

블록체인 기반 전력증개시스템 설계

황태인, 이일우
한국전자통신연구원

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

Design of blockchain-based electric power brokerage systems

Taein Hwang, Il Woo Lee
ETRI

요약

본 논문에서는 소규모 발전사업자의 분산자원 전력증개거래에 있어서 신뢰성을 제고하기 위한 블록체인 기반 전력증개시스템에 관하여 기술한다. 소규모 발전자원 증개계약, 집합자원화, 집합자원 발전전력 입찰 및 정산 프로세스를 설명하고 전력증개거래 과정에서의 데이터 위변조 방지 및 보안성 강화를 위한 하이퍼레저 패브릭 기반 전력증개 블록체인 네트워크 및 시스템 구조를 설계한다.

I. 서 론

태양광, 풍력 등 전력 생산이 간헐적이고 공급 변동성이 높은 분산자원의 보급 확대와 함께 전력수급의 안정성과 분산자원으로부터 생산된 잉여 전력 매각 문제 등이 이슈가 되고 있다. 이와 관련하여 소규모 전력증개시장을 개설함으로써 전력증개 신사업 창출을 유도하여 전력증개사업자를 통한 소규모 발전사업자의 전력시장 참여 기회를 확대하고 있다. 전력증개시장은 소규모 발전사업자, 중개사업자 등의 시장참여자들에게 분산자원 등록관리, 전력증개 계약관리, 집합자원 등록관리, 집합자원 발전량 입찰 관리 등의 기능을 제공한다. 하지만, 전력증개시장은 다수의 소규모 발전사업자 및 전력증개사업자들이 상호 전력증개계약을 체결하고 계약 발전량에 대한 수익 정산이 이루어지기 때문에 시장참여자 간 전력증개계약에 대한 신뢰성과 투명성이 보장되어야 한다. 특히, 전력증개시장에서 관리하는 전력증개계약 정보, 발전량 입찰정보, 발전량 데이터는 시장참여자의 수익 정산과 밀접한 관련이 있으며, 관련 데이터의 위/변조가 발생할 경우 전력증개시장 참여자 간 분쟁이 발생할 수도 있다. 이런 문제를 해결하기 위해서는 전력증개계약과 관련된 데이터의 무결성과 발전량 정산 프로세스의 투명성을 보장해야 한다. 본 논문에서는 전력증개거래 관련 데이터를 블록체인 노드들이 관리하는 분산원장에 저장함으로써 전력증개거래 데이터의 보안성을 강화하고 스마트계약 기반으로 발전량 정산을 자동화하기 위한 하이퍼레저 패브릭 기반의 전력증개시스템 구조를 설계한다.

II. 전력증개 블록체인 네트워크

일반적으로 블록체인은 퍼블릭과 프라이빗 블록체인으로 나뉜다. 퍼블릭 블록체인은 개방형으로 누구나 블록체인 네트워크에 참여할 수 있으며, 프라이빗 블록체인은 하나의 기관에서 독자적으로 사용하거나 여러 기관들이 컨소시엄을 구성하여 허가된 사용자들만 접근할 수 있도록 하는 구조이다. 소규모 전력증개시장은 불특정 다수가 참여하는 시장이 아니라 허가된 사용자간 계약 및 거래의 성격이 강하며 상용 수준의 트랜잭션 처리 속도가 보장되어야 하기 때문에 허가형 프라이빗 블록체인 플랫폼을 본 연구에 적용한다. 다양한 허가형 블록체인 플랫폼들이 개발되고 있지만 참여자 인증 및 트랜잭션 처리 성능 향상을 위한 특화된 기능을 제공하는 하이퍼레저 패브릭 블록체인 플랫폼이 범용적으로 많이 사용되고 있다. 하이퍼레저 패브릭 블록체인은 네트워크 채널 단위로 분산원장과 체인코드를 복제 및 공유하기 때문에 채널 단위의 트랜잭션 처리 및 보안 서비스를 제공한다. 멤버쉽 기능을 통해 블록체인 네트워크 참여자 인증 및 접근제어 서비스를 제공한다. 또한, 트랜잭션 검증, 블록 생성, 블록 검증의 역할을 하나의 블록체인 노드가 담당하는 것이 아니라 보증 피어, 오더러, 커미팅 피어로 나누어서 수행하며 피어 노드들이 처리해야 할 트랜잭션을 분산 병렬 처리할 수 있기 때문에 다양한 적용 분야의 응용 요구수준에 맞게 보안 수준을 고려하여 트랜잭션 처리 성능을 향상시킬 수 있다[1][2][3].

그림 1은 하이퍼레저 패브릭 기반 전력증개 블록체인 네트워크 구성 예를 보여준다. 전력증개시장 운영자와 중개사업자들이 각각의 조직을 구성하고 피어노드, 오더러 등을 구축함으로써 각 조직들이 하나의 채널로 연결된 전력증개 네트워크를 구축한다. 소규모 발전사업자는 중개사업자 또는 시장운영자가 제공하는

페브릭 SDK 기반의 클라이언트 응용어플리케이션을 통해서 블록체인 네트워크에 접근한다. 전력중개시장 운영자는 시장 참여자들의 인증서 발급 및 관리 기능을 하는 CA 인증서버와 블록 생성을 위한 오더러를 구축하여 전력중개 블록체인 네트워크 채널을 개설한 후 제네시스 블록을 생성한다. 전력중개시장 참여자들이 구축한 피어 노드들은 전력중개거래 과정에서 발생하는 중개계약 및 거래 트랜잭션을 보증하고 생성된 트랜잭션 블록을 검증 후 분산원장에 기록하는 역할을 수행한다.

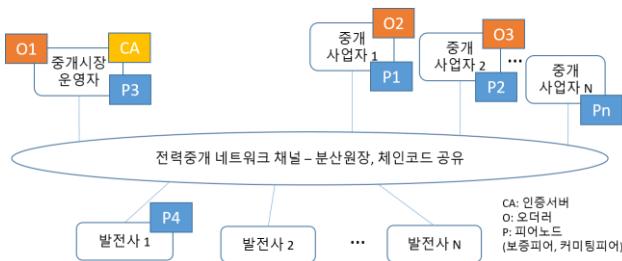


그림 1 하이퍼레저 패브릭 기반 블록체인 네트워크

III. 블록체인기반 전력중개시스템 설계

전력중개시스템의 비즈니스로직 설계를 위한 전력 중개 프로세스는 그림 2 와 같다. 먼저, 발전사업자는 전력중개시장에 분산자원을 등록한다. 발전사업자는 등록된 분산자원의 발전전력에 대한 판매 권한을 중개사업자에게 위임하거나 분산자원 유지보수 등의 부가서비스를 제공받기 위하여 전력중개사업자와 중개 계약을 체결한다. 전력중개사업자는 계약 체결한 분산자원들을 집합자원화하여 전력중개시장에 등록하고 등록한 집합자원의 발전량을 예측하여 발전량 입찰에 참가한다. 전력중개시스템은 계약 체결된 집합자원의 발전량 데이터를 계측 및 기록하고 시간대별 전력 가격 및 인센티브 등을 고려하여 집합자원의 발전전력에 대한 판매 수익을 정산한다.



상기 전력중개 프로세서 상에서 중개계약, 입찰, 전력 계량 데이터는 발전량 정산과 밀접하게 관련되며 데이터 무결성이 보장되어야 한다. 본 논문에서는 상기 데이터의 위/변조 방지 및 발전량 정산 자동화를 위해 하이퍼레저 패브릭 블록체인 플랫폼을 적용한다. 하이퍼레저 패브릭 기반의 전력중개시스템의 기능 구조는 그림 3 과 같다. 하이퍼레저 패브릭은 비즈니스 로직을 구현한 클라이언트 응용어플리케이션들이 블록체인 네트워크에 접근할 수 있도록 지원하기 위한 SDK를 제공한다. 이 SDK를 통해 전력 중개 클라이언트는 블록체인 네트워크에 접속 후 체인코드를 호출 및 실행함으로써 블록체인 분산원장에 전력중개 데이터의 전자서명된 해시값을 저장 및 조회한다. 또한 계측된 발전량과 예측 발전량을 기반으로 시장 참여자 간 합의된 방식에 따라 판매 수익 정산을 자동화한다. 계약 및 정산과 관련한 데이터의 전자서명된 해시값을 분산원장에 저장함으로써

데이터 무결성을 보장한다. 전력중개 클라이언트는 RESTful 기반 웹서비스를 통해 전력중개시장 서비스를 제공하며 각 시장참여자의 역할에 따라 접근 가능한 기능 항목을 제어한다. 블록체인 인터페이스(I/F)는 분산원장에 저장할 데이터의 해싱 및 전자서명 처리를 담당하며, 블록체인으로부터 해시값을 조회하고 저장하기 위해서 하이퍼레저 패브릭이 제공하는 SDK를 통해 체인코드를 호출하여 해시값을 저장하거나 조회한다. 또한, 발전량 정산 자동화를 위한 체인코드를 호출하는 기능을 담당한다.

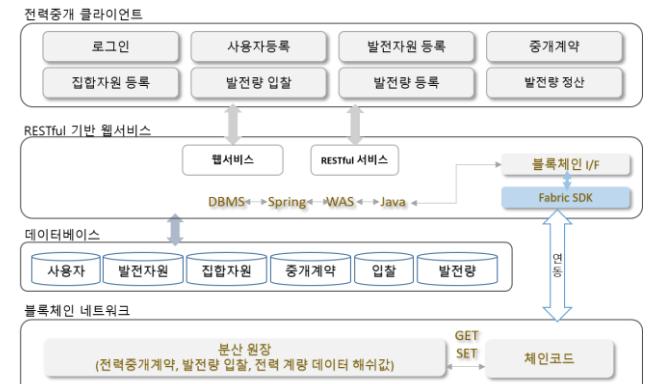


그림 3 블록체인 기반 전력중개시스템

IV. 결론

본 논문에서는 소규모 전력중개시장의 보안성과 신뢰성을 제고하기 위한 블록체인 기반 전력중개시스템에 관하여 기술하였다. 소규모 전력중개시장의 개념에 대해 설명하고 전력 중개 거래 데이터 위/변조 방지 및 발전량 정산 자동화를 위한 블록체인 기술 도입 필요성을 기술하였다. 허가형 프라이빗 블록체인 플랫폼 중에 하나인 하이퍼레저 패브릭에 대해 설명하고 패브릭 블록체인 기반의 전력중개 시스템을 설계하였다.

ACKNOWLEDGMENT

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

참 고 문 현

- [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>.