Functional Specification

Open Source Software Development Contest

Team Name : 4-Nyang DAN (사냥단)

Project Name : NOQUESTION

임석범, 박유빈, 변윤성, 정하은

Dankook Univ.

Mobile System Engineering

목 차

1. 문서 개요 (Purpose & Audience)

본 문서는 NoQuestion 프로젝트의 전반적인 구조, 요구사항, 기능 정의를 명확히 기술하기 위해 작성되었다. NoQuestion은 **사용자의 작업 맥락을 이해하고, 미래 행동을 예측하며, 선제적으로 질문을 추천하는 지능형 보조 시스템**이다.

기존 LLM 기반 어시스턴트는 주로 다음과 같은 한계를 가진다:

- **현재 작업 중심:** 사용자가 요청한 시점의 화면이나 텍스트에만 의존하여 응답을 제공한다.
- **과거 문맥 부족:** 사용자의 과거 작업 이력이나 맥락을 충분히 고려하지 못한다.
- **미래 예측 부재:** 앞으로 사용자가 수행할 작업을 예측하지 못하며, 이에 따라 필요한 정보나 가이드를 제공하지 않는다.

NoQuestion은 이러한 문제를 해결하고, 사용자 경험을 한 단계 발전시키는 것을 목표로 한다.

본 시스템은 다음과 같은 핵심 기능을 제공한다:

① **작업 이력 기반 이해:** 영상 기반 작업 기록을 분석하고 Vector DB에 저장하여, 과거 맥락을 포함한 질의응답 제공

② **RAG(Retrieval-Augmented Generation) 통합:** LLM과 Vector DB를 결합하여, 과거 데이터와 현재 상태를 모두 활용한 고도화된 응답 생성

③ **미래 행동 예측:** 현재 작업 환경을 기반으로 사용자가 다음에 수행할 가

능성이 높은 작업을 예측

④ **질문 추천 시스템:** 예측된 작업에 따라, 사용자가 가질 가능성이 높은 질문을 3가지 이상 제안하여 사전 준비 가능

⑤ **PII(개인정보) 보호 강화:** 영상에서 추출한 텍스트 내 민감 정보를 탐지하고 안전하게 처리

본 문서는 다음과 같은 이해관계자를 대상으로 한다:

- **제품 관리자 (PM)**: 프로젝트 목표와 범위를 이해하고 기능 요구사항을 확인
- **AI 및 백엔드 개발자**: OCR, PII 탐지, Vector DB 연동, RAG 기반 서비스 구현
- **AI/ML 엔지니어**: 이미지 설명 LLM, 예측 LLM, Answering LLM 설계 및 최적화
- **프론트엔드 개발자**: UI/UX 구현 (질문 추천 UI, 사이드바 챗 인터페이스)
- **보안 담당자**: PII 마스킹, 데이터 암호화, 접근 제어 정책 검토
- **QA 및 운영 수행자**: 기능 테스트, 성능 측정, 모니터링, 배포 검증

2. 용어 정리 (Glossary)

	정의
NoQuestion	본 프로젝트의 이름. 사용자 작업 맥락을 이해하고, 미래 행동을 예측하며, 예상 질문을 사전에 제시하는 지능형 보조 시스템.
Agent 앱	Electron + React 기반 데스크톱 앱. 사용자 PC 에서 화면 캡처, 로컬 OCR/PII 필터링, 서버 업로드 수행.
AI 분석 서버	FastAPI 기반. BLIP-2, PaddleOCR, SBERT, GPT 모델을 활용해 이미지 설명, PII 탐지, 질문 예측 및 응답을 처리.
백엔드 서버	Spring Boot 기반. 이미지 수신, Adaptive Sampling, 세션 관리, AI 서버 연동 담당.
Electron	데스크톱 애플리케이션을 웹 기술(React, Node.js)로 구현 가능하게 하는 프레임워크.
Image Explanation LLM	입력 이미지(사용자 화면)를 분석하고 해당 화면의 맥락을 텍스트로 설명하는 역할을 하는 LLM.
Prediction LLM	현재 화면과 과거 맥락(Vector DB 기반)을 바탕으로 사용자의 **다음 행동** 및 **예상 질문 Top-3** 를 예측하는 모델.
Answering LLM	사용자의 실제 질문에 대해, RAG(Retrieval-Augmented Generation) 기반으로 응답을 생성하는 모델.
RAG	Retrieval-Augmented Generation, 외부 지식 소스를 검색 후, LLM 이 생성 과정에서 해당 정보를 활용하는 방식. 본 시스템에서는 Vector DB 에서 검색된 맥락을 기반으로 응답을 제공.
Vector DB	텍스트를 임베딩(벡터화)하여 저장·검색하는 데이터베이스. 과거 사용자 작업의 설명(LLM Output)을 저장하고, 유사도 기반 검색을 제공.
Adaptive Sampling	사용자 PC 화면을 영상 스트림으로 캡처한 후, 특정 조건(입력 이벤트, Scene Change, Motion, 주기적)을 기준으로 효율적으로 프레임을 추출하는 방법.
Scene Change Detection	영상에서 장면 전환이 발생하는 시점을 감지하는 기술. 변화가 큰 프레임만 선택하여 분석 비용을 줄임.

Motion-Based Sampling	화면 내 움직임의 크기를 분석하여, 변화가 많은 구간에서 더 많은 이미지를 추출하는 방식.
OCR	Optical Character Recognition, 이미지 내 텍스트를 인식하고 추출하는 기술. 본 프로젝트에서는 UI 요소나 메시지의 텍스트 분석에 사용.
PII	Personally Identifiable Information, 개인 식별이 가능한 정보(비밀번호, 주민등록번호, 신용카드 번호 등). OCR 후 텍스트에서 탐지하며, 마스킹 처리 적용.
질문 추천	Question Prediction, 사용자의 미래 작업을 기반으로, 예상 질문 3 개를 미리 제안하는 기능.
UI Overlay	화면 좌측 상단에 표시되는 작은 영역. 예상 행동과 질문을 실시간 표시하며, 클릭 시 채팅으로 연결.
Sidebar Chat	화면 오른쪽에 위치하는 인터페이스. 사용자가 직접 질문하거나 예상 질문을 클릭해 LLM 응답을 확인.
Confidence Score	Prediction LLM 이 예측한 행동/질문의 신뢰도를 나타내는 값(0~1). 기준값 이상일 때만 UI 에 노출. (아직 명확하지는 않음.)

표 1. 용어 정리

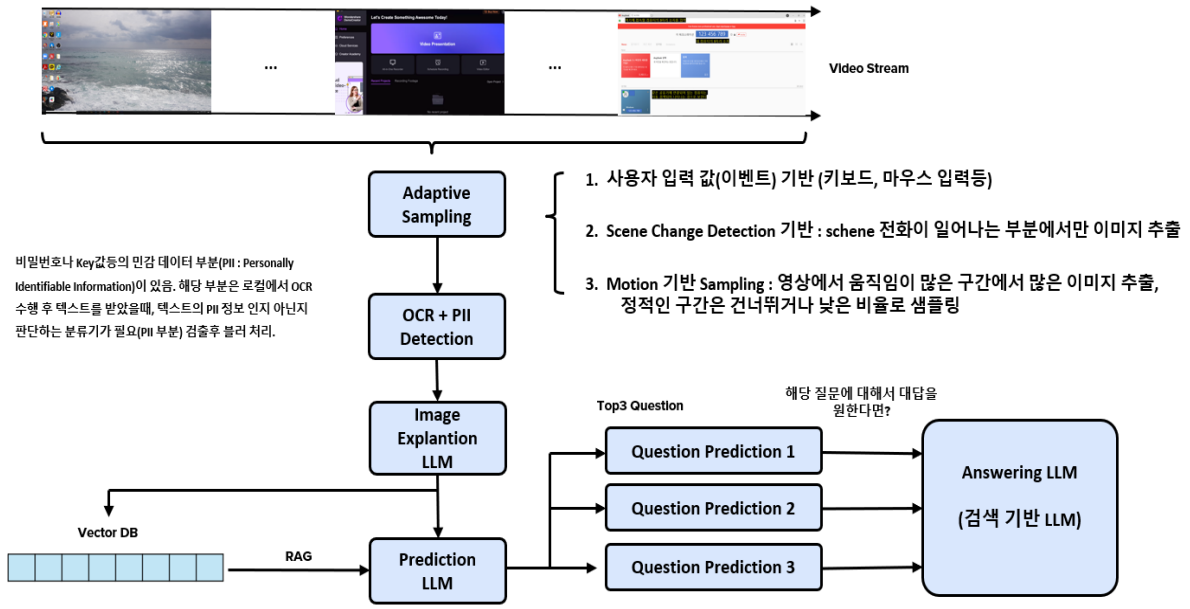
3. 시스템 개요 (System Overview)

3-1. 전체 아키텍처

(수정 전 버전)

본 시스템은 사용자 화면에서 캡처한 영상을 기반으로, Adaptive Sampling → OCR + PII Detection → Image Explanation LLM → Vector DB 저장 → Prediction LLM → Question Recommendation → Answering LLM 순으로 처리된다.

아래 그림은 NoQuestion AI 시스템의 구조를 보여준다.

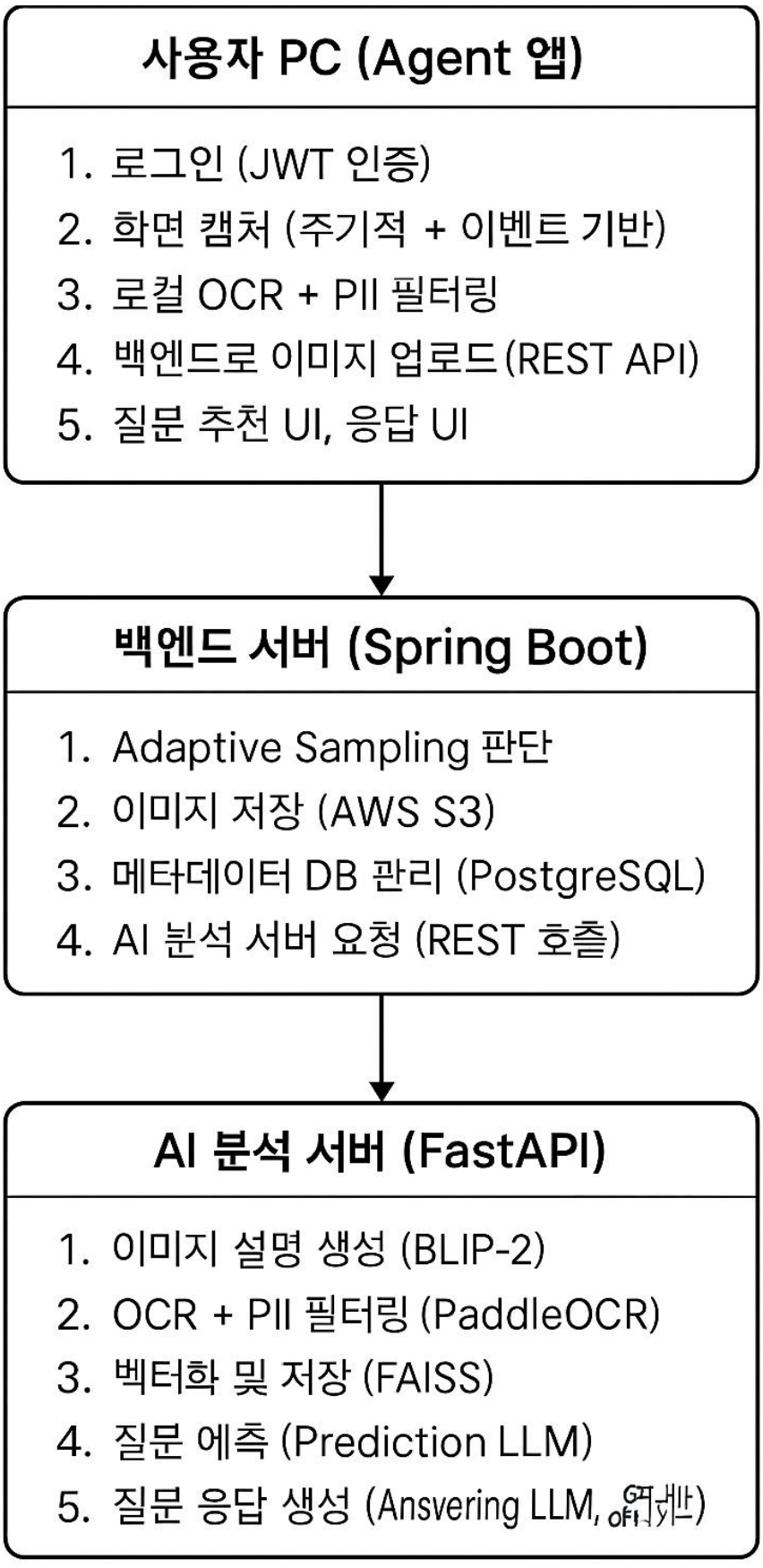


(수정 버전) : 수정 전 버전이랑 잘 합쳐야 될듯

NoQuestion 시스템은 Agent 앱(Electron + React), 백엔드 서버(Spring Boot), AI 분석 서버(FastAPI) 로 구성되며, 각 모듈은 다음 역할을 담당한다:

- **Agent 앱**: 사용자 PC 화면 캡처, 로컬 OCR & PII 필터링, 이미지 업로드, UI 제공
- **백엔드 서버**: Adaptive Sampling, 이미지 저장, 세션 관리, AI 분석 서버 연동
- **AI 분석 서버**: 이미지 분석, 질문 예측, 응답 생성

아키텍처는 다음과 같다.


사용자 PC (Agent 앱)
1. 로그인 (JWT 인증)
2. 화면 캡처 (주기적 + 이벤트 기반)
3. 로컬 OCR + PII 필터링
4. 백엔드로 이미지 업로드 (REST API)
5. 질문 추천 UI, 응답 UI
백엔드 서버 (Spring Boot)
1. Adaptive Sampling 판단
2. 이미지 저장 (AWS S3)
3. 메타데이터 DB 관리 (PostgreSQL)
4. AI 분석 서버 요청 (REST 호출)
AI 분석 서버 (FastAPI)
1. 이미지 설명 생성 (BLIP-2)
2. OCR + PII 필터링 (PaddleOCR)
3. 벡터화 및 저장 (FAISS)
4. 질문 예측 (Prediction LLM)
5. 질문 응답 생성 (Ansvering LLM, OpenAI)

3-2. 모듈별 역할

모듈	주요 역할
Agent 앱 (Electron + React)	- 사용자 로그인 및 인증 (JWT) - 화면 캡처 (주기 + 이벤트) - 로컬 OCR 및 민감정보(PII) 필터링 - 백엔드 API로 이미지 업로드 - UI 제공 (질문 추천 + 응답)
백엔드 서버 (Spring Boot)	- Adaptive Sampling 로직 적용 - 이미지 및 메타데이터 저장 (S3, PostgreSQL) - 세션 관리 (사용자별 작업 히스토리) - AI 분석 서버와 연동
AI 분석 서버 (FastAPI)	- 이미지 의미 분석 (GPT) - OCR + PII 탐지 (PaddleOCR) - 벡터화(Open AI, Embedding) 후 Vector DB 저장 - 질문 예측 (Prediction LLM) - 질문 응답 생성 (Answering LLM, RAG 기반)

3-3. 처리 흐름 (End-to-End 시퀀스)

NoQuestion의 전체 동작 과정은 다음과 같다:

1. **앱 실행 및 로그인**
    - 사용자가 **Agent 앱** 실행 → JWT 인증 기반 로그인 완료
2. **화면 캡처 시작**
    - 사용자가 "모니터링 시작" 버튼 클릭
3. **로컬 OCR + PII 필터링**
    - 민감정보가 탐지되면 마스킹 처리 후 백엔드로 전달
4. **이미지 업로드 (Spring Boot)**
    - API: /upload-screenshot 호출

5. Adaptive Sampling

- 백엔드에서 이미지 변화율/텍스트 변화율 기준으로 저장 여부 판단

6. **이미지 저장 및 메타데이터 기록**

- AWS S3 저장, PostgreSQL에 세션 데이터 저장

7. **AI 분석 요청 (백엔드 → FastAPI)**

- 백엔드가 AI 분석 서버로 REST 요청 전송

8. **AI 분석 단계 (FastAPI)**

- BLIP-2로 이미지 설명 생성
- OCR + PII 필터링
- 임베딩 벡터화 후 FAISS 저장
- 질문 예측 (Top-3), 질문 응답 생성

9. **백엔드 → Agent 앱 결과 전달**

- 예측 질문 3개 + Confidence Score 포함

10. **UI 표시 (Agent 앱)**

- 좌측 상단 Overlay: 예상 질문 Top-3 표시
- 우측 Sidebar Chat: 질문 클릭 시 응답 표시

4. 기능 요구사항 (Functional Requirements)

4-1. Agent 앱 (Electron + React)

목적 : 사용자 PC에서 화면을 캡처하고, 로컬 OCR + PII 필터링 수행 후 백엔드 서버로 이미지 전송 및 UI 제공.

ID	기능	설명	조건
FR-AG-1	로그인 및 인증	이메일/비밀번호 로그인 → JWT 발급	HTTPS 적용
FR-AG-2	화면 캡처	주기 5 초 또는 입력 이벤트 시 즉시 수행	CPU ≤ 10%
FR-AG-3	로컬 OCR 수행	PaddleOCR 혹은 Tesseract 변형 사용, 문자별 좌표 위치 포함	정확도 ≥ 90%
FR-AG-4	PII 필터링	주민번호, 카드번호, 비밀번호 등 정규식 기반 탐지 → 마스킹	탐지율 ≥ 95%
FR-AG-5	이미지 업로드	Upload-screenshot,API 호출, 마스킹 된 이미지 전송	이미지 ≤ 5 MB
FR-AG-6	설정 UI	캡처 주기, 학습 토큰 입력, Dark/Light 모드 설정 제공	반응형 UI

4-2. 백엔드 서버 (Spring Boot)

목적: Adaptive Sampling 적용, 이미지 저장, 메타데이터 관리, AI 분석 서버 연동.

ID	기능	설명	조건
FR-BE-1	Adaptive Sampling 판단	이전 이미지 대비 텍스트 변화율 ≥ 20% 또는 SSIM ≤ 0.75 시 저장	처리 ≤ 300 ms
FR-BE-2	이미지 저장	DB 사용, 저장 key = userID + timestamp (Local DB)	암호화 at rest
FR-BE-3	메타데이터 저장	PostgreSQL 에 userID, timestamp, 이미지 해시 등 저장	정합성 확보
FR-BE-4	AI 분석 요청	FastAPI /analyze 호출, 이미지 URL 포함	Timeout ≤ 10 초
FR-BE-5	질문/응답 기록	예상 질문 Top-3 및 GPT 응답 저장	로그 보존 세션 종료시 까지

4-3. AI 분석 서버 (FastAPI + OpenAI API)

목적: 이미지 설명, 텍스트 추출, 임베딩, 질문 예측 및 응답 생성 등 AI 처리를 수행.

ID	기능	설명	조건
FR-AI-1	이미지 설명 (OpenAI Vision)	GPT-4 Vision 혹은 GPT-4o 모델 활용. 이미지에서 화면 상황 설명	응답 ≤ 2 초
FR-AI-2	OCR + 텍스트 위치 추출	PaddleOCR 또는 유사 엔진 사용, 텍스트와 좌표 함께 반환	정확도 ≥ 90%
FR-AI-3	PII 마스킹 확인	OCR 결과 텍스트에 PII 포함 여부 검사, 민감정보 flag 처리	탐지율 ≥ 99%
FR-AI-4	무익 텍스트 제거	UI 설명 제외 불필요 문구 제거(ex. 브라우저 로딩 메시지)	노이즈 ≤ 5%
FR-AI-5	텍스트 임베딩 (OpenAI API)	text-embedding-3-large 사용 (조정 가능), 임베딩 크기 3072 차원 또는 축소	유사도 정밀도 우수 OpenAI
FR-AI-6	벡터 저장 (Vector DB)	FAISS 또는 유사 저장소 사용, 최신순 Top-K=8 검색 지원	검색 latency ≤ 200ms
FR-AI-7	질문 예측 (Prediction LLM)	GPT-4o 모델 기반, 현재 설명 + 유사 컨텍스트 사용, Top-3 질문 생성	Confidence ≥ 0.7, 응답 ≤ 2 s
FR-AI-8	질문 응답 생성 (Answering)	GPT-4o API 사용, RAG 기반 응답 생성 및 리소스 출처 포함	초기 응답 ≤ 2 s, 최종 ≤ 15 s

4-4. UI/UX (Agent 앱 내 Electron + React)

목적: 사용자에게 타임라인, 추천 질문, GPT 응답, 설정을 직관적으로 제공.

ID	기능	설명	조건
FR-UI-1	타임라인 뷰	캡처된 이미지와 설명이 시간 순으로 정렬되어 보여짐	Lazy loading 적용
FR-UI-2	추천 질문 Overlay	예상 질문 Top-3 와 Confidence 표시, 클릭 시 Sidebar 로 전달	실시간 표시
FR-UI-3	Sidebar Chat 인터페이스	클릭 또는 직접 질문 입력 → GPT 응답 Markdown 형태로 렌더링	코드/표 지원
FR-UI-4	세션 요약 보고서	하루/세션 기준 요약: 추천 행동, 주요 캡처 상황 요약 제공	PDF 저장 가능
FR-UI-5	설정창	캡처 주기, API 키 입력, UI 모드 전환 제공	반응형 및 접근성 UI 고려

5. 비기능 요구사항 (Non-Functional Requirements)

본 장에서는 NoQuestion 시스템의 비기능적 요구사항을 정의한다. 여기에는 **성능**, **보안 & 개인정보**, **확장성 & 가용성**, **로깅 & 모니터링**을 포함한다.

5-1. 성능 (Performance)

시스템은 실시간성 요구를 만족해야 하며, 주요 성능 목표는 다음과 같다:

항목	요구사항
화면 캡처 → 백엔드 업로드	각 프레임은 **1 초 이내** 전송 완료
Adaptive Sampling 판단	백엔드에서 샘플링 여부 결정 ≤ **300ms**
AI 분석 서버 응답	이미지 설명 + OCR 완료 ≤ **2 초**
질문 예측 (Prediction LLM)	Top-3 질문 생성 ≤ **2 초**
질문 응답 (Answering LLM)	초기 응답 ≤ **2 초**, 최종 응답 ≤ **15 초**
UI 렌더링	Overlay 및 Sidebar UI 갱신 지연 ≤ **200ms**
벡터 검색 (FAISS)	Top-K 검색 ≤ **200ms**, K=8
동시 사용자 처리	1,000 명 동시 접속 시 평균 응답 시간 ≤ **3 초**

5-2. 보안 & 개인정보 (Security & Privacy)

시스템은 민감정보 보호와 데이터 안전성을 보장해야 한다:

항목	요구사항
PII 처리	OCR 결과에서 **PII 탐지 후 마스킹** (비밀번호, 카드번호, 주민번호 등)
전송 보안	모든 데이터 전송 시 **TLS 1.3 이상** 적용
저장 보안	이미지 및 메타데이터는 **AES-256** 암호화 저장 (AWS S3 at-rest encryption)
인증	JWT 기반 인증 (Access Token + Refresh Token)
접근 제어	RBAC(Role-Based Access Control) 적용
로그 민감정보 차단	PII 포함 데이터는 절대 로그에 기록하지 않음
GDPR/KISA 준수	사용자 데이터 삭제 요청 시 7 일 이내 처리
API Key 보안	OpenAI API 키는 환경변수/Secret Manager 관리

5-3. 확장성 & 가용성 (Scalability & Availability)

서비스는 트래픽 증가와 장애 상황에도 안정적으로 동작해야 한다:

항목	요구사항
확장성	백엔드(Spring Boot), AI 분석(FastAPI), DB 서비스는 **Kubernetes 기반 오토스케일링** 지원
고가용성	백엔드 및 AI 서버는 **3 개 AZ(Availability Zone)** 분산 배포
SLA	서비스 가용성 **99.9% 이상**
DB 복제	PostgreSQL Read Replica + 벡터 DB(FAISS) 백업
장애 대응	장애 감지 후 **30 초 이내 Failover**
캐싱	CloudFront/CDN 활용, 정적 리소스 응답 시간 ≤ **100ms**

5-4. 로깅 & 모니터링 (Logging & Monitoring)

운영 및 장애 대응을 위해 모든 주요 이벤트를 추적 가능해야 한다:

항목	요구사항
로그 수집	Elastic Stack(ELK) 또는 Loki 기반 로그 수집
메트릭 모니터링	Prometheus + Grafana 대시보드 구축
주요 KPI	- 캡처 업로드 성공률- AI 응답 시간- PII 탐지율- 예상 질문 정확도
알림	임계치 초과 시 Slack/Email 알림
로그 보존 정책	90 일 (개인정보는 익명화 후 저장)
트레이싱	OpenTelemetry 기반 분산 트레이싱 (백엔드↔AI 서버↔Agent)

6. API 스펙 & 이벤트 처리

본 장에서는 **Agent 앱 ↔ 백엔드 서버 ↔ AI 분석 서버** 간 통신을 정의한다.

6-1. REST API 스펙

6-1-1. 사용자 인증

항목	내용
URL	/api/auth/login
Method	POST
설명	사용자 로그인, JWT 발급
요청 Body	json { "email": "user@example.com", "password": "string" }
응답	json { "accessToken": "jwt-token", "refreshToken": "jwt-refresh" }

6-1-2. 화면 캡처 업로드

항목	내용
URL	/api/capture/upload
Method	POST
설명	Agent 앱이 캡처 이미지 업로드

Headers	Authorization: Bearer {JWT}
요청 Body	Multipart Form Data - file: 이미지 파일 (JPEG/PNG) - metadata: JSON 문자열 → { "userId": "string", "timestamp": "2025-07-27T12:00:00Z" }
응답	json { "status": "success", "imageId": "uuid" }

6-1-3. AI 분석 요청 (백엔드 → FastAPI)

항목	내용
URL	/api/analyze
Method	POST
설명	백엔드가 AI 분석 서버에 이미지 분석 요청
요청 Body	json { "imageUrl": "https://s3.bucket/image.jpg", "sessionId": "uuid", "userId": "uuid" }
응답	json { "description": "브라우저에서 이메일 입력 화면", "ocr": [{"text":"로그인","bbox":[10,20,50,40]}], "questions": ["질문 1","질문 2","질문 3"], "confidence": 0.82 }

6-1-4. 질문 응답 요청

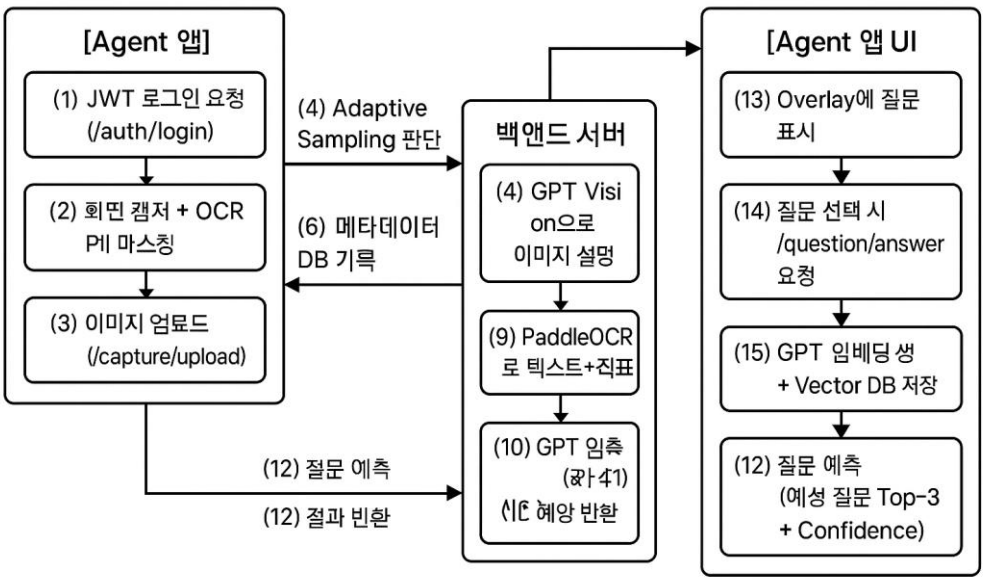
항목	내용
URL	/api/question/answer
Method	POST
설명	Agent 앱이 특정 질문에 대한 응답 요청

요청 Body	json { "question": "PPT 테마 변경 방법은?", "sessionId": "uuid" }
응답	json { "answer": "디자인 탭에서 테마를 선택하면 됩니다.", "sources": ["https://support.microsoft.com/..."] }

6-1-5. 세션 요약 보고서 생성

항목	내용
URL	/api/session/summary
Method	GET
설명	세션 단위 요약 보고서 반환
응답	json { "summary": "오늘 작업: 이메일 작성, PPT 편집", "recommendations": ["PPT 단축키 학습 권장"] }

아래는 이에 대한 전체적 구조이다.



위 내용은 굳이 써야 되나 싶다.

나중에 보고서 쓸때나 한번 써봐야지