태양광 에너지를 활용한 블록체인 기반 P2P 이웃간 전력 거래 설계

김신*, 오가인**, 정경량**, 김효나**, 박성혜*** 박철훈****
*한국교통대학교 항공기계설계전공
**전남대학교 전자정보통신공학전공
***전남대학교 소프트웨어공학전공
****아이존과학연구소
e-mail : rlatlsshwkd@gmail.com

Blockchain-based P2P Neighborhood Power Transactions Using Solar Energynt

Kim Shin*, Oh Ga In**, Jung Kyung Lyang**, Kim Hyo Na**, Park Seong Hye***
*Department of Aeronautical & Mechanical Design Engineering. Korea National University of Transportation
** Department of Electronic & Communication Engineering, Chonnam National University
*** Department of Software Engineering, Chonnam National University

요 약

국내 에너지 생산량의 고갈과 더불어 태양열, 풍력 등이 지속적 가능한 신재생 대체 에너지로 떠오르는 것과 더불어 가정에서 직접 전력을 생산하는 전력생산시스템이 주목을 받고 있다. 이를 위한 정부의 정책으로 태양광 패널을 이용하여 전력을 생산하고 이를 이웃 간의 전력 거래를 할 수 있는 실증사업을 실시하였다. 본 논문에서는 이 실증 사업에서 보안성과 안정성을 높이고 빠른 거래가 가능한 블록체인 기반 P2P 전자거래 시스템을 설계하고, 이를 통해 신재생 에너지 거래 시스템 개발 기술의 기술 사업화 과정에서 발생할 수 있는 경제적 리스크를 최소화할 수 있는 기틀을 마련한다.

1. 서론

블록체인은 차세대 네트워크 보안기술 중 하나로(P2P peer to peer)로 거래할 수 있는 디지털 통화를 만들기 위해 등장한 분산원장 기술이다. 분산 원장에 거래기록(트랙잭션)을 블록형태로 담아 사슬처럼 연결해 저장하는데 이 구조를 보고 블록체인이라 불린다. [1]

블록체인에 참여하는 컴퓨터를 노드라 불리고 노드는 P2P 네트워크 안에서 거래기록이 올바른지에 대한 검증하는 과정을 거쳐 기여를 입증하고 보상으로 코인을 받는다. 이 방식은 합의를 통한 알고리즘으로 이루어져 있으며 블록체인의 참여 제한 범위에 따라 퍼블릭 블록체인 프라이빗 블록체인으로 나누어진다. 블록체인은 참여자 모두 원장을 분산 보관하면서 거래에 관한 내역들을 공동으로 기록하고 관리하는 네트워크 기술로 거래를 감시하는 제 3자의 비 개입으로 인한 거래비용 감소와 데이터 위변조 방지가 장점이며, 다양한 산업과 결합하여 효율성을 높이고 새로운 경제적 가치 창출 가능이 가능하다. 이러한 블록체인의 장점을 들어 정부에서 다양한 산업과 결합하여 새로운 경제적 가치 창출을 만들고 효율성을 높이는 시도를 하고 있다.

국내 에너지 생산량의 21.3%를 차지하고 있던 화석연료가 최소 50년 안에 고갈될 것으로 전망됨에 따라 태양열, 풍력 등 지속 가능한 신재생 에너지가 대체 에너지로 떠오르는 것과 더불어 가정에서 직접 전력을 생산하는 전력생산시스템이 주목을 받고 있다. 이에 정부는 2035년까지 신·재생에너지 보급률을 11%까지 확대하고, 경제성·입지 규제·보급여건 등 공급가능 잠재량을 종합적으로 고려하여 기술개발 및 보급지원 적극 추진하는 정책을 내놓았고, 2016년 한국전력공사에서 태양광 패널에서 전력을 생산하는 프로슈머 가정이 이웃 간의 전력거래를 할 수 있는 실증사업을 실시한다고 발표했다. [2]

본 논문에서는 에너지 관련 실증사업에서 한전의 중간개입과정 없이도 보안성과 안전성을 높이고 빠른 거래가 가능한 블록체인 기반 P2P 전자거래 시스템을 설계한다. 이를 통해 신재생 에너지 거래 시스템 개발 기술의 사업화 과정에서 발생할 수 있는 경제적 리스크를 최소화할 수 있는 기틀을 마련한다.

2. 사용된 기술력의 요소

2.1 이더리움 블록체인

이더리움은 코드로 작성한 비가역적인 스마트계약(스마트 컨트랙트)을 배포할 수 있는 블록체인 플랫폼이다. C++, Go, Python등 언어로 클라이언트가 구성되어 있고,

전 세계 노드가 참가하는 공개된 메인 네트워크와 작성한 스마트 컨트랙트를 테스트해 보기 위한 테스트 네트워크로 나누어져 있다. 테스트 네트워크는 공개적으로 모든 네트워크에서 참여 테스트 가능한 네트워크와 개인이 채굴난이도, 알고리즘을 설정해 직접 구축이 가능한 사설 네트워크망으로 구분되어 진다. [3]

2.2 스마트 컨트랙트(Smart Contract)

스마트 컨트랙트는 Nick Szabo가 1994년 최초 제안한 개념이다. 기존 계약서(Contract)는 서면으로 되어있어 계약 조건을 이행하려면 실제 사람이 계약서대로 수행을 해야 하지만, 디지털 명령어로 계약을 작성하면 조건에 따라 계약 내용을 자동으로 실행할 수 있다고 주장하였다. [4] 디지털로 된 계약서는 조건에 따른 계약 결과가 명확하고, 계약 내용을 즉각 이행할 수 있다. 각자의 자산이 연결된 디지털로 양자 합의를 하고 계약서를 작성하고 실행하기로 한다면 계약을 이행하는데 복잡한 프로세스를 간소화 될 것이다. 그러나 디지털로 된 자료들은 쉽게 복사되고 조작이 쉬워 1994년에 제안한 스마트 컨트랙트는 개념으로만 존재하고 구체적인 서비스에 이용될 수 없었다.

2.3 geth (이더리움 클라이언트)

이더리움 클라이언트중 하나로 Go언어로 구현한 CLI(Command Line Interface) 기반 메인 이더리움 클라이언트이다. 블록의 특징과 채굴난이도를 조정해 사설 네트워크를 만들 수 있으며, 이더리움 블록체인에 참여하는 계정을 만드는 기능을 가지고 있다. geth는 HTTP 최상단에 위치한 json RPC, 웹소캣 또는 IPC 전송을 통해 이더리움 네트워크에 접근할 수 있는 게이트 웨이로도 사용된다. [5]

2.4 truffle

이더리움 기반 Dapp 개발용 프레임워크로 truffle 콘솔상에서 스마트 컨트랙트를 작성하고 테스트하는 툴이다. node.js 기반 웹 어플리케이션과 스마트 컨트랙트을 연결시키고 사용할 블록체인 네트워크에 배포 테스트하는데 사용된다.

2.5 metamask

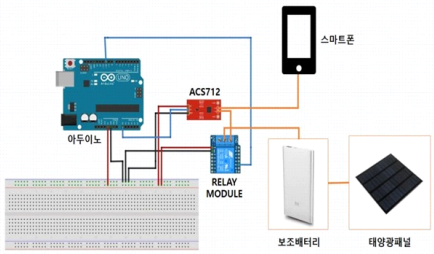
메타마스크는 구글 크롬 웹브라우저에서 플러그인 방식으로 사용하는 크롬 확장 프로그램이자, 이더리움을 보유하고 송금 및 관리할 수 있는 암호 화폐 지갑이다. 메타마스크 지갑에서 Test할 계정을 연결 할 수 있고 스마트 컨트랙트로 거래시 거래 관련 UI를 제공한다.

2.6 AWS EC2

AWS EC2는 Amazon Elastic Compute Cloud의 약자로 크기 조정이 가능한 컴퓨팅 파워를 클라우드에서 제공하는 웹 서비스이다. OS 환경과 컴퓨팅파워를 조정해 원하는 만큼의 노드를 만들어 낼 수 있고, 이 노드로 블록체인 시스템을 테스트할 수 있다

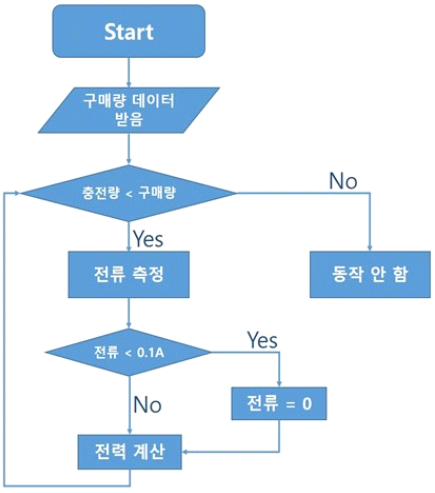
3. 스마트 미터기 및 전력 거래 설계

본 시스템에서 아두이노와 전류측정센서를 활용하여 태양광 패널을 통한 태양광 에너지를 송신할 수 있도록 스마트 미터기를 제작하였다. 태양광 패널로 전력을 생산하면 편의성을 위해 보조배터리에 에너지를 저장하고 전류측정 센서와 릴레이모듈로 전류량을 확인한다. 이후 시리얼 통신을 활용하여 아두이노에서 측정한 값을 라즈베리파이에 전송하게 되고 라즈베리파이에서 웹 소캣을 활용해 node.js와 연결하고 값을 주고 받게 된다. 프로그램은 C++ 언어와 Arduino Sketch를 이용해 코드를 구성하고, 파이썬 언어와 라즈비안에서 라즈베리파이에서 제어할 프로그램을 구성한다.

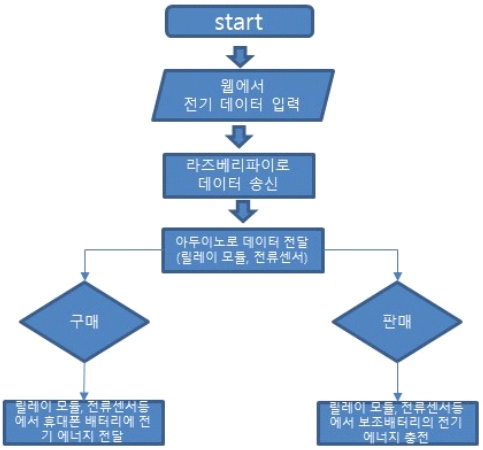


센서 종류	연결 핀	설명
ACS712	GND	아두이노의 GND에 연결
	VCC	아두이노의 5V에 연결
	OUT	(아날로그) 아두이노 A0 핀에 연결
Relay module	VCC	아두이노의 5V에 연결
	GND	아두이노의 GND에 연결
	IN1	(디지털) 아두이노 10번 핀에 연결

(그림 1. HW 설계 회로도)



(그림 2. 아두이노 동작 과정)



(그림 3. 전력거래 동작과정)

4. 블록체인 환경 구축과 Dapp 개발

Dapp(Decentralized application)이란 공개되고 탈중앙화된 peer to peer 기반 서비스 위에 제공되는 웹 애플리케이션을 말하며 스마트 컨트랙트와 웹 사용자 인터페이스로 최소 구성되어 있다.[6] 본 시스템에서는 두 개의 우분투 기반 EC2를 실행시켜 블록체인을 구축하고 노드간의 접근허용과 통신을 테스트한다. 이후 truffle 개발 프레임워크를 통해 스마트 컨트랙트를 작성, 컴파일하고 테스트한다. truffle 틀 안에서 node.js기반 웹 어플리케이션를 만들어 스마트 컨트랙트와 통신시키고, 웹에서 스마트 컨트랙트가 실행 될 때 연결된 metamask 지갑 UI 실행되며, 거래가 시작된다. 이후 두 개의AWS EC2에서 트랜잭션 검증활동을 하게 되고, 블록체인을 모니터링하면서 트랜잭션이 담기는지 확인한다.

4.1 블록체인 노드생성과 사설 네트워크망 구축

AWS에서 블록체인 노드의 역할을 할 우분투 기반의 2개의 EC2를 생성한다. 첫 번째 EC2에서 geth를 클론, 빌드한뒤 geth 내에 설치되어 있는 puppeth이란 툴로 채굴난이도, 블록체인의 종류를 설정해 블록체인을 네트워크를 구축하고.Genesis파일을 생성한다. 이후 geth 명령어를 통해 블록체인망에 사용할 Test 계정을 생성하고. 계정 중 블록을 생성하는 sealer 계정을 지정한다. 이후 두 번째 EC2의 ssh인증키를 블록체인네트워크를 구축한 노드에 인증시켜 사설 블록체인망의 블록생성과 계정의 트랜잭션을 같이 모니터링 할 수 있게 접근권한을 준다.

4.2 truffle을 통한 스마트컨트랙트 웹서버 개발

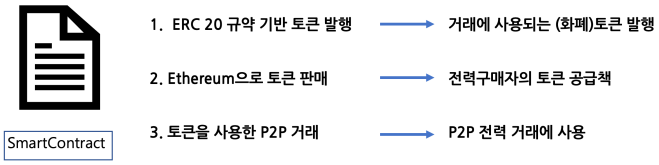
스마트 컨트랙트를 작성 및 테스트하기 위해 truffle 프레임워크를 사용한다. truffle 콘솔 화면에서 컨트랙트를 컴파일하고, json 파일 형태로 web3.js 라이브러리를 통하여 스마트 컨트랙트와 웹 어플리케이션을 연결시킨다. 이후 연결된 스마트 컨트랙트 코드가 제대로 배포되는지 구축한 블록체인의 포트를 연결하고 배포한다.

4.3 metamask 지갑과 연동 거래 처리 과정

크롬의 plugin인 메타마스크에서 사용자 정의 RPC 블록체인의 ip주소와 연결시킨다. 웹에서 전력구매를 눌렀을 때 메타마스크지갑에서 거래를 위한 UI창이 자동으로 실행되고, 거래에 성공하면 거래내역이 구축한 사설 블록체인에 담기게 된다.

5. P2P 전력거래 트랜잭션과 스마트 컨트랙트

트랜잭션이란 계정에 의해 서명된 메시지이자, 거래내역 혹은 실행내역을 나타낸다. 작성한 스마트컨트랙트를 컴파일하고. 컨트랙트 생성 트랜잭션을 사용해 블록체인에 배포를 하게되면 이 트랜잭션은 고유한 트랜잭션 생성 주소, 0x0로 전송되고, 이 스마트 컨트랙트 주소는 이더리움 주소로 식별된다. 이 주소는 트랜잭션에서 수신자로 사용되거나 혹은 컨트랙트에 자금을 보내거나 컨트랙트 함수를 호출하는데 사용할 수 있다.[6] 본 논문에서 작성한 스마트컨트랙트는 3가지 주요 기능을 가지고 있다.스마트 컨트랙트 배포가 되면 이더리움 주소를 갖는 동시에 첫 번째 토큰발행 기능이 자동으로 실행하게 되고. 이후 Dapp에서 구매자의 동작에 따라 주요 기능들이 실행된다.

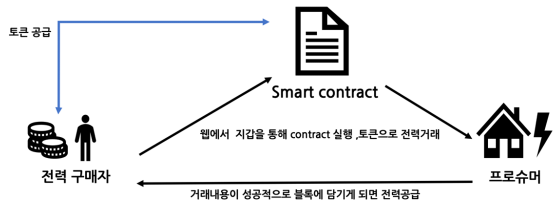


(그림 4. 사용된 스마트컨트랙트 기능)

5. 전력거래 Dapp 서비스 이용 과정

본 시스템의 P2P 전력거래 과정은 다음과 같다. 먼저 Dapp개발자가 스마트 컨트랙트를 배포한다.배포에 성공한 스마트 컨트랙트는 고유의 이더리움 주소를 갖게 되고 작성된 코드에 따라 ERC20 기반 전력거래용 토큰을 발행하게 된다. 전력 구매자는 메타마스크에 접속해 스마트 컨트랙트 주소로 ether 코인을 보내게 되면 스마트 컨트랙트로부터 토큰을 공급받게 된다. 이후 공급 받은 토큰으로 Dapp에서 프로슈머와 p2p 전력거래를 시작하고 Dapp에서 구매버튼을 누르면 스마트 컨트랙트에 적힌 함수가 호출되어 메타마스크UI 실행되고 전력거래가 진행된다. 메타

마스크에서 컨트랙트의 거래가 성공적으로 이루어지면 거래 트랜잭션은 pendding상태가 되고 블록체인 노드들이 거래가 올바른지 검증을 기다리게 된다. 이후 노드들의 검증 활동을 통해 거래가 올바르다고 판단되면 pendding상태가 끝나고 블록체인에 트랜잭션기록이 담기게 되고 프로슈머의 전력이 구매자에게 전송된다.



(그림 5. Smart contract를 통한 전력거래 과정)

6. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 신재생 에너지인 태양광을 이용한 P2P 거래 시스템의 기술적인 요소에 대해서 조사하고, 아두이노와 라즈베리파이를 이용하여 스마트 미터기 설계하고 이를 통하여 배출되는 에너지를 이용한 전력 거래를 블록체인 기반으로 설계하였다.

노드수의 확장과 블록체인 기술력을 향상시킨 시스템을 활용하여 마이크로 그리드를 공유하는 하나의 지역 내에서 뿐 아니라 지역을 넘어선 거래와의 확장도 가능할 것으로 예상한다.

향후 연구에서는 IoT 기술력과 융합한 스마트 컨트랙트에 연구로 사람의 개입 없이 사물들간의 실시간 자율적인 협업을 할 수 있는 시스템을 강구해 봐야 할 것이다.

참고문헌

[1] 박찬국, 정 민, 민해경, 심주형, “블록체인,에너지 부문기회와 과제”, 에너지경제연구원 수시연구 보고서, pp.5-17, 201

[2] 산업통상자원부, “프로슈머 이웃간 전력거래 실증사업 실시”, 보도자료, 2016.3.11.

[3] Ethereum Whitepaper, https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper

[4] 김인경, “스마트 계약”, https://www.bloter.net/archives/301589, pages 34-41, 2018

[5] https://blockcahin.tistory.com/2 [RyangGyouKim

[6] Andreas M. Antonopoulos, Gavin Wood, 박성훈(역), 류길성(역), 강동욱(역) “마스터링 이더리움 스마트컨트랙트 및 Dapp구축하기”, pp.12, 124-143, 2019

본 논문은 과학기술정보통신부
정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한
ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.