

# 블록체인을 활용한 농업기계 등록 관리 시스템의 설계

## Design of Management System for Registering Agricultural Machine Using Blockchain

손용범, 김영학  
금오공과대학교 컴퓨터공학과

Yong-Bum Son(sonyb@kumoh.ac.kr), Young-Hak Kim(kimyh@kumoh.ac.kr)

### 요약

4차 산업혁명의 기술을 통해 농업기계는 점차 지능화되고 있으며, 기계의 발달로 인해 전반적인 농가 인력 역할을 기계가 대체하고 있다. 하지만 농업기계 사용 부주의로 인한 안전사고와 보관의 어려움으로 도난사건이 매년 증가하고 있다. 농업기계는 자동차와 달리 사건, 사고내역을 관리하지 않기 때문에 범죄에 이용되기도 한다. 또한, 농업기계에 이슈가 발생하면 대처 할 수 있는 방법이 없다. 본 논문에서는 농업기계 구입과 동시에 차대번호를 등록하여 해당 농업기계의 이력을 관리할 수 있는 블록체인 기반의 시스템을 제안한다. 본 시스템에서는 소유주의 농업기계에 대한 사고 및 수리 내역정보를 담고 있기 때문에 도난사고가 발생해도 역추적이 가능하고, 추후 중고 시장에서 거래를 할 때 본 시스템의 조회를 통해 구매자들에게 신뢰할 수 있는 자료를 제공하여 안전한 거래를 할 수 있게 해준다.

■ 중심어 : | 블록체인 | 비트코인 | 농업기계 | 차대번호 | 관리 시스템 |

### Abstract

Through the technology of the 4th industrial revolution, agricultural machinery is becoming increasingly intelligent, and the machine is replacing the role of farmer manpower as a whole. However, safety accidents caused by careless use of agricultural machines and theft accidents due to the difficulty of keeping them are increasing every year. Because agricultural machines do not manage the history of events and accidents unlike automobiles, they are often used for crime. There is also no way to cope with the issues if there happens issues on agricultural machines. In this paper, we propose the system based on block chain which can manage the history of the agricultural machinery by registering the chassis number at the same time when purchasing the agricultural machinery. Since this system contains the history of accident and repair information about the owner's agricultural machinery, it is possible to trace back even if a theft occurs. The proposed system also allows buyers to secure transactions by providing reliable data through inquiry of this system when trading in the secondary market in the future.

■ keyword : | Blockchain | Bitcoin | Agricultural Machinery | Chassis Number | Management System |

\* 본 연구는 금오공과대학교 학술연구비로 수행되었습니다.(2018-104-078)

접수일자 : 2019년 07월 22일

심사완료일 : 2019년 12월 23일

수정일자 : 2019년 11월 15일

교신저자 : 김영학, e-mail : kimyh@kumoh.ac.kr

## I. 서론

최근 정부가 혁신성장을 강조하며 그 일환으로 4차 산업혁명에 기반을 둔 8대 선도 사업으로 농업부문의 스마트팜 사업을 포함하여 자동차, 드론, 에너지 신산업, 바이오 헬스, 스마트공장, 스마트 시티, 핀테크 등을 지정하였다. 스마트 팜 사업은 농촌인구 감소와 고령화에 따른 인력 부족, 기후변화에 따른 작부체계의 변화와 병해충 증가 등으로 인하여 어려움을 겪고 있는 우리 농업의 생산방식에 4차 산업혁명의 기반이 되는 기술을 적용하여 생산성을 높이고 농산물의 품질을 향상시키는 등 농산업 전반의 효율화에 기여할 것으로 예상되며, 이를 통한 농업경쟁력 제고로 세계화에 따른 시장개방 압력에 대응할 수 있을 것으로 여겨지고 있다 [1].

농가 인구의 감소로 농업기계는 대형화되고 편리한 기계에 대한 요구도가 높아지고 있다. 특히 산업분야에서 다양하고 우수한 성능을 가진 센서와 액추에이터가 개발되면서 농업 자동화 기술에 그 활용성이 높고 있으며 이를 통하여 농업 생산성을 높이고 노동력 투입을 줄이는 스마트 농업으로 빠르게 전개되고 있다[2].

농업기계의 사전 관리를 통한 생산성 향상과 사고방지를 위하여 ICT 기술이 융합된 농업기계 관리 기술의 개발이 활발히 진행되고 있다. 글로벌 농업기계 회사들에서는 트랙터와 콤파인 그리고 이앙기 등에 ICT 기술을 결합하여 원격 모니터링과 진단, 엔진 활용 및 연료 소비량, 배터리 관리 그리고 소모품 교체와 정기점검 관리 서비스 등을 지원하고 있다. 농업기계의 상태에 이상이 감지되면 운전자와 관제센터에 실시간으로 통보하며, 위치정보를 제공하여 도난방지와 작업 현황의 모니터링 서비스를 제공하고 있다[3].

우리나라의 농업노동력 부족 현상이 심화되고 농촌 노임의 상승을 초래하여 여기에 대비하여 국가적 차원의 적극적인 농업기계 생산·공급·이용에 대한 정책을 실시하여 기계화 농업이 실현되고, 많은 종류의 농업기계를 구입·이용하게 되었다. 이에 따라 농업 생산성은 크게 향상되었지만 영농규모 확대의 한계점에 도달한 상황에서 농업기계의 대형화·고성능화로 인하여 농업기계 소유비용 및 이용비용 상승에 따른 경제적 부담이

지속적으로 증가하는 결과를 초래하였다[4].

도로에서 운행이 가능한 농업기계(농업용 트랙터, 콤파인, 이앙기, 경운기 등)는 2015년을 기준으로 약 120만대 수준으로 최근 5년간 매년 400건 이상의 농업기계 교통사고가 발생하고 있다[5]. 또한, 고가의 농업기계는 개인 농가의 자산이지만, 농업기계 대형화와 보관장소 부족으로 인해 관리가 쉽지 않다. 농번기에 사용 후 도로 옆과 한적한 곳에 관리하거나 방치하는 농업기계는 도난위험과 부품추출에 노출되어 끊임없이 사고가 발생하고 있다.

최근 스마트 팜과 농업분야에도 블록체인[6] 기반의 연구가 활발하게 진행되고 있다. 하지만 농업분야의 농업기계 등록 관리는 현재 블록체인 기술을 통해 적용되지 않고 있다. 본 논문에서는 농업기계를 구입과 동시에 차대번호를 블록체인 기반 시스템에 등록하여 사고 이력을 관리할 수 있는 블록체인 기반의 관리 시스템을 제안한다.

중앙관리 시스템의 경우 농업기계의 정비내역 데이터는 DB에 저장된다. 농업기계 소유주와 정비업체에서 관리자 권한으로 데이터의 악의적인 접근 및 조작이 가능하다. 현재 시스템에서는 허위 정비 이력과 도난에 관련된 검증 절차가 미흡하며, 감시체계 허점을 의도적으로 악용한 사례들을 보완하고자 블록체인 기술을 적용한다. 블록체인 기술을 통해 정비내역을 관리하게 되면 데이터가 암호화 기술을 통해 분산저장 되고 투명성을 보장함으로써 데이터를 신뢰 할 수 있게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 배경 및 관련 연구에 대해서 설명한다. 3장에서는 블록체인을 이용한 농업기계 등록 관리 시스템의 설계에 대해서 소개한다. 4장은 실험 및 성능 평가를 수행하고, 5장에서는 본 논문에 대한 결론을 제시한다.

## II. 배경 및 관련 연구

### 1. 배경

제안된 농업기계 관리제도 도입 방안 가운데 농업기계 등록제는 농업인의 재산권 행사 가능, 손실 발생 시 소유자 증명이 가능해져 농업인의 피해 방지는 물론,

정확한 농업기계 통계 구축이 가능하여 정책 추진의 효율성 도모와 함께 면세유 절감 효과를 얻을 수 있는 장점이 있다. 그럼에도 불구하고 농업인의 취득세 및 등록세 지불 시 총 27억 9,610만원이 소요될 뿐만 아니라 등록 업무를 위해 최소한 연간 27억 1,520만원이 필요할 것으로 추정되는 등 막대한 비용이 발생될 것으로 예상된다[7].

농업기계 등록제를 찬성하는 국가들은 미국과 일본, 특히 농업 후진국으로 치부되고 있는 중국 또한 등록제를 시행하고 있다. 등록제가 새로운 규제라는 잘못된 인식의 결과로 시행되지 못한 부분을 지적하고, 우선 트랙터만이라도 등록과 함께 보험에 의무적으로 가입하도록 하고 농민 스스로 재산권 보호라는 인식의 전환이 필요하다[8].

국내 농가의 고령화와 인력 부족으로 농업기계는 농번기에 전반적인 역할을 한다. 농업기계는 트랙터, 이앙기, 콤팩트 등 여러 종류가 있으며 점차 지능화되어 편리하고 농가의 부족한 인력을 대신하여 수익을 높이고 있다. 고가의 기계로 개인 자산이지만 농업기계 대형화, 사용 목적별로 1대 이상의 보유수량, 정부지원 한계로 농업기계 보관장고는 한정적이며, 그로인해 보관 및 관리가 쉽지 않다. 농번기에 사용 후 도로 옆과 한적한 곳에 관리하거나 방치하는 농업기계는 도난의 위험과 부품추출에 노출이 되어 끊임없이 사건이 발생하고 있다. 현재는 농업기계의 차대번호로 등록되어 관리가 되지 않아 피해가 발생을 해도 추적할 수 없다. 특히 중고시장과 같은 개인 거래로 수익을 올리는 악용 범죄가 해마다 발생한다. 현재 어떠한 제도나 장치가 마련되어 있지 않아 피해를 받은 농가에서는 어떤 피해보상을 받을 수 없고 사고접수를 받은 경찰에서 조차 마땅한 대안이 없다. 현재 출시되고 있는 농업기계 같은 경우 [그림 1]과 같이 자동차와 같은 번호판이 부착되어 있으며 관리가 필요하다.



그림 1. 농업기계(트랙터) 번호판

## 2. 농업기계 거래 시스템

고가의 농업기계는 개인 소유로 농가에서 구입하기는 부담이 따른다. 차선책으로 임대사업과 중고 농업기계를 선택하게 된다. 출사가격 대비 비교적 저렴한 가격에 구입 할 수 있는 중고 농업기계는 개인 농가에서 많이 이용하지만 농업기계의 정확한 정보를 제공받지 못해 피해 사례 또한 속출하고 있다. 개인 소유의 농업기계는 자동차처럼 등록증이 없다. 고가의 자산임에도 불구하고 기계의 결함이나 고장으로 인한 정비내역, 사고 이력들을 확인하거나 조회 또한 불가능하다. 농업기계의 잘못된 정비, 사고 이력으로 중고시장에서 거래가 이뤄질 때 정보를 허위작성으로 피해를 보는 사례가 빈번히 발생하고 있다. 현재 중고 거래 시스템은 농업기계의 정비에 관한 정확한 정보를 확인할 수 없고, 개인과 중고판매처의 사진과 텍스트, 간단한 시운전의 정보 제공만으로 구입한다. 또한, 문제가 발생해도 안전장치가 마련되어 있지 않아 피해는 농가의 구매자가 고스란히 안아야 한다.

현재 중고 농업기계 거래 시스템은 웹 사이트를 통해 운영되고 있으며, 운영 형태는 두 형태로 분류된다. 먼저, 농업기계 수리업체 같은 경우 중고 및 고장난 농업기계를 저비용으로 인수해서 수리를 통해 판매하는 경우와 개인이 농업기계를 직접 거래 시스템에 등록하는 형태로 구분한다. 현재 운영 중인 중고 농업기계 거래 시스템은 결제대금예치제도를 활용하여 거래 후 물품을 받지 못하는 경우를 방지하고자 적용하고 있다. 구매인은 판매인에게 결제금액을 직접 이체하지 않고, 중고 농업기계 거래 시스템 계좌에 입금하고, 판매인은 거래 시스템 입금 내역을 확인 후 물품을 구매인에게

공급한다. 구매인으로 부터 물품 확인 후 판매인에게 거래 시스템은 수수료 1~5%를 차감하고 물품 대금을 송금하게 된다.

### 3. 블록체인 응용

농촌인구 감소와 고령화로 인해 부족한 일손 문제를 해결하기 위해 정부에서는 농업기계 임대사업을 추진해 왔다. 고가의 농업기계를 경작자가 구입하지 않고, 지자체에서 시행하는 농업기계 임대사업을 통해 사용할 수 있어 큰 비용을 절감할 수 있다. 하지만 정부 지원의 한계와 농번기에만 과다 사용되는 농업기계는 한정된 자원으로 인해 경작자가 필요한 시점에 사용할 수 없어 제철 작물 시기를 놓치는 문제점이 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 이전 연구[9]에서는 블록체인 기술을 이용하여 개인 소유의 농업기계를 경작자에게 임대 가능한 분산 시스템을 제시하였다.

블록체인의 PoW[10] 알고리즘을 구성하는 하나의 블록 헤더(Block Header)에는 Merkle Root, Previous Block Hash, Version, Time, Bits, Nonce 6가지 정보로 구성된다. 이때 Nonce 값을 제외한 요소들은 블록 해시(Block Hash)를 만드는 시점에서 값이 정해져 있다. Nonce 값은 확정되어 있지 않고, 채굴(mining)을 할 때 0부터 1씩 증가시켜 조건을 만족하는 해시 값을 찾아내는 역할을 한다. 이전 연구에서는 PoW 알고리즘에서 채굴을 할 때 사용하는 Bits 대신 Wallet Address로, Nonce 대신 Transaction count(거래 횟수)로 대체하였다. 복잡한 계산 작업인 채굴 과정을 생략하고 블록생성 시간을 단축시키고자 하였다. 또한, 안전한 결제 방식으로 신뢰할 수 있고 임대 수익은 경작자에게 지불함으로써 농가 수익을 올릴 수 있는 방안을 제시하였다[9].

## III. 블록체인을 이용한 농업기계 등록 관리 시스템의 설계

### 1. 시스템 개요

농업기계 등록 제도는 농업인의 재산권 보호, 도난사고 발생 시 소유자 증명이 가능하여 농업인의 피해를

방지할 수 있다. 그럼에도 불구하고 농업인의 취득세 및 등록세 지불 부담으로 농가의 개개인과 농업기계 대리점에서 반대로 인해 수행되지 못하고 있는 실정이다. 본 논문에서는 농업인의 취득세 및 등록세 부담을 없애고, 신규 및 중고 농업기계를 구입과 동시에 의무적으로 차대번호를 등록하여, 모든 사고 및 정비내역을 관리할 수 있는 블록체인 기반의 등록 관리 시스템을 제안한다.

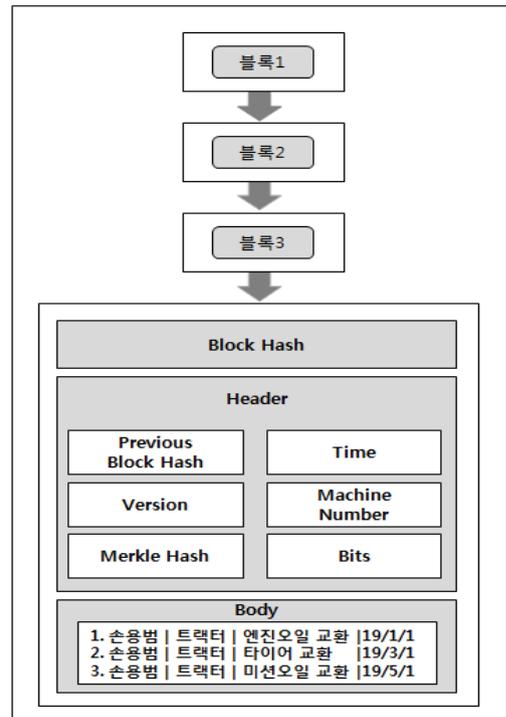


그림 2. 블록체인 구조도

본 시스템의 블록구조는 [그림 2]와 같다. 하나의 블록 헤더에는 Previous Block Hash, Time, Version, Machine Number, Merkle Hash, Bits 로 구성된다. 이때 블록체인 시스템 내부의 노드들이 본인 소유임을 증명한 농업기계(차대번호) 블록이 존재하고, 정비내역 정보를 다음 블록에 등록한다. 각 블록을 연결하는 블록 해시[11]의 값은 SHA-256 알고리즘을 적용한 값으로, 다음 블록의 Previous Block Hash 값이 되며 블록과 블록을 연결하는 체인을 형성하는데 사용된다. 해당 농업기계의 정비내역은 블록의 Body 부분에 수리일

자 별로 채워지고, 이후 도난여부 및 정비내역을 조회하는데 사용된다.

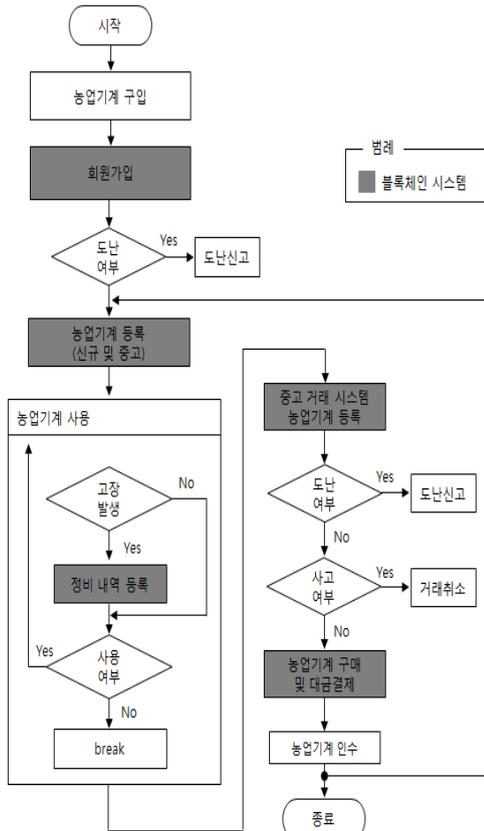


그림 3. 전체 시스템 운영 절차

[그림 3]은 농업기계를 구입과 동시에 회원가입을 통해 차대번호를 블록체인 시스템에 등록하여 관리하는 전체 운영 절차를 보여준다. 신규 및 중고 농업기계를 사용하면서 고장으로 인한 정비내역은 본 시스템의 해당 블록에 등록된다.

## 2. 주요 알고리즘

신규 및 중고 농업기계 구매자는 도난 여부 및 정비내역을 관리하기 위해 구입과 동시에 블록체인 기반 시스템에 등록하여 관리가 필요하다.

Algorithm 1. 농업기계 차대번호 등록

- 입력 : 도난번호, 등록된 차대번호, 새로운 차대번호  
 출력 : 새로 생성된 블록
- 회원이 아닐 경우 본인인증을 거쳐 본 시스템에 회원 등록을 한다.
  - 다음 조건에 따라 차대번호를 블록에 등록한다.
    - 도난번호가 아니고 이미 등록된 차대번호가 아닐 경우 : 차대번호를 새로운 블록에 등록한다.
    - 도난번호가 아니고 이미 등록된 차대번호 일 경우 : 전 소유자의 인증을 거쳐 농업기계의 소유자를 변경한다.
    - 도난번호 일 경우 : 해당 차대번호에 대해 도난 신고를 한다.
  - 등록된 블록은 시스템에 참여한 모든 노드에 전파한다.

그림 4. 농업기계 등록 절차

[그림 4]는 농업기계를 블록체인 시스템에 등록하는 절차를 보여준다. 먼저, 시스템 사용을 위해서 본인인증을 통해 회원가입을 하고, 농업기계의 새로운 차대번호 (Chassis Number)를 등록한다. 블록체인 시스템에서 이미 등록된 농업기계 차대번호의 경우에는 이전 사용자의 인증을 통해 동의를 해주어야 소유주 변경 등록이 가능하다. 블록체인에 등록된 농업기계에 대해서 고장이 발생하는 경우에는 해당 농업기계의 차대번호와 회원 정보가 일치하는 경우 정비내역을 날짜별로 등록 가능하다. 이러한 블록체인의 정보를 사용하여 중고 농업기계의 구입을 희망하는 사용자는 해당 차대번호의 블록에 포함된 정비내역을 확인할 수 있다.

[그림 4]의 Algorithm 1에 의해 회원이 차대번호를 등록하게 되면 차대번호 n의 블록이 새로 생성되어 블록체인이 만들어지고 해당 차대번호에 대한 정비내역이 관리되어 진다.

## Algorithm 2. 농업기계 정비내역 등록 절차

입력 : 이전블록해시, 차대번호, 시간, 버전, 머클해시, 비츠  
출력 : 차대번호에 해당하는 새로운 블록 해시의 생성

1. 농업기계의 고장이 발생할 경우 이전 블록의 정보를 사용하여 새로운 블록을 생성하며 정비내역을 블록에 추가한다.
2. 블록에 정비내역이 새로이 추가됨에 따라 머클해시 값을 다시 계산한다. 해시 값을 생성하기 위해 SHA-256 알고리즘을 사용한다.
  - 2.1 블록에 포함된 정비내역을 인접한 2개씩 묶어 이진트리 방식으로 해시 값을 계산한다.
  - 2.2 이 과정을 마지막 하나의 루트 노드가 될 때까지 반복하며 해시 값을 계산한다. 루트 노드의 값이 최종머클 해시 값이 된다.
3. 이전블록해시, 차대번호, 시간, 버전, 머클해시, 비츠의 헤더 정보를 사용하여 새로운 블록의 해시 값을 계산한다.
4. 새로 생성된 블록과 해시 값을 시스템에 참여하는 모든 사용자(노드)에게 전송한다.
5. 시스템에 참여하는 각 노드는 자신이 가지고 있는 가장 최근 블록과 전송받은 블록의 정보를 사용하여 해시 값을 계산하여 전송된 해시 값과 일치하는지를 비교하여 신뢰성을 검증한다.
6. 신뢰성을 검증한 각 노드는 새로운 블록을 사용하여 블록체인을 구성한다.

그림 5. 농업기계 정비내역 등록 절차

[그림 5]는 하나의 농업기계가 고장으로 인해 정비내역이 추가될 때 정비내역의 등록 및 블록체인이 구성되는 과정을 보여준다. 하나의 차대번호 블록에는 농업기계 정비내역이 기록되고 정비내역이 발생할 때 마다 이전 블록의 정보를 이용하여 새로운 블록을 생성하고 그 블록에 정비내역을 추가한다. 새로 생성된 블록에 정비내역이 추가되면 그 블록의 머클해시 값이 새로이 계산되어야 한다. 본 논문에서 해시 값을 계산하기 위해서 SHA-256 암호화 알고리즘을 사용한다. 새로 생성된 블록에서 머클해시 값이 계산되면 이전블록해시, 차대번호, 시간, 버전, 머클해시, 비츠 등의 값을 사용하여 블록의 해시 값이 계산되어야 한다. 새로 생성된 블록과 블록의 해시 값은 시스템에 참여하는 사용자(노드)에게 전파되고, 각 노드는 자신이 가지고 있는 가장 최근 블록의 정보와 전송받은 블록의 정보를 사용하여 해시 값을 계산하여 새로운 블록의 신뢰성을 검증한다. 각 노드는 신뢰성이 검증되면 새로운 블록을 블록체인에 추가한다.

이러한 방식으로 시스템에 참여하는 모든 사용자에

게 한 농업기계의 정비내역 정보가 분산되어 저장되며 각 사용자는 자신이 가지고 있는 블록체인을 사용하여 상호 신뢰성을 검증할 수 있다. 이를 통해 중고 매매 시 판매자와 구매자는 서로 상승효과를 볼 수 있다. 판매자는 신뢰할 수 있는 정보 제공으로 농업기계는 가치가 상승하고, 구매자는 사고예방을 할 수 있는 안전장치들로 시간을 절약하고 신뢰할 수 있는 농업기계를 구입할 수 있게 된다.

## IV. 실험 및 성능 평가

### 1. 프로토타입 구현

본 연구의 프로토타입 구현을 위해 Go-Ethereum 플랫폼을 사용한다. Go-Ethereum 설치를 통해 로컬 테스트 블록체인 네트워크 환경에서 개발을 진행한다. 실험 환경은 [표 1]과 같다.

스마트 계약은 블록체인에서 동작하는 응용프로그램의 단위다. 스마트 계약을 통해 농업기계 등록 관리 시스템 코드를 작성하고, EVM(Ethereum Virtual Machine) 컴파일러를 통해 EVM 바이트 코드로 만들어 블록체인에 배포한다. 블록체인 네트워크에 참가하는 모든 노드는 같은 블록을 가지고 있기 때문에 모든 노드가 EVM 바이트코드를 보유하고 실행된다[12]. 사용자는 브라우저 등을 통해 블록체인에 접근하고, 농업기계 정비내역 데이터를 관리 가능하다.

표 1. 실험 환경

개발언어	Solidity 0.4.24
개발도구	Remix - Ethereum IDE
네트워크	Go-Ethereum 1.8.22(Geth)
운영체제	Windows 10
하드웨어	Intel(R) Core(TM) i5-2430M CPU 2.4GHz

먼저, 0번째 블록을 저장하기 위해 제네시스 블록(Genesis Block)을 구성한다. 제네시스 블록 초기화를 위해 genesis.json 파일을 만든 후 해쉬 값과 마이닝에 필요한 정보를 [그림 6]과 같이 정의한다.

```
C:\data_testnet>type genesis.json
{
  "config": {
    "chainId": 33,
    "homesteadBlock": 0,
    "eip155Block": 0,
    "eip158Block": 0
  },
  "nonce": "0x0000000000000000",
  "timestamp": "0x0",
  "parentHash": "0x0000000000000000000000000000000000000000",
  "gasLimit": "0x8000000",
  "difficulty": "0x100",
  "mixhash": "0x000000000000000000000000000000000000000000000000",
  "coinbase": "0x3333333333333333333333333333333333333333",
  "alloc": {}
}
```

그림 6. 제네시스 블록(Genesis Block) 구조

농업기계 정비내역 데이터를 블록에 기록하기 위해 계정(주소)을 생성한다. 생성된 계정은 한명의 사용자를 특정하게 되며, 메시지를 수신해 코드를 실행하고 계정에 메시지 전송을 할 수 있다.

스마트 계약 개발 및 컴파일을 편리하게 실행하기 위해 Remix를 통해 결과를 확인한다. [그림 7]의 ① Environment에서 Go-Ethereum의 IP와 Port 번호를 지정해 접속한다. ② Go-Ethereum과 연동되면 주소가 동기화 된다. ③ Go-Ethereum의 주소이며 ②와 연동된 것을 볼 수 있다.

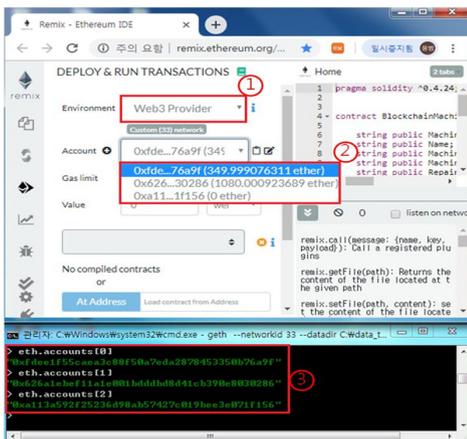


그림 7. Remix와 Go-Ethereum 연동

본 연구에서 제안하는 농업기계 정비내역 데이터를 블록에 기록하기 위해서 Solidity 언어를 사용하였고,

주요 기능은 [그림 8]과 같이 등록과 조회를 구현하였다.

```
pragma solidity ^0.4.24;

contract BlockchainMachine {
    string public MachinNumber; //차대번호
    string public Name; //고객이름
    string public MachineName; //장비명
    string public MachineRepair; //수리내역
    string public RepairDate; //등록일

    // data input function definition
    function setAgriculturalMachineRepair(
        (string _MachinNumber, string _Name,
        string _MachineName, string _MachineRepair,
        string _RepairDate)
    ) public {
        MachinNumber = _MachinNumber;
        Name = _Name;
        MachineName = _MachineName;
        MachineRepair = _MachineRepair;
        RepairDate = _RepairDate;
    }

    // data output function definition
    function getAgriculturalMachineRepair()
    public view returns(string, string, string,
        string, string){
        return(MachinNumber, Name, MachineName,
        MachineRepair, RepairDate);
    }
}
```

그림 8. 농업기계 스마트 계약 소스코드

[그림 9]는 Solidity 소스코드 작성 및 컴파일 완료 후 Deploy를 통해 배포하게 되면 생성한 계정을 통해 농업기계 정비내역 데이터를 입력하고 transact 버튼을 클릭하여 Block에 데이터를 기록한다.

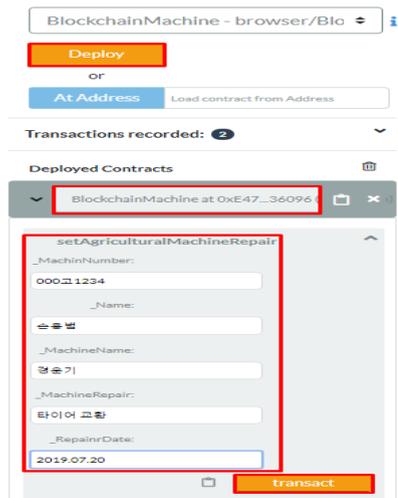


그림 9. 농업기계 데이터 등록화면

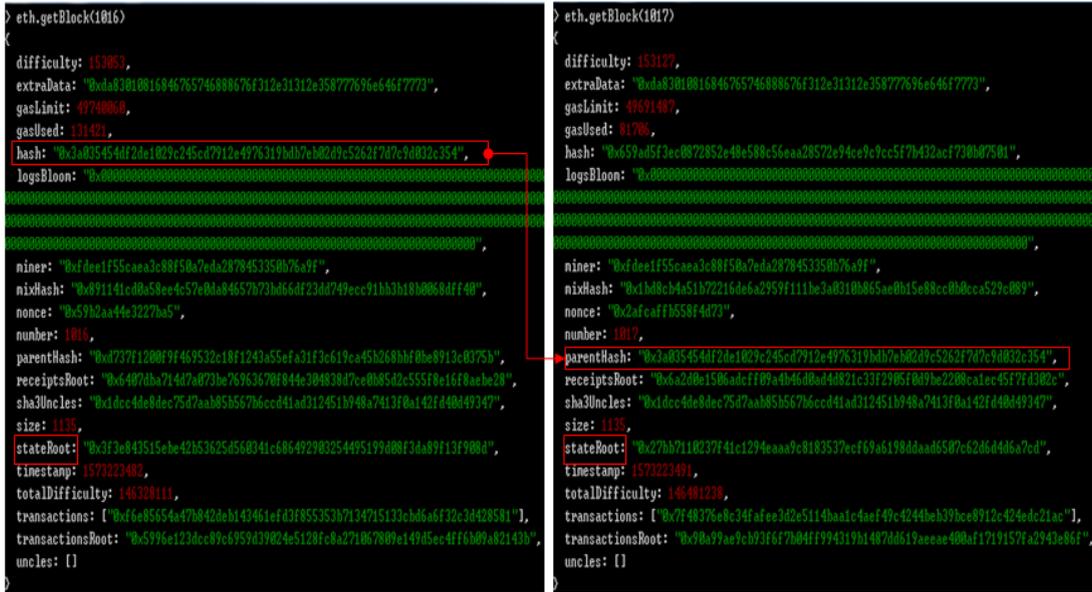


그림 10. 블록 상세 내용

실험을 위해 농업기계 정비내역 두 개의 테스트 데이터(첫 번째 : 000고 1234, 손용범, 경운기, 타이어 교환, 2019.07.20., 두 번째 : 000고 1234, 손용범, 경운기, 엔진오일 교환, 2019.09.25.)를 각 블록(1016, 1017)에 생성된 결과가 [그림 10]과 같다.

이더리움은 블록 크기에 제한이 없고, 키(key)값에 따라 중복저장을 하지 않아 공간 절약을 하며, 계정 정보와 이더 잔액 정보를 상태 트리(Merkle patricia tree)에 저장한다. 상태 트리는 블록 외부에 보관하고 각 블록에는 상태 루트(stateRoot) 노드 값을 저장한다. 이는 블록에 저장한 거래를 기반으로 생성한다. 각 계정 상태를 상태 트리의 각 노드에 넣고 노드의 계정 주소들로 해시 값을 계산하여 상태 트리의 루트 노드 값을 구한다. 상태가 변경되면 루트 노드 값이 변하므로 데이터 조작을 바로 확인할 수 있다[13].

악의적인 사용자가 노드의 데이터를 조작하게 되면 상위 노드들의 해시 값이 변경되기 때문에 위변조를 감지할 수 있게 된다. [그림 10]과 같이 블록(1016)의 해시 값이 다음 블록(1017)의 parentHash(previous Hash) 값과 연결되어 블록체인을 형성함으로써 신뢰할 수 있는 데이터를 조회할 수 있게 된다.

## 2. 성능 평가

본 장에서는 2장의 2에서 다룬 현재의 중앙집중식 농업기계 거래 시스템과 제안된 블록체인 기술 방식의 농업기계 등록 관리 시스템을 비교 분석을 한다.

현재 매대되는 중고 사이트 같은 경우 제 3자인 사이트 중개인을 거쳐서 팔기 때문에 문제가 있는 제품을 싼값에 구매하여 문제 있는 부품만 새 제품으로 바꾸어 관리가 잘 된 제품인 것처럼 판다면 소비자로서는 기존에 문제가 있었는지 알 수 있는 방법이 없다. 실제로 악의적인 의도를 갖고 있는 중개상 중에는 과거에 큰 사고가 났던, 이를테면 침수차량과 같은 과거 이력을 숨기고 소비자에게 파는 행위도 이루어진다. 그러나 본 논문에서 제안한 방법을 사용하면 해당 농업기계에 대한 모든 정비 이력이 블록체인으로 구성된다. 따라서 구매자는 블록체인의 정보를 사용하여 과거 정비 이력을 조회하며 사고 및 그에 따른 정비내역을 상세하게 알 수 있다. 또한, 블록체인의 특성으로 인해 정비내역 조작 등이 어려워 구매자에게 신뢰성 있는 정보를 제공할 수 있다. 중앙 관리 시스템의 경우 과거에 정비내역을 의도적으로 삭제 및 수정이 가능하지만, 본 논문에서 제안한 블록체인의 경우 분산 저장되어 보안 처리되기 때문에 의도적인 조작이 불가능하다.

표 2. 중고 농업기계 거래와 제안기술 방식 비교

	이전방법 (중앙집중식)	제안된 방법 (블록체인 기반)
에이전트	○	X
거래처리비용	높음	낮음
신뢰도	X	○
관리 시스템	X	○
도난 식별	X	○
사고 추적	X	○
안전성	낮음	높음
적합성	△	○

안규황 등[14]은 블록체인을 활용한 자전거 관리 시스템을 제안하고 중앙 관리 시스템과의 비교 평가를 하였다. 본 논문에서도 농업기계에 관한 블록체인을 응용한 직접적인 비교 대상 결과가 없어 기존의 중앙 집중식 관리 시스템과 제안된 시스템의 성능을 비교한다. [표 2]는 중앙 관리 시스템과 제안된 시스템의 비교 결과를 보여준다. 중앙 집중식 관리 시스템의 경우 유지비용이 높을 뿐만 아니라 중앙 서버에서 데이터 조작 등의 보안에 취약하여 신뢰도가 저하되고 도난 및 사고 시에 추적이 어렵다. 블록체인을 적용한 제안된 시스템의 경우 [표 2]에서 보인 것과 같이 분산 방식의 관리로 유지비용이 적고 정비내역의 분산 보관으로 해당 농업기계에 대한 거래 시에 신뢰성을 보장할 수 있다. 또한, 해당 농업기계의 도난 및 사고 시에 블록체인에 의한 거래 및 정비내역을 통하여 모든 사항을 역 추적할 수 있다.

또한, 제안된 시스템은 기존의 중앙 집중식 거래 시스템에 비해 다음과 같은 장점들이 있다. 중앙 집중식 거래 시스템은 중개인을 거쳐 매매가 이뤄지기 때문에 높은 수수료가 발생하고, 제안 시스템에서는 중개인 없이 개별 거래(P2P)가 가능하므로 수수료를 절감할 수 있다. 기존 중앙 집중식 거래 시스템은 중앙 서버에서 관리자의 관리를 통해 시스템이 운영된다. 또한, 중고 매매 시 농업기계의 도난 판별이 어렵고, 정비내역은 판매자와 정비업체와의 악의적인 접근 및 조작이 가능하므로 정비내역 정보의 신뢰성이 낮다. 하지만 제안 시스템에서는 차대번호로 등록되어 관리되기 때문에 도난 농업기계인지 식별이 쉽고, 정비내역은 암호화되어 블록으로 연결된다. 블록체인에 참여한 모든 노드가

관리자가 되기 때문에 운영 및 관리하는 측면에서 우수하다.

## V. 결론

국내 고령화는 빠르게 진행되고 있으며 농업분야는 체감될 정도이다. 또한, 농가 인구 감소로 인력난을 호소하는 난항에 농업기계 역할과 비중은 크다. 농업기계는 점차 지능화되고 대형화로 인해 편리한 수단으로 인력난 해소와 농가 수익을 올리고 있다. 농업기계는 정부에서 시행하고 있는 임대사업을 통해 사용할 수 있고, 개인 소유의 농업기계를 사용하거나 경작자 소유주와 공유를 통해 사용할 수도 있다. 하지만 해마다 농업기계 사고가 증가하며, 관리 소홀로 인해 범 죄에 노출되어 절도사고 또한 빈번히 발생한다.

현재 농업기계와 관련 관리제도 방안을 제시하고 효율성을 강조하고 있지만, 제대로 시행되지 않고 있으며, 정부 지원의 농업기계 보관 창고는 부지와 보조금 한계로 개인 농가에서는 장벽이 높다. 고가의 자산임에도 불구하고 보호받을 수 있는 장치들은 없다. 농업기계의 도난과 정비 및 사고 관련된 정보를 제공하는 장치들이 없어 피해 사건이 발생해도 대처를 할 수 없고 피해는 고스란히 농가 소유주가 안아야 한다.

본 연구에서는 이를 해결하기 위해 블록체인 기술을 이용하여 농업기계 등록 관리 시스템을 제안하였다. 소유주, 차대번호, 사고 및 정비 이력들을 포함하여 농업기계의 정보를 블록체인[15]에 저장함으로써 관리를 하는 방법이다. 농업기계의 출고시점부터 폐차까지 사고 및 정비내역들을 소유주 포함하여 관리하며 언제나 이력을 조회할 수 있다. 또한, 등록된 농업기계는 역추적이 가능하며, 신뢰할 수 있는 농업기계 히스토리를 제공한다. 중고 농업기계 매매 시 허위 이력들로 시간 및 금전적으로 피해를 입는 중고시장의 구매 농가를 줄이고자 한다. 그로인해 중고시장에서는 합리적인 가격에 중고 농업기계 거래, 농업기계 중고 시장의 신뢰 및 활성화, 저비용으로 농가 인력을 대체할 수 있다. 하지만 본 연구의 한계로는 현재 출시되고 있는 농업기계 중 트랙터, 콤파인, 스피드스프레어 3종의 대해서만 자

등차와 같은 번호판이 부착되어 출시되고 있다. 농업기계 제조업체에서는 도난방지 및 본 시스템 사용을 위해서 모든 농업기계에 차대번호가 필요하다.

본 논문에서는 제시한 시스템 설계를 바탕으로 프로토타입을 구현하였다. 향후에는 중고거래 시스템에 관련된 설계 내용을 바탕으로 추가 연구를 진행할 계획이다.

**참 고 문 헌**

[1] 최영찬, 장익훈, “4차 산업혁명시대의 스마트팜,” 한국통신학회지, 제36권, 제3호, pp.9-16, 2019.

[2] 김학진, 김정훈, “자율주행 농기계 기술연구,” 대한기계학회, 제58권, 제4호, pp.42-46, 2018.

[3] 이종화, 김홍식, 두샤오, 김춘희, 차영욱, “농기계관리를 위한 스마트어댑터의 설계와 구현,” 한국정보기술학회 하계종합학술대회, pp.169-172, 2017.

[4] 홍순중, 허윤근, 정선옥, 신승엽, “농업기계 단기임대사업의 효율적 운영을 위한 실태조사 연구,” 농업과학연구소, 제38권, 제3호, pp.583-591, 2011.

[5] 최승현, 이성렬, 장택영, 도명식, “농기계의 등화장치가 운전자의 야간시인성에 미치는 영향,” 한국ITS학회논문지, 제16권, 제4호, pp.25-35, 2017.

[6] S. Nakamoto, “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System,” 2008. [Internet] Available : <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

[7] 박기환, 농업인 관리제도 도입을 통한 효율적인 운영 방안, 농림축산식품부 발간자료, 2011.

[8] <http://www.kamnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=1539>, 2019.06.15.

[9] 손용범, 김영학, “블록체인 기반의 농업기계 공유시스템 설계,” 한국콘텐츠학회논문지, 제18권, 제11호, pp.55-62, 2018.

[10] M. Jakobsson and A. Juels, *Proofs of work and bread pudding protocols*, Secure Information Networks: Communications and Multimedia Security, 1999.

[11] J. Kim, “A Survey of Cryptocurrencies based on Blockchain,” J. of The Korea Society of Computer and Information, Vol.24, No.2,

pp.67-74, 2019.

[12] 와타나베 아츠시, 마츠모토 유타, 니시무라 요시카즈, 시미즈 토시아, *블록체인 애플리케이션 개발 실전 입문*, 위키북스, 2018.

[13] 박경호, *누구나 쉽게 배우는 블록체인 DApp 개발*, 비제이퍼블릭, 2019.

[14] 안규황, 서화정, “블록체인을 활용한 자전거 관리 시스템 구축,” 한국정보통신학회논문지, 제22권, 제8호, pp.1139-1145, 2018.

[15] 김영수, 김영찬, 이병엽, “클라우드 환경에서 프라이빗 블록체인을 이용한 이상 행위 추적 보안 모델,” 한국콘텐츠학회논문지, 제18권, 제11호, pp.475-483, 2018.

**저 자 소 개**

손 용 범(Yong-Bum Son)

정희원



- 2010년 8월 : 금오공과대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 2012년 8월 : 금오공과대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2016년 9월 ~ 현재 : 금오공과대학교 컴퓨터공학과(박사과정)
- 2019년 2월 ~ 현재 : 한국정보보호진흥원 정보보안팀 선임연구원

〈관심분야〉 : 블록체인, 임베디드시스템, 분산처리 등

김 영 학(Young-Hak Kim)

종신회원



- 1984년 2월 : 금오공과대학교 전자공학과(공학사)
- 1989년 2월 : 서강대학교 전자계산학과(공학석사)
- 1997년 8월 : 서강대학교 전자계산학과(공학박사)
- 1999년 3월 ~ 현재 : 금오공과대학교 컴퓨터공학과 교수

〈관심분야〉 : 블록체인, 병렬알고리즘, 분산처리, 임베디드 시스템 등