

캡스톤 디자인 I 최종결과 보고서

프로젝트 제목(국문): SAR 영상 분석 및 의미론적 분할 연구

프로젝트 제목(영문): SAR image analysis and semantic segmentation research

프로젝트 팀(원): 학번: 20191785 이름: 이지상

프로젝트 팀(원): 학번: 20191735 이름: 서형원

1. 중간보고서의 검토결과 심사위원의 '수정 및 개선 의견'과 그러한 검토의견을 반영하여 개선한 부분을 명시하시오.

- 처음에는 SpaceNet6 데이터셋을 활용하여 의미론적 분할 연구에 Unsupervised Domain Adapataion를 적용하려 했으나, 의미론적 분할에서 UDA를 적용한 논문이 존재하지 않아 실험 검증 및 비교가 어려웠음. 또한, 최신 SAR 영상의 의미론적 분할 연구 논문들을 살펴본 결과, Knowledge Distillation(KD, 지식 증류) 방법이 많이 사용되고 있음을 확인함. KD 방법으로 연구를 진행하게 되면 실험 검증 및 비교가 용이해지며, SAR 의미론적 분할 성능을 향상시킬 수 있는 방법론이 다양할 것으로 판단하여 KD 방법을 채택하였음. 이를 통해, 광학 이미지를 활용해 teacher 모델을 학습시키고, 해당 지식을 student 모델 학습에 활용하여 SAR 이미지를 학습시키는 KD 방법으로 접근 방식을 변경하였음.

2. 기능, 성능 및 품질 요구사항을 충족하기 위해 본 개발 프로젝트에서 적용한 주요 알고리즘, 설계방법 등을 기술하시오.

2-1) 학습에 사용할 optical/SAR의 좌표가 일치하는 SpaceNet6 데이터셋 탐색

2-2) SAR 데이터의 스펙클 노이즈 제거를 위한 Despeckling, 밝기 조절을 위한 감마 변환과 같은 최적의 전처리 방법 탐색

2-3) SAR 이미지를 Optical 이미지로 변환하여 Segmentation 성능을 향상시키기 위한 생성 모델 탐색

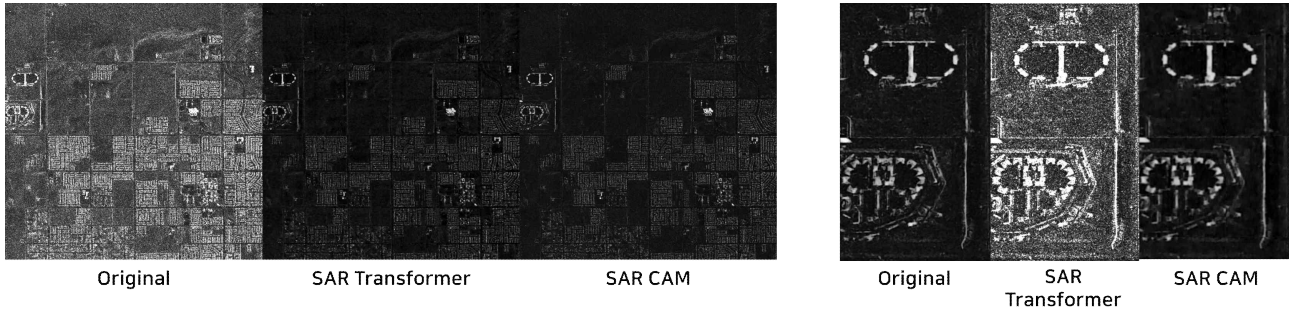
3. 요구사항 정의서에 명세된 기능 및 품질 요구사항에 대하여 최종 완료된 결과를 기술하시오.

3-1. SpaceNet6 데이터 수집 및 전처리



3-2. SAR 이미지 분석, 전처리 방법 탐색

SAR 이미지의 스펙클 노이즈 제거를 위한 딥러닝 모델 탐색 및 밝기 조절을 위한 감마 변환 기법 탐색.



3-3. 기존 SAR 이미지 Segmentation 방법론 조사 비교 연구를 위한 2~3년 이내 최신 방법론 탐색

	논문 제목	학술지/학술대회	발행 연도	Method
1	LRFFNet: Large Receptive Field Feature Fusion Network for Semantic Segmentation of SAR Images in Building Areas	Remote Sensing	2022	1. multi-level feature를 융합하는 Cascaded Feature Pyramid(CFP) 모듈 제안 2. 채널 가중치를 재할당하는 Large Receptive Field Channel Attention(LFCA) 모듈 제안
2	Local-Global Multiscale Fusion Network for Semantic Segmentation of Buildings in SAR Imagery	IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing	2024	1. CNN 기반 인코더, Transformer 기반 인코더 사용한 듀얼 인코더 구조 제안 2. 인코더에서 추출한 특징 융합 모듈 제안 3. 스케일별 계층 융합 디코더 제안
3	Distilled Heterogeneous Feature Alignment Network for SAR Image Semantic Segmentation	IEEE GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING LETTERS	2023	1. 교사 모델(EO로 학습), 학생 모델(SAR)로 학습 2. HFAM을 통해 EO에서 전달된 정보로 SAR 특징맵, 다중 스케일 정렬 수행 3. Test에는 학생 모델만 사용
4	Data Augmentation for Building Footprint Segmentation in SAR Images: An Empirical Study	Remote Sensing	2022	1. Augmentation 에 따른 성능 비교
5	Semantic Equalization Learning for Semi-Supervised SAR Building Segmentation	IEEE GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING LETTERS	2022	1. 학습에 레이블이 있는 SAR, EO 사용 2. 학습에 레이블이 없는 SAR 도 사용 3. 학생 교사 모델 EMA로 학습 4. Test시에는 SAR만 입력

3-4. SAR 이미지의 증대 기법 제안 및 논문 작성

[1] 합성 개구 레이다 이미지의 객체 탐지 성능 향상을 위한 절삭-붙여넣기 기법, KCC, 2024

SAR 이미지의 특성을 고려한 Crop&Paste 기법 제안

발표자정보

이름
성년필립
이메일주소
jphilip2366@gmail.com
전화번호
(+1 개미 상)
소속기관
국립한밭대학교
직위
석좌교수

논문정보

논문제이저수
논문제목
논문저자
주요부문
주요분야

파일

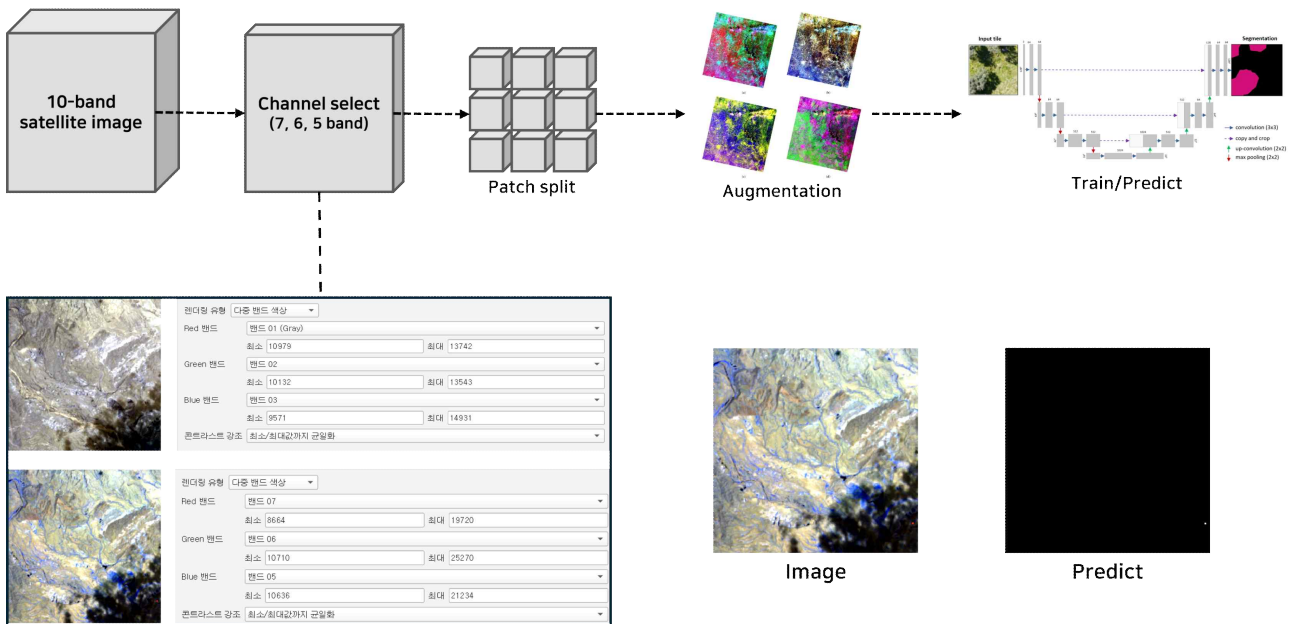
합성 개구 레이더 SAR : 영상은 야간 및 기상 조건에 제약 없이 고해상도 영상을 획득할 수 있다는 장점이 있지만, 스펙트럼 노이즈로 인해 영상 품질 저하와 해석의 어려움이 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해 SAR 영상을 이용하여 광학 영상과 유사한 보다 유용한 영상으로 변환하는 연구가 필요하다. 본 논문에서는 SAR 영상을 광학 영상으로 변환할 때 GAN 기반 대신 조건부 확산 모델을 사용할 때, 데이터 전처리 및 증대 방법을 제안한다. 수평 변인 및 90도 회전과 같은 데이터 증강 기법과 스트레칭 및 ±0.2% 스케일링과 같은 전처리 기법을 적용함으로써 변환된 영상의 품질을 더욱 향상시키고 실제 광학 영상과 더 유사한 영상을 생성할 수 있게 된다. 실험 결과, 조건부 확산 모델에서의 데이터 증대 및 전처리 방법이 FID 평가 지표에서 최대 6.83% 감소하여 광학 영상과 유사한 영상을 생성하도록 유도함을 입증하였다. 제안된 방법은 SAR 영상의 활용 범위를 확대하고 재난 관리, 환경 모니터링, 도시 계획 등 다양한 분야에서 위성 영상 분석 분야에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.
[KCC 2024]합성개구레이더 영상에서 광학 영상으로의 이미지 변환을 위한 데이터 전처리 및 증대 기법_제출.pdf

심사 결과

구분	심사위원 A	심사위원 B
1. 해당 분야의 학술적 또는 산업적으로 중요한 주제를 다루고 있는가?	8	
2. 해결하려는 문제와 해결 방안을 명확히 제시하고 있는가?	24	
3. 해결 방안의 신규성과 우월성을 실험 또는 증명으로 적절히 평가하고 있는가?	24	
4. 참고문헌을 포함하여 과거연구와 경쟁적 또는 경쟁적 비교를 제시하고 있는가?	16	
5. 논문의 구성과 서술 방법이 적당한가?	8	
총점	80	
심사결과세션	Poster	
최종평가	Accept	

3-5. 위성 데이터 전처리 기법 탐색을 위한 위성영상 경진대회 참여, 수상(제6회 2024 연구개발특구 AI SPARK 챌린지- 글로벌 산불 감지 챌린지) : AI를 활용한 향상된 위성 이미지 분석)

위성 센서 데이터를 활용해 Segmentation을 수행하는 경진대회 참여, 대상 수상





[인공지능팩토리] 제6회 2024 연구개발특구 AI SPARK 챌린지 최종심사 결과 안내

받은편지함 x



Platform AF - ccs@aifactory.page

4월 5일 (금) 오후 6:10 ☆

참가자님 안녕하세요.
인공지능팩토리입니다.

축하드립니다. 🎉

참가팀은 이번 [제6회 2024 연구개발특구 AI SPARK 챌린지]의 입상자로 선정되었습니다.

시상 내용은 다음과 같습니다.

- 대회명 : 제6회 2024 연구개발특구 AI SPARK 챌린지
- 팀명 : AIM
- 입상 결과 : 대상
- 상금 : 1000만원
- 팀 최종 스코어

팀명	리더보드 score	검증 score
AIM	0.972682점	0.972682

----- 아래 -----

1. 시상식 일정 및 장소 안내

시상식 일정은 2024년 4월 중으로 진행 예정이며 장소는 아직 정해지지 않았습니다.
시상식 일정 및 장소는 정해지는 대로 안내 메일을 전달 드리겠습니다.

2. 상금 수령 안내

수상자 분들께 대한 상금 지급을 위하여 이후 서류 제출을 요청드리고자 하오니, 수상팀은 메일 확인하시어 최선을 주시기 바랍니다.

다시한번 수상을 진심으로 축하 드리며 🎉

문이나 의견이 있으신 경우 메일 확인 부탁드립니다 ☺

감사합니다.
인공지능팩토리 드림

aifactory.space

4. 구현하지 못한 기능 요구사항이 있다면 그 이유와 해결방안을 기술하시오,

최초 요구사항	구현 여부(미구현, 수정, 삭제 등)	이유(일정부족, 프로젝트 관리미비, 팀원변동, 기술적 문제 등)
비지도 학습으로 SAR Segmentation 성능 개선	지식 증류(Knowledge Distillation)를 활용한 SAR Semantic Segmentation으로 변경하여 진행 예정	비지도 학습 기반 방법의 부재로 인해 실험 검증 및 비교하기가 어려움.

5. 요구사항을 충족시키지 못한 성능, 품질 요구사항이 있다면 그 이유와 해결방안을 기술하시오.

분류(성능, 속도 등) 및 최초 요구사항	충족 여부(현재 측정결과 제시)	이유(일정부족, 프로젝트 관리미비, 팀원변동, 기술적 문제 등)
		해당사항 없음

6. 최종 완성된 프로젝트 결과물(소프트웨어, 하드웨어 등)을 설치하여 사용하기 위한 사용자 매뉴얼을 작성하시오.

6-1. SAR 이미지 증대 기법(Crop&Paste)

- 하드웨어 정보 및 파이썬 버전

Python 3.8.16

Ubuntu 20.04.6 LTS

GPU: NVIDIA A6000 x 2

CPU: AMD EPYC 7642 48-Core Processor x 96

Memory: 629GiB

- 사용자 매뉴얼

증대 데이터셋 생성 방법

python boxandpaste.py --[옵션]

1. original_dataset_dir: str(default: './ori_data')
 - 데이터 증대를 적용하기 위한 원본 디렉토리 경로
2. crops_dir: str(default: './aug_data')
 - 데이터 증대를 적용해 저장할 디렉토리 경로

ex: python boxandpaste.py --original_dataset_dir ./ori_data --crops_dir

모델 학습 방법

python train.py --[옵션]

1. batch_size: int(default: 4)
 - 배치 크기
3. epochs: int(default: 10)
 - 에폭 수
4. dataset_path: str(default: './')
 - 데이터셋 경로
5. num_workers: int(default: 4)
 - 데이터 로더에서 사용할 cpu 코어 수
6. project_name: str(default: SAR_Seg)
 - wandb에 로깅시 사용할 프로젝트 명
7. data_usage: float(default: 1.0)
 - 데이터 셋 사용 비율
8. wandb_run_name: str(default: baseline)
 - wandb 로깅시 사용할 이름

ex: python train.py --num_workers 8 --project_name boxandpaste --data_usage 1.0 --wandb_run_name original_10per

6-2. SAR 이미지 증대 기법(SAR to Optical Translation)

- 하드웨어 정보 및 파이썬 버전

Python 3.8.16

Ubuntu 20.04.6 LTS

GPU: NVIDIA A6000 x 2

CPU: AMD EPYC 7642 48-Core Processor x 96

Memory: 629GiB

- 사용자 매뉴얼

데이터셋 전처리 방법

python tif_to_png_stretch.py

- TIF 파일을 stretching 전처리를 적용하여 학습 가능하도록 PNG파일로 변환하는 코드

1. input_dir: str(default: './tif')
 - TIF 파일 폴더
2. output_dir: str(default: './png')
 - PNG 파일을 저장할 폴더

python crop.py

- PNG 파일의 검은 부분을 전처리를 통해 제거하여 학습에 용이한 사이즈로 crop하는 코드
1. input_dir: str(default: './png')
 - stretching 전처리 된 PNG 폴더
 2. output_dir: str(default: './cropped_png')
 - crop된 PNG 파일을 저장할 폴더

모델 학습 방법

sh train.sh

- SAR 영상과 Optical 영상을 가지고 학습하는 코드
1. data_dir_opt: str(default: './opt_cropped_png')
 - crop된 Optical PNG 파일 폴더
 2. data_dir_sar: str(default: './sar_cropped_png')
 - crop된 SAR PNG 파일 폴더

모델 샘플 생성 방법

sh sample.sh

- SAR 영상만 가지고 Optical 영상을 샘플링하는 코드
1. model_path: str(default: './model/model100000.pt')
 - 학습된 모델 가중치 파일
 3. data_dir_sar: str(default: './sar_cropped_png')
 - crop된 SAR PNG 파일 폴더

6-3. 산불 탐지 경진대회

- 하드웨어 정보 및 파이썬 버전

Python 3.8.16

Ubuntu 20.04.6 LTS

GPU: NVIDIA A6000 x 2

CPU: AMD EPYC 7642 48-Core Processor x 96

Memory: 629GiB

데이터 전처리 및 모델 학습 방법

train.ipynb

- train 이미지 학습 코드
1. train_img_path: str(default: '../dataset/train_img')

- 학습 이미지 파일 폴더
2. train_mask_path: str(default: '../dataset/train_mask')
 - 학습 마스크 파일 폴더
 3. train_split_path: str(default: '../dataset/train_split')
 - 학습 이미지 및 마스크 split 하여 저장할 폴더
 4. model_save_path: str(default: './model_save_path')
 - 모델 저장 폴더
 5. EPOCHS: int(default: 10)
 - 에포크 수 설정
 6. BATCH_SIZE: int(default: 32)
 - 배치사이즈 설정
 7. IMG_SIZE: int(default: 256)
 - 이미지 사이즈 설정
 8. CHANNELS: int(default: 3)
 - 채널 개수 설정
 9. LEARNING_RATE: float(default: 0.001)
 - 학습률 설정

predict.ipynb

- test 이미지 예측 코드
1. predict_img_path: str(default: '../dataset/train_img')
 - 테스트 이미지 파일 폴더
 2. predict_pth_path: str(default: '../dataset/train_mask')
 - 학습한 가중치 파일
 3. predict_mask_path: str(default: '../dataset/train_split')
 - 예측한 마스크 저장 폴더
 4. pkl_save_path: str(default: './model_save_path')
 - 마스크 정보를 pkl로 저장할 경로
 5. BATCH_SIZE: int(default: 32)
 - 배치사이즈 설정
 6. IMG_SIZE: int(default: 256)
 - 이미지 사이즈 설정
 7. CHANNELS: int(default: 3)
 - 채널 개수 설정

7. 캡스톤디자인 결과의 활용방안

본 캡스톤 디자인 프로젝트는 SAR(Synthetic Aperture Radar) 이미지를 활용한 지식 증류(Knowledge Distillation, KD) 기술을 중심으로 진행됨. 특히, 복잡한 도시 환경 내에서 건물

탐지를 새로운 연구 대상으로 삼음. 이 연구에서는 Electro-Optical(EO) 이미지를 teacher 모델로, SAR 이미지를 student 모델로 사용하여 지식 증류를 수행함. EO 이미지에서 학습된 지식을 SAR 이미지 분석에 적용하여, 온전하지 않은 SAR 데이터를 보완하고 SAR 분할 성능을 높이는 것이 목표임. 또한, SAR 데이터의 부족 문제를 해결하기 위해 데이터 증대 기법이나 생성 모델을 활용하여 SAR 데이터의 특성에 적합한 데이터를 생성하고자 함.

제안된 기술은 위성영상을 사용하는 재난 관리, 환경 모니터링, 국방 산업 등 다양한 분야의 기초 모델로 활용 가능함. 이를 통해 재난 발생 시 신속한 대응과 환경 변화 모니터링을 통한 환경 보호, 국방 관련 의사 결정의 정확성을 높일 수 있음. 또한, 연구 결과를 국제 학술지 및 컨퍼런스에 발표하여 학술적 기여를 이루고, 이를 통해 SAR 이미지 원격 감지 분야의 연구를 개척하고자 함.

연구의 주요 목표는 복잡한 도시 환경에서 SAR 이미지 분석을 통해 건물 탐지 및 분류 능력을 향상시키는 것임. 이를 통해 SAR 기반 기술의 새로운 적용 가능성을 제시하고, 원격 감지 분야의 발전에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대됨.