

스마트 무역계약 연구의 체계적 문헌고찰

Systematic Literature Review of Smart Trade Contract Research

이 호 형* Ho-Hyung Lee

목 차	
I. 서론	V. 논의 및 결론
II. 이론적 배경	참고문헌
III. 연구 분야와 주요 이슈	Abstract
IV. 스마트 무역계약의 연구 한계점과 필요성	

국문초록

본 연구는 스마트 무역계약의 체계적 문헌고찰을 통해 스마트계약과 블록체인 기술을 활용한 무역계약의 디지털화와 자동화에 관한 연구 동향과 이론적 배경을 파악하고, 기술적 측면과 법적 측면에서의 도전 과제와 해결 방안을 분석하였다. 스마트 무역계약은 블록체인을 기반으로 한 자동화된 계약 시스템의 개념을 무역과 관련된 거래에 적용한 것이다. 기술적 측면에서는 스마트계약 플랫폼의 개발, 블록체인 네트워크의 확장성과 성능 개선, 보안 및 개인 정보 보호 등을 다루었고, 법적 측면에서는 스마트계약의 법적 구속력, 계약 조건의 자동 이행과 이의 실현 가능성, 계약 당사자의 책임과 의무 등을 다루었다. 스마트 무역계약은 국제무역, 공급망 관리, 금융, 보험, 에너지 등 다양한 산업 분야에서 적용 사례가 발견되고 있으며, 이를 통해 무역금융의 용이성과 공급망의 효율성 향상, 비즈니스 모델 혁신에 이바지할 수 있는 것으로 확인되었다. 그러나 스마트 무역계약의 한계점으로는 법적 규제와의 상호작용 문제, 기술적 측면에서의 도전 과제 등이 있으며, 후속 연구에서는 실증 연구, 비즈니스 모델 혁신, 법적 쟁점 해결, 보안과 개인 정보 보호, 표준화와 협력, 사용자 경험 연구 등 다양한 측면을 고려해야 할 것으로 판단된다.

(주제어) 스마트 무역계약, 스마트계약, 블록체인, 무역의 디지털화, 문헌고찰

* 계명대학교 국제통상학전공 부교수, E-mail: global@kmu.ac.kr

I. 서론

스마트 무역계약은 블록체인 기술과 스마트계약(Smart Contract)을 활용하여 전통적인 무역계약을 디지털화하고 자동화하는 방식이다. 전통적인 무역계약은 종이 문서로 작성되며, 계약 당사자 간의 신뢰와 중재 기구의 개입이 필요하다. 반면, 스마트 무역계약은 블록체인의 탈중앙화와 암호화 기술을 통해 신뢰성과 보안성을 높이고, 프로그래밍된 스마트계약을 통해 계약 조건의 자동 실행과 이행을 가능하게 한다.

그러나 스마트 무역계약에는 기술적인 문제, 법적인 쟁점, 표준화의 부재 등 여전히 도전 과제와 한계점이 존재한다. 따라서 스마트 무역계약을 구현하고 확대하기 위해서는 이러한 도전 과제를 극복하는 연구를 통해 산업 및 정부 간의 협력과 표준화 노력이 필요하다. 스마트 무역계약 연구는 최근 몇 년간 빠르게 성장하고 있는 분야이면서도 기대보다 후속 연구가 더디게 이루어지고 있다. 더 넓은 범위에서의 적용 가능성과 새로운 연구 영역을 탐구할 필요성이 제기된다.

이에 본 논문에서는 스마트 무역계약의 선행 연구들을 체계적으로 검토하고 분석하였다. 이를 통해 스마트 무역계약에 관한 기존 연구 동향과 이론적 배경을 파악할 수 있었다. 스마트 무역계약에 대한 체계적 문헌고찰을 시작하기 전에 연구 질문과 목표를 설정하였다. "스마트 무역계약의 기술적 측면에서 어떤 기술이 가장 활발히 연구되고 있는가?", "스마트 무역계약의 법적 측면에서 어떤 법적 이슈가 존재하며, 이를 해결하기 위한 제안은 무엇인가?"이다. 연구 질문을 달성하기 위한 구체적인 목표로 "스마트 무역계약의 기술적 측면에서의 최신 연구 동향을 종합하여 기술 적용 가능성과 잠재적 이점을 파악한다."라고 설정하였다.

체계적 문헌고찰을 위해 적절한 검색어를 선정하고 검색 전략을 구성하였다. 스마트 무역계약과 관련된 용어와 키워드를 고려하여 검색어를 선정하고, 국내 학술 데이터베이스와 구글 학술검색 엔진을 활용하여 관련 논문을 탐색하였다. 검색된 논문들은 연구 질문과 목표에 부합하는 논문인지, 신뢰성이 있는지, 최신 연구인지 등을 고려하여 선정하였다. 선정된 논문들을 검토하고, 해당 논문들에서 중요한 정보를 추출하였다. 주요 연구 내용, 연구 방법, 결과, 결론 등을 분석하고 정리하였다. 추출한 데이터를 기반으로 분석을 수행하고, 공통된 주제나 패턴을 도출하였다. 이를 토대로 체계적 문헌고찰의 시사점을 작성하고 연구 질문과 목표에 대한 해답을 도출하였다.

II. 이론적 배경

1. 블록체인

스마트 무역계약은 블록체인 기술을 기반으로 한다. 블록체인은 탈중앙화된 분산원장으로서, 거래 내역의 불변성과 신뢰성을 제공한다. 블록체인의 분산화와 암호화 기술은 스마트 무역계약의 신뢰성과 보안성을 강화하는 기반을 제공한다.

블록체인은 탈중앙화된 분산원장으로서 작동하는 기술이다. 이는 거래 기록을 블록이라는 연속적인 데이터 구조로 묶어 체인 형태로 연결하는 방식으로 작동한다. 블록체인은 분산된 네트워크에 참여하는 여러 컴퓨터(노드) 간에 공유되며, 변경된 데이터는 네트워크의 합의 메커니즘을 통해 검증되고 추가된다(Pilkington, 2016). 가장 잘 알려진 합의 메커니즘은 작업 증명(Proof of Work)으로, 이를 통해 블록을 생성하고 체인에 추가한다(Zheng et al., 2017). 최근에는 작업 증명과 지분 증명의 조합과 같은 다양한 합의 알고리즘이 개발되었다.

Lim 외(2021)의 연구에서는 블록체인 기술은 아직 초기 단계에 있지만, 공급망에서의 신뢰 향상을 위해 블록체인 기술은 확장된 가시성과 추적성, 공급망의 디지털화와 중개자 제거, 개선된 데이터 보안 및 스마트계약을 위한 목적으로 확산하여야 함을 주장하였다.

Gad 외(2022)의 연구에서는 2013년부터 2020년까지의 8,435편의 논문을 체계적으로 분석한 결과 최근 4년간의 연구 관심이 비트코인에서 블록체인으로의 중요한 이동이 있었음을 밝혀냈다. 또한, 이 논문에서는 블록체인을 다양한 응용 분야에 도입하기 위한 연구 및 실무적 과제로 확장성, 상호 운용성, 개인 정보 보호 및 보안, 이기적인 채굴 방지, 거버넌스 및 표준화 등을 제시하였다.

블록체인 기술의 도입으로 무역 거래에서도 무역절차의 단순화와 자동화, 관련 서류의 보완성 강화, 무역계약의 스마트화, 물품 및 정보의 추적성과 가시성 제공 등 혁신적인 변화가 예상된다(임천혁, 2020). 블록체인은 거래 과정의 투명성과 신뢰성을 향상하며, 무역 거래의 효율성을 증대시킬 것이며 이를 통해 국제무역 절차의 혁신과 성과 향상을 이룰 수 있다. 송선욱(2020)의 연구에서는 현재의 무역 싱글윈도우가 중복된 정보 제출, 제한된 데이터 이용 가능성, 데이터 신뢰성 부족 등의 문제를 가지고 있는데 블록체인을 무역 싱글윈도우에 적용하면 정보 처리의 상호운영이 가능해지고, 선적품의 가시성이 증가하며, 스마트계약이 활용되고 데이터의 신뢰성이 개선될 수 있다고 주장하였다.

2. 스마트계약

스마트 무역계약은 스마트계약(Smart Contract)을 활용한다. 스마트계약은 코드로 작성된

계약으로, 계약 당사자 간의 조건에 따라 자동으로 실행되는 디지털 계약이다. 스마트계약의 개념과 기능은 스마트 무역계약 연구의 핵심적인 이론적 배경이다.

스마트계약의 개념은 1990년대에 닉 사보(Szabo)가 처음 제안하였다. 그는 스마트계약을 프로토콜과 사용자 인터페이스를 결합하여 컴퓨터 네트워크상의 관계를 형식화하고 보안하는 것으로 정의하였다. 2015년 이더리움(Ethereum)이 등장하면서 스마트계약이 블록체인 기반의 플랫폼에서 구현되었다. 지금은 다양한 블록체인 플랫폼에서 스마트계약이 채택되고 있으며, 기업이나 기관 간의 계약 체결 및 이행을 자동화하고 신뢰성을 확보하는 데에 활용되고 있다.

Alharby & Van Moorsel(2017)의 연구에서는 스마트계약에 관한 최신 주제를 이해하기 위해 체계적인 맵핑 연구를 수행하였는데 코딩, 보안, 개인 정보 보호, 성능 등 네 가지 범주로 그룹화하였다. 스마트계약은 금융 서비스, 관리, 헬스케어, 사물 인터넷 등 디지털 경제와 지능형 산업을 포함하여 다양한 잠재적인 응용 시나리오를 찾을 수 있으나 아직 성숙 단계에 도달하지 못했으며, 보안 및 개인 정보 보호와 같은 주요 기술적 도전 과제는 더 많은 연구 노력이 필요하다(Wang 외, 2019).

사용자가 블록체인에 스마트계약을 생성하고 배포하면 다른 사람들이 상호 작용할 수 있으며, 기반이 되는 블록체인은 신뢰할 수 있는 실행을 보장한다. Kemmoe 외(2020)의 연구에서는 마이크로 서비스, 서비스 지향 컴퓨팅, 연구 구조, 고성능 컴퓨팅 등 4가지의 스마트 계약 아키텍처를 소개하고 평가하였다.

3. 게임 이론

스마트 무역계약 연구에서는 게임 이론의 개념과 모델을 활용할 수 있다. 게임 이론은 다양한 이해관계자들 간의 전략적 상호작용을 분석하고 예측하는 도구로 활용된다. 스마트 무역계약에서는 거래 당사자 간의 자원 분배와 이익 극대화를 게임 이론을 통해 분석하고 설계하는데 이론적 배경을 제공한다.

De Giovanni(2020)는 공급업체가 상품을 소매업체에 판매하여 서비스 전략을 결정하고 소매업체는 구매할 최적 수량과 판매 가격을 결정하는 공급망 게임을 제안하였다. 기업은 블록체인 플랫폼에서 공급망에 관련된 모든 리스크를 제거하고 거래 비용을 절감할 수 있다는 것이다.

Garina & Drogovoz(2022)는 스마트계약의 기능 분석 및 게임 이론적 모델링을 통해 계약자와의 작업 단계에서 스마트계약을 도입함으로써 수입이 증가하고 리스크가 감소하며, 기업 자체 및 제3자 공급업체에 대한 프로세스의 투명성이 향상된다는 것을 보여주었다.

스마트계약은 이더리움과 같은 블록체인 시스템에서 모든 노드에 의해 실행 또는 검증되므로 고부하 계산에 비효율적이다. 이에 Liu & Zhang(2020)은 게임 이론적 접근 방식을 기

반으로 실용적이고 효율적인 솔루션을 제안, 구현 및 평가하여 이러한 한계를 해결하였다.

4. 계약 이론

스마트 무역계약은 계약 이론의 관점에서 연구된다. 계약 이론은 다양한 계약 형태와 조건에 대한 분석을 통해 계약의 경제적 이점과 구조를 이해하고 설계하는 이론적 접근법을 제공한다. 스마트 무역계약에서는 계약 이론을 통해 조건, 책임, 위험 분담 등을 분석하고 설계하는데 이론적 배경을 제공한다. 스마트계약은 어떤 형태로든 법적 계약과 관련이 있다. 스마트계약은 법적 계약의 일부를 구성하거나 전체 계약이 될 수 있으며, 계약 수행을 자동화하기 위해 사용될 수도 있다.

한편, 현대 계약법이 스마트계약에 적용 가능한지는 논란의 여지가 있다. 스마트계약은 원래 블록체인에 내장된 기술 규칙에만 의존하고 실무에서 발생할 수 있는 다양한 문제를 해결할 수 있는 자체적인 도구로 간주하였기 때문이다. 그러나 실무에서는 기술적 규제가 스마트계약 사용 시 발생할 수 있는 문제를 종종 해결하지 못하는 것으로 나타났으며, 이는 법적 규제가 필요한 것이다(Filatova, 2020).

스마트계약은 비용이 많이 드는 법적 시행을 활용하는 전통적인 계약보다 낮은 거래 비용으로 작동해야 한다고 알려졌지만 Vatiro(2022)는 변동할 수 있고 예측 불가능한 사건에 대한 적응의 필요로 인해 스마트계약이 전통적인 계약보다 더 높은 거래 비용을 발생시킬 수 있다고 주장하였다.

스마트계약의 법적 영향에 대한 논쟁은 강화되고 있으며 스마트계약과 관련된 많은 법적 문제가 조명되고 있다. 법학자들은 잠재적인 법적 위험, 논란 및 기존 법적 구조와의 불일치를 지적하고 있다. Ferreira(2021)는 스마트계약이 실무자, 학자 및 법제자들에게 도전을 제기하고 있지만, 현재의 법적 이니셔티브는 대부분의 법적 체계에서 스마트계약에 큰 장애물이 없으며 기존의 법적 구조 내에 스마트계약을 수용하기 위해 법적 진화를 기대해야 한다는 점을 강조하였다.

5. 분산 시스템 이론

스마트 무역계약은 분산 시스템 이론의 개념을 활용한다. 분산 시스템 이론은 네트워크상의 다수의 독립된 요소가 상호작용하여 작동하는 시스템을 분석하는 이론이다. 스마트 무역계약에서는 분산된 스마트계약과 거래 참여자들 간의 상호작용을 분석하고 설계하는데 분산 시스템 이론을 활용한다.

탈중앙화된 저장 네트워크에서 개인들은 사용하지 않는 하드웨어 저장 공간을 다른 개인

들에게 임대한다. 탈중앙화 네트워크는 클라이언트가 파일을 안전하게 전송할 수 있어 중앙화된 데이터 제어로 인한 데이터 손실 위험을 없앤다. 이 분야에서 많은 연구가 수행되어왔지만, 저장 용량과 효율성을 주로 대상으로 하고 있으며, 보안, 무결성 및 개인 정보 보호 취약점에 대한 대응이 필요하다(Khalid 외, 2023).

Wang 외(2019)의 연구에서는 합의 프로토콜 설계와 그에 따른 블록체인 네트워크의 영향에 대한 포괄적인 조사를 바탕으로, 다양한 분야에서 블록체인 네트워크의 신흥 응용 분야에 대한 전망을 제시했다. 그들은 특히 통신 네트워크 분야에서 블록체인 네트워크의 도입으로 전통적인 문제가 어떻게 형태를 바꿀 수 있는지에 초점을 맞추었다.

분산원장, 탈중앙화, 스마트계약 및 합의 메커니즘과 같은 블록체인 기술의 특징들은 회계 과정에 대한 신뢰에 도움이 될 수 있다. Secinaro 외(2021)의 논문은 이러한 특징들을 이론적으로 분석하고 이러한 기술이 법률 사무소, 변호사, 회계사 또는 감사인과 심지어 규제 기관과 같은 신뢰 대리인의 역할을 대체하거나 보완할 수 있는지 조사하였는데, 블록체인은 신뢰를 강화하는 데 중요한 새로운 특징들을 제공하지만 기술적인 요구 사항 때문에 블록체인은 신뢰 회계 과정을 보완하기 위한 것으로 한정될 수 있다는 것을 보여주었다.

Ⅲ. 연구 분야와 주요 이슈

1. 스마트 무역계약의 기술적 측면

스마트 무역계약의 구현과 실행을 위한 기술적 측면에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 스마트계약 플랫폼의 개발, 블록체인 네트워크의 확장성과 성능 개선, 보안 및 개인 정보 보호 등이 주요한 연구 주제이다.

최혁준(2022)은 블록체인 기술의 급속한 성장으로 인해 국제무역 관련 당사자들이 상품 매매 계약에서 해당 기술을 구현하는 방안을 제시하였다. 분석 결과, 블록체인 기술이 가장 중요한 요인으로 나타났으며, 그다음으로 정부, 금융, 시장, 기업 요인이 중요도 순으로 도출되었다. 따라서 무역 계약 프로세스에서 블록체인 기술을 구현하기 위해서는 해당 기술에 대한 이해가 필수적이며, 가장 핵심적인 요소로 주목받았다.

Sinha & Roy Chowdhury(2021)의 연구에서는 국제무역의 가치사슬 분석과 온톨로지 기반 블록체인 설계 접근법에 기반한 프레임워크를 개발하였다. 이 논문은 글로벌 무역의 가치사슬 활동 순서, 계약 조건, 데이터 구조 템플릿, 검증 규칙 및 실패점을 분석하고 스마트 계약 블록체인 구조를 제안하였다.

2. 스마트 무역계약의 법적 측면

스마트 무역계약이 기존의 법적 규제와 어떻게 상호작용하는지에 대한 법적 측면의 연구가 진행되고 있다. 스마트계약의 법적 구속력, 계약 조건의 자동 이행과 이의 실현 가능성, 계약 당사자의 책임과 의무 등이 주요한 연구 주제이다. 국제기구뿐만 아니라 학계에서도 스마트계약의 유효성과 집행 가능성에 대한 합의를 이루기 어렵다. 현재까지 유럽 국제법과 국가 계약법 모두 스마트계약을 통합할 수 있는지가 명확하지 않다. 법적 확실성이 없는 상황에서 프로그래머와 경제 주체들은 디지털(스마트) 계약의 설계, 관리 및 실행에 크게 이바지하고 있다. 기본적으로 그들은 기술과 산업 자체 규제를 의존하여 스마트계약 모델을 표준화한다. Poncibò(2022)는 국경을 넘는 상업 거래를 위한 스마트계약이 주로 기술과 산업 자체 규제 때문에 통제되고 있다고 결론을 내렸다. Poncibò(2022)는 *lex mercatoria ex machina*(기술에 의존하는 새로운 상업법)의 등장을 주목하였다.

무역 거래에서 블록체인 기반 스마트계약의 적용을 위해 가상화폐 규제와 스마트계약의 법적 효력 문제는 주요한 해결과제이다. 이 외에도 거래생태계 구축 등 다양한 해결과제들이 존재한다. 이러한 과제들을 해결하여 블록체인 기반 스마트계약이 무역 거래에 적용될 수 있도록 제도적인 선결 조건을 마련하는 것이 필요하다(이기영, 김철호, 2018).

유준수(2020)의 연구는 스마트계약 플랫폼에서 파생될 수 있는 디지털 조세 문제를 다루었다. 이 문제는 소비지국 과세원칙에 따라 재화의 수출입 및 공급 시기와 관련이 있으며, 또한 ICT 기반의 거래가 용역 거래로 간주될 경우 B2B와 B2C의 전자적 용역에 대한 납세 지역 문제와 내국세 및 관세의 신고, 납부 시기 및 부과될 세목 등을 고려해야 한다.

조현숙(2019)의 연구는 무역 거래에서 스마트계약의 법률적 문제와 이를 예방하고 해결하려는 방안에 대해 다루었다. 주요 내용으로는 스마트계약의 효력에 대한 문제, 이행과정에서의 불이행 또는 하자에 따른 담보 문제, 준거법 및 국제재판관할권의 문제 등이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 스마트계약의 수정 및 업그레이드, 손해배상 조건의 코드화, 서면 계약의 활용, 분쟁해결 방법의 합의 등의 방안을 고려할 수 있다. 특히, 중재와 같은 ADR 메커니즘을 스마트계약의 블록체인 분장에 기록하여 플랫폼을 활용하는 것이 유용할 수 있다.

스마트계약의 법적 지위는 아직 명확하게 규정되지 않았지만, 스마트계약은 디지털 코드로 작성된 독립적인 계약으로서 당사자 간 권리와 의무 관계를 형성한다. 따라서 스마트계약은 기존의 계약 틀 안에서 해석되어야 한다. 국제거래에서 스마트계약 분쟁이 발생하면 국제 재판 관할과 준거법에 관한 결정이 문제가 될 수 있다. 스마트계약은 자동화된 이행을 하고 있지만, 법적 효력을 가지기 위해서는 당사자의 의사가 필요하며, 청약과 승낙 단계가 존재하기 때문에 계약으로 간주할 수 있다. 이러한 이유로 스마트계약은 법적 효력을 인정받을 수 있을 것이다(한종규, 2018).

3. 스마트 무역계약의 산업 분야 적용 사례

스마트 무역계약이 다양한 산업 분야에서 어떻게 적용되고 있는지에 대한 사례 연구가 수행되고 있다. 국제무역, 공급망 관리, 금융, 보험, 에너지 등 다양한 분야에서의 적용 사례와 이를 통한 비즈니스 모델 혁신 등이 주요한 연구 주제이다.

스마트계약은 공급망 업체의 선송금 및 사후송금 용자 결정을 가능하게 함으로써 은행의 대출 위험을 줄이고 자금 조달 비용을 낮추어 공급망의 효율성을 향상한다. Wang 외(2019)는 스마트계약 도입이 어떻게 무역금융 활동을 쉽게 하고 공급망 기업에 가치를 창출할 수 있는지를 조사하였는데 스마트계약은 공급업체의 약정매매 문제로 인한 과도한 가격 결정 행위를 완화하고 공급망의 효율성을 회복하는 데 도움이 되는 것으로 나타났다.

Bhat 외(2021)는 블록체인을 활용한 무역금융 방법론과 스마트계약 검토를 소개하면서 Accpire-BT와 같은 블록체인 플랫폼을 사용하여 전통적인 무역 메커니즘을 개선하고 최적화할 수 있다고 주장하였다. 스마트계약을 통해 무역금융을 제어함으로써 이해관계자들의 참여를 안내하는 명확하고 자동화된 조치를 가능하게 한다. 블록체인을 활용한 무역금융은 사기, 신뢰, 책임성, 처리 시간 및 비용과 관련된 해결책을 제공할 수 있다.

해운 산업은 글로벌 무역 시장 상품의 90%를 운송하며, 무역 문서와 정보 처리 비용이 증가하고 있다. 그러므로 해운 산업의 디지털 전환은 새로운 시장의 개발과 접근을 위해 필요하다. 적하보험, 신용장, 선하증권, 팩터링 등은 스마트계약의 사용으로 상당한 이점을 얻을 수 있다(Aránguiz 외, 2021).

4. 스마트 무역계약의 장점과 한계점 분석

스마트 무역계약의 잠재적인 이점과 도전 과제를 분석하는 연구가 이루어지고 있다. 효율성, 신뢰성, 투명성 등 장점과 기술적, 법적, 비즈니스적 한계점에 대한 분석이 이루어지고 있다.

유광현, 김종권(2020)의 연구 결과를 통해 스마트계약과 세계 무역 규모 증감률, 그리고 세계물품 수출 증감률 사이에는 서로 상호 영향력이 있다는 것을 알 수 있다. 이는 스마트계약을 통해 세계 무역 규모가 증가할 때 세계물품 수출도 함께 상승하는 양적 상승효과가 나타날 수 있음을 의미한다. 또한, 세계물품 수출이 증가할 때에도 스마트계약을 통한 세계 무역 규모의 증감률이 더 높아질 수 있는 구조가 세계 무역 시스템에서 존재한다는 것을 알 수 있다.

블록체인은 스마트계약과 사물인터넷(IoT)과 함께 공급망에서 현재 존재하는 대부분 문제를 해결할 수 있으며, 기업에 상당한 비용, 시간 및 노력을 절약해줄 수 있다. 제품의 추적성을 향상함으로써 기업들은 부수적인 비용을 줄일 수도 있다. 이는 기업들이 잠재적인 소비자

소송과 평판적 피해와 같은 재앙을 피할 수 있도록 도와줄 것이며, 기업들이 현재 소비자 소송 및 PR 해결에 지출하는 비용을 줄일 수 있다. 기업들은 ESG(환경, 사회 및 지배구조) 등급과 전반적인 CSR(기업의 사회적 책임) 등급을 개선할 수 있다(Bhandari, 2018). 경제 및 사회적인 측면에서도 블록체인은 글로벌 공급망의 지속 가능성과 포용성을 크게 향상할 수 있다.

블록체인은 L/C(신용장)를 통한 무역 대금 결제와 같은 기존의 금융 절차를 혁신할 잠재력이 있다. 국제무역 주체들은 블록체인과 스마트계약 기반 플랫폼을 통한 금융 프로세스의 기술적 재설계를 통해 혜택을 얻을 수 있다. Chang 외(2019)의 연구는 패러다임 변화의 개념적 관점에서 현대적인 블록체인 기반 L/C 사례를 통해 무역금융에서 블록체인 혁신의 실행 가능성을 분석하였다.

진형석 외(2019)의 연구에서 블록체인 기반의 스마트계약을 도입하여 새로운 ‘스마트계약 신용장’의 개념을 제안하였다. 이를 위해 전통적인 화환신용장의 7단계 계약 관계를 3단계로 축소하고, 통지은행이 없어지는 등의 변화된 절차와 계약 관계를 탐색했다. 또한, 전문가 인터뷰를 통해 제안의 타당성을 검증하고 스마트계약 신용장의 전망을 논의하여 이전 연구의 부족을 보완하였다.

5. 스마트 무역계약의 비즈니스 모델과 경제 효과

스마트 무역계약의 비즈니스 모델과 경제 효과에 관한 연구도 활발히 이루어지고 있다. 스마트 무역계약이 기업들의 비즈니스 프로세스와 거래 방식에 어떤 변화를 가져오며, 이로 인해 경제적인 이점이 발생하는지에 대한 연구가 진행되고 있다. 이러한 연구는 스마트 무역계약의 비즈니스 모델 혁신과 경제 생태계에 대한 이해를 도모하고자 한다.

국제무역에 관련된 흥미로운 프로젝트인 ‘Incochain’이 최근에 시작되었다. 이 프로젝트는 탈중앙화된 스마트계약으로 번역된 incoterms를 의미한다. 이 프로젝트의 설명에 따르면, ‘Incochain’은 세계 무역을 위해 스마트계약을 생성하는 프로젝트이다. 이 프로젝트는 구매자와 판매자의 의무와 위험을 명확히 정의하며, 탈중앙화된 대시보드 시스템을 제공하며 국제 및 해상법, 화물 보험, 은행 및 회계, 세관, 창고 및 운송 부문을 포함한 다양한 부문에서 활용할 수 있다(De Caria, 2017).

6. 스마트 무역계약의 보안과 프라이버시

스마트 무역계약이 가지는 보안과 개인 정보 보호에 관한 연구도 진행되고 있다. 블록체인의 보안 취약성, 스마트계약의 취약점, 개인 정보 보호와 관련된 법적 이슈 등에 관한 연구가

이루어지고 있다. 이는 스마트 무역계약의 안전성과 신뢰성을 강화하는 데 필요한 연구 분야이다.

스마트계약은 분산화된 응용 프로그램에서 자율적으로 작동하며 신뢰할 수 있는 거래와 계약을 수행하기 위해 상당한 암호화폐를 보유하고 있다. 이더리움 스마트계약에 있는 취약점을 악용하여 해커들이 암호화폐를 탈취한 사건이 여러 건 발생하였다. 이러한 해킹 사건은 이더리움 생태계의 취약점과 보안 강화의 필요성을 드러내었다. 이더리움 커뮤니티와 개발자들은 계속해서 보안 취약점을 찾고 보완하기 위해 노력하고 있다. Praitheeshan 외(2019)는 이더리움 스마트계약의 내부 메커니즘과 소프트웨어 보안 취약점의 관점에서 16가지 보안 취약점을 조사했으며 아직 많은 공격에 취약한 상태임을 예측할 수 있었다.

7. 스마트 무역계약의 표준화와 산업 협력

스마트 무역계약의 표준화와 산업 간 협력에 관한 연구가 진행되고 있다. 표준화된 스마트 무역계약 프로토콜과 표준화된 인터페이스의 필요성, 다양한 산업 분야 간의 협력과 통합에 관한 연구가 진행되고 있다. 이는 스마트 무역계약의 상호 운용성과 산업 확산을 촉진하기 위해 중요한 주제이다.

스마트계약의 잠재력은 비용 감소를 초과하여 스마트 공급망에서 특징적인 조직 간 비즈니스 프로세스의 협업을 촉진함으로써 창업적 협업을 가능하게 한다. 기존의 스마트계약 프로젝트를 자세히 살펴보면, 비즈니스 생활에서 대부분의 스마트계약 응용은 공급망 관리, 사물 인터넷 및 산업 4.0 솔루션과 연결되어 있다(Prause, 2019).

블록체인 기술은 기존의 공급망에서 주로 연구되었으며, 비즈니스 네트워크나 생태계의 확대적인 사용에는 탐색되지 않았다. 이는 공급망이 일반적으로 공통의 정보 시스템과 표준을 보장하는 주도적인 주체로 구성되어 블록체인의 이점을 제한한다는 한계가 있다. 따라서 Agrawal 외(2022)의 연구에서는 스마트계약을 활용한 자원 공유를 위한 블록체인 기반 협업 프레임워크를 설계하였다. 이러한 프레임워크는 기존의 공급망과는 다른 네트워크나 생태계에서의 운영을 지원하기에 적합하다.

8. 공급망 관리에서의 스마트 무역계약

블록체인은 무역금융 이외에도 무역에 영향을 미칠 수 있는 응용 분야를 가지고 있다. 그 중 하나는 공급망 관리이다. 다양한 이해관계자와 비즈니스 거래가 포함된 공급망은 복잡하다. 투명성과 추적성의 부재, 위험과 중단 관리의 어려움, 신뢰와 평판 구축의 필요성 등 많은 과제가 있다. 스마트계약을 통해 공급망의 복잡성이 줄어들고 다양한 비즈니스 거래가 자

동으로 검증되고 실행된다. 스마트계약은 공급망의 투명성, 추적성 및 효율성을 향상해 더 유연한 공급망을 구축하고 이해관계자 간의 관계를 강화할 수 있게 한다.

Law(2017)의 연구에서는 공급망 관리에 스마트계약을 적용하기 위해 개념 증명을 만들었다. 개념 증명은 Solidity로 작성된 세 개의 스마트계약으로 구성되며, 물품의 출처를 확인하고 공급망을 통해 물품의 이동 경로를 추적하며, 기준 충족 시 자동으로 결제를 수행하며, 이해관계자의 평판을 나타내는 점수를 가진 개방형 데이터베이스를 유지하였다.

Bottoni 외(2020)는 신뢰와 조정이라는 공급망의 효율성과 효과성을 저해하는 주요 문제를 해결하기 위한 지능형 스마트계약을 소개하였다. 지능형 스마트계약은 인간 조정자의 역할을 대체하여 신뢰 문제를 해결하고 조정 과정을 자동화하여 공급망 관리 비용을 줄일 수 있다는 주장이다.

Turjo 외(2021)는 거래 보안이 가능한 암호화 기법을 활용하여 공급망 관리 문제를 재구성할 수 있는 대안을 제시하였다. 또한, 이 논문은 스마트계약에서 최고 수준의 안전성, 투명성 및 효율성을 유지하는 방법을 보여준다.

Groschopf 외(2021)는 문헌을 분석하여 스마트계약과 공급망의 지속가능성이 중복되는 연구 분야를 탐색한 후 스마트계약이 공급망에 미치는 환경 및 사회적 영향을 모델링하기 위해 준 구조적 평가 프레임워크를 개발하였다. 조직 개발, 지속가능성 및 기술 간의 관계를 매핑하여 공급망 성숙도를 위한 개념적 프레임워크를 제안하였다.

IV. 스마트 무역계약의 연구 한계점과 필요성

1. 스마트 무역계약 연구의 한계점

스마트 무역계약의 구현에는 여전히 기술적인 도전 과제가 존재하며, 법적 효력과 규제 문제도 해결되어야 한다. 또한, 현실적인 산업 환경에서의 적용 가능성과 비즈니스 모델의 발전에 대한 더 많은 연구가 필요하다. 따라서 스마트 무역계약에 대한 선행연구를 평가할 때는 이러한 측면을 고려해야 한다.

1) 기술적 측면 연구의 한계점

스마트 무역계약의 기술적 측면 연구는 활발히 진행되고 있지만 몇 가지 한계점이 존재한다. 첫째, 스마트계약 플랫폼의 개발에는 여전히 도전 과제가 많다. 현재의 플랫폼은 성능, 확장성, 보안 등 측면에서 계속해서 개선되어야 한다. 또한, 다양한 블록체인 플랫폼 간의 표준화가 필요하며, 상호 운용성과 호환성 문제를 해결해야 한다.

둘째, 블록체인 네트워크의 확장성과 성능 개선에 관한 연구도 계속 이루어져야 한다. 현재 블록체인 기술은 대규모 거래와 데이터 처리에 제한이 있을 수 있다. 따라서 효율적인 확장성 및 성능 개선 방안을 연구하여 스마트 무역계약의 실제 적용 가능성을 높여야 한다.

이러한 한계점들을 극복하기 위해 학술적 연구와 더불어 기술 개발이 필요하며, 실제 산업 현장에서의 적용 가능성과 잠재적인 이점을 탐구하는 노력이 이어져야 한다.

2) 법적 측면 연구의 한계점

스마트 무역계약의 법적 측면 연구는 중요성이 인정되었지만 몇 가지 한계점이 있다. 첫째, 스마트 무역계약의 법적 지위와 유효성에 대한 명확한 규정이 부족하다. 국제적인 법적 표준화와 규정이 필요하며, 현재까지 합의된 국제적인 법적 틀이 없어 학계와 국제기구 간의 의견 충돌이 발생할 수 있다.

둘째, 스마트 무역계약의 자동 이행과 이의 실현 가능성에 대한 문제가 있다. 스마트계약은 코드로 작성되어 자동으로 실행되지만, 예외 상황이나 분쟁 발생 시 어떻게 대응할지에 대한 법적인 가이드라인이 필요하다. 이를 위해 스마트계약의 조건과 절차, 분쟁 해결 방법 등에 대한 법적인 규제가 필요하다.

셋째, 스마트 무역계약에서 계약 당사자의 책임과 의무에 대한 문제도 존재한다. 자동화된 스마트계약의 실행으로 인해 계약 당사자 간의 책임과 의무가 어떻게 분담되는지에 대한 법적인 가이드라인이 필요하다. 이를 통해 계약 당사자 간의 균형과 공정성을 유지할 수 있다.

이러한 한계점들을 극복하기 위해 더 많은 연구와 더불어 입법 논의가 필요하다. 스마트 무역계약의 법적 측면에 관한 연구는 스마트계약의 적용 가능성과 법적 효력에 대한 이해를 높이고, 국제적인 법적 표준화를 추진함으로써 연구에 그치지 않고 스마트 무역계약의 성공적인 적용을 지원해야 한다.

3) 산업 분야 적용 사례 연구의 한계점

스마트 무역계약의 산업 분야 적용 사례 연구는 많은 이점과 잠재력을 보여주고 있지만, 몇 가지 한계점도 있다. 첫째, 실제로 스마트 무역계약이 다양한 산업 분야에서 적용되고 있는 사례 연구는 아직 제한적이다. 주로 학문적인 연구나 개별 기업의 실험적인 시도에 기반하여 이루어지고 있으며, 대규모 실무 적용 사례는 아직 찾아보기 힘들다. 따라서 실제 산업 현장에서의 적용 가능성과 잠재적인 이점을 더 명확히 파악하기 위해 더 많은 사례 연구가 필요하다.

둘째, 스마트 무역계약의 산업 분야 적용 사례 연구는 여전히 초기 단계에 있어 한계점이 있다. 스마트 무역계약은 블록체인과 기타 기술 요소와의 융합이 필요하며, 이를 구현하고 실행하기 위한 기술적, 법적, 비즈니스적 문제들이 여전히 다양하게 존재한다. 따라서 이러

한 문제들을 극복하기 위한 보다 심층적인 연구와 실제 현장에서의 실험과 구현이 필요하다.

셋째, 스마트 무역계약의 다양한 산업 분야 적용 사례 연구는 지역적인 차이와 특정한 비즈니스 모델에 의존할 수 있다. 산업 분야와 지역적인 특성에 따라 적용 가능한 스마트 무역계약의 형태와 기술적 요소가 달라질 수 있다. 따라서 더욱 폭넓은 지역과 산업 분야를 포괄하는 연구가 필요하며, 이를 통해 산업 간의 공통된 문제와 잠재적인 이점을 파악할 수 있어야 한다.

또한, 스마트 무역계약의 적용 사례 연구는 기존의 법적 규제와의 상호작용에 대한 이해도를 높이는 데 이바지해야 한다. 스마트 무역계약이 법적으로 인정되고 수용될 수 있는지에 대한 법적 쟁점과 이슈를 파악하고, 이를 해결하기 위한 법적 틀과 규제 방안을 모색하는 연구가 필요하다. 이는 국제적인 법적 표준화와 규제 협력을 강화하는 데 도움이 될 것이다.

4) 보안과 프라이버시 연구 한계점

스마트 무역계약의 보안과 개인 정보 보호에 관한 연구는 진행 중이지만 아직 많은 한계점이 존재한다. 첫째, 스마트계약의 보안 취약성을 식별하고 해결하기 위한 연구는 진행 중이지만, 이러한 취약성 분석은 복잡성과 다양성으로 인해 어려움을 겪고 있다. 스마트계약 플랫폼의 다양한 기술적 측면을 고려해야 하며, 새로운 취약성이나 공격 방법이 지속적으로 발생할 수 있다.

둘째, 스마트계약은 프로그래밍 코드로 작성되므로 취약점이 존재할 수 있다. 하지만 스마트계약의 취약점을 도출하고 분석하는 것은 어렵다. 프로그래밍 언어의 복잡성과 다양성, 계약 간의 상호작용 복잡성 등으로 인해 취약점 분석에 어려움이 있다.

셋째, 스마트 무역계약의 보안과 프라이버시 연구는 주로 모의실험과 시뮬레이션을 통해 이루어지고 있다. 그러나 이러한 연구 결과를 실제 산업 현장에 적용하고 검증하는 것은 어려운 과제이다. 실제 환경에서의 다양한 요인들을 고려하고 실증적인 결과를 도출하기 위해서는 실제 기업과의 협력과 실증적 연구가 필요하다. 현재까지 스마트 무역계약의 보안과 개인 정보 보호에 대한 실제 환경에서의 검증된 해결책이나 방법론은 제한적이다.

5) 공급망 관리에서의 스마트 무역계약 연구 한계점

스마트 무역계약이 공급망 관리에 적용되는 연구는 많은 잠재력을 가지고 있지만, 아직도 몇 가지 한계점이 존재하므로 다음과 같은 연구를 진행해야 한다. 첫째, 스마트 무역계약의 적용을 위해서는 인프라 구축과 표준화가 필요하다. 공급망의 모든 이해관계자가 통일된 플랫폼을 사용하고 상호 연결될 수 있어야 한다. 그러나 현재는 다양한 시스템과 프로토콜이 존재하며, 이들을 통합하는 것은 여전히 어려운 과제이다.

둘째, 스마트 무역계약을 효과적으로 구현하기 위해서는 산업 표준의 개발과 이해관계자들

간의 협업이 필요하다. 이는 다양한 기업 및 산업 간의 협업을 유도하고 표준화를 이루어야 하는 과정을 포함한다. 그러나 현재는 산업 표준의 부재와 이해관계자들 간의 협력 부족이 한계점으로 작용할 수 있다.

셋째, 스마트 무역계약의 구현 및 유지에는 비용이 소요된다. 블록체인 기술의 사용, 스마트 계약의 프로그래밍 및 유지보수에 필요한 비용이 있다. 이러한 비용 측면과 효율성 문제는 스마트 무역계약의 적용 가능성을 제한할 수 있다. 공급망은 동적이고 변화가 빠른 환경이다. 스마트 무역계약을 적용할 때는 변경 관리와 저변 인식이 중요한 요소이다. 기존의 프로세스와 관행을 변경하고 이해관계자들의 동의를 얻는 과정은 어려울 수 있다.

2. 스마트 무역계약 연구의 후속 연구 필요성

스마트 무역계약 연구의 후속 연구는 다양한 측면에서 필요성을 가지고 있다. 첫째, 현재까지 대부분의 스마트 무역계약 연구는 이론적인 측면에 초점을 맞추고 있다. 하지만 실제 산업 현장에서의 스마트 무역계약 적용 사례와 그 효과에 관한 실증 연구가 필요하다. 이를 통해 실제 환경에서의 장단점과 성과를 평가하고, 기존 프로세스와의 비교 분석을 수행할 수 있다.

둘째, 스마트 무역계약은 무역 비즈니스 모델을 혁신할 수 있게 한다. 따라서 스마트 무역계약이 적용되는 다양한 산업 분야에서의 비즈니스 모델 혁신에 관한 연구가 필요하다. 스마트 무역계약이 기존 비즈니스 모델과 어떻게 상호작용하며, 어떤 새로운 가치 제안과 수익 모델을 제공하는지에 대한 연구가 중요하다.

셋째, 스마트 무역계약은 기존의 법적 규제와 상호작용하면서 새로운 법적 쟁점을 제기할 수 있다. 스마트 무역계약이 법적 쟁점을 어떻게 해결하고, 어떤 규제 방향이 필요한지에 대한 연구가 필요하다. 이를 통해 스마트 무역계약의 법적 안정성과 신뢰성을 강화할 수 있다.

넷째, 스마트 무역계약은 보안과 개인 정보 보호에 대한 새로운 도전과 과제를 제기한다. 블록체인 기술과 스마트계약의 보안적 취약성, 개인 정보 보호와 관련된 법적 쟁점 등에 관한 연구가 필요하다. 이를 통해 스마트 무역계약의 보안성과 개인 정보 보호를 강화할 수 있다.

다섯째, 스마트 무역계약의 표준화는 상호 운용성과 산업 확산에 중요한 역할을 한다. 표준화된 스마트 무역계약 프로토콜과 인터페이스의 필요성, 다양한 산업 분야 간의 협력과 통합에 관한 연구가 필요하다. 이를 통해 스마트 무역계약의 표준화와 산업 간 협력을 촉진할 수 있다.

여섯째, 스마트 무역계약은 국제무역 분야에 큰 영향을 줄 수 있는 기술이다. 국제무역에서의 스마트 무역계약의 잠재력과 도전 과제에 관한 연구가 필요하다. 국가 간의 법적, 기술적, 정책적 측면에서의 협력과 장애 요인 등에 관한 연구가 중요하다.

마지막으로 스마트 무역계약의 사용자 경험에 관한 연구도 중요한 주제이다. 스마트 무역

계약 사용자들의 인터페이스, 사용 편의성, 학습 곡선, 문제 해결 능력 등에 관한 연구를 통해 사용자들의 만족도와 채택 가능성을 높일 수 있다.

이러한 후속 연구 주제들은 스마트 무역계약 연구의 확장과 실용화를 위해 필요한 분야들이다. 이를 통해 스마트 무역계약의 적용 영역과 잠재력을 더욱 확장하고, 기존의 도전 과제를 극복하며 실제 산업 현장에서의 적용을 촉진할 수 있다.

V. 논의 및 결론

본 논문은 스마트 무역계약의 체계적 문헌고찰을 통해 스마트계약과 블록체인 기술을 활용한 무역계약의 디지털화와 자동화에 관한 연구 동향과 이론적 배경을 파악하고, 기술적 측면과 법적 측면에서의 도전 과제와 후속 연구 방안을 분석하였다.

스마트 무역계약은 스마트계약의 한 유형으로, 블록체인을 기반으로 한 자동화된 계약 시스템의 개념을 무역과 관련된 거래에 적용한 것이다. 이는 무역 분야에서 다양한 연구 주제와 이슈를 다루고 있으며, 기술적, 법적, 비즈니스적 측면에서 연구가 진행되고 있다.

스마트 무역계약의 기술적 측면에 관한 연구는 스마트계약 플랫폼의 개발, 블록체인 네트워크의 확장성과 성능 개선, 보안 및 개인 정보 보호 등을 다루고 있다. 스마트 무역계약의 법적 측면에 관한 연구는 스마트계약의 법적 구속력, 계약 조건의 자동 이행과 이의 실현 가능성, 계약 당사자의 책임과 의무 등을 다루고 있다.

스마트 무역계약은 국제무역, 공급망 관리, 금융, 보험, 에너지 등 다양한 산업 분야에서 다양한 적용 사례가 발견되고 있다. 이를 통해 스마트계약이 무역금융의 용이성과 공급망의 효율성 향상, 해운 산업의 디지털 전환 등의 비즈니스 모델 혁신에 이바지할 수 있다는 것이 연구들에서 확인되고 있다. 스마트 무역계약의 장점으로는 세계 무역 규모와 수출 증가에 긍정적인 영향을 미칠 수 있으며, 공급망의 효율성 향상, 블록체인과 결합하여 비용 절감과 투명성 증대 등이 있다. 그러나 스마트 무역계약의 한계점으로는 법적 규제와의 상호작용 문제, 표준화 부재, 기술적 측면에서의 도전 과제 등이 있다.

스마트 무역계약은 국제무역을 위한 새로운 비즈니스 모델을 제공하며, 경제적인 이점을 창출할 수 있는 프로젝트와 연구가 진행되고 있다. 스마트 무역계약의 보안과 개인 정보 보호에 관한 연구는 블록체인의 취약성과 스마트계약의 취약점을 다루며, 안전성과 신뢰성을 강화하기 위한 필요성을 강조하고 있다. 스마트 무역계약의 표준화와 산업 간 협력에 관한 연구는 스마트 무역계약 프로토콜과 인터페이스의 표준화의 필요성과 산업 분야 간의 협력과 통합을 탐구하며, 상호 운용성과 산업 전반에 걸친 스마트 무역계약의 확산을 촉진하기 위해 중요하다. 블록체인과 스마트계약을 활용한 스마트 무역계약은 공급망 관리에서 투명성, 추

적성, 효율성 등의 이점을 제공하여 더 유연하고 협력적인 공급망을 구축하고 이해관계자 간의 관계를 강화하는 데 이바지할 수 있다.

체계적 문헌고찰 결과 스마트 무역계약 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 기술적 연구 측면에서 스마트 무역계약 플랫폼의 개발과 확장성, 성능 개선에 대한 도전 과제가 있으며, 다양한 블록체인 플랫폼 간의 표준화와 상호 운용성 문제를 해결해야 한다. 둘째, 법적 연구 측면에서 스마트 무역계약의 법적 지위와 유효성에 대한 명확한 규정이 부족하며, 자동 이행과 분쟁 해결에 대한 법적인 가이드라인이 필요하다. 또한, 계약 당사자의 책임과 의무에 대한 규제도 필요하다. 셋째, 실제로 스마트 무역계약이 다양한 산업 분야에서 적용되고 있는 사례 연구는 아직 제한적이며, 기술적, 법적, 비즈니스적 문제를 극복하기 위한 연구와 현장에서의 구현이 필요하다. 넷째, 스마트 무역계약의 보안 취약성과 스마트계약의 취약점을 해결하기 위한 연구가 진행 중이지만, 실제 환경에서의 검증된 해결책이 제한적이다. 마지막으로 공급망 관리에서의 스마트 무역계약 연구는 활발하지만, 인프라 구축과 표준화, 산업 표준의 개발과 이해관계자 간의 협력, 비용과 효율성 문제 등이 스마트 무역계약의 적용 가능성을 제한할 수 있다.

그러므로 스마트 무역계약 연구의 후속 연구는 실증 연구, 비즈니스 모델 혁신, 법적 쟁점 해결, 보안과 개인 정보 보호, 표준화와 협력, 국제무역 분야 연구, 그리고 사용자 경험 연구를 포함하여 다양한 측면에서 필요하다.

참고문헌

- 송선욱(2020), “블록체인 기반 효과적인 무역 싱글윈도우 구축을 위한 시사점,” 「e-비즈니스 연구」, 제21권 제5호, pp.157-174.
- 유광현·김종권(2020), “블록체인 근거 기술에 의한 무역활성화와 촉진 가능성에 대한 고찰,” 「무역상무연구」, 제85권, pp.27-47.
- 유준수(2020), “국제무역 거래시 스마트계약과 디지털 조세의 연계 방안에 대한 연구,” 「무역상무연구」, 제86권, pp.75-100.
- 이기영·김철호(2018), “A Study on the Application of Smart Chain based on Block Chain to International Commerce Transaction,” 「국제상학」, 제33권 제4호, pp.45-63.
- 임천혁(2020), “블록체인 기술을 활용한 국제무역 활성화 방안에 관한 연구,” 「무역상무연구」, 제85권, pp.49-71.
- 조현숙(2019), “무역거래에서 스마트계약의 법적 고찰,” 「통상정보연구」, 제21권 제3호, pp.111-128.

- 진형석 · 박광서 · 전동석(2019), “스마트계약신용장 도입에 관한 탐색적 연구,” 「무역상무연구」, 제83권, pp.51-74.
- 최혁준(2022), “물품매매계약에서의 블록체인 구현에 관한 연구,” 「e-비즈니스연구」, 제23권 제5호, pp.141-155.
- 한중규(2018), “블록체인 기술을 기반으로 한 스마트계약의 법적 쟁점 연구 - 국제사법 쟁점을 중심으로 -,” 「상사법연구」, 제37권 제3호, pp.421-463.
- Agrawal, T. K., Angelis, J., Khilji, W. A., Kalaiarasan, R., and Wiktorsson, M. (2022), “Demonstration of a blockchain-based framework using smart contracts for supply chain collaboration,” *International Journal of Production Research*, pp.1-20.
- Alharby, M., and Van Moorsel, A. (2017), “Blockchain-based smart contracts: A systematic mapping study,” arXiv preprint arXiv:1710.06372.
- Aranguiz, M., Margheri, A., Xu, D., and Tran, B. (2021), “International Trade Revolution with Smart Contracts,” *The Digital Transformation of Logistics: Demystifying Impacts of the Fourth Industrial Revolution*, pp.169-184.
- Bhandari, B. (2018), “Supply chain management, blockchains and smart contracts,” *Blockchains and Smart Contracts* (June 28, 2018).
- Bhat, A., Nor, R. M., Amiruzzaman, M., and Islam, M. R. (2021), “Methodology and Analysis of Smart Contracts in Blockchain-Based International Trade Application,” arXiv preprint arXiv:2107.14140.
- Bottoni, P., Gessa, N., Massa, G., Pareschi, R., Selim, H., and Arcuri, E. (2020), “Intelligent smart contracts for innovative supply chain management,” *Frontiers in Blockchain*, 3, p.52.
- Chang, S. E., Luo, H. L., and Chen, Y. (2019), “Blockchain-enabled trade finance innovation: A potential paradigm shift on using letter of credit,” *Sustainability*, 12(1), pp.188.
- De Caria, R. (2017), “A digital revolution in international trade? The international legal framework for blockchain technologies, virtual currencies and smart contracts: challenges and opportunities. In *Modernizing International Trade Law to Support Innovation and Sustainable Development*,” *Proceedings of the Congress of the United Nations Commission on International Trade Law*. Vienna, 4-6 July 2017. Volume 4: Papers presented at the Congress (pp. 105-117). United Nations.
- De Giovanni, P. (2020), “Blockchain and smart contracts in supply chain

- management: A game theoretic model,” *International Journal of Production Economics*, 228, 107855.
- Ferreira, A. (2021), “Regulating smart contracts: Legal revolution or simply evolution?,” *Telecommunications Policy*, 45(2), 102081.
- Filatova, N. (2020), “Smart contracts from the contract law perspective: outlining new regulative strategies,” *International Journal of Law and Information Technology*, 28(3), pp.217-242.
- Gad, A. G., Mosa, D. T., Abualigah, L., and Abohany, A. A. (2022), “Emerging trends in blockchain technology and applications: A review and outlook,” *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 34(9), pp.6719-6742.
- Garina, I. O., and Drogovoz, P. A. (2022, April), “Smart contracts functionality analysis and game-theoretic modeling,” In AIP Conference Proceedings (Vol. 2383, No. 1, p. 070010). AIP Publishing LLC.
- Groschopf, W., Dobrovnik, M., and Herneth, C. (2021), “Smart contracts for sustainable supply chain management: Conceptual frameworks for supply chain maturity evaluation and smart contract sustainability assessment,” *Frontiers in Blockchain*, 4, 506436.
- Kemmoe, V. Y., Stone, W., Kim, J., Kim, D., and Son, J. (2020), “Recent advances in smart contracts: A technical overview and state of the art,” *IEEE Access*, 8, 117782-117801.
- Khalid, M. I., Ehsan, I., Al-Ani, A. K., Iqbal, J., Hussain, S., and Ullah, S. S. (2023), “A Comprehensive Survey on Blockchain-Based Decentralized Storage Networks,” *IEEE Access*.
- Law, A. (2017), “Smart contracts and their application in supply chain management,” (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
- Lim, M. K., Li, Y., Wang, C., and Tseng, M. L. (2021), “A literature review of blockchain echnology applications in supply chains: A comprehensive analysis of themes, methodologies and industries,” *Computers and Industrial Engineering*, 154, 107133.
- Pilkington, M. (2016), “Blockchain technology: principles and applications,” In *Research handbook on digital transformations* (pp.225-253). Edward Elgar Publishing.
- Poncibo, C. (2022), “The Digitalization of Contracts in International Trade and

- Finance: Comparative Law Perspectives on Smart Contracts,” *Digitalization and Firm Performance: Examining the Strategic Impact*, pp.131-155.
- Praitheshan, P., Pan, L., Yu, J., Liu, J., and Doss, R. (2019), “Security analysis methods on ethereum smart contract vulnerabilities: a survey,” arXiv preprint arXiv:1908.08605.
- Prause, G. (2019), “Smart contracts for smart supply chains,” *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), pp.2501-2506.
- Secinaro, S., Calandra, D., and Biancone, P. (2021), “Blockchain, trust, and trust accounting: Can blockchain technology substitute trust created by intermediaries in trust accounting? A theoretical examination,” *International Journal of Management Practice*, 14(2), pp.129-145.
- Sinha, D., and Roy Chowdhury, S. (2021), “Blockchain-based smart contract for international business—a framework,” *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 14(1), pp.224-260.
- Szabo, N. (1997), “Formalizing and securing relationships on public networks,” *First monday*.
- Turjo, M. D., Khan, M. M., Kaur, M., and Zaguia, A. (2021), “Smart supply chain management using the blockchain and smart contract,” *Scientific programming*, 2021, pp.1-12.
- Vatiero, M. (2022), “Smart contracts vs incomplete contracts: A transaction cost economics viewpoint,” *Computer Law & Security Review*, 46, 105710.
- Wang, S., Ouyang, L., Yuan, Y., Ni, X., Han, X., and Wang, F. Y. (2019), “Blockchain-enabled smart contracts: architecture, applications, and future trends,” *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 49(11), pp.2266-2277.
- Wang, W., Hoang, D. T., Hu, P., Xiong, Z., Niyato, D., Wang, P., ... and Kim, D. I. (2019), “A survey on consensus mechanisms and mining strategy management in blockchain networks,” *IEEE Access*, 7, 22328-22370.
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., and Wang, H. (2017, June), “An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends,” In *2017 IEEE international congress on big data (BigData congress)*, pp. 557-564

Systematic Literature Review of Smart Trade Contract Research

Ho-Hyung Lee

Abstract

This study provides a systematic review of smart trade contracts, examining the research trends and theoretical background of utilizing smart contracts and blockchain technology for the digitalization and automation of trade contracts. Smart trade contracts are a concept that applies the automated contract system based on blockchain to trade-related transactions. The study analyzes the technical and legal challenges and proposes solutions. The technical aspect covers the development of smart contract platforms, scalability and performance improvements of blockchain networks, and security and privacy concerns. The legal aspect addresses the legal enforceability of smart contracts, automatic execution of contract conditions, and the responsibilities and obligations of contract parties. Smart trade contracts have been found to have applications in various industries such as international trade, supply chain management, finance, insurance, and energy, contributing to the ease of trade finance, efficiency of supply chains, and business model innovation. However, challenges remain in terms of legal regulations, interaction with existing legal frameworks, and technological aspects. Further research is needed, including empirical studies, business model innovation, resolution of legal issues, security and privacy considerations, standardization and collaboration, and user experience studies to address these challenges and explore additional aspects of smart trade contracts.

(Key Words) Smart trade contracts, smart contracts, blockchain, digitalization of trade