

프롭테크 도입을 통한 부동산 전자계약시스템 개선에 관한 연구

- 블록체인 기술을 중심으로 -

A Study on the Improvement of Real Estate Electronic Contract System by Introducing PropTech

- Focusing on BlockChain Technology -

이성민¹⁾, 김희준²⁾, 이명훈³⁾, 김재준⁴⁾

Lee, Sung-Min¹⁾ · Kim, Hee-Joon²⁾ · Lee, Myeong-Hun³⁾ · Kim, Jae-Jun⁴⁾

Received June 24, 2021; Received August 10, 2021 / Accepted August 11, 2021

ABSTRACT: Existing real estate markets are monopolized because they are capital intensive and have information asymmetry. However, with the advent of the Fourth Industrial Revolution, technology is converging in various industries based on information technology (IT), and the real estate market is also developing a new field called "PropTech". According to this trend, new PropTech technologies are emerging in various real estate services sectors in Korea, but the electronic contract system, which accounts for the largest portion of the real estate industry, is still cited as a complex identification process and long processing time. Therefore, in this paper, we propose an improvement plan for the current electronic contract system through the introduction of blockchain technology, which is drawing attention with the development of PropTech, and explore the possibility of introduction by producing an experimental model of blockchain-applied electronic contract system in a programming language.

KEYWORDS: Real Estate, Electronic Contract System, PropTech, Blockchain

키워드: 부동산, 전자 계약 시스템, 프롭테크, 블록체인

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

자본 집중적이고 정보의 비대칭성 특징이 강한 부동산 시장에서의 기존 거래 방식은 다양한 문제점들이 존재한다 (Jang, 2020). 첫째, 진입장벽이 높다. 자금조달 능력, 현금보유 등 다양한 이유로 부동산 시장에 새롭게 투자하려는 소비자들에게 진입 장벽이 높다는 인식을 준다. 두 번째는 불투명성이다. 특히 부동산 투자는 탈세, 자금세탁 등을 위한 도구로 사용되기도 한다. 대

표적인 예로 파나마 페이퍼즈 사건은 부동산 산업의 부패를 보여준 사례이다. 세 번째는 거래 속도가 매우 느리다는 것이다 (JUWAI, 2018). 부동산은 거래 방식이 매우 보수적이다. 따라서 거래 프로세스가 지연될 수 있는 요소가 많고, 무산될 가능성 역시 높다(Jang, 2020).

그러나 최근 제4차 산업혁명의 시대가 도래함에 따라 IT기술을 기반으로 다양한 산업분야에서 기술과의 융·복합이 이루어지고 있다. 부동산 분야도 예외는 아니며 빅데이터, 인공지능, 블록체인, 사물인터넷, 클라우드, VR/AR 등의 기술 활용이 가속화됨에 따라

¹⁾ 정회원, 한양대학교 건축공학과 박사과정 (smlee5720@hanyang.ac.kr)

²⁾ 정회원, 한양대학교 도시대학원 도시개발경영전공 박사과정 (kimheejoon@hanyang.ac.kr)

³⁾ 정회원, 한양대학교 도시대학원 교수 (mhlee99@hanyang.ac.kr)

⁴⁾ 정회원, 한양대학교 건축공학부 교수 (jjkim@hanyang.ac.kr) (교신저자)

‘프롭테크(PropTech)’라는 새로운 산업분야를 출범시켰다(Baum, 2017). 프롭테크란 자산(Property)과 기술(Technology)의 합성어로 기존의 부동산 서비스에 기술을 접목한 산업분야를 의미한다. 부동산 가치평가나 건물관리 또는 다양한 분야에서 폭넓게 사용되고 있으며 각각의 분야들이 서로 융합되어 사용자의 편의성을 고려한 서비스를 제공한다. 프롭테크는 부동산서비스의 변화를 이끌어어나가고 있으며, 프롭테크와 부동산업의 확장에 관한 추이에서 확인할 수 있다. 통계에 따르면 2008년 이후 프롭테크 기업 설립수와 기업에 대한 투자액은 증가 추세에 있다(Kim, 2019).

하지만 통계청의 2017년 서비스업 조사에 따른 결과, 현재까지 국내의 부동산 산업은 매출액 중 61.1%가 부동산 개발 및 공급업에서 창출되고 있는 것으로 나타났다. 이러한 이유로 부동산 생애주기의 성장은 타 산업과 비교하여 상대적으로 미흡하고 부가가치 창출이 전체 산업 대비 부족한 모습을 보였다(MOLIT, 2016). 이에 정부는 ‘네트워크형 부동산 종합서비스 인증제’를 도입하였으며, 「부동산서비스산업 진흥법」을 시행하여 부동산서비스의 발전을 위해 노력하고자 하였다. 부동산 전자계약 시스템 역시 이러한 정부의 주도 하에 도입되어 운영되고 있다. 부동산 전자계약 시스템의 도입은 거래 관계자들이 대면으로 종이계약서를 체결하고 법원 혹은 등기소로 가서 직접 서류를 처리하는 등의 비효율적인 기존 부동산 거래 방식을 개선하는 것에 그 목적이 있다. 전자계약 시스템을 통한 계약 진행은 등기수수료 절감, 불법 중개 행위 근절, 거래 신고의 자동화, 실시간 업데이트 등으로 인한 과정 단축 등의 장점이 있다(Kwon, 2018). 그러나 관련 정보의 중앙 집중 관리 형태로 기록의 손실 및 보안성이 감소할 수 있고, 관련 자료에 대한 열람이 제한적이라는 한계점이 존재 한다(Kim et al., 2016).

따라서 데이터 손실 방지, 보안 강화 등으로 현행 부동산 전자계약 시스템을 보완할 방안이 필요하다. 이는 블록체인 기술의 특징과 일치하는데, 비트코인의 기반 기술로 등장한 블록체인은 ‘기술 기반의 신뢰 형성을 통해 기존의 제 3자 신뢰기관(Trusted Third Party, TTP)의 역할을 대체할 수 있다’는 블록체인의 파괴적인 장점 때문에 제4차 산업혁명의 가장 중요한 변혁요소 중 하나로 인정받고 있다(Chung, 2020).

이러한 블록체인 기술은 그 가치를 인정받아 이미 금융 산업 등에서는 활발한 관련 연구가 진행되고 있다. 프롭테크 분야 내 블록체인 적용 가능성에 대한 연구는 다수 존재하지만, 도입 이후의 전자계약 시스템의 변화와 적용에 대한 분석은 여전히 미비한 실정이다(Kim, 2018).

이와 같은 배경에 따라 부동산 전자계약 시스템과 블록체인 기술을 결합한 모델시스템을 제안하여 부동산서비스 분야의 블록체인 활용 가능성을 알아보고 향후 관련 연구의 기초자료를 제시하고자 한다.

1.2 범위 및 방법

연구 범위는 부동산 거래의 여러 종류 중 전자계약시스템이 가장 활발하게 활용되는 매매 및 임대차 거래로 정하였다. 매매 및 임대차 거래의 계약 과정은 다양하지만 본 논문에서는 매도인(임대인)과 매수인(임차인) 양 측 간 부동산 거래 과정 중 현행 전자계약시스템의 역할과 블록체인을 적용하여 해당 전자계약시스템을 개선한 모델을 비교 분석하였다.

연구 방법은 먼저 부동산 전자계약 시스템에 블록체인을 적용한 국내·외 연구 자료를 바탕으로 현행 전자계약시스템 내 블록체인 활용도를 조사하였다. 이를 바탕으로 전자계약시스템의 블록체인 적용 방안을 검토하고 프로그래밍 언어 Python을 사용하여 직접 블록체인을 적용한 전자계약시스템 모델을 작성하여 부동산 거래 실험 환경을 구축하였다. 작성된 전자계약시스템 모델은 블록체인의 특성을 반영하여 향후 부동산거래의 보안성을 향상시키고 효율적인 거래 과정 형성에 일조하며 미래의 부동산 거래 내 블록체인 적용 방향을 제시하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 프롭테크의 정의 및 활용 범위

부동산 산업의 디지털 혁신이라 불리는 프롭테크는 전통적으로 Low-Tech 산업에 속한 부동산 서비스를 혁신적으로 확장시키고 있다. 특히 디지털 변혁이 가속화됨에 따라 개발업자와 개발금융, 건설사 등 공급자 우선 산업에서 임대 및 중개 자문, 운영 관리, 감정평가, 종합 자산 관리 등 수요자 중심의 서비스 산업으로 변화하고 있다(KBFG, 2018). 이러한 부동산 산업에서의 변화는 부동산 서비스를 여러 분야로 확장시켜 나가고 있는데, 최근 확장된 프롭테크의 비즈니스 영역은 Figure 1과 같이 크게 투자 및 자금 조달, 프로젝트 개발, 부동산 관리, 중개 및 임대 네 가지 분야로 분류할 수 있다.

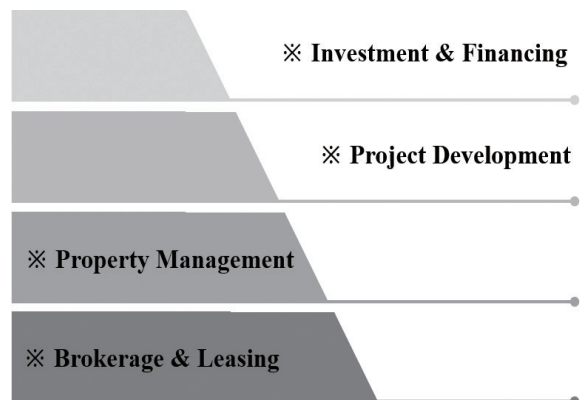


Figure 1. Business area of proptech (KB Financial Research Group, 2018)

중개 및 임대 영역에서는 부동산에 대한 정보를 기반으로 개별 부동산의 물건 정보 등재부터 데이터 분석, 중개, 자문, 광고 및 마케팅에 이르는 매매 및 임대 전반의 정보를 제공한다. 이 영역은 다수의 참여자 확보가 중요하며 플랫폼 중심의 성장을 위해 독자적 정보나 정보의 질 향상, 비용의 효율성 등이 중요한 요소가 된다.

부동산 관리 영역에서는 임차인 및 건물 관리 서비스 영역을 포함한다. 에너지, 3차원 공간설계, 사물인터넷(IoT), 센서 기술 등 스마트 부동산 기술을 기반으로 건물주에게 상업용 건물에 대한 보안 및 제어시스템을 제공하거나 센서 및 IoT 기술을 활용하여 스마트 홈 시스템을 구현한 기업 사례가 있다. 중개 및 임대 영역과 연계하여 건물주와 임차인 간 중개, 임대, 부동산 관리 서비스를 제공하기도 한다.

프로젝트 개발은 부동산 개발과 관련된 영역으로 인테리어 디자인, 건설, VR/3D 분야 등이 해당된다. 부동산 개발 진행 과정에 대해 효율적인 관리 시스템을 지원하며 최근에는 프로젝트 성과 예측 및 모니터링 소프트웨어, 가상현실 기술을 이용한 3D 설계나 모바일 도면 등을 제공하는 기업들이 주목받고 있다. 이 영역에서의 활동은 부동산 플랫폼에 정밀한 정보를 제공하는데 기여하고 있다.

투자 및 자금 조달 영역은 부동산 시장에 핀테크 기술이 도입된 것으로 크라우드 펀딩과 개인 금융 분야로 구성되어 있다. 특히 개인 금융의 경우는 중개 영역과 연계하여 소비자의 접근성과 편의성을 강화하였다.

다양한 비즈니스 분야의 프롭테크 기업들은 2017년 이후 급격히 성장하는 추세에 있으며 부동산 산업의 새로운 성장 동력으로 인식되고 있다(Kim et al., 2019). WeWork, Airbnb, Zillow 등 다양한 형태의 프롭테크 기업의 성장 사례를 통해 기술의 혁신 적용성과 시장성을 증명하였으며, 해외에서도 부동산 관계자들과 서비스가 다양한 형태로 결합하여 다양한 자산 형태나 서비스 제공 분야를 형성하고 있다. '프롭테크'뿐만 아니라 기술이 결합된 부동산 관련 사업 분야를 핀테크(Fintech, 금융(Finance)과 기술(Technology)의 합성어), REtech(Real Estate Technology), CREtech(Commercial Real Estate Technology), 플랫폼 비즈니스(Platform Business), 콘테크(Contech), 건설(Construction)과 기술(Technology)의 합성어 등으로 다양하게 명명하며 부동산 산업과 기술의 결합이 빠르게 이루어지고 있다.

2.2 부동산 전자계약시스템의 현황

현재 우리나라는 프롭테크의 첫 단계라고 평가할 수 있는 '부동산거래 전자계약시스템'을 정부 주도하에 운영하고 있다. 이 시스템은 첨단 ICT 기술이 접목되어 종이나 인감 없이 온라인 서명으로 부동산 전자계약을 체결하고 실거래 신고 및 확정일자 부여

의 자동화가 가능하며 거래계약서 및 확인설명서 등의 계약 서류를 공인된 문서보관센터에 보관하는 부동산거래 계약서 작성 및 체결시스템이다(Park, 2019). 특히 계약서 생성과 서명, 보관에 개인정보 마스킹이나 DB 암호화, 공인전자 서명, 전자서명패드, 지문서명, 본인인증, 타임스탬프, 공인전자문서센터 등의 기술이 적용된다.

부동산 전자계약시스템은 국토교통부에서 개발하고 한국 감정원이 운영하고 있으며 전자계약 절차 흐름도는 Figure 2과 같다. 공인중개사 측에서 작성된 계약서를 거래 당사자들이 확인한 후 본인인증 등을 통한 신뢰기반 플랫폼 하에 계약서에 서명한다. 서명된 계약서는 다시 공인중개사의 확인을 거쳐 공인중개사 서명 이후 공인전자문서보관소(이하 공전소)에 보관된다. 따라서 이 시스템의 도입으로 인하여 실시간 거래 신고가 이루어지며 확정

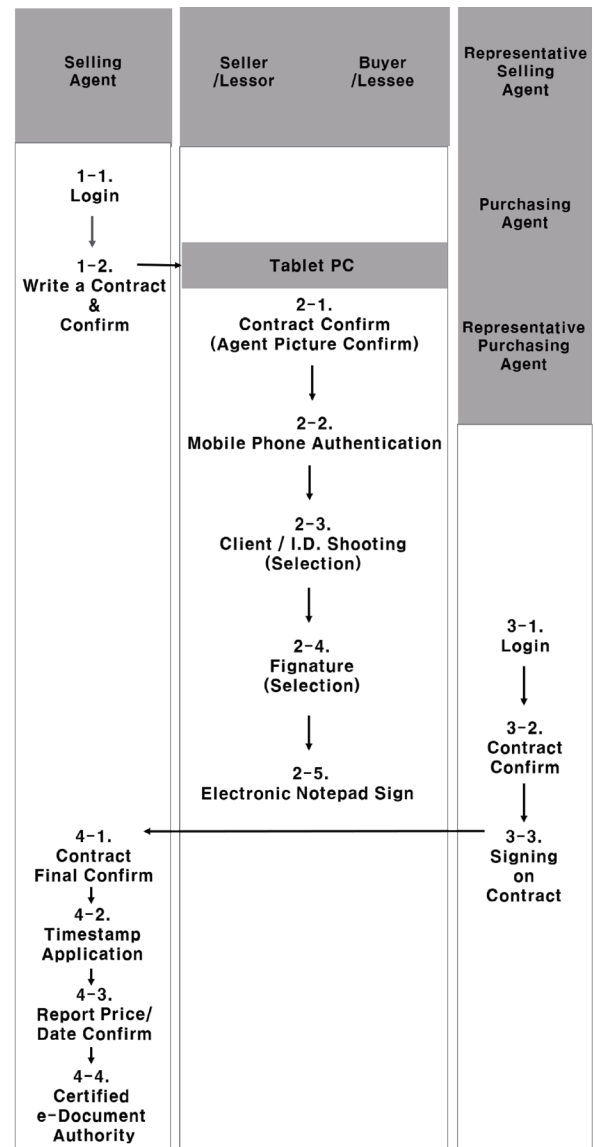


Figure 2. Flowchart of real estate electronic contract (MOLIT Website, 2016)

일자가 자동으로 부여되고, 전자등기까지 처리되기 때문에 거래의 허위신고나 부동산 이중계약 등 기존 부동산 계약의 문제점을 해소할 수 있다. 또한 거래 당사자의 도장 없이 본인인증을 통하여 계약이 가능하고 별도의 계약서 보관이 필요하지 않으며, 확정일자가 자동으로 부여되기 때문에 거래 당사자의 편의성이 증가할 수 있다.

국토교통부에서 개발한 부동산 전자계약 시스템은 프롭테크의 4대 비즈니스 영역 중에서도 중개 및 임대해당하며 도입 효과로 계약의 투명성과 신속성을 기대할 수 있다(Lee, 2017). 또한 소유권 이전이나 전세권 설정 등기 시 수수료를 최대 70%까지 할인받을 수 있으며 특정 대상에게 중개보수 지원 및 할부 등의 시스템 역시 제공하고 있다. 그러나 이러한 혜택에도 불구하고 여전히 전자계약 시스템의 사용률은 매우 낮은 편이다. 전자계약 시스템 도입의 문제점 역시 지속적으로 대두되고 있다. 보안상의 이유로 보관된 정보에 대한 열람이 제한적이며 특히 중개대상을 확인하거나, 설명에 대한 근거 자료와 같이 의사 결정에 영향을 미칠 수 있는 정보까지도 접근이 제한되어 있다.

또한 계약자 본인 확인에 대한 문제가 존재한다. 공인인증서로 본인 확인 절차를 거치지만 공인인증서 유출사고 등으로 발생하는 인증 상의 한계가 있을 수 있다. 최근에는 이러한 문제점을 보완하기 위하여 핸드폰 실명인증제를 도입하였지만 핸드폰 복제나 도용 등의 형태로 해킹의 위험성은 여전히 존재하기 때문에 완전한 해답이라고 볼 수는 없다(Kim and Kwon 2016). 마지막 문제점은 저장된 정보에 대한 관리이다. 전자계약 시스템으로 생성된 서류들 및 이와 관련된 정보는 공전소에 저장되어 중앙 집중 형태로 관리된다. 이는 기록 손실 및 보안의 위험성이 증가한다는 의미이다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 블록체인 기술을 활용한 부동산 거래의 디지털화에 대해 다양한 연구가 진행되고 있다. 특히 블록체인 기술의 특성을 파악하고 이를 활용하여 블록체인 기반의 부동산 거래 및 관리 플랫폼을 구축할 필요성이 있다.

2.3 선행 연구 고찰

블록체인 기술은 세계 각국에서 활발한 연구가 진행 중이며 현재 우리나라는 연구 초기 단계로, 상업화를 위해 활발한 연구 중이다 Jang, (2020). 이 중에서도 부동산 산업과 관련된 연구는 아직 진행 중이거나 공개되지 않은 경우가 많아 참고할 수 있는 연구가 제한적인 실정이다.

Han, (2018).은 블록체인 기술을 기반으로 운영되는 부동산등기체계를 기술적 측면에서 소개하고 이를 토대로 각국의 부동산 등기체계에 대한 시사점을 고찰하였다.

Park, (2020).은 블록체인 기반의 부동산 거래시스템이 향후 부동산산업 및 부동산시장에 가져올 변화를 미국 Propy 사례를

중심으로 분석하였다.

Jang (2020).은 매도·매수인과 공인중개사가 직접 만나 계약을 진행하고 종이계약을 작성하는 현행 부동산 거래방식의 개선 필요성을 분석하고, 블록체인 기술 도입을 그 해결방안으로 제시하였다.

본 논문과 선행 연구 간 차이점은 다음과 같다. 본 논문에서는 블록체인을 적용한 부동산 거래 과정을 프로그램 언어 Python을 기반으로 구현하고 시뮬레이션을 통해 기존 부동산 거래 절차와 비교하여 블록체인 기술의 도입 효과를 검증하였다. 현재까지 공개된 대다수의 관련 국내 학술자료들은 블록체인 기술 도입이 부동산 시장에 가져올 변화를 예측하고, 해외 사례를 분석하여 시사점을 도출하는 것에 의의를 두었다. 하지만 이번 연구에서는 블록체인을 도입하여 개선한 부동산 전자계약시스템을 두 단계로 나누어 제안하고 블록체인 도입의 가능성을 알아보기 위하여 실험 모델을 직접 작성하고 구동시켜보았다. 따라서 기존 학술자료들에서 제시한 블록체인 도입의 장단점을 실험적으로 검증함과 동시에 향후 블록체인 도입으로 변화할 전자계약시스템의 개선 방향을 제시하는 연구의 기초자료가 될 수 있다.

3. 블록체인 기술의 원리와 필요성

3.1 블록체인 기술

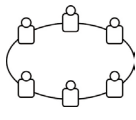
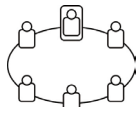

블록체인은 온라인 암호화폐의 일종인 비트코인(Bitcoin)의 등장과 함께 나타난 거래기록 저장 기술이다. 블록체인은 이름과 같이 블록(Block)으로 불리는 당사자 간의 거래 기록이 순차적으로 쌓여나가며 사슬(Chain)과 같은 형태로 이어진다. 이는 비트코인의 개발자로 알려진 사토시 나카모토(Satoshi Nakamoto)가 2008년 온라인 암호화폐의 결제를 위한 방식으로 소개하며 널리 알려졌다(Kim, 2018).

블록체인이 등장과 함께 큰 주목을 받은 이유는 강력한 보안 능력에 있다. 블록체인을 이용한 거래는 기존의 자산 거래와 다르게 거래 당사자를 제외한 신용있는 제 3자를 필요로 하지 않으며, 거래가 진행된 이후 기록에 남기지 않고 거래를 파기하는 것이 불가능하여 위조 또는 사기행각으로부터 거래 당사자를 보호해준다. 또한 미국 국가 표준 암호학 해시 함수인 SHA(Secure hash Algorithm) 알고리즘을 사용하여 거래 기록을 저장하기 때문에 기록을 위조하는 것은 거의 불가능에 가깝다(Kim, 2017). 이 외에도 블록체인은 공공거래장부 방식이기 때문에 거래 내역이 참여자들과 공유되어 그 기록을 임의로 변경 또는 위조하기가 매우 어렵다.

블록체인 기술은 크게 퍼블릭 블록체인(Public Blockchain), 프라이빗 블록체인(Private Blockchain) 그리고 컨소시엄 블록체

인(Consortium Blockchain)으로 분류된다. 다음 Table 1은 해당 블록체인의 유형별 특징을 나타낸다.

Table 1. Characteristics of blockchain by type (Kim, 2018)

Type	Public Blockchain	Private Blockchain	Consortium Blockchain
Structure			
Management Subject	All Participants	Central Agency	Participants in the Consortium
Conditions for Participation	No Conditions	Permission of Central Agency	No conditions or Permission of selected Agency
Transaction Speed	Slow	Fast	Fast
Mutual Identification	Unidentifiable	Identifiable	Identifiable

퍼블릭 블록체인은 가장 널리 알려진 공개형 블록체인으로 참여 조건에 제한이 없다. 퍼블릭 블록체인에 속해있는 모든 참여자는 자료 접근과 거래 참여가 가능하여 완벽한 탈중앙화를 이루고 있으며, 참여자의 익명성이 보장되기 때문에 블록체인의 특징을 가장 잘 반영하고 있다. 하지만 신원이 확인되지 않은 다수의 인원이 제한 없이 참여할 수 있기 때문에 기밀성이 중요한 금융 및 자산 거래 서비스에는 활용하기 어렵다.

프라이빗 블록체인은 퍼블릭 블록체인과 다르게 참여할 수 있는 인원이 제한되어 있고 관리자의 허가를 받아야만 참여할 수 있다. 프라이빗 블록체인은 신원이 확인된 참여자가 관리자의 허가를 받아 참여 가능하기 때문에 보안성이 높고 처리 속도가 빠르지만 관리 주체가 존재하여 완벽한 탈중앙화라고 할 수 없다.

컨소시움 블록체인은 반(半)중앙형 블록체인으로 퍼블릭 블록체인과 프라이빗 블록체인의 중간 형태이다. 관리자가 모든 권한을 가지고 있는 프라이빗 블록체인과 다르게 미리 선정된 다수의 참여자가 권한을 가질 수 있으며 이를 통해 분산형 구조를 유지하면서도 참여자를 제한적으로 받을 수 있어 보안성이 높고, 퍼블릭 블록체인과 같은 완전한 분산형 구조가 아니기 때문에 빠른 거래 속도와 높은 네트워크 확장성을 보인다.

블록체인은 크게 위의 3가지 종류로 분류되며 이 외에도 퍼블릭 블록체인을 메인넷으로 사용하고 여러 프라이빗 블록체인을 사이드로 연결하는 더블 체인(DoubleChain), 서로 다른 여러 블록체인 네트워크를 한 곳으로 연결하여 사용하는 플랫폼 역할의 인터체인(Interchain) 등 블록체인 기술을 활용 목적에 따라 다양

한 종류의 블록체인이 존재하지만 참여자의 권한과 정보 공개성에 따라 컨소시움 블록체인의 일환으로 분류할 수 있다.

블록체인은 비트코인의 거래기록 저장기술로 등장한 2009년부터 현재까지 꾸준히 발전해오고 있는데, 그 발전 과정은 아래 Table 2과 같다.

Table 2. Characteristics of blockchain by generation (Park, 2018)

Type	1st Bitcoin	2nd Ethereum	3rd EOS, ADA
Period	2009 ~ 2014	2015 ~ Present	Present
Consensus Algorithm	PoW (Proof of Work)	PoS (Proof of Stake)	DPoS (Delegated Proof of stake)
Speed	Block Generation Interval: 10 minute Decisive Judgment: 1 hour	Block Generation Interval: 12 Second Decisive Judgment: N minute	0.5 Second Parallel Process
Fee	High	Low	Low
Developer	Satoshi Nakamoto (2008)	Vitalik Buterin (2015)	Dan Larimer, Charles Hoskinson (2017)

블록체인은 각 세대 별로 블록생성간격, 확정판단 시 소요 시간과 그 역할에 따라 차이를 보이지만 가장 큰 차이점은 합의 알고리즘에 있다.

1세대 블록체인은 작업 증명 시스템이라고 불리는 PoW(Proof of Work) 방식을 사용했다(Park, 2018). 작업 증명 시스템은 참여자 모두가 새로운 블록을 생성하기 위해서 평균적으로 10분을 소요해야만 한다. 이는 복잡한 해시 함수를 해석하는 과정으로 이루어지는데, SHA-256 함수에 데이터를 입력하는 과정을 반복하여 최종 해시 값이 목표보다 작아질 때까지 진행된다. 이를 통해 최종적으로 유효한 값을 찾아내고 블록이 생성되면 해당 블록은 참여 노드들에게 전달된다. 해당 블록을 전달받은 노드들은 블록의 유효성을 검증하게 되는데, 이 과정을 통해 내가 생성한 블록이 정말로 유효한지 공인되는 것이다(Kim, 2019).

2세대 블록체인은 지분증명으로 불리는 PoS(Proof of Stake) 방식을 사용한다(Park, 2018). 이는 참여자가 보유하고 있는 자산(Stake)에 따라 블록 생성 권한을 부여받는 방식으로, 작업 증명 시스템에 비하여 많은 컴퓨팅 파워를 필요로 하지 않아 경제적이다. 또한 블록 생성자와 지분 생성자 간의 이해관계 일치를 통해 악의적인 블록 생성을 저지하고 잘못된 블록 생성 시 패널티를 부여하여 오용을 방지할 수 있다(Kim, 2019).

3세대 블록체인은 위임지분증명으로 불리는 DPoS(Delegated Proof of Stake) 방식을 사용한다(Park, 2018). 이는 지분을 보유한 사람이라면 모두 참여할 수 있는 지분 증명 방식과 다르게 특

정 인원에게만 지분증명이 가능하도록 권한을 부여하고 이들이 블록 생성을 담당하게 된다(Kim, 2019). 위임지분증명 방식은 상대적으로 합의에 관여하는 노드의 수가 적어 블록 생성 속도가 빠르고 높은 확장성을 가지고 있다. 위임지분증명 방식을 사용하는 EOS의 경우 총 21개의 노드를 사용하는데, 이는 노드가 너무 많으면 처리 시간이 길어지고 너무 적으면 블록체인의 특징이라고 할 수 있는 탈중앙화와 멀어져 적당한 수의 노드를 유지해야 하기 때문이다. 위임지분증명 방식은 노드 수를 강제하여 특정 인원에게 권한을 부여하였기 때문에 탈중앙화의 가치가 다소 떨어진다는 평가를 받기도 하지만 현재 탈중앙화와 적절한 처리 속도를 동시에 구현할 수 있는 최적의 합의 알고리즘으로 여겨진다(Kim, 2019).

3.2 블록체인 기술 도입의 필요성

블록체인 기술은 부동산 외에도 금융, 물류, 의료 등 다양한 산업에서 기술개발 및 상업화가 적극 추진되고 있다. 특히 거래 과정 중 대부분이 대면을 통한 자필 서류 작성으로 이루어지는 기존 부동산 거래는 계약 과정부터登記까지 긴 시간이 소요되고 서류의 위·변조가 가능하여 안전성이 낮다. 또한 매물을 일일이 확인하거나 서류 상 문제를 꼼꼼하게 검토하는 것이 어려워 허위 매물 또는 사기의 위험성이 높았다. 이와 같은 단점을 보완하고자 전자계약 시스템이 도입되어 계약 과정에서 소요되는 비용과 시간을 크게 단축시키고 허위 매물이 발생하는 것을 방지하였지만 전자계약 시스템 역시 이중매매의 가능성이 존재하며 계약과登記가 동시에 이루어지지 않아 다소 시간이 소요된다. 블록체인 기술을 기반으로 한 전자계약 시스템은 현행 전자계약 시스템이 극복하지 못한 단점을 보완할 수 있다. 먼저 가장 큰 변화는 탈중앙화와 거래기록의 분산이다. 블록체인 기술은 거래기록을 블록에 저장하여 다음 기록과 연결시키기 때문에 거래에 참여한 노드에게 그 기록이 분산되어 저장된다. 이는 중앙기관이 모든 기록을 보관하고 관리하는 방식보다 위조 또는 변조의 위험성이 낮으며, 계약과登記가 동시에 처리되기 때문에 이중매매가 발생할 가능성이 없다.

국토교통부는 이와 같은 블록체인 기술의 장점을 활용하여 현행 전자계약 시스템의 단점을 보완하고자 2018년 보도자료를 통해 향후 블록체인기술을 활용한 거래 플랫폼 구축을 추진하고 법원, 공인중개사협회, 구청 등 관련 기관과의 협의를 통해 계약부터登記까지 일괄 처리가 가능한 부동산 거래 통합 서비스를 개발할 계획이라고 발표하였다(국토교통부, 2018). 이러한 부동산 통합 거래 플랫폼은 2024년까지 완성하는 것을 목표로 현재 진행 중이다.

현재 국내 부동산 전자계약 시스템은 정보의 중앙 집중 저장 형태나 본인인증 절차의 한계, 높은 중개 수수료 등의 문제점을

여전히 가지고 있다. 블록체인 기술의 특성은 이러한 현행 전자계약 시스템의 단점을 보완하기에 적합하며, 시스템의 개선이 단계적으로 이루어질 수 있기 때문에 변화 과정에서 발생할 수 있는 공인중개업 등 관련 업종 종사 인력들과의 분쟁에 대한 조정 기간을 확보할 수 있다는 장점이 있다.

3.3 블록체인 도입 전자계약시스템의 특징

현재 우리나라에서 시행되고 있는 부동산 전자계약시스템의 블록체인 도입에 따른 변화는 Figure 3과 Figure 4에서 나타난 바와 같다. 단계별로 Figure 3은 1차, Figure 4는 2차 변화를 나타낸다. Figure 3을 통해 볼 수 있는 1차 변화는 공인전자문서보관소의 폐지와 본인인증 절차의 간소화이다. 블록체인 기술의 가장 큰 특징인 탈중앙화로 인해 공인전자문서보관소와 같은 개념이 사라질 것으로 예상된다. 이로 인해 현행 부동산 전자계약 시스템의 단점이었던 제 3자를 통한 정보의 중앙 집중 관리 형태가 아닌, 정보의 탈중앙화가 이루어져 문서 및 기록의 손실을 줄이고 보안성을 확대할 수 있을 것이다. 본인 확인에 대한 절차가 감소할 수 있다. 현재는 2단계에서 개인 명의의 휴대폰이나 공인인증서 등의 방법으로 본인 확인을 실시하지만, 개인정보 유출과 같은 위험성이 존재하기 때문에 이에 대한 보안을 강화할 필요가 있다. 따라서 '블록'에 저장된 개인과 개인의 정보를 바탕으로 분산원장의 특징을 갖는 블록체인 기술을 활용한다면 거래 당사자들의 본인인증 절차를 감소시킬 수 있다. 이는 특히 기존 2단계의 2-2, 2-3, 2-4에 해당하는 휴대폰인증, 거래의뢰인/신분증 촬영, 지문 서명 단계를 간소화하였다. 마지막으로 소유주의 서명을 통해 매물이 등록되어 거래 시 참여자 모두 확인할 수 있어 허위 매물 및 '정보의 비대칭성'을 최소화할 수 있다.

Figure 4를 통해 나타난 2차 변화의 가장 큰 특징은 공인중개사의 불필요성이다. 기존에는 매도측 공인중개사, 매수측 공인중개사를 통한 계약이므로 1단계, 3단계, 4단계와 같은 불필요한 단계들이 많았지만 블록체인 기술의 특성상 개인 간 거래가 가능하므로 앞으로의 부동산 전자계약 시스템에서는 공인중개사가 불필요할 수 있다. 매도인/임대인, 매수인/임차인 사이에서 계약서 작성(1-2단계), 전자패드 서명(1-3단계), 타임스탬프 반영(1-4단계), 실거래신고 및 확정일자 부여(1-5단계)까지 전부 이루어진다. 이 때 1-5단계에 해당하는 실거래 신고 및 확정일자 부여는 정부 주체로 이루어진다. 정부가 계약에 전혀 개입하지 않는 것은 아니며, 개인 사이에 이루어진 계약은 정부에 신고되어 관련 내용을 정부가 파악하고 제도적, 정책적 측면에서 더욱 적절한 선택을 할 수 있도록 한다. 국토부의 부동산 전자계약 시스템은 무자격 공인중개사를 걸러내는 것에 도움이 되었지만, 고가 자산인 부동산을 거래하는 것에 있어 여전히 높은 중개 수수료를 지불해야 한다는 단점이 있다. 이러한 단점은 블록체인 기술을 도입

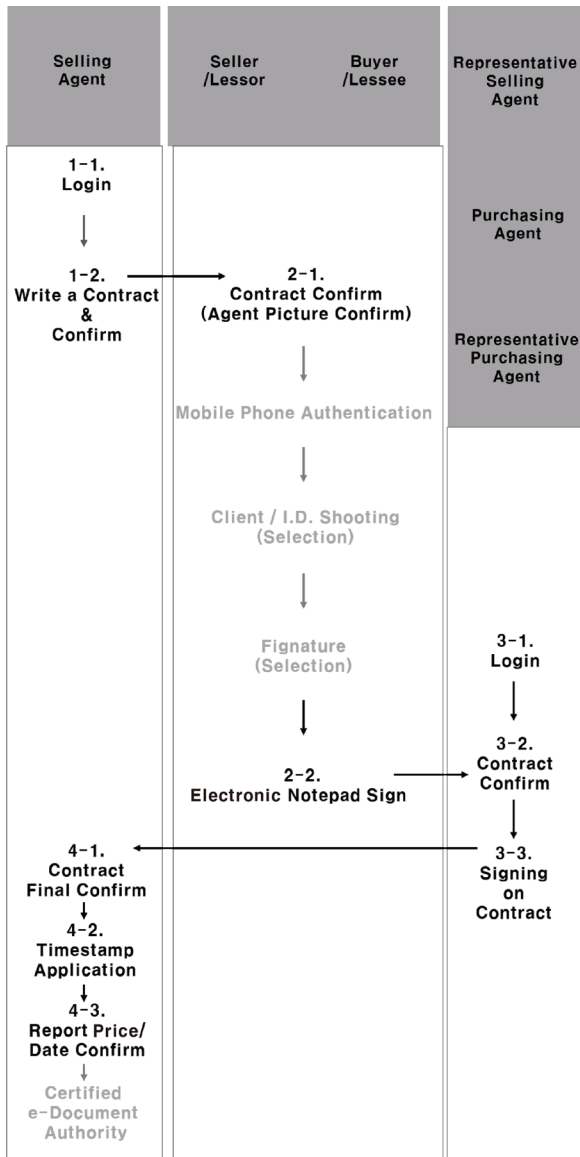


Figure 3. Changes in the flow of electronic real estate contract procedures brought about by the introduction of blockchain (1st)

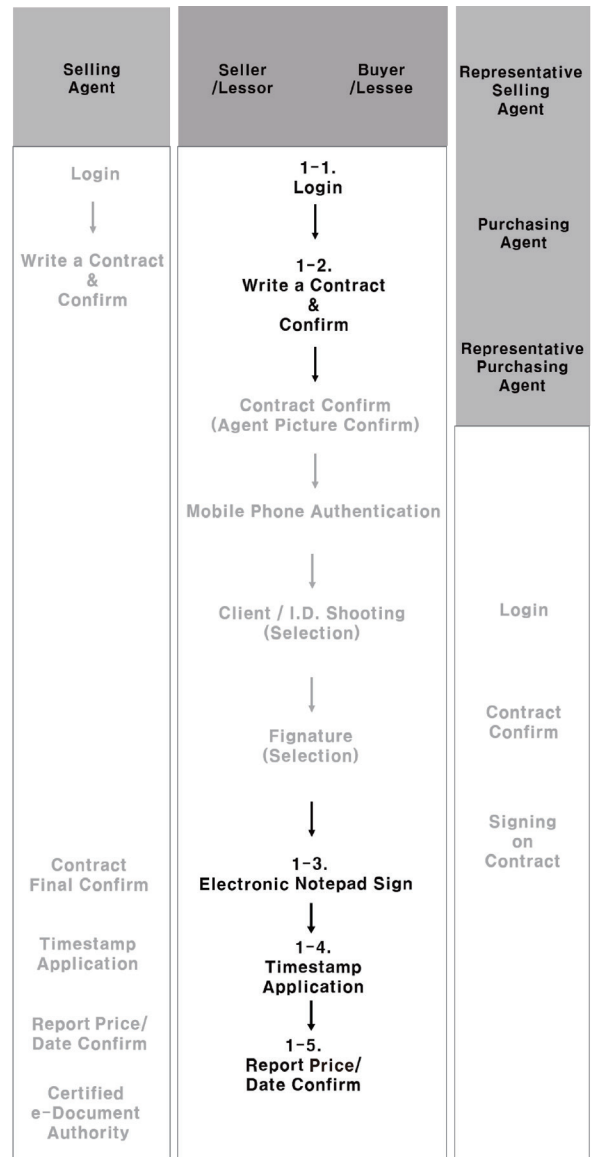


Figure 4. Changes in the flow of electronic real estate contract procedures brought about by the introduction of blockchain (2nd)

한다면 개인 간 거래가 가능해지며 중개 수수료 절감과 동시에 기존의 복잡한 거래 절차를 훨씬 간소화되어 개선될 수 있을 것이다. 이는 앞서 기술한 것처럼 현행 부동산 전자계약의 단점인 공인증개사를 필요로 하는 복잡한 절차 및 높은 수수료, 관련 데이터의 중앙집중형 공전소 보관 등의 개선이 단계별로 이루어지는 것으로 확인할 수 있다.

블록체인 기술 도입의 장점은 앞서 언급한 현행 전자계약시스템의 단점 보완 이외에도 크게 탈중앙화에 의한 안전성, 거래 내역의 분산에 따른 보안성 및 투명성 강화, 시스템 유지 보수 및 확장의 용이성이 존재한다.

블록체인 기술을 활용하게 되면 정부 기관이 모든 정보를 주도적으로 관리하고 참여자는 기관의 허가가 있어야만 제한된 정

보를 획득할 수 있었던 기존 거래 방식과 다르게 분산형 네트워크를 이용하여 거래와 관련된 정보를 참여자들이 함께 보관함으로써 거래 내역의 위조 및 변조의 위험성이 낮아질 수 있다. 또한 블록은 첫 생성 시점부터 이후의 모든 거래기록을 담고 있으며 이를 임의로 수정할 수 없다. 따라서 모든 거래기록은 추적가능하고 참여자들은 위조된 거래기록을 가지고 있을 수 없기 때문에 투명성이 보장된다. 이와 같은 거래 절차 내에서 얻을 수 있는 장점 외에도 중앙 기관이 모든 정보를 관리할 필요가 없어 데이터의 유지 및 관리에 소요되는 비용이 줄어들고, 참여자라면 누구나 정보를 공유할 수 있는 블록체인의 특성 상 필요에 따라 손쉽게 정확한 정보를 공유하고 관련 서비스를 넓혀 나갈 수 있다. 더 나아가서 거래 내역을 실시간으로 확인할 수 있기 때문에 정

부, 투자자, 매수인 및 매도인 등 여러 이해 관계자들이 모니터링을 통해 비교적 정확한 자료들로 여러 가지 판단을 수행할 수 있다. 예를 들어, 정부는 이 자료들을 바탕으로 실효성 있는 부동산 정책을 시의적절하게 시행할 수 있을 것이다.

앞서 기술했던 블록체인 기술이 가지는 특징들이 현행 부동산 전자계약 시스템에서 해결해야 할 문제점과 일치하는 부분이 많기 때문에 블록체인은 부동산거래와 산업 시장을 혁신적으로 발전시킬 수 있는 잠재력을 지니고 있음에는 틀림없다. 따라서 블록체인 기술은 여러 분야에도 적용될 수 있지만, 그중에서도 특히 부동산거래에서의 적용은 대표적인 구현 사례로 꼽힐 만큼 뚜렷한 성과를 보일 것이다.

4. 실험 모델 작성 및 구동

본 논문의 실험 모델은 현행 부동산 전자계약시스템이 블록체인 도입을 통해 앞서 제안한 전자계약시스템의 개선안과 같이 변화하는 것이 가능한지 검증하는 것을 목표로 한다. 따라서 이번 실험 모델은 전자계약시스템 개선 과정에 블록체인 기술이 적용되는 거러 절차 이외에 방대한 양의 데이터를 관리할 수 있는 서버 또는 로그인 등의 인터페이스는 작성하지 않았다.

실험 모델 작성을 위하여 먼저 간단한 블록의 형태를 지정하였다. 생성되는 블록은 정보의 저장이 이루어질 때마다 그 시간을 기록하는 타임스탬프(Timestamp)와 해당 블록을 증명해주는

```

1 import hashlib as hasher
2
3 class Block:
4     def __init__(self, index, timestamp, \
5                 data, previous_hash):
6         self.index = index
7         self.timestamp = timestamp
8         self.data = data
9         self.previous_hash = previous_hash
10        self.hash = self.hash_block()
11
12    def hash_block(self):
13        sha = hasher.sha256()
14        sha.update(str(self.index) +
15                  str(self.timestamp) +
16                  str(self.data) +
17                  str(self.previous_hash))
18        return sha.hexdigest()
19
20 import datetime as date
21
22 def create_genesis_block():
23     return Block(0, date.datetime.now(), \
24                 "Genesis Block", "0")
25
26 def next_block(last_block):
27     this_index = last_block.index + 1
28     this_timestamp = date.datetime.now()
29     this_data = "Hey! I'm block " + str(this_index)
30     this_hash = last_block.hash
31     return Block(this_index, this_timestamp, \
32                 this_data, this_hash)

```

Figure 5. Block Generation Process for Real Estate Electronic contract

일종의 암호인 해시(Hash)를 포함한다. 여기서 해시는 해당 블록이 보유하고 있는 데이터, 타임스탬프, 직전 블록이 가지고 있는 해시에 대한 암호화를 담당한다. 본 모델에 적용한 해시는 파이썬의 해시 라이브러리를 사용하여 블록체인에서 가장 많이 사용하는 SHA-256 함수를 적용하였다. 아래 Figure 5는 전자계약을 위한 블록의 생성 과정을 나타낸다.

이렇게 생성된 블록은 1차 개선안에서 매도측 공인중개사가 작성한 계약서를 데이터로 담게 된다. 계약서 데이터를 담은 블록은 서버를 통해 참여자인 매도인(임대인)과 매수인(임차인)에게 전달되고, 각각의 참여자가 작성된 계약서를 담고 있는 블록을 확인하는 과정에서 같은 블록 생성 메커니즘을 반복하여 두 번째 블록이 생성되게 된다. 이 과정에서 생성된 블록은 계약서 데이터를 담고 있던 첫 번째 블록과 사슬(Chain)처럼 연결되어야 하는데 이 과정은 Figure 6과 같이 for문을 사용하여 두 번째 블록이 생성과 동시에 직전 블록에 연결되게 된다. 아래의 Figure 7은 직전 블록과 다음 블록이 연결되는 과정을 나타낸다.

```

blockchain = [create_genesis_block()]
previous_block = blockchain[0]

num_of_blocks_to_add = 8

for i in range(0, num_of_blocks_to_add):
    block_to_add = next_block(previous_block)
    blockchain.append(block_to_add)
    previous_block = block_to_add

```

Figure 6. Block-to-Block connection process

위의 과정에 따라 거래 참여자들의 계약서 확인이 진행되었다는 정보를 담고 있는 두 번째 블록의 생성이 완료되면 다음 과정인 디지털 서명은 계약 참여자들의 정보가 기록된 계약서의 데이터를 담고 있던 첫 번째 블록에 의하여 자동으로 진행될 수 있다. 이는 기존의 전자계약시스템에서 본인 인증을 위하여 휴대폰인증, 신분증 촬영, 지문서명 등의 여러 단계에 걸쳐 진행하던 것과 비교하여 상당한 절차 간소화를 이루어낼 수 있다. 이후에 진행되는 계약서 확인, 서명의 과정은 이전의 과정과 동일하게 서버를 통해 진행하며 차례대로 블록을 생성하고 연결되기 때문에 본

```

print "Block #{} has been added to the blockchain!\n"
      .format(block_to_add.index)
print "Hash: {}".format(block_to_add.hash)

Block #1 has been added to the blockchain!
Hash: 21665614613ffff1ac3946bf44a511a7f6eef48ce103c7680eb225026634741c

Block #2 has been added to the blockchain!
Hash: 381aa10e63c7874c83ad9c26818a0d1aec19712369391920c0e81fc16e3212

Block #3 has been added to the blockchain!
Hash: e87c3714184198d7d1a2f744e83e3177b9c7ec55ff6c80e8f9c9cbca7a6713b

Block #4 has been added to the blockchain!
Hash: 00923c91dff22555762cf5a4989250b564646d69ba4c62b39089ec58ce13977

Block #5 has been added to the blockchain!
Hash: e4450d3fbc22965f6a90da1e7a916a7e5a59b37470126e9dc9bb9f29028aa48e

Block #6 has been added to the blockchain!
Hash: 7b52cb3afC337b47eff50c035a06d03a3050b2fb9188ea500c50c7316fe3646

Block #7 has been added to the blockchain!
Hash: 0a95e8039027f6e882b33bbbd34b8f1612847c0ad9a906b1703013dfef7af86e

Block #8 has been added to the blockchain!
Hash: 00f70cae25872e35785bce0b1e64e115b8a9a2a609fa169002af06f1020d5c10

```

Figure 7. Verification process of blockchain structure

실험 모델에서는 각 과정을 통해 거래 단계와 동일한 개수의 블록이 생성되었는지 출력을 통해 확인하였다. 아래 Figure 7는 로그인 제외된 거래 절차를 총 8단계로 보고 8개의 블록이 연결되어 생성되었음을 해시 출력을 통해 확인한 것을 나타낸다.

Figure 7에 나타난 바와 같이 총 8개의 암호화된 블록이 성공적으로 생성되었음을 확인할 수 있었다. Figure 5에 제시한 블록체인의 도입을 통한 전자계약시스템 개선안은 이와 같은 과정을 통해 구현할 수 있으며 기존의 전자계약시스템의 휴대폰 인증, 신분증 촬영, 지문 서명 등을 통한 본인 인증 과정이 블록의 유효성을 증명하는 해시를 통해 간소화될 수 있음을 확인하였다. 또한 실거래 신고 및 확정일자 부여 단계의 블록이 생성됨에 따라 자동적으로 거래 기록이 참여자가 소유한 블록에 연결되어 남아 있기 때문에 별도의 공전소 보관 절차가 필요하지 않음을 검증할 수 있었다. 이는 공인중개사가 참여하지 않는 2차 개선안 역시 동일하게 적용 가능하며, 해당 과정은 거래 과정에만 적용되기 때문에 기존의 전자계약시스템을 사용하기 위한 서버 및 인터페이스를 활용할 수 있다는 장점이 있다.

5. 결론 및 향후 연구 방향

최근 제4차 산업혁명의 시대가 도래함에 따라 IT기술을 기반으로 다양한 산업 분야에서 기술과의 융·복합이 이루어지고 있다. 부동산 분야에서도 '프롭테크(PropTech)'라는 이름으로 부동산 서비스에 기술을 접목하여 사용자의 편의성을 고려한 서비스를 제공한다. 프롭테크는 부동산 서비스의 변화를 이끌어가고 있으며 정부에서도 부동산 전자계약 시스템을 도입하여 기존의 비효율적인 부동산거래 방식을 개선하고자 하였다. 프롭테크 내에서도 블록체인 기술은 탈중앙화의 성격과 높은 보안성을 바탕으로 현행 부동산 전자계약 시스템을 보완할 기술로 주목받고 있다. 이에 따라 데이터 손실 방지, 보안 강화 등으로 현행 부동산 전자계약 시스템을 보완할 방안으로 블록체인 기술 도입에 따른 부동산 전자계약시스템의 개선안을 제시하고 블록체인 코드를 활용한 실험 모델 작성 및 구동을 통하여 개선안의 활용 가능성을 검증하였다.

본 논문에서 제안한 전자계약시스템 개선안과 같이 블록체인 기술을 활용한다면 현행 부동산 전자계약 시스템의 가장 큰 단점인 문서의 중앙 집중 관리 형태에서 벗어나 개인별 데이터 저장을 통해 정보를 더욱 안전하게 보관할 수 있을 것이고, 본인 확인 절차 등을 감소시킬 수 있을 것이다. 또한 점차 중개인의 역할이 감소할 것이며 더 나아가 추후에는 중개인 없이 개인별로 부동산 관련 계약을 체결하는 형태로 변화될 것이다.

블록체인 기술을 활용한 전자계약시스템 개선안을 제안하고

실험 모델을 작성하여 활용 가능성을 검증하는 과정은 크게 두 가지의 한계가 존재하였다. 먼저 본 논문에서 제안한 개선안은 전자계약시스템 내에서 이루어지는 계약 진행 과정만을 다루었기에 실제로 블록으로 저장된 계약 정보를 송·수신하고 관리하기 위한 서버와 블록 데이터의 전달 과정을 검증하는 것에 한계가 있었다.

또한 본 논문에서 제안한 개선안과 실험 모델은 부동산 거래에 관여하는 법무사협회, 은행 등과 전자계약시스템을 운영하는 정부가 모두 하나의 채널에서 작동하는 것으로 가정하였다. 이는 블록체인 기술이 널리 상용화되고 관련된 각 기관들과 정부 사이에 데이터 전달이 안정화되어 소수의 채널만을 운영하는 상황을 의미한다. 이러한 과정까지 도달하기 위해서는 현재 부동산 거래에 참여하는 여러 기관들이 독자적인 채널을 운영하며 서로 블록체인 데이터를 주고 받는 과정을 거쳐야만 할 것이다. 이를 위해서는 부동산 거래에 참여하는 기관들을 블록체인 전자계약시스템에 맞게 역할 별로 분류하고 이에 해당하는 모델을 작성하여 검증할 필요가 있다. 이는 향후 진행할 연구에 반영할 계획이다.

블록체인 기술이 부동산거래와 산업 시장을 혁신적으로 발전시킬 수 있는 잠재력을 지니고 있다는 것은 틀림없다. 그러나 오히려 이러한 특징 때문에 기존 부동산 산업 관계자들의 반발을 일으킬 수 있는 여지가 있다. 특히 COVID-19라는 특수한 상황으로 인해 대부분의 기존 산업들이 혁신적인 과도기에 접어들고 있는 만큼 프롭테크 산업의 미래를 위하여 시장에 새롭게 진입하는 신생 기업들과 기존의 시장 참여자들 간의 마찰 중재가 필요할 것으로 보인다. 이밖에도 아직까지 블록체인 기술에 대한 인식이나 신뢰도가 충분히 높지 않아 데이터 접근 권한 획득이나 금융권 연계가 어려워 제한적인 데이터만 사용된다. 따라서 향후 블록체인의 활성화를 위하여 정부가 주도적으로 블록체인 기술의 높은 보안성과 안정성을 바탕으로 부동산 전자계약시스템과 같은 사회기반서비스 개선을 이끌어 나가고, 지자체, 은행, 법무사협회 등 공신력 높은 집단과의 협업을 도모하고 블록체인 기술의 활용 범위를 확장해나갈 수 있는 정책 제언이 필요할 것이다.

References

- Baum, A. (2017). PropTech 3.0: the future of real estate, Said Business School, University of Oxford.
- Chung, J., Y., Lee, C., S. (2020). Theoretical Approach to Blockchain-based Real Estate Transaction System. - Focus on Hyperledger Fabric Method -, Korea Real Estate Academy Review, 81, pp. 21-35.

- Cho, S., H. (2019). By artificial intelligence and big data technology Change and significance of real estate development, KRIHS, 2019(9), pp. 27–31.
- Han, J. H. (2018). A Study on the Principles and Application of the Blockchain Real Estate Registry, Korea Real Estate Academy Review, 73, pp. 58–71.
- Jang, W., K. (2020). New Changes in Real Estate Transactions, Journal of Aggregate Buildings Law, 34, pp. 71–99.
- Jeon, C., O., Lee, S., K. (2011). Implementation of Electronic Contract System for Increased Business Efficiency and Cost Reduction, Journal of Korean Institute of Information Technology, pp. 453–459.
- JUWAI.COM. (2018). JUWAI Chinese Consumer International Travel Survey 2018, <http://downloads.juwai.com/pdf/2018-chinese-global-travel-survey-report.pdf> (Nov. 15, 2020).
- Kim, D. H., Kwon, D. J. (2016). Brokers Impact and Countermeasure of Real Estate, Journal of the Korea Real Estate Society, 34, pp. 205–231.
- Kwon, B. C., Kang, J. G. (2018). A Study on the Promotion Plan of Electronic Contract System for Real Estate Transactions – Focused on Opened Licensed Real Estate Broker, Journal of The Residential Environment Institute of Korea, 16(1)1, pp. 33–50.
- KB Financial Research Group(KBFG) (2018). Real Estate Services Evolving into PropTech, 18–13.
- Kwon, H. J., Jeong, J. H. (2018). A Empirical Study on the Settlement Scheme for Using of Integrated Real Estate Trade Support System, Journal of Real Estate Policy Research, 19(3), pp. 141–164.
- Kim, H. Y. (2018). Analysis of Security Threats and Countermeasures on Blockchain Platform, The Journal of Korean Institute of Information Technology, 16(5), pp. 103–112.
- Kim, S. H. (2019). Development of PropTech and Real Estate Services, Korea Research Institute For Human Settlement, pp. 11–20.
- Kim, S. L. (2018). Smart Contract System by Blockchain of Real Estate Transaction, Korean Association of Real Estate Raw, 22, pp. 93–124.
- Kim, M. H., Kim, Y. M. (2019). Development of IoT device Management System Using Blockchain DPoS Consensus Algorithm, Journal of Institute of Electrical and Electronics Engineers, 23(2), pp. 508–516.
- Kim, W. (2018). Bitcoin Blockchain Operation Principle and Evolution, Korea Internet and Security Agency.
- Lee, S., K. (2017). A Study on the Activation of Real Estate Transaction Electronic Contract System, Journal of Korea Community Development Society, 42(2), pp. 129–139.
- Ministry of Land (MOLIT), <https://irts.molit.go.kr/usr/cmn/main/home/RtecsInfo.do> (Nov. 15, 20).
- Ministry of Land (MOLIT), <https://www.molit.go.kr> USR NEWS dtl (Oct. 10, 30).
- Park, J. S., Park, J. Y., Choi, S.M., Oh, J. T., Kim, K. Y. (2018). Past, Present and Future of Blockchain Technology, Electronics and Telecommunications Trends, 33(6), pp. 139–153.
- Park, K. J. (2019). A study on the Smart Contract and Real Property Transaction System, Korean Journal of Banking and Financial Law, 12(1), pp. 137–167.
- Park, I. (2020). A Study on the Utilization of Real Estate Block chain to the Real Estate Transaction – Focusing on the Propy Case of International Real Estate Transaction in the United States –, Journal of the Korea Real Estate Management Review, 21, pp. 115–152.
- Shang, Qiuyun, and Allison Price (2019). A Blockchain-Based Land Titling Project in the Republic of Georgia: Rebuilding Public Trust and Lessons for Future Pilot Projects, Innovations: Technology, Governance, Globalization, 12(3–4), pp. 72–78.
- Song, I., B., Yang, Y., S. (2018). A Study on the Availability of Blockchain Smart Contract in Real Estate Transaction, Journal of Korean Law Association, 18(4), pp. 1–26.
- Son, S. M., Cho, J., E., Kim, J., Y. (2019). A Study on the Effect of Information Quality Factors of Real Estate Brokerage Applications on User’s Continuous Intentions, Journal of National Economics and Management Association of Korea, 39(1), pp. 27–44.
- Son, M., S., Kim, H., Y. (2020). A Real Estate Lease Transaction System Using Blockchain and Open Banking API, Journal of Korean Institute of Information Technology, 18(5), pp. 109–119.
- Sin, Y., S. (2020). A study on revitalization of public offering and listed real estate securitization market to improve market accessibility of general investors –Focusing on public offering REITs and real estate DABS exchanges–, KF VIP Report, 2020(1), pp. 1–125.
- Sin, Y., S. (2020). Revitalization of the real estate digital securities (DABS) market to improve accessibility for general investors, KIF VIP Report, 29(3), pp. 3–11.