

블록체인을 연계한 ESS 공정거래 시스템 개발

김건일* · 정양권** · 김용식* · 김진석*

Development of ESS Fair Trade System Linked with Blockchain

Gun-Il Kim* · Yang-Kwon Jeong** · Young-Sik Kim* · Jin-Suk Kim*

요약

본 연구는 에너지 참여형 소비자를 위한 블록체인과 연계한 ESS 전력거래 시스템을 개발하고자 하였다. 신재생에너지 ESS 전력량 및 수요정보를 공개할 목적으로 블록체인 DB에 스마트 컨트랙트 시스템을 구축하고 에너지 프로슈머와 컨슈머의 블록체인 DB 데이터를 활용하여 전력거래시장의 유연한 확대를 위한 현실적인 솔루션을 제공할 수 있도록 하였다. 따라서, 블록체인과 연계한 ESS 전력거래 시스템을 개발하는데 주요 내용으로 ESS 관리를 위한 클라우드 기반 WEB 구축, 블록체인 활성화를 위한 코인 발행 및 거래소 등록, 블록체인 기술을 반영하기 위한 전자지갑 생성, ESS 기반 생산 수요 자료수집 및 공급과 관련한 블록체인 데이터베이스 구축, 블록체인 기반 플랫폼 선정 및 기반 구축, 스마트 컨트랙트 제작 등을 고려하여 구현하였다.

ABSTRACT

This research tried to develop an ESS electricity trading system linked with blockchain for energy participation consumers. For the purpose of publishing renewable energy ESS power amount and demand information, we will build a smart contract system on the blockchain DB, utilize the blockchain DB data of energy prosumers and consumers, and expand the power trading market flexibly, to provide realistic solutions.

Therefore, the main contents of the development of the ESS power trading system linked to the blockchain are cloud-based web construction for ESS management, coin issuance and exchange registration for activating the blockchain, and to reflect the blockchain technology, building a blockchain database for collecting and supplying ESS-based production demand data, selecting a blockchain-based platform and building a foundation, and creating a smart contract, etc.

키워드

Prosumer, Smart Contract, BlockChain, Energy Storage System, Digital Wallet
프로슈머, 스마트 컨트랙트, 블록체인, 에너지 저장 시스템, 전자지갑

* 동신대학교 대학원 컴퓨터학과
(skyof007@nate.com, chief78k@nate.com,
ssukdori@nate.com)

** 교신저자 : 동신대학교 컴퓨터공학과
• 접수일 : 2022. 11. 20
• 수정완료일 : 2023. 01. 01
• 게재확정일 : 2023. 02. 17

• Received : Nov. 20, 2022, Revised : Jan. 01, 2023, Accepted : Feb. 17, 2023
• Corresponding Author : Yang-Kwon Jeong
Dept. Computer, Dongshin University,
Email : jovial@dsu.ac.kr

I. 서론

본 연구는 에너지 저장시스템(ESS:Energy Saving System)의 전력거래에서 에너지 참여형 소비자를 위한 블록체인 알고리즘을 반영하고 에너지 생성과 소비 과정에서 이뤄지는 일괄의 과정을 공정하고 투명하게 진행할 수 있도록 지원하는 시스템을 제안하고자 한다. 이를 위해서는 ESS에서 획득한 신재생에너지의 전력량, 에너지 정보 및 수요정보를 기반으로 코인을 생성하는 단계, 프로슈머가 실시간으로 소비하는 정보량을 관리하는 단계, 생산과 소비 정보의 공정성을 담보하기 위한 블록체인 DB 구축단계, 스마트 컨트랙트 시스템 구축단계, 에너지 프로슈머와 컨슈머의 블록체인 DB 데이터를 활용하여 전력거래시장의 유연한 확대를 위한 현실적인 솔루션을 제공할 수 있어야 한다.

블록체인과 연계한 ESS 전력거래 시스템을 개발하는데 주요 내용은 ESS 관리를 위한 WEB 구축, 블록체인 활성화를 위한 코인 발행 및 거래소 등록, 블록체인 기술을 반영하기 위한 전자지갑 생성, ESS 기반 생산 수요 자료수집 및 공급과정과 관련한 블록체인 데이터베이스 구축단계, 블록체인 기반 플랫폼 선정 및 기반 구축, 스마트 컨트랙트 제작 등이 필요하다.

시스템은 모든 참여자가 정보를 공유하고 조작방지를 통해 기록한 정보에 대한 위변조를 어렵게 하며, 투명성을 통해 다양한 참여자들이 모든 정보를 공유할 수 있도록 개발되어야 할 것이다[1].

II. 관련 연구

현대 사회는 한정된 에너지를 과도하게 소비하는 에너지 고갈과 석유 화학 자원의 소비로 인한 환경오염 문제에 직면하고 있다. 이에 에너지 고갈 문제를 해결하는 동시에 환경오염 문제를 해결하지 않고서는 안된다는 절체절명의 위기의 시대를 극복하기 위하여 전 세계적으로 무분별한 화석연료의 사용 제한 정책을 도입하고 있다.

이러한 시대적 배경에 효율적인 에너지 활용을 모색하고 있으며 핵심 정책으로 추진하고 있는 것이 바로 스마트그리드(Smart Grid)이다. 이미 알려진 바와

같이 스마트그리드는 녹색 뉴딜 정책으로 탄소 중립 추진기반 환경을 구축하고, 도시·공간·생활 인프라를 녹색 환경으로 전환하며, 녹색산업을 혁신할 수 있는 생태계 구축단계를 포함하고 있다. 또한, 저탄소·분산형 에너지를 확산하는 일환으로 일반 주택, 사무 공간, 또는 소규모 공장시설 등에서도 신재생에너지와 EMS 등의 설치를 권장하고 있으며, 수요자원의 적극적인 관리를 목적으로 수요반응을 활성화하고 있다.

그러나 여전히 신재생에너지를 효율적으로 관리할 목적으로 구축해야 할 ESS 부재와 ESS와 연계한 시스템의 필요성과 수요 및 공급가의 수요관리를 위한 구체적인 비즈니스 모델이 부족하며, 재생에너지의 관리를 위한 운영시스템의 필요성과 수요와 공급에 대한 실시간 정보를 제공할 수 있는 관리 시스템의 부재로 지속적인 연구의 필요성이 대두되고 있다.

에너지저장시스템(ESS)은 배터리, 배터리 관리시스템, 전력변환장치 등으로 구성되어 있으며 태양열 또는 풍력으로 생성된 에너지를 저장하는 기능을 수행한다. 이와 같이 생산된 전력을 본 연구에서는 전력을 저장한 후 내용량으로 필요로 하는 전력 시스템 즉 송배전을 통해 수용가에 단계적으로 저장한 후 사용할 수 있도록 지원하는 대신 소규모 용량 단위로 생산한 전력을 재배분하도록 하였다. 송배전과 같은 대규모 시스템과 연계했을 때 나타날 수 있는 기반 시스템 구축에 투자되는 비용을 절감할 수 있는 소규모 시스템 구축에 관해 연구하였다.

에너지를 효율적으로 공급하는 것으로 특히, 야간에 유희전력을 저장하며, 주간에 사용하는 방식으로 전력 운영의 최적화에 이바지할 수 있다. 특히, 태양광이나 풍력 등의 경우 출력 변동성이 차이가 크기 때문에, 신재생에너지의 전원을 확보한 후 기존 방식에서는 전력으로 전환하여 전력망의 안정성과 신뢰도를 향상할 수 있는 식이 지배적이었다.

해외 사례 경우로 미국 캘리포니아주에서는 2010년 9월 ESS 설치 의무화 법안을 승인하고, 최근 5년간 평균 공급전력의 2.25% 이상을 ESS를 이용하여 2014년부터 공급하고, 이를 2020년까지 5% 이상으로 확대하기로 하였다. 또 많은 공공기관, 교육기관, 유관 전력회사에서도 실증사업을 중심으로 연구와 다양한 활용 방안을 모색하고 있는 것으로 조사 되었다[2]. 일본도 250kW 이상의 ESS로 설치할 때 시설비의 보조

금 형태로 지원하는 정책을 펴고 있고, 태양열이나 풍력을 중심으로 다양한 연구와 기술개발을 추진하고 있으며, 니켈수소전지, 레독스 흐름 전지, LiB 등 대형 2차 전지 시장에 투자와 기술개발에 심혈을 기울이고 있다[2]. 국내의 경우 K-ESS 2020 추진 전략에 따르면 규모 면에서 중형급 이상의 ESS의 전략적 기술 개발과 산업정책을 수립하고 연구 및 개발에 점진적으로 투자를 확대하고 있다. 특히 ESS에 대한 에너지저장 기술에 많은 업체의 투자로 신기술 개발에 동참할 수 있도록 유도하고 있다. 연구 및 개발 유형을 살펴보면, 원전 중심에서 분산형 발전 및 저장장치로 전환, 다양한 실증·시범 사업 투자, 통신과 연계 기술, 지능형 전력 계량 장치의 상용화, 서버와 클라이언트 간의 통신 기능, 분산 데이터 저장 관리 기능, 이벤트 알림 기능 등 다양한 기능을 추가한 기술개발에 중점을 두고 있다. 건물에 사용되는 수요조절용 ESS에 필요한 기술에서도 ESS 운영시스템과 관련한 부하 예측 시스템, 신재생 전원 출력예측 기능, 최적 충·방전 스케줄링 관리, 실시간 운전, 비상운전 등의 S/W 핵심 기능의 부재에 따른 개발 지원에 투자를 유도하고 있다. 이는 신재생에너지의 활성화로 소규모 사무 공간이나, 공장시설 등의 신재생에너지를 설치할 수 있도록 활성화할 수 있는 계기를 마련하므로 기술개발의 필요성이 대두되고 있다.

III. 블록체인 구성 및 시스템

최근 들어 이차 전지 기술이 빠르게 발전하면서 배터리를 이용한 ESS가 넓은 분야에서 실용화되고 있다. 대부분의 ESS는 소규모용과 대규모용 시스템에 분류하여 사용되고 있다. 전자의 경우 자체적으로 생산한 전력은 자가용으로 사용되거나 아니면 남은 수량의 전력을 이웃과 공유함으로써 대규모 생산 에너지를 발전, 변전, 송전 등의 단계적 체계에 연동하는 과정에서 발생하는 비용을 절감할 수 있도록 가장 가까운 이웃과 손쉽게 저비용으로 연계함으로써 활용하는 방식이다. 후자의 경우 생산된 전력을 발전과 변전 및 송전 등을 포함한 각각의 연동 시스템에 저장하여, 전력공급이 필요한 시기에 공급망과 연계하여 사용하는 방식으로 구분할 수 있다[3-10].

본 연구에서는 태양광 발전 기술과 풍력 발전 기술이 급격히 발전함에 따라 각 가정에서 직접 전기를 생산 소비하는 단계를 넘어서 소비하고 남은 전기를 직접 판매하는 장터가 활성화될 필요가 있다고 보았다. 따라서, ESS 전력을 극대화하고, 에너지의 참여형 소비자를 통한 전력거래 활동의 확대를 위해서 소규모 ESS 전력 자원을 관리하고 공급량을 효율적으로 대응할 수 있는 전력량에 대한 에너지 참여형 소비자를 위한 체계를 블록체인과 연계하여 ESS 전력거래를 위한 관리 시스템을 제안하고자 한다.

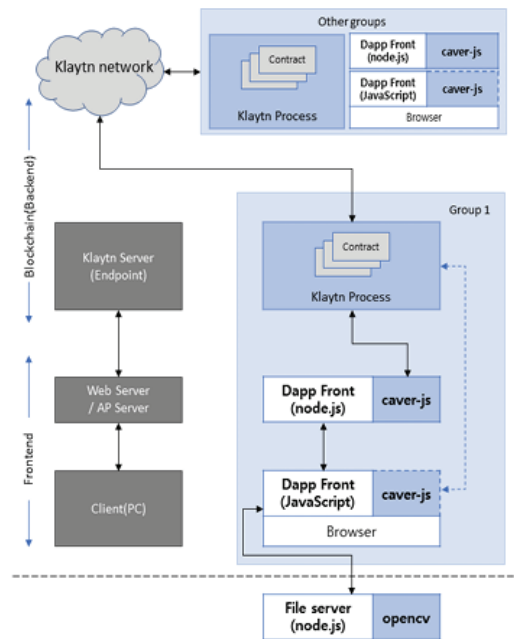


그림 1. 블록체인 시스템 구조
Fig. 1 Blockchain system structure

본 연구 시스템이 충족해야 할 내용으로 첫째, 수요량을 고려한 실질적인 태양광 발전량의 ESS 공급량을 산출하는 시스템 개발과 두 번째로, 에너지 참여형 소비자뿐만 아니라 소비자의 수익구조를 분석할 방법과 관리 기술 개발과 생산자와 소비자의 수익성 및 거래 안정성을 평가해야 하는 모듈의 개발 및 필요성, 분산형 에너지 구축 환경에서 개인 간 거래 따른 사업 관리, 전력 총괄 부처와 사업자 간 맞춤형 에너지 거래 솔루션 개발이 요구된다.

따라서, 본 연구 최종 목표로는 블록체인 기술을 연계한 전력거래 수요 적응 시스템을 제안하고자 한다. 블록체인과 연계하기 위해서 블록에 거래 내역 장부(거래 내역 : 블록)를 생성한 후 체인 형태로 구성하며 전자서명, 공개키, 해시 함수 등의 보안을 적용하여 다수의 컴퓨터에 복제하여 제공하는 블록체인 데이터베이스에 저장 및 관리하도록 하였다. 특히, 블록체인에 등록된 모든 정보는 공개가 되기 때문에 개인정보에 해당하는 부분을 제외하는 것은 물론 한번 등록된 정보는 수정 및 삭제를 할 수 없는 구조<그림 1>로 상세하고 면밀하게 설계하였다.

물론 수정 및 삭제 과정이 요구되는 경우에는 특수한 과정(노드들이 해당 블록에 접근을 허용하지 않는 기법으로 삭제 기능을 대체하는 방법)을 적용하여 문제를 해결하였다. 또한, 거래 명세(장부 또는 블록)는 중앙서버에 저장하는 형태가 아닌 거래에 참여하는 모든 사용자에게 제공 및 계약 거래가 이루어질 때 모든 참여자가 거래 명세를 공유하므로 데이터 위조나 변조를 방지한다는 규약을 준수하여 설계하였다.

따라서, 이러한 특성으로 인하여 블록체인 기술은 디지털 인증, 전자거래, 투표 시스템, NFT 거래, 의료 정보 등 다양한 분야에 활용될 수 있으며, 기존 태양광 발전 판매 사업 범위에도 적용할 수 있다. 또한 연구개발 과제 내용 및 범위를 복합적으로 고려하여 다각적인 솔루션을 제공할 수 있는 통합 P2P 거래 소프트웨어 시스템을 설계하였다.

3.1 블록체인 데이터베이스 특성 및 설계

블록체인은 중앙에서 관리하는 주체 없이 다수가 동시에 운영 가능한 분산된 형태의 데이터베이스로 구축하고, 누구나 관리자로 참여하게 되면 임의로 데이터를 입력(Write), 변경(Modify) 또는 삭제>Delete)할 수 있으므로 블록체인에는 합의(Consensus) 개념을 추가하였다.

통상 블록체인은 특정인들에게 합의 참여 권한을 주고 합의 알고리즘을 통해 원장에 기록될 데이터를 선별, 검증하여 데이터의 완전성을 유지하도록 하고, 참여 노드들이 서로 데이터가 무결한지 동의한 후에 데이터베이스에 입력하는 방식으로 구축하였다. 따라서, 블록체인은 읽기와 쓰기 그리고 합의 참여 권한을 누구에게 주느냐에 따라 종류가 나뉘게 된다[11-12].

3.2 블록체인 디앱 개발

본 연구에서 설계 및 구현은 공개 소스인 퍼블릭 블록체인인 클레이튼(카카오 제공)을 이용하였으며, 쉬운 환경과 친숙한 최종 사용자 환경을 제공하는 서비스 중심의 블록체인 플랫폼으로 클레이튼이 다른 블록체인과 다른 점이다. 우선 대부분의 블록체인 시스템의 경우 탈중앙화로 시스템의 신뢰성을 강조하지만 클레이튼 플랫폼의 경우 완벽한 탈중앙화보다는 사용자에게 필요로 하는 서비스를 우선 제공함으로써 시스템을 안정화한 후 탈중앙화를 지향하고자 하는 시스템이다.

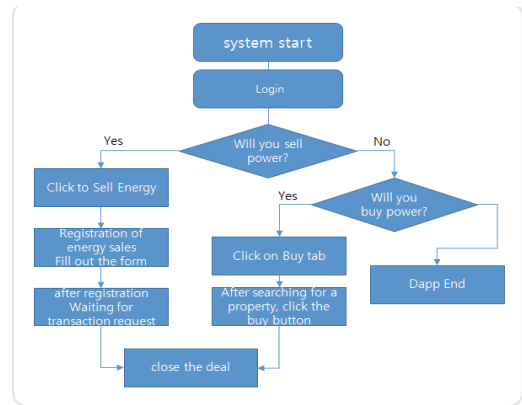


그림 2. 시스템 플로우 차트
Fig. 2 System flowchart

그림 2에서와같이 합의가 필요한 작업은 의견일치(Consensus:별도의 합의체를 두고 운영하는 방식)가 요구되는 노드 단에서 수행하고, 합의가 불필요한 부분은 퍼블릭 노드에서 수행하는 방식과 혼합하는 혼합형 기반이며, 공개 소스 방식으로 공개되고 누구나 자유롭게 이용할 수 있다. 블록생성 시간이 약 1초로 다른 블록체인에 비해 처리 속도를 획기적으로 높이고(4000 TPS 이상) 확장성을 우선시했다는 특징이 있는 클레이튼 기반에서 구현하였다. 클레이튼이 메인넷인 사이프러스(Cypress)는 퍼블릭 블록체인으로 공개 소스 방식이며, 누구나 자유롭게 이용할 수 있다. 블록체인의 생성과 확장에 걸리는 시간을 최소화하여 타 블록체인에 소요 시간을 최소 약 1초대로 줄이면서 확장성을 높였다. 블록체인의 노드들은 판매자, 구매자 시스템 내에 각각 설치되어 거래자 노드와 구성

사용자 간의 실시간 통신으로 거래 정보를 제공할 수 있어 블록체인의 장점을 구현할 수 있다.

3.3 스마트 컨트랙트 구성

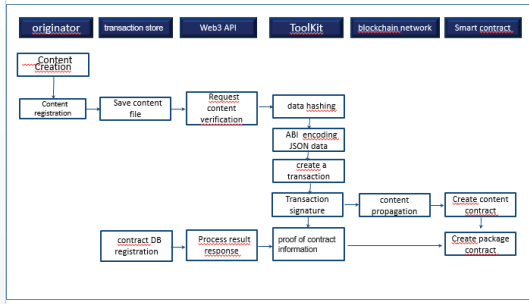


그림 3. 스마트 컨트랙트 구성도
Fig. 3 Smart Contract Diagram

클레이튼은 스마트 계약 실행과 외부 메모리 조작을 구분하는 가상 머신인 "KLVM(Klaytn VM)"을 기반으로 한다.

KLVM을 구성하고 있는 라이브러리를 통해 KLVM과 통신하며, 이더리움에서 제공하는 EVM은 "EVM 바이트 코드(Byte Code)"를 사용하여 제어한다. 실행 환경은 클레이튼이 제공하는 라이브러리를 통해서 운영 관리를 효과적으로 수행할 수 있다. 클레이튼에서 그림 3과 같이 스마트 계약은 이더리움의 EVM 변환기를 사용하므로 라이브러리를 수정하지 않고도 사용할 수 있도록 설계가 되었다. 따라서, eWASM / WASM과 같은 다양한 실행 환경을 구성할 수 있다.

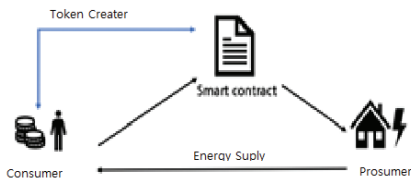


그림 4. 토큰 거래 다이어그램
Fig. 4 Token contract diagram

클레이튼에서 연동되는 토큰을 '클레이(Klay)'로 규정하며, 사용자들은 카카오톡 내 다양한 활동을 통해 클레이(Klay)를 얻어 거래소에서 자유롭게 환전하며

활용할 수 있다.

클레이튼과 클레이는 무엇이든 만들 수 있는 찰흙(Clay)에서 모티브를 얻어 클레이의 C를 카카오키의 K로 바꿔 이름을 정했다. 클레이는 이밖에도 클레이튼 기반의 모든 Dapp에서 전자 화폐처럼 사용할 수 있다.

3.4 블록체인 전자지갑 생성

클레이튼은 전자지갑을 용이하게 제작할 수 있도록 블록체인 기반에서 애플리케이션 개발 환경을 제공한다. 따라서 특별한 어려움 없이도 Dapp 개발자들 간의 협업을 통해 공정한 거래가 수행될 수 있도록 현재는 3가지의 도구를 공개하고 있다.

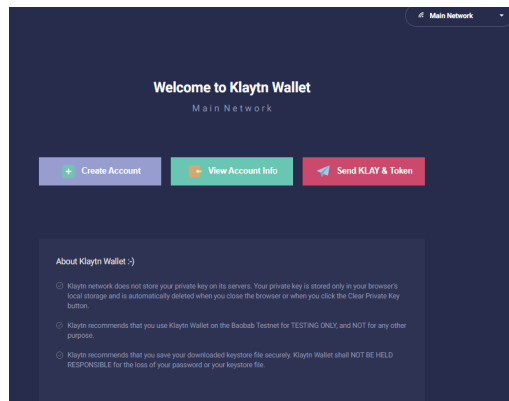


그림 5. 클레이튼 전자지갑
Fig. 5 Klaytn digital wallet

그림4와 같이 클레이튼 전자지갑(Klaytn Wallet)은 클레이튼에서 생성한 토큰(클레이)들을 안전하게 보관하는 기능과 전송을 지원하는 전자지갑을 생성할 수 있다. 이는 토큰인 클레이의 잔액을 확인하는 기능과 다른 구성원과 교환할 수 있도록 지원하는 기능으로 다음과 같은 알고리즘으로 구현할 수 있다.

- 1단계. 사용자1은 자신의 전력 계정, 판매정보, 구매 HASH Code 암호화 및 개인키 생성 및 서버 전송
- 2단계. P2P 네트워크 서버는 사용자1로부터 전송받아 Smart Contract 로직을 바탕으로 블록체인 네트워크를 통해 거래 검증 수행
- 3단계. P2P 네트워크 서버는 Smart Contract 거래

로직을 통해 거래 송금자 확인

4단계. 송금 사용자2 전력 거래량 및 구매, 송금 정보를 대칭 암호화 및 개인키 생성 후 서버로 생성 데이터 전송

5단계. P2P 네트워크 서버는 사용자1에서 전송받은 전력 계정, 판매정보, 구매 정보 서명 유효성 검증 수행

6단계. P2P 네트워크 서버는 사용자2의 식별자를 사용자1 공개키로 HASH Code 암호화 전송 및 사용자1의 전송 메시지 복호화해 거래대상자 확인과정을 수행한다.

IV. 시스템 구현 및 분석

본 연구에서 구현한 블록체인을 활용한다면 개인이 직접 전력을 판매할 수 있으며, 태양열과 풍력을 기반으로 생성한 전력 용량을 클레이튼 블록체인에 등록해 공개할 수 있다. 공개된 전력 정보는 클레이튼 블록체인 네트워크와 연동된 모든 회원에게 공유되며 거래를 할 수 있다.

전력 시장을 구축하기 위해서는 거래 플랫폼이 요구되며, 각 개인이 생산한 잉여전력을 측정하고 블록체인 네트워크에 연동된 데이터베이스에 저장되고 관리할 수 있는 기능을 제공하여야 할 뿐만 아니라, 직접 판매로 인해 판매자는 더 높은 가격에 전력을 팔 수 있고, 구매자는 더 낮은 가격에 전력을 살 수 있도록 지원하는 기반 시스템을 구축하였다.

따라서, 본 연구에서 개발한 블록체인을 활용해 각 개인이 생산한 잉여전력을 직접 이웃 주민에게 판매하도록 지원 가능하고, 판매자이며 수요자인 블록체인의 노드들은, 생산자/수요자시스템 내에 각각 설치되어 거래자 노드를 구성하며, 사용자 간의 실시간 통신으로 거래 정보 제공할 수 있어 활성화가 기대된다.

V. 결론

본 연구는 에너지 참여형 소비자를 위한 블록체인과 연계한 ESS 전력거래 시스템을 개발하고자 하였다. 신재생에너지 ESS 전력량 및 수요정보를 블록체인 DB에 정보를 공개할 목적으로 스마트계약 시스템

을 구축하고 에너지 참여형 소비자와 소비자의 블록체인 DB 데이터를 활용하여 전력거래시장의 유연한 확대를 위한 현실적인 솔루션을 제공할 수 있도록 하였다. 블록체인 활성화를 위한 코인 발행 및 거래소 등록, 블록체인 기술을 반영하기 위한 전자지갑 생성, ESS 기반 생산 수요 자료수집 및 공급과 관련한 블록체인 데이터베이스 구축 과정을 통해 기반 구축 및 스마트 컨트랙트 제작 시스템을 구현하였다.

감사의 글

본 논문은 2022년도 교육부와 한국연구재단에서 시행한 지자체-대학 협력기반 지역혁신사업의 지원으로 수행되었음.(2021RIS-002)

References

- [1] H. Kim and Y. Jeong, "GPS Accuracy Revision Using RSSI and AoA in Wireless Sensor Network," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 17, no. 05, 2022, pp. 889-896.
- [2] Ministry of Science and ICT, KEPCO, "Blockchain-based power trading between neighbors," *Report*, June 2017.
- [3] A. Hertig, "Blockchain Veterans Unveil Secure Smart Contracts Framework," *Report*, Sept. 2016.
- [4] S. Choi, S. Lee, J. Koh, H. Kim, and J. Kim, "A Study on the elements of business model innovation of non-fungible token blockchain game : based on 'PlayDapp' case, an in-game digital asset distribution platform," *Korea Game Society*, vol. 21, no. 2, 2021, pp. 123-138.
- [5] S. Nakamoto, "Bitcoin : A Peer-to-Peer electronic Cash System," *Report*, Nov. 2008.
- [6] S. Haber and W. S. Stornetta, "Secure names for bit-strings," In *Proceedings of the 4th ACM Conference on Computer and Communications Security*, Zurich Switzerland, Apr. 1997, pp. 28-35.
- [7] S. Lee and M. Chung, "A Study on 'Platform'

e-Government for Reducing the digital divide in a Multicultural Society of S. Korea," *J. of Digital Convergence*, vol. 12, no. 1, 2014, pp. 1-12.

- [8] S. Lee and H. Yoon, "The Study on Strategy of National Information for Electronic Government of S. Korea with Public Data analysed by the Application of Scenario Planning," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 7, no. 6, 2012, pp. 1259-1273.
- [9] Hyun Sim, "A study on digital content copyright management and verification platform using blockchain" *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 17, no. 1, 2022, pp. 193-200.
- [10] Sang-Yun Lee, Hong-Joo Yoon, "A Study on the 4th Industrial Revolution and E-Government Security Strategy -In Terms of the Cyber Security Technology of Intelligent Government-", *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 14, no. 1, 2019, pp. 369-376.
- [11] S. Lee, "The study of Internet Electronic Voting of S. Korea with Spatial Information System analysed by the Application of Scenario Planning," *J. of Korea Technology Innovation Society*, vol. 15, no. 3, 2012, pp. 604-626.
- [12] S. Lee, "A Study on Technology Policy with Spatial Information System of S. Korea Analysed by the Application of Scenario Planning," *J. of Korea Technology Innovation Society*, vol. 16, no. 1, 2013, pp. 130-155.

저자 소개



김건일(Gun-II Kim)

2002년 동신대학교 컴퓨터학과 졸업(이학사)
2009년 동신대학교 대학원 컴퓨터학과 재학

2022년~현재 동신대학교 인공지능전공(석사과정)
※ 관심분야 : 영상인식



정양권(Yang-Kwon Jeong)

1988년 조선대학교 대학원 졸업(공학석사)
1996년 조선대학교 대학원 졸업(공학박사)

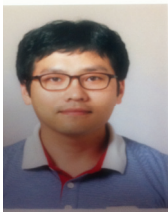
1989년~현재 동신대학교 컴퓨터공학과 재직
※ 관심분야 : 범죄현장스케치



김용식(Yong-Sik Kim)

2003년 조선대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)
2013년 동신대학교 대학원 컴퓨터학과 졸업(이학석사)

2013년~현재 동신대학교 인공지능전공(박사과정)
※ 관심분야 : 영상인식



김진석(Jin-Suk Kim)

2003년 조선대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)
2010년 동신대학교 대학원 컴퓨터학과 졸업(이학석사)

2015년~현재 동신대학교 인공지능전공(박사과정)
※ 관심분야 : 영상인식

