

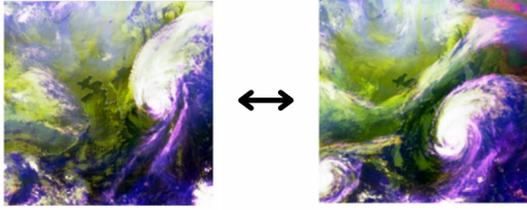
멀티모달 임베딩 정렬 기반 자연어 위성사진 유사 사례 검색



강하운, 김윤희, 배세은, 이가현, 홍세원, 박하명*
국민대학교, 국민대학교*

gomtang3274@kookmin.ac.kr, yuni2821@kookmin.ac.kr, 1004bse@kookmin.ac.kr,
anna030608@gmail.com, hsw1805@kookmin.ac.kr, *hmpark@kookmin.ac.kr

BACKGROUND



기상이미지 유사도에만 의존



자연어 기반 검색 기능이 불가



이미지-텍스트 데이터 구축 및 검색 기능 개선

ABSTRACT

본 연구에서는 자연어 질의를 통해 위성사진의 유사 기상 사례를 검색할 수 있는 멀티모달 임베딩 정렬 기법을 제안한다.

먼저, ChatGPT 기반의 멀티모달 LLM을 활용하여 위성사진으로부터 지역별 기상 상황을 설명하는 자연어 텍스트를 생성하고, 학습 데이터를 구축하였다.

이후, 사전학습된 이미지 인코더와 텍스트 인코더를 사용하여 각 모달리티에 대한 임베딩을 추출하였으며,

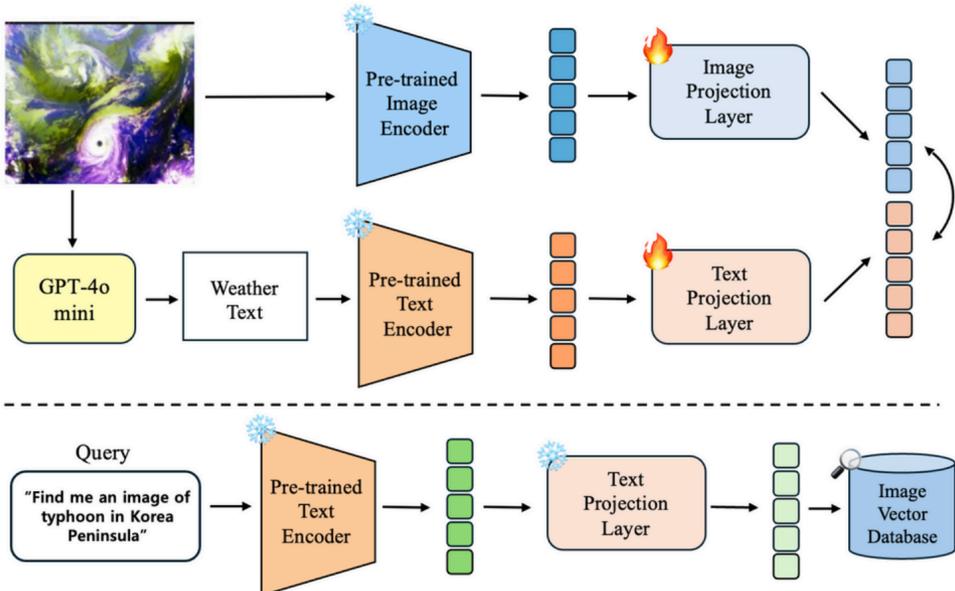
Triplet Loss 기반의 대조학습을 적용하여 이미지와 텍스트 임베딩 간의 의미적 정렬을 학습하였다.

실험에는 천리안 위성 데이터를 활용하였으며, 기상 조건을 자연어로 질의한 후 해당 질의와 의미적으로 유사한 위성사진을 검색하는 방식으로 성능을 평가하였다.

그 결과, 다양한 형태의 자연어 표현에 대해 실제 기상 조건을 반영한 유사 사례를 효과적으로 검색해냈다.

본 연구는 자연어 기반의 직관적인 검색 기능을 통해 기상 예측과 분석에서 활용 가능한 위성영상 검색 시스템의 가능성을 보여준다.

MODEL ARCHITECTURE



METHOD

MLLM을 통한 텍스트 데이터 생성

- 위성 사진 데이터는 명확한 정답 레이블이 존재하지 않아, 위성 이미지에 대한 자연어 설명을 생성하기 위해 아래 프롬프트 활용

You are a weather analysis expert who provides clear answers to all questions. The given image is an infrared channel image captured by the COMS satellite over East Asia in November 2017. Respond by identifying the observed weather phenomena in the image for each specified region as a "Region - Weather Phenomenon" pair, using bullet points. Answer only bullets. Do not explain the progress.

List of regions: Korean Peninsula, Mongolia, Northern China, Eastern China, Southern China, Manchuria and Primorsky Krai, Honshu (Japan), Hokkaido (Japan), Kyushu (Japan), East China Sea, Philippine Sea, South China Sea, and the Pacific coast of Japan.

이미지-텍스트 정렬을 위한 Contrastive Learning

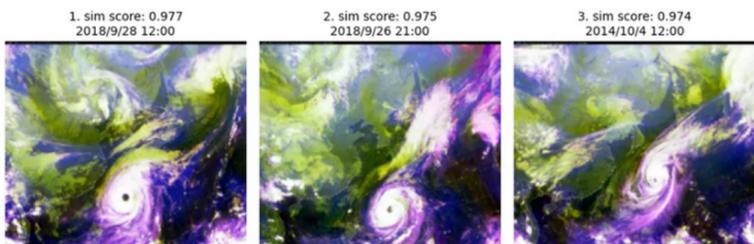
- 이미지-텍스트 정렬을 위한 Contrastive Learning 기법을 적용하여, 이미지와 텍스트 임베딩 쌍 간의 의미적 유사도 학습
- 위성사진과 같은 시각적 데이터를 자연어로 질의했을 때, 의미적으로 유사한 이미지를 효과적으로 검색할 수 있는 멀티모달 정렬 모델 구축

RESULT

I. 복합 질의에 대해 지역명과 기상 현상을 모두 포함하는 검색 결과 수

지역 / 기상 현상	Snow	Clear	Cloudy	Rain	Typhoon
Korean Peninsula	13	14	19	6	2
Mongolia	1	13	3	0	0
Northern China	5	1	19	9	0
Eastern China	1	0	14	12	7
Southern China	0	3	12	9	1
Manchuria and Primorsky Krai	14	3	17	2	0
Honshu (Japan)	11	1	12	12	9
Hokkaido (Japan)	20	12	3	1	0
Kyushu (Japan)	0	5	15	16	7
East China Sea	0	1	10	7	4
Philippine Sea	0	4	14	0	3
South China Sea	0	8	17	6	1
Pacific coast of Japan	2	0	10	18	1

II. "Honshu, Japan is experiencing a typhoon."으로 검색된 상위 3개 이미지



III. 기상 카테고리별 질의 임베딩 시각화

