

# 2025-2 졸업프로젝트

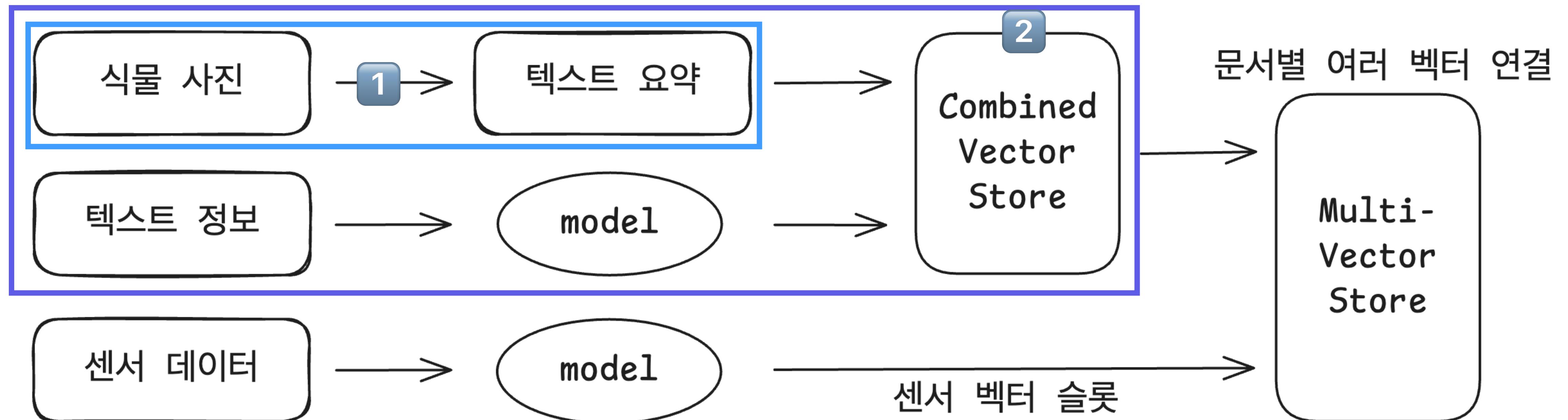
멀티모달 *RAG*와 성과 기반 분석을 활용한 식물 성장 분석 연구

2025.10.15.

2021104417 우다현

# 이미지 캡션 생성 및 combined vector 저장

=> 텍스트+이미지 요약은 Combined Vector Store



# 1 확보한 데이터셋

## • AI Hub



The screenshot displays a dataset card on the AI Hub platform. At the top, there is a logo of a stylized brain with colored dots and the text "AI Hub". Below the logo, there are four tags: "#물주기최적화", "# 수분공급주기", "#컴퓨터 비전", and "#농업". The main title of the dataset is "원예식물(화분류) 물주기(수분공급 주기) 생육 데이터". On the left, there is an icon of a potted plant with water droplets. Below the title, there are two categories: "분야" (Field) with "농축수산" (Agriculture, Animal Husbandry, and Fisheries) and "유형" (Type) with "센서, 이미지" (Sensor, Image). At the bottom, there are statistics: "구축년도: 2023", "갱신년월: 2024-12", "조회수: 11,488", "다운로드: 261", and "용량: 1.21 TB".

## 1

# 데이터 샘플링

- 총 15종류의 식물 중 대표 3종류만 선택
- 한 종류당 5000~ 3만개의 데이터 존재
- growth\_level 별로 동일한 개수 샘플링
- gemini API 에 요청하여 캡션 생성

```
□ □ ~/Dow/065.원예식물_화분류_물주기_수분공급_주기_생육데이터
>▶ "/Users/dhwoo/Downloads/065.원예식물_화분류_물주기_수분공급_주기_생육
bin/python" "/Users/dhwoo/Downloads/065.원예식물_화분류_물주기_수분공급_
터/3.개방데이터/1.데이터/data_sampler.py"
총 4752개의 JSON 파일을 발견했습니다. 데이터 추출을 시작합니다...
'High' 카테고리에서 500개의 이미지를 선별했습니다.
'Medium' 카테고리에서 500개의 이미지를 선별했습니다.

★ 총 1000개의 이미지가 최종 캡션 생성 대상으로 선별되었습니다.

✓ 1단계 완료 : 선별된 이미지 목록이 'spatipilam.jsonl'로 저장되었습니다.
-> 이제 이 파일을 사용하여 2단계 API 호출 스크립트를 실행하세요.

□ □ ~/Dow/065.원예식물_화분류_물주기_수분공급_주기_생육데이터
> "/Users/dhwoo/Downloads/065.원예식물_화분류_물주기_수분공급_주기_생육
bin/python" "/Users/dhwoo/Downloads/065.원예식물_화분류_물주기_수분공급_주_
터/3.개방데이터/1.데이터/data_sampler.py"
총 21143개의 JSON 파일을 발견했습니다. 데이터 추출을 시작합니다...
'High' 카테고리에서 300개의 이미지를 선별했습니다.
'Medium' 카테고리에서 300개의 이미지를 선별했습니다.
'Low' 카테고리에서 300개의 이미지를 선별했습니다.

★ 총 900개의 이미지가 최종 캡션 생성 대상으로 선별되었습니다.

✓ 1단계 완료 : 선별된 이미지 목록이 'stuky.jsonl'로 저장되었습니다.
-> 이제 이 파일을 사용하여 2단계 API 호출 스크립트를 실행하세요.
```

# 1 Gemini API 사용하기

## Gemini API 사용하여 실제 데이터셋에서 캡션 받아오기

**[프롬프트] :**

"이 이미지 속 **식물의 건강 상태**만을 설명하는 문장을 **하나** 생성하세요.  
배경 정보는 모두 제외하고, 잎의 **색상 변화**, **처짐 여부**, **전반적인 활력**에 대해서만 상세히 서술하세요."

ResultOfGrowth: Medium



**[캡션] :**

이 식물은 전반적으로 활력이 있으며 대부분의 잎은 싱싱한 녹색을 띠고 있으나, 일부 잎 끝 부분에 노랗게 변색되거나 갈색으로 마른 흔적이 보입니다. 잎들이 심하게 처지지는 않았지만, 완벽한 활력을 보여주기에는 약간의 개선이 필요해 보입니다.

# 1 Gemini API 사용하기

## Gemini API 사용하여 실제 데이터셋에서 캡션 받아오기

### [프롬프트] :

"이 이미지 속 **식물의 건강 상태**만을 설명하는 문장을 **하나** 생성하세요.

배경 정보는 모두 제외하고, 잎의 **색상 변화**, **처짐 여부**, **전반적인 활력**에 대해서만 상세히 서술하세요."

ResultOfGrowth: LOW



### [캡션] :

이 식물은 잎의 대부분이 선명한 녹색을 잃고 누렇거나 짙은 갈색으로 변해 바싹 말라 있으며, 수많은 잎들이 아래로 쭉 처지거나 심하게 꼬여 시들었습니다. 전반적으로 생명력이 거의 없는 상태로, 고사 직전의 심각한 건강 상태를 보입니다.

# 1 생성된 캡션

## 총 3종류의 식물에 대하여 약 2000개의 캡션 생성 완료

```
1
  "image_name": "N50-A-3-08-L-2-H-230916-000559.jpg",
  "original_growth_level": "High",
  "Gemini_Caption": "이 식물은 선명하고 생기 넘치는 녹색을 띠며, 변색이나 시든 흔적 없이 매우 건강한 상태를 유지하고 있습니다. 잎들은 처짐 없이 탄력 있고 단단하게 위로 뻗어 있으며, 전반적으로 풍성하고 활발한 성장을 보여 매우 왕성한 활동력을 지닌 'High' 레벨의 건강 상태임을 알 수 있습니다."
},
{
  "image_name": "N50-A-3-08-L-2-V-230916-000845.jpg",
  "original_growth_level": "High",
  "Gemini_Caption": "이미지 속 식물은 잎들이 선명하고 균일한 녹색을 띠고 있으며, 황변 상태를 보입니다. 잎들은 처짐 없이 탄력 있게 위로 향해 뻗어 있어 생기가 넘치며, 전반적으로 풍성하고 활동력을 드러냅니다."
},
{
  "image_name": "N50-A-3-08-L-2-V-230912-000532.jpg",
  "original_growth_level": "DIE",
  "Gemini_Caption": "이미지 속 식물은 전반적으로 활력을 완전히 잃고 죽어가고 있는 상태로 변색되어 바싹 마르고 부서지기 쉬운 상태이며, 일부는 심하게 오그라들어 있습니다. 님들은 갈색으로 변색되어 바싹 마르고 부서지기 쉬운 상태이며, 일부는 심하게 오그라들어 있습니다. 님들은 전반적으로 탄력을 잃고 누렇거나 짙은 갈색으로 변색되어 바싹 말라있으며, 수많은 잎들이 아래로 축 처지거나 바싹 오그라들어 있는 녹색 잎들조차 본연의 선명한 초록빛을 잃고 탁한 연두색을 띠며 힘없이 처져 있어, 전반적인 활동성이 심각한 건강 상태를 보입니다."
},
{
  "image_name": "N50-A-3-08-L-2-V-230912-000537.jpg",
  "original_growth_level": "DIE",
  "Gemini_Caption": "이 식물은 전반적으로 활력을 잃고 죽어가고 있는 상태를 보입니다. 잎은 짙은 갈색으로 변색되어 바싹 말라있으며, 수많은 잎들이 아래로 축 처지거나 바싹 오그라들어 있는 녹색 잎들조차 본연의 선명한 초록빛을 잃고 탁한 연두색을 띠며 힘없이 처져 있어, 전반적인 활동성이 심각한 건강 상태를 보입니다."
},
{
  "image_name": "N50-A-2-07-B-2-H-230914-000021.jpg",
  "original_growth_level": "High",
  "Gemini_Caption": "이 식물은 전반적으로 높은 활력을 보이며, 잎들은 깊고 선명한 녹색을 균일하게 유지하여 건강한 모습을 보여줍니다. 모든 잎들은 처짐 없이 탄력 있게 위로 꽂꽂이 뻗어 있어, 'High' 성장 레벨에 걸맞은 매우 왕성하고 활기찬 상태를 나타냅니다."
},
{
  "image_name": "N50-A-2-07-B-2-V-230826-000065.jpg",
  "original_growth_level": "High",
  "Gemini_Caption": "이 식물은 잎들이 전반적으로 생기 넘치는 짙은 녹색을 균일하게 띠고 있으며, 황변이나 갈변 없이 건강한 색상을 유지하고 있습니다. 또한, 모든 잎은 처짐 없이 탄력 있게 꽂꽂이 위로 뻗어 있어 매우 활력이 넘치고 왕성한 성장을 분명하게 보여줍니다."
},
{
  "image_name": "N50-A-2-07-B-2-H-231012-002135.jpg",
  "original_growth_level": "Medium",
  "Gemini_Caption": "이 식물은 전반적으로 건강한 녹색 잎을 유지하며 활력이 있는 모습을 보이지만, 일부 잎 끝부분과 가장자리에서 미세한 황변 또는 갈변이 관찰됩니다. 또한, 잎들은 완전히 꽂꽂하기보다는 몇몇 잎이 약간 아래로 처진 듯한 모습을 보여 전반적인 활력이 중간 수준임을 나타냅니다."
},
{
  "image_name": "N50-A-2-07-B-2-H-230928-000110.jpg",
  "original_growth_level": "Medium",
  "Gemini_Caption": "이 식물은 전반적으로 건강한 녹색 잎을 유지하며 활력 있는 모습을 보이지만, 일부 오래된 잎 끝부분에서 연한 황변 또는 갈변의 흔적이 관찰됩니다. 또한, 잎들은 대체로 탄탄하게 위를 향하고 있으나, 몇몇 잎에서 경미한 처짐 현상이 감지되어 중간 수준의 활력을 나타냅니다."
},
{
  "image_name": "N50-A-2-07-B-2-V-230928-000607.jpg",
  "original_growth_level": "Medium",
  "Gemini_Caption": "이 식물은 전반적으로 중간 수준의 활력을 보이며, 대부분의 잎은 짙은 녹색을 띠고 있으나 일부 잎의 가장자리나 끝 부분에서 미미한 황변 또는 갈변이 관찰됩니다. 잎들은 완전히 꽂꽂하게 위로 뻗어 있기보다는 몇몇 잎이 약간 아래로 처진 듯한 모습을 보여 보통 수준의 건강 상태를 나타냅니다."
},
```

## 2 이미지 캡션 + text 정보 결합하여 저장

사용한 모델 : [dragonkue/BGE-m3-ko](#)

한국어 특화 : 원래 BGE-M3가 다국어(100+개 언어)를 지원하지만, 이 버전은 한국어 데이터를 활용하여 검색 성능을 더욱 최적화한 모델

다기능 : 단순 검색뿐만 아니라, 밀집 검색, 희소 검색, 하이브리드 검색을 모두 지원할 수 있는 잠재력

### 이미지 캡션 + text 정보 결합

- **정형 데이터 (JSON):** 식물의 이름, 장소, 생장 수준, 관수량 등의 핵심 메타데이터를 추출하여 문장으로 변환
  - 예시: "{식물명}는 {장소}에서 자라는 {분류}이며, 환경은 {상태} 상태이고 생장 결과는 {수준}이다  
현재 {관수 상태} 상태이고, 관수량은 {관수량}m/l이다."
- **비정형 데이터 (캡션):** Gemini 모델로 생성한 이미지의 시각적 특징 및 상황을 담은 설명 텍스트 (캡션) 사용
- **최종 Combined Text:** 위 두 정보를 결합하여 하나의 긴 문서 생성
  - [식물 정보] + [이미지 설명]

## 2 이미지 캡션 + text 정보 결합하여 저장

```
text = (
    f"{'data['plant']['PlantName']}는 "
    f"{'data['info']['Place']}에서 자라는 {'data['plant']['PlantClass']}이며, "
    f"환경은 {'data['plant']['Environment']} 상태이고 "
    f"생장 결과는 {'data['info']['ResultOfGrowthLevel']}이다. "
    f"현재 {'data['watering']['IrrigationState']} 상태이고, "
    f"관수량은 {'data['watering']['AmtIrrigation']}ml이다."
)
```

```
combined_text = f"[식물 정보]\n{text}\n[이미지 설명]\n{caption_text}"
```

```
doc = Document(
    page_content=combined_text,
    metadata={
        "image_name": image_name,
        "plant_name": data["plant"]["PlantName"],
        "growth_level": data["info"]["ResultOfGrowthLevel"],
        "place": data["info"]["Place"],
    },
)
```

plant\_combined\_vector

Collection ID: 461464803583211773

Status: Loaded

Description: --

Field Count: 7

Replica: 1

Shards Number: 1

Entity Count: 891

Field	Type	Nullable	Default	Indexes
text	VarChar(65535)	x	--	<span>Scalar Index</span>
pk	PK Int64	x	--	<span>Scalar Index</span>
vector	FloatVector(1024)	x	--	<span>vector AUTOINDEX(L2)</span>
image_name	VarChar(65535)	x	--	<span>Scalar Index</span>
plant_name	VarChar(65535)	x	--	<span>Scalar Index</span>
growth_level	VarChar(65535)	x	--	<span>Scalar Index</span>
place	VarChar(65535)	x	--	<span>Scalar Index</span>

## 2 검색 결과

🔍 검색 쿼리: 베란다, 스파티필름, 이 식물은 전반적으로 활력이 낮은 상태를 보입니다. 잎들은 생기를 잃고 탁한 녹색을 띠고 있으며, 상당수의 잎에서 누렇게 변색되거나 갈색으로 말라가는 흔적이 뚜렷하게 관찰됩니다. 특히 많은 잎들이 탄력을 잃고 아래로 축 처져 있거나 가장자리가 안쪽으로 말리는 등 시든 모습을 보이며, 전체적으로 고사하는 부분이 많아 활력이 현저히 저하된 상태임을 알 수 있습니다.

### ✓ 검색 결과 (상위 3개):

#### --- 결과 1 ---

- ➔ 이미지 이름: N50-A-2-07-B-2-V-230922-000248.jpg
- ➔ 식물 이름: 스파티필럼
- ➔ 생장 수준: Medium
- ➔ 문서 내용 (일부):

#### [식물 정보]

스파티필럼은 베란다(B)에서 자라는 중생식물이며, 환경은 일반 상태이고 생장 결과는 Medium이다. 현재 관수중 상태이고, 관수량은 81ml이다.

#### [이미지 설명]

이 식물은 대부분의 잎이 건강한 짙은 녹색을 유지하며 전반적으로 활력 있는 모습을 보입니다. 그러나 일부 잎의 끝 부분과 가장자리에서 미미한 노란색 또는 연한 갈색의 변색이 관찰됨...

#### --- 결과 2 ---

- ➔ 이미지 이름: N50-A-2-07-B-2-H-230927-000159.jpg
- ➔ 식물 이름: 스파티필럼
- ➔ 생장 수준: Medium
- ➔ 문서 내용 (일부):

#### [식물 정보]

스파티필럼은 베란다(B)에서 자라는 건생식물이며, 환경은 일반 상태이고 생장 결과는 Medium이다. 현재 관수중 상태이고, 관수량은 81ml이다.

#### [이미지 설명]

이 식물은 전반적으로 중간 수준의 활력을 나타냅니다. 대부분의 잎은 건강한 짙은 녹색을 띠고 있지만, 일부 오래된 잎 끝부분과 가장자리에서 미미한 황변 또는 갈변이 관찰되어 색상...

#### --- 결과 3 ---

- ➔ 이미지 이름: N50-A-2-07-B-2-H-230926-000018.jpg
- ➔ 식물 이름: 스파티필럼
- ➔ 생장 수준: Medium
- ➔ 문서 내용 (일부):

# 앞으로 계획

- 임베딩 모델을 사용하지 않고 센서값 자체의 similarity 계산하는 방법 적용
- 검색 성능 확인하기

