

캡스톤디자인 II 중간보고서

프로젝트명 : 클라우드 기반 가상 머신 네트워크 및 보안 아키텍처 설계

캡스톤 디자인 II, 중간보고서

Version 1.0

개발 팀원 명(팀리더):한하영

김주령

서민재

대표 연락처: 010-3068-3438

e-mail: hanhy0219@naver.com

캡스톤 디자인 II 중간보고서 내용

1. 요구사항 정의서에 명시된 기능에 대하여 현재까지 진척된 결과 및 그 내용을 기술하시오.

1-1 실행파일 ver1.0 환경설치 문서

Backend(Spring Boot)

JDK 17 이상 설치

./gradlew build실행 후 java -jar build/libs/backend-1.0.jar

Frontend(React)

Node.js v18 이상 설치

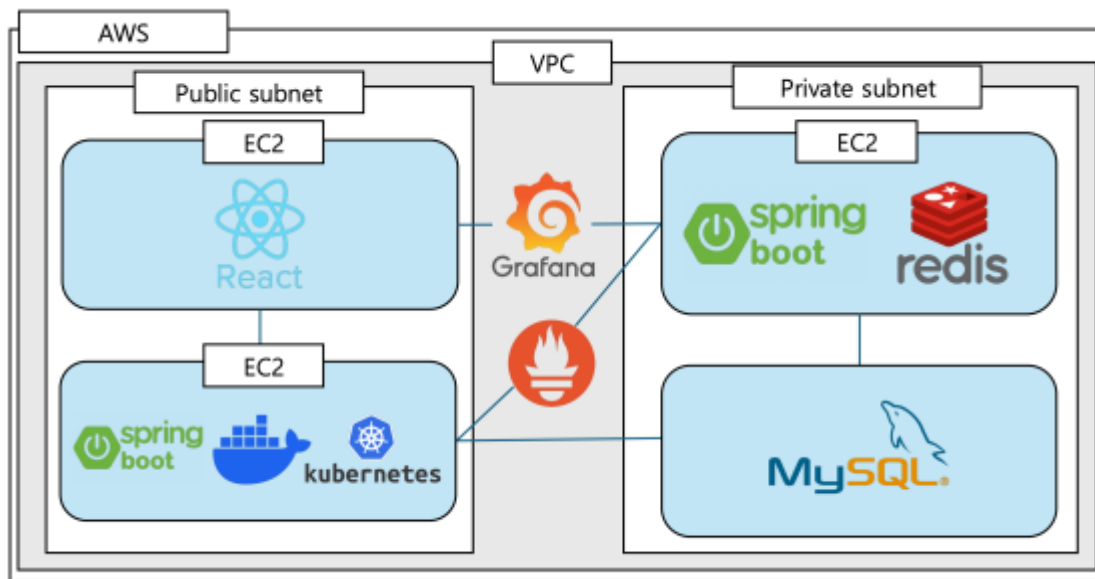


그림 1 플랫폼 아키텍처

본 프로젝트의 플랫폼 아키텍처는 AWS VPC 환경을 기반으로 퍼블릭 서브넷과 프라이빗 서브넷으로 나뉘어 구성되어 있다. 퍼블릭 서브넷에는 React 기반 프론트엔드와 Kubernetes를 이용한 가상머신 서버가 위치하며, 사용자는 웹 UI를 통해 VM을 생성·삭제하고 터미널에 접속할 수 있다. 프라이빗 서브넷에는 Spring Boot 백엔드, Redis, MySQL이 배치되어 인증, 세션 관리, 데이터 저장을 담당한다. Prometheus와 Grafana는 시스템 전반의 CPU·메모리·네트워크 리소스를 모니터링하고, 관리자는 대시보드를 통해 전체 상태를 확인 및 제어할 수 있다. 이러한 구조는 보안성을 강화하면서도 실시간 가상머신 제어와 모니터링을 지원하여 안정적인 서비스 운영을 가능하게 한다.

본 시스템의 설계는 계층형으로 구성되어 있다. User 모듈(UserController, UserService, UserRepository)은 계정과 인증을 담당하며, VM 모듈(VMController, VMService, K8sAPIAdapter)은 Kubernetes API를 통해 Pod 생성·삭제·복원을 수행한다. Terminal 모듈(TerminalController, TerminalService)은 WebSocket 세션을 중계하고, 인증은 AuthService가 JWT 발급·검증 및 Presigned URL 발급을 담당한다. 세션/토큰 캐시는 RedisCache에 저장되며, 상태 저장 파일(.tut)은 S3Storage에서 관리된다. 모니터링 모듈(MonitoringController, PrometheusService, GrafanaAdapter 연계)은 지표 조회 및 대시보드 렌더링을 제공한다.

npm install
npm start 실행
환경 변수 설정
DB_URL, DB_USERNAME, DB_PASSWORD

1-2. 시스템 아키텍처

사용자 UI (REQ-005)

→ React + xterm.js 기반 웹 터미널 구현. WebSocket 통신 구조 안정화.

관리자 UI (REQ-006)

→ Grafana 관리자 대시보드 구성. 리소스 현황 및 Pod 상태 모니터링 기능 제공.

ID	목적	전제조건	절차(입력/행동)	기대 효과	관련 요구사항
TC-UC1-01	VM 생성	로그인 완료, OS 목록 로딩	OS=Ubuntu 선택 → “생성” 클릭	Pod가 10초 내 Ready, UI에 접속 링크 표시	SFR-001, PER-002
TC-UC3-01	터미널 접속	JWT 유효, PresignedURL 발급 가능	“터미널 접속” 클릭	WebSocket 연결 성립, 명령 입출력 정상	SFR-003, SIR-003
TC-UC2-02	자동 종료 (TTL)	TTL=15분 설정	대기	15분 후 Pod 삭제, 상태 “terminated”, 로그 기록	SFR-002, PER-003
TC-UC4-01	상태 저장/복원	VM 실행 중	“상태 저장” → “복원”	동일 환경으로 VM 재생성, 파일 매핑 로그	SFR-004, DAR-001
TC-UC5-01	모니터링 지연	Exporter 동작	부하 유발 → 대시보드 확인	지표 반영 지연 ≤ 2초, 알람 정상	PER-004, ECR-004
TC-UC6-02	이상 탐지 경고	임계치 규칙 설정	비정상 포트포워딩 시도	경고 발생, 관리자 페이지에 이벤트 기록	SER-001/002

1-5. 현재까지의 진행 결과 요약

프론트엔드: 로그인/회원가입, 서버 생성/삭제 UI, WebSocket 기반 웹 터미널 완료.

백엔드: Spring Boot 기반 API, JWT 인증, PresignedURL 발급 로직 구현.

가상머신 서버: Kubernetes Pod 생성·삭제·복원 코드 완료.

보안/인증: Redis 기반 세션 관리, PresignedURL 검증 로직 구축.

모니터링: Prometheus + Grafana 통합 대시보드 구축 완료.

1-6. 시퀀스 다이어그램

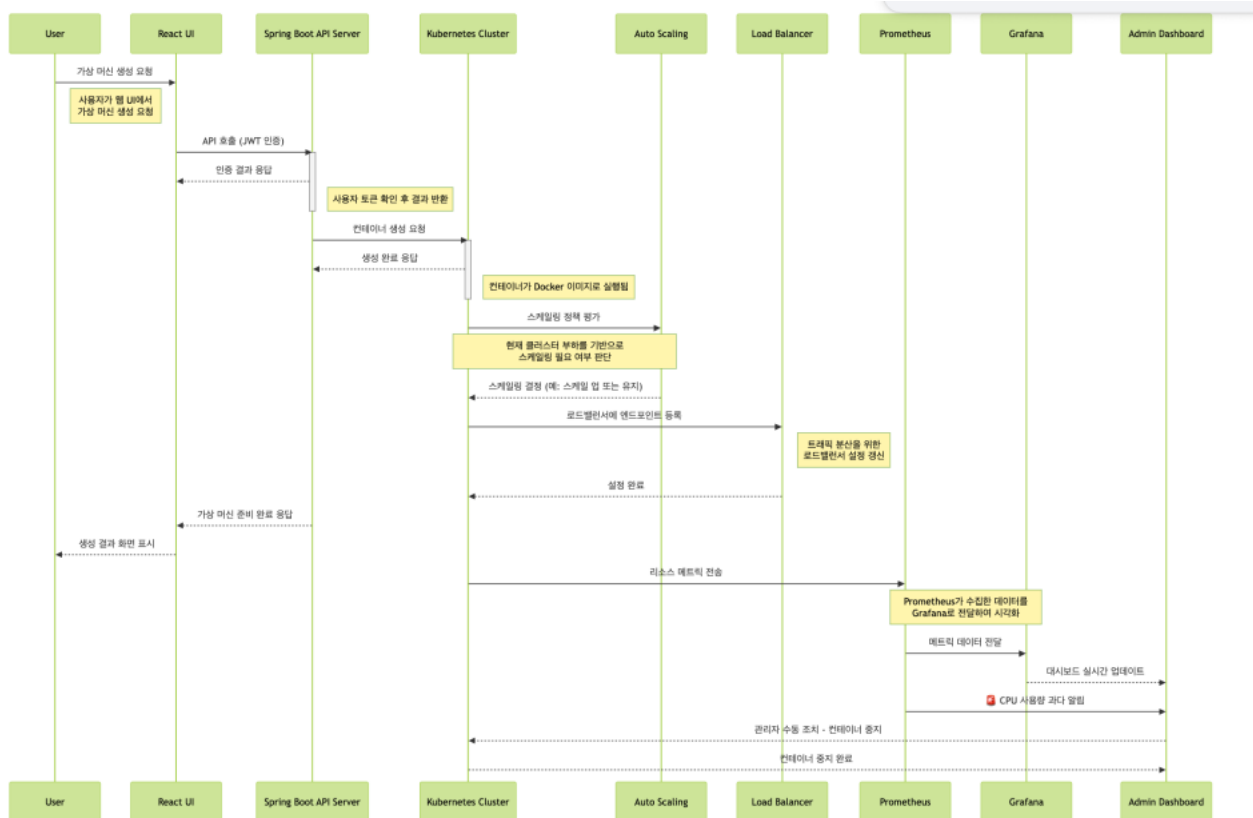


그림 2 플랫폼 동작 시퀀스 다이어그램

1. 웹 기반 가상 머신 플랫폼 개발

- 컨테이너 기반 가상 머신 실행 및 관리
- Kubernetes 및 Docker를 활용한 자동 확장 및 자원 최적화 및 실시간 모니터링 연계
- Spring Boot 및 React를 활용한 웹 서비스 구축
- AWS 환경에서의 클라우드 인프라 운영

2. 컨테이너 런타임 및 가상 머신 관리

- 컨테이너 기반 가상 머신 생성 및 삭제 자동화
- 가상 머신 상태 저장 및 복원(.tar 파일) 기능 제공
- 네트워크 및 포트 관리, 사용자별 접근 권한 제어
- Prometheus 및 Grafana를 통한 시스템 모니터링 및 이상 이벤트 대응

3. 웹 서비스 모듈

3-1) 사용자 서비스

- 사용자 로그인 및 인증 (JWT 기반 보안 인증)
- 가상 머신 생성 및 설정 (운영체제 선택 및 리소스 설정)
- 가상 머신 사용 기록 조회 (과거 실행 내역 및 리소스 사용량)
- 웹 터미널(WebShell) 지원 (SSH 없이 브라우저에서 직접 제어)

3-2) 관리자 서비스

- 전체 가상 머신 모니터링 및 관리 (가상 머신 상태 및 리소스 사용량 확인)
- 비정상적 사용 탐지 및 제어 (CPU, 과부하, 포트포워딩 등 이상 탐지 및 자동 경고)
- 사용자별 가상 머신 정책 설정 (리소스 제한, 사용 시간 조절)

- 서비스 통계 및 운영 보고서 생성 (월별 사용자 요청, OS별 사용량)

4. 스케일링 및 보안 관리

- Kubernetes 기반의 자동확장 및 부하 분산
- 가상 머신 자동 종료 기능 (미사용 VM 자동 정리)
- 네트워크 보안 및 사용자 접근 제어 (IP 차단 및 방화벽 설정)
- 포트포워딩 공격 탐지 및 관리자 알림 기능]
- 시스템 로그 기록 및 감사 기능 (접속 이력, 이벤트 기록)

1-7. UI 분석/설계 모델/프로토타입

UI는 로그인/회원가입 화면에서 시작하여 메인 대시보드, VM 생성, 웹 터미널, 관리자 대시보드로 이어지는 흐름을 따른다. 로그인/회원가입 화면에서는 이메일과 휴대폰 인증 절차를 통해 중복 계정을 방지하며 안전한 사용자 등록을 보장한다. 메인 대시보드는 사용자가 생성한 VM의 목록과 현재 상태를 실시간으로 확인할 수 있으며, VM 생성 버튼을 통해 새로운 인스턴스를 실행할 수 있다. 생성 버튼을 누르면 별도의 모달 창 또는 전용 페이지가 나타나며, 사용자는 원하는 운영체제와 기본 자원 설정을 선택한 후 요청을 제출한다. 이때 선택된 정보는 즉시 반영되어 VM이 자동으로 생성된다.

웹 터미널 화면은 xterm.js를 기반으로 구성되어 있으며, 사용자는 별도의 설정이나 추가 소프트웨어 설치 없이 브라우저에서 직접 VM에 접속할 수 있다. 터미널은 명령어 입력과 출력이 실시간으로 반영되며, 연결이 끊어질 경우 자동 재연결 기능을 제공한다. 관리자는 별도의 관리자 대시보드를 통해 전체 VM의 상태를 확인하고, CPU·메모리·네트워크 사용량과 같은 주요 지표를 시각적으로 모니터링할 수 있다. 또한 Grafana 기반의 대시보드에서는 이상 탐지 이벤트와 경고 로그가 함께 표시되며, 관리자는 이를 바탕으로 즉각적인 조치를 취할 수 있다.

이와 같은 UI 설계는 사용자에게는 직관적이고 편리한 가상 머신 조작 환경을 제공하며, 관리자에게는 안정적인 운영과 보안 모니터링을 위한 체계적인 관리 도구를 제공한다.

2. 프로젝트 수행을 위해 적용된 추진전략, 수행 방법의 결과를 작성하고, 만일 적용과정에서 문제점이 도출되었다면 그 문제를 분석하고 해결방안을 기술하시오.

2-1. 추진전략 및 수행 방법

본 프로젝트는 웹 기반 가상머신 서비스라는 특성상, 사용자가 동시에 여러 VM을 실행할 수 있어 안정적인 자원 관리와 확장성이 핵심이다. 초기에는 온프레미스(EC2 단독 배포) 환경에서 빠르게 기능 검증을 설계했다. 이를 통해 VM 생성/삭제, 사용자 인증, 웹 기반 터미널 접속 등 주요 기능을 빠른 속도로 구현할 수 있었다.

그러나 검증 이후에는 EKS 기반으로 확장함으로써, 서비스의 안정성과 운영 효율성을 강화하고자 했다. 따라서 수행 방법은 ① 온프레미스 환경에서의 기능 검증 → ② EKS로의 업그레이드라는 2단계 접근 방식을 채택하였다.

2-2. 문제점과 해결방안

(1) 문제점: 온프레미스 환경의 한계

- 단일 EC2 인스턴스에 모든 서비스(Frontend, Backend, VM 관리)를 배치하면서 서버 과부하 위험 발생
- 동시에 여러 VM을 생성할 경우, CPU·메모리 리소스가 급격히 소모되어 서비스 중단

가능성이 존재

- 로깅 및 모니터링이 개별 서버 수준에 머물러 있어, 장애 원인 분석이나 자원 사용량 추적이 제한적

(2) 해결방안: EKS 업그레이드

- Kubernetes 기반 오케스트레이션(EKS)으로 전환하여, Pod 단위로 서비스와 VM 관리 기능을 분리·배치
- 오토스케일링(HPA, Cluster Autoscaler)을 적용해 동시 사용자 증가에도 안정적으로 확장 가능
- CloudWatch + Grafana 통합 모니터링으로 VM 로그와 RDS/S3 지표를 수집·시각화하여 운영 효율성 제고
- IRSA 기반 최소 권한 부여를 통해 보안성 강화

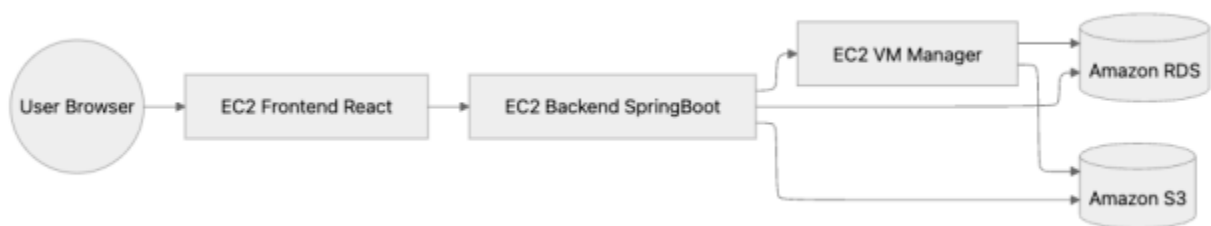


그림 3. 기존 온프레미스 아키텍처

- 모든 서비스가 단일 EC2 환경에서 동작 → 자원 집중으로 서버 과부하 위험
- 로그·모니터링은 서버 단위 제한 → 장애 원인 추적이 어려움

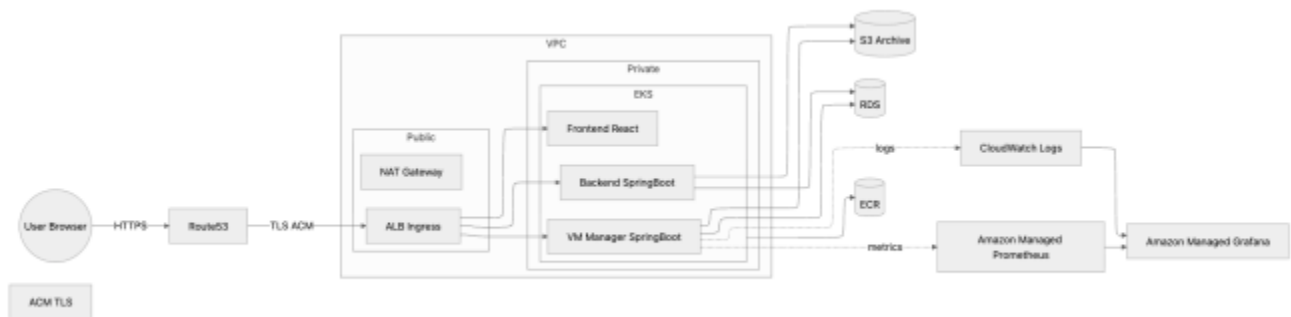


그림 4. 개선된 EKS 아키텍처

- 서비스가 Pod 단위로 분리되어 EKS에서 관리 → 확장성과 안정성 강화
- ALB로 트래픽 분산 → 특정 서버 과부하 방지
- VM 로그는 CloudWatch Logs로 수집, RDS/S3 지표도 함께 모니터링 → Grafana 대시보드에서 통합 관측

프로젝트명 : 클라우드 기반 가상 머신 네트워크 및 보안 아키텍처 설계

소프트웨어 요구사항 정의서

Version 1.0

개발 팀원 명(팀리더):한하영
김주령
서민재

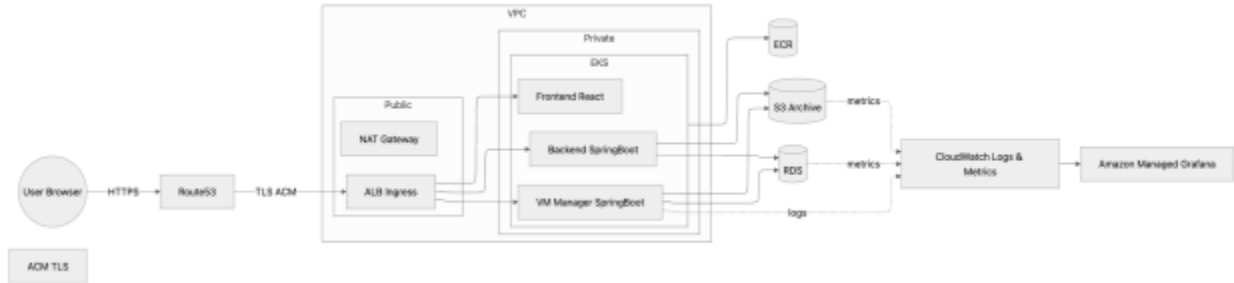
대표 연락처:010-3068-3438
e-mail:hanhy0219@naver.com

목차

1. 개요
2. 시스템 장비 구성요구사항
3. 기능 요구사항
4. 성능 요구사항
5. 인터페이스 요구사항
6. 데이터 요구사항
7. 테스트 요구사항
8. 보안 요구사항
9. 품질 요구사항
10. 제약 사항
11. 프로젝트 관리 요구사항

1. 시스템 개요

- 본 시스템은 웹 기반 가상머신 서비스로, 사용자가 요청 시 다양한 OS(Kali, Ubuntu, Windows 등) 클라우드 상에서 임시 실행 및 관리할 수 있도록 한다.
- AWS EKS 기반으로 구성하여 확장성과 안정성을 확보하며, VM 로그 및 관리형 서비스(RDS, S3)의 지표를 통합 모니터링한다.



• VM 로그

- VM Manager(Spring Boot)에서 발생하는 로그(stdout/stderr) → Fluent Bit → CloudWatch Logs → Grafana 대시보드
- 예: VM 생성/종료, 사용자 ID, OS 종류, 에러 메시지

• RDS 지표

- CPU, 연결 수, 쿼리 지연, 장애 이벤트 등 → CloudWatch Metrics → Grafana
- DB 성능/장애 상태를 인프라 차원에서 확인

• S3 지표

- 요청 수, 에러율(4xx/5xx), 스토리지 사용량 → CloudWatch Metrics → Grafana
- 업로드/다운로드 상태, 버킷 에러율 추적

2. 시스템 장비 구성요구사항

요구사항 고유번호		ECR-001
요구사항 명칭		EKS 클러스터 구성
요구사항 분류		장비
요구사항 상세 설명	정의	컨테이너 기반 애플리케이션을 안정적으로 운영하기 위한 AWS EKS 클러스터 구성
	세부내용	1. AWS EKS 클러스터를 생성하여 프론트엔드, 백엔드, VM Manager 애플리케이션을 Pod 단위로 배포할 수 있어야 함 2. 퍼블릭 서브넷은 ALB를 통한 외부 접근을 지원하며, 프라이빗 서브넷은 워커 노드 전용으로 구성 3. 오토스케일링 그룹을 통해 Pod 및 노드의 확장성을 지원
산출정보		1. EKS 클러스터 환경 구성 문서 2. 워커 노드 그룹 및 서브넷 구성도
관련 요구사항		SFR-001, PER-001

요구사항 고유번호		ECR-001
요구사항 명칭		데이터베이스 서버 구성
요구사항 분류		장비
요구사항 상세 설명	정의	사용자 계정 및 VM 관련 데이터를 안정적으로 저장하기 위한 RDS(MySQL) 인스턴스 구성
	세부내용	1. Amazon RDS를 사용하여 백엔드와 VM Manager 서비스의 데이터 저장 및 조회 기능을 제공 2. 프라이빗 서브넷에 배치되어 외부에서 직접 접근할 수 없도록 제한 3. 백업 및 장애 복구 기능을 지원
산출정보		1. DB 스키마 및 연결 정보 문서 2. 백업/복구 절차 문서
관련 요구사항		DAR-001, SER-001

요구사항 고유번호		ECR-003
요구사항 명칭		스토리지 서버 구성
요구사항 분류		장비
요구사항 상세 설명	정의	VM 로그 및 스냅샷 데이터를 저장하기 위한 S3 버킷 구성
	세부내용	1. Amazon S3 버킷을 생성하여 VM 로그 및 사용자 세션 데이터를 저장 2. 수명주기 정책을 적용하여 일정 기간 후 데이터 자동 삭제 또는 아카이브 3. CloudWatch와 연동하여 요청 수, 오류율 등의 모니터링을 지원
산출정보		4. 로그 저장 정책 문서 5. 버킷 권한 및 보안 정책 문서
관련 요구사항		DAR-002, QUR-001

3. 기능 요구사항

요구사항 고유번호		SFR-001
요구사항 명칭		VM 생성 및 삭제 기능
요구사항 분류		기능
요구사항 상세 설명	정의	사용자가 웹 UI를 통해 VM을 요청하면 EKS 환경에서 VM이 자동 생성·삭제되는 기능 제공
	세부내용	1. 사용자 요청 시 백엔드 서버가 EKS API를 호출하여 VM Pod를 생성 2. VM은 지정된 시간 초과 시 자동 삭제 처리 3. VM 상태(생성, 실행, 종료)를 로그로 기록
산출정보		4. VM 생성/삭제 API 5. VM 상태 로그
관련 요구사항		ECR-001, ECR-002

요구사항 고유번호		SFR-002
요구사항 명칭		웹 기반 터미널 접속
요구사항 분류		기능
요구사항 상세 설명	정의	사용자가 브라우저에서 직접 VM에 접속할 수 있는 웹 터미널 기능 제공
	세부내용	1. term.js 기반 웹 터미널 UI 제공 2. Presigned URL을 이용한 1회성 인증 후 WebSocket 연결 3. VM 내부 명령어 실행 결과를 실시간으로 반환
산출정보		4. 웹 터미널 UI 5. 접속 인증 로그
관련 요구사항		SIR-001, SER-001

요구사항 고유번호		SFR-003
요구사항 명칭		관리자 모니터링 대시보드
요구사항 분류		기능
요구사항 상세 설명	정의	관리자가 VM 사용 현황과 RDS/S3 자원 상태를 실시간 모니터링할 수 있는 대시보드 제공
	세부내용	1. VM 로그 및 메트릭을 CloudWatch에 수집 2. Amazon Managed Grafana에서 대시보드 생성 3. 활성 VM 수, VM 오류율, RDS CPU, S3 요청 수를 시각화
산출정보		4. Grafana 대시보드 5. 모니터링 리포트
관련 요구사항		ECR-003, QUR-001

4. 성능 요구사항

요구사항 고유번호		PER-001
요구사항 명칭		VM 생성·삭제 응답 성능
요구사항 분류		성능
요구사항 상세 설명	정의	사용자가 웹 UI를 통해 VM을 요청하면 EKS 환경에서 VM이 자동 생성·삭제되는 기능 제공
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> • 사용자 요청 시 백엔드 서버가 EKS API를 호출하여 VM Pod를 생성 • VM은 지정된 시간 초과 시 자동 삭제 처리 • VM 상태(생성, 실행, 종료)를 로그로 기록
산출정보		4. VM 생성/삭제 API 5. VM 상태 로그
관련 요구사항		ECR-001, ECR-002

요구사항 고유번호		PER-002
요구사항 명칭		동시 처리 및 확장성
요구사항 분류		성능
요구사항 상세 설명	정의	동시 사용자 및 VM 수요 증가에 대해 성능 저하 없이 처리
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> • 동시 사용자 50명, 동시 활성 VM 100개까지 처리 시 API 오류율 < 1% • HPA/Cluster Autoscaler 동작으로 CPU 70% 초과 2분 지속 시 자동 확장 • 확장/축소 과정 동안 사용자 세션 단절률 < 0.5%
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> • 확장성 테스트 결과(Autoscaling 이벤트 로그) • 오류율·세션 단절률 그래프
관련 요구사항		SFR-001, QUR-001

요구사항 고유번호		PER-003
요구사항 명칭		관측 데이터 지연(로그/지표)
요구사항 분류		성능
요구사항 상세 설명	정의	운영 모니터링을 위한 로그·지표 반영 지연 한도
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> • VM Manager 로그가 CloudWatch에 반영되기까지 평균 30초 이내, P95 60초 이내 • RDS/S3 메트릭이 Grafana에 표시되기까지 수집 주기 1분 ± 30초 이내 • 대시보드 새로고침 주기 1분 기준으로 패널 누락률 0%
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> • 수집 지연 측정 리포트(CloudWatch Logs Insights/Metrics) • Grafana 패널 업데이트 정상 여부 체크리스트
관련 요구사항		SFR-003, ECR-003

5. 인터페이스 요구사항

요구사항 고유번호		SIR-001
요구사항 명칭		사용자-프론트엔드 인터페이스
요구사항 분류		인터페이스
요구사항 상세 설명	정의	사용자가 웹 브라우저를 통해 프론트엔드 React UI와 상호작용할 수 있는 인터페이스
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> • HTTPS 기반 REST API 요청 전송 (GET/POST) • JWT 토큰을 포함한 Authorization 헤더 처리 • WebSocket 연결을 통한 실시간 메시지 수·발신
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> • API 요청/응답 로그 • 사용자 인증 토큰 처리 기록
관련 요구사항		SFR-002, SER-001

요구사항 고유번호		SIR-002
요구사항 명칭		프론트엔드-백엔드 인터페이스
요구사항 분류		인터페이스
요구사항 상세 설명	정의	React 프론트엔드와 Spring Boot 백엔드 간의 데이터 교환 규칙
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> • REST API: /vm/create, /vm/delete, /vm/status 엔드포인트 제공 • JSON 포맷 요청/응답 표준화 • 비정상 응답 시 HTTP 상태 코드 및 에러 메시지 반환
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> • API 스펙 문서(Swagger) • 요청/응답 JSON 예제
관련 요구사항		SFR-001, PER-001

요구사항 고유번호		SIR-003
요구사항 명칭		백엔드-AWS 서비스 인터페이스
요구사항 분류		인터페이스
요구사항 상세 설명	정의	Spring Boot 백엔드와 AWS 리소스(RDS, S3, EKS API, CloudWatch) 간 통신 인터페이스
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> • JDBC 프로토콜을 통한 RDS(MySQL) 연동 • AWS SDK/REST API를 통한 S3 객체 업로드·다운로드 • EKS 클러스터 API를 호출하여 Pod 생성/삭제 • CloudWatch Logs API를 통해 VM 로그 적재 확인
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> • DB 연결 설정 문서 • AWS SDK 연동 코드 및 IAM 권한 정책
관련 요구사항		ECR-002, ECR-003, SFR-003

6. 데이터 요구사항

요구사항 고유번호		DAR-001
요구사항 명칭		사용자 계정 데이터 관리
요구사항 분류		데이터
요구사항 상세 설명	정의	서비스 이용자를 구분하고 접근 권한을 제어하기 위한 사용자 계정 데이터 관리
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> • 사용자 계정은 USER_ID, PASSWORD_HASH, EMAIL, ROLE 정보를 포함 • 비밀번호는 단방향 해시(Bcrypt) 저장 • ROLE 필드에 따라 관리자/일반 사용자 권한을 구분
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> • User 테이블(DB 스키마) • 계정 생성/삭제 로그
관련 요구사항		SFR-002, SER-001

요구사항 고유번호		DAR-002
요구사항 명칭		VM 로그 데이터 관리
요구사항 분류		데이터
요구사항 상세 설명	정의	VM 상태와 사용자 행위를 추적하기 위한 로그 데이터 관리
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> • VM 로그는 VM_ID, USER_ID, OS_TYPE, STATE(CREATED/RUNNING/TERMINATED), TIMESTAMP 포함 • 로그는 CloudWatch Logs에 적재되며 30일간 보관 • 주요 오류 이벤트는 별도 태그로 표시(ERROR_LEVEL)
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> • VM 상태 로그(LogGroup) • CloudWatch Logs Insights 쿼리 결과
관련 요구사항		SFR-001, PER-003

요구사항 고유번호		DAR-003
요구사항 명칭		시스템 메트릭 데이터 관리
요구사항 분류		데이터
요구사항 상세 설명	정의	성능 및 자원 관리 목적으로 수집되는 인프라 메트릭 데이터 관리
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> • RDS: CPUUtilization, DBConnections, Read/WriteLatency • S3: NumberOfRequests, 4xxErrors, 5xxErrors, BucketSizeBytes • 메트릭은 CloudWatch Metrics에 수집되며 Grafana에서 시각화
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> • CloudWatch Metrics 대시보드 • Grafana 시각화 리포트
관련 요구사항		PER-002, SFR-003

7. 테스트 요구사항

요구사항 고유번호		TER-001
요구사항 명칭		VM 생성·삭제 기능 테스트
요구사항 분류		테스트
요구사항 상세 설명	정의	사용자의 VM 생성/삭제 요청이 정상 처리되는지 단위·통합 테스트 수행
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> 단위 테스트: /vm/create, /vm/delete API 유효성 검증(정상·에러 케이스) 통합 테스트: EKS 연동 후 VM 상태가 CREATED→RUNNING→TERMINATED로 전이 확인 예외 테스트: 자원 부족·중복 요청·만료 시 자동 삭제 동작 검증
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> 테스트 케이스 및 결과 리포트 상태 전이 로그(CloudWatch Logs Insights)
관련 요구사항		SFR-001, PER-001, ECR-001

요구사항 고유번호		TER-002
요구사항 명칭		웹 터미널 접속·인증 테스트
요구사항 분류		테스트
요구사항 상세 설명	정의	Presigned URL 기반 1회성 인증과 WebSocket 통신의 신뢰성 검증
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> 올바른 토큰으로 접속 성공, 만료/위조 토큰 접속 실패 확인 WebSocket 연결/재연결 시 데이터 손실·세션 이탈률 측정(<0.5%) 브라우저별 호환성(Chrome/Safari/Edge) 및 네트워크 장애 복구 시나리오 테스트
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> 인증·세션 테스트 리포트 브라우저 호환성 체크리스트
관련 요구사항		SFR-002, SIR-001, SIR-002, SER-001

요구사항 고유번호		TER-003
요구사항 명칭		관측 지연·가용성 테스트
요구사항 분류		테스트
요구사항 상세 설명	정의	로그·지표의 수집 지연과 대시보드 가용성 기준 충족 여부 검증
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> VM 로그 CloudWatch 반영 지연: 평균 ≤30초, P95 ≤60초 측정 RDS/S3 메트릭 표시 주기: 1분 ±30초, 패널 누락률 0% 확인 Grafana 대시보드 가용성(리프레시 1분 주기) 및 알람 연계 동작 검증
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> 수집 지연 측정 기록(Logs Insights/Metrics) 대시보드 가용성·알람 동작 리포트
관련 요구사항		SFR-003, PER-003, ECR-003

8. 보안 요구사항

요구사항 고유번호		SER-001
요구사항 명칭		사용자 인증 및 권한 관리
요구사항 분류		보안
요구사항 상세 설명	정의	사용자 인증과 역할 기반 권한 제어를 통한 안전한 접근 관리
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> 로그인 시 JWT 토큰을 발급하고, 모든 API 호출은 토큰 기반 인증 필수 VM 접속 시 Presigned URL 기반 일회성 인증 사용 (만료 시간 ≤ 10분) ROLE 기반 접근 제어: 관리자/일반 사용자 기능 구분
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> 사용자 인증 로그 권한 매핑 테이블(Role Mapping)
관련 요구사항		SFR-002, SIR-001

요구사항 고유번호		SER-002
요구사항 명칭		클라우드 리소스 최소 권한 적용
요구사항 분류		보안
요구사항 상세 설명	정의	AWS 리소스 접근 시 IAM Role 최소 권한 원칙 적용
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> IRSA(ServiceAccount ↔ IAM Role) 연동으로 Pod 단위 권한 제한 RDS는 DB 전용 보안 그룹과 프라이빗 서브넷에서만 접근 가능 S3 버킷은 읽기/쓰기 정책을 사용자 권한(Role)에 따라 차등 적용
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> IAM 정책 문서 IRSA 매핑 설정 파일
관련 요구사항		ECR-002, ECR-003, SIR-003

요구사항 고유번호		SER-003
요구사항 명칭		데이터 전송 및 로그 보안
요구사항 분류		보안
요구사항 상세 설명	정의	서비스 전송 데이터와 로그 데이터에 대한 암호화·무결성 보장
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> 모든 API 요청/응답은 HTTPS/TLS(1.2 이상) 암호화 통신 적용 VM 로그는 CloudWatch Logs에 저장하며, 읽기 전용 IAM 계정만 접근 허용 로그 변경/삭제는 불가능하며, 일정 기간(30일 이상) 보관 후 자동 아카이빙
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> TLS 인증서(ACM) 로그 접근 제어 정책 문서
관련 요구사항		DAR-002, PER-003

9. 품질 요구사항

요구사항 고유번호		QUR-001
요구사항 명칭		서비스 가용성 보장
요구사항 분류		품질
요구사항 상세 설명	정의	사용자가 안정적으로 VM 서비스를 이용할 수 있도록 높은 가용성 확보
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> 전체 서비스 가용성은 99.9% 이상을 목표로 한다. 장애 발생 시 EKS Pod 자동 재시작(Deployment, HPA)을 통해 중단 최소화. ALB를 통한 트래픽 분산으로 단일 지점 장애(SPOF) 제거.
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> 월별 서비스 가용성 리포트 장애 발생 시 자동 재시작 로그
관련 요구사항		PER-002, SER-001

요구사항 고유번호		QUR-002
요구사항 명칭		로그 및 데이터 보관 안정성
요구사항 분류		품질
요구사항 상세 설명	정의	로그와 주요 데이터를 안정적으로 보관하고 무결성을 유지
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> VM 로그는 CloudWatch Logs에 적재 후 30일간 보관, 이후 S3로 아카이빙. 아카이빙된 로그는 무결성 검증 해시를 포함하여 저장. 사용자 데이터 및 VM 상태 데이터는 백업 정책에 따라 주기적 백업 수행.
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> 로그 보관 정책 문서 S3 아카이브 데이터 무결성 체크 리포트
관련 요구사항		DAR-002, SER-003

요구사항 고유번호		QUR-003
요구사항 명칭		성능 및 사용자 경험 품질
요구사항 분류		품질
요구사항 상세 설명	정의	사용자 경험을 저해하지 않도록 성능과 응답 시간을 보장
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> VM 생성/삭제 응답 시간은 P95 기준 8초 이내 유지. 웹 터미널 연결 성공률은 99% 이상, 세션 단절률은 0.5% 이하. Grafana 대시보드의 데이터 갱신 지연은 60초 이내.
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> 성능 테스트 리포트 Grafana 대시보드 지연 측정 결과
관련 요구사항		PER-001, PER-003, TER-003

10. 제약 사항

요구사항 고유번호		CON-001
요구사항 명칭		클라우드 비용 제약
요구사항 분류		제약
요구사항 상세 설명	정의	프로젝트 운영 시 AWS 사용 비용에 대한 한도 존재
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> EKS, RDS, S3, CloudWatch, Grafana 등 모든 서비스는 월 예산 한도 내에서 운영해야 함 비용 초과 발생 시 스케일링 제한 또는 리소스 축소로 대응 장기 실행 VM 및 대량 스토리지 사용은 제한됨
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> 월별 비용 리포트 리소스 사용량 보고서
관련 요구사항		PER-002, QUR-001

요구사항 고유번호		CON-002
요구사항 명칭		라이선스 및 환경 제약
요구사항 분류		제약
요구사항 상세 설명	정의	사용 가능한 OS 및 소프트웨어 환경에 대한 제한 존재
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> VM에 제공되는 OS는 Ubuntu, Kali, Windows 등으로 제한되며, Windows는 상용 라이선스 비용 발생 가능 인터넷 연결이 필수적이며, 오프라인 환경에서는 서비스 제공 불가 외부 SaaS 연동은 보안 정책 및 예산에 따라 제한됨
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> OS/소프트웨어 라이선스 목록 서비스 운영 가이드라인 문서
관련 요구사항		SER-001, SER-002

11. 프로젝트 관리 요구사항

요구사항 고유번호		PMR-001
요구사항 명칭		형상 및 변경 관리
요구사항 분류		관리
요구사항 상세 설명	정의	프로젝트 산출물(코드, 문서, 아키텍처)의 형상과 변경 내역을 추적·관리
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> • GitHub 저장소를 사용하여 소스코드와 문서를 버전 관리 • Pull Request(PR) 기반 코드 리뷰를 필수 절차로 수행 • 요구사항 변경은 GitHub Issue 및 회의록을 통해 승인 후 반영
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> • GitHub 이슈 및 PR 기록 • 변경 관리 로그(회의록, 승인 내역)
관련 요구사항		SFR-001, SIR-002

요구사항 고유번호		PMR-002
요구사항 명칭		배포 및 일정 관리
요구사항 분류		관리
요구사항 상세 설명	정의	서비스 배포와 프로젝트 일정 준수를 위한 관리 체계
	세부내용	<ul style="list-style-type: none"> • GitHub Actions와 eksctl/Helm을 이용하여 CI/CD 파이프라인 구성 • 배포 시 자동 테스트 및 빌드 검증을 거쳐 EKS에 반영 • 매주 진행 상황을 보고하고, 주요 마일스톤(중간보고, 최종보고)에 맞춰 점검
산출정보		<ul style="list-style-type: none"> • CI/CD 파이프라인 로그 • 프로젝트 일정 관리표(간트 차트 등)
관련 요구사항		TER-001, QUR-001