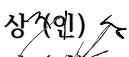



캡스톤디자인 I 계획서

제 목	국문	SAR 영상 분석 및 의미론적 분할 연구				
	영문	SAR image analysis and semantic segmentation research				
프로젝트 목표 (500자 내외)	Synthetic Aperture Radar(SAR) 기술은 지구 관측을 위한 강력한 도구로서, 다양한 환경과 조건에서도 이미지를 제공한다. 이 기술은 낮과 밤, 기상 조건에 영향을 받지 않고 지구 표면을 관측할 수 있다. 하지만 SAR의 복잡한 데이터 특성으로 인해 레이블을 달기 위해서는 전문가와 많은 비용이 소모된다. 원격 감지 분야에서의 Segmentation과 Object detection은 필수적인 기술이다. 딥러닝의 발전으로 상당한 발전을 이루었으며 최근에는 성능이 높게 수렴하는 추세이다. 하지만 광학 이미지와 다르게 SAR 이미지에서는 어려운 문제로 취급된다. 최근에는 다른 도메인의 데이터를 처리하기 위해 Unsupervised Domain Adaptation(UDA)이 주목받고 있다. 우리는 광학 이미지와 SAR 이미지 간의 도메인 불일치 문제를 해결하여 레이블링 비용과 시간을 줄이고 Segmentation과 Object detection 성능 향상에 목표를 둔다.					
프로젝트 내용	이 프로젝트는 SAR 및 광학 이미지 간의 도메인 불일치 문제를 해결하기 위한 비지도 도메인 적응(UDA) 기술 개발에 집중한다. 대규모 이미지 데이터셋의 수집 및 전처리를 시작으로, 컨볼루션 신경망(CNN), 생성적 적대 신경망(GAN), 변형 오토인코더(VAE)를 활용한 새로운 UDA 모델을 설계하여 SAR 및 광학 이미지 데이터의 통합을 목표로 연구를 수행한다. 이 모델은 도메인 간 변환을 용이하게 하여 다양한 유형의 이미지에서 얻은 학습을 효과적으로 적용할 수 있도록 할 예정이다. 모델의 실제 효용성은 다양한 시나리오와 데이터셋에 적용하여 검증하며, 정확성 및 도메인 간 적응 능력 등의 지표를 통해 성능을 평가할 것이다. 최종적으로, 개발된 기술을 원격 감지 응용 분야에 적용하여 재난 관리, 환경 모니터링, 국방 산업 등에서의 효용성을 검증하고, 연구 결과는 국제 학술지 및 컨퍼런스에 발표하여 학술적 기여를 목표로 한다. 이를 통해, 원격 감지 분야의 연구 및 응용 범위 확장에 기여할 것이다.					
중심어(국문)	합성 개구 레이더	원격 감지	컴퓨터 비전	비지도 도메인 적응		
Keywords (english)	Synthetic Aperture Radar	Remote Sensing	Computer Vision	Unsupervised Domain Adaptation		
멘토	소속	에스아이에이	이름	구자명		
팀 구성원	학년/ 반	학 번	이 름	연락처(전화번호/이메일)		
	4/H2	20191785	이지상	010-9758-7656/20191785@edu.hanbat.ac.kr		
	4/H1	20191735	서형원	010-7200-2360/20191735@edu.hanbat.ac.kr		
컴퓨터공학과와 캡스톤디자인 관리규정과 모든 지시사항을 준수하면서 본 캡스톤디자인을 성실히 수행하고자 아래와 같이 계획서를 제출합니다.						
2024 년 03 월 05 일						
책 임 자 : 이 제 상 (인) 						
희망 지도교수 : 장 한 열 (인) 						

## 1. 캡스톤디자인의 배경 및 필요성

Synthetic Aperture Radar (SAR)는 물체나 지형을 대상으로 한 레이더 신호를 활용하여 낮과 밤, 그리고 안개나 구름과 같은 기상 조건에 구애받지 않고 고해상도 이미지를 생성하는 능력을 보유하고 있다. 이러한 특징으로 국내외 연구 기관 및 산업계에서는 SAR 기술의 고유한 특성을 활용하여 지구 관측, 환경 모니터링, 재난 관리, 군사 작전 등 다양한 분야에서의 새로운 응용 가능성을 탐색하고 있다.

최근에는 심층 학습(Deep Learning)과 같은 인공지능(AI) 기술을 SAR 이미지 분석에 접목시키는 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 연구는 SAR 이미지에서의 객체 탐지(Object Detection), 이미지 분할(Segmentation)과 같은 이미지 처리 작업의 정확도와 효율성을 대폭 향상시키고 있다. 하지만, SAR 이미지는 speckle noise와 같은 고유한 특성으로 인해 라벨링 시 위성영상 전문가를 필요로 하고, 광학 이미지와는 다른 복잡한 이미징 메커니즘으로 인해 학습에 어려움이 있다는 제한점이 존재한다. 반면, 광학 이미지는 SAR 이미지에 비해 라벨링에 전문가를 필요로 하지 않고, 간단한 이미징 메커니즘으로 인해 학습하는데 어려움이 적다. 이에 따라, 광학 이미지 기반으로 학습을 진행한 후, 학습된 모델을 SAR 데이터에 적용하는 방법인 비지도 도메인 적응(Unsupervised Domain Adaptation, UDA) 기술을 제안한다

UDA은 SAR와 광학 이미지 간의 데이터 분포 차이를 극복하고자 하는 중요한 접근 방식이다. [1] UDA를 통해 SAR 이미지 분석의 정확도를 높이고, 실제 응용 분야에서의 활용 가능성을 크게 확장할 수 있다. 이 분야에서의 연구는 국내외적으로 아직 초기 단계에 있으나, 우리는 이러한 연구를 통해 SAR 이미지의 제한점을 극복하며 분석 능력을 크게 향상할 것이다.

## 2. 캡스톤디자인 목표 및 비전

본 캡스톤디자인은 SAR 이미지를 활용한 UDA 기술에 초점을 맞추며, 특히 도시 환경 내 건물 탐지를 새로운 연구 대상으로 삼아 기존의 연구 범위를 확장한다. 현재까지 SAR 기반 UDA 연구는 주로 해상에서의 선박 탐지에 집중되어 있었으며, 이는 비교적 단순한 과제로 평가될 수 있다. [2, 3] 선박 탐지는 해상에서 배만을 식별하기 때문에 주변에 복잡한 물체가 적고 상대적으로 간단하다. 그러나 제안하는 건물 탐지는 다양한 지형과 복잡한 도시 환경에서 이루어지므로, 훨씬 더 도전적인 과제라고 할 수 있다.

본 캡스톤디자인의 주요 목표는 복잡한 도시 환경에서 SAR 이미지 분석을 통한 건물 탐지 및 분류 능력의 향상에 있다. 이 연구는 기존의 연구 범위를 확장하여, 광학 이미지 분석에서 축적된 지식을 SAR 이미지 분석에 적용하고 UDA를 사용한 건물 탐지를 목표로 진행한다.

## 3. 캡스톤디자인 내용

분류	내용	설명
기능적 요구사항	UDA를 통한 SAR	- SAR와 광학 이미지 간의 격차를 줄이는 UDA

	이미지 분석	기술 개발과 적용. - 논문을 탐색하고 분석하여 기존 연구 반영.
	데이터셋 수집 및 전처리	- 이미지 전처리, 데이터 증강, 노이즈 제거를 포함한 초기 데이터 처리. - OpenCV와 위성영상 처리 파이썬 패키지 GDAL 사용.
	UDA 모델 설계	- PyTorch 기반으로 코드 작성, CNN 기반의 이미지 처리 모델 활용. - Pretrained 모델은 Hugging Face 사용.
	실제 효용성 검증	- SIA에서 제공하는 SAR 데이터셋을 통해 성능 평가 진행.
비기능적 요구사항	성능	- 모델의 정확성, 도메인 간 적응 능력 등을 최신 UDA 방법과 비교하여 평가.
	보안	- 데이터셋이 벤치마크 데이터셋이므로 외부 사용 가능.
	확장성	- 개발된 모델이 다른 데이터셋에서도 작동하는지 테스트하여 모델의 적용 범위 확장.
	결과	- 연구 모델 기반으로 논문 작성

#### 4. 캡스톤디자인 추진전략 및 방법

학습에 사용되는 데이터셋은 SpaceNet6 경진대회에서 공개된 데이터셋[4]을 기반으로 하여, 900x900 해상도의 3,401장의 이미지를 포함한 광학 데이터, SAR 데이터 및 Building Segmentation mask를 활용한다. 이 데이터셋은 동일한 좌표에서의 Optical/SAR pair 및 Segmentation 학습 데이터를 제공한다. 데이터셋의 학습을 위해 컴퓨터공학과에서 Nvidia RTX A6000 48G 서버 2대를 대여할 예정이다.

팀 구성원 모두 2023년 전공과목인 “인공지능”을 수강한 이력이 있고 “SW중심대학 공동 AI 경진대회 2023”에서 위성 이미지 건물 영역 분할이라는 주제로 경진대회를 수행, 수상한 경험이 있다. 이러한 경험을 통한 인공지능과 위성영상 관련 지식에 대한 이해가 있다.

전체 모델 코드는 PyTorch 기반으로 개발될 예정이며, CNN 기반의 이미지 처리 모델과 Hugging Face의 Pretrained 모델을 활용한다. 이미지 전처리와 데이터 증강을 위해서는 이미지 처

리 라이브러리인 OpenCV와 위성영상 처리 패키지인 GDAL을 사용한다. 개발된 UDA 모델의 효용성은 SIA에서 제공하는 SAR 데이터셋을 활용하여 검증한다. 모델의 성능은 기존 UDA 방법과의 비교 분석을 통해 정량적으로 평가한다.

캡스톤디자인 관련 모든 코드는 <https://github.com/Kkubuck>에 업로드 예정이다.

	팀 구성	성명	주 역할
1	팀장	이지상	논문 및 자료조사, 코드 작성
2	팀원	서형원	논문 및 자료조사, 코드 작성

## 사용 프레임 워크



## 5. 참고문헌

- [1] Zou Y.; Yu Z.; B.V.K. Kumar V.; Wang J.; Unsupervised Domain Adaptation for Semantic Segmentation via Class-Balanced Self-Training. ECCV 2018.
- [2] Shi, Y.; Guo, Y. Unsupervised Domain Adaptation Based on Progressive Transfer for Ship Detection: From Optical to SAR Images. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 60, 2022.
- [3] Yang, Y.; Chen, J.; Sun, L.; Zhou, Z.; Huang, Z.; Wu, B. Unsupervised Domain-Adaptive SAR Ship Detection Based on Cross-Domain Feature Interaction and Data Contribution Balance. Remote Sensing, 2024.
- [4] Shermeyer, J.; Hogan, D.; Brown, J.; Van Etten, A.; Weir, N.; Pacifici, F.; Hänsch, R.; Bastidas, A.; Soenen, S.; Bacastow, T.; Lewis, R. SpaceNet 6: Multi-Sensor All Weather Mapping Dataset. arXiv, 2020.