

Linkfolio

포트폴리오 공유 및 채용 연계 플랫폼

백엔드 개발 기술 보고서

마이크로서비스 아키텍처 기반의 확장 가능한 백엔드 시스템 설계 및 구현
분산 환경에서의 데이터 일관성, 실시간 처리, 성능 최적화에 대한 심층 분석

프로젝트 명

Linkfolio – Portfolio Sharing Platform

시스템 유형

마이크로서비스 아키텍처 기반 웹 애플리케이션

주요 기술

Spring Boot, Kubernetes, Kafka, MySQL, MongoDB, Redis

보고서 범위

아키텍처 설계, 데이터 모델, CI/CD 파이프라인, 성능 최적화

작성자

허준형

최종 수정일

2025.12.08

목 차

1. 프로젝트 개요
 - 1.1. 프로젝트 소개
 - 1.2. 추진 배경 및 필요성
 - 1.3. 서비스 목표 및 해결 방안
 - 1.4. 경쟁사 분석 및 차별화 전략
 - 1.5. 비즈니스 모델(BM)
2. 요구사항 정의
 - 2.1. 기능적 요구사항
 - 2.2. 비기능적 요구사항
 - 2.3. 기능 명세서
3. 시스템 아키텍처
 - 3.1. 서비스 간 구성도
 - 3.2. 유즈 케이스
 - 3.3. 시퀀스 다이어그램
 - 3.4. 데이터 모델
4. 개발 및 배포 환경
 - 4.1. 개발 환경
 - 4.2. 기술 스택 및 선정 이유
 - 4.3. CI/CD 파이프라인
 - 4.4. 성능 최적화 전략
 - 4.5. 테스트 및 검증
 - 4.6. 보안
 - 4.7. 트러블슈팅 및 해결
 - 4.8. 프로젝트 관리 방법론
5. 주요 화면 및 UI/UX
6. 회고
 - 6.1. 배운 점 및 느낀 점
 - 6.2. 한계점 및 향후 개선 계획
 - 6.3. 차후 버전 로드맵

[부록] A. 테이블 정의서

[부록] B. API 명세서

1. 프로젝트 개요

1.1. 프로젝트 소개

『Linkfolio』는 개발자·디자이너 등 전문 직군 구직자를 위한 개인 브랜딩 및 채용 통합 플랫폼이다.

현대 채용 시장에서 구직자들은 GitHub, LinkedIn, 기술 블로그 등 다양한 채널에 자신의 이력을 분산하여 관리해야 하는 번거로움이 있다. Linkfolio는 이러한 과편화된 정보를 하나의 세련된 웹 포트폴리오 페이지로 통합(Aggregation)하여, 구직자가 자신의 전문성을 효과적으로 전달할 수 있도록 돕는다.

단순한 링크 모음 서비스를 넘어, 시각적으로 구조화된 포트폴리오 빌더와 기업과의 실시간 커뮤니케이션 기능을 제공함으로써, 구직자에게는 퍼스널 브랜딩의 기회를, 기업에는 검증된 인재를 발굴할 수 있는 양방향 채용 생태계를 제공하는 것을 목표로 한다.

1.2. 추천 배경 및 필요성

1.2.1. 시장 환경 분석

국내 채용 시장은 지속적인 성장세를 보이며, 주요 플랫폼들은 이미 수백만 단위의 MAU를 확보하고 있다. 이는 Linkfolio가 진입할 시장의 규모가 매우 크고, 잠재 고객층이 충분함을 의미한다.

사이트명	전체 이용자 수	MAU	출처
잡코리아	개인 약 1,700만 명, 기업 약 360만	약 761만 명	유저수/MAU
잡플래닛	개인 약 574만 명	약 152만 명	유저수/MAU
사람인	약 1700만 명, 기업 약 120만	약 922만 명	유저수/MAU
크몽	약 400만 명	약 250만 명	유저수/MAU
링커리어	비공개	약 200명	-/MAU
원티브	글로벌 약 351만 명, 기업 약 3만	약 61만 명	유저수/MAU

[표 1] 채용 사이트 시장 규모

특히 크몽과 같은 프리랜서 시장의 성장세는 ‘개인 브랜딩의 중요성 증가’를 명확히 보여주며, 구직자가 단순 이력서를 넘어 자신의 브랜드를 효과적으로 표현할 필요성이 커지고 있다.

1.2.2. 문제 인식 (Pain Points)

거대한 시장 규모에도 불구하고, 기존 채용 생태계는 다음과 같은 구조적 한계를 가지고 있다.

• 개인 브랜딩 정보의 과편화 (Fragmentation)

구직자의 역량을 증명할 코드(GitHub), 글(블로그), 경력(LinkedIn) 등이 여러 플랫폼에 흩어져 있어, 이를 종합적으로 보여주기 위해 이력서에 수많은 링크를 나열해야 하는 비효율이 발생한다. 또한, 포트폴리오가 갱신 될 경우 여러 사이트에서 갱신이 요구되어 갱신이 누락될 가능성이 높다.

• 기존 Link-in-Bio 서비스의 한계

인스타그램 프로필용 링크 서비스 등은 단순한 URL 나열에 그쳐, 프로젝트의 상세 내용이나 기술 스택 (Skill Set) 같은 전문적인 정보를 시각적으로 표현하기 어렵다.

• 채용 시장의 단방향성 (Unidirectional)

대부분의 채용 플랫폼은 구직자가 공고를 찾아 지원하는 수동적 구조다. 이로 인해 역량 있는 인재가 먼저 자신을 알리거나, 기업이 비공식적으로 접촉(Coffee Chat 등)하기 어려운 문제가 있다.

1.3. 서비스 목표 및 해결 방안

Linkfolio는 위에서 제기된 문제점을 해결하기 위해 다음과 같은 핵심 가치를 제공한다.

• All-in-One 통합 브랜딩

흩어진 링크를 단순 통합하는 것을 넘어, 프로젝트 결과물과 기술 스택을 시각적으로 돋보이게 하는 전문 포트폴리오 템플릿을 제공한다.

• 양방향(Bidirectional) 소통 채널 구축

기업 채용 담당자가 구직자의 포트폴리오를 보고 직접 제안을 보내거나, 구직자 간에 피드백을 주고 받을 수 있는 실시간 커뮤니케이션 기능을 탑재한다.

• 사용자 경험(UX) 중심의 포트폴리오

별도의 코딩 없이도 누구나 디자이너가 만든 것 같은 고품질의 웹 페이지를 가질 수 있도록 커스터마이징 기능을 강화한다.

1.4. 경쟁사 분석 및 차별화 전략

1.4.1. 경쟁 서비스 분석

기존 시장의 주요 플레이어들은 각자의 영역에서 강점을 가지고 있으나, '통합 포트폴리오 관리'와 '네트워킹'을 동시에 만족시키는 서비스는 부재하다.

서비스	장점	단점
JOBKOREA(잡코리아)	국내 대표 채용 플랫폼, 방대한 채용 정보 제공	포트폴리오 중심의 브랜딩 기능 부족
wanted(원티드)	AI 추천 기반 매칭, 커리어 성장 콘텐츠 제공	링크 통합 및 개인 브랜딩 기능 미흡
inflearn(인프런)	학습 중심의 역량 강화 플랫폼	채용 및 포트폴리오 관리 기능 부재
잡플래닛	면접, 회사 내 분위기 등의 내부 데이터를 제공	채용 공고보단 회사 정보 파악에 강점
사람인	기업 입장에서 채용 공고를 한 번에 여러 플랫폼 게시, 채용 데이터 혼선 방지, 뛰어난 자동 완성 기능	많은 양의 데이터가 있어 질이 낮은 포트폴리오 다수 존재
크몽	쉽게 게시글을 작성, 작업 가능	전문 채용이 아닌 외주 위주로 전문성이 타 플랫폼에 비해 약함

[표 2] 주요 경쟁 서비스 비교 분석

1.4.2. 차별화 전략

Linkfolio는 경쟁사들이 제공하지 못하는 '소통'과 '커스터마이징'에 집중하여 틈새시장을 공략한다.

• 1:1 실시간 다이렉트 메시지 (DM):

이메일이나 서류 전형을 거치지 않고도 플랫폼 내에서 기업과 구직자가 즉시 대화할 수 있어 채용 리드 타임을 획기적으로 단축한다.

• 커뮤니티형 피드백 시스템

구직자끼리 서로의 포트폴리오에 댓글과 피드백을 남길 수 있는 기능을 제공하여, 단순한 문서 저장소가 아닌 '함께 성장하는 커리어 커뮤니티'를 지향한다.

• 고도화된 커스터마이징

정해진 양식에 텍스트만 채워 넣는 기존 이력서와 달리, 사용자가 원하는 대로 섹션을 배치하고 스타일을 적용할 수 있는 유연한 빌더 기능을 제공한다.

1.5. 비즈니스 모델(BM)

1.5.1. 벤치마킹 모델 분석

안정적인 수익 창출을 위해 기존 성공 사례들의 BM을 분석하였으며, 시장에서 검증된 '광고'와 '구독' 모델을 벤치마킹하였다.

사이트명	BM	기능
잡코리아	기간제 구독제, AD, 서비스 이용료(기업)	광고 배너, 이력서 강조(구직), 공고 상단 노출 및 갱신(구인)
잡플래닛	기간제 구독제(무료/스탠다드/프리미엄), 서비스 이용료(기업)	리뷰 열람, 회사 정보 열람, 프리미엄 데이터 열람(구직), 채용 성공 시, 수수료 제공(구인)
크리에이터 링크	기간제 구독제(무료/베이직/비즈니스/쇼핑)	사이트 제작 기능 변경(저장공간, 다국어 번역, 결제 기능 등)
크몽	사이트 화폐, 수수료	서비스 이용료, 결제 수수료 및 결제망 이용료, 부가세
링커리어	광고, 서비스 이용료(기업)	광고 배너, 패키지
원티드	서비스 이용료(기업)	취업 성공 수수료

[표 3] 레퍼런스 서비스 BM 분석

1.5.2. Linkfolio 수익화 전략

Linkfolio는 초기 사용자 확보를 위해 진입 장벽이 낮은 Freemium(부분 유료화) 전략을 채택하고, 트래픽이 확보된 지면을 활용하여 광고 수익을 창출하는 하이브리드 모델을 구축하였다.

• 타겟 광고 (Advertisement)

포트폴리오 열람 페이지 및 메인 대시보드 등 트래픽이 집중되는 구간에 배너 광고를 유치한다.
타 사이트 대비 낮은 단가로 서비스 초반 CTR의 위험 부담을 줄이고, CPC를 낮출 수 있도록 한다.

광고	노출 위치	개수	규격	단가
메인 광고	PC/Mobile 메인 상단	5개	1130px * 76px	주 40만 원

[표 4] 광고

• 프리미엄 구독제 (Free & Pro)

구직 경쟁력을 높여주는 상위 노출 및 편의 기능을 유료화하여 충성 고객을 확보한다.

구분	Free-Tier	Pro-Tier
PR 우선 노출	미제공	공고 상단 고정 + 배너 노출
PR 검색 노출	미제공	검색 상단 고정
PR 카드 양식	기본 양식	PR 카드 커버 제공
이력서 자동 업데이트	미제공	자동 갱신(7일 주기)
강좌 연계	미제공	지원
유지 기간	제한 없음(기본 이용)	28일
가격	무료	월 4,900원

[표 5] 프리미엄 구독제

2. 요구사항 정의

2.1. 기능적 요구사항 (Functional Requirements)

• 인증/인가 (Auth Service)

ID	요구사항명	상세 내용	중요도
REQ-AUTH-01	자체 회원가입	이메일 인증(Redis 기반 코드 검증)을 거쳐 계정을 생성한다. 가입 시 Transactional Outbox 패턴과 SAGA를 통해 유저 프로필 생성을 보장한다.	상
REQ-AUTH-02	소셜 로그인	Google, Naver, Kakao OAuth2를 통한 로그인 및 회원가입을 지원한다.	상
REQ-AUTH-03	로그인/로그아웃	JWT(Access/Refresh Token) 기반의 로그인을 처리하며, 로그아웃 시 Refresh Token을 만료시킨다.	상
REQ-AUTH-04	токен 재발급	Refresh Token Rotation(RTR) 방식을 적용하여 Access Token 만료 시 보안성을 유지하며 토큰을 재발급한다.	상
REQ-AUTH-05	아이디/비밀번호 찾기	이메일 인증을 통해 가입된 아이디를 찾거나 비밀번호를 재설정할 수 있어야 한다.	중

• 사용자 관리 (User Service)

ID	요구사항명	상세 내용	중요도
REQ-USER-01	내 프로필 조회	로그인한 사용자의 상세 정보(이름, 이메일, 생년월일 등)를 조회한다.	상
REQ-USER-02	내 프로필 수정	사용자의 이름, 생년월일, 성별 등 개인정보를 수정한다. 수정 사항은 타 서비스(Auth, Portfolio, Chat)로 전파되어야 한다.	상

• 포트폴리오 (Portfolio Service)

ID	요구사항명	상세 내용	중요도
REQ-PORT-01	포트폴리오 관리	사용자는 자신의 포트폴리오(한줄 소개, 기술 스택, 본문 등)를 생성 및 수정할 수 있다. 사용자 프로필 정보는 비정규화하여 자동 동기화된다.	상
REQ-PORT-02	포트폴리오 목록 조회	메인 페이지에서 무한 스크롤(Slice) 방식으로 목록을 조회한다. 직군별 필터링 및 최신순 정렬과 Hacker News 알고리즘 기반의 인기순 정렬을 지원한다.	상
REQ-PORT-03	포트폴리오 상세 조회	포트폴리오의 상세 내용을 조회한다. Split Caching 전략을 통해 정적 데이터(본문)와 동적 데이터(조회수, 좋아요)를 분리하여 처리한다.	상
REQ-PORT-04	관심(좋아요) 기능	타인의 포트폴리오에 관심을 표시하거나 취소할 수 있다. 좋아요 수는 Redis에서 실시간 접근 후 DB에 배치 반영된다.	중
REQ-PORT-05	내 관심 목록 조회	사용자가 관심을 표시한 포트폴리오 목록을 별도로 조회할 수 있다.	중

• 커뮤니티 (Community Service)

ID	요구사항명	상세 내용	중요도
REQ-COMM-01	게시글 관리	QnA, 정보공유, 팀원모집 등 카테고리별 게시글을 작성, 수정, 삭제할 수 있다.	상
REQ-COMM-02	계층형 댓글	게시글에 댓글 및 대댓글(답글)을 작성할 수 있으며, 계층형 구조로 조회된다.	상
REQ-COMM-03	QnA 특화 기능	질문 해결 여부(isSolved)를 표시할 수 있으며, 작성자는 원하는 답변(댓글)을 채택할 수 있다.	중
REQ-COMM-04	팀원 모집 및 지원	모집 상태(OPEN /CLOSED)를 관리하며, 지원자는 '지원하기' 버튼을 통해 작성자에게 즉시 1:1 지원 메시지를 전송할 수 있다.	상
REQ-COMM-05	활동 내역 조회	사용자가 작성한 게시글 목록과 북마크한 게시글 목록을 조회할 수 있다.	중

• 채팅 (Chat Service)

ID	요구사항명	상세 내용	중요도
REQ-CHAT-01	실시간 1:1 채팅	WebSocket(STOMP)과 MongoDB를 이용하여 대용량 실시간 메시지를 전송 및 저장한다.	상
REQ-CHAT-02	채팅방 목록 조회	참여 중인 채팅방 목록을 조회한다. 상대방의 프로필 정보는 로컬 캐싱된 데이터(chat_user_profile)를 사용하여 N+1 문제 없이 조회한다.	상
REQ-CHAT-03	메시지 상태 관리	상대방의 메시지 읽음 여부(Read Count)를 실시간으로 동기화하며, 상대방이 '입력 중(Typing)'인 상태를 표시한다.	중
REQ-CHAT-04	안 읽은 메시지 배지	사용자가 확인하지 않은 총 메시지 개수를 Redis에서 고속으로 조회하여 네비게이션 바 등에 표시한다.	하

• 고객 지원 (Support Service)

ID	요구사항명	상세 내용	중요도
REQ-SUPP-01	공지사항 조회	전체 공지사항을 조회하며, 중요 공지(isImportant)는 상단에 고정한다. 캐싱을 통해 조회 부하를 최소화한다.	하
REQ-SUPP-02	FAQ 조회	카테고리별(제작, 포트폴리오 등) 자주 묻는 질문을 조회한다.	하
REQ-SUPP-03	관리자 기능	ADMIN 권한을 가진 사용자는 공지사항 및 FAQ를 등록, 수정, 삭제할 수 있다.	중

2.2. 비기능적 요구사항 (Non-Functional Requirements)

• 보안 (Security)

□ Gateway Header Spoofing 방지

API Gateway는 외부 요청의 인증 헤더를 검증한 후, 기존 헤더를 제거하고 신뢰할 수 있는 내부 헤더(X-User-Id 등)로 재작성(Re-write)하여 내부 서비스로 전달한다.

□ WebSocket 보안

WebSocket Handshake 단계에서 Gateway가 주입한 헤더를 인터셉트하여 세션 속성에 저장함으로써, 연결 수립 이후에도 STOMP 프로토콜 내에서 보안 컨텍스트(Principal)를 유지한다.

• 성능 (Performance)

□ Split Caching Strategy

포트폴리오 상세 조회 시, 변경이 적은 본문은 Look-aside (Cache-Aside) 방식으로, 변경이 많은 통계(조회 수/좋아요)는 Write-Back 방식으로 분리하여 캐싱한다.

□ Batch Processing

조회수, 좋아요 수와 같은 빈번한 업데이트는 Redis HyperLogLog 및 Hash를 통해 인메모리에서 처리하고, 스케줄러를 통해 일정 주기로 DB에 일괄 반영하여 Row Lock을 최소화한다.

□ Global Caching

공지사항, FAQ 등 읽기 비중이 높은 데이터는 직렬화 이슈를 해결한 Wrapper Class(CustomPageResponse)를 사용하여 적극적으로 캐싱한다.

• 데이터 일관성 (Consistency)

□ Eventual Consistency

서비스 간 데이터 동기화(예: 회원가입 시 프로필 생성, 프로필 변경 시 포트폴리오 작성자 정보 갱신)는 Kafka와 CDC(Debezium)를 활용한 결과적 일관성 모델을 따른다.

□ Transactional Outbox Pattern

분산 트랜잭션 시 DB 저장과 이벤트 발생의 원자성을 보장하기 위해 Outbox 테이블을 사용하여 'Dual Write' 문제를 방지한다.

• 확장성 (Scalability)

□ Stateless Architecture

모든 마이크로서비스는 세션 상태를 저장하지 않으며(Stateless), Redis를 통한 중앙화된 세션/토큰 관리로 수평 확장을 지원한다.

□ Polyglot Persistence

데이터의 특성에 맞게 MySQL(관계형 데이터), MongoDB(비정형 대용량 채팅 로그), Redis(캐시 및 고속 카운터)를 적재적소에 활용한다.

□ Hybrid Infra

Kubernetes 클러스터(App)와 외부 VM(Kafka/DB)을 분리한 하이브리드 구조로 리소스 간섭을 최소화한다.

2.3. 기능 명세서

2.3.1. 기능 요약표

ID	페이지	기능명	목적
P-AUTH-001-01	회원가입	이메일 인증 코드 발송	가입 이메일 검증을 위한 코드 발송 (Redis TTL 관리)
P-AUTH-001-02	회원가입	이메일 인증 코드 검증	발송된 코드 일치 여부 확인
P-AUTH-001-03	회원가입	ID 중복 검사	아이디 사용 가능 여부 확인
P-AUTH-001-04	회원가입	비밀번호 일치 검사	비밀번호 오입력 방지
P-AUTH-001-05	회원가입	자체 회원가입 요청	최종 가입 정보 제출 및 SAGA 트랜잭션 시작
P-AUTH-002-01	로그인	자체 로그인	아이디/비밀번호 인증 및 JWT 토큰 발급
P-AUTH-002-02	로그인	소셜 로그인 (OAuth2)	외부 계정(Google, Naver, Kakao) 연동 및 자동 가입
P-COMM-001-01	공통	토큰 재발급	만료된 Access Token 갱신 및 RTR(Rotation) 적용
P-COMM-001-02	공통	로그아웃	서버 Redis 토큰 삭제 및 클라이언트 쿠키 만료

P-FIND-001-01	아이디 찾기	아이디 찾기	실명/이메일 기반 아이디 조회 및 발송
P-FIND-002-01	비번 찾기	비밀번호 재설정 (코드 발송)	본인 확인을 위한 인증 코드 발송
P-FIND-002-02	비번 찾기	비밀번호 재설정 (코드 검증)	인증 코드 확인 및 권한 획득
P-FIND-002-03	비번 찾기	비밀번호 재설정 (변경)	새로운 비밀번호로 변경
P-USER-001-01	마이페이지	내 정보 조회	로그인한 사용자 프로필(캐시 적용) 조회
P-USER-001-02	마이페이지	내 정보 수정	이름, 생년월일, 성별 수정 및 CDC 전파
P-USER-001-03	마이페이지	비밀번호 변경	로그인 상태에서 비밀번호 변경
P-PORT-001-01	메인	포트폴리오 목록 조회	필터/정렬(최신순/인기순) 조건에 따른 목록 조회
P-PORT-002-01	에디터	내 포트폴리오 조회	수정 용 데이터(기존 내용) 조회
P-PORT-002-02	에디터	내 포트폴리오 저장	포트폴리오 내용 저장 및 발행(공개)
P-PORT-003-01	상세	포트폴리오 상세 조회	개별 포트폴리오 열람 (Split Caching 적용)
P-PORT-003-02	상세	관심(좋아요) 추가	포트폴리오 스크랩 및 카운트 증가 (Redis Write-Back)
P-PORT-003-03	상세	관심(좋아요) 취소	스크랩 취소 및 카운트 감소
P-USER-002-01	관심목록	내 관심 목록 조회	내가 좋아요한 포트폴리오 모아보기
P-CMTY-001-01	커뮤니티	게시글 작성	QnA, 정보공유, 팀원모집 게시글 작성
P-CMTY-001-02	커뮤니티	게시글 목록 조회	카테고리별 목록 및 검색 (인덱스 촉진화)
P-CMTY-001-03	커뮤니티	게시글 상세 조회	본문 및 계층형 댓글 조회
P-CMTY-002-01	상세	댓글/대댓글 작성	게시글에 대한 의견 작성
P-CMTY-002-02	상세	QnA 답변 채택	질문자가 원하는 답변 채택 및 해결 처리
P-CMTY-002-03	상세	팀원 지원하기	도입글 작성자에게 1:1 채팅으로 지원 메시지 전송
P-USER-002-02	활동내역	내 활동 조회	내가 쓴 글 및 북마크한 글 모아보기
P-CHAT-001-01	채팅목록	채팅방 목록 조회	참여 중인 대화방 및 안 읽은 메시지 수 조회
P-CHAT-001-02	채팅목록	전체 안 읽은 수 조회	메인 뱃지용 총 Unread Count 조회
P-CHAT-002-01	채팅방	채팅방 입장/생성	1:1 대화방 개설 또는 입장
P-CHAT-002-02	채팅방	메시지 내역 조회	이전 대화 내용 페이징 로딩 (MongoDB)
P-CHAT-002-03	채팅방	실시간 메시지 전송	테스트 메시지 발송 및 Pub/Sub 전파
P-CHAT-002-04	채팅방	메시지 읽음 처리	상대방 메시지 확인 및 Read Count 갱신
P-CHAT-002-05	채팅방	입력 중 상태 전송	Typing Indicator 실시간 표시
P-SUPP-001-01	공지사항	공지사항 목록 조회	전체 공지사항 확인 (Global Caching)
P-SUPP-001-02	공지사항	공지사항 상세 조회	공지 내용 열람
P-SUPP-002-01	FAQ	FAQ 목록 조회	자주 묻는 질문 확인 (카테고리별)
P-ADM-001-01	관리자	공지사항 등록/수정/삭제	공지사항 컨텐츠 관리 및 캐시 초기화
P-ADM-002-01	관리자	FAQ 등록/수정/삭제	FAQ 컨텐츠 관리 및 캐시 초기화
P-SYS-001-01	시스템	사용자 프로필 동기화	Kafka CDC를 통한 서비스 간 데이터 일관성 유지
P-SYS-001-02	시스템	SAGA 보상 트랜잭션	분산 트랜잭션 실패 시 롤백 처리

2.3.2. 기능 상세

[1] 인증/인가 (Auth)

[P-AUTH-001-01] 이메일 인증 코드 발송

- 목적: 무분별한 가입 방지 및 본인 확인
- 업무 규칙:
 - 이미 가입된 이메일(로컬/소셜)은 발송이 제한된다.
 - 인증 코드는 6자리 난수이며, Redis에 3분간 저장된다 (TTL).
- 예외 처리: EMAIL_DUPLICATION (중복 이메일), ALREADY_SOCIAL (소셜 가입됨)
- 기타: EmailVerificationService 사용
- 시나리오:
 1. 사용자는 이메일을 입력하고 '인증' 버튼을 클릭한다.
 2. 시스템은 이메일 중복 여부를 확인한다.
 3. 중복이 아니면 6자리 난수 코드를 생성한다.
 4. 생성된 코드를 Redis에 저장하고 이메일로 발송한다.

[P-AUTH-001-02] 이메일 인증 코드 검증

- 목적: 발송된 코드 유효성 확인
- 업무 규칙: Redis에 저장된 코드와 일치해야 하며, 유효시간(3분) 이내여야 한다. 검증 성공 시 '인증 완료' 상태(VE:{email})를 Redis에 임시 저장한다.
- 예외 처리: INVALID_CODE (코드 불일치), EXPIRED_CODE (시간 만료)
- 시나리오:
 1. 사용자는 수신한 코드를 입력하고 '확인' 버튼을 클릭한다.
 2. 시스템은 Redis에 저장된 코드와 비교한다.

3. 일치하면 '인증 완료' 상태를 Redis에 저장한다.

[P-AUTH-001-03] ID 중복 검사

- 목적: 아이디 유일성 보장
- 업무 규칙: AuthUserRepository를 조회하여 중복된 username이 있는지 확인 한다.
- 예외 처리: USERNAME_DUPLICATION
- 시나리오:

1. 사용자가 ID를 입력하면 실시간 혹은 버튼 클릭으로 중복 여부를 응답받는다.

[P-AUTH-001-04] 비밀번호 일치 검사

- 목적: 오입력 방지
- 업무 규칙: 비밀번호와 비밀번호 확인 필드의 값이 정확히 일치해야 한다.
- 예외 처리: PASSWORD_MISMATCH

[P-AUTH-001-05] 자체 회원가입 요청

- 목적: 계정 생성 및 프로필 생성 트리거
- 업무 규칙:
 - 이메일 인증 완료 상태(VE:{email})가 Redis에 존재해야 한다.
 - 계정은 PENDING 상태로 생성되며, Outbox 테이블에 이벤트를 발행하여 SAGA 트랜잭션을 시작한다.
- 시나리오:
 1. 모든 정보 입력 후 가입 요청.
 2. Auth DB 저장 및 Kafka 이벤트 발행(via Debezium).
 3. User Service가 이벤트를 받아 프로필을 생성한다.

[P-AUTH-002-01] 자체 로그인

- 목적: 인증 및 JWT 발급
- 업무 규칙: username으로 조회한 계정의 상태가 COMPLETED여야 한다 (SAGA 완료 계정). / 소셜 가입 계정은 ID/PW 로그인이 불가능하다.
- 예외 처리: USER_NOT_FOUND (계정 없음/비밀번호 불일치/미완료 계정)
- 결과: Access Token(Body), Refresh Token(HttpOnly Cookie) 반환.
- 시나리오:
 1. 사용자는 아이디와 비밀번호를 입력하고 로그인을 시도한다.
 2. 시스템은 계정 존재 여부와 비밀번호 일치를 검증한다.
 3. 계정 상태가 'COMPLETED'인지 확인한다.
 4. 성공 시 Access Token과 Refresh Token을 발급한다.

[P-AUTH-002-02] 소셜 로그인 (OAuth2)

- 목적: 외부 계정 연동 및 간편 가입
- 업무 규칙:
 - Google, Naver, Kakao 지원
 - RedisBasedAuthorizationRequestRepository를 사용하여 state를 관리(Stateless)한다
 - 신규 가입 시 자동으로 SAGA 트랜잭션을 시작한다.
- 예외 처리: EMAIL_ALREADY_REGISTERED_AS_SOCIAL (타 소셜로 이미 가입됨)

[P-COMM-001-01] 토큰 재발급

- 업무 규칙: Refresh Token 탈취 감지 시 모든 토큰을 무효화하며, 재발급 시 Refresh Token도 교체된다 (RTR).
- 예외 처리: 401 Unauthorized (токен 없음/만료/불일치)

□ 시나리오:

1. 클라이언트는 401 만료 응답을 감지한다.
2. 저장된 Refresh Token(Cookie)으로 재발급 API를 호출한다.
3. 시스템은 토큰을 검증하고 새로운 Access/Refresh Token을 발급한다.

[P-COMM-001-02] 로그아웃

□ 목적: 세션 종료

□ 업무 규칙: Redis에서 해당 유저의 Refresh Token을 삭제하고, 클라이언트 쿠키의 유효기간을 0으로 설정한다.

□ 시나리오: 로그아웃 요청 시 서버와 클라이언트 양쪽의 인증 수단을 무효화한다.

[P-FIND-001-01] 아이디 찾기

□ 목적: 분실 아이디 조회

□ 업무 규칙: 실명(name)과 이메일(email)이 일치하는 LOCAL 계정을 조회한다.

□ 예외 처리: USER_NOT_FOUND_BY_NAME_AND_EMAIL

[P-FIND-002-01] ~ [03] 비밀번호 재설정

□ 목적: 비밀번호 분실 시 재설정

□ 프로세스:

1. 코드 발송: ID(이메일) 기준으로 코드를 발송한다 (PW_RESET:{email} 저장).
2. 코드 검증: 코드 일치 시 PW_VERIFIED:{email} 상태를 Redis에 저장한다 (6분 유효).
3. 변경: PW_VERIFIED 상태가 확인되면 비밀번호를 변경하고 상태를 삭제한다.

[2] 사용자 관리 (User)

[P-USER-001-01] 내 정보 조회

□ 목적: 프로필 확인

□ 업무 규칙: Redis 캐시(user:profile:{id})를 우선 조회하고, 없으면 DB 조회 후 캐싱한다.

□ 시나리오: 마이페이지 접속 시 기본 정보(이름, 이메일 등)를 로드한다.

[P-USER-001-02] 내 정보 수정

□ 업무 규칙: 이메일, 아이디는 수정 불가하며, 수정된 정보는 타 서비스로 자동 동기화된다.

□ 예외 처리: INTERNAL_SERVER_ERROR (DB 처리 오류)

□ 기타: CDC(Debezium) 기반 데이터 Fan-out

[P-USER-001-03] 비밀번호 변경

□ 목적: 로그인 상태에서의 비밀번호 변경

□ 업무 규칙: 현재 비밀번호가 일치해야 변경 가능하다.

[3] 포트폴리오 (Portfolio)

[P-PORT-001-01] 포트폴리오 목록 조회

□ 업무 규칙: '발행(isPublished=true)'된 포트폴리오만 노출되며, 페이지(Slice) 방식을 사용한다.

□ 예외 처리: 데이터 없음 (빈 목록 반환)

□ 기타: QueryDSL 동적 쿼리 사용

□ 시나리오:

1. 사용자는 직군 필터 또는 정렬(최신순/인기순)을 선택한다.
2. 시스템은 조건에 맞는 포트폴리오 카드를 조회하여 반환한다.

[P-PORT-002-01] 내 포트폴리오 조회 (수정 용)

- 목적: 에디터 진입 시 데이터 로드
- 업무 규칙: userId로 조회하며, 데이터가 없어도 기본 객체를 반환하거나 예외 처리한다.

[P-PORT-002-02] 내 포트폴리오 저장

- 업무 규칙: 1인당 1개의 포트폴리오만 생성 가능하며, 태그는 최대 4개까지 저장된다.
- 예외 처리: PORTFOLIO_NOT_FOUND (사용자 정보 캐시 누락)
- 기타:
- 시나리오:
 1. 사용자는 내용(사진, 소개, 마크다운 등)을 입력하고 저장한다.
 2. 시스템은 정보를 DB에 저장한다.
 3. 최초 저장 시 상태를 '발행(Published)'으로 변경한다.

[P-PORT-003-01] 포트폴리오 상세 조회

- 목적: 본문 열람
- 업무 규칙: Split Caching 적용
 - 본문: Redis 캐시(portfolio:details:{id}) 조회.
 - 통계(조회수): Redis Hash(portfolio:stats:{id}) INCR 연산 및 배치용 키에 누적.
 - 좋아요 여부: 로그인 시 DB 조회하여 병합.

[P-PORT-003-02/03] 관심(좋아요) 추가/취소

- 업무 규칙: 중복 좋아요는 불가능하며(DB Unique), 본인 포트폴리오는 좋아요 할 수 없다.
- 시나리오:
 1. 사용자는 포트폴리오 상세 화면에서 좋아요 버튼을 클릭한다.
 2. 시스템은 관계 테이블에 데이터를 저장한다.
 3. 해당 포트폴리오의 좋아요 카운트를 증가시킨다.

[P-USER-002-01] 내 관심 목록 조회

- 목적: 북마크 모아보기
- 업무 규칙: 내가 좋아요를 누른 포트폴리오를 최신순으로 조회한다.

[4] 커뮤니티 (Community Service)

[P-CMTY-001-01] 게시글 작성

- 목적: 콘텐츠 생성
- 업무 규칙: QNA, INFO, RECRUIT 카테고리 중 하나를 선택하여 저장한다.

[P-CMTY-001-02] 게시글 목록 조회

- 목적: 정보 탐색
- 업무 규칙: 카테고리, 해결 여부(isSolved) 등으로 필터링하며, 작성자 정보를 포함(Join)하여 조회한다.
Redis 캐싱 적용 시 CustomPageResponse 래퍼를 사용한다.

[P-CMTY-001-03] 게시글 상세 조회

- 목적: 내용 및 댓글 열람
- 업무 규칙: 본문은 캐싱, 조회수 등을 Redis 실시간 카운팅. 댓글은 계층형 구조(Parent-Child)로 변환하여 반환한다.

[P-CMTY-002-01] 댓글/대댓글 작성

- 목적: 소통
- 업무 규칙: parentId 유무에 따라 댓글/대댓글로 구분 저장. 댓글 수 카운트를 Redis에서 증가시킨다

[P-CMTY-002-02] QnA 답변 채택

- 목적: 질문 해결
- 업무 규칙: QnA 카테고리 작성자만 가능. 채택 시 댓글의 isAccepted와 게시글의 isSolved가 true로 변경된다.

[P-CMTY-002-03] 팀원 지원하기

- 목적: 모집글 지원
- 업무 규칙: RECRUIT 카테고리 &OPEN 상태일 때만 가능. Feign Client를 통해 Chat Service로 시스템 메시지를 발송한다.

[P-USER-002-02] 활동 내역 조회

- 목적: 마이페이지 활동 관리
- 업무 규칙: 내가 쓴 글(findMyPosts) 및 북마크한 글(findMyBookmarkedPosts)을 페이지 조회한다.

[5] 채팅 (Chat)

[P-CHAT-001-01] 채팅 방 목록 조회

- 업무 규칙: 최근 메시지가 온 순서대로 정렬되며, 상대방 정보는 로컬 캐시(ChatUserProfile)를 사용한다.
- 기타: MongoDB Aggregation
- 시나리오:
 1. 사용자는 채팅 메뉴에 진입한다.
 2. 시스템은 내가 속한 방 목록, 상대방 정보, 안 읽은 메시지 수를 조회한다.

[P-CHAT-001-02] 전체 안 읽은 수 조회

- 목적: 알림 배지
- 업무 규칙: Redis의 USER_TOTAL_UNREAD:{userId} 키 값을 조회하여 반환한다.

[P-CHAT-002-01] 채팅 방 입장/생성

- 목적: 대화 시작
- 업무 규칙: 두 사용자 ID(minId, maxId)를 기준으로 유니크한 방을 조회하거나 생성한다.

[P-CHAT-002-02] 메시지 내역 조회

- 목적: 이전 대화 확인
- 업무 규칙: MongoDB chat_message 컬렉션에서 roomId 기준 최신순으로 페이지 조회한다.

[P-CHAT-002-03] 실시간 메시지 전송

- 업무 규칙: 전송 시 상대방의 '안 읽은 메시지 수'를 1 증가시키고, 나의 카운트는 0으로 초기화한다.
- 예외 처리: 웹소켓 연결 끊김 (재연결 시도)
- 기타: WebSocket STOMP 프로토콜
- 시나리오:
 1. 사용자는 메시지를 입력하고 전송한다.
 2. 시스템은 메시지를 DB에 저장한다.
 3. Redis Pub/Sub을 통해 상대방이 접속한 서버로 메시지를 전달한다.
 4. 상대방에게 실시간으로 메시지가 표시된다.

[P-CHAT-002-04] 메시지 읽음 처리

- 목적: 수신 확인
- 업무 규칙: 채팅방 입장 시 호출. unreadCount를 0으로 초기화하고, 상대방에게 READ 타입 메시지를 보내 숫자 1을 지우게 한다.

[P-CHAT-002-05] 입력 중 상태 전송

- 목적: UX 향상
- 업무 규칙: DB 저장 없이 Redis Pub/Sub을 통해 TYPING 타입 메시지만 실시간 전파한다.

[6] 관리자/지원 (Support/Admin)

[P-SUPP-001-01] 공지사항 목록 조회

- 업무 규칙: 모든 사용자가 조회 가능하다.
- 시나리오:
 1. 사용자는 공지사항 메뉴에 접속한다.
 2. 시스템은 중요 공지를 상단에, 나머지를 최신순으로 정렬하여 보여준다.

[P-SUPP-001-02] 공지사항 상세 조회

- 목적: 공지 상세 확인
- 업무 규칙: noticeDetail:{id} 키로 캐싱된다.

[P-SUPP-002-01] FAQ 목록 조회

- 목적: 자주 묻는 질문
- 업무 규칙: 카테고리별(ACCOUNT, PAYMENT 등)로 캐싱하여 조회한다 (faqs:{category}).

[P-ADM-001-01 / 00201] 관리자 기능

- 목적: 콘텐츠 관리
- 업무 규칙: ADMIN 권한을 가진 사용자만 접근 가능하다.
- 예외 처리: 403 Forbidden (권한 없음), INVALID_INPUT_VALUE (입력값 누락)

[6] 시스템 (System)

[P-SYS-001-01] 사용자 프로필 동기화

- 업무 규칙: 비동기 처리로 인해 일시적인 데이터 불일치(Eventual Consistency)가 발생할 수 있다.
- 기타: Kafka Consumer
- 시나리오:
 1. User Service에서 사용자 정보가 변경된다.
 2. CDC(Debezium)가 변경 사항을 감지하여 Kafka 이벤트를 발행한다.
 3. 각 서비스는 이벤트를 수신하여 로컬 DB(캐시)를 갱신한다.

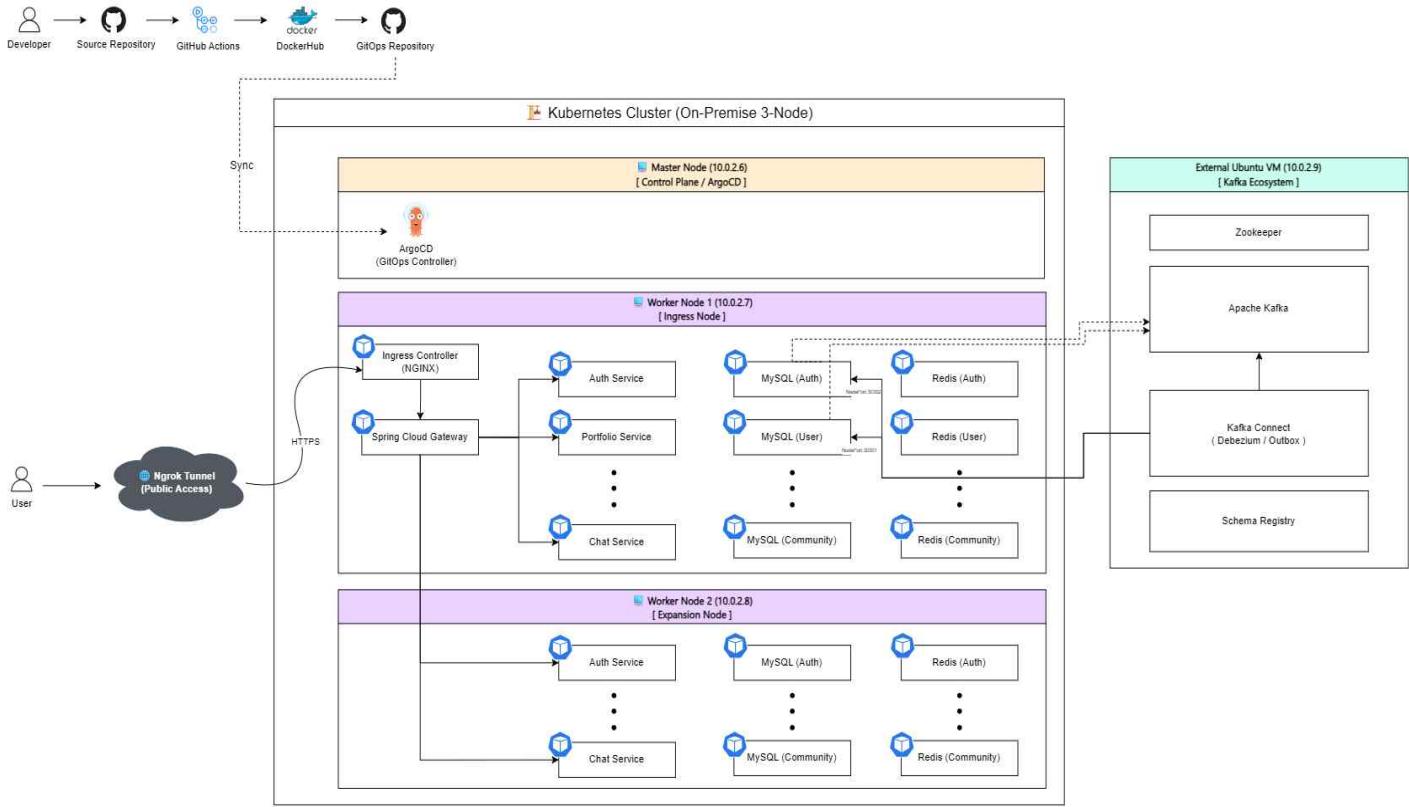
[P-SYS-001-02] SAGA 보상 트랜잭션

- 업무 규칙: 원자성이 보장되어야 한다.
- 기타: Kafka Consumer
- 시나리오:
 1. User Service에서 프로필 생성 중 오류가 발생한다.
 2. 실패 이벤트를 Kafka로 발행한다.
 3. Auth Service가 이를 수신하여 계정 상태를 'CANCELLED'로 변경한다.

3. 시스템 아키텍처

3.1. 서비스 간 구성도

LinkFolio는 온프레미스 Kubernetes 클러스터와 외부 메시징 인프라(Kafka VM)가 결합된 하이브리드 구조로 구성된다. 애플리케이션 처리 영역과 메시징·이벤트 스트리밍 영역을 물리적으로 분리하여, 대용량 처리 시 발생할 수 있는 리소스 간섭을 최소화하고 운영 안정성을 확보하였다.



3.1.1. 인프라 토플로지 (Infrastructure Topology)

• Hybrid Structure

Kubernetes Cluster(애플리케이션 실행)과 별도 VM 기반 Kafka Cluster(메시징 처리)를 분리하였다. 이를 통해 서비스 워크로드와 이벤트 스트리밍 워크로드가 독립적으로 확장되며, 장애 전파를 최소화한다.

• Kubernetes Cluster (On-Premise)

1개의 Master Node와 2개의 Worker Node로 구성되며, 모든 서비스는 독립적인 Pod 단위로 배포를 기본으로 한다. 또한 MySQL, MongoDB, Redis 등 주요 데이터 스토리지 역시 클러스터 내부에서 운영된다.

3.1.2. 서비스 계층 (Service Layer)

• Ingress & Gateway

외부의 모든 요청은 NGINX Ingress Controller를 통해 클러스터로 진입하며, Spring Cloud Gateway가 이를 받아 인증/인가(JWT 검증) 및 라우팅을 수행한다.

• Microservices

업무 도메인별로 분리된 6개의 마이크로서비스(Auth, User, Portfolio, Community, Chat, Support)가 독립적으로 배포되어 운영된다. 각 서비스는 Stateless하게 설계되어 수평 확장이 가능하다.

3.1.3. 데이터 계층 (Data Persistence Layer)

• Polyglot Persistence: 서비스의 특성에 따라 최적의 저장소를 선택하여 사용한다.

- MySQL: 회원 정보, 게시글 등 정형 데이터의 무결성 보장 (Auth, User, Community 등).
- MongoDB: 대용량 실시간 채팅 로그의 고속 쓰기 및 조회 (Chat Service).
- Redis: 세션 관리(Refresh Token), 조회수 집계, Pub/Sub 메시징 브로커 역할 수행

3.1.4. 이벤트 및 메시징 계층 (Event & Messaging Layer)

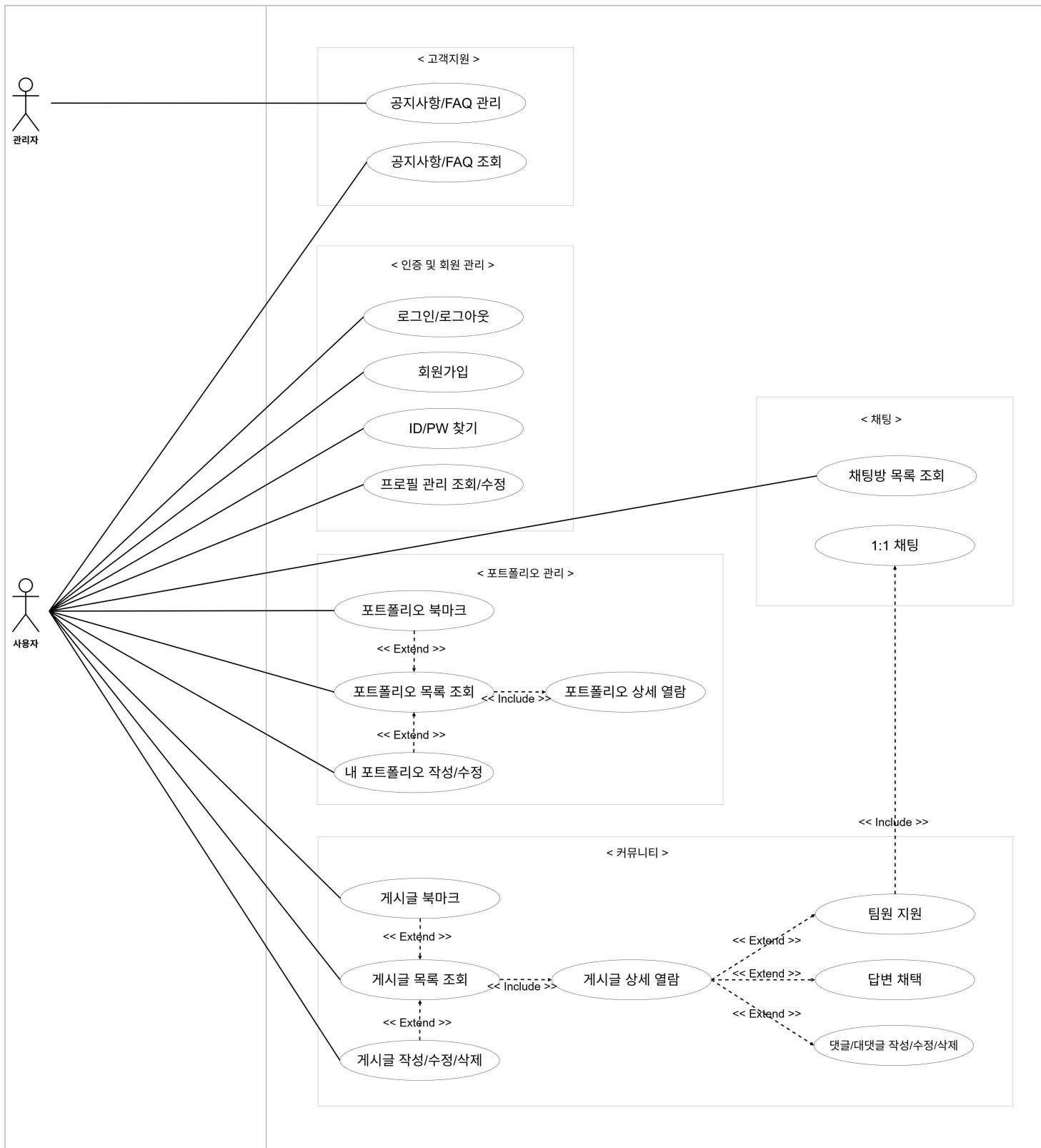
- Apache Kafka Ecosystem

서비스 간 결합도를 낮추기 위해 Kafka를 도입했습니다. 외부의 독립된 Ubuntu VM에서 운영되며, Zookeeper, Kafka Connect, Schema Registry로 구성된 완전한 이벤트 스트리밍 파이프라인을 제공합니다.

- CDC (Change Data Capture)

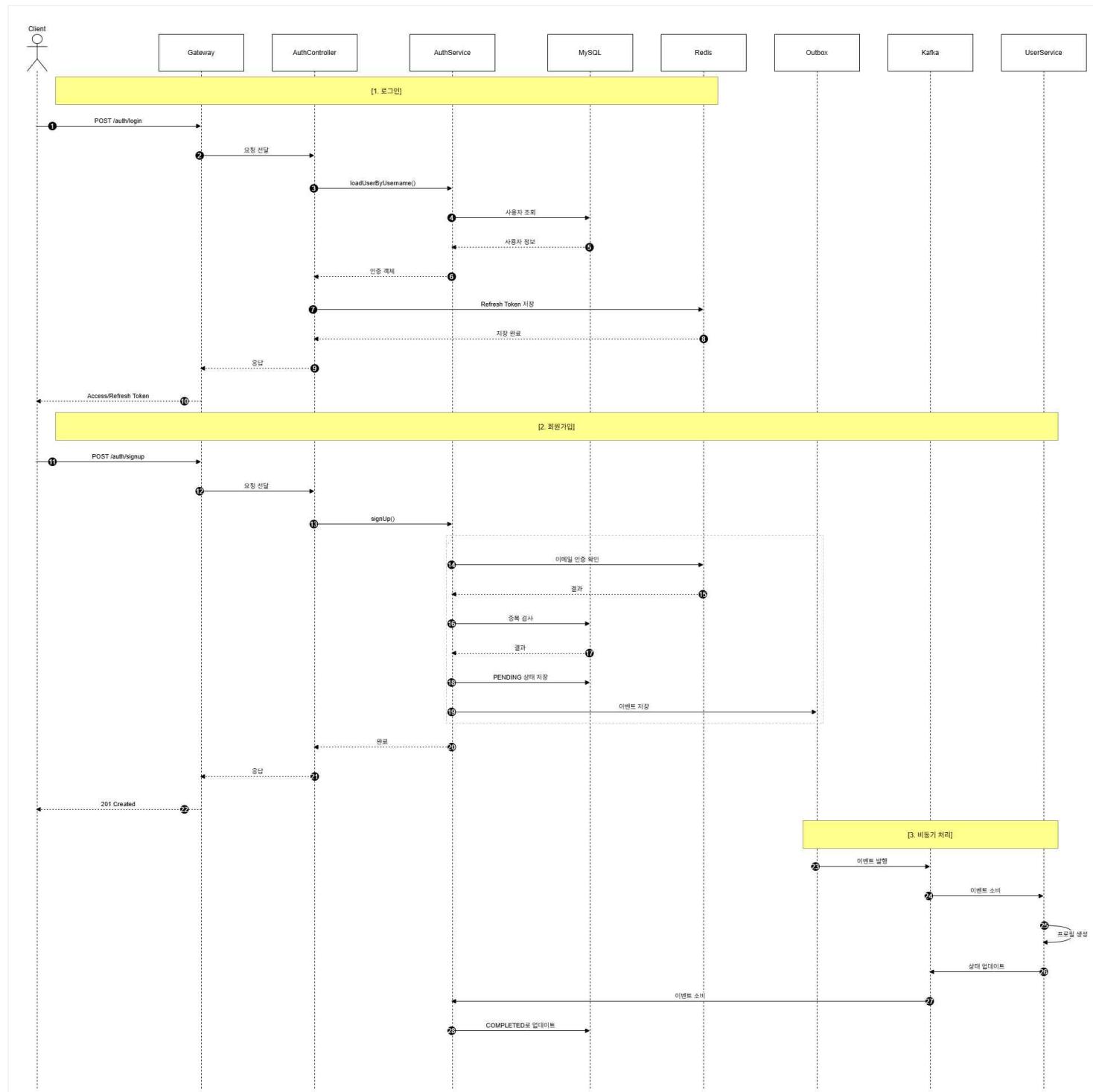
Debezium을 활용하여 DB의 변경 사항(Transaction Log)을 실시간으로 감지하고 Kafka로 전파하여, 서비스 간 데이터 일관성(Eventual Consistency)을 유지합니다.

3.2. 유스 케이스 (Use Case)

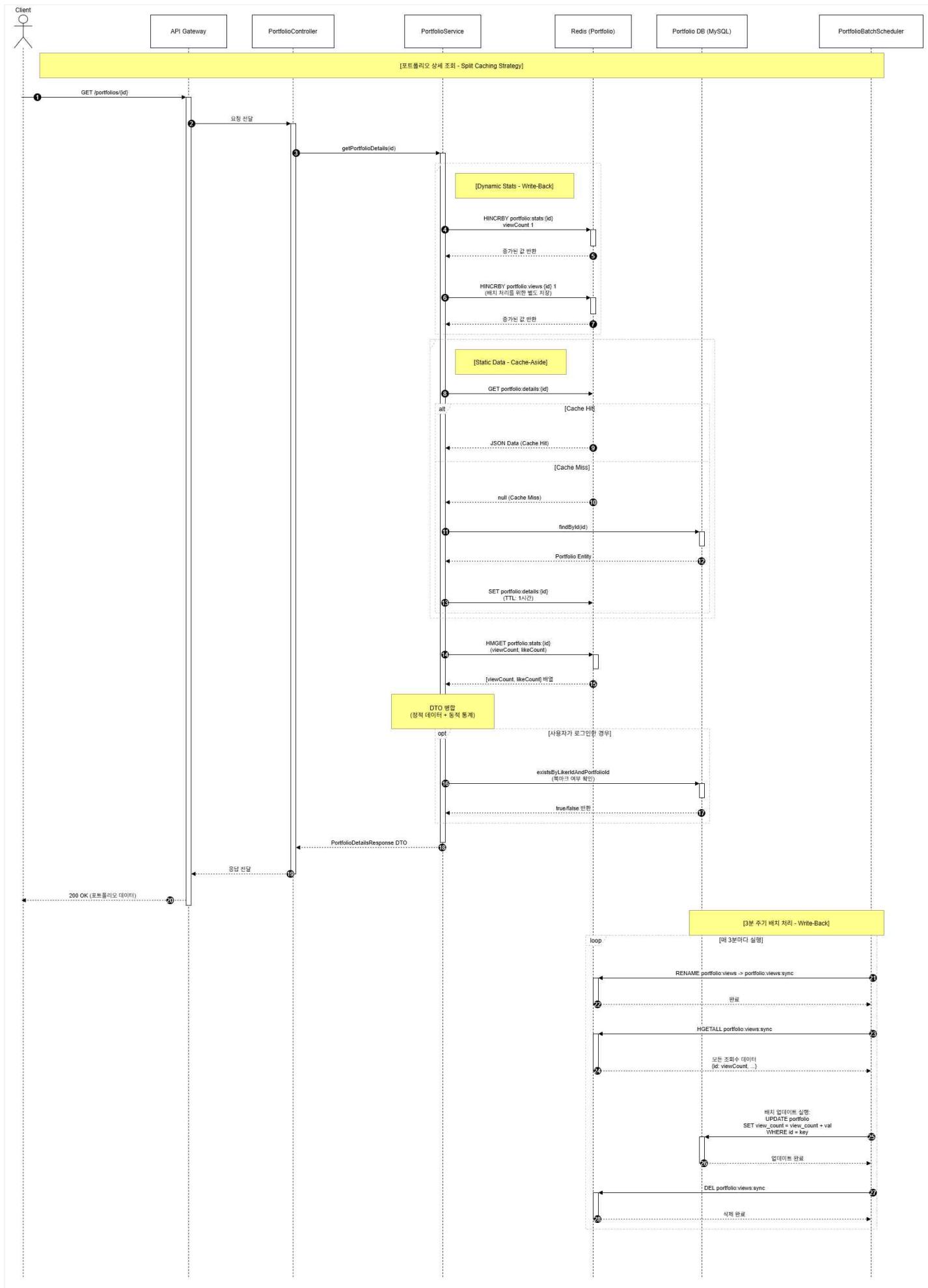


3.3. Sequence Diagram

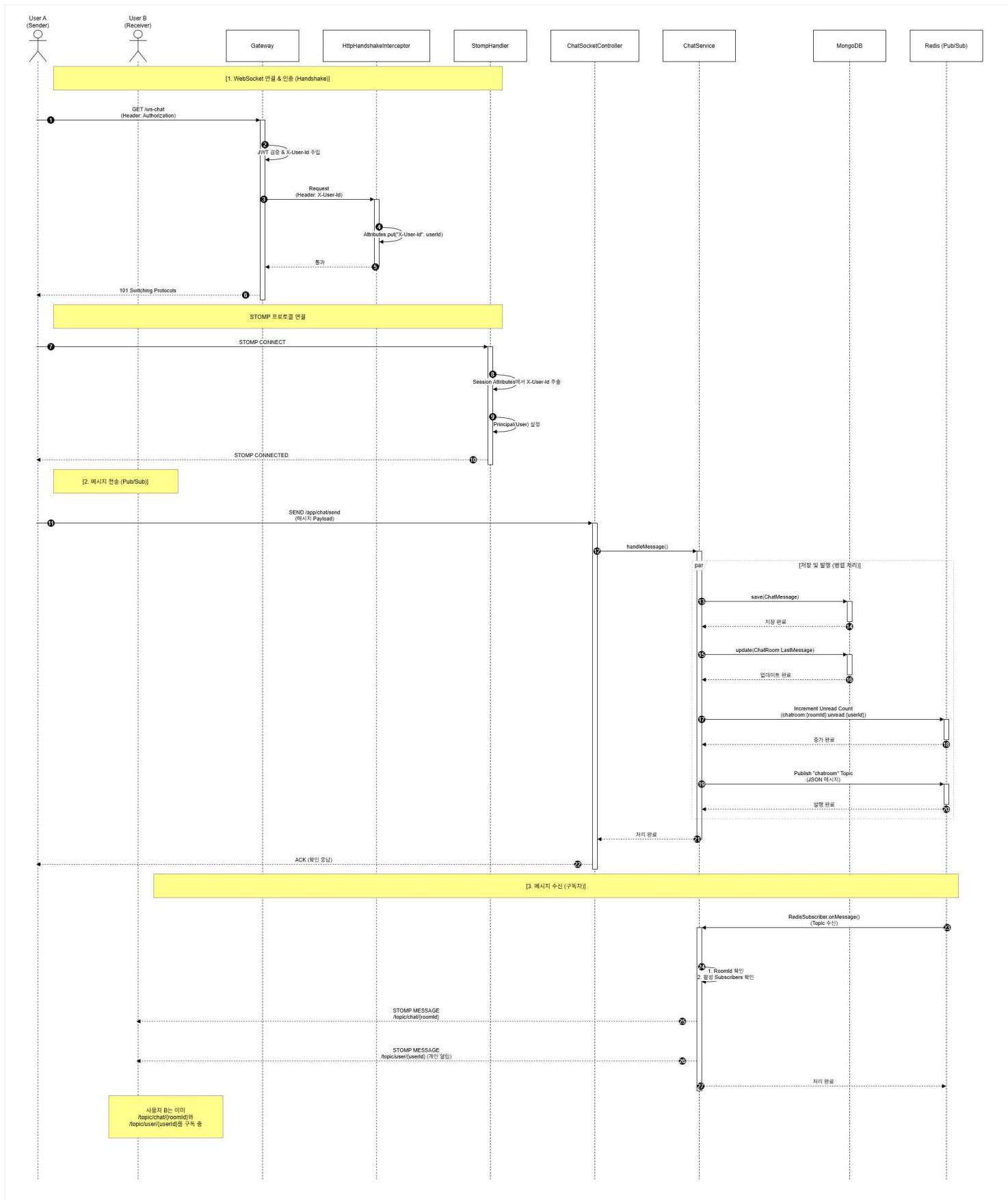
3.3.1. Auth Service (회원가입 SAGA 트랜잭션 &로그인)



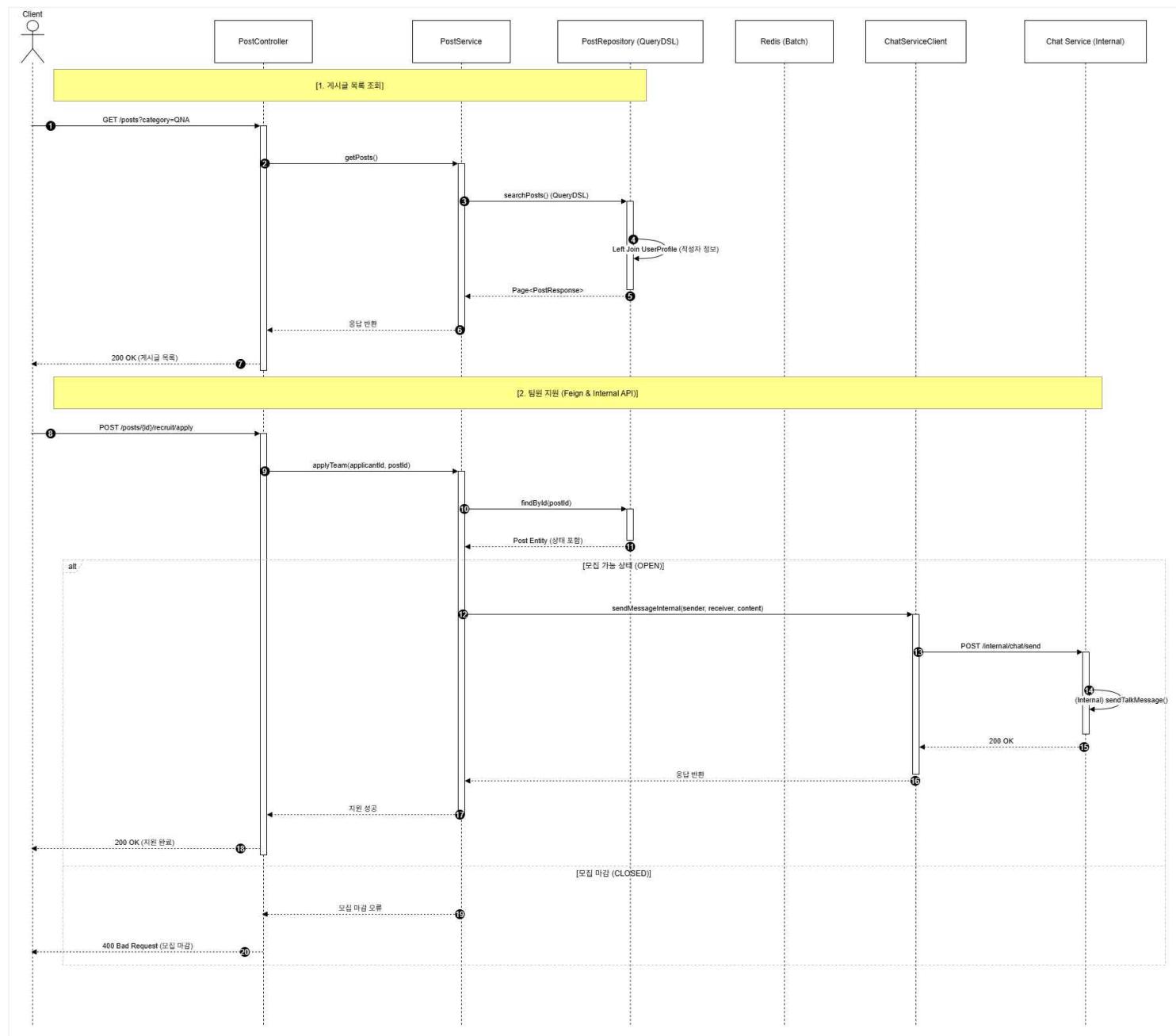
3.3.2. Portfolio Service (상세 조회 - Split Caching)



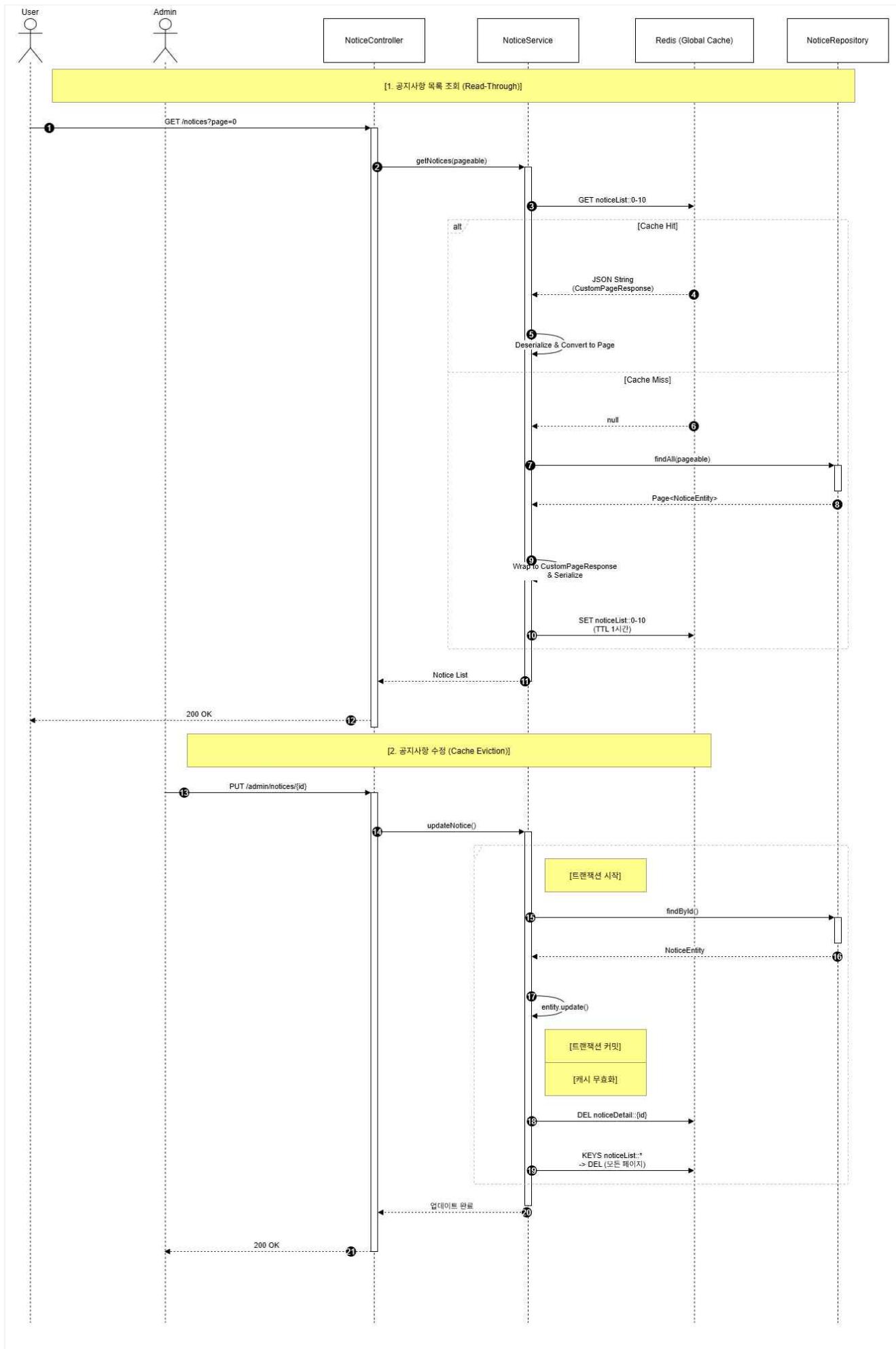
3.3.3. Chat (WebSocket Connection & Pub/Sub)



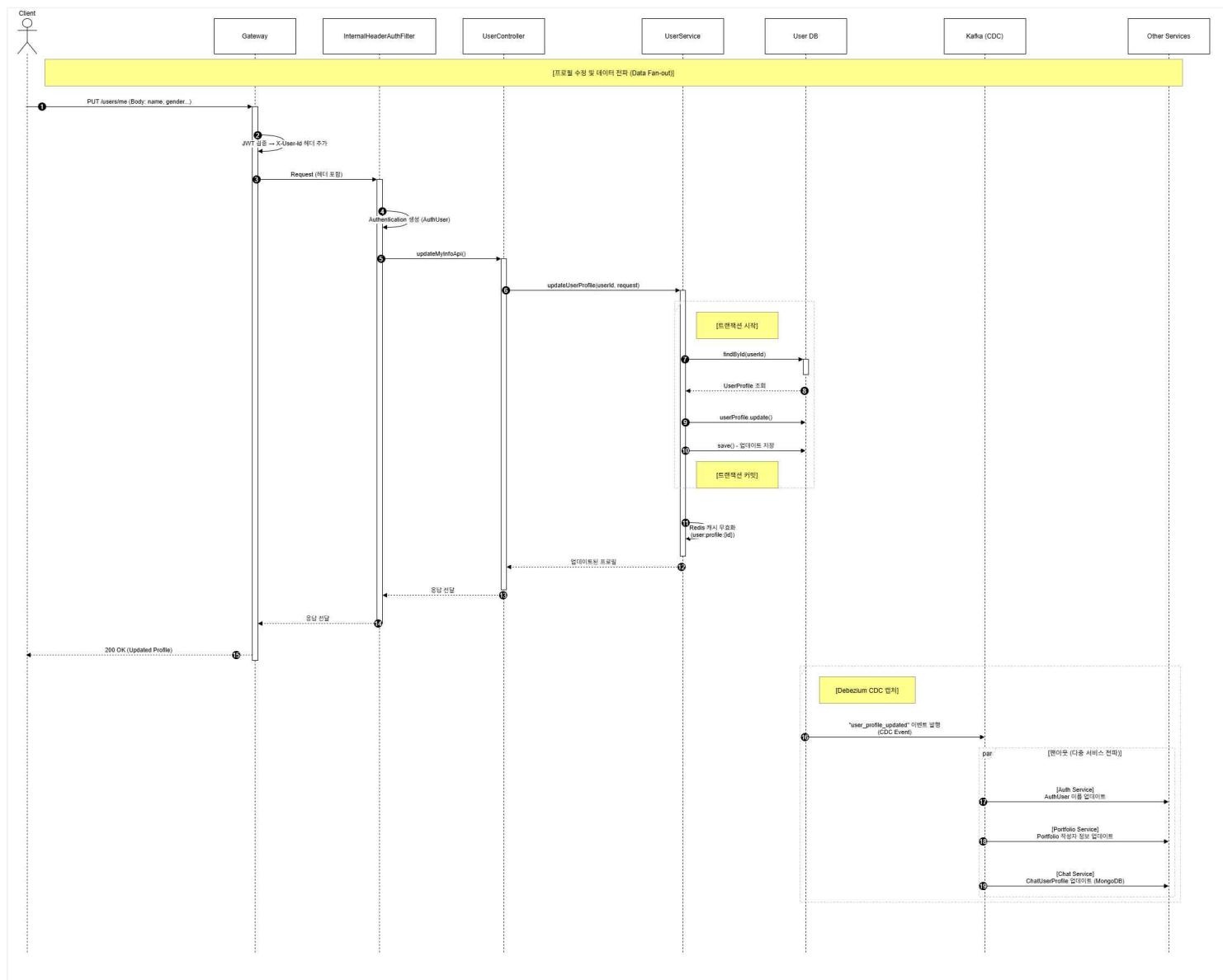
3.3.4. Community Service (게시글 조회 & 팀원 지원)



3.3.5. Support Service (Global Caching - Notice)



3.3.6. User Service (프로필 수정 & 테이터 전파)



3.4. 데이터 모델

3.4.1. 통합 ERD (Entity Relationship Diagram)

물리적으로 분리된 6개 서비스의 데이터베이스 구조와 서비스 간의 논리적 연결 관계를 도식화한 다이어그램이다.

[핵심 모델링 전략]

1. 논리적 연결 (Logical Reference)

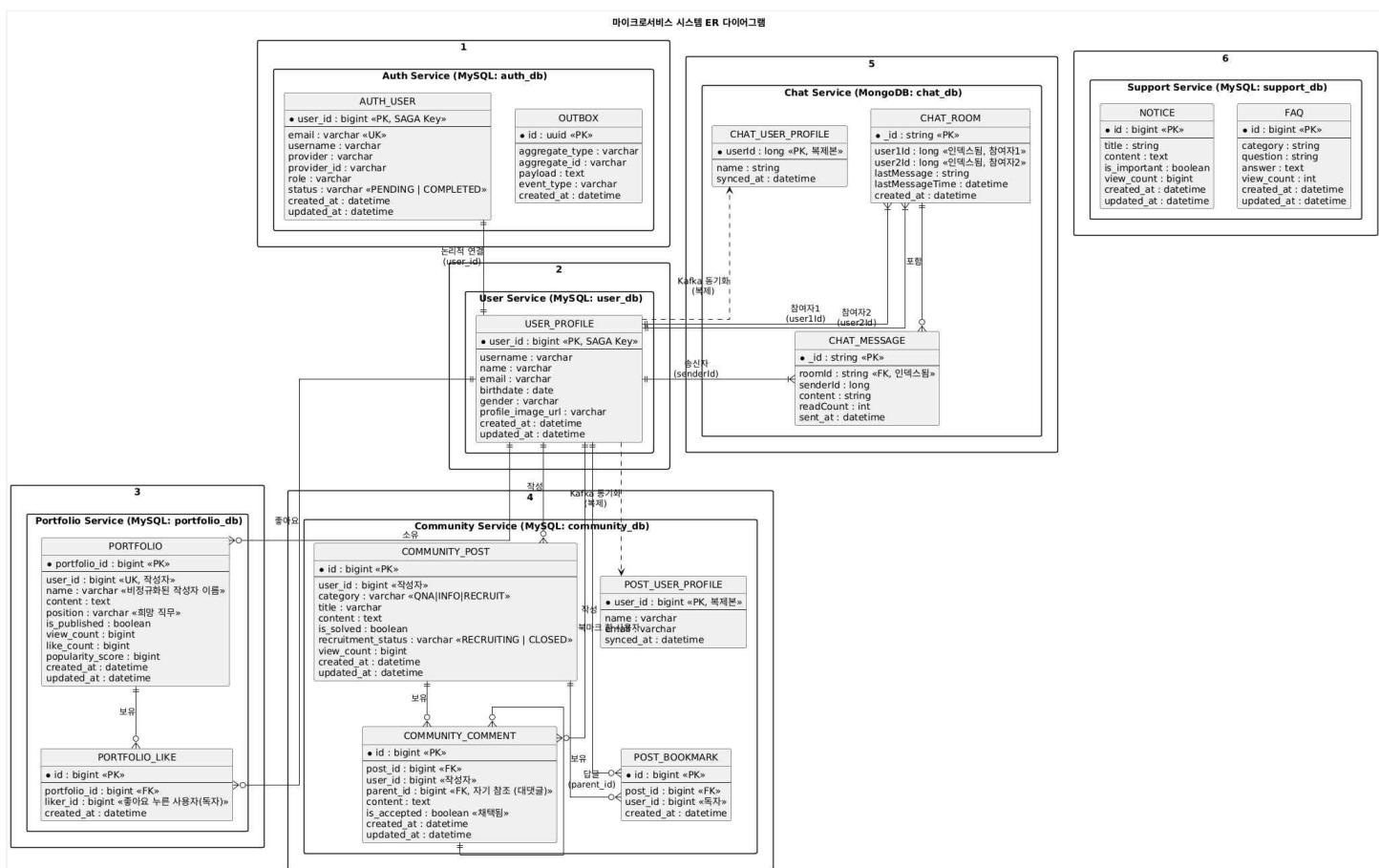
서비스 간 강한 결합을 방지하기 위해 물리적 FK를 제거하고, user_id와 같은 논리적 식별자를 통해 데이터를 참조한다.

2. 데이터 비정규화 (Denormalization)

- Portfolio, Community, Chat 서비스는 작성자의 이름/이메일 등 자주 조회되는 정보를 매번 User Service에 요청하지 않는다.
 - 대신 각 서비스의 로컬 DB(post_user_profile, chat_user_profile)에 필요한 필드를 중복 저장하고, Kafka CDC를 통해 실시간으로 동기화하여 조인 성능을 확보한다.

3. 저장소 이원화 (Dual Storage)

- MySQL: 데이터 무결성이 중요한 회원 정보, 게시글, 포트폴리오 데이터 관리
 - MongoDB: 스키마가 유연하고 쓰기량이 폭발적인 실시간 채팅 로그 관리



3.4.2. Redis 데이터 구조 (Key Design)

인메모리 저장소인 Redis는 캐싱(Caching), 인증 토큰 관리, 실시간 카운팅, 메시지 브로커 등 다양한 용도로 활용된다.

서비스	Key 패턴	타입	용도 및 특징
Auth	RT:{userId}	String	Refresh Token 저장 (RTR 적용, 보안 강화)
	VC:{email}	String	회원가입 이메일 인증 코드 (TTL 3분)
User	user:profile:{id}	String	내 정보 조회 성능 최적화 (Look-aside Cache)
Portfolio	portfolio:details:{id}	String	포트폴리오 본문 정적 데이터 캐싱 (Split Caching)
	portfolio:stats:{id}	Hash	조회수/좋아요 실시간 카운팅 (Write-Back)
Chat	USER_TOTAL_UNREAD:{userId}	String	전체 안 읽은 메시지 수 실시간 캐싱
Support	noticeList::{page}-{size}	String	공지사항 목록 전체 캐싱 (Global Caching)
Chat (Pub/Sub)	chatroom	Topic	다중 서버(Pod) 간 실시간 메시지 전파용 채널

4. 개발 및 배포

4.1 개발 환경

프로젝트의 개발 효율성과 운영 안정성을 확보하기 위해 다음과 같은 표준화된 개발 환경을 구축하였다.

구분	항목	상세 내용 및 버전
OS	Server	Ubuntu 22.04 LTS (On-Premise VM)
Language	Java	JDK 17 (LTS)
	JavaScript	Node.js 18.x (LTS)
Framework	Backend	Spring Boot 3.5.6, Spring Cloud 2025.0.0
	Frontend	Next.js 13+
IDE	Backend	IntelliJ IDEA Ultimate
	Frontend	Visual Studio Code
SCM	Version Control	Git, GitHub (Monorepo Strategy)
Build Tool	Backend	Maven 3.9.x (Wrapper 사용)

- IDE

백엔드(Spring Cloud) 개발은 IntelliJ IDEA Ultimate을, 프론트엔드 및 Kubernetes 매니페스트(*.yaml) 관리는 VSCode를 사용한다.

- 형상관리

GitHub를 사용하며, 두 개의 분리된 레포지토리(Repository)를 운영한다.

- 빌드도구

Maven을 사용하여 Java 프로젝트 의존성을 관리하고 빌드한다.

- 배포

Kubernetes(K8s)를 최종 배포 환경으로 사용한다. linkfolio-manifest 레포지토리에 정의된 명세를 기반으로 ArgoCD가 GitOps 워크플로우를 통해 클러스터에 애플리케이션을 배포 및 동기화한다.

4.2. 기술 스택 및 선정 이유

본 프로젝트는 MSA(Microservices Architecture)의 복잡성을 효율적으로 관리하고, 대용량 트래픽과 데이터 정합성을 보장하기 위해 다음과 같은 기술 스택을 선정하였다.

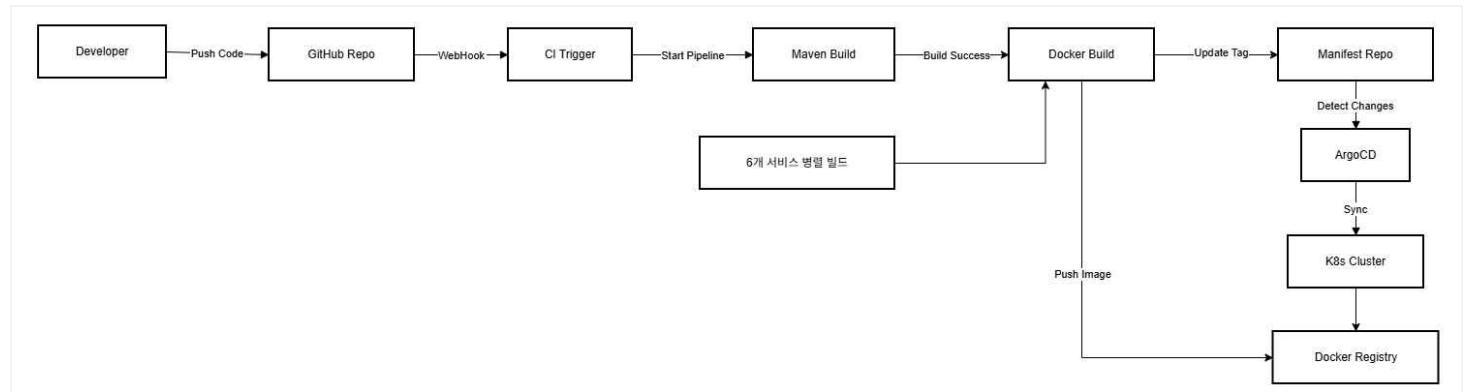
분류	기술명	버전	용도 및 선정 비고
Backend	Java	17	최신 LTS 버전의 안정성과 Record 등 모던 Java 문법을 활용하여 생산성을 높이기 위해 채택함
	Spring Boot	3.5.x	マイクロ서비스 애플리케이션 구축을 위한 표준 프레임워크, Native Image 등 클라우드 환경 최적화를 고려함
	Spring Cloud	2025.0.0	API Gateway, OpenFeign 등 MSA 구축에 필수적인 커모넌트를 제공하여 서비스 디스커버리 및 라우팅을 효율화함
	Spring Security	-	JWT 기반의 Stateless 인증/인가 처리 및 OAuth2 소셜 로그인(Google, Naver, Kakao) 구현을 위해 사용함
	QueryDSL	5.1.0	복잡한 검색 조건(포트폴리오 필터링 등)을 Type-Safe하게 작성하여 런타임 오류를 방지하기 위해 사용함
	WebSocket / STOMP	-	실시간 1:1 채팅 기능을 구현하기 위해 표준 웹소켓 프로토콜 위에 메시징 규약을 없애 사용함
Database	MySQL	8.0	회원(User), 인증(Auth), 포트폴리오(Portfolio) 등 정형 데이터의 ACID 트랜잭션을 보장하기 위해 메인 저장소로 사용함
	MongoDB	6.0+	채팅 서비스(chat-service)에서 발생하는 대량의 쓰기 트래픽을 감당하고 비정형 메시지 데이터를 유연하게 저장하기 위해 도입함
	Redis	-	인메모리 기반의 고속 I/O를 활용하여 Refresh Token 저장, 채팅 Pub/Sub 메시지 브로커, 이메일 인증 코드 캐싱에 사용함
Messaging	Apache Kafka	-	서비스 간 결합도를 낮추기 위한 비동기 통신과 회원가입 SAGA 패턴 및 데이터 동기화 처리를 안정적으로 수행하기 위해 사용함
	Avro / Schema Registry	-	JSON 대비 페이로드 크기를 줄여 네트워크 효율을 높이고, 스키마 변경(Evolution)을 염격하게 관리하기 위해 채택함
	Debezium	-	DB 변경 사항(Transaction Log)을 실시간으로 감지하여 Kafka 이벤트를 자동으로 발행하는 CDC(Change Data Capture) 파이프라인 구축에 사용함
DevOps	Kubernetes (K8s)	-	Ubuntu VM 환경 위에 클러스터를 구축하여 다수의 컨테이너를 오케스트레이션하고 오토스케일링 및 자가 치유 환경을 구성함

	Docker	-	애플리케이션을 eclipse-temurin:17 기반의 경량 컨테이너로 패키징하여 배포 환경의 일관성을 유지함
	ArgoCD	-	Git 저장소의 형상 변경을 감지하여 K8s 클러스터에 자동으로 배포하는 GitOps 기반 CD 파이프라인을 구축함
	GitHub Actions	-	소스 코드 푸시 시 빌드, 테스트, Docker 이미지 생성을 자동화하는 CI 파이프라인 도구로 사용함
	Ubuntu	22.04 LTS	온프레미스(VM) 환경의 호스트 운영체제로 사용하여 인프라 제어권을 확보함
Tools	Swagger	2.5.0	REST API 명세를 자동으로 문서화하여 프론트엔드와의 협업 효율을 높이고 테스트를 자동화함
	MapStruct	1.5.5	Entity와 DTO 간의 변환 코드를 컴파일 시점에 자동으로 생성하여 반복 작업을 줄이고 성능을 최적화함
	Figma	-	UI · UX를 시작적으로 설계하고 화면 흐름을 명확히 정리해 프론트엔드 · 백엔드 · 디자인 간 협업을 효율화하는 데 사용됨

4.3 CI/CD

지속적인 통합(CI)과 배포(CD)를 위해 GitHub Actions와 ArgoCD를 결합한 GitOps 파이프라인을 구축하였다. 이를 통해 소스 코드 변경부터 운영 환경 배포까지의 과정을 자동화하여 배포 안정성을 확보하였다.

4.3.1. CI/CD 구성도



4.3.2. 파이프라인 상세 단계

pipeline-monorepo.yaml 워크플로우 정의에 따른 배포 과정은 다음과 같다.

1) Code Push & Trigger

- 개발자가 dev 브랜치에 코드를 푸시하면 GitHub Actions가 트리거된다.

2) Build & Test (CI)

- JDK 17 환경을 셋업하고, 의존성 순서에 따라 common-module을 포함한 전체 모듈을 Maven으로 빌드한다.
- JUnit 5 기반의 단위 테스트를 수행하여 코드 무결성을 검증한다.

3) Docker Image Build

- Matrix Strategy를 사용하여 6개 서비스(apigateway, auth, user, portfolio, chat, support)의 Docker 이미지를 병렬(Parallel)로 빌드한다.
- 생성된 이미지는 Commit Short SHA 태그를 부여하여 Docker Hub에 푸시한다.

4) Manifest Update (CD Trigger)

- kustomize를 사용하여 별도의 Manifest Repository(linkfolio-manifest)의 이미지 태그 정보를 최신 빌드 버전으로 업데이트하고 커밋한다.

5) Deployment (ArgoCD)

- ArgoCD가 Manifest Repository의 변경 사항을 감지한다.
- 기존 파드와 최신 설정 간의 차이(Diff)를 분석하고, Rolling Update 방식으로 새로운 버전의 컨테이너를 배포한다.

4.4. 성능 최적화 전략

본 프로젝트는 대규모 트래픽 상황에서도 안정적인 서비스를 제공하기 위해, 데이터베이스 레벨의 인덱스 투닝과 애플리케이션 레벨의 고도화된 캐싱 전략을 유기적으로 결합하여 성능을 최적화하였다.

1) DB 인덱스 적용 (Query Optimization)

주요 조회 쿼리의 WHERE 절(필터링)과 ORDER BY 절(정렬)을 분석하여, Full Table Scan을 방지하고 Index Range Scan을 유도하는 복합 인덱스를 설계 및 적용하였다.

- Portfolio Service: 메인 페이지 노출을 위한 인기순/최신순 정렬 쿼리 최적화
 - 적용 인덱스
idx_portfolio_popularity (is_published, popularity_score DESC)
idx_portfolio_position_publish_date (is_published, position, last_modified_at DESC)
 - 효과
수만 건의 데이터 조회 시 Filesort 및 Full Scan을 제거하여 DB 스캔량을 99.8% 감소시킴 (37,000 → 79 row/sec).
- Community Service: 카테고리별 게시글 조회 및 해결 여부 필터링 최적화
 - 적용 인덱스
idx_post_qna_date (category, is_solved, created_at DESC)
 - 효과
게시글 목록 조회 시 발생하는 무작위 디스크 I/O(read_rnd_next) 병목을 해소함.
- Support Service: 중요 공지 상단 고정 정렬 최적화
 - 적용 인덱스
idx_notice_important_date (is_important DESC, created_at DESC)

2) 캐싱 전략 (Redis Caching Strategy)

데이터의 성격(변경 빈도, 실시간성)에 따라 차별화된 캐싱 전략을 수립하여 DB 부하를 경리하고 응답 속도를 극대화하였다.

- Split Caching Strategy (Portfolio/Community)
 - 정적 데이터(본문): 변경 빈도가 낮은 제목, 내용 등은 Cache-Aside 패턴으로 관리하며, 작성자가 수정할 때만 캐시를 삭제(Eviction)하여 정합성을 유지한다. (Key: portfolio:details:{id})
 - 동적 데이터(조회수/좋아요): 실시간 업데이트가 빈번한 통계 데이터는 Write-Back 패턴을 적용한다. Redis Hash 자료구조로 인메모리에서 즉시 처리 후, 배치 스케줄러(PortfolioBatchScheduler)가 주기적으로 DB에 일괄 반영하여 Row Lock 경합을 원천 차단한다. (Key: portfolio:stats:{id})
- Global Caching (Support)
 - 읽기 비중이 절대적으로 높은 공지사항/FAQ 목록은 직렬화 이슈를 해결한 CustomPageResponse 래퍼 객체를 사용하여 페이지 단위로 전체를 캐싱한다. (Key: noticeList:{page}-{size})
- Look-aside Cache (User)
 - 빈번하게 호출되는 내 정보 조회(GET /users/me) API에 적용하여, 전체 트래픽의 약 80%를 DB 접근 없이 Redis에서 처리한다. (Key: user:profile:{id})

3) API 응답 속도 개선 내역 (Performance Benchmark)

서비스	대상 API (Scenario)	개선 전 (Avg Latency)	개선 후 (Avg Latency)	개선율	비고
User	내 정보 조회	3.87s	1.04s	▼ 73.1%	DB Connection Pool 고갈 해결
Portfolio	상세 조회	1.75s	385ms	▼ 78.0%	Split Caching으로 DB Lock 제거
Community	게시글 목록	4.03s	656ms	▼ 83.7%	인덱스 투닝으로 Full Scan 제거
Support	공지사항 목록	2.57s	813ms	▼ 68.0%	Global Caching 적용

4.5. 테스트

본 프로젝트는 대규모 트래픽 처리 능력과 API 엔드포인트의 정상 동작을 검증하기 위해, k6를 활용한 부하 테스트와 Postman 및 Swagger를 활용한 통합 테스트를 중점적으로 수행하였다.

1) 부하 테스트 (Load Test)

- 도구: k6, Prometheus, Grafana
- 목적: 실제 트래픽 환경을 모사하여 시스템의 처리량(Throughput)과 응답 속도(Latency)를 측정하고, 병목 구간(DB Lock, Connection Pool 등)을 식별하여 개선한다.
- 시나리오:
 - Viewer: 단순 조회 트래픽 (Read-Heavy)

- Updater: 데이터 수정 트래픽 (Write-Heavy)
- Liker/Writer: 동시성 쓰기 트래픽 (Concurrency)
- 모니터링: 테스트 실행 중 실시간으로 시스템 지표(CPU, Memory, DB Connection 등)를 관측하여 성능 개선의 근거 데이터를 확보하였다.

2) API 및 통합 테스트 (Integration Test)

- 도구: Postman, Swagger UI (SpringDoc)
- 목적: 마이크로서비스 간의 통신(Feign Client) 및 전체 API 엔드포인트의 연동 동작을 검증한다.
- 내용:
 - Swagger UI: 각 마이크로서비스의 API 명세를 문서화하고, 개발 단계에서 즉각적인 요청/응답 테스트를 수행하였다.
 - Postman: 시나리오별 API 호출 컬렉션을 구성하여, 인증(JWT)부터 비즈니스 로직 처리까지의 전체 흐름(End-to-End)이 정상적으로 동작하는지 검증하였다.

4.6. 보안

MSA 환경에서의 보안 위협을 방지하고 사용자 데이터를 보호하기 위해 계층별 보안 전략을 적용하였다.

• Gateway Header Spoofing 방지 (헤더 재작성)

API Gateway는 외부 요청의 인증 헤더(Authorization)를 검증한 후, 해당 헤더를 제거하고 신뢰할 수 있는 내부 헤더(X-User-Id, X-User-Role 등)로 재작성(Re-write)하여 내부 서비스로 전달한다. 이를 통해 악의적인 사용자가 헤더를 위조하여 권한 상승을 시도하는 것을 원천 차단한다.

• WebSocket 보안 강화

WebSocket 연결은 HTTP 핸드셰이크 단계에서 인증이 이루어진다. Gateway가 주입한 헤더를 HttpHandshakeInterceptor가 가로채 WebSocket 세션 속성으로 저장하고, 이후 StompHandler가 이를 보안 컨텍스트(Principal)로 변환함으로써, 연결 수립 이후의 STOMP 프로토콜 내에서도 인증 상태를 유지한다.

• JWT & RTR (Refresh Token Rotation)

Stateless한 인증을 위해 JWT를 사용하며, 보안 강화를 위해 Access Token과 Refresh Token을 분리하여 운영한다. Refresh Token은 HttpOnly Cookie로 관리하여 XSS 공격을 방지하며, 토큰 재발급 요청 시 Refresh Token도 함께 교체(Rotation)하여 탈취 시 피해를 최소화한다.

• HTTPS 및 CORS 정책

전 구간 HTTPS 통신을 적용하여 데이터를 암호화하며, 세분화된 CORS 정책을 통해 허용된 오리진(Origin)에서의 요청만을 수락하도록 설정하였다.

4.6. 트러블슈팅 및 핵심 문제 해결

구분	이슈 및 현상	원인 분석	해결 방안
API Gateway	JWT 라이브러리 버전 불일치 / User Service에서 발급한 토큰을 Gateway가 검증할 때 SignatureException 발생	서비스 간 jjwt 라이브러리 버전 상이 (0.11.x vs 0.12.x)로 인한 암호화 알고리즘 호환성 문제	전사적 의존성 버전을 0.12.5로 통일하고, SecretKey 객체를 사용하는 최신 서명 방식으로 코드 리팩토링
OAuth2	Redis 직렬화 오류 소셜 로그인 시도 시 ClassCastException 발생 및 로그인 불가	OAuth2AuthorizationRequest 객체는 기본 생성자가 없어 Jackson(JSON) 라이브러리로 역직렬화 불가능	RedisConfig에서 해당 객체를 저장하는 템플릿에 한해 JdkSerializationRedisSerializer (Java 기본 직렬화)를 적용
WebSocket	STOMP 인증 객체 유실 실시간 채팅 연결 시 인증 헤더가 STOMP 프로토콜 내부로 전파되지 않아 사용자 식별 불가	HTTP 핸드셰이크 이후 프로토콜 전환시, 기존 SecurityContext나 헤더가 공유되지 않음	HttpHandshakeInterceptor로 헤더를 세션 속성에 저장하고, StompHandler에서 이를 꺼내 Principal을 수동 주입
Redis Cache	Page 객체 캐싱 이슈 PageImpl 조회 시 LinkedHashMapMap으로 반환되어 형변환(ClassCastException) 오류 발생	Page 인터페이스 구현체의 복잡한 구조와 기본 생성자 부재로 인한 JSON 역직렬화 실패	직렬화 이슈를 해결한 CustomPageResponse 래퍼 클래스를 도입하여 폐이지네이션 정보를 안정적으로 캐싱 및 복원
QueryDSL	멀티 모듈 상속 문제 common-module의 BaseEntity 필드(createdAt)가 QClass에 생성되지 않음	어노테이션 프로세서가 외부 모듈의 @MappedSuperclass를 인식하지 못함	pom.xml 빌드 설정에 annotationProcessorPaths로 common-module을 추가하고, 매핑 옵션(-Aquerydsl.mappedSuperclass=true) 적용

4.7. 프로젝트 관리 및 개발 방법론

□ 개발 방법론

본 프로젝트는 애자일(Agile) 기반 접근 방식을 적용하여 기능 단위의 반복적 개발을 수행하였다. 고정된 스프린트 기간 대신, 주요 기능을 기준으로 작업 단위를 나누고 각 기능이 완성되는 시점마다 검토 및 개선 과정을 거쳤다. 이를 통해 개발 도중 추가적으로 발견되는 요구사항을 유연하게 반영할 수 있었으며, 변경 사항이 발생하더라도 전체 일정에 영향을 최소화할 수 있었다. 기능 구현 → 검토 → 개선을 짧은 주기로 반복함으로써, 프로토타입 수준의 기능을 빠르게 확보하고 안정성을 점진적으로 높이는 방식으로 개발을 진행하였다.

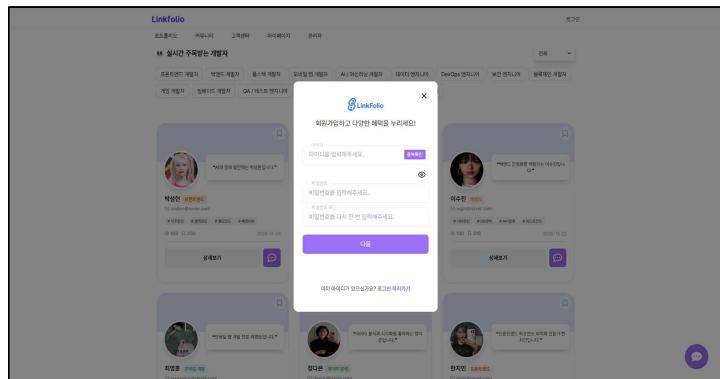
□ 업무 관리 도구

업무 관리는 복잡한 도구 없이 단순한 태스크 기반 방식으로 운영되었다. 기능별로 필요한 작업을 구분하고, 팀 내부 공유 문서를 통해 책임자와 작업 현황을 기록하였다. 일정 변화나 우선순위 조정이 필요한 경우 즉시 협의하여 반영하는 방식으로 진행되었으며, 전체 개발 일정은 간트 차트 형태의 문서를 통해 가시적으로 관리하였다. 이러한 방식은 팀 규모와 프로젝트 특성에 적합했으며, 불필요한 관리 비용 없이 작업 흐름을 유지하는 데 효과적이었다.

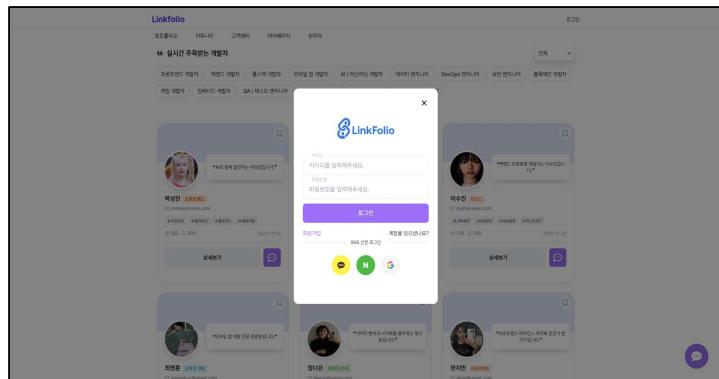
□ 커뮤니케이션 도구

팀 내 협업은 Discord를 중심으로 이루어졌다. 주요 기술 논의, 버그 공유, 진행 상황 보고는 Discord 채널에서 실시간으로 이루어졌으며, 코드 리뷰나 구조적 문제 논의도 대부분 이곳에서 처리하였다. 회의가 필요한 경우 Google Meet을 활용하여 기능 설계, 구조 결정, 릴리즈 일정 조정 등 중요한 논의를 진행하였다. 특히 구현 과정에서 발생한 애매한 요구사항이나 UI/UX 관련 판단은 Meet 회의를 통해 빠르게 조율함으로써 개발 지연을 최소화하였다. 이러한 커뮤니케이션 구조는 빠른 피드백과 의사결정을 가능하게 했고, 개발 흐름을 안정적으로 유지하는 데 핵심 역할을 했다.

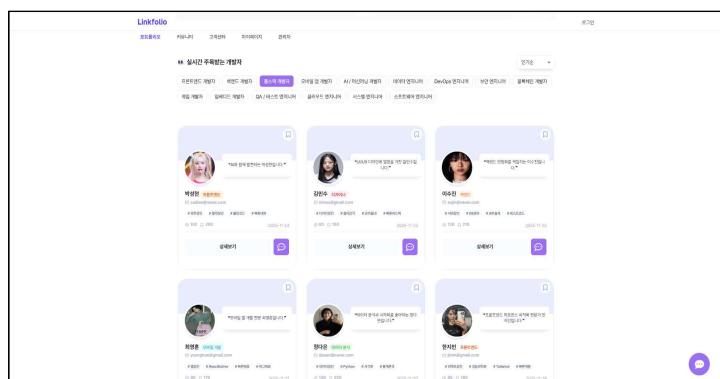
5. 주요 화면 및 UI/UX



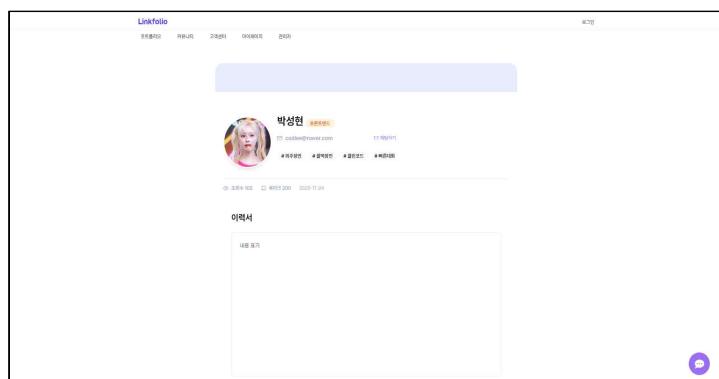
회원가입



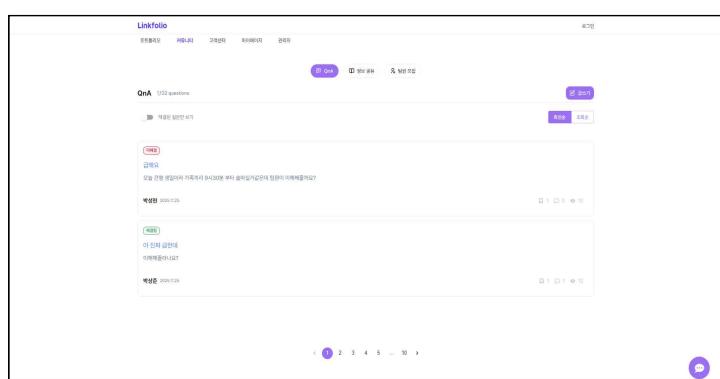
로그인



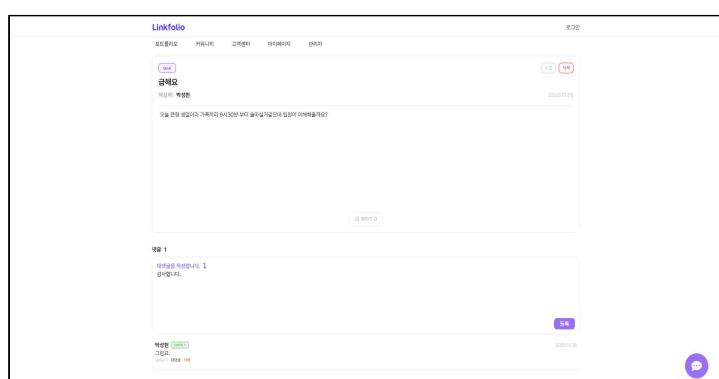
포트폴리오 목록 조회



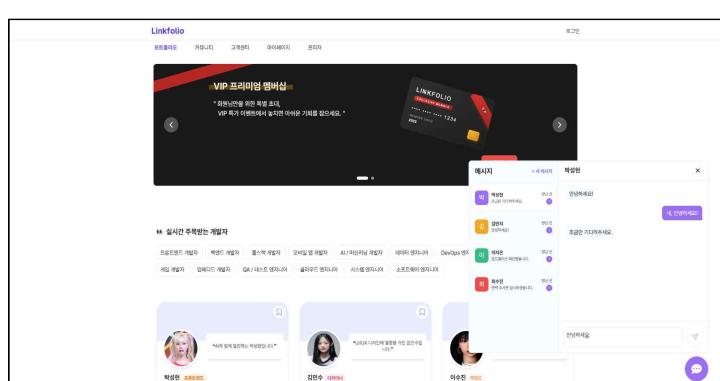
포트폴리오 상세 조회



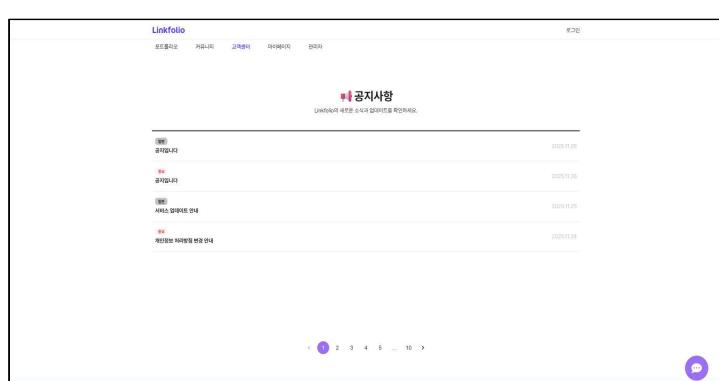
커뮤니티 게시글 목록 조회



커뮤니티 게시글 상세 조회



채팅



공지사항

6. 회고

6.1. 배운점 / 느낀점

『 이상적인 아키텍처와 현실적인 인프라 사이의 조율 』

- MSA의 핵심인 고가용성(High Availability)을 목표로 멀티 인스턴스(Replicas >1) 환경을 설계했으나, 한정된 온프레미스 리소스(1 vCPU) 환경에서 모니터링 시스템(Prometheus, Grafana)까지 구동하자 시스템이 셧다운되는 경험을 했다.
- 이를 통해 “아키텍처는 인프라의 물리적 한계 안에서 최적화되어야 한다”는 사실을 깨달았으며, 무조건적인 스케일 아웃보다는 캐싱(Global Caching, Split Caching)과 쿼리 투닝(Index) 같은 소프트웨어 레벨의 최적화에 집중하여 적은 리소스로도 목표 성능(TPS)을 달성하는 성과를 거두었다.

『 비동기 통신의 양면성 (Complexity vs Decoupling) 』

- 서비스 간 강결합을 끊기 위해 Kafka와 CDC를 도입하면서, 시스템의 복잡도가 급격히 상승하는 것을 체감했다. 특히, “DB 트랜잭션은 성공했지만 이벤트 발행이 실패하는 경우“나 “이벤트 순서 보장“ 같은 분산환경의 난제들을 고민하게 되었다.
- 이를 해결하기 위해 Transactional Outbox Pattern을 적용하면서, 데이터 일관성을 지키기 위한 엔지니어링 비용과 그 가치를 깊이 이해하게 되었다.

6.2. 한계점 및 향후 개선 계획

1) 테스트 피라미드의 불균형 (단위 테스트 부재)

- k6를 이용한 부하 테스트와 Postman을 이용한 E2E 테스트에는 집중했으나, 비즈니스 로직 단위의 견고함을 검증하는 단위 테스트(Unit Test) 커버리지(User Service 등)가 낮다. 이는 리팩토링 시 사이드 이펙트를 감지하기 어렵게 만든다.
- JUnit5와 Mockito를 활용하여 Service Layer의 핵심 로직에 대한 단위 테스트를 보강하고, CI 파이프라인에 JaCoCo를 연동하여 커버리지를 관리할 예정이다.

2) 내부 보안 정책 미비 (Network Policy)

- API Gateway에서 X-User-Id 헤더를 검증하고 있지만, 클러스터 내부에서는 파드 간 통신이 모두 허용되어 있다. 만약 공격자가 내부 네트워크에 침투하여 Gateway를 우회하고 직접 마이크로서비스 API를 호출한다면 방어 할 수 없다.
- Kubernetes NetworkPolicy를 적용하여 Gateway를 거치지 않은 직접 트래픽을 차단하고, 서비스 간 mTLS(Mutual TLS) 적용을 위해 Istio와 같은 서비스 메쉬 도입을 고려한다.

3) 서킷 브레이커(Circuit Breaker) 부재

- pom.xml에 Resilience4j 의존성은 추가되어 있으나, 실제 Feign Client 호출부(ChatServiceClient 등)에 서킷 브레이커가 적용되지 않았다. 타 서비스 장애 시 스레드 폴이 고갈되어 연쇄 장애(Cascading Failure)가 발생할 위험이 있다.
- 외부 호출 구간에 @CircuitBreaker를 적용하고, Fallback 메서드를 구현하여 장애 전파를 차단해야 한다.

6.3. 차후 버전 로드맵

버전	목표	상세 내용
v1.1	운영 안정성 강화	<ul style="list-style-type: none">ELK Stack 도입: Elasticsearch, Logstash, Kibana를 활용한 로그 중앙화 및 모니터링 환경 구축Zipkin 분산 추적: 마이크로서비스 간 호출 흐름 시각화 및 병목 구간 분석Resilience4j 적용: 서킷 브레이커 도입을 통한 장애 전파 차단 및 시스템 회복력 강화
v1.2	알림 및 편의 기능	<ul style="list-style-type: none">모바일 푸시 알림: FCM(Firebase Cloud Messaging) 연동을 통한 실시간 알림 서비스 추가추천 알고리즘 고도화: 사용자 활동 로그 분석을 기반으로 한 ‘이번 주 인기 개발자’ 큐레이션 정교화
v2.0	인프라 고도화 (Cloud Native)	<ul style="list-style-type: none">Public Cloud 마이그레이션: On-Premise 환경에서 AWS로 인프라 이전IaC 환경 구축: Terraform을 활용한 인프라 관리 자동화오토스케일링 적용: Kubernetes HPA(Horizontal Pod Autoscaler) 기반의 트래픽 대응 환경 구축

[부록 A] 테이블 정의서

1. Auth Service

사용 서비스	auth service			데이터베이스명	auth_db	테이블명	auth_user
테이블 설명	서비스 사용자의 로그인 계정 및 인증 상태를 관리하는 핵심 테이블						
No	컬럼명	데이터타입	NULL	PK	컬럼 정의	비고	
1	user_id	BIGINT	N	Y	사용자 고유 ID	Auto Increment	
2	email	VARCHAR(255)	N		이메일	Unique Key	
3	password	VARCHAR(255)	Y		비밀번호	암호화 저장 (BCrypt)	
4	username	VARCHAR(50)	Y		아이디	Unique Key (Local)	
5	name	VARCHAR(50)	Y		사용자 실명		
6	provider	VARCHAR(20)	N		가입 경로 (Provider)	LOCAL, GOOGLE 등	
7	provider_id	VARCHAR(255)	Y		소셜 식별자	Unique Key (Social)	
8	role	VARCHAR(20)	N		사용자 권한	USER, ADMIN	
9	status	VARCHAR(20)	N		계정 상태	PENDING, COMPLETED	
10	created_at	DATETIME	N		생성 일시	BaseEntity	
11	last_modified_at	DATETIME	N		수정 일시	BaseEntity	

사용 서비스	auth service			데이터베이스명	auth_db	테이블명	outbox
테이블 설명	분산 트랜잭션(SAGA) 처리를 위한 이벤트 발행 기록 테이블 (CDC 연동)						
No	컬럼명	데이터타입	NULL	PK	컬럼 정의	비고	
1	id	BINARY(16)	N	Y	이벤트 고유 ID	UUID	
2	aggregate_type	VARCHAR(50)	N		도메인 유형	예: USER	
3	aggregate_id	VARCHAR(50)	N		도메인 ID	예: userId	
4	type	VARCHAR(100)	N		이벤트 타입	예: UserRegistration...	
5	payload	LONGTEXT	N		이벤트 데이터	JSON 포맷	
6	created_at	DATETIME	N		생성 일시		

2. User Service

사용 서비스	user service			데이터베이스명	user_db	테이블명	user_profile
테이블 설명	인증된 사용자의 상세 프로필 정보를 관리하는 테이블						
No	컬럼명	데이터타입	NULL	PK	컬럼 정의	비고	
1	user_id	BIGINT	N	Y	사용자 고유 ID	Auth 서비스와 ID 공유	
2	email	VARCHAR(255)	N		이메일	Unique Key	
3	username	VARCHAR(50)	Y		아이디	Unique Key	
4	name	VARCHAR(50)	Y		사용자 실명		
5	birthdate	VARCHAR(20)	Y		생년월일		
6	gender	VARCHAR(10)	Y		성별	MALE, FEMALE	
7	provider	VARCHAR(20)	N		가입 경로		
8	role	VARCHAR(20)	N		사용자 권한		
9	status	VARCHAR(20)	N		프로필 상태	PENDING, COMPLETED	
10	created_at	DATETIME	N		생성 일시		
11	last_modified_at	DATETIME	N		수정 일시		

3. Portfolio Service

사용 서비스	portfolio service			데이터베이스명	portfolio_db	테이블명	portfolio
테이블 설명	사용자가 작성한 포트폴리오 본문 및 메타데이터						
No	컬럼명	데이터타입	NULL	PK	컬럼 정의	비고	
1	portfolio_id	BIGINT	N	Y	포트폴리오 ID	Auto Increment	
2	user_id	BIGINT	N		소유자 ID	Unique Key (1:1)	
3	name	VARCHAR(50)	N		작성자 이름	User 정보 캐싱	
4	email	VARCHAR(255)	N		작성자 이메일	User 정보 캐싱	
5	birthdate	VARCHAR(20)	Y		생년월일		
6	gender	VARCHAR(10)	Y		성별	HTML/Markdown	
7	one_liner	VARCHAR(255)	Y		한 줄 소개	예: Backend	
8	content	LONGTEXT	Y		포트폴리오 본문	쉼표(,) 구분	
9	position	VARCHAR(50)	Y		직군		
10	hashtags	VARCHAR(255)	Y		태그 목록	Default: 0 (False)	
11	photo_url	VARCHAR(255)	Y		프로필 사진 URL	Default: 0	
12	is_published	TINYINT(1)	N		발행 여부	Default: 0	
13	view_count	BIGINT	N		조회수		
14	like_count	BIGINT	N		좋아요 수		
15	popularity_score	BIGINT	Y		인기 점수		
16	created_at	DATETIME	N		생성 일시		
17	last_modified_at	DATETIME	N		수정 일시		

사용 서비스	portfolio service			데이터베이스명	portfolio_db	테이블명	portfolio_like
테이블 설명	사용자가 '북마크'를 누른 포트폴리오 관계 매핑 테이블						
No	컬럼명	데이터타입	NULL	PK	컬럼 정의	비고	
1	id	BIGINT	N	Y	좋아요 ID	Auto Increment	
2	liker_id	BIGINT	N		좋아요 누른 유저		
3	portfolio_id	BIGINT	N		대상 포트폴리오	FK	
4	created_at	DATETIME	N		생성 일시		
5	last_modified_at	DATETIME	N		수정 일시		

4. Community Service

사용 서비스	community service			데이터베이스명	community_db	테이블명	community_post
테이블 설명	커뮤니티 게시글 (QnA, 정보공유, 팀원모집) 정보						
No	컬럼명	데이터타입	NULL	PK	컬럼 정의	비고	
1	id	BIGINT	N	Y	게시글 ID		
2	user_id	BIGINT	N		작성자 ID		
3	category	VARCHAR(20)	N		카테고리		
4	title	VARCHAR(255)	N		제목		
5	content	MEDIUMTEXT	N		내용		
6	view_count	BIGINT	N		조회수		
7	bookmark_count	BIGINT	N		북마크 수		
8	comment_count	BIGINT	N		댓글 수		
9	is_solved	TINYINT(1)	N		해결 여부		
10	recruitment_status	VARCHAR(20)	Y		모집 상태		
11	created_at	DATETIME	N		생성 일시		
12	last_modified_at	DATETIME	N		수정 일시		

사용 서비스	community service			데이터베이스명	community_db	테이블명	community_comment
테이블 설명	게시글에 달린 댓글 정보 (계층형 구조 지원)						
No	컬럼명	데이터타입	NULL	PK	컬럼 정의	비고	
1	id	BIGINT	N	Y	댓글 ID		
2	post_id	BIGINT	N		게시글 ID		
3	user_id	BIGINT	N		작성자 ID		
4	content	LONGTEXT	N		댓글 내용		
5	parent_id	BIGINT	Y		부모 댓글 ID		
6	is_accepted	TINYINT(1)	N		채택 여부		
7	created_at	DATETIME	N		생성 일시		
8	last_modified_at	DATETIME	N		수정 일시		

사용 서비스	community service			데이터베이스명	community_db	테이블명	post_bookmark
테이블 설명	게시글 북마크 매핑 테이블						
No	컬럼명	데이터타입	NULL	PK	컬럼 정의	비고	
1	id	BIGINT	N	Y	북마크 ID		
2	post_id	BIGINT	N		게시글 ID		
3	user_id	BIGINT	N		북마크한 유저 ID		
4	created_at	DATETIME	N		생성 일시		

사용 서비스	community service			데이터베이스명	community_db	테이블명	post_user_profile
테이블 설명	게시글 목록 조회를 위해 User 정보를 로컬에 복제(Sync)해두는 테이블						
No	컬럼명	데이터타입	NULL	PK	컬럼 정의	비고	
1	user_id	BIGINT	N	Y	사용자 ID		
2	name	VARCHAR(50)	N		사용자 이름		
3	email	VARCHAR(250)	N		사용자 이메일		

5. Support Service

사용 서비스	support service			데이터베이스명	support_db	테이블명	notice
테이블 설명	시스템 공지사항 게시글 정보						
No	컬럼명	데이터타입	NULL	PK	컬럼 정의	비고	
1	id	BIGINT	N	Y	공지 ID	Auto Increment	
2	title	VARCHAR(200)	N		제목		
3	content	LONGTEXT	N		내용		
4	is_important	TINYINT(1)	N		중요 공지 여부	상단 고정용	
5	created_at	DATETIME	N		생성 일시		
6	last_modified_at	DATETIME	N		수정 일시		

사용 서비스	support service		데이터베이스명		support_db	테이블명	faq
테이블 설명	카테고리별 FAQ 데이터						
No	컬럼명	데이터타입	NULL	PK	컬럼 정의	비고	
1	id	BIGINT	N	Y	FAQ ID	Auto Increment	
2	category	VARCHAR(50)	N		질문 카테고리	ACCOUNT, PAYMENT 등	
3	question	VARCHAR(255)	N		질문		
4	answer	LONGTEXT	N		답변		
5	created_at	DATETIME	N		생성 일시		
6	last_modified_at	DATETIME	N		수정 일시		

6. Chat Service (MongoDB)

사용 서비스	chat service		콜렉션 명		chat_db	테이블명	chat_room
테이블 설명	1:1 채팅방 메타데이터 및 읽음 상태 관리						
No	컬럼명	데이터타입	NULL	PK	컬럼 정의	비고	
1	_id	String	N	Y	채팅방 ID	UUID	
2	user1Id	Long	N		참여자 1 ID	(작은 ID) Indexed	
3	user2Id	Long	N		참여자 2 ID	(큰 ID) Indexed	
4	lastMessage	String	Y		마지막 메시지	목록 미리보기용	
5	lastMessageTime	Date	Y		마지막 전송 시간	정렬 기준	
6	lastReadAt	Map<String, DateTime>	Y		마지막 읽은 시간		
7	unreadCounts	Map	Y		안 읽은 개수	Key: userId	

사용 서비스	chat service		콜렉션 명		chat_db	테이블명	chat_message
테이블 설명	채팅방 내의 개별 메시지 이력						
No	컬럼명	데이터타입	NULL	PK	컬럼 정의	비고	
1	_id	String	N	Y	메시지 ID	UUID	
2	roomId	String	N		채팅방 ID	FK (Indexed)	
3	senderId	Long	N		보낸 사람 ID		
4	content	String	N		메시지 내용		
5	createdAt	Date	N		전송 일시		
6	readCount	Integer	N		읽지 않은 수	기본값: 1	

사용 서비스	chat service		콜렉션 명		chat_db	테이블명	chat_user_profile
테이블 설명	채팅방 내의 개별 메시지 이력						
No	컬럼명	데이터타입	NULL	PK	컬럼 정의	비고	
1	_id	Long	N	Y	사용자 ID		
2	name	String	N		사용자 이름		

[부록 B] API 명세서

1. Auth Service

Method	URI	기능	Request (Body / Param)	Response (200 OK)
POST	/auth/signup	회원가입	{ "email": "user@test.com", "password": "...", "username": "user1", "name": "홍길동", "birthdate": "1990-01-01", "gender": "MALE" }	(201 Created)
POST	/auth/login	로그인	{ "username": "user1", "password": "..." }	{ "accessToken": "ey..." } (Cookie: refresh_token)
POST	/auth/logout	로그아웃	(Header: X-User-Id)	(200 OK)
POST	/auth/refresh	토큰 재발급	(Cookie: refresh_token)	{ "accessToken": "ey..." } (Cookie: refresh_token 갱신)
POST	/auth/find-username	아이디 찾기	{ "name": "홍길동", "email": "user@test.com" }	{ "username": "user1" }
POST	/auth/check-username	ID 중복 검사	{ "username": "user1" }	(200 OK)
POST	/auth/check-password	비밀번호 확인	{ "password": "...", "passwordConfirm": "..." }	(200 OK)
PATCH	/auth/password	비밀번호 변경	{ "currentPassword": "...", "newPassword": "...", "newPasswordConfirm": "..." }	(200 OK)
POST	/auth/email-verification/send	인증 코드 발송	{ "email": "user@test.com" }	(200 OK)
POST	/auth/email-verification/check	인증 코드 검증	{ "email": "user@test.com", "code": "123456" }	(200 OK)
POST	/auth/password-reset/send-code	PW 재설정 코드 발송	{ "email": "user@test.com" }	(200 OK)
POST	/auth/password-reset/verify-code	PW 재설정 코드 검증	{ "email": "user@test.com", "code": "123456" }	(200 OK)
POST	/auth/password-reset/change	PW 재설정 (변경)	{ "email": "...", "newPassword": "...", "passwordConfirm": "..." }	(200 OK)

2. User Service

Method	URI	기능	Request (Body / Param)	Response (200 OK)
GET	/users/me	내 정보 조회	-	{ "email": "...", "username": "...", "name": "...", "birthdate": "...", "gender": "..." }
PUT	/users/me	내 정보 수정	{ "name": "김철수", "birthdate": "1995-05-05", "gender": "MALE" }	{ "id": 1, "email": "..." }
GET	/users/{userId}	회원 정보 조회	(Path: userId)	{ "email": "...", "username": "...", "name": "..." }

3. Portfolio Service

Method	URI	기능	Request (Body / Param)	Response (200 OK)
GET	/portfolios	목록 조회	?page=0&size=10 &position=BACKEND &sort=popularityScore,desc	{ "content": [{ "portfolioId": 1, "name": "...", "position": "...", "photoUrl": "...", "viewCount": 10, ... }], "last": false }
GET	/portfolios/{id}	상세 조회	(Path: portfolioId)	{ "userId": 1, "name": "...", "content": "...", "hashtags": ["Java"], "viewCount": 100, "likeCount": 10, "liked": false, ... }
GET	/me	내 이력서 조회	-	{ "userId": 1, "name": "...", "content": "...", "published": true, ... }
PUT	/me	내 이력서 저장	{ "photoUrl": "...", "oneLiner": "...", "content": "...", "position": "...", "hashtags": [...] }	{ "userId": 1, "name": "...", "published": true, ... }
GET	/me/likes	관심 목록 조회	?page=0&size=10	{ "content": [{ "portfolioId": 2, "name": "...", ... }], "last": false }
POST	/portfolios/{id}/like	북마크 추가	(Path: portfolioId)	(201 Created)
DELETE	/portfolios/{id}/like	북마크 취소	(Path: portfolioId)	(204 No Content)

4. Community Service

Method	URI	기능	Request (Body / Param)	Response (200 OK)
GET	/posts	게시글 목록	?category=QNA &isSolved=false &page=0&size=10	{ "content": [{ "id": 1, "title": "...", "writerName": "...", "viewCount": 0, "isSolved": false ... }], "totalPages": 5 }
POST	/posts	게시글 작성	{ "category": "QNA", "title": "질문입니다", "content": "내용..." }	1 (Created Post ID)
GET	/posts/{id}	게시글 상세	(Path: postId)	{ "id": 1, "title": "...", "content": "...", "comments": [...], "bookmarked": false }
PUT	/posts/{id}	게시글 수정	{ "title": "수정 제목", "content": "수정 내용" }	(200 OK)
DELETE	/posts/{id}	게시글 삭제	(Path: postId)	(200 OK)
POST	/posts/{id}/comments	댓글 작성	{ "content": "댓글내용", "parentId": null }	(200 OK)
PATCH	/posts/.../comments/{id}	댓글 수정	{ "content": "수정댓글", "parentId": null }	(200 OK)
DELETE	/posts/.../comments/{id}	댓글 삭제	(Path: commentId)	(200 OK)
POST	/posts/.../adopt	답변 채택	(Path: commentId)	(200 OK)
POST	/posts/{id}/bookmark	북마크 토클	(Path: postId)	(200 OK)
POST	/posts/{id}/recruit/application	팀원 지원	(Path: postId)	(200 OK)
PATCH	/posts/{id}/status	모집 상태 변경	{ "status": "CLOSED" }	(200 OK)
GET	/posts/me	내가 쓴 글	?category=QNA	{ "content": [{ "id": 1, "title": "...", "writerName": "...", "viewCount": 0, "isSolved": false }] }
GET	/posts/me/bookmarks	북마크한 글	?category=INFO	{ "content": [{ "id": 5, "title": "...", "writerName": "...", "viewCount": 0, "isSolved": false }] }

5. Support Service

Method	URI	기능	Request (Body / Param)	Response (200 OK)
GET	/notices	공지사항 목록	?page=0&size=10	{ "content": [{ "id": 1, "title": "...", "content": "...", "important": true }] }
GET	/notices/{id}	공지사항 상세	(Path: id)	{ "id": 1, "title": "...", "content": "...", "createdAt": "...", "updatedAt": "...", "readCount": 0 }
GET	/faqs	FAQ 목록	?category=PAYOUTMENT	[{ "id": 1, "category": "PAYOUTMENT", "question": "...", "answer": "...", "createdAt": "...", "updatedAt": "...", "readCount": 0 }]
POST	/admin/notices	공지 등록	{ "title": "...", "content": "...", "important": true }	(201 Created)
PUT	/admin/notices/{id}	공지 수정	{ "title": "...", "content": "...", "important": false }	(200 OK)
DELETE	/admin/notices/{id}	공지 삭제	(Path: id)	(200 OK)
POST	/admin/faqs	FAQ 등록	{ "category": "ETC", "question": "...", "answer": "...", "createdAt": "...", "updatedAt": "...", "readCount": 0 }	(201 Created)

6. Chat Service

Method	URI	기능	Request (Body / Param)	Response (200 OK)
GET	/chat/rooms	채팅방 목록	?page=0	{ "content": [{ "roomId": "uuid", "name": "...", "lastMessage": "...", "unreadCount": 2 }] }
GET	/chat/rooms/{id}/messages	메시지 내역	?page=0	{ "content": [{ "senderId": 1, "receiverId": 2, "content": "안녕", "createdAt": "...", "updatedAt": "...", "readCount": 0 }] }
GET	/chat/unread-count	안 읽은 수	-	5 (Long)
WS	/ws-chat	소켓 연결	(Header: Authorization)	(101 Switching Protocols)