1. Team Info

1.1 과제명

암표 근절을 위한 DID 및 NFT 기반 티켓팅 시스템, WE-Ticket

1.2 팀 정보

팀 번호-이름 : 04 -Typha (타이파)

1.3 팀 구성원

- 황지은(2376329): 리더, 백엔드(인증·티켓팅 시스템) 및 블록체인(티켓팅 시스템) 설계·구현, 티켓 예매 (예매 동시성 처리 및 좌석 점유 타임아웃 처리) 검증
- 정혜교(2176355): 팀원, 기획, 프론트엔드 및 블록체인(티켓팅·입장 시스템) 설계·구현, 사용자 시나리오 검증
- 이원주(2176278): 팀원, DB 및 백엔드(양도·기반 시스템) 설계·구현, 트랜잭션 원자성 (티켓 예매 데이터 생성 및 양도 소유권 이전) 검증

2. Project-Summary (과제 요약)

2.1 문제 정의

K-POP 공연에서는 암표 거래, 즉 허가된 시스템 외 거래로 공정한 입장권 구매를 방해하는 문제가 심각하다. 팬들은 절박한 마음으로 위험을 감수하고 암표를 구매하려다 사기 피해에 노출된다. 암표 문제 해결을 위해 공연 기획사는 많은 비용과 인력을 투입하지만, 과도한 본인 확인으로 성과 없이 팬들의 인권만 침해되는 실정이다. 이는 기획사의 브랜드 손상으로 돌아오며, 이러한 악순환이 계속되고 있다.

따라서 기존의 티켓팅 및 입장 관리 시스템은 암표 방지 실효성 부족, 기획사의 현장 운영 비용 낭비, 실소비자의 개인정보 주권 침해라는 구조적 한계를 가지고 있으며, 이를 해결하기 위한 새로운 기술적 접근이 절실히 요구된다. WE-Ticket 은 K-POP 공연 기획사를 타겟 고객으로 하여, 티켓 소유권을 기술적으로 완벽하게 보장하여 암표를 근절하면서도 현장 운영 효율성과 개인정보 보호를 동시에 실현하는 것을 핵심 과제로 삼는다.

2.2 기존 연구와의 비교

Yes24 등 전통적 티켓팅 플랫폼과 ticket N 등 기존 전자 티켓 플랫폼은 사용자에게 익숙한 플랫폼이지만, 검표 시 티켓 소유권을 확실히 검증하기 어렵다. QR 코드는 캡처를 통한 불법 양도가 가능하며, 휴대전화 인증 역시 타인 명의 도용이 가능하다. 반면 WE-Ticket 은 소유자 외 타인의 사용을 원천적으로 차단하는 완전한 소유권 증명 체계를 구축한다.

모던라이언 등 일반 NFT 티켓 플랫폼은 암표 해결을 위해 블록체인 기술을 도입했다는 점에서 의의가 있으나 입장 지연 문제가 여전하다. 실물 신분증 대조를 병행하거나, NFT 티켓 인식 시스템이 미비했기 때문이다. 그러나 WE-Ticket 은 1 초 간편 입장이 가능하다.

2.3 제안 내용

WE-Ticket 은 DID(분산 신원 증명)과 NFT 로 티켓 전 과정(예매, 발급, 소유권 관리, 양도, 입장)을 재설계한, 새로운 티켓팅 시스템이다.

첫째, 가장 핵심인 입장 시스템이다. 공연 입장 시 DID 와 생체 인증을 결합해 신원 및 티켓 소유권을 검증한다. 이를 통해 실물 신분증 대조나 개인정보 노출 없이, 휴대폰 NFC 탭만으로 1 초 간편 입장을 제공한다.

둘째, 인증 시스템에서는 본인 인증으로 신원을 확인하고 DID 를 생성한다.

셋째, 티켓팅 시스템에서는 위변조 불가능한 NFT 티켓을 발행하여, 티켓의 명확한 소유권을 보장한다.

넷째, 양도 시스템에서는 통제된 환경에서 합법적인 '소유권 이전'을 기술적으로 구현한다.

본 솔루션은 사용자 인증 수준에 따라 차별화된 서비스를 제공한다. 간편 인증을 통한 일반 사용자는 티켓팅 및 입장이 가능하며, 모바일 신분증을 통한 추가 본인 확인을 완료한 사용자는 양도까지 이용할 수 있다.

2.4 기대 효과 및 의의

본 프로젝트로 공연 티켓팅 혁신을 넘어, 산업 전반에 걸친 파급 효과를 기대할 수 있다. 첫째, 사회적 가치 측면에서 암표를 80% 근절하여 소비자 피해를 근본적으로 줄인다. 둘째, 경제적 가치 측면에서 공연 기획사의 운영비를 30% 절감하고, 합법 양도 수수료 및 NFT 기반 부가 서비스로 신규 수익원을 기존 매출 대비 10% 더 창출한다. 셋째, 산업 확장성 측면에서 장기적으로 스포츠, 컨퍼런스 등 다양한 이벤트 시장으로 확장 가능하며, DID 기반의 자기주권 신원 체계는 글로벌 디지털 신원 관리 인프라와도 연결될 수 있다. 넷째, 기술적 가치 측면에서 DID·VC·NFT 를 결합한 새로운 형태의 신원 및 소유권 관리 구조를 제시하여, 글로벌 블록체인 및 Web3 생태계와도 연동될 수 있다.

2.5 주요 기능 리스트

2.5.1 인증 시스템

① 내 인증 레벨 조회: DB 에서 사용자의 인증 레벨을 조회한다.
② 본인인증 시행 및 정보 저장: OmniOne CX 로 본인인증을 한 후 개인정보와 인증 레벨을 DB 에 저장한다.
③ DID Document 등록: 사용자 기기에서 DID Document 를 생성하고 블록체인에 등록한다.
④ 추가 본인 확인 약관 동의 수집: 양도 시스템 이용을 위한 추가 본인 확인 관련 동의 제출을 처리한다.

2.5.2 입장 시스템

① 일회성 인증값(Nonce) 발행: 사용자가 특정 게이트를 통해 공연장 입장을 요청할 때, 해당 요청의 유효성을 검증하고 임시 nonce 값을 발행한다.
② DID 기반 입장 인증: 인증된 사용자가 제출한 DID 인증 문서를 기반으로 공연 입장을 승인/거부한다.

2.5.3 티켓팅 시스템

- 1) 공연 조회
  ① 전체 공연 목록 조회: 전체 공연 목록을 조회하며, genre 파라미터로 특정 장르의 공연만 필터링할 수 있다.
  ② 인기 공연 목록 조회: 가장 인기있는 공연 3 개 목록을 조회하여 제공한다.
  ③ 예매 가능 공연 목록 조회: 현재 예매 가능한 공연 목록을 조회하여 제공한다.
  ④ 공연 세부 정보 조회: 특정 공연의 세부 정보(티켓 오픈 일시, 매진 여부 등)를 조회한다.

- 2) 티켓 예매
  ① 공연 회차 및 좌석 정보 조회: 특정 공연의 회차 정보와 좌석 상세 정보를 조회한다.
  ② 티켓 예매 및 NFT 발행: 티켓 결제 및 예매를 진행하며, 해당 티켓을 블록체인 기반의 NFT 로 등록한다.
  ③ 티켓 예매 취소: 티켓 예매 취소 및 환불을 처리한다.

2.5.4 양도 시스템

- 1) 양수인
  ① 양도 마켓 목록 조회: 양도 마켓 접속 시 공개 양도 티켓 목록을 조회한다.
  ② 양도 티켓 세부 정보 조회: 특정 양도 티켓의 세부 정보(공연, 양도 가격 등)을 조회한다.
  ③ 양도 이행: 양도 티켓 결제 및 양도 이행을 진행하여, DB 에서 티켓 소유권을 이전한다.
  ④ 고유 식별코드로 비공개 양도 티켓 조회: 고유 식별코드를 통해 비공개 양도 티켓의 기본키를 조회한다.

- 2) 양도인
  ① 비공개 양도 티켓의 고유 식별코드 조회: 비공개 양도 티켓의 최신 고유 식별코드와 식별코드 만료일시 정보를 조회한다.
  ② 비공개 양도 티켓의 고유 식별코드 재발급: 비공개 양도 티켓의 고유 식별코드를 새로 발급한다.
  ③ 양도 등록: 본인 소유 티켓을 양도 등록한다.

④ 양도 취소: 등록된 양도 티켓을 취소한다.
⑤ 양도 공개 여부 변경: 양도 방식을 공개 또는 비공개로 전환한다.
⑥ 양도 등록 완료한 내 티켓 목록 조회: 본인이 등록한 양도 티켓 목록을 조회한다.
⑦ 양도 등록 가능한 내 티켓 목록 조회: 양도 등록할 수 있는 본인 소유 티켓 목록을 조회한다.

2.5.5 기반 시스템

- 1) 회원 관리
  ① 회원가입: 신규 회원가입을 처리한다.
  ② 계정 탈퇴: 로그인된 사용자의 회원 탈퇴를 처리한다.
  ③ 아이디 및 전화번호 중복 체크: 회원가입 시 데이터 중복 여부를 확인한다.
  ④ 로그인/로그아웃: JWT 토큰을 이용하여 로그인, 로그아웃을 처리한다.
  ⑤ ID/PW 찾기: 전화번호를 통한 ID 찾기, 전화번호와 ID 를 통한 PW 재설정을 제공한다.

- 2) 마이페이지
  ① 내 티켓 세부 정보 조회: 본인 소유 티켓의 상세 정보를 조회한다.
  ② 내 티켓 목록 조회: 본인이 현재 소유한 티켓 목록을 조회한다.
  ③ 내 구매 이력 조회: 본인의 구매 이력을 조회한다. 티켓 취소 또는 양도 판매로 소유권을 잃은 티켓까지 보여준다.
  ④ 마이페이지 정보 조회: 사용자의 마이페이지 정보(소유한 티켓 개수, 구매 이력 개수 등)을 조회한다.
  ⑤ 1 대 1 문의 등록: 1:1 문의를 등록한다.

3. Project-Design (과제 설계)

3.1 요구사항 정의

WE-Ticket 은 DID 및 NFT 기술을 적용하여 공연 티켓 소유권 보장, 암표 거래 근절, 개인정보 보호를 목표로 한다.

3.1.1 기능별 상세 요구사항

1) 사용자 인증 및 신원 관리

① 사용자는 스마트폰을 통해 DID 를 발급받고, 단계별 인증 절차(간편 인증, 모바일 신분증 인증 등)를 수행해야 한다

② 본인 확인 과정은 생체 인증과 DID 결합을 통해 이루어져야 하며, 타인의 대리 사용을 원천적으로 차단해야 한다.

2) 티켓 발급 및 관리

① 공연 기획사가 설정한 회차·좌석 정보를 기반으로 NFT 티켓을 발급한다.

② 발급된 NFT 는 소유자 DID 와 매핑되며, 1 인 1 티켓 원칙이 시스템적으로 보장되어야 한다.

3) 양도 기능 제공

① 사용자 간 합법적이고 안전한 양도가 가능해야 한다.

② 공개 양도 (마켓 기반)과 비공개 양도 (고유 코드 기반)을 지원하며, 모든 양도 내역은 기록, 추적 가능해야 한다.

4) 입장 시스템

① 공연장 입장 시 NFC 태깅과 DID 기반 생체 인증을 통해 소유권과 본인 여부를 1 초 이내에 검증해야 한다.

② 검증 과정은 블록체인 및 중앙 서버 이중 확인 구조를 갖추어야 하며, 복제, 위변조 가능성을 원천적으로 차단해야 한다.

5) 보안성

① 고유 CI 하나당 하나의 계정만 인증되어야 한다.

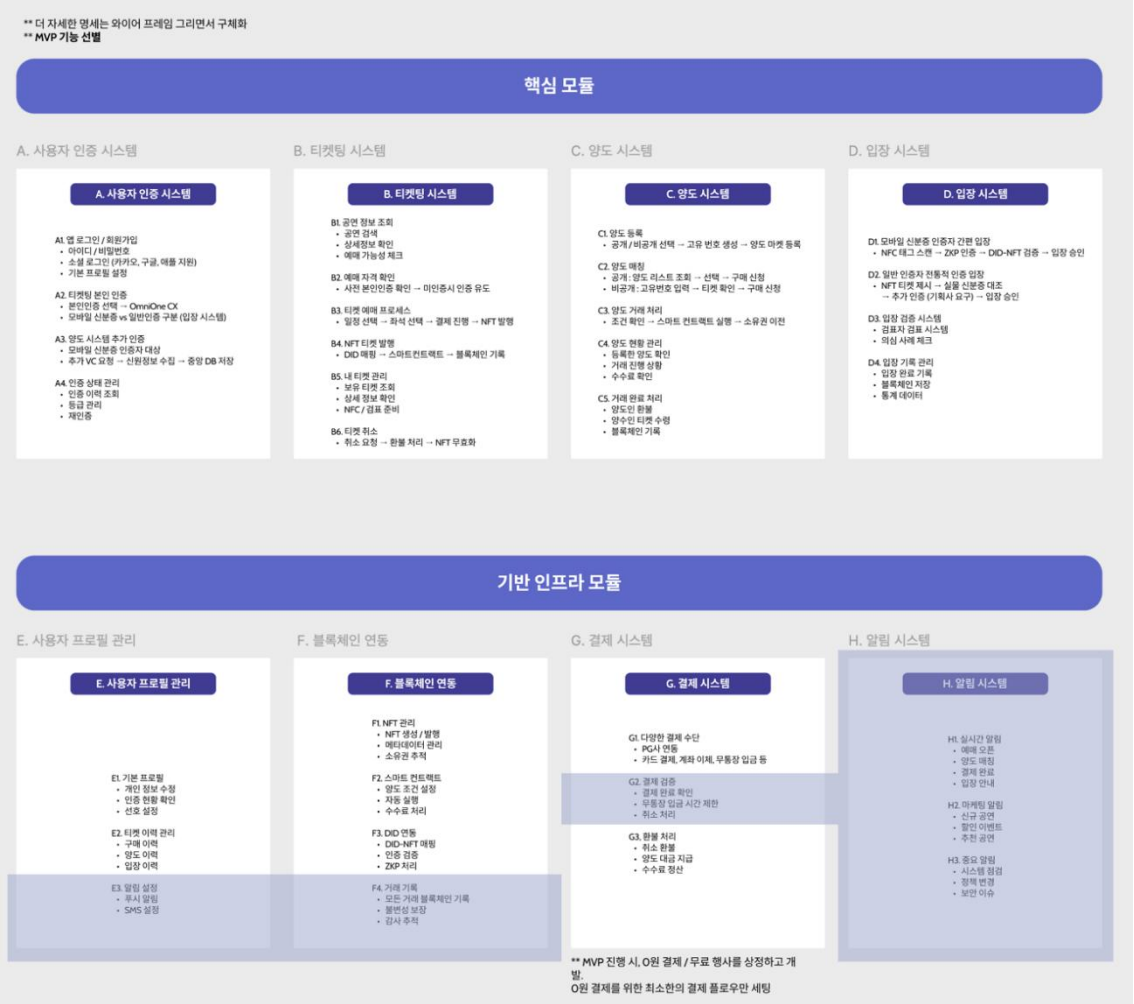
② 한 계정당 하나의 모바일 기기만 접속이 허용되어야 한다.

6) 사용자 경험

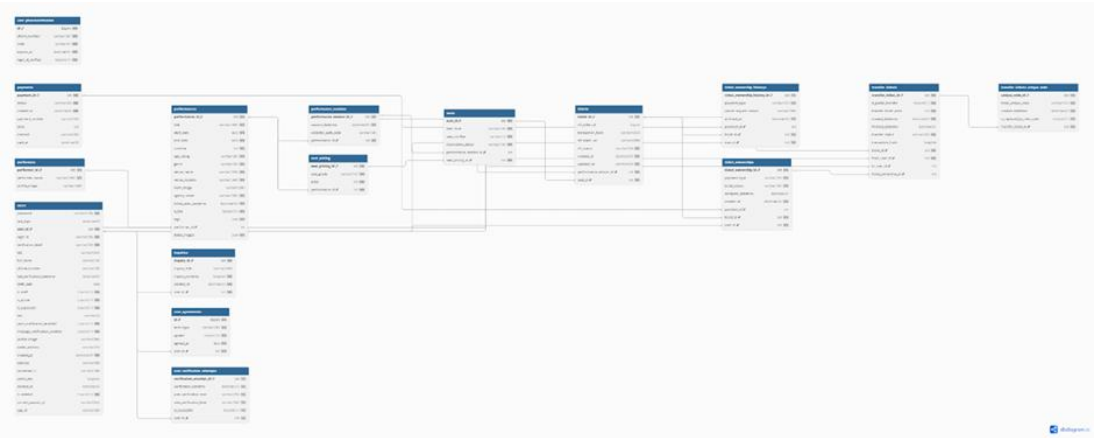
① 기존 티켓팅 앱과 유사한 인터페이스를 제공하여 사용자가 별도 학습 없이 직관적으로 사용할 수 있어야 한다.

② 예매, 결제, NFT 발행, 입장 인증까지의 전체 흐름이 끊김 없이 자연스럽게 이어져야 한다.

3.1.2 설계 모델 (모듈 명세서)



3.1.3 DB 설계 모델 (링크 : [04-Typha-ERD Diagram]())



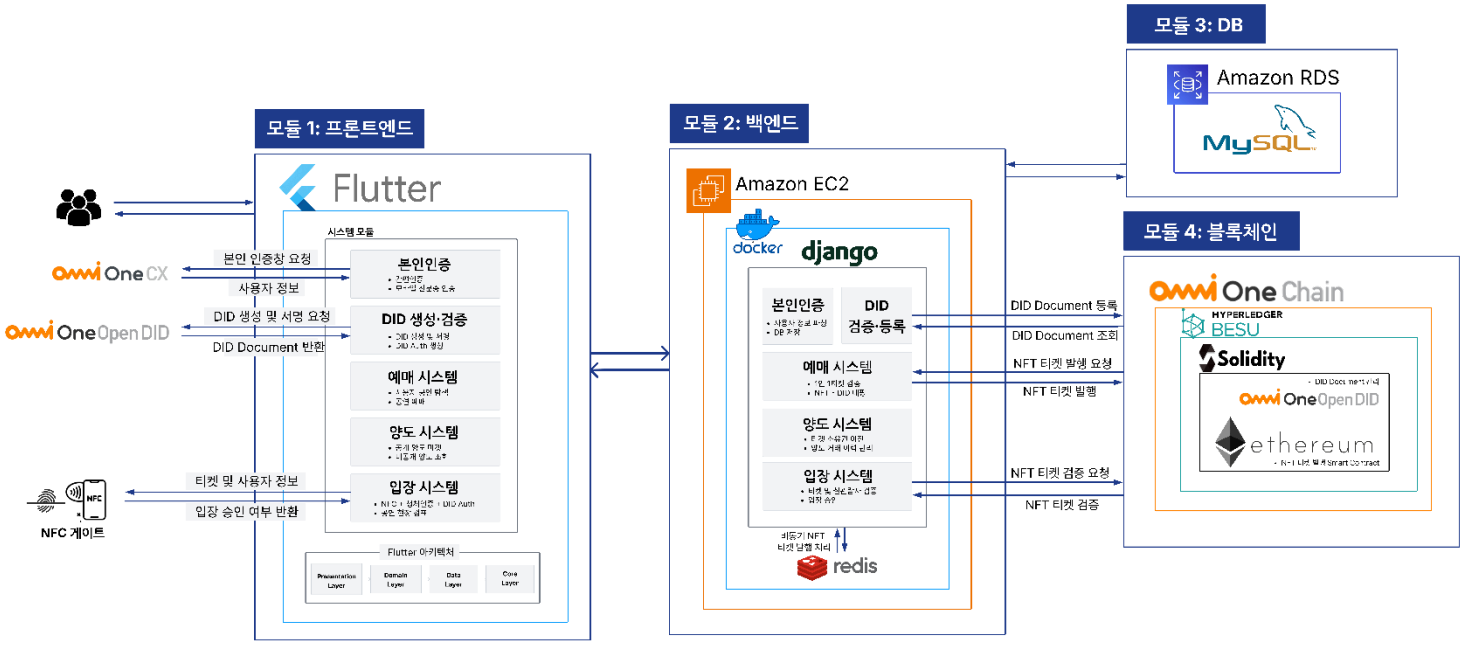
3.2 전체 시스템 구성

3.2.1 전체 시스템 아키텍처

클라이언트: Flutter 앱은 OmniOne Open DID 와 연동하여 분산 신원(DID) 발급 및 간편 입장을 제공하며, OmniOne CX 를 통해 사용자 인증을 수행한다.

서버: AWS EC2 의 Docker 환경에서 Django 가 구동되며, Redis 를 활용한 비동기 NFT 발행 처리와 MySQL 기반 RDS 를 통한 데이터 관리를 담당한다.

블록체인: OmniOne Chain 은 HyperLedger Besu 에서 Solidity 스마트 컨트랙트가 구동되어, Ethereum ERC-721 표준을 활용한 NFT 발행, OmniOne OpenDID 를 커스터마이징한 We-Ticket 자체 DID 관련 처리를 수행한다.



3.2.2 핵심 모듈 구성

WE-Ticket 은 인증, 티켓팅, 양도, 입장 시스템의 네 가지 핵심 모듈로 구성된다. ~~현재 인증 시스템, 티켓팅 시스템까지 구현된 상태이다.~~ 현재 모든 모듈을 구현 완료한 상태이다.

1) 인증 시스템

서비스 접근 권한을 단계적으로 차등화한다. 미인증 사용자는 콘텐츠 조회만 가능하며, 일반 인증 사용자는 간편 인증 또는 모바일 신분증 인증을 통해 티켓 예매 및 입장이 가능하다. 안전 인증 단계에서는 모바일 신분증 인증을 통한 추가 본인확인을 거쳐 양도 기능을 이용할 수 있다. 인증 완료 시 사용자 스마트폰 내에서 DID 및 DID Document 와 Key Pair 가 생성되고, 서버 검증을 거쳐 블록체인에 등록된다.

2) 입장 시스템

본 프로젝트의 핵심 기술로, 사용자가 공연장 입구에서 스마트폰을 NFC 로 태그하면 생체 인증이 활성화된다. 생체 인증 통과 시 Auth DID 객체 생성 및 서명을 진행하여 서버에 전달한다. 서버는 클라이언트로부터 받은 Auth DID 를 기반으로 블록체인에서 DID 공개키를 조회하고 서명 검증을 수행한다. 동시에 해당 DID 의 사용자와 티켓 간의 관계를 확인하여 본인 소유 여부를 확정하고 입장을 승인한다.

3) 티켓팅 시스템

회차 및 좌석 선택 후 NFT 티켓을 발행하며, 해당 NFT 는 사용자의 변형된 CI 와 중앙 DB 에서 연결되어 관리된다. 이를 통해 실시간 소유권 검증과 1 인당 티켓 수 제한 정책을 기술적으로 구현한다.

4) 양도 시스템

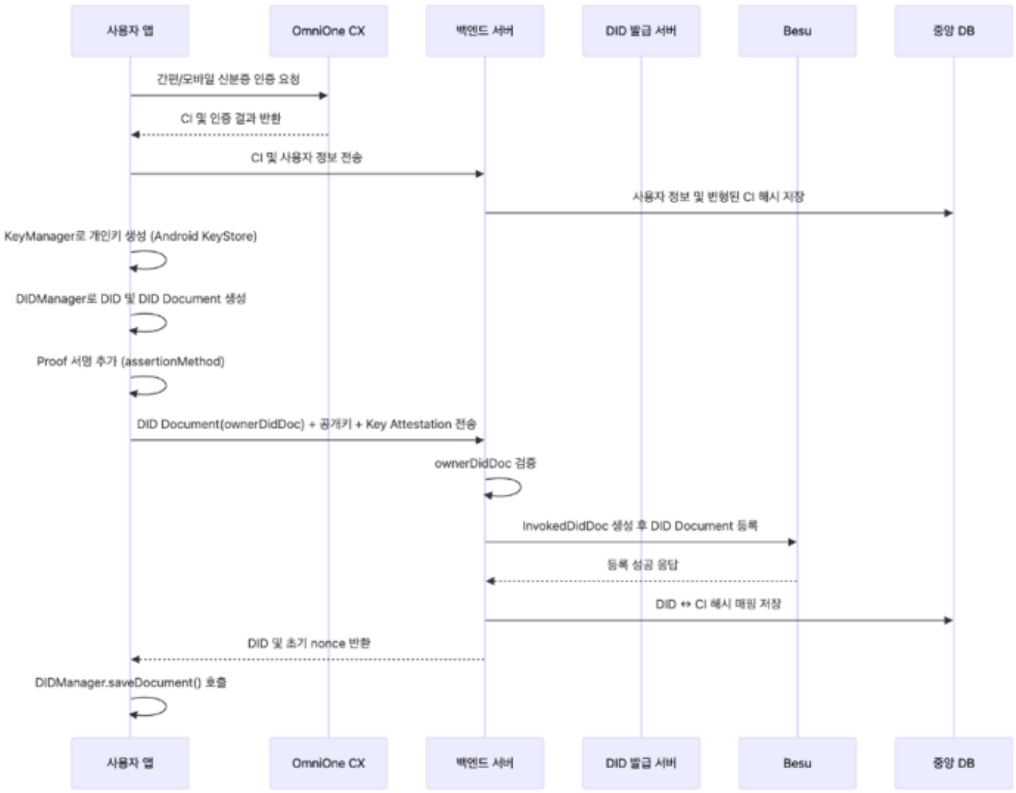
안전 인증을 완료한 사용자만 이용할 수 있으며, 모든 양도 내역을 기록한다. 양도는 2 가지 방식을 지원한다. 공개 양도 시 마켓에 공개되고, 누구나 양도받을 수 있다. 비공개 양도 시 고유 식별코드(UUID, 24 시간 유효)가 발급되고, 해당 코드를 아는 사람만 양도받을 수 있다.

3.3 주요 엔진 및 기능 설계

3.3.1 인증 시스템

인증 시스템은 WE-Ticket 의 핵심 구성 요소로, Omnione CX 를 통해 기본 본인 인증을 수행한다. 필요에 따라 레벨별 본인 인증 과정을 추가하여 간편 인증부터 모바일 신분증 기반의 강화된 인증까지 단계적으로 지원한다. 이후 단말 내에서 DID 를 생성하고 해당 DID 문서를 블록체인에 등록하여 위·변조 불가능한 신원 증명을 제공한다. 이를 통해 사용자 편의성과 보안성을 동시에 확보하면서도 암표 거래 차단에 효과적으로 대응한다.

다음은 본인 인증 및 DID 발급에 관한 시스템 아키텍처다.

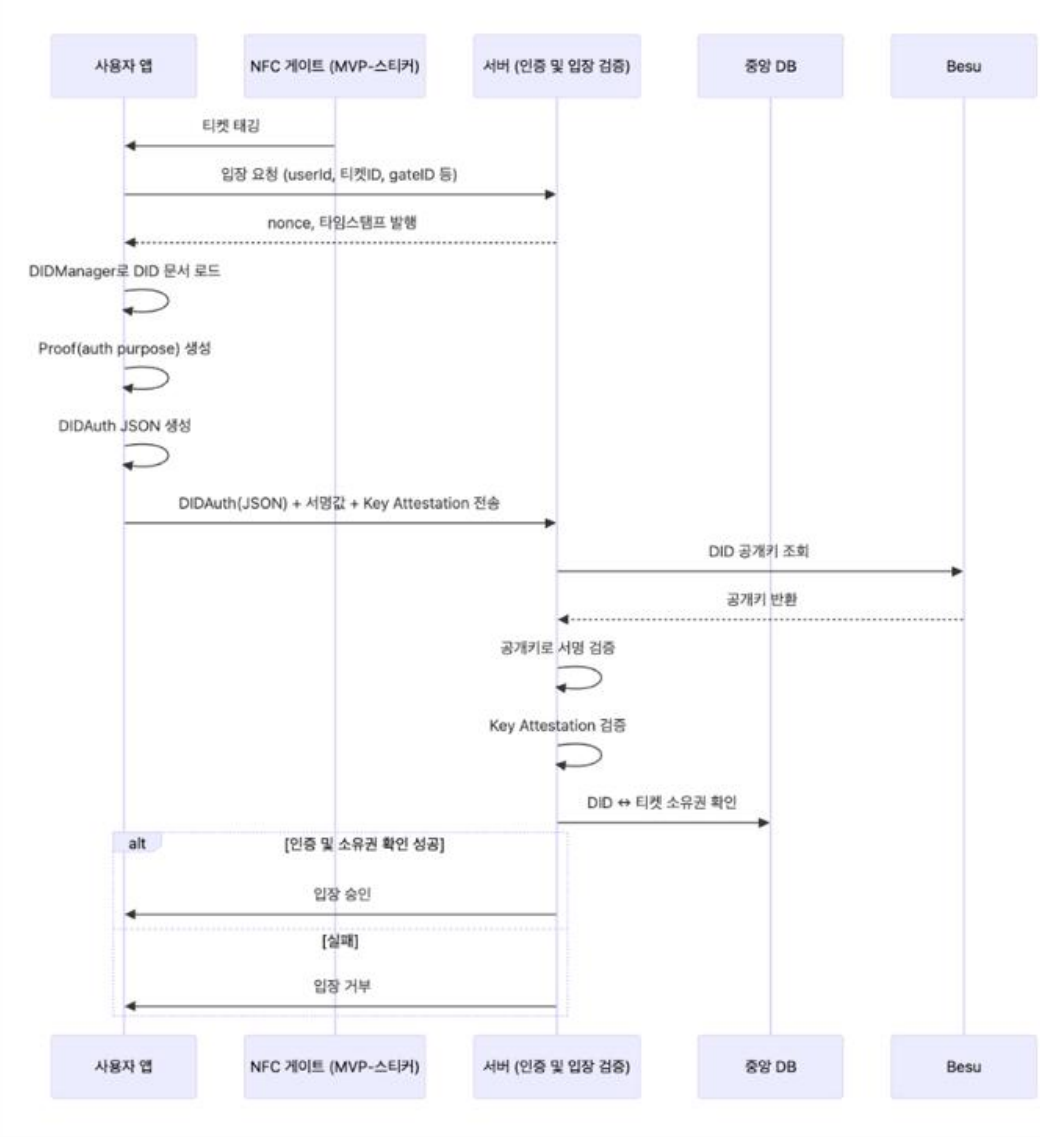


3.3.2 입장 시스템 아키텍처

WE-Ticket 의 입장 인증 시스템은 NFC 게이트 태깅을 시작으로, 사용자 앱이 DID 기반 인증 정보를 생성하여 서버로 전송하는 구조다. 서버는 블록체인에서 DID 공개키를 조회하고, 전달받은 서명과 Key Attestation 을 검증한다. 추가로 중앙 DB 에서 DID 와 티켓

소유권을 확인해 최종적으로 입장 승인 여부를 결정한다. 이를 통해 실시간·비대면 자동 인증과 소유권 기반 입장 관리를 동시에 구현한다.

다음은 입장 시스템에 관한 아키텍처이다.

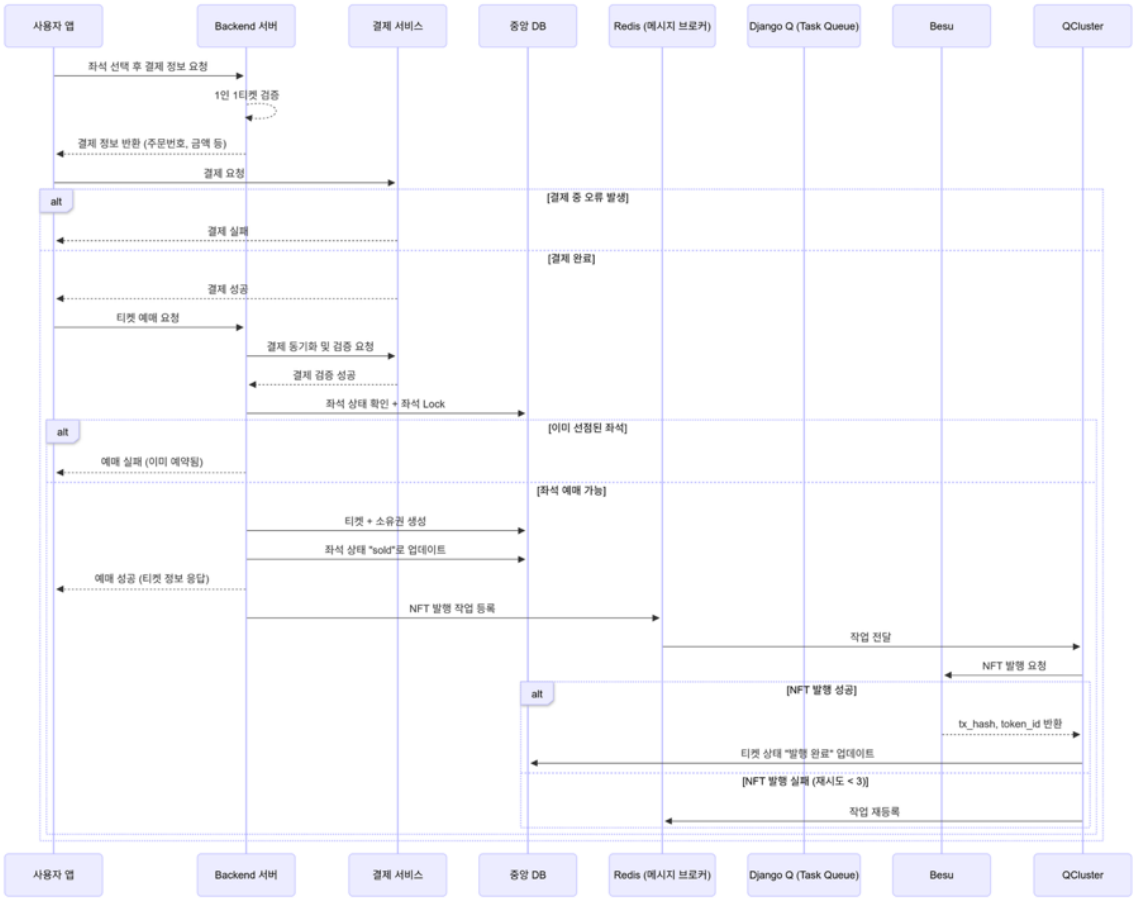


3.3.3 티켓팅 시스템 아키텍처

사용자가 공연 좌석을 선택하고 예매를 진행하면, 앱에서 결제 정보를 요청하고, 서버에서 1 인 1 티켓 원칙을 만족하는지 확인한 후 결제 정보(주문번호, 금액 등)을 반환한다. 사용자가 이 정보로 결제 서비스(PG)에서 결제를 완료하고 티켓 예매를 요청하면, 서버는 결제 서비스와 동기화하여 결제를 검증한다. 검증 성공 시 중앙 DB 에서 좌석 상태를 조회하고, 좌석이 이미 선점된 경우 예매 실패를 반환하며, 예매 가능할 경우 티켓과

소유권을 생성하고 좌석 상태를 판매 완료(sold)로 업데이트한다. 예매 성공 후 사용자에게 응답을 돌려주며, 동시에 Redis, Django Q 를 활용해 NFT 발행 작업을 비동기 처리로 진행한다. 블록체인에서 NFT 발행이 성공하면 트랜잭션 해시(tx_hash), 토큰 값(token_id)을 반환하여 중앙 DB 에 최종 반영한다.

다음은 티켓팅 시스템에 관한 상세 아키텍처이다.

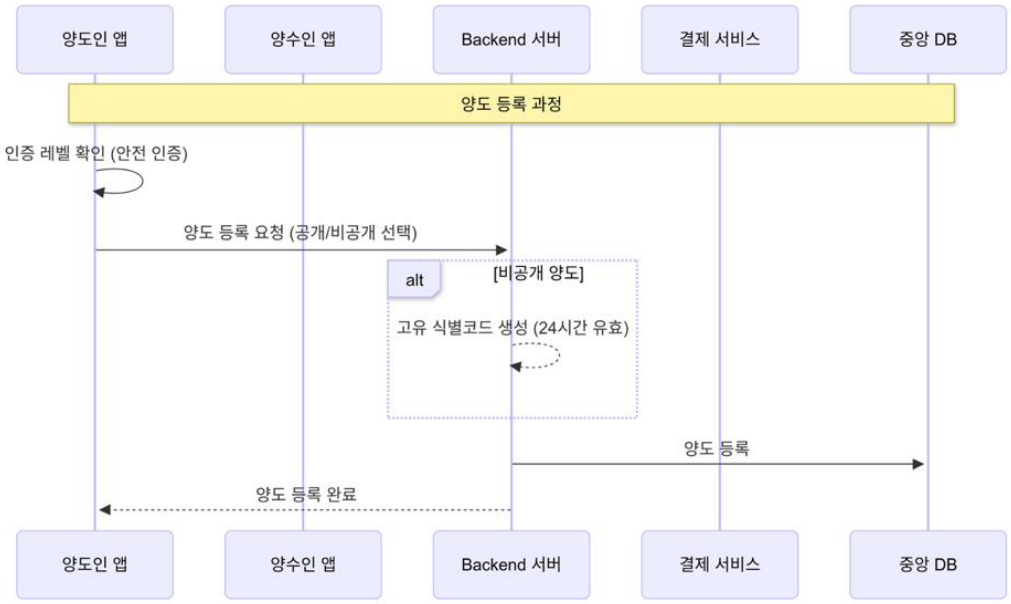


3.2.4 양도 시스템 아키텍처

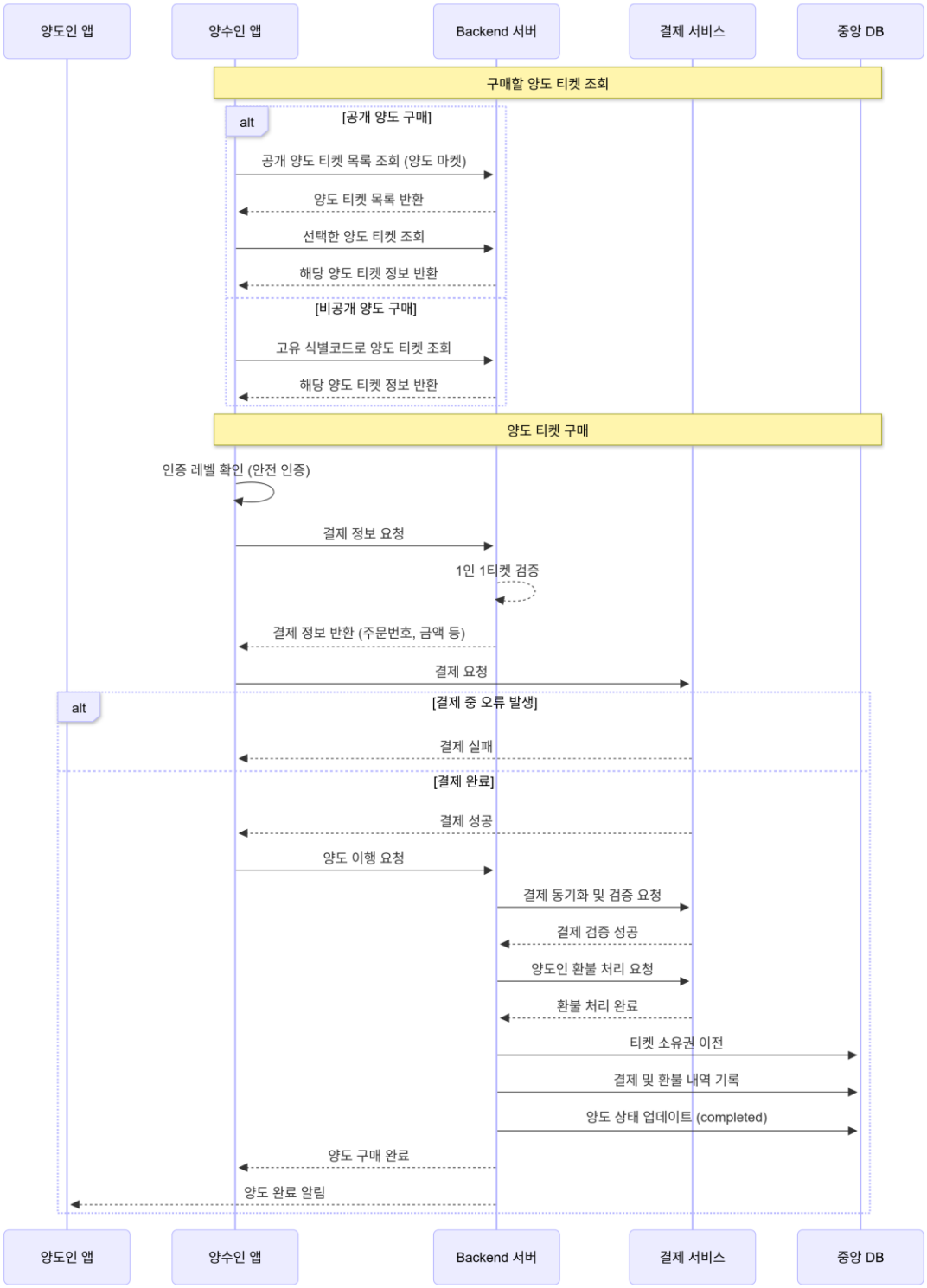
WE-Ticket 의 양도 시스템은 공개 양도와 비공개 양도 두 가지 방식을 지원한다. 공개 양도의 경우, 양도인이 서버에 양도 요청을 등록하면 해당 티켓이 마켓에 공개되고, 양수인은 마켓에서 원하는 티켓을 선택하여 구매할 수 있다. 비공개 양도는 양도인이 양도 요청을 등록하면 서버가 고유 식별코드(UUID, 24 시간 유효)를 발급하는 방식으로, 양수인은 해당 코드를 입력해 특정 티켓을 조회하여 거래를 진행한다. 양도인은 양도 등록 시점에, 양수인은 구매 시점에 안전 인증 레벨이어야 한다.

양수인이 양도 티켓 구매를 시작하여 앱에서 결제 정보를 요청하면, 서버에서 1 인 1 티켓 원칙을 만족하는지 확인한 후 결제 정보(주문번호, 금액 등)을 반환한다. 사용자가 이 정보로 결제 서비스(PG)에서 결제를 완료하고 양도 이행을 요청하면, 서버는 결제 서비스와 동기화하여 결제를 검증한다. 검증 성공 시 결제 서비스를 통해 양도인에게 환불을 처리한다. 또한 서버에서 DB 에서 티켓의 소유권을 이전하고, 결제 및 환불 내역을 기록하고, 양도 상태를 완료(completed)로 업데이트함으로써 양도가 최종 완료된다.

다음은 양도인의 양도 등록 과정에 관한 상세 아키텍처이다.



다음은 양수인의 양도 구매 과정에 관한 상세 아키텍처이다.



3.4 주요 기능의 구현

3.4.1 티켓 발급

WE-Ticket의 티켓은 위·변조 불가능한 NFT로 발급된다. 서버에서 DB에 티켓 정보를 생성한 뒤 NFT 발행을 비동기로 요청한다. API 의 요청을 받아 스마트 컨트랙트를 호출하여 블록체인에 NFT 티켓을 발행하고, 실패 시 재시도 로직을 통해 안정성을 보장한다. 호출된 NFT 스마트 컨트랙트는 ERC721 표준에 따라 고유한 NFT 티켓을 생성하고, 티켓의 상세 정보를 블록체인 위에 영구적으로 저장한다. 각 단계는 다음과 같은 Flow 로 구현되었다.

1) DB 에 티켓 생성

① 입력값 유효성 검사 및 결제 동기화

② 좌석 상태 확인 및 DB 내 좌석 Lock

③ 티켓 및 티켓 소유권 데이터 생성

④ NFT 발행 태스크 비동기 호출

2) 비동기 NFT 발행 태스크

① 티켓 생성 API 에서 호출 시, mint_ticket_task 함수와 필요한 인자들이 Redis 큐에 저장

② 대기하던 Django Q 워커가 해당 작업을 가져와 백그라운드에서 실행

③ mint_ticket 함수를 호출하여 블록체인에 NFT 발행 요청

④ 발행된 NFT 의 transaction_hash 및 token_id 를 DB 에 업데이트

⑤ 재시도 로직 구현을 통해 일시적 오류 대응 (최대 3 회)

3) NFT 스마트 컨트랙트로 NFT 티켓을 블록체인에 저장

① ERC721 표준에 따라 고유한 NFT 티켓 발행

② TicketInfo 구조체에 티켓 상세 메타데이터 저장

③ onlyOwner 로 중앙 서버(백엔드)가 발행하는 구조

3.4.2 DID 발급 및 검증 기능

우선 프론트엔드에서 Omnione OpenDID SDK 를 사용하여, 네이티브 플랫폼(iOS, Android)에 DID 발급 및 관리 시스템을 구현하였다.

클라이언트에서 DID 를 발급 한 후 서버에서는 다음과 같은 Flow 으로 DID 의 유효성을 검증한다.

1) 요청 유효성 검사

① 필수 파라미터 (사용자 ID (user_id), 키 증명 (key_attestation), 사용자 DID 문서 (owner_did_doc)) 및 JSON 형식 검증

② 사용자 DID 문서를 파싱하여 DID 문서 내부의 DID 값과 공개키 확인

2) 서명 검증

① verify_did_proof() 함수를 통해 서명 검증

3) 비즈니스 로직 검사

① DID 값 중복 등록 여부 확인

② 사용자 존재 및 본인인증(CI) 완료 여부 확인

4) 블록체인 등록

① 모든 검증 통과 시, 등록용 DID 문서(invoked_doc) 생성

② register_did_to_besu(invoked_doc) 통해 블록체인에 등록

5) DB 내 사용자 계정 정보 업데이트

① did, public_key 값 추가

② 인증 레벨을 일반 인증으로 업데이트

서버에서의 서명 검증 (verify_did_proof)은 클라이언트가 개인키로 서명한 문서가 해당 공개키로 검증되는지 확인하는 과정이다. 다음과 같은 Flow 로 동작한다.

1) 서명 추출 및 변환

① proofValue (서명) 추출 후 Base58 디코딩

② 타원곡선(EC) 서명의 r, s 값으로 분리

③ cryptography 라이브러리가 인식하는 ASN.1 DER 형식으로 변환

2) 해시된 DID Doc 생성

① 서명 값을 제외한 DID 문서 전체를 SHA-256 알고리즘으로 해시

3) 공개키 객체 로딩

① DID Doc 에서 공개키 조회, Base58 디코딩 후 EC 공개키 객체 (public_key)로 로딩

4) 최종 검증

① public_key.verify() 호출

② 입력값: 변환된 서명, 해시된 DID Doc, 공개키 객체

③ 결과: 서명 유효성 (True/False) 반환

이후 ,검증된 DID Document 를 OpenDID.sol 을 통해 블록체인 Omnione Chain 에 등록한다. 블록체인 상에서 동작하는 Flow 는 다음곽 같다.

1) 검증이 완료된 DID Documnet 를 OpenDID.sol 스마트 컨트랙트 구조체 형식에 맞춰 튜플로 구성

2) 스마트 컨트랙트 함수 registDidDoc 호출 준비

3) 트랜잭션 생성 및 서버 계정으로 서명

4) 블록체인 네트워크로 전송 후 Receipt 확인

5) 성공 시 DID Document 블록체인에 영구 등록

입장 시 DID 는 DID Auth 를 통해 검증한다. 다음과 같은 Flow 로 검증된다.

1) NFC 게이트 태그 후, 해당 티켓이 해당 공연 회차에 부합하는지 검증을 진행

2) 클라이언트는 서버에게 받은 nonce 를 사용하여 DID Auth 객체 생성 및 서명을 진행 (Omnione SDK - DID Manager, Key Manager 중심으로 사용)

3) 클라이언트에게 받은 did 로 서버 (did_doc_from_besu)를 통해 DID Document 블록체인(Besu)에서 조회

4) DID Document 으로부터 Public Key 추출

5) DID Auth 서명 검증 (Python cryptography 라이브러리)

6) DID 보유 사용자와 티켓 소유권 매핑 확인

7) 최종 입장 승인/거부 반환

3.5 기타

3.5.1 WE-Ticket 에서 DID, NFT 의 의미

WE-Ticket 은 암표 근절을 위해 NFT 티켓 발행과 DID 관리 기능을 제공한다.

첫째, DID(분산 신원 증명)는 입장 시 사용자의 신원과 티켓 소유권을 증명하기 위해 사용된다. DID 발급 시 DID 개인키는 사용자의 기기에 저장된다. 입장 시 신원 인증을 위해서는 이 개인키에 사용자의 생체정보로 접근해야 한다. 또한 블록체인 상에 등록된 DID Document 로 서명을 검증하여 입장 절차를 수행하며, 모든 과정에서 분산형 신뢰 구조가 유지된다. 따라서 악의적인 사용자가 계정이나 기기를 양도해도 입장이 불가능하다.

둘째, NFT 는 티켓 위변조를 막기 위해 사용된다. NFT 티켓은 티켓 발행, 소유권 확인, 입장 인증 과정에서 블록체인에서 검증 가능한 구조를 제공하고, 모든 트랜잭션과 이벤트는 블록체인에 영구적으로 기록되어 투명하다. 이를 통해 WE-Ticket 은 구조적인 암표 근절을 달성한다.

3.5.2 블록체인 환경

WE-Ticket 시스템은 옴니원 체인(OmniOne Chain)을 기반으로 운영되며, Hyperledger Besu 환경에서 스마트 컨트랙트를 실행한다. 체인은 EVM CANCUN 호환성을 지원하여 Solidity 스마트 컨트랙트를 그대로 배포할 수 있으며, 스마트 컨트랙트 호출과 트랜잭션 처리가 체계적이고 안전하게 이루어진다.

스마트 컨트랙트 구성은 NFT 발행을 담당하는 WETicketNFT.sol, DID 관리를 담당하는 OpenDID.sol 을 중심으로 이루어지며, 데이터는 별도의 스토리지 컨트랙트(DocumentStorage, VcMetaStorage, ZKPStorage)와 연계하여 안전하게 관리된다.

3.5.3 Omnione 기술 활용

1) Omnione CX

Omnione CX 는 라온시큐어에서 제공하는 웹 기반 본인인증 서비스로서, WE-Ticket

애플리케이션에서 사용자의 신원 확인을 위해 사용된다.

주요 활용 목적 다음과 같다:

① 단계적 인증 레벨 시스템을 통한 서비스 차별화

② 일반 본인인증 (일반 인증 회원 레벨)

③ 모바일 신분증을 통한 추가 신원 확보 (안전 인증 회원 레벨)

WE-Ticket 은 사용자의 인증 레벨에 따라 차등화 된 서비스를 제공하며, Omnione CX 를 통해 안전하고 신뢰성 있는 본인인증 프로세스를 구현한다.

2) OmniOne OpenDID

Omnione OpenDID 는 라온시큐어에서 제공하는 분산 신원증명(DID, Decentralized Identity) 기술을 기반으로 한 디지털 신원 관리 솔루션으로, WE-Ticket 애플리케이션에서 보안 인증서(DID 및 DID Document) 생성 과 NFT 티켓의 완전한 소유권 검증(Auth DID)을 통한 입장 시스템을 위해 활용됐다.

주요 활용 목적은 다음과 같다.

① 보안 인증서 (DID 및 DID Document) 생성: 사용자별 고유한 DID Document 와 개인키 생성

② NFT 티켓의 완전한 소유권 보장 및 입장 검증 (Auth DID): 생체인증과 결합된 완전한 간편입장 시스템 구현

③ 탈중앙화 신원 관리: 블록체인 기반의 분산 신원증명을 통한 보안성 강화

WE-Ticket 은 Omnione openDID 를 통해 사용자의 개인정보를 안전하게 보호하면서도 티켓의 완전한 소유권을 검증하여, 기존 티켓 검표의 한계점을 극복하였다.

3) OmniOne Chain

WE-Ticket 은 NFT 티켓을 발행하고 DID 기반으로 신원을 관리하기 위해 블록체인 환경에 스마트 컨트랙트를 배포하여 활용하고 있다. 본 프로젝트에서는 스마트 컨트랙트 배포를 관리할 블록체인 환경으로 Omnione Chain 을 채택하여 사용하였다. 해당 체인은 프라이빗 체인으로, 별도의 가스비가 들지 않으며 UI 기반으로 스마트 컨트랙트 리소스 및 배포를 관리할 수 있다는 장점이 있다.

다음은 WETicketNFT.sol 컨트랙트를 OmniOne Chain 에 배포한 화면이다.

다음은 OpenDID.sol 컨트랙트를 OmniOne Chain 에 배포한 화면이다.