

# 전력중개를 위한 블록체인 기반 계량데이터관리시스템

황태인, 이일우  
한국전자통신연구원

tihwang@etri.re.kr, ilwoo@etri.re.kr

## Blockchain-based meter data management system for power brokerage

Taein Hwang, Il Woo Lee  
ETRI

### 요 약

본 논문에서는 소규모 발전사업자의 분산자원 전력중개거래에 있어서 발전량 계측데이터의 위/변조 방지 및 보안성 제고를 위한 블록체인 기반 계량데이터관리시스템에 관하여 기술한다. 소규모 전력중개거래를 위한 블록체인 네트워크 및 시스템에 대해 설명하고 전력중개거래 과정에서 시장참여자간 데이터 신뢰성을 보장하기 위한 하이퍼레저 패브릭 블록체인 기반의 시스템 구조 및 전력계량데이터 무결성 검증 프로세스를 설계한다.

### I. 서 론

재생에너지 발전 자원 급증에 따른 전력계통의 부작용 완화와 분산 전력의 효율적 관리를 통한 전력 계통의 안정성 제고를 위해 소규모 전력중개시스템이 도입되고 있다. 소규모 전력중개시스템은 1MW 이하의 재생에너지 발전 자원에서 생산된 전기를 전력중개사업자가 모아 전력시장에서 거래할 수 있도록 지원하는 시스템이다. 이 시스템을 통해 전력중개사업자는 전력중개거래뿐 아니라 재생에너지 공급인증서 역시 발전사업자를 대신하여 거래할 수 있으며, 전문성이 요구되는 설비 유지보수 서비스도 함께 제공할 수 있다. 소규모 전력중개 시스템은 전력중개계약 체결, 집합자원 등록, 전력 입찰, 전력 계량, 발전량 정산 프로세스와 관련하여 시장참여자간 불신과 오해를 미연에 방지하기 위하여 전력중개거래 투명성과 신뢰성을 보장해야 한다. 특히, 소규모 전력중개사업과 관련하여 재생에너지 발전량 예측제고정산금 제도가 도입되면서 발전량 예측오차율에 따라 전력 중개 인센티브가 전력중개사업자에게 제공됨에 따라 전력계량데이터의 위/변조 방지와 수익 및 인센티브 정산 과정에서의 보안성과 신뢰성을 보장하기 위한 기술 도입이 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 소규모 전력중개시스템의 전력계량데이터 위/변조 방지를 위해 프라이빗 블록체인 플랫폼 중에 하나인 하이퍼레저 패브릭을 기반으로 계량데이터관리시스템을 설계한다. 특히, 본 논문에서는 전력계량데이터와 그 데이터의 전자서명된 해시값을 블록체인과 오프체인 데이터베이스에 각각 분리 저장함으로써 전력계량데이터 수집 및 저장 과정에서 발생할 수 있는 데이터 보안 및 블록체인 저장용량 문제 해결을 위한 시스템 구조를 설계한다.

### II. 블록체인 기반 계량데이터관리시스템 구조

소규모 전력중개시장은 허가된 소규모 발전사업자 및 전력중개사업자만이 참여할 수 있는 시장이며, 이런 전력시장 규제 환경을 반영하기 위해서 전력중개거래를 위한 시스템은 프라이빗 블록체인을 기반으로 설계한다. 프라이빗 블록체인은 허가된 사용자만 블록체인 네트워크에 참여할 수 있도록 접근 제어함으로써 블록체인 보안성과 확장성을 향상시킬 수 있는 장점이 있다. 하이퍼레저 패브릭은 프라이빗 블록체인 플랫폼 중에 하나이며, 인증서 기반으로 사용자 인증 및 접근 제어를 수행하며, 네트워크 참여자의 신원을 확인할 수 있기 때문에 문제 발생시 책임소재를 분명히 할 수 있는 장점이 있다. 또한, 스마트 컨트랙트를 일부 노드만 실행 가능하며 다수의 거래를 병렬적으로 빠르게 처리할 수 있기 때문에 트랜잭션 처리 성능을 향상시킬 수 있다는 특징이 있다[1][2][3].

본 논문에서는 전력시장 환경을 반영하여 프라이빗 블록체인 플랫폼 중에 하나인 하이퍼레저 패브릭을 기반으로 계량데이터관리시스템을 설계한다. 전력중개거래를 위한 블록체인 기반 계량데이터관리시스템은 그림 1 과 같이 전력계량클라이언트, 전력계량서버, 전력중개 블록체인 네트워크로 구성된다. 전력계량클라이언트는 소프트웨어 기능 모듈이며, 스마트미터 상에 탑재되어 동작하거나 스마트미터로부터 수집한 전력계량데이터를 원격 서버로 전달하는 데이터중계장치 상에 설치되어 동작할 수 있다. 전력계량클라이언트는 하이퍼레저 패브릭 블록체인 네트워크에 접근하기 위한 권한 획득 및 클라이언트 인증을 위해 CA(Certificate Authority) 서버 연동 인터페이스 기능을 제공한다. 또한, 전력계량데이터와 그 데이터의 위/변조 방지를 위한 해시값을 전력계량서버의

데이터베이스와 블록체인 상에 각각 분리하여 기록 요청하는 기능을 제공한다. 전력계량서버는 전력중개시스템의 소프트웨어 기능 모듈로서 동작하거나 별도의 물리적 서버 환경에서 동작 가능하며, 전력계량클라이언트 요청 시 전력계량데이터와 그 데이터의 해시값을 블록체인에서 검색하기 위한 고유 키를 저장 및 관리한다. 또한, 전력계량서버는 전력계량데이터의 고유 키를 검색하여 해시값을 조회함으로써 해당 전력계량데이터의 위/변조 여부를 검증할 수 있는 기능을 제공한다. 전력중개 블록체인 네트워크는 시장운영자와 전력중개사업자 조직이 운영하는 CA 서버와 블록체인 피어 노드들로 구성되며, 각 피어 노드 상에 전력중개프로세스 처리를 위한 체인코드와 전력계량데이터 조회 및 기록 처리를 위한 체인코드가 배포 및 실행된다. CA 서버는 전력중개 블록체인 네트워크에 접근하는 사용자의 인증 및 접근 제어 기능을 수행한다.

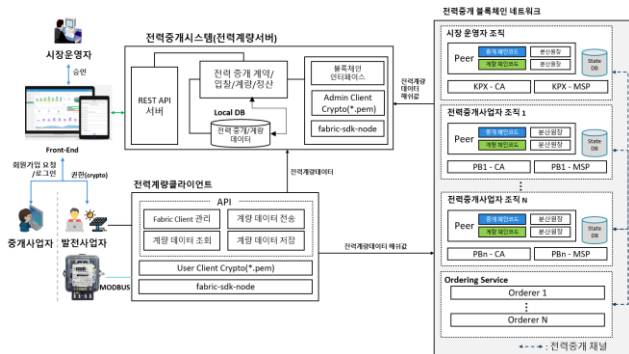


그림 1 블록체인 기반 계량데이터관리시스템

### III. 블록체인 기반 전력계량데이터 무결성 검증 프로세스

전력중개거래와 관련한 수익 정산은 전력중개시장에 등록된 재생에너지 발전 자원의 발전량 계측 데이터를 기반으로 수행되며, 시장참여자간 불신과 오해를 방지하기 위해 전력계량데이터에 대한 무결성이 보장되어야 한다. 그림 2는 전력계량데이터의 무결성 보장을 위한 블록체인 기반 전력계량데이터 처리 프로세스를 보여준다. 먼저, 전력계량클라이언트는 전력계량데이터를 입력값으로 받아서 해시 알고리즘을 통해 해시값을 생성한다. 생성된 해시값을 공개키 암호화 방식으로 전력계량클라이언트의 비밀키를 이용하여 전자서명된 해시값을 생성한다. 생성된 전자서명된 해시값은 전력중개 블록체인 노드 상에 전력계량데이터 처리를 위한 체인코드 호출을 통해 블록체인 분산원장에 기록되며, 그 해시값의 분산원장 기록과 관련한 트랜잭션 정보를 반환한다. 전력계량클라이언트는 수신한 트랜잭션 정보와 전력계량데이터를 보안통신채널을 통해 전력계량서버로 송신하며, 그 데이터는 전력계량서버의 데이터베이스에 저장된다.

전력계량서버는 블록체인 및 오프체인 데이터베이스에 저장된 전력계량데이터 및 전자서명된 해시값을 이용하여 사용자가 요구한 전력계량데이터의 무결성 검증을 수행한다. 먼저, 전력계량서버는 사용자가 요청한 전력계량데이터와 관련한 트랜잭션 정보를 데이터베이스로부터 조회한 후 그 트랜잭션 정보를 이용하여 블록체인 노드 상에서 동작하는 체인코드를 호출함으로써 블록체인 네트워크로부터 전자서명된

해시값을 확보한다. 또한, 전력계량서버는 데이터베이스에 저장된 전력계량데이터를 해시 알고리즘을 이용하여 암호화하여 무결성 검증을 위한 해시값을 생성한 후 전력계량클라이언트가 생성하여 블록체인에 기록한 해시값과의 일치 여부를 확인하여 전력계량데이터의 무결성을 검증한다. 이와 같이 블록체인에는 무결성 검증용 해시값만 기록함으로써 전력계량데이터가 블록체인 노드들을 통해 공유 및 복제됨으로써 발생할 수 있는 데이터 보안 문제와 블록체인 저장용량 문제를 해결할 수 있다.

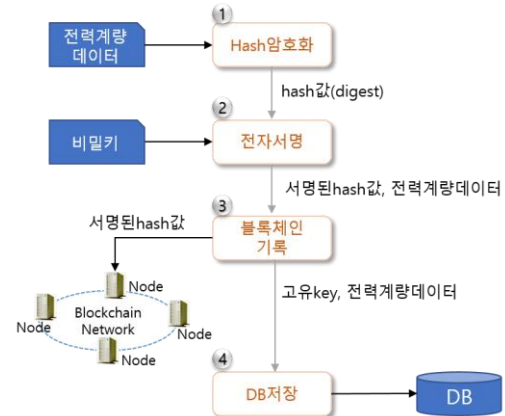


그림 2 전력계량데이터 처리 프로세스

### IV. 결론

본 논문에서는 전력계량데이터의 무결성을 보장하고 블록체인 저장용량 문제를 해결하기 위한 블록체인 기반 계량데이터관리시스템에 관하여 기술하였다. 소규모 전력중개시장에서 블록체인 기술 도입의 필요성을 기술하였고 프라이빗 블록체인 플랫폼 중에 하나인 하이퍼레저 패브릭 기반으로 계량데이터관리시스템 구조를 설계하였다. 또한, 전력계량데이터의 위/변조 방지를 위하여 블록체인 기반으로 전력계량데이터의 무결성을 검증하기 위한 프로세스를 기술하였다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 산업통상자원부 및 한국에너지기술평가원의 산업기술혁신사업의 일환으로 수행함. [20181210301470, 소규모 분산자원 중개시장서비스 상용화 기술 개발 및 실증]

### 참고 문헌

- [1] Elli Androulaki et al., "Hyperledger Fabric: A Distributed Operation System for Permissioned Blockchains," Proceedings of the Thirteenth EuroSys Conference, 2018.
- [2] Christian Gorenflo et al., "FastFabric: Scaling Hyperledger Fabric to 20,000 Transactions per Second," 2019 IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency, 2019.
- [3] Hyperledger Fabric, <http://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/release-2.0/key-concepts.html>.