

## 2024년 전기 졸업과제 착수보고서

허가형 블록체인을 이용한 데이터 수집 시스템 개발



팀명 : 윤죽정

201924484 박형주

201924427 김민종

201924566 전원균

지도교수 : 염근혁 (인)

## 목차

1. 과제의 목표	1
1) 과제 배경	1
2) 과제 세부 목표	1
2. 대상 문제 및 요구사항 분석	2
1) 유사 시스템 분석	2
2) 문제점 분석	3
3) 시스템의 필요성	4
4) 요구사항 분석	5
5) 유스케이스 분석	7
3. 현실적 제약 사항 분석 결과 및 대안	18
1) 현실적 제약 사항	18
2) 대안	18
4. 시스템 구성	19
1) 시스템 구성도	19
2) 개발 환경	21
3) 사용 기술	23
5. 개발 일정 및 역할 분담	28
1) 개발 일정	28
2) 역할 분담	29

## 1. 과제의 목표

### 1) 과제 배경

다양한 분야에 IT 기술을 접목하고자 하는 시도가 증대됨에 따라 기술 융합에 필요한 데이터 수집과 보관의 중요성도 함께 부각되고 있다. 효과적인 데이터 수집을 위해서는 수집된 데이터의 신뢰성, 민감 정보가 포함되는 데이터의 보안성, 데이터 변조를 방지하는 무결성이 필요하며 위와 같은 데이터의 특성을 보장할 수 있는 기술로 블록체인 기술을 활용할 수 있다. 예를 들어, 선거관리위원회는 블록체인 기술을 적용한 온라인 투표 시스템을 통해 온라인 투표를 수행하고 있으며 블록체인 기술의 특성을 통해 투표 결과의 신뢰성을 보장하고 있다.

블록체인 기술은 플랫폼의 참여자 구분에 따라 비허가형(퍼블릭), 허가형(프라이빗) 블록체인으로 구분할 수 있다. 현재, 데이터 수집 시스템과 같이 정보를 수집하기 위해 활용되는 플랫폼 형태는 불특정 다수의 참여자의 접근성을 고려하여 퍼블릭 블록체인에 기반하여 구성된다. 그러나, 퍼블릭 블록체인 기반의 정보 수집 기술은 신뢰성을 보장하기 위해 제한적인 범위의 데이터를 수집하고 있다는 문제가 있다. 또한, 퍼블릭 블록체인 기반의 데이터 수집은 불특정 다수 사용자의 데이터 생성으로 인해, 수집된 데이터가 활용가능한지를 추가 검증하는 등 데이터 신뢰성의 문제를 해소할 필요가 있다.

데이터 신뢰도를 높이기 위해서는 블록체인 플랫폼의 참여자를 제한하여 인가받은 사용자를 참여시켜 무분별한 데이터 생성 및 활용을 방지하는 방법을 활용할 수 있다. 따라서, 본 과제에서는 허가형 블록체인을 활용한 데이터 수집 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 1) 데이터 수집 기능 구현을 위한 하이퍼레저 패브릭 기반 스마트 컨트랙트 구성, 2) 하이퍼레저 패브릭 데이터 확인을 위한 대시보드 구축으로 구성된다.

### 2) 과제 세부 목표

- i. 스마트 컨트랙트 기반 하이퍼레저 패브릭 플랫폼 인프라 구축
- ii. 스마트 컨트랙트를 활용한 데이터 수집 시스템 구축
- iii. 수집 결과에 기반한 데이터 모니터링 구현

## 2. 대상 문제 및 요구사항 분석

### 1) 유사 시스템 분석

#### i. Agora

Agora는 이더리움 퍼블릭 블록체인 기반의 투표 시스템으로, 투표 데이터의 투명성과 무결성을 보장하기 위해 설계되었다. 이 시스템은 투표 과정의 모든 단계를 블록체인에 기록하여 검증할 수 있도록 하며, 투표 결과의 신뢰성을 높이기 위해 암호화 기술을 활용한다. Agora는 전 세계적으로 여러 선거 및 투표 행사에 사용되었으며, 특히 분산형 네트워크를 통해 해킹과 데이터 조작의 위험을 줄이는 데 중점을 두고 있다.

#### ii. IBM Food Trust

IBM Food Trust는 식품 공급망의 투명성을 향상시키기 위해 블록체인 기술을 사용하는 시스템이다. 이 시스템은 생산, 가공, 유통, 판매에 이르는 모든 단계에서 데이터를 수집하고 기록하여 식품 안전을 보장하고자 하였다. 이 시스템을 이용해 식품의 생산지와 이동 경로를 추적하고 식품의 신선도 및 품질을 보장해, 소비자의 제품에 대한 신뢰를 높이는 등의 효과를 가져올 수 있다.

#### iii. Vechain

Vechain은 기업 및 조직이 제품 및 서비스의 흐름을 관리하고 실시간으로 데이터를 추적할 수 있도록 도와주는 블록체인 플랫폼이다. 스마트 컨트랙트를 활용하여 자동화된 비즈니스 로직을 실행할 수 있으며, 조건에 따라 이벤트를 트리거하고 트랜잭션을 처리할 수 있다. IoT 기기와 통합하여 실시간 데이터 수집 및 분석이 가능하며, 이를 통해 제품의 상태를 실시간으로 모니터링 가능하다. 이를 통해 제품의 전 과정을 추적하고 그 정보를 블록체인에 저장해 신뢰성 있는 데이터 관리를 가능케 하고자 하였다.

### 2) 문제점 분석

#### i. Agora

Agora는 퍼블릭 블록체인을 기반으로 하고 있어 퍼블릭 블록체인이 갖는 문제점을 공유한다. 많은 노드가 참여할 때 트랜잭션 처리 속도가 늦어질 수 있고 이는 특히 다수가 참여하는 대규모 투표 행사 등에서 문제가 될 수 있다. 또한, 퍼블릭 블록체인은 하이퍼레저 패브릭에 비해 각 트랜잭션에 부과되는 수수료가 크다. 많은 트랜잭션이 발생하는 투표에서 이 비용은 상당히 커질 수 있다. 마지막으로, 퍼블릭 블록체인은 모든 트랜잭션을 공개된 원장에 기록하기 때문에 투표자의 프라이버시가 침해될 가능성 또한 존재한다.

#### ii. IBM Food Trust

IBM Food Trust는 중앙 집중식 데이터 관리 방식을 채택하고 있다. 데이터가 중앙 서버에 저장되므로 데이터 접근 및 관리에 대한 통제권은 IBM 측이 소유한다. 따라서 데이터 소유자가 데이터에 대한 완전한 통제권을 가지기 어렵게 한다. 또한 IBM에서 개발한 시스템이기 때문에 IBM의 인프라와 서비스에 크게 의존하게 된다. 이로 인해 하나의 공급자에 대한 종속성을 증가시킨다는 한계가 존재한다.

#### iii. Vechain

Vechain 플랫폼의 핵심 블록체인 네트워크인 VechainThor는 권한 증명(Proof of Authority, PoA) 합의 메커니즘을 사용해 네트워크를 관리한다. 따라서 소수의 노드 운영자가 네트워크 전체를 관리하고, 즉 이는 중앙화된 관리 모델을 사용함을 의미한다. 빠른 트랜잭션 속도와 안정성을 제공하지만 네트워크의 통제권이 소수에 집중되어 블록체인의 탈중앙화라는 본질과 상충하는 면이 있다. 또한, Vechain은 VET와 VTHO 두 가지의 토큰을 이용해 트랜잭션 수수료를 처리한다. VET 토큰의 가격 변동성에 따라 VTHO 토큰의 가격도 영향을 받기 때문에 트랜잭션 비용이 불안정할 수 있다.

### 3) 시스템의 필요성

- i. 다양한 데이터 수집 도메인에 적용할 수 있는 유연한 시스템이 필요함
  - 하이퍼레저 패브릭의 유연한 아키텍처는 다양한 데이터 수집 도메인에 적용할 수 있는 가능성을 제공함
- ii. 대규모 데이터 수집 및 처리를 위한 최적화된 블록체인 네트워크가 필요함
  - 하이퍼레저 패브릭은 모듈화된 아키텍처를 제공하여 필요에 따라 네트워크를 구성하고 확장 가능함
  - 하이퍼레저 패브릭은 확장성을 제공하여 다수의 사용자가 존재하는 환경에서도 효율적으로 동작 가능함
- iii. 비용 효율적인 데이터 수집 시스템이 필요함
  - 하이퍼레저 패브릭은 허가형 블록체인 네트워크로 트랜잭션 검증 과정에서 불필요한 자원 소모를 줄여 전체적인 트랜잭션 비용을 줄일 수 있음
  - 특정 목적에 최적화되어 빠른 실행 속도와 효율성을 지닌 체인코드는 트랜잭션 비용 최소화에 도움을 줄 수 있음
- iv. 투명하고 신뢰성 있는 데이터 수집 시스템이 필요함
  - 하이퍼레저 패브릭은 모든 트랜잭션을 투명하게 기록해 데이터 제공자가 제공한 데이터가 어떻게 사용되고 있는지에 대해 명확한 추적을 가능하게 함
  - 하이퍼레저 패브릭은 체인코드를 통해 로직을 정의하고 트랜잭션의 실행을 자동화해 데이터 입력 및 처리 과정에서 사람의 개입을 최소화함. 따라서 오류나 부정을 방지하여 데이터의 정확성을 보장 가능함
- v. 보다 효율적인 데이터 관리 및 분석 시스템이 필요함
  - 데이터 수집부터 분석에 이르기까지의 과정을 효율적으로 관리할 수 있는 시스템으로 데이터 수집과 분석의 효율성을 극대화하고 보다 정확한 데이터를 제공 가능함
- vi. 정제된 데이터 수집을 위해 무분별한 데이터의 생성을 방지할 시스템이 필요함
  - 허가형 블록체인 기반의 플랫폼을 사용하여 인가받은 사용자만 접속할 수 있으므로 무분별한 데이터 생성을 방지 가능함

4) 요구사항 분석

i 기능적 요구사항

표 1은 시스템이 제공해야 할 기능들에 대한 요구사항을 나타낸다.

표 1. 기능적 요구사항

기능		설명
시스템 접근 제어	사용자 인증	사용자는 네트워크에 참여하기 위해 사용자 인증을 받아야 함
데이터 요구사항 관리 기능	데이터 수집 항목 설정	수집자는 수집할 데이터의 항목을 설정할 수 있음
	수집 데이터 입력	참여자는 데이터를 입력할 수 있음
	수집 항목 피드백	참여자는 수집 항목에 대한 피드백을 실행할 수 있음
데이터 재구축 기능	수집 데이터 분석	시스템은 수집한 데이터를 분석할 수 있음
	데이터 정량화	시스템은 입력된 데이터를 정량화함
	데이터 시각화	시스템은 분석된 데이터를 시각화함
데이터 조회 기능	데이터 모니터링	수집자는 데이터를 모니터링할 수 있음
	원시 데이터 조회	수집자는 수집된 데이터를 조회할 수 있음
	시각화 결과 조회	수집자는 데이터 시각화 결과를 조회할 수 있음
스마트 컨트랙트 관리 기능	스마트 컨트랙트 실행	참여자는 스마트 컨트랙트를 실행할 수 있음
	스마트 컨트랙트 관리	시스템 관리자는 시스템에 사용되는 스마트 컨트랙트들을 관리할 수 있음
	스마트 컨트랙트 업데이트	시스템 관리자는 필요한 경우 스마트 컨트랙트를 업데이트 할 수 있음
	스마트 컨트랙트 모니터링	시스템 관리자는 스마트 컨트랙트의 상태나 성능을 추적 및 분석할 수 있음
	스마트 컨트랙트 템플릿 구현	시스템 관리자는 수집자가 활용할 수 있는 스마트 컨트랙트 템플릿을 구현할 수 있음
	스마트 컨트랙트 배포	시스템 관리자는 블록체인 트랜잭션을 수행하기 위한 스마트 컨트랙트를 배포함

ii 비기능적 요구사항

다음 표 2는 시스템이 만족해야 할 비기능적 요구사항이다.

표 2. 비기능적 요구사항

요건	설명
운영	시스템은 24시간, 365일 내내 사용 가능해야 함(무정지 운영)
사용 편의성	해당 시스템을 이용하는 모든 사용자가 서비스를 이용할 수 있도록 UI를 배치해야 함
성능	시스템은 많은 사용자가 접속하더라도 성능 저하 없이 사용자에게 서비스를 제공하여야 함
보안성	등록된 사용자만이 시스템에 접근할 수 있어야 함
	시스템에 등록된 데이터를 다른 사용자가 임의로 변경할 수 없도록 해야 함



## 5) 유스케이스 분석

i 유스케이스 다이어그램

그림 1은 데이터 수집 시스템의 유스케이스 다이어그램이다.

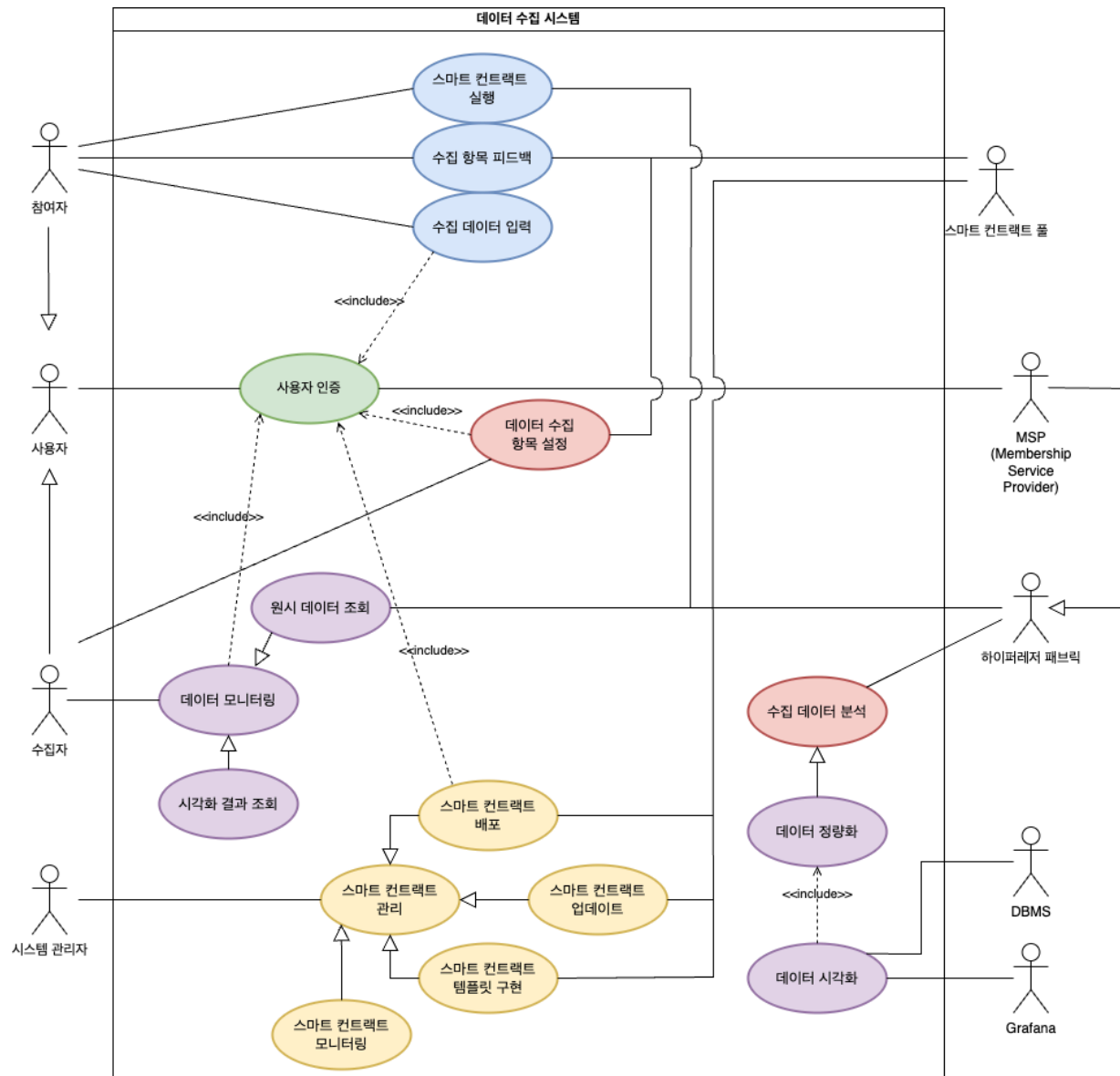


그림 1. 데이터 수집 시스템 유스케이스 다이어그램

표 3은 Actor에 대한 설명을 나타낸 표이다.

표 3. Actor

요건	설명
사용자	데이터 수집 시스템을 사용할 사용자
참여자	데이터 수집 시스템에 참여하여 데이터를 제공하는 사용자
수집자	데이터 수집 시스템을 사용하여 데이터를 수집하는 사용자
시스템 관리자	데이터 수집 시스템의 유지/운영/관리 및 스마트 컨트랙트 관리/운영에 관여하는 관리자
스마트 컨트랙트 풀	스마트 컨트랙트 템플릿을 저장하는 데이터베이스
하이퍼레저 패브릭	수집된 데이터를 유지/관리하는 허가형 블록체인 플랫폼
MSP (Membership Service Provider)	사용자가 받은 인증서를 확인하는 하이퍼레저 패브릭 모듈
Grafana	데이터 수집 시스템의 분석된 데이터를 시각화 해주는 툴

## ii 유스케이스 명세

### • 사용자 인증

유스케이스명	사용자 인증
개요	사용자는 네트워크에 참여하기 위해 사용자 인증을 받아야 한다.
관련 액터	MSP
선행 조건	없음
이벤트 흐름	<p>기본 흐름:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템은 CA(Certificate Authority)를 호출하여 새로운 사용자에게 인증서를 발급 요청한다.</li> <li>2. CA는 사용자에게 인증서를 발급하고 이를 시스템에 반환한다.</li> <li>3. 시스템 관리자는 등록된 사용자에게 하이퍼레저 패브릭 네트워크 접근 권한을 설정한다.</li> <li>4. 시스템은 MSP를 호출하여 사용자의 역할과 권한을 설정한다.</li> <li>5. MSP는 사용자의 역할과 권한을 설정하고 시스템에 반환한다.</li> </ol>
후행 조건	없음

• 데이터 수집 항목 설정

유스케이스명	데이터 수집 항목 설정
개요	수집자는 수집할 데이터의 항목을 설정할 수 있다.
관련 액터	수집자, 스마트 컨트랙트 풀
선행 조건	수집자는 인증된 사용자여야 한다.
이벤트 흐름	<p>기본 흐름:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템은 스마트 컨트랙트 풀에 저장되어 있는 스마트 컨트랙트 템플릿을 불러온다.</li> <li>2. 수집자가 수집하고자 하는 데이터의 주제와 항목들을 사용자 인터페이스에 입력한다.</li> <li>3. 시스템은 불러온 스마트 컨트랙트 템플릿에 입력된 에셋 설정을 적용해 스마트 컨트랙트를 생성한다.</li> <li>4. 시스템은 생성된 스마트 컨트랙트를 하이퍼레저 패브릭에 배포한다.</li> </ol> <p>대안흐름:</p> <p>2.1 수집자가 잘못된 데이터를 입력한 경우</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템은 입력 데이터의 유효성을 검사한다.</li> <li>2. 오류가 발견되면 수집자에게 이를 알린다.</li> <li>3. 수집자는 피드백을 받아 올바른 입력을 수행한다.</li> </ol> <p>3.1 템플릿을 불러오는 데 실패한 경우</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템은 로그를 남기고 스마트 컨트랙트 템플릿을 불러오는 데 실패했다는 문구를 출력한다.</li> <li>2. 수집자는 네트워크 문제 등 문제를 해결한 후 다시 시도한다.</li> </ol> <p>4.1 배포에 실패한 경우</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 하이퍼레저 패브릭은 배포에 실패했다는 로그를 남긴다.</li> <li>2. 수집자는 오류가 수정된 후 다시 배포를 시도한다.</li> </ol>
후행 조건	없음

• 스마트 컨트랙트 실행

유스케이스명	스마트 컨트랙트 실행
개요	참여자 는 스마트 컨트랙트를 실행시킬 수 있다.
관련 액터	참여자, 하이퍼레저 패브릭
선행 조건	참여자 는 인증된 사용자여야 한다.
이벤트 흐름	<p>기본 흐름:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 참여자 는 인터페이스를 통해 스마트 컨트랙트 실행을 요청한다.</li> <li>2. 시스템은 받은 요청을 바탕으로 하이퍼레저 패브릭 네트워크와 연결한다.</li> <li>3. 시스템은 스마트 컨트랙트의 실행 함수를 호출하여 트랜잭션을 생성 후 네트워크로 전송한다.</li> <li>4. 트랜잭션이 생성되었다는 메시지를 사용자에게 표시한다.</li> </ol> <p>대안 흐름:</p> <p>1.1 참여자가 잘못된 데이터를 입력한 경우</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템은 입력 오류를 감지하고 사용자에게 메시지를 출력한다.</li> <li>2. 사용자는 입력 데이터를 수정 후 다시 요청한다.</li> </ol> <p>4.1 트랜잭션 생성이 실패한 경우</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템은 트랜잭션 생성 실패 로그를 기록한다.</li> <li>2. 시스템은 참여자에게 트랜잭션 생성 실패했다는 메시지를 출력한다.</li> <li>3. 참여자는 문제가 해결된 후 다시 시도한다.</li> </ol>
후행 조건	없음

• 수집 항목 피드백

유스케이스명	수집 항목 피드백
개요	참여자는 수집 항목에 대한 피드백을 실행할 수 있다.
관련 액터	참여자, 스마트 컨트랙트 풀
선행 조건	없음
이벤트 흐름	<p>기본 흐름:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 참여자는 데이터 수집 항목에 대한 적합성 피드백을 작성 후 제출한다.</li> <li>2. 피드백은 스마트 컨트랙트 풀에 반영된다.</li> <li>3. 시스템은 피드백이 성공적으로 저장되었다는 메시지를 출력한다.</li> <li>4. 시스템 관리자는 피드백을 바탕으로 스마트 컨트랙트를 업데이트한다.</li> <li>5. 시스템 관리자는 업데이트된 스마트 컨트랙트를 네트워크에 재배포한다.</li> </ol> <p>대안 흐름:</p> <p>2.1 스마트 컨트랙트 풀에 피드백 저장이 실패한 경우</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템은 오류 로그를 기록한다.</li> <li>2. 시스템은 저장되지 않았다는 오류 메시지를 출력한다.</li> </ol>
후행 조건	없음

• 수집 데이터 입력

유스케이스명	수집 데이터 입력
개요	참여자는 데이터를 입력할 수 있음
관련 액터	참여자, 하이퍼레저 패브릭
선행 조건	참여자는 인증된 사용자여야 한다.
이벤트 흐름	<p>기본 흐름:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 참여자는 데이터 입력 메뉴를 선택한다.</li> <li>2. 시스템은 데이터 입력 항목을 사용자에게 출력한다.</li> <li>3. 참여자는 각 항목에 해당하는 데이터를 입력한다.</li> <li>4. 참여자는 제출 버튼을 클릭하여 데이터를 제출한다.</li> <li>5. 시스템은 제출된 데이터를 하이퍼레저 패브릭에 저장하도록 요청한다.</li> <li>6. 제출된 데이터는 하이퍼레저 패브릭에 저장된다.</li> </ol> <p>대안 흐름:</p> <p>3.1 참여자가 잘못된 데이터를 입력한 경우</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템은 참여자에게 입력받은 데이터가 잘못되었다는 메시지를 출력한다.</li> <li>2. 참여자는 올바른 데이터를 입력한다.</li> </ol> <p>4.1 참여자가 항목을 누락한 경우:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템은 참여자에게 입력 항목을 모두 입력해 달라는 메시지를 출력한다.</li> <li>2. 참여자는 누락된 항목을 입력한 뒤 다시 제출한다.</li> </ol>
후행 조건	없음

• 데이터 모니터링

유스케이스명	데이터 모니터링
개요	수집자는 데이터를 모니터링할 수 있다.
관련 액터	수집자
선행 조건	수집자는 인증된 사용자여야 한다.
이벤트 흐름	<p>기본 흐름:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 수집자는 사용자 인터페이스를 통해 데이터 조회를 시스템에 요청한다.</li> <li>2. 시스템은 사용자 인터페이스에 데이터 모니터링 방법 선택 화면을 출력한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 이때, 데이터 조회 방법은 원시 데이터 조회와 시각화 결과 조회가 있다.</li> </ul> </li> <li>3. 수집자는 데이터 모니터링 방법을 선택한다.</li> <li>4. 시스템은 선택된 모니터링 방법에 따라 데이터 조회 요청을 처리한다.</li> </ol>
후행 조건	시스템은 선택한 모니터링 방법에 해당하는 화면을 출력한다.

• 원시 데이터 조회

유스케이스명	원시 데이터 조회
개요	수집자는 수집된 데이터의 원시 데이터를 조회할 수 있다.
관련 액터	수집자, 하이퍼레저 패브릭
선행 조건	수집자는 인증된 사용자여야 한다.
이벤트 흐름	<p>기본 흐름:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 수집자는 조회하고자 하는 데이터 항목을 선택하고 조회 버튼을 누른다.</li> <li>2. 시스템은 하이퍼레저 패브릭에 수집자가 요청한 원시 데이터를 쿼리한다.</li> <li>3. 하이퍼레저 패브릭은 시스템에 수집된 원시 데이터를 제공한다.</li> <li>4. 시스템은 원시 데이터를 출력한다.</li> <li>5. 수집자는 필요할 경우 원시 데이터를 다운로드할 수 있다.</li> </ol> <p>대안 흐름</p> <p>1.1 수집자가 조회하고자 하는 데이터 항목을 선택하지 않은 경우</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템은 조회 항목을 선택해달라는 메시지를 출력한다.</li> <li>2. 수집자는 항목을 선택한 후 다시 조회 버튼을 누른다.</li> </ol> <p>3.1 수집된 데이터가 없을 경우</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템은 출력할 데이터가 없다는 메시지를 출력한다.</li> <li>2. 시스템은 데이터 모니터링 방법 선택 화면을 출력한다.</li> </ol>
후행 조건	없음

• 시각화 결과 조회

유스케이스명	시각화 결과 조회
개요	수집자는 시각화된 데이터를 조회할 수 있다.
관련 액터	수집자
선행 조건	데이터 시각화가 실행되어 있어야 한다.
이벤트 흐름	<p>기본 흐름:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템은 데이터 시각화 결과를 조회하는 요청을 처리한다.</li> <li>2. 시스템은 저장된 시각화 데이터를 로드한다.</li> <li>3. 시스템은 시각화된 데이터를 출력한다.</li> <li>4. 시스템은 수집자가 데이터를 더 탐색 가능하게 하는 도구를 제공한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 분석 도구에는 확대/축소, 필터링 옵션이 있다.</li> </ul> </li> <li>5. 수집자는 필요한 경우 시각화된 데이터를 다운로드할 수 있다.</li> </ol>
후행 조건	없음

• 수집 데이터 분석

유스케이스명	수집 데이터 분석
개요	데이터 수집 시스템은 수집한 데이터를 분석한다.
관련 액터	하이퍼레저 패브릭
선행 조건	데이터가 하이퍼레저 패브릭에 저장된 상태여야 한다.
이벤트 흐름	<p>기본 흐름:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 데이터 수집이 종료되면, 시스템은 하이퍼레저 패브릭에 쿼리하여 수집된 데이터를 요청한다.</li> <li>2. 하이퍼레저 패브릭은 요청받은 데이터를 시스템에 전달한다.</li> <li>3. 시스템은 받은 데이터를 분석하기 위해 데이터 정량화, 데이터 시각화를 수행한다.</li> </ol>
후행 조건	없음

• 데이터 정량화

유스케이스명	데이터 정량화
개요	데이터 수집 시스템은 입력된 데이터를 정량화한다.
관련 액터	하이퍼레저 패브릭
선행 조건	데이터 입력이 완료된 상태여야 한다.
이벤트 흐름	<p>기본 흐름:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템은 하이퍼레저 패브릭으로부터 전달받은 데이터를 정량화한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 정량화에는 데이터의 수치화, 통계 값 계산, 기준 지표 설정 등이 포함된다.</li> </ul> </li> <li>2. 시스템은 정량화된 데이터를 데이터 시각화하기 위해 그래파나로 전달한다.</li> </ol>
후행 조건	없음



• 데이터 시각화

유스케이스명	데이터 시각화
개요	시스템은 입력된 데이터를 시각화한다.
관련 액터	그라파나
선행 조건	시각화할 데이터는 데이터 정량화가 수행되어 있어야 한다. 그라파나가 설정된 상태여야 한다.
이벤트 흐름	기본 흐름: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 그라파나는 시스템으로부터 정량화된 데이터를 전달받는다.</li> <li>2. 시스템은 데이터를 시각화하기 위한 대시보드로 그라파나를 이용하여 데이터를 시각화한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시각화 유형에는 분포 그래프, 파이 차트가 있다.</li> </ul> </li> <li>3. 데이터 시각화 결과는 DBMS에 저장된다.</li> </ol>
후행 조건	없음

• 스마트 컨트랙트 관리

유스케이스명	스마트 컨트랙트 관리
개요	시스템 관리자는 블록체인 트랜잭션을 수행하기 위한 스마트 컨트랙트를 관리한다.
관련 액터	시스템 관리자
선행 조건	없음.
이벤트 흐름	기본 흐름: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템 관리자는 스마트 컨트랙트 관리 버튼을 누른다.</li> <li>2. 시스템은 스마트 컨트랙트 관리 메뉴 화면을 출력한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 스마트 컨트랙트 관리 메뉴에는 스마트 컨트랙트 모니터링, 스마트 컨트랙트 배포, 스마트 컨트랙트 업데이트, 스마트 컨트랙트 템플릿 구현이 있다.</li> </ul> </li> <li>3. 시스템은 스마트 컨트랙트 관리 메뉴 중 원하는 메뉴를 선택한다.</li> </ol>
후행 조건	시스템은 스마트 컨트랙트 관리 메뉴 화면을 출력한다.

● 스마트 컨트랙트 모니터링

유스케이스명	스마트 컨트랙트 모니터링
개요	시스템 관리자는 스마트 컨트랙트를 모니터링 할 수 있다.
관련 액터	시스템 관리자
선행 조건	없음.
이벤트 흐름	<p>기본 흐름:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템 관리자는 모니터링할 배포된 스마트 컨트랙트를 선택한다.</li> <li>2. 시스템 관리자는 선택한 스마트 컨트랙트의 현재 상태를 조회한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 스마트 컨트랙트의 상태에는 실행 중, 정지, 오류 발생 이 있다.</li> </ul> </li> <li>3. 시스템 관리자는 선택한 스마트 컨트랙트가 생성한 트랜잭션을 모니터링한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 트랜잭션의 상태는 성공, 실패가 있으며, 전송 시간 정보가 포함된다.</li> </ul> </li> <li>4. 모니터링을 수행하는 도중 이벤트나 트랜잭션에 대한 비정상적인 동작을 감지할 경우 시스템 관리자에게 알림을 제공한다.</li> </ol>
후행 조건	없음

● 스마트 컨트랙트 배포

유스케이스명	스마트 컨트랙트 배포
개요	시스템 관리자는 블록체인 트랜잭션을 수행하기 위한 스마트 컨트랙트를 배포한다.
관련 액터	시스템 관리자, 하이퍼레저 패브릭
선행 조건	스마트 컨트랙트가 생성되어 있어야 한다.
이벤트 흐름	<p>기본 흐름:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템 관리자는 작성한 스마트 컨트랙트 배포 요청을 보낸다.</li> <li>2. 하이퍼레저 패브릭은 네트워크에 스마트 컨트랙트를 배포한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 필요한 절차는 스마트 컨트랙트 패키지, 설치, 승인, 커밋, 배포이다.</li> </ul> </li> <li>3. 시스템 관리자는 배포 결과를 응답 받는다.</li> </ol> <p>대안흐름:</p> <p>2.1 배포에 실패한 경우</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 하이퍼레저 패브릭은 실패 로그를 남긴다.</li> <li>2. 시스템 관리자는 오류를 수정하여 다시 배포를 시도한다.</li> </ol>
후행 조건	배포된 스마트 컨트랙트는 모니터링이 시작된다.

● 스마트 컨트랙트 템플릿 구현

유스케이스명	스마트 컨트랙트 템플릿 구현
개요	시스템 관리자는 스마트 컨트랙트를 생성할 때 사용할 스마트 컨트랙트 템플릿을 구현한다.
관련 액터	시스템 관리자, 스마트 컨트랙트 풀
선행 조건	없음
이벤트 흐름	<p>기본 흐름:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템은 스마트 컨트랙트 템플릿을 업로드 할 수 있는 화면을 출력한다.</li> <li>2. 시스템 관리자는 데이터 수집에 활용될 수 있는 스마트 컨트랙트 템플릿을 작성한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 템플릿에는 스마트 컨트랙트의 기능, 변수, 이벤트 등이 있다.</li> </ul> </li> <li>3. 시스템 관리자는 작성이 완료된 스마트 컨트랙트 템플릿을 선택한 후 업로드 버튼을 누른다.</li> <li>4. 시스템은 업로드된 스마트 컨트랙트 템플릿을 스마트 컨트랙트 풀 데이터베이스에 저장한다.</li> </ol> <p>대안 흐름:</p> <p>3.1 업로드된 코드가 없을 경우</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템은 입력받은 코드가 없다는 메시지를 출력한다.</li> <li>2. 시스템 관리자는 코드를 업로드 후 다시 시도한다.</li> </ol>
후행 조건	없음

● 스마트 컨트랙트 업데이트

유스케이스명	스마트 컨트랙트 업데이트
개요	시스템 관리자는 필요한 경우 스마트 컨트랙트를 업데이트할 수 있다.
관련 액터	시스템 관리자, 스마트 컨트랙트 풀
선행 조건	없음
이벤트 흐름	<p>기본 흐름:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시스템 관리자는 시스템을 통해 업데이트할 스마트 컨트랙트를 선택하고 업데이트를 요청한다.</li> <li>2. 시스템 관리자는 새로 작성한 스마트 컨트랙트 코드를 스마트 컨트랙트 풀에 업로드한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 업데이트하는 스마트 컨트랙트는 새로 작성된 스마트 컨트랙트이거나 기존의 스마트 컨트랙트를 변경한 코드이다.</li> </ul> </li> <li>3. 시스템은 업데이트가 완료되었다는 문구를 출력한다.</li> </ol>
후행 조건	없음

### 3. 현실적 제약 사항 분석 결과 및 대안

#### 1) 현실적 제약 사항

- i 실 사례에 기반하여 데이터를 쌓는 과정이 한정적이다.
- ii 실 세계 데이터의 카테고리가 방대해 모든 카테고리에 대해 데이터 수집을 진행하기 어렵다.
- iii 시각화할 수 있는 방법이나 모니터링 오픈소스가 다양해 모두 비교 및 분석하기가 어렵다.

#### 2) 대안

- i 시뮬레이션 과정을 적용하여 팀원들이 직접 데이터를 쌓거나, 실험적 데이터로 더미 데이터를 활용한다.
- ii 다양한 데이터 수집 카테고리 중 설문, 투표 카테고리를 적용해 데이터 수집을 진행한다.
- iii 그래파나를 사용해 데이터를 시각화한다.

## 4. 시스템 구성

### 1) 시스템 구성도

그림 2는 본 시스템의 전체 구성을 나타낸 그림이다.

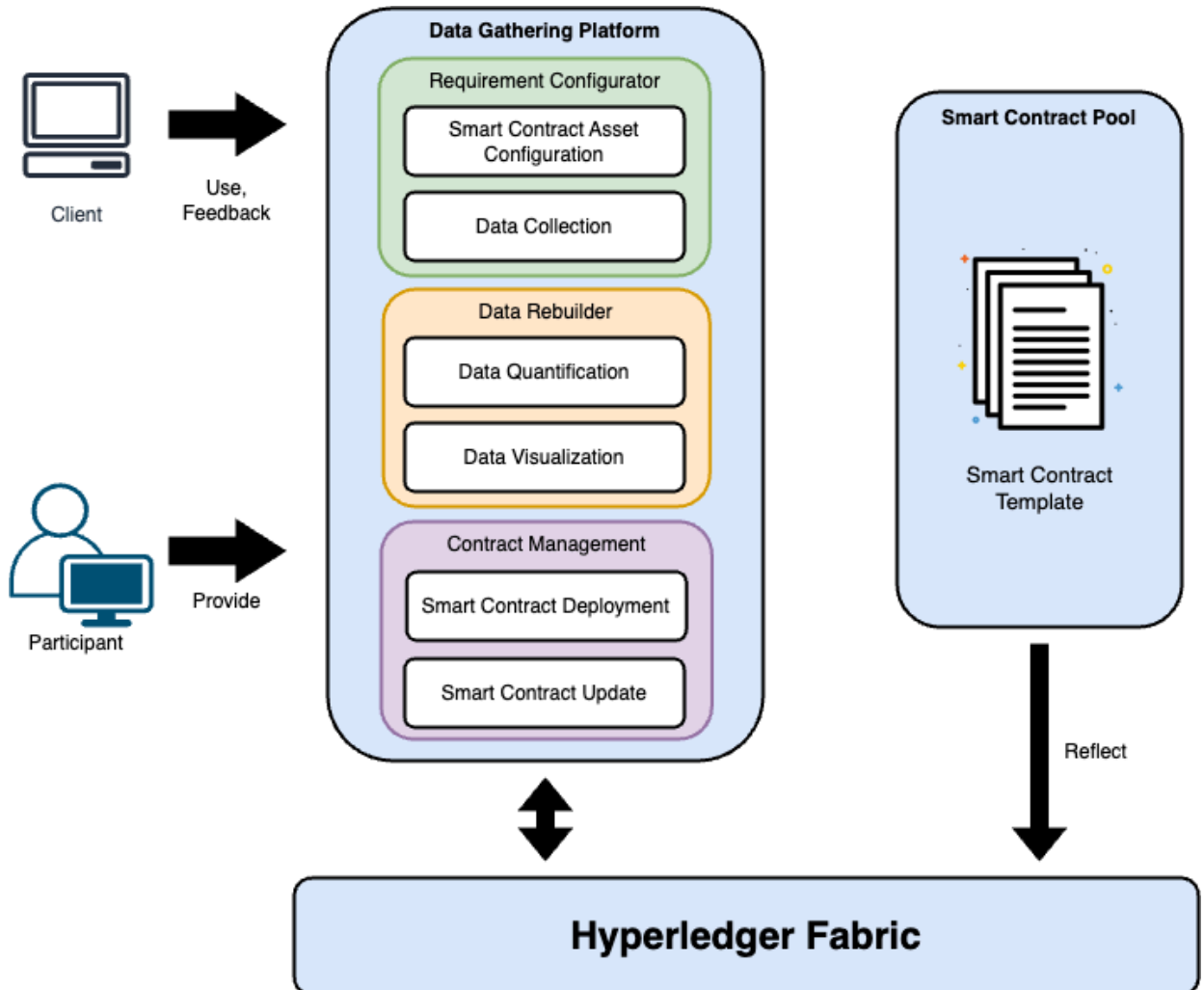


그림 2. 시스템 구성도

시스템은 데이터 수집 시스템, 스마트 컨트랙트 풀, 그리고 하이퍼레저 패브릭으로 구성된다.

데이터 수집 시스템은 다시 데이터 요구사항 관리, 데이터 재구성, 그리고 스마트 컨트랙트 관리로 나뉜다. 데이터 요구사항 관리는 스마트 컨트랙트 에셋 설정과 데이터 수집 기능을 제공한다. 스마트 컨트랙트 에셋 설정 기능은 클라이언트의 요구사항을 반영하여 스마트 컨트랙트의 에셋을 설정하는 기능이다. 클라이언트는 자신이 필요로 하는 데이터 항목을 정의하고 이를 기반으로 스마트 컨트랙트를 설정하여 데이터 수집을 준비한다.

데이터 수집 기능은 참여자가 데이터를 입력하여 시스템이 스마트 컨트랙트를 통해 이를 하이퍼레저 패브릭 네트워크에 저장하는 기능이다. 데이터 수집 과정에서 스마트 컨트랙트는 데이터를 검증하고 무결성을 보장한다.

데이터 재구성은 데이터 정량화 및 시각화 기능을 제공한다. 데이터 정량화는 하이퍼레저 패브릭에 저장된 데이터를 정량화하는 기능이다. 스마트 컨트랙트를 통해 데이터 수집 과정에서 정량화를 위한 기본 처리를 수행하며 이를 통해 데이터를 수치로 변환하여 시각화가 가능하도록 준비한다. 데이터 정량화를 통해 데이터의 패턴을 추출하여 의미 있는 정보를 추출할 수 있다.

데이터 시각화는 정량화된 데이터를 시각화하는 기능이다. 시스템은 데이터를 다양한 방법으로 시각화하여 사용자가 이해하고 분석할 수 있도록 한다. 데이터를 시각화하는 과정에서는 Grafana 대시보드가 사용된다.

컨트랙트 관리는 스마트 컨트랙트 배포 및 업데이트 기능을 제공한다. 스마트 컨트랙트 배포는 스마트 컨트랙트를 하이퍼레저 패브릭 네트워크 상에 배포하는 기능으로, 배포된 스마트 컨트랙트는 네트워크 상에서 실행될 수 있게 된다.

스마트 컨트랙트 업데이트는 기존에 배포된 스마트 컨트랙트를 업데이트하는 기능이다. 참여자의 피드백을 반영하여 개선이 필요한 스마트 컨트랙트를 업데이트하거나 스마트 컨트랙트 모니터링 과정에서 오류가 발견되는 등의 이유로 스마트 컨트랙트에 변경이 필요할 때 수행될 수 있다.

스마트 컨트랙트 풀은 스마트 컨트랙트 템플릿을 저장하는 데이터베이스이다. 다양한 스마트 컨트랙트 템플릿을 저장하고 관리하기 위해 사용되며 필요에 따라 템플릿이 선택되고 세부 설정을 마친 후 하이퍼레저 패브릭 네트워크로 배포될 수 있다.

하이퍼레저 패브릭은 수집된 데이터를 안전하게 저장하고 관리하는 역할을 수행한다. 스마트 컨트랙트 풀에 저장되어있는 템플릿이 설정되고 반영되며 시스템 사용자는 하이퍼레저 패브릭에 쿼리함으로써 저장된 데이터를 조회하고 정량화하며 시각화가 가능하다.

데이터 수집 시스템의 사용자는 참여자와 클라이언트로 나눌 수 있다. 참여자는 데이터 수집 시스템에 데이터를 제공하는 사용자이다. 클라이언트는 데이터를 수집하고자 하는 사용자로 주로 데이터 요구사항을 정의하고 스마트 컨트랙트 에셋을 설정한다. 또한 수집된 데이터를 조회하고 시각화하여 분석하고, 수집 데이터 결과에 피드백을 제공하여 스마트 컨트랙트 업데이트에 기여한다.

## 2) 개발 환경

그림 4는 시스템 개발 환경의 구성도를 나타낸다.

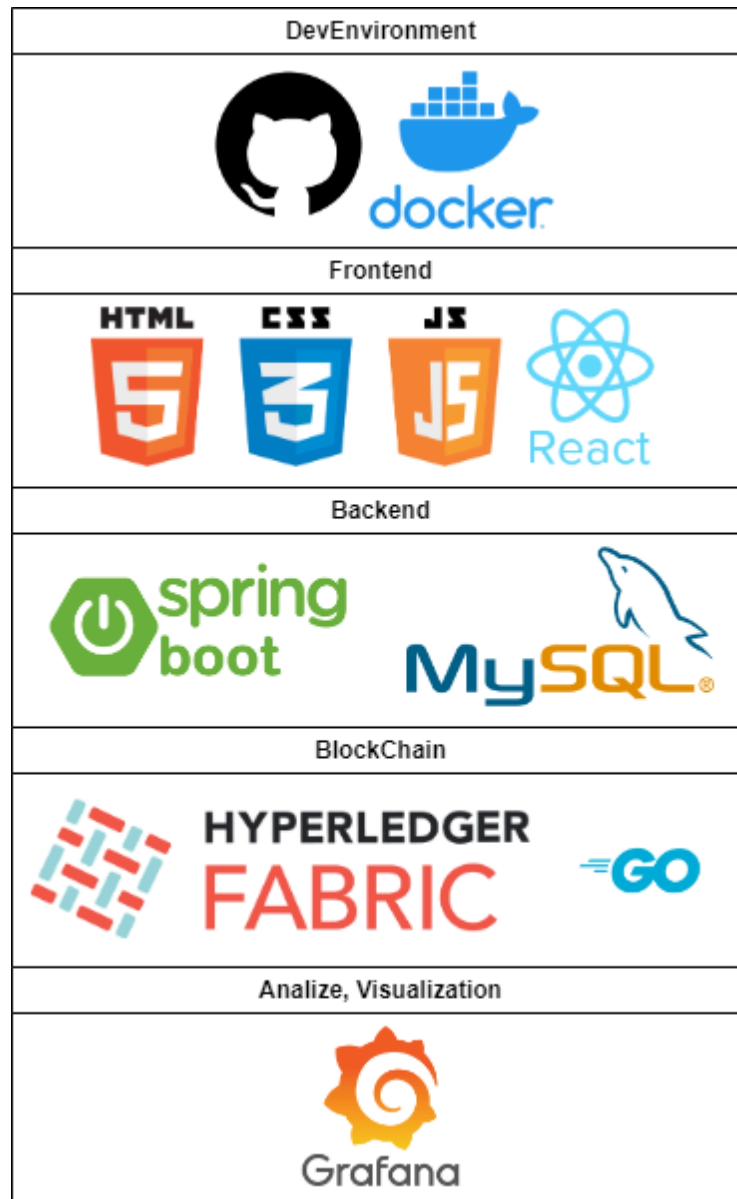


그림 4. 시스템 개발 환경 구성도

표 4는 시스템의 개발에서 사용되는 관련 기술들을 나타낸다.

표 4. 개발 환경

개발환경	사용기술
소프트웨어 형상관리(SCM)	GitHub, Docker
블록체인	Hyperledger Fabric, Go lang
시각화 도구	Grafana
개발 IDE	VSCode
DBMS	MySQL
Front-end	React, HTML, CSS, JavaScript
Back-end	Spring Boot
프로젝트 문서화 관리	Notion, Google Drive



### 3) 사용 기술

#### i Hyperledger Fabric

하이퍼레저 패브릭은 Linux 재단에서 개발한 허가형 블록체인 플랫폼이다. 기업 환경에서 블록체인 기술을 활용하기 위해 개발된 허가형 블록체인 프레임워크이다. 여러 분야에서 사용되는 각종 비즈니스 로직을 지원하며 유연하며 확장 가능한 블록체인 네트워크를 구축하는 데 중점을 둔다. 하이퍼레저 패브릭의 주요 특성은 다음과 같다.

- 허가형 블록체인 네트워크

하이퍼레저 패브릭은 허가형 블록체인 네트워크를 지원해 네트워크에 참여하려면 참여자가 사전에 정의된 신원 확인 절차를 거쳐야만 한다. 참여자의 참가를 제한해 보안과 데이터 프라이버시를 강화하는 데 도움을 준다.

- 모듈형 아키텍처

하이퍼레저 패브릭은 모듈형 아키텍처를 채택하여 다양한 구성 요소 중 필요에 따라 일부를 선택하고 조합하여 블록체인 네트워크 구성에 유연성과 확장성을 더한다. 주요 모듈로는 합의 메커니즘, 체인코드(스마트 컨트랙트), 데이터 저장소, 멤버십 서비스 등이 있다.

- 멀티채널

하이퍼레저 패브릭은 멀티채널 아키텍처를 지원해 동일한 블록체인 네트워크 내에서도 여러 개의 독립적인 채널을 구성해 데이터 프라이버시를 높일 수 있다. 각 채널은 다른 채널들과 독립된 별도의 트랜잭션 기록, 즉 원장을 가지고 있으며 특정 참여자들만 채널 내 데이터에 접근할 수 있다.

- 플러그형 합의 메커니즘

하이퍼레저 패브릭은 플러그형 합의 메커니즘을 지원해 네트워크의 요구에 맞춰 합의 알고리즘을 쉽게 교체할 수 있다.

- 체인코드(스마트 컨트랙트)

하이퍼레저 패브릭에서 체인코드는 네트워크에서 실행되는 로직을 구현한 일종의 프로그램이다. 체인코드는 하이퍼레저 패브릭의 구성요소 중 하나인 피어 노드에서 실행되며 블록체인 네트워크 내의 데이터 상태를 관리하고 트랜잭션을 처리하는 역할을 수행한다. 일반적으로 체인코드는 Go와 같은 프로그래밍 언어로 작성될 수 있다.

그림 5는 하이퍼레저 패브릭의 아키텍처를 나타낸 그림이다.

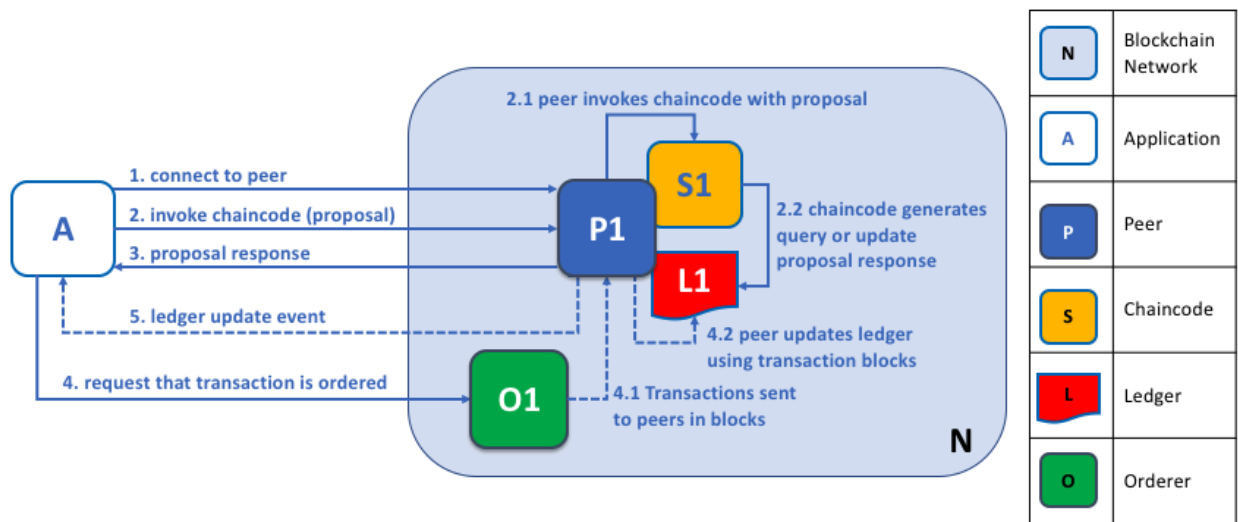


그림 5. 하이퍼레저 패브릭 아키텍처

하이퍼레저 패브릭의 주요 구성요소는 다음과 같다.

- Peer node

피어 노드는 블록체인 네트워크의 핵심 구성 요소이다. 트랜잭션을 검증하고 블록을 생성 및 저장하며 체인코드를 실행하여 스마트 컨트랙트를 처리하고 데이터를 네트워크상에 전파하는 역할을 수행한다.

- Ordering Service

오더링 서비스는 분산 원장의 동기화를 담당한다. 네트워크에서 발생한 트랜잭션들에 순서를 부여해 블록을 생성하고 해당 트랜잭션들을 포함하는 블록을 생성하여 피어 노드들에 전파한다. 이를 통해 네트워크의 일관성을 유지한다.

- Chaincode

체인코드는 하이퍼레저 패브릭에서 특정 비즈니스 로직을 구현한 일종의 프로그램이다. 하이퍼레저 패브릭에서 체인코드는 피어 노드에서 실행되며 트랜잭션을 처리하고 데이터 상태를 관리한다. 체인코드가 트랜잭션을 처리할 때의 흐름은 다음과 같다.

- 클라이언트가 체인코드를 호출하여 트랜잭션을 제출한다.
- 피어 노드가 트랜잭션을 검증하고 실행하여 상태 변경을 시뮬레이션한다.
- 검증된 트랜잭션은 오더링 서비스가 순서를 결정한다.
- 오더링 서비스는 트랜잭션을 블록으로 만들어 피어 노드에 전파한다.
- 해당 블록을 받은 피어 노드는 트랜잭션을 실행하고 변경된 상태를 업데이트한다.

- Channel

채널은 서로 다른 노드들을 묶는 역할을 한다. 채널을 통해 트랜잭션과 원장을 분리할 수 있기 때문에

독립적인 원장을 가지는 것이 가능하다. 하나의 채널은 하나의 원장을 가지는 특성을 이용해서 private(비공개) 트랜잭션의 수행이 가능하다. 다른 채널의 체인코드를 호출하는 것은 읽기만 가능하다. 채널 별 원장은 해당 채널의 피어 사이에서 공유되며 거래 당사자는 해당 채널과 상호 작용하기 위해 채널에 올바르게 인증 과정을 거쳐야 한다. 채널은 하이퍼레저 패브릭 내에서 트랜잭션을 격리하고 데이터 프라이버시를 유지하기 위한 논리적 구분을 제공한다. 예시로 다음 그림에서 채널 C는 애플리케이션 A1과 오더러 O1, 피어 P2로 구성되어 있다.

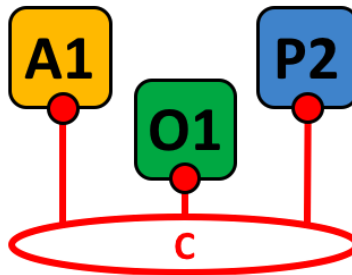


그림 6. 하이퍼레저 패브릭 채널 구성 예시

- Membership Service Provider(MSP)

MSP는 네트워크 참여자의 네트워크에 참여하는 모든 노드와 사용자들의 신원을 관리하고 인증서를 발급 및 검증하며, 이들의 접근 권한을 제어하는 역할을 수행한다. MSP는 인증서 발급 기관(Certificate Authority, CA)를 통해 인증서를 발급하고 관리하며, 이렇게 발급된 인증서는 참여자의 신원을 증명하고 트랜잭션 서명, 데이터 접근, 피어간 통신 등 여러 활동에 사용된다. MSP를 통해 네트워크의 보안 및 신뢰성이 강화되고 데이터에 대한 접근 통제가 가능해진다.

### ii React.js

React.js는 페이스북에서 개발한 오픈소스 자바스크립트 라이브러리로, 사용자 인터페이스(UI)를 구축하기 위해 사용된다. 컴포넌트 기반 아키텍처를 통해 효율적인 UI 관리와 개발 생산성을 높이고자 하였다. React는 빠르고 유연하며 또한 확장 가능한 사용자 인터페이스를 제공하는 것을 목표로 한다. React.js의 주요 특징은 다음과 같다.

- 컴포넌트 기반 아키텍처

React.js는 컴포넌트 기반 아키텍처를 채택해 UI의 일부분을 독립적으로 구성하고 재사용 가능하게 한다. 각각의 컴포넌트는 자체적인 상태값과 속성값을 가질 수 있으며 부모-자식 관계를 통해 복잡한 UI를 구성하는 것 또한 가능하다. 컴포넌트 기반 아키텍처를 채택함으로써 동일한 컴포넌트를 여러 번 재사용할 수 있어 코드 중복을 줄이고 유지보수성을 강화하며, UI를 분할해 작은 단위들로 만들어 관리할 수 있어 개발하는 애플리케이션의 규모가 커져도 개발에 적합하다. 또한 독립된 컴포넌트 단위로 테스트를 수행 가능해 테스트 자동화를 쉽게 수행할 수 있다는 장점도 있다.

- 가상 DOM

React.js는 가상 DOM을 사용해 UI의 변경 사항을 효율적으로 관리한다. 가상 DOM은 메모리 내에서 실제 DOM의 가상 표현을 유지하며 상태가 변경될 때마다 UI의 전체를 다시 렌더링하는 대신 변경된 부분만 업데이트한다. 따라서 전체 DOM을 다시 렌더링하는 것보다 빨리 UI를 업데이트 가능하며 최소한의 조작으로 최대한의 성능을 얻을 수 있다.

- 단방향 데이터 흐름

React.js는 단방향 데이터 흐름을 통해 데이터가 컴포넌트 계층 구조를 따라 한 방향으로만 흐르도록 한다. 자식 컴포넌트는 부모 컴포넌트로부터 데이터를 받으며 받은 데이터를 변경할 수 없다. 이를 통해 데이터 흐름을 단순화해 예측 가능성을 제공하며 디버깅이 용이하게 된다.

React.js의 주요 구성요소는 다음과 같다.

- Component

컴포넌트는 React.js 애플리케이션의 기본적인 구성 요소로 함수형 컴포넌트와 클래스형 컴포넌트로 나눌 수 있다. 함수형 컴포넌트는 간단한 UI 컴포넌트를 구성할 때 사용하며 함수 형태로 정의된다. 상태나 라이프사이클 메서드가 필요치 않을 때 주로 사용된다. 클래스형 컴포넌트는 상태와 라이프사이클 메서드를 사용할 수 있으며 클래스로 정의된다. 주로 복잡한 로직을 가진 컴포넌트를 구성할 때 사용된다.

- State

상태(State)는 말 그대로 컴포넌트의 상태를 나타내며 컴포넌트 내부에서 관리된다. 상태는 변경될 수 있으며, 상태가 변경될 때 컴포넌트는 자동적으로 다시 렌더링된다.

- Props

속성(Props)은 부모 컴포넌트가 자식 컴포넌트에 데이터를 전달할 때 사용된다. 속성은 Read-only이며 따라서 자식 컴포넌트에서 변경할 수 없다.

- LifeCycle Method

컴포넌트는 생성과 업데이트, 그리고 제거되는 과정에서 특정 메서드를 호출할 수 있다. 이러한 메서드를 라이프사이클 메서드라 부르며, 컴포넌트의 상태나 속성이 변경될 때 특정 작업을 수행할 수 있다.

- Spring Boot

Spring Boot는 Spring 프레임워크의 프로젝트로 생산성을 높이고 쉽게 어플리케이션을 개발할 수 있도록 도움을 주는 프레임워크이다. Spring Boot의 주요 특징은 다음과 같다.

- 자동 설정

Spring Boot는 개발자의 명시적인 설정 없이도 어플리케이션 클래스 경로와 설정을 기반으로 필요한 bean과 설정을 자동으로 구성한다. 따라서 초기 설정이 간편화되어 빠르게 어플리케이션을 시작할 수 있으며 필요에 따라 해당 자동 설정을 바꿀 수 있어 맞춤형 구성이 가능하다.

- 내장형 웹 서버

Spring Boot는 Tomcat 등의 내장형 웹 서버를 지원한다. 따라서 별도의 웹 서버 구성이 필요없고 독립 실행형 어플리케이션을 구성하는 데 용이하다.

- 독립 실행형 어플리케이션

Spring Boot는 main이 포함된 java 클래스 하나로 어플리케이션을 시작할 수 있다. 이를 통해 빠른 실행을 가능하게 하고 개발 편의성을 높였다.

- 의존성 관리

Spring Boot는 Maven, Gradle과 같은 빌드 툴을 이용해 의존성(dependency)를 효율적으로 관리한다. 일관된 의존성 버전을 제공함으로써 충돌을 방지하고, 복잡한 의존성을 간단한 설정을 통해 효율적으로 관리할 수 있도록 한다.

- 하이퍼레저 패브릭과의 사용 용이

하이퍼레저 패브릭은 Java SDK를 지원한다. 따라서 Java 기반 프레임워크인 Spring Boot와 통합하기 용이하다. 이를 통해 스마트 컨트랙트와의 상호작용, 트랜잭션 제출, 체인코드 호출 등을 Spring Boot 어플리케이션 내에서 원활하게 처리할 수 있다. 또한 RESTful 웹 서비스를 구축하기 용이하게 하는 기능을 제공한다. 따라서 하이퍼레저 패브릭과 통합된 어플리케이션에서 블록체인 네트워크와 상호작용하는 RESTful API 개발이 용이해 클라이언트 어플리케이션이 블록체인 네트워크에 접근하고 데이터를 주고받을 수 있도록 한다.

5. 개발 일정 및 역할 분담

1) 개발 일정

표 5는 시스템 개발 일정을 나타낸 표이다.

표 5. 개발 일정

수행내용	5월		6월				7월					8월				9월					10월	
	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2
필요 지식 습득	All																					
웹 UI 개발				박형주 김민중																		
서버 개발																						
하이퍼레저 패브릭 네트워크 구축				전원균																		
수집 데이터 분석 및 시각화 개발							김민중 전원균															
데이터 수집 스마트 컨트랙트 개발																						
스마트 컨트랙트 관리 기술 개발											All											
테스트 및 보완																All						
최종보고서 작성																			All			

## 2) 역할 분담

표 6은 개인별 시스템 역할 분담을 나타낸 표이다.

표 6. 역할 분담

이름	역할
공통	필요 지식 습득, 스마트 컨트랙트 모니터링 및 분석 기술, 테스트 및 보완, 중간보고서, 최종보고서 작성
김민중	수집 데이터 분석 및 시각화 개발, 웹 UI 개발, 서버 개발
박형주	데이터 수집 관련 스마트 컨트랙트 개발, 웹 UI 개발, 서버 개발
전원균	수집 데이터 분석 및 시각화 개발, 하이퍼레저 패브릭 네트워크 구축