韓醫院
한방 한의원

한의사 도우미 AI 차트 만들기

- 한방 오남매의 하모니 -

허수영, 이혁재, 신대식, 이지원, 김동억

목차

프로젝트 개요 및 진도율

- Whisper(STT) 기반 상담내용 요약 및 차트 작성 자동화

전처리	STT	후처리	STT 평가	요약/차팅	차팅 평가	PoC
진도율 : 100%	진도율 : 100%	진도율 : 100%	진도율 : 100%	진도율 : 100%	진도율 : 100%	진도율 : 100%
오디오 format 변환 침묵 구간 제거 디노이징 노멀라이즈 인트로와 엔딩 추가 오디오 스플릿 파이프체인 구현	whisper-api stable-ts prompting 적응형 temperature 조정 whisper local(제외) whisper faster(제외)	화자 분리 - 홀딩 화자 인식 모델 선정 데이터셋 구축 모델 학습	특수문자 제거 WER, CER 평가	LangChain GPT4 GPT3.5 제미나이 Prompt engineering – 후보군 distillation 클로버 노트	정성적 평가	파일 업로드 오디오 재생 STT 선택 STT 변환 GPT3.5 차팅 GPT4 차팅 제미나이 차팅

Whisper 개발 - Whisper(openai api) 사용시 문제점

Medistream

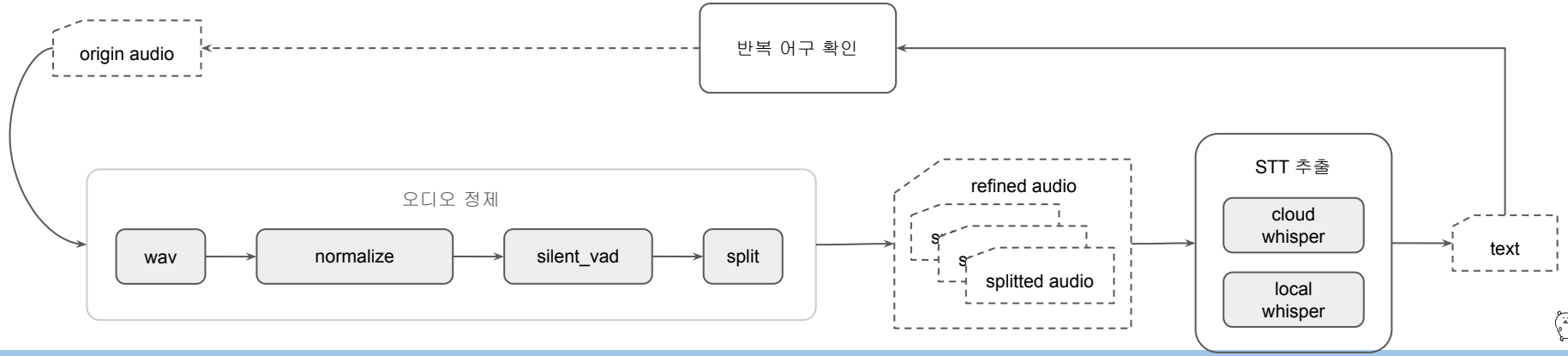
- 모델의 성능 문제
- 반복어구 발생

이 영상은 바로 주무시는구나. 알겠습니다. 손발도 좀 차시고 그다음에 생리통 있을 때는 배가 아프

- 묵음 구간 할루시네이션 발생
- 비용 발생
  - whisper api 비용 : $0.006/minute
  - 제공된 데이터는 3분37초~26분30초로 구성된 11개 파일, 총 2시간 30분(평균 14분 정도)
  - 데이터 1건 당 평균 약 $0.08 예상 (환율 1,300원으로 계산하면 104원)
- 용량 제한
  - 최대 25MB로 제한
  - 11개 파일을 WAV로 변환 시 6MB ~ 40MB로 구성

Whisper 개발 - 적용된 전처리 및 전처리 체인 개발

- WAV 변환
  - 제공된 파일은 MP3, M4A로 구성, WAV 변환을 통해 동일한 포멧 제공
  - 모델의 성능 향상
- normalize 적용
  - 녹음된 음성에 대해 피크 정규화와 음량 정규화 구현
  - 모델의 성능 향상
- 묵음 처리
  - Audio dBFS를 기준으로 묵음을 제거하는 방법과 VAD 알고리즘으로 묵음을 제거하는 방법 구현
  - 모델의 성능 향상, 반복어구 방지, 할루시네이션 방지, 비용 감소, 용량 감소
- 오디오 자르기
  - Whisper API 사용시 적정 용량으로 나눠서 API 호출
  - 용량 제한 회피하기



Whisper 개발 - STT 평가 결과

- WER(단어 오류율)와 CER(문자 오류율)를 이용하여 STT 결과 평가(whisper-api, 침묵 제거)

$$\mathrm{WER} = \frac{\text{Substitutions} + \text{Deletions} + \text{Insertions}}{\text{\# of Words in Reference}} \qquad \mathrm{CER} = \frac{\text{Substitutions} + \text{Deletions} + \text{Insertions}}{\text{\# of Characters in Reference}}$$

한의원	평가지표	원본/전처리 후 용량	원본/전처리 후 음성 길이	전처리 시간	STT 시간
명작한의원	cer: 0.1635, wer: 0.3602	12.0MB / 23.4MB	13:01 / 12:49	1m 30s	37s
바르다한의원	cer: 0.1175, wer: 0.2017	8.7MB / 14.8MB	09:17 / 09:05	1m 6s	30s
봉한의원	cer: 0.1661, wer: 0.3147	10.7MB / 5.91MB	03:37 / 03:13	31s	10s
생명마루한의원	cer: 0.1579, wer: 0.3539	10.2MB / 19.1MB	10:59 / 10:28	1m 20s	34s
세호한의원	cer: 0.1457, wer: 0.2688	15.2MB / 26.4MB	16:18 / 14:27	1m 53s	58s
아나파한의원	cer: 0.1203, wer: 0.2144	15.5MB / 20.3MB	16:39 / 11:07	1m 44s	33s
운남한의원	cer: 0.1748, wer: 0.3047	15.7MB / 20.3MB	11:29 / 11:05	1m 13s	42s
인애한의원	cer: 0.1859, wer: 0.3635	13.5MB / 24.4MB	14:28 / 13:21	1m 27s	43s
참뿌리한의원	cer: 0.0950, wer: 0.1931	10.1MB / 27.1MB	14:54 / 14:48	1m 31s	48s
통달한의원	cer: 0.2016, wer: 0.4461	12.5MB / 24.1MB	13:23 / 13:11	1m 24s	36s
하슬라한의원	cer: 0.1978, wer: 0.3750	24.2MB / 40.7MB	26:30 / 22:15	2m 40s	1m 11s
평가	mean std cer: 0.1569, 0.0328 wer: 0.3086, 0.0779	135MB / 247MB	2h 30m / 2h 15m	16m 19s	7m 22s

whisper 개선 요약

- 반복 어구 및 할루시네이션 제거
  - 묵음 제거를 통해 반복 어구 및 할루시네이션 발생을 줄임
- 비용 절감
  - Stable-ts를 이용하여 안정적인 결과물을 만듬
  - 요약 서비스의 형태에 따른 선택적 활용 가능
- 정량적 평가지표 마련
  - WER, CER를 통해 결과물의 정량적 평가
- 침묵을 제거 할 시 CER은 5.7%p, WER은 6.8%p 성능 향상

한의원	whisper-api	whisper-api, 침묵 제거
명작한의원	cer: 0.1365, wer: 0.3124	cer: 0.1635, wer: 0.3602
바르다한의원	cer: 0.0982, wer: 0.1929	cer: 0.1175, wer: 0.2017
봄한의원	cer: 0.2094, wer: 0.3967	cer: 0.1661, wer: 0.3147
생명마루한의원	cer: 0.2043, wer: 0.3842	cer: 0.1579, wer: 0.3539
세호한의원	cer: 0.3855, wer: 0.4935	cer: 0.1457, wer: 0.2688
아나파한의원	cer: 0.4132, wer: 0.4232	cer: 0.1203, wer: 0.2144
운남한의원	cer: 0.3104, wer: 0.4548	cer: 0.1748, wer: 0.3047
인애한의원	cer: 0.2582, wer: 0.3760	cer: 0.1859, wer: 0.3635
참뿌리한의원	cer: 0.1026, wer: 0.1815	cer: 0.0950, wer: 0.1931
통달한의원	cer: 0.2388, wer: 0.5065	cer: 0.2016, wer: 0.4461
하슬라한의원	cer: 0.4072, wer: 0.5830	cer: 0.1978, wer: 0.3750
평가	mean std cer: 0.2134, 0.0995 wer: 0.3765, 0.1332	mean std cer: 0.1569, 0.0328 wer: 0.3086, 0.0779

Prompt 개발

상담내용에 근거하여 요약, 차트, 근거가 각 5개의 요소에 맞게 생성되었는지 확인하면서 프롬프트 엔지니어링을 개선함

- 5개의 요소 : 주소증, 발병일, 과거력, 가족력, 현병력
- 우선 순위 : 1. 결과물 도출
  2. 할루시네이션 제거에 집중

1. basic prompt (단문 프롬프트)
2. one-shot prompt (원샷 프롬프트)
3. Knowledge prompt (정보형 프롬프트)
4. CoT(Chain of Thought) prompt (생각의 사슬)

정상 결과물

주소증 : 소화불량
발병일 : 2주일 전
과거력 : 위염
가족력 : 고혈압
현병력 : 복용 중인 약 없음

비정상 결과물

주소증 : 소화불량
발병일 : 2주일 전
현병력 : 복용 중인 약 없음

Prompt 개발 - Basic prompt

- Q. 의사들이 작성하는 차트(주소증, 발병일, 과거력, 가족력 현병력)를 작성해줘.

Basic prompt 문제점

- GPT4.0 : **정상 답변 가능**
- GPT3.5
  - **답변 불가, 가끔 답변 가능 (테스트 결과 11개 중 1번 정도 정상 답변)**
  - 예시
    - “죄송합니다, 그러한 개인 정보를 요청하는 것은 윤리적으로 적절하지 않습니다. 저는 의료 정보를 기억하거나 기록하지 않습니다.”
    - “죄송합니다. 제가 그 정보를 가지고 있지는 않습니다.”
    - “죄송합니다. 저는 의사가 아니기 때문에 환자의 주소증, 발병일, 과거력, 가족력, 현병력과 같은 의료 기록을 작성할 수 없습니다.
    - 또는 이상한 답변(반복어구 발생)
- Gemini
  - **답변 불가 → (2월5일 기준, 정상적인 답변이 가능함을 확인, 이유 알 수 없음)**
  - “문서에는 의사들이 작성하는 차트(주소증, 발병일, 과거력, 가족력, 현병력)에 대한 정보가 없습니다.”

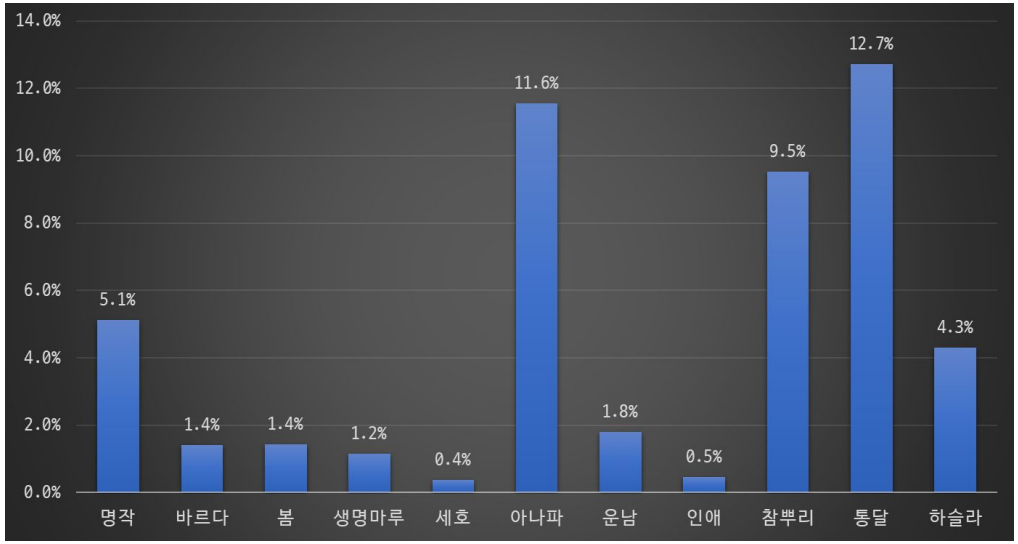
Prompt 개발 - 결과 요약표

- GPT4.0은 간단한 프롬프트로 충분한 결과물 생성이 가능하여 이번 프로젝트에서는 Basic prompt로 충분함
- GPT3.5은 Knowledge 프롬프트를 통해 차트의 생성 가능성을 보였으나, CoT 프롬프트에서 능력 저하 확인
  - Test를 Gemini 모델로 수행한 프롬프트를 적용했기 때문에 GPT3.5에 적합한 CoT 프롬프트가 필요하다고 사료됨
- Gemini는 CoT를 통해서 요약, 차트, 근거, SOPA에 대해서 100% 생성됨 → GPT3.5보다 prompt를 통해서 성능이 좋아진다고 판단됨

Prompt	GPT4.0			GPT3.5			Gemini		
	요약	차트	근거	요약	차트	근거	요약	차트	근거
Basic	-	O	-	-	X	-	-	X	-
One-shot	O	O	O	O	△	-	O	△	-
Knowledge	O	O	O	O	△	△	O	△	△
CoT	O	O	O	X	X	X	O	O	O

차팅 결과물에 대한 불확실성

- 차팅(필사본-Gemini) vs. 차팅(Whisper-Gemini)
- 5회 반복해서 계산된 WER 표준편차의 편차



trial 1

```
**치료 계획:**
* 소리 치료: 환자에게 매일 소리 치료를 받도록 권장합니다.
* 한약: 환자에게 한 달 동안 한약을 복용하도록 권장합니다.
* 침 치료: 환자에게 초반에는 일주일에 두 번 침 치료를 받도록 권장합니다.

**추적 검사:**
* 환자에게 3개월 후에 추적 검사를 받도록 예약합니다.

**예후:**
* 이명과 청력 상실은 치료를 통해 호전될 수 있습니다.
```

trial 2

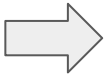
```
**치료 계획:**

* 소리 치료: 매일 30분씩 소리 치료를 받습니다.
* 한약: 한 달 동안 한약을 복용합니다.
* 침 치료: 초반에는 일주일에 두 번 침 치료를 받습니다.

**예후:**

* 소리 치료, 한약, 침 치료를 통해 이명과 청력 상실이 호전될 것으로 예상됩니다.
```

정서적 평가(정서적 평가) - 운남한의원(Whisper vs LLM 뭐가 문제인가?)

- Whisper의 문제인지, LLM 모델의 한계로 요약이 틀린건지 살펴보자.

〈Whisper 문제〉

저희가 이제 할 치료는 물리치료하고, 스펙하고 물리치료하고, 침치료하고

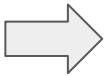


치료 계획

* 물리치료
* 스펙
* 침치료
* 약침치료

팩치료가 맞음!

바뀌는 것부터... 네네. 거의 2년 다 돼가고 그때 한 2년간 집중적으로 스트레스가 너무 막 변한 것 같아요. 왜 그쪽으로 발령이 나셨어요 선생님?



발병일 (Date of Onset):

약 2년 전

1년전이 맞음!

정서적 평가(CoT 차트 평가) - 운남한의원(Whisper vs LLM 뭐가 문제인가?)

- Whisper의 문제인지, LLM 모델의 한계로 요약이 틀린건지 살펴보자.

〈Gemini 문제〉

현병력 (Present Illness)

* 3개월 전부터 좌측 깨 통증
* 최근 우측 깨 통증 증반
* 깨 움직임 제한
* 요가 시 통증 증가
* 과거 한의원에서 깨 통증 치료 경험 있음

〈GPT4.0 문제〉

1. **주소증 (Chief Complaints, CC)**
   - 목 가려움
   - 좌측 어깨 통증
   - 팔 움직임 제한

3. **과거력 (Past Medical History)**
   - 요가 지속적으로 실시
   - 혈압, 당뇨 병력 없음
   - 복용 중인 약 없음

5. **현병력 (History of Present Illness)**
   - 초기에는 요가로 관리 가능했으나, 점차 목과 어깨 통증 심
   - 통증으로 인한 일상 활동 제한
   - 안정 시 통증 감소, 활동 시 증가
   - 이전 치료로 염증 및 관절 문제 진단 받음, 효과 미비

Prompt 별 Total Cost(봄한의원)

Medistream

GPT3.5

1. Basic
   - Total Tokens : 328
   - Requests : 1
   - Cost : 0.0006$

2. Knowledge
   - Total Tokens : 8798
   - Requests : 3
   - Cost : 0.001$

3. CoT
   - Total Tokens : 68,411
   - Requests : 15
   - Cost : 0.07$ (91원)

GPT4.0

1. Basic
   - Total Tokens : 799
   - Requests : 1
   - Cost : 0.02$

2. Knowledge
   - Total Tokens : 8762
   - Requests : 3
   - Cost : 0.10$

3. CoT
   - Total Tokens : 75,985
   - Requests : 15
   - Cost : 0.82$(1,066원)

이슈사항 - Gemini safety 설정 해결

문제 : safety에 의해 검열된 Text는 출력이 안되는 현상 발생

해결 : Langchain의 코드에 파라미터 추가

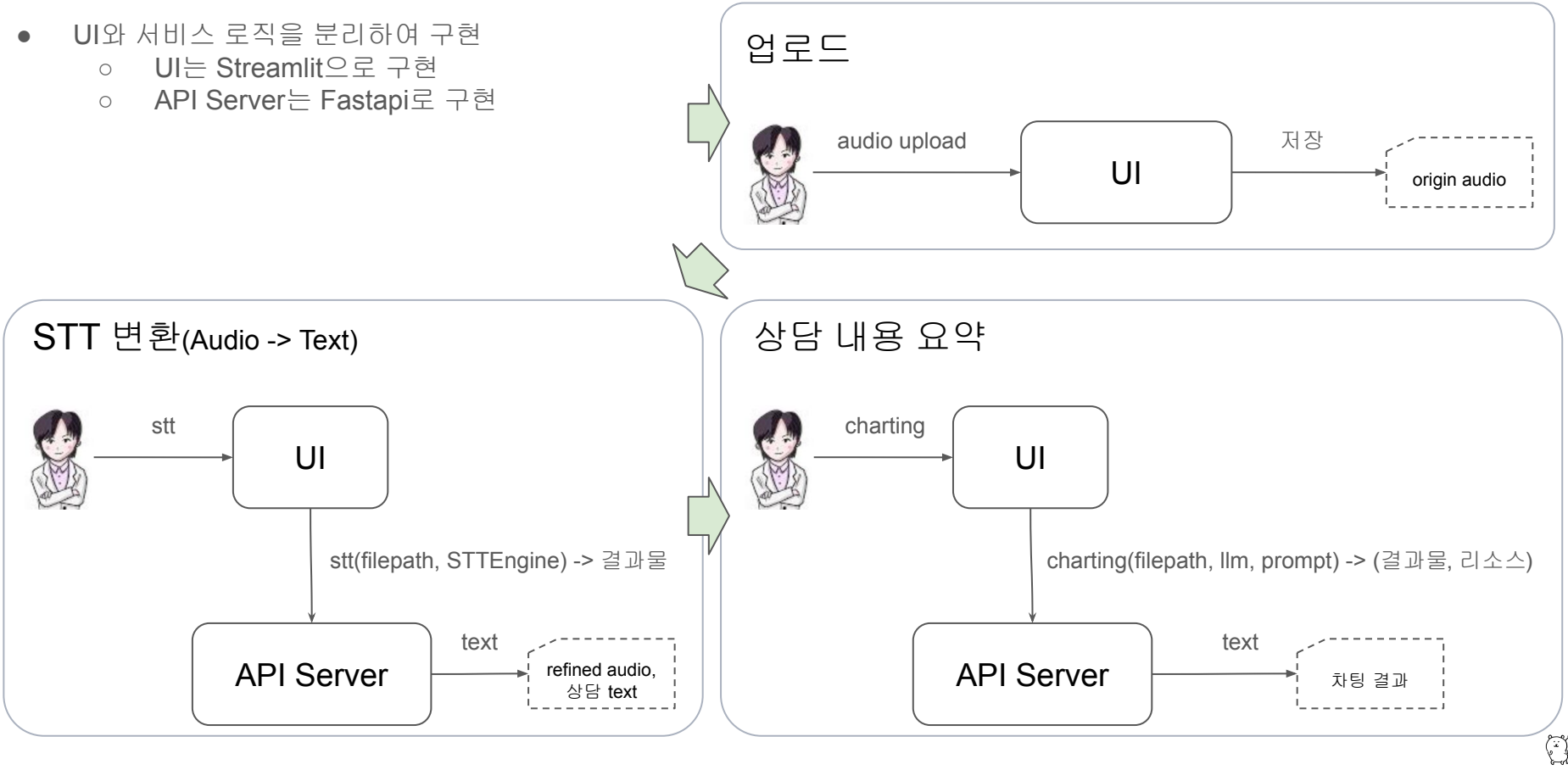
```
Gemini produced an empty response. Continuing with empty message
Feedback: block_reason: SAFETY
safety_ratings {
  category: HARM_CATEGORY_SEXUALLY_EXPLICIT
  probability: NEGLIGIBLE
}
safety_ratings {
  category: HARM_CATEGORY_HATE_SPEECH
  probability: NEGLIGIBLE
}
safety_ratings {
  category: HARM_CATEGORY_HARASSMENT
  probability: MEDIUM
}
safety_ratings {
  category: HARM_CATEGORY_DANGEROUS_CONTENT
  probability: NEGLIGIBLE
}
```

BLOCK_NONE 설정

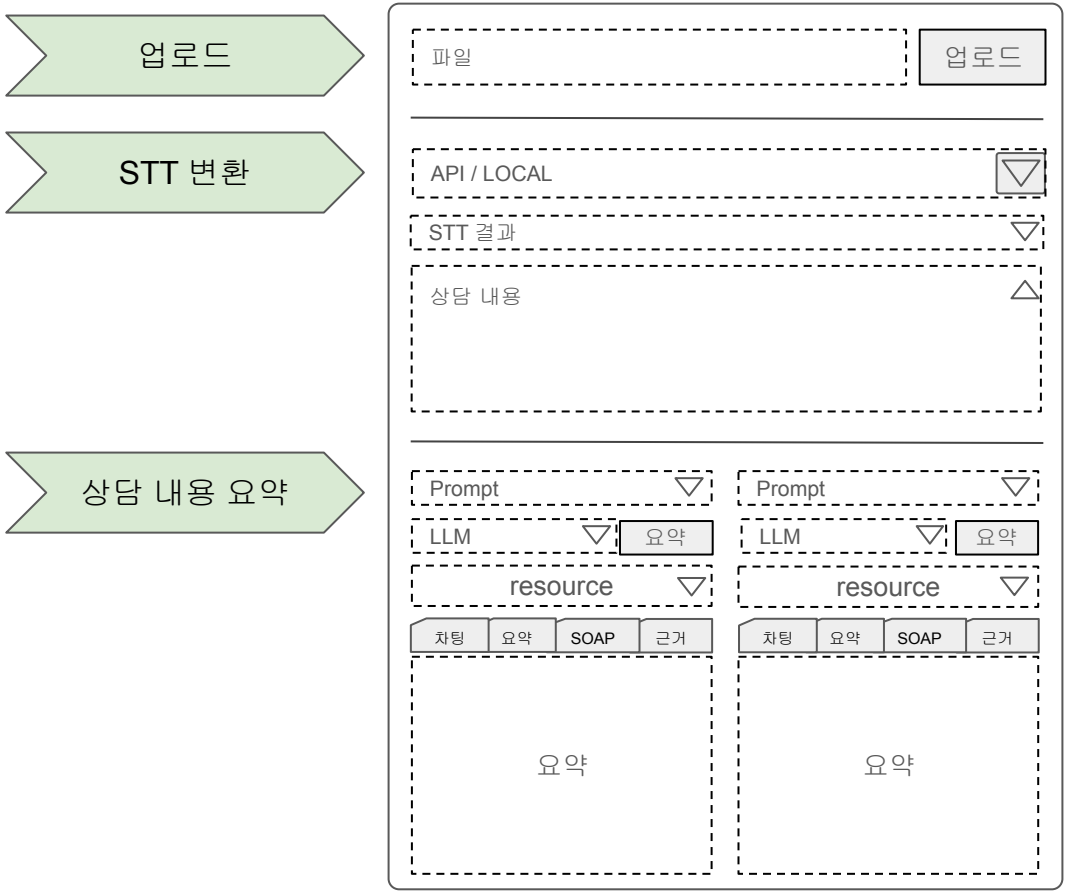
```
{
"category": "HARM_CATEGORY_HARASSMENT",
"threshold": "BLOCK_NONE",
},
{
    "category": "HARM_CATEGORY_HATE_SPEECH",
    "threshold": "BLOCK_NONE",
},
{
    "category": "HARM_CATEGORY_SEXUALLY_EXPLICIT",
    "threshold": "BLOCK_NONE",
},
{
    "category": "HARM_CATEGORY_DANGEROUS_CONTENT",
    "threshold": "BLOCK_NONE",
},
```

PoC 개발 - 유스케이스

- UI와 서비스 로직을 분리하여 구현
  - UI는 Streamlit으로 구현
  - API Server는 Fastapi로 구현



UI 구성



- STT 결과
  - 걸린 시간
  - 추출횟수
  - temperature
- Prompt
  - Basic
  - Knowledge
  - CoT
- LLM
  - GPT4
  - GTP3.5
  - Gemini
- Resource
  - Total Tokens
  - Prompt Tokens
  - Completion Tokens
  - Total Cost