Development of Automation Technology for Structural Members Quantity Calculation through 2D Drawing Recognition," in *Proceeding of the Korea Institute Building Construction Spring Conference 2022*, Naju, Republic of Korea, pp. 227-228, 2022.
- [ 7 ] J. S. Lee, "Efficient 3D Modeling Automation Technique for Underground Facilities Using 3D Spatial Data," *Journal of The Korea Institute and Communication Engineering*, vol. 25, no. 11, pp. 1670-1675, Nov. 2021.
- [ 8 ] H. J. Shin, E. M. Jeon, D. K. Kwon, J. S. Kwon, and C. J. Lee, "Automatic Recognition of Symbol Objects in P&IDs using Artificial Intelligence," *Journal of Plant*, vol. 17, no. 3, pp. 37-41, Sep. 2011.
- [ 9 ] F. Sung, Y. Yang, L. Zhang, T. Xiang, P. H. S. Torr, and T. M. Hospedales, "Learning to Compare: Relation Network for Few-Shot Learning," in *Proceeding of International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition 2018*, Salt Lake City: UT, USA, pp. 1199-1208, 2018.
- [10] Y. Zhang, W. Chen, H. Ling, J. Gao, Y. Zhang, A. Torralba, and S. Fidler, "Image GANs meet Differentiable Rendering for Inverse Graphics and Interpretable 3D Neural Rendering," in *Proceeding of International Conference on Learning Representations 2021*, Virtual, pp. 1199-1208, 2018.



**박진혁(Jin-Hyoun Park)**

경일대학교 사이버보안학과 공학학사  
성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 공학석사  
현)주식회사 무브먼트 연구원  
※관심분야: 컴퓨터 비전, 이상탐지, 디지털 트윈



**김용현(Yong Hyun Kim)**

한국항공대학교 소프트웨어공학과 공학학사  
연세대학교 컴퓨터학과 공학석사  
현)주식회사 무브먼트 연구원  
※관심분야: 이미지 생성 모델, 이미지 변환, 컴퓨터 비전, 딥 러닝, 인공지능



**이국범(Kuk-Beom Lee)**

대진대학교 물리학과 이학사  
건국대학교 산업대학원 산업경영공학과 공학석사  
오제이씨 선임연구원  
이안 수석연구원  
현)주식회사 무브먼트 연구원  
※관심분야: 디지털 트윈, 산업 시뮬레이션, 인공지능



**이종서(Jongseo Lee)**

한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부 공학사  
한국기술교육대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학석사  
한국기술교육대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정 수료  
한국엠에스씨소프트웨어 책임연구원  
현) 주식회사 무브먼트 이사  
※관심분야: 인공지능, 데이터 분석, 디지털 트윈, 메타버스



**김유두(Yu-Doo Kim)**

한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부 공학사  
한국기술교육대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학석사  
한국기술교육대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학박사  
㈜엘지전자 선임연구원  
현) 한국폴리텍대학 분당융합기술교육원 데이터융합SW과 조교수  
※관심분야: 인공지능, 데이터 분석, 디지털 트윈, 메타버스