

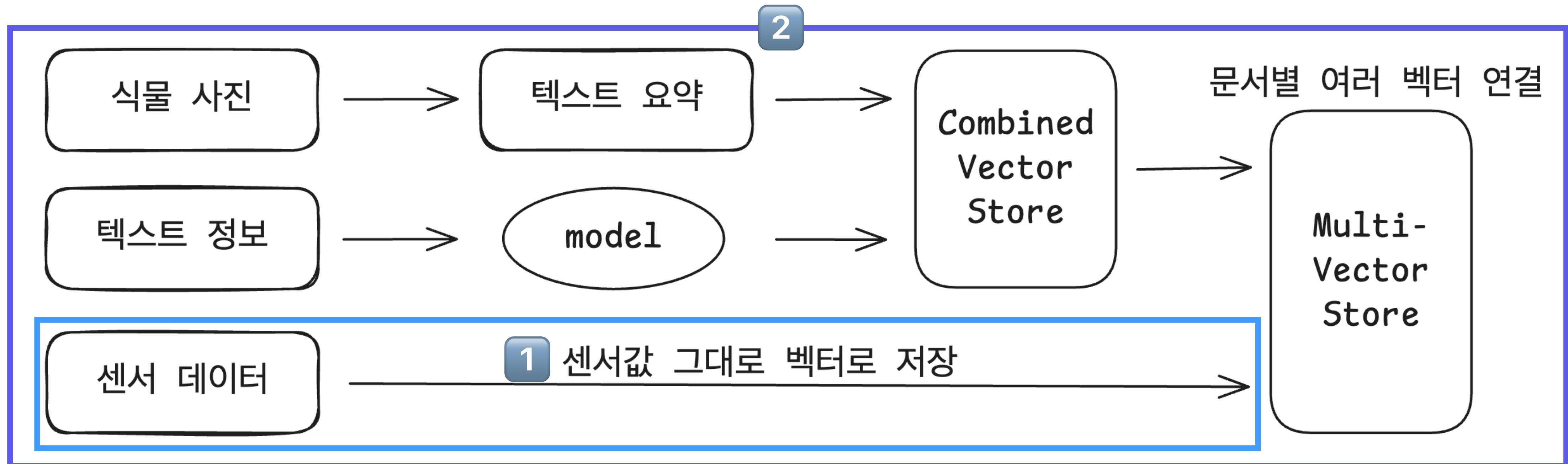
2025-2 졸업프로젝트

멀티모달 RAG와 성과 기반 분석을 활용한 식물 성장 분석 연구

2025.10.22.

2021104417 우다현

이미지 캡션 생성 및 combined vector 저장



1 센서값 저장

- 사용한 센서 필드

```
sensor_fields = [  
    "AirTemperature",      # 기온  
    "AirHumidity",         # 습도  
    "Co2",                 # CO2 농도  
    "Quantum",              # 일사량  
    "HighSoilTemp",        # 화분 흙 상단 온도  
    "HighSoilHumi",         # 화분 흙 상단 습도  
    "LowSoilTemp",          # 화분 흙 하단 온도  
    "LowSoilHumi"           # 화분 흙 하단 습도  
]
```

2 멀티 벡터 저장

```
fields = [
    FieldSchema(name="id", dtype=DataType.INT64, is_primary=True, auto_id=True),
    FieldSchema(name="text_vector", dtype=DataType.FLOAT_VECTOR, dim=1024),
    FieldSchema(name="sensor_vector", dtype=DataType.FLOAT_VECTOR, dim=8),
    FieldSchema(name="plant_name", dtype=DataType.VARCHAR, max_length=50),
    FieldSchema(name="growth_level", dtype=DataType.VARCHAR, max_length=10),
    FieldSchema(name="place", dtype=DataType.VARCHAR, max_length=20),
    FieldSchema(name="image_name", dtype=DataType.VARCHAR, max_length=100),
]
```

2 멀티 벡터 저장

plant_multi_vector

Collection ID: 461645815217364121



Status

Ready to load

Description

Plant multi-vector collection (text + sensor)

Field Count

7

Replica

Shards Number

1

Approx Count

1,429

Field	Type	Nullable	Default	Indexes
id PK	Int64	✗	--	+ Scalar Index
text_vector	FloatVector(1024)	✗	--	text_vector IVF_FLAT(COSINE) trash
sensor_vector	FloatVector(8)	✗	--	sensor_vector FLAT(L2) trash
plant_name	VarChar(50)	✗	--	+ Scalar Index
growth_level	VarChar(10)	✗	--	+ Scalar Index
place	VarChar(20)	✗	--	+ Scalar Index
image_name	VarChar(100)	✗	--	+ Scalar Index

2 멀티 벡터 저장

필드	차원	주 사용 목적	인덱스 타입	거리 측정
text_vector	1024	주요 검색 기준 (유사도 검색)	IVF_FLAT	COSINE (텍스트 유사성)
sensor_vector	8	데이터 제공 (필터 후 추출)	FLAT	L2 (수치적 거리)

인덱스 타입

- **IVF_FLAT**

- 전체 벡터 공간을 nlist(128)개의 클러스터로 나누어 검색 속도 향상
- 쿼리 시 해당 벡터가 속할 가능성이 높은 클러스터만 탐색
- → 100만 개 데이터 중 일부($\approx 1\%$)만 비교, 속도 10~50배 향상

- **FLAT (for sensor_vector)**

- 차원이 8로 매우 낮기 때문에 클러스터링보다 전체 비교가 더 효율적
- → 정확도 손실 없이 빠른 근거 추출 가능

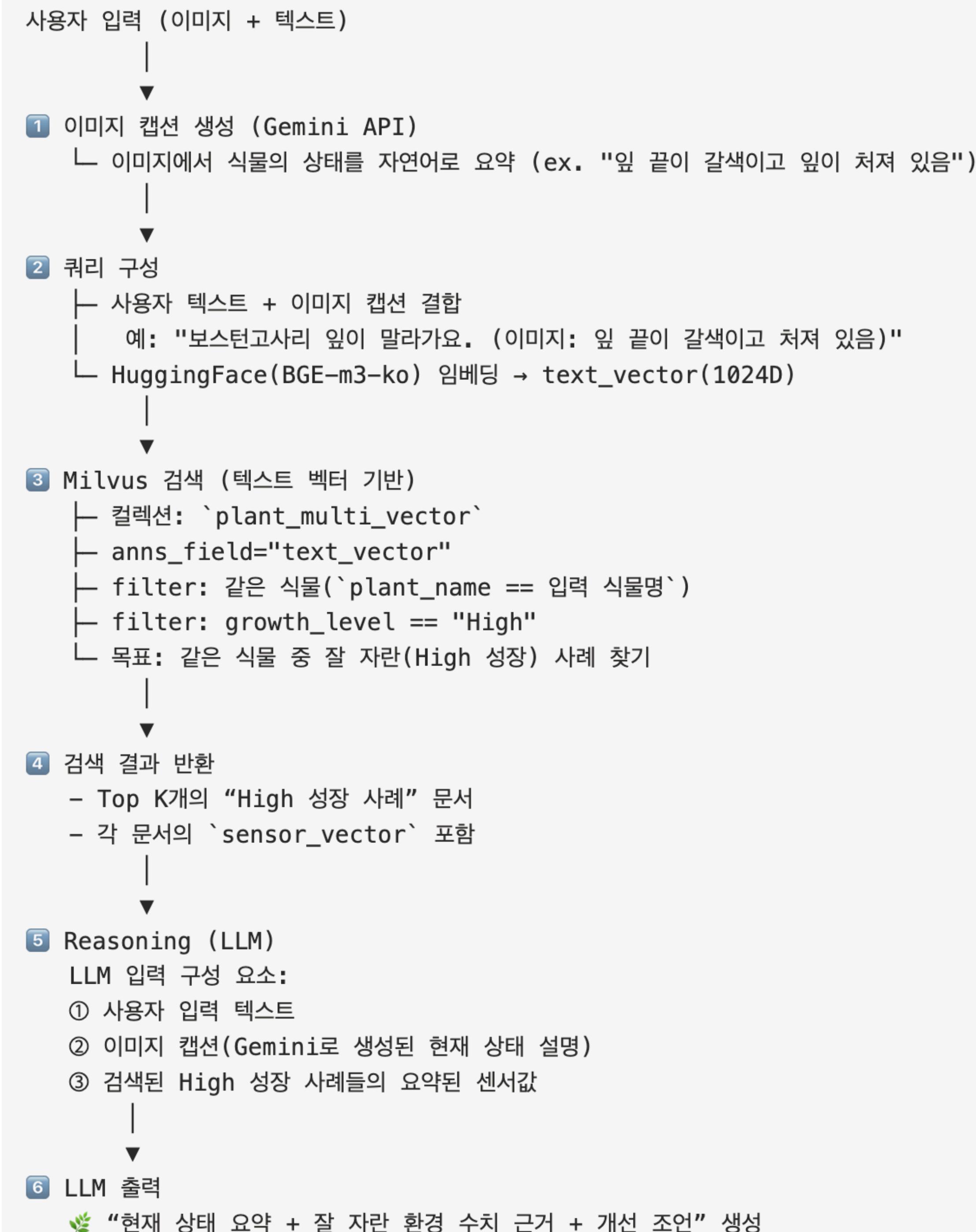
3 Retrieval 접근 방식

목표:

사용자의 입력(식물명, 상태, 텍스트/이미지)을 기반으로
같은 식물 중 사용자보다 더 잘 자란(growth_level이 높은) 사례를 찾아,
그 사례의 환경(센서값)을 “추천 근거”로 제시하는 검색 전략.

검색 전략

- ① 사용자와 같은 식물이지만, 성장 수준이 더 높은 사례만 후보로 선정.
- ② 텍스트 기반 의미 검색
 - 사용자 입력(텍스트 + 이미지 캡션)을 BGE-m3-ko 임베딩으로 변환
 - Milvus text_vector와 cosine similarity 기반 검색.
- ③ 결과 수집 + 센서 데이터 추출
 - 검색된 상위 K개의 High 성장 사례에서 sensor_vector 추출



앞으로의 계획

- 검색 정답 라벨 계속 만들기
- 정확도 측정