

최원혁

Wonhyeok Choi



M.S. / Ph.D Integrated Course Student

Researching **Computer Vision** & **Deep Learning**.

Research Interest

- 3D Perception Tasks, Scene Understanding
- Multi-task Learning / Meta-Learning
- Autonomous Driving

Contact Information

- Tel. 010-2997-2903
- Email. smu06117@dgist.ac.kr
- 대구광역시 달성군 현풍읍

Education

- M.S. - Ph.D. Integrated Course in EECS, DGIST
(2022 - Present)
- B.S. Course in Convergence Science, DGIST
(2018 - 2022)

Awards

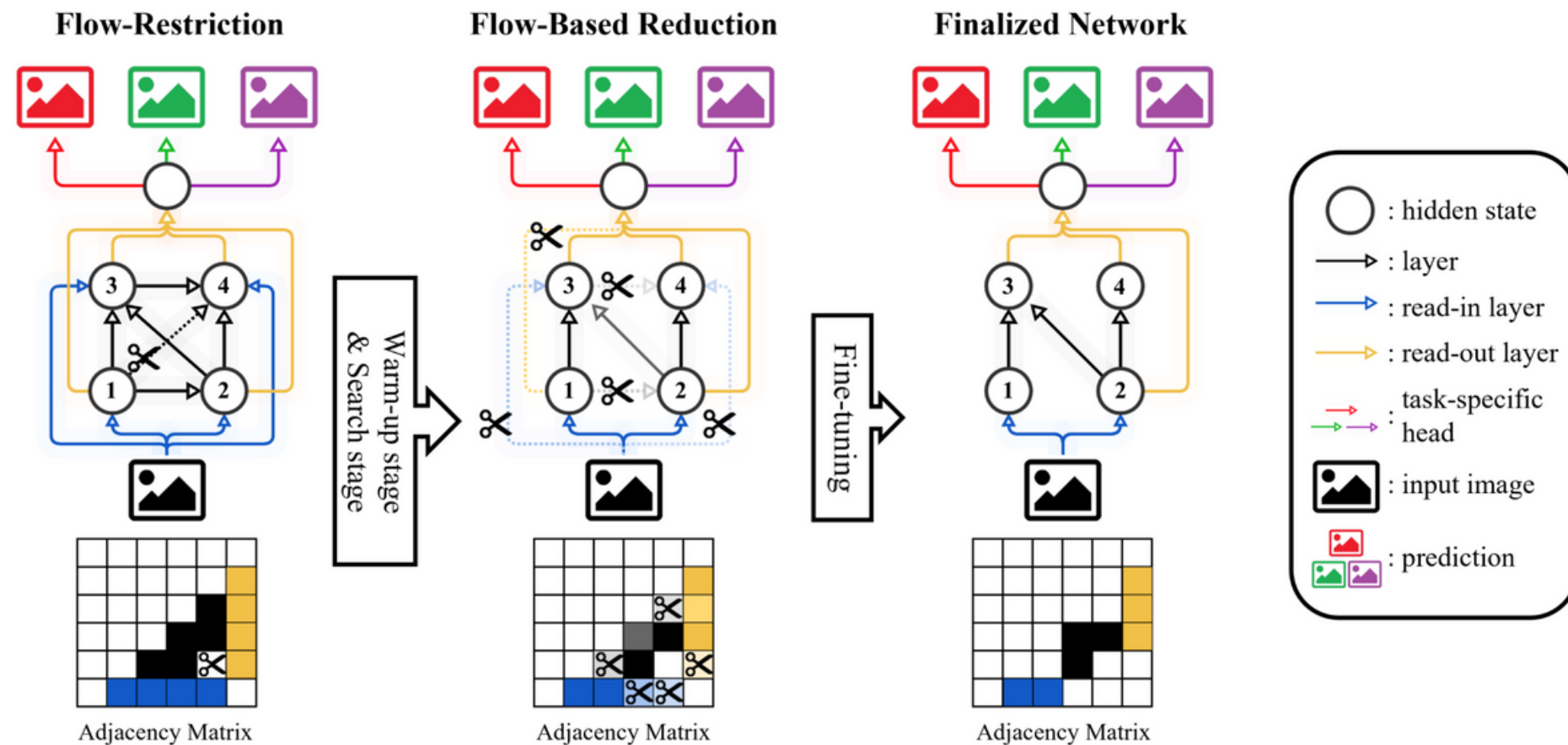
- **Top Prize**, 국토교통부 주관 자율주행 AI개발 챌린지 (2023)
- **Participation Prize**, 제 28회 휴먼테크 논문대상 (2022)

Academic Activities

- Three Publications in International Computer Vision Conferences (CVPR, NeurIPS)
- Three Reviewing Process in International Computer Vision Conferences (CVPR, ICCV, ICRA)
- 4 Patents Registration in the Computer Vision Field
- Other Many Computer Vision Projects

Skills

- Languages: Python, C/C++/C#
- Development: Pytorch, CSS



Project I. 동적 네트워크를 이용한 다중 태스크 학습 연구

참여기간	2022.11.07 ~ 2023.04.
기관명	DGIST 컴퓨터비전 연구실, 현대 NGV (현대자동차그룹)
수행내용	알고리즘 개발, 실험, 논문 작성, 어플리케이션 적용
역할	First Author, 주 연구자

• 프로젝트 목표 : 기존의 다중 태스크 학습에 존재하는 성능 감소 현상의 해결

• 해결 방안 :

- 다중 태스크 학습에 존재하는 성능 감소 현상은 관련성이 떨어지는 태스크 사이의 잘못된 정보 공유로 인해 이루어집니다.
- 기존의 방법들은 이러한 문제를 각각의 태스크에 해당하는 독립된 파라미터 셋으로 분리하여 해결하였으나, 이는 태스크의 관계성에 대한 사전정보를 미리 알고 있어야 한다는 단점이 존재합니다.
- 따라서 본 연구에서는 전체 네트워크에서 사용하거나 사용하지 않을 파라미터를 동적으로 바꿀 수 있는, 동적 네트워크 (Dynamic Neural Network, DNN) 를 사용하여, 태스크마다 적합한 파라미터 셋을 자동적으로 학습하여 문제를 해결했습니다.
- 더 나아가, 기존의 네트워크 구조 탐색 기술에서 다양한 위상 공간에서 구조 탐색을 진행할 시, 최적의 네트워크 구조를 찾을 수 있다는 점에서 기인하여, 위상공간을 확장하면서 동시에 배포된 모델의 크기와 연산량을 줄일 수 있는 최적화 기술을 제안하였습니다.

• 프로젝트 결과 :

- 4개의 공공 데이터셋(Omniglot, Cityscapes, NYUv2, Pascal-Context)에서 기존 다중 태스크 학습 프레임워크 성능 대비 평균 $+5.36\%$ 의 성능 향상

실 적용 어플리케이션의 예시 :

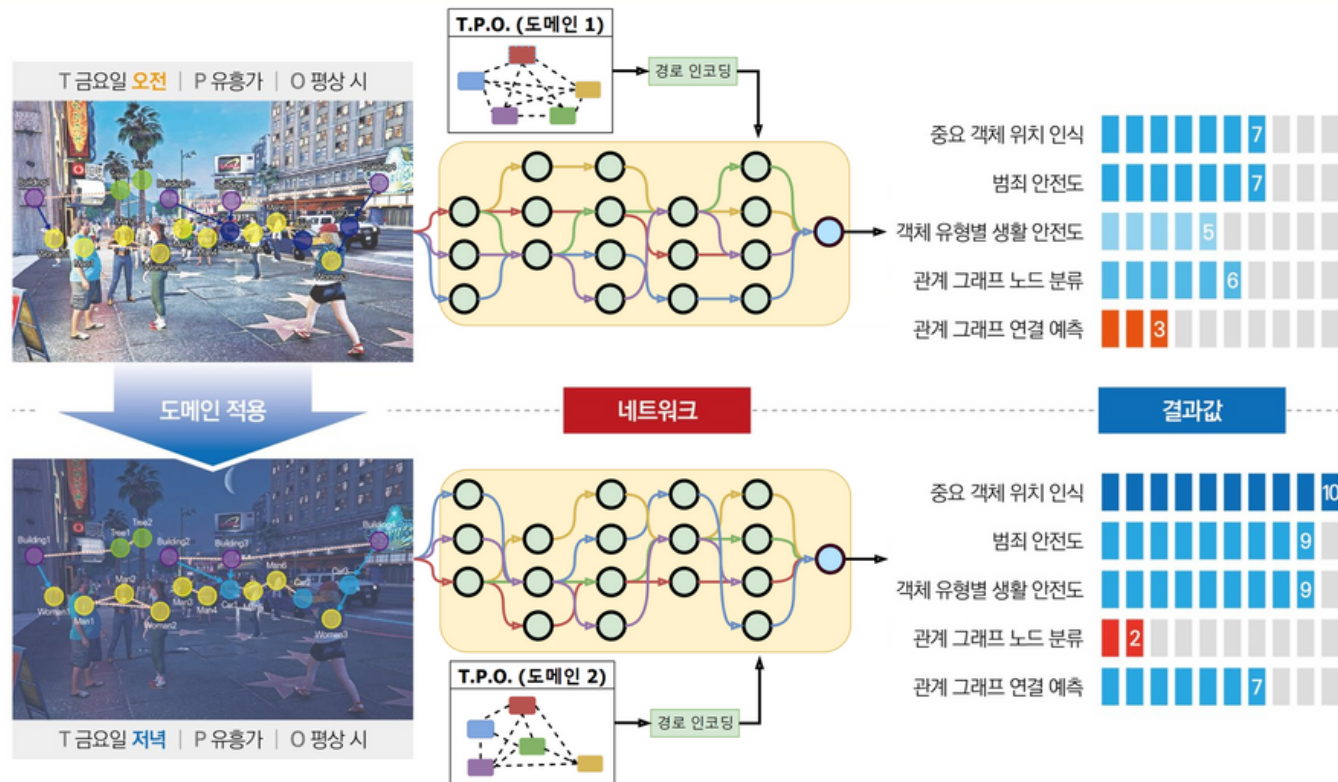
1. 왼쪽 그림은 시간대 (낮, 밤, 여명), 위치 (도시, 고속도로 등) 등의 다양한 환경에서 강인하게 동작하는 동적 연산이 가능한 환경 적응 기술입니다. 다양한 환경에서의 경로 인코딩을 통해 적합한 조건부 연산을 통해 안정된 예측을 얻을 수 있습니다.

2. 오른쪽 그림은 자율주행 상황에서 사용되는 3D 객체 추정, 의미론적 분할, 깊이 추정, 총 3가지의 주요한 태스크를 수행할 수 있는 네트워크의 도식화 입니다. 본 논문에서 제안한 사전탐색 기술을 통해 태스크 별 최적화 경로와 모델의 구조를 찾을 수 있고, 위험한 상황에서의 즉각적인 반응속도가 중요한 자율주행의 특성상 제안된 경량화 기술을 통해 연산량을 효율적으로 줄일 수 있었습니다.

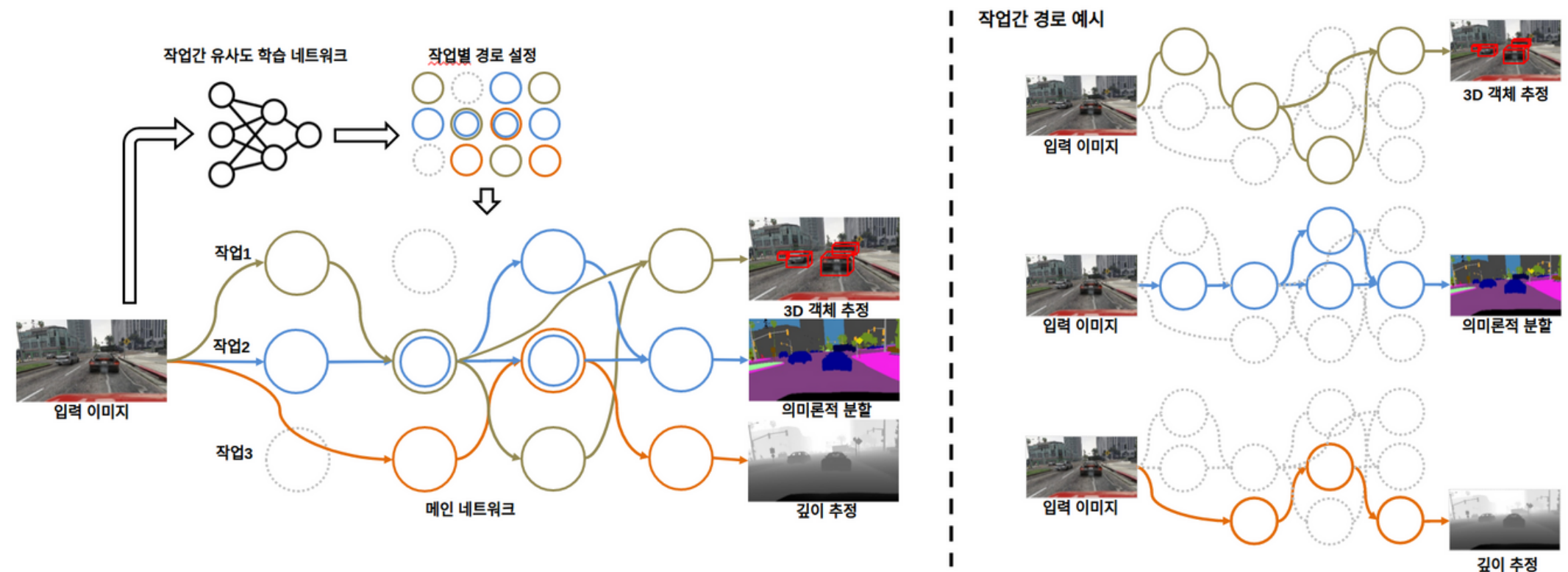
Project I. 동적 네트워크를 이용한 다중 태스크 학습 연구

참여기간	2022.11.07 ~ 2023.06.22
기관명	DGIST 컴퓨터비전 연구실, 현대 NGV (현대자동차그룹)
수행내용	알고리즘 개발, 실험, 논문 작성, 어플리케이션 적용
역할	First Author, 주 연구자

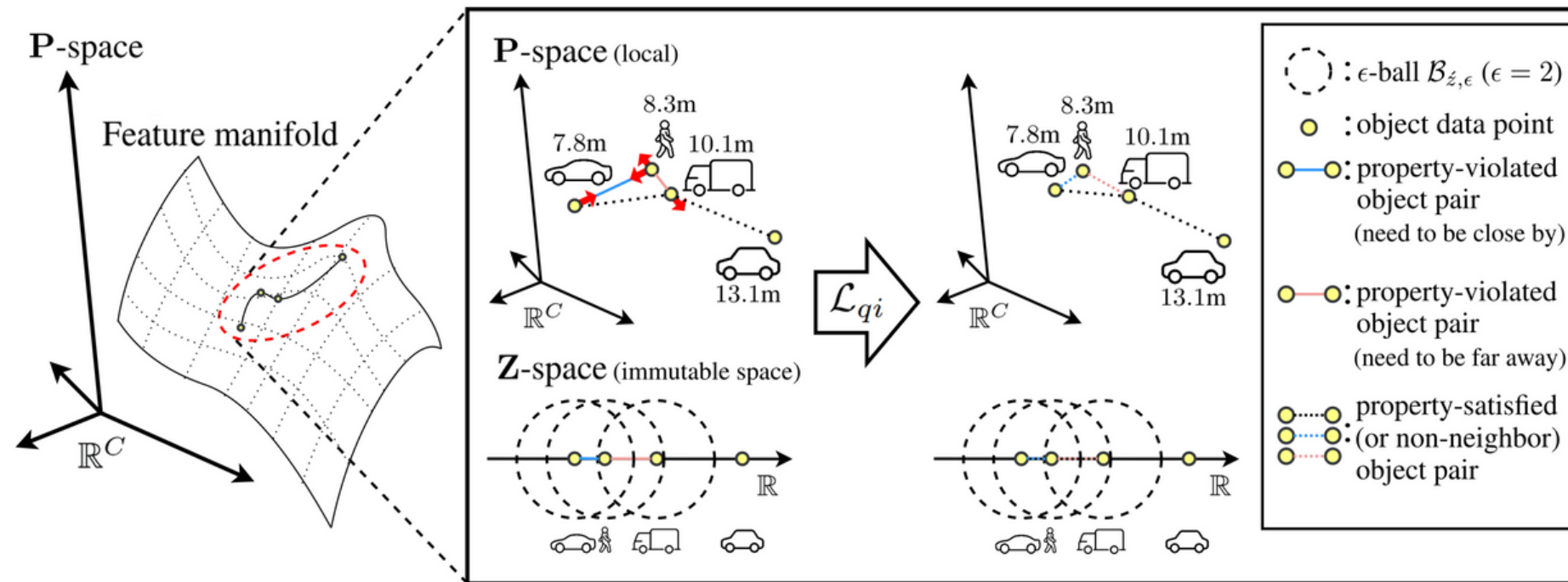
어플리케이션 1. 동적 연산이 가능한 도메인 적응 기술



어플리케이션 2. 자율주행에 적합한 다중태스크 네트워크 구조 탐색



Project 2. Metric Learning을 활용한 단안 3D 객체 추정



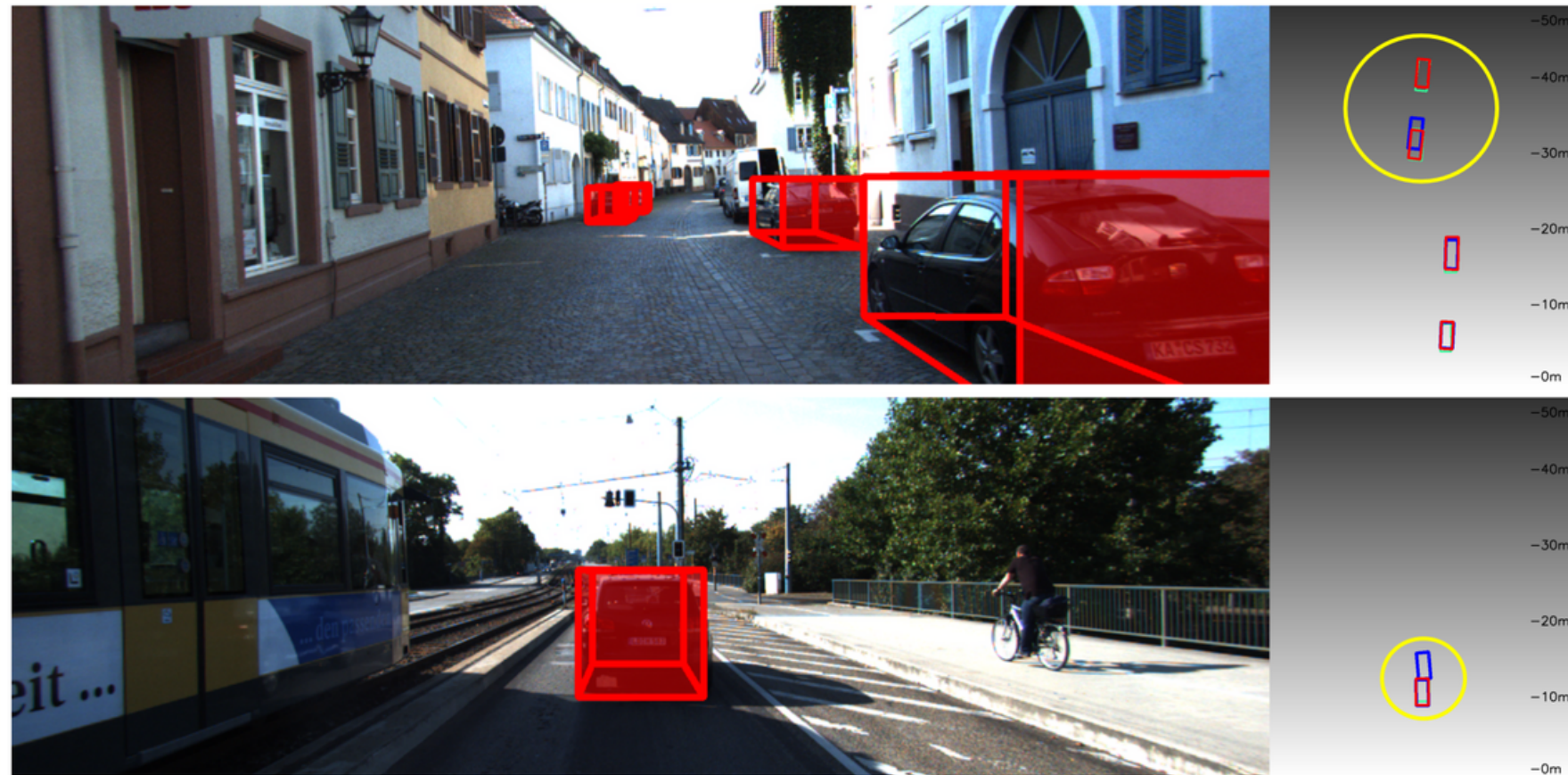
참여기간	2023.03.01 ~ 2023.09.22
기관명	DGIST 컴퓨터비전 연구실
수행내용	알고리즘 개발, 실험, 수학적 증명, 논문 작성
역할	First Author, 주 연구자

- 프로젝트 목표 : 단안 3D 객체 추정에 존재하는 서브태스크인 깊이 추정의 병목현상의 해결
- 해결 방안 :
 - 단안 3D 객체 추정 태스크는 라이다, 멀티 카메라 등의 다양한 센서를 이용하는 방법들 대비 비용이 싸고 쉽게 적용할 수 있다는 강점이 있지만, RGB 이미지 한장에서 얻을 수 있는 3D 정보, 그 중에서도 깊이 추정에 대한 정보가 상대적으로 부족해 성능이 떨어진다는 단점이 존재합니다.
 - 따라서, 객체 깊이 추정의 병목현상을 해결하기 위해 Metric learning 기반의 방법인 Quasi-isometric loss를 제안하였습니다.
 - 본 연구에서는 고차원의 데이터를 저차원으로 임베딩할 때 데이터의 구조(manifold)를 최대한 유지하는 방법으로 거리보존함수를 사용한다는 것에 기 인하여, 저차원의 depth label로 깊이 구분이 용이한 feature manifold를 재구축하는 방법을 사용했습니다.
 - 또한 manifold에서의 distance로 적합한 pseudo-geodesic (가짜 측지선) 이라는 개념을 정의하여 기존의 유클리디안 거리 메트릭으로 local하게 quasi-isometric loss를 적용하였을 때, pseudo-geodesic이 전체적으로 보존된다는 것을 수학적으로 증명하였습니다.
- 프로젝트 결과 :
 - 3개의 공공 데이터셋(KITTI3D, Waymo, NuScene)에서 기존 단안 3D 객체 추정 프레임워크 성능 대비 $\{+25.27, +4.54, +7.60\}\%$ 의 성능 향상

실 적용 사례 예시 :

1. 왼쪽 그림은 기존의 프레임워크의 예측값(파란색)과, 본 프로젝트에서 제안된 방법을 사용했을 때의 예측값(빨간색)을 GT(초록색)와 비교한 시각화 자료입니다. 본 프로젝트에서의 깊이 추정의 병목현상을 해결하겠다는 취지와 맞게, 깊이 추정에서의 오류가 줄어든 것을 확인할 수 있습니다. (오른쪽 Bird-Eye-View 이미지의 노란색 동그라미)
2. 본 연구에서 제안된 Quasi-isometric loss는 loss기반의 plug-and-play method이기 때문에, 객체에 관한 descriptor를 뽑을 수 있는 모든 프레임워크에 유동적으로 적용이 가능합니다. 오른쪽 표는 CenterNet, Voxel, BEV 기반의 다양한 방법에 적용하였을 때의 객체 추정의 성능 향상 폭을 나타냅니다. (3D AP, IoU threshold = 0.7, Recall = 40)

그림 1. 기존 모델과, 제안된 방법을 사용한 모델의 비교 시각화

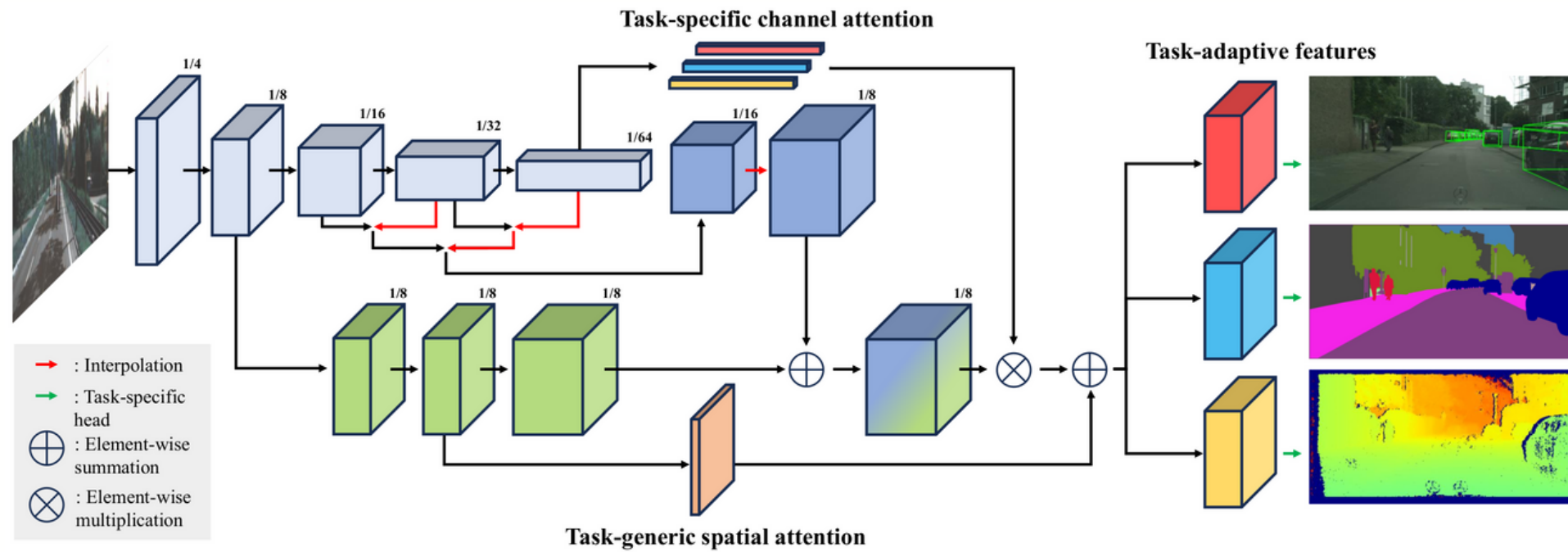


Project 2. Metric Learning을 활용한 단안 3D 객체 추정

참여기간	2023.03.01 ~ 2023.09.22
기관명	DGIST 컴퓨터비전 연구실
수행내용	알고리즘 개발, 실험, 수학적 증명, 논문 작성
역할	First Author, 주 연구자

Taxonomy	Baselines	Incremental
CenterNet-based	MonoDLE, GUPNet, MonoCon	+26.09%
Lidar-based	DID-M3D	+2.93%
Voxel-based	MonoDTR	+4.50%
BEV-based	ImVoxelNet	+6.30%

Project 3. 실시간 자율주행을 위한 다중 태스크 학습 모델 개발



참여기간	2022.11.01 ~ 2023.10.30
기관명	DGIST 컴퓨터비전 연구실, 현대 NGV (현대자동차그룹)
수행내용	알고리즘 수행속도 개선, 추론 정확도 향상, 특허 및 논문, S/W 개발
역할	First Author, 주 연구자

• 프로젝트 목표 : 실시간 자율주행 다중 태스크를 수행 가능한 병합된 네트워크 및 알고리즘 개발

• 해결 방안 :

- 유동적으로 변하는 환경에 맞게 즉각적으로 반응해야하는 자율주행의 특성상, 자율주행 네트워크는 3D 객체 추정, 의미론적 분할, 깊이 추정, 차선 감지 등을 비롯한 여러가지 태스크를 실시간으로 빠르고 신속하게 처리해야 합니다.
- 모델의 경량화와, 빠른 알고리즘 수행 속도를 위해 다중 태스크 학습을 이용해 태스크마다 학습된 단일 모델들을 일원화 가능하지만, 다중 태스크 학습의 고질적인 문제인 부정적 전이 현상에 의해 성능이 감소하는 문제가 존재합니다.
- 따라서, 본 프로젝트에서는 두가지 측면으로 실시간 자율주행 프레임워크 개발이라는 목표를 이뤘습니다.
 - 실시간 처리 신경망구조 디자인 철학에 따른 모델 자체의 경량화
 - 연산량을 거의 증가시키지 않는 새로운 형태의 다중 태스크 기법 개발

• 프로젝트 결과 :

- 1개의 공공 데이터셋(Cityscapes3D)에서 기존 단일 태스크 프레임워크 대비 413.31%의 알고리즘 수행 속도 개선, 4.98%의 추론 정확도 향상.

실 적용 사례 예시 :

1. 왼쪽 그림은 공공 데이터셋인 Cityscapes-3D validation set에 대해서 기존 Baselines들의 알고리즘 수행속도(FPS)와, 성능(Relative performance w.r.t single task baseline)의 trade-off curve입니다 (오른쪽 위에 가까울 수록 이상적). 총 5가지의 기존 baseline들에 비해서 실시간 (30FPS, blue line) 까지 향상된 알고리즘 속도와 단일 태스크 학습 대비 향상된 성능($\Delta T = 0.0\%$, red line)을 확인할 수 있습니다.

2. 오른쪽 그림은 본 연구에서 제안된 다중태스크 모듈인 Task-wise Attention Generator (TAG)의 작동 예시입니다. 그림에서 확인할 수 있다시피, TAG가 어텐션 기반의 방법으로 각각의 태스크 (3D 객체 추정, 의미론적 분할, 깊이 추정)에 대해서 적합한 feature map을 생성하는 것을 확인할 수 있습니다.

*(3D 객체 추정: 차, 자전거 등의 객체 강조, 의미론적 분할: semantic 정보 강조, 깊이 추정: 깊이 정보 강화)

Project 3. 실시간 자율주행을 위한 다중 태스크 학습 모델 개발

참여기간	2022.11.01 ~ 2023.10.30
기관명	DGIST 컴퓨터비전 연구실, 현대 NGV (현대자동차그룹)
수행내용	알고리즘 수행속도 개선, 추론 정확도 향상, 특허 및 논문, S/W 개발
역할	First Author, 주 연구자

그림 1. 속도-성능 trade-off curve

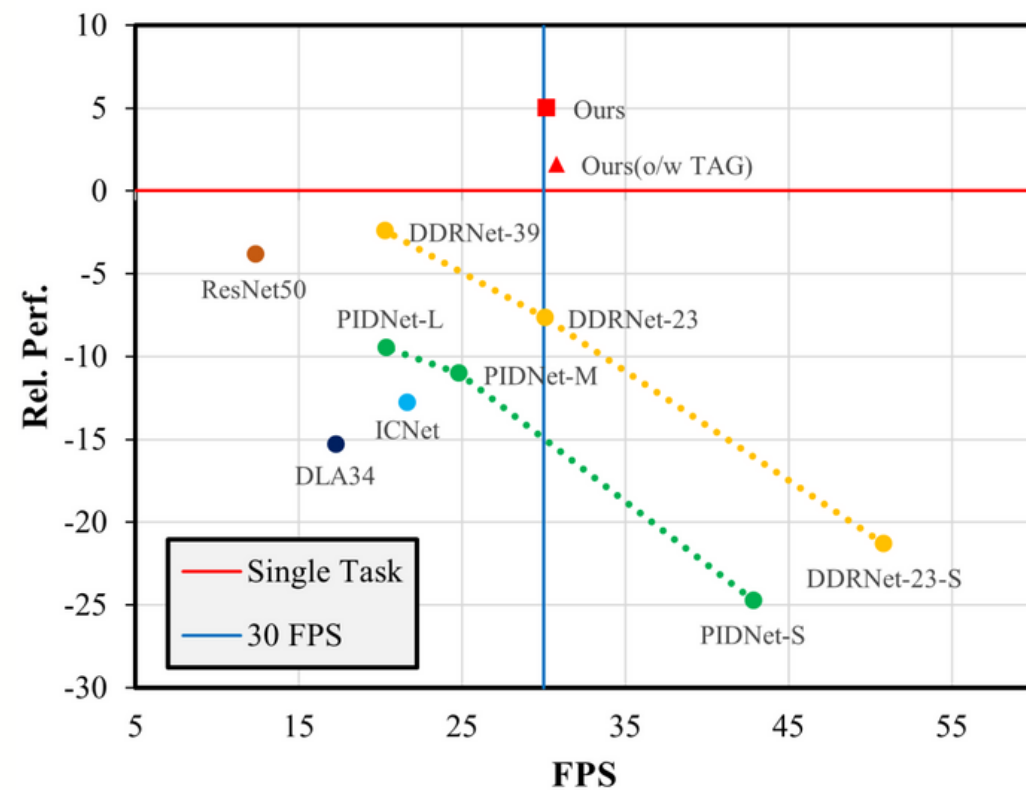
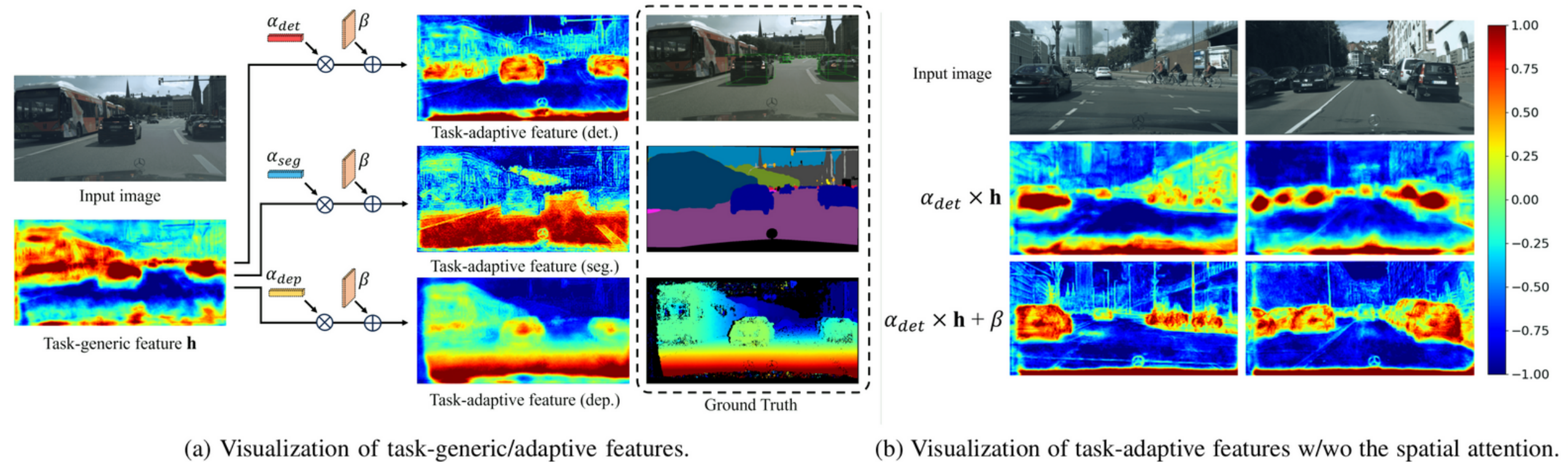


그림 2. 개발된 다중태스크 모듈의 Feature heatmap 시각화 예시



Thank you



Contact Details

Phone : +82 10 2997 2903

Homepage: wonhyeok-choi.github.io (Including Curriculum Vitae)

Email : smu06117@dgist.ac.kr