

실시간 디지털 콘텐츠 지식재산권 추적·관리를 위한 블록체인 기반 IP 그래프 기술 연구

강성원¹ · 최윤성^{2*}

¹인제대학교 AI소프트웨어학부 학사과정

²부산교육대학교 컴퓨터교육과 조교수

Blockchain-Based IP Graph Technology for Real-Time Tracking and Management of Intellectual Property Rights in Digital Content

Seong-Won Kang¹ · Youn-Sung Choi^{2*}

¹Bachelor's Course, Department of AI Software Engineering, Inje University, Gimhae 50834, Korea

²Assistant Professor, Department of Computer Education, Busan Nation University of Education, Busan 47503, Korea

[요약]

본 연구는 미래 디지털 창작 생태계를 구축하기 위해서는 단순히 신기술을 도입하는 것만으로는 충분하지 않다고 주장한다. 또한 소유권 기록을 신뢰성 있게 유지하고, 시간이 경과함에 따라 데이터가 어떻게 사용되었는지를 투명하게 검증할 수 있는 분산형 인프라의 필요성을 제기한다. 생성형 AI 산출물에서 발생하는 저작권 귀속 문제를 해결하기 위해, 각 기여자의 측정 가능한 기여도에 따라 보상을 분배하는 기여 기반 자동 로열티 정산 메커니즘을 제안한다. 이 프레임워크의 핵심은 IP-그래프 기술로, 이는 저작물, 권리자, 2차적 저작물 간의 관계를 모델링함으로써 복잡하게 중첩된 지식재산권을 실시간으로 추적·검증·관리할 수 있도록 한다. 더 나아가, 하나의 통합 네트워크 내에서 출처(provenance), 사용 이력, 지급 규칙을 연계함으로써 분쟁을 감소시키고 책임성을 제고하며 플랫폼 전반에서 확장 가능한 라이선싱을 지원하는 것을 목표로 한다. 결론적으로 본 연구는 AI 기반 환경에서 창작자에 대한 지속가능하고 공정한 보상을 중심으로 하는, 투명성과 형평성을 강화한 미래지향적 정책 패러다임을 제시한다.

[Abstract]

The study contends that establishing a future digital creative ecosystem requires more than merely adopting emerging technologies. It advocates a decentralized infrastructure that can reliably maintain ownership records and provide a transparent verification of the manner by which data are used over time. To resolve copyright attribution challenges in generative-AI outputs, it proposes a contribution-based, automated royalty settlement mechanism that distributes compensation based on each contributor's measurable input. Central to this framework is IP-graph technology, which models relationships among works, rightsholders, and derivative creations, thus enabling real-time tracking, validation, and the management of complex, overlapping intellectual-property rights. By linking provenance, usage histories, and payment rules within a unified network, the approach aims to reduce disputes, improve accountability, and support scalable licensing across platforms. In general, the study presents a futuristic policy paradigm focused on sustainability, transparency, and unbiased compensation for creators in an AI-driven environment.

색인어 : 디지털 아트, 인공지능, 블록체인, 스마트 컨트랙트, 스토리 프로토콜

Keyword : Digital Art, Artificial Intelligence, Blockchain, Smart Contract, Story Protocol

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2026.27.3.657>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 10 December 2025; **Revised** 07 January 2026

Accepted 10 February 2026

***Corresponding Author; Youn-Sung Choi**

Tel: +82-51-500-7329

E-mail: yschoi@bnue.ac.kr

I. 서론

인공지능(AI), 특히 생성형 AI(Generative AI)의 비약적인 발전과 범용 인공지능(Artificial General Intelligence, AGI)을 향한 기술적 궤적은 전 세계 창작 및 콘텐츠 산업에 전례 없는 기회와 위기를 동시에 초래하고 있다. 2025년 기준 글로벌 창작자 경제(Creator Economy)의 시장 규모는 약 2,531억 달러(약 340조 원)에 달하며, 2035년까지 연평균 23.3% 성장하여 2조 553억 달러 규모로 확장될 것으로 전망된다. AI 도구의 보편화로 창작의 민주화가 이루어진 것은 사실이지만, 창작자들이 자신의 노력에 대한 정당한 대가를 받지 못하게 되는 구조적 문제가 존재한다[1].

과거의 창작 환경이 물리적 복제와 유통의 통제에 의존했다면, AGI 시대는 무한한 생성과 즉각적인 변형이 가능한 환경이다. 대규모 언어 모델(LLM)과 확산 모델(Diffusion Model)은 수십억 개의 인간 창작물을 사전 학습 데이터로 사용하며, 이를 활용하면 원작자의 고유한 느낌을 살린 새로운 창작물을 추가 비용 없이 손쉽게 생산할 수 있다. 문제는 현행 저작권법이 AI 학습과 생성 과정을 제대로 규율하지 못하고 있으며 이는 창작자가 자신의 저작물이 AI 학습에 사용되었는지조차 인지하지 못하는 '블랙박스' 현상을 야기하며, 결과적으로 AI가 인간 창작자의 경쟁자로 부상하면서도 정작 그 원천에 대한 보상은 이루어지지 않는 모순적인 구조를 고착화한다[2], [3].

이러한 위기를 타개하기 위한 구조적 해법으로서 블록체인 기술, 그중에서도 IP 데이터의 관리와 수익화를 위해 특수 설계된 레이어 1(Layer 1) 블록체인인 스토리 프로토콜(Story Protocol)의 활용 가능성을 제안한다[4]. IP를 프로그래밍 가능한 자산(Programmable Asset)으로 전환하는 스토리 프로토콜의 아키텍처를 검토하고, 나아가 한국의 AI 관련 법적 쟁점과 결부하여, 기술적 솔루션이 어떻게 법적 공백을 메우고 실질적인 보상 체계를 구현할 수 있는지 구체적인 방향성을 제시하고자 한다.

생성형 AI 확산으로 저작권 학습·재사용·파생 경로가 복잡해졌음에도, 현행 체계는 데이터 이용 이력의 검증과 기여 기반 보상 집행을 충분히 지원하지 못해 '저작권 블랙박스'와 보상 공백을 구조적으로 심화시키고 있다. 본 연구는 이러한 문제를 완화하기 위해 디지털 콘텐츠 IP를 '관계 데이터'로 모델링하는 IP 그래프와, 이용 조건을 기계 판독 가능한 규칙으로 정의하는 프로그래머블 라이선스(PIL)를 결합한 정책·기술 프레임워크를 제안하며, 이를 통해 파생 저작물 관계 추적과 실시간 정산이 연동되는 운영 메커니즘(관계 추적-조건 실행-정산)을 구체화한다. 특히 기존 블록체인 기반 저작권 연구가 주로 소유권 기록 및 타임스탬프 중심의 정적 레지스트리 접근에 머문 것과 달리, 본 연구는 관계 기반 권리 관리와 정산 집행을 통합적으로 설계함으로써 창작자 보상 환류의 실효성을 높이고, 장기적으로는 인간 창작 데이터 공급 유지(데이터 공급망 관리) 관점에서 생태계 지속가능성에 기여한다.

II. AI 창작의 기회와 과제

2-1 AI 창작의 기회

AI 기술, 특히 생성형 AI(Generative AI)의 확산은 창작의 도구적 혁신을 넘어 예술적 표현의 본질적인 확장을 견인하고 있다. 학계와 산업계는 이를 크게 창작의 민주화(Democratization of Creativity)와 인간-AI 공동 창작(Human-AI Co-creativity)이라는 두 가지 축으로 해석하고 있다. 생성형 AI는 전문적인 기술 훈련을 받지 않은 개인도 텍스트 프롬프트(Prompt)만으로 고품질의 시각, 청각, 텍스트 콘텐츠를 생산할 수 있는 환경을 조성했다. 이러한 도구의 보편화가 창작의 진입 장벽을 획기적으로 낮추었으며, 이를 통해 예술 창작의 주도권이 소수의 전문가에게서 대중으로 확산되는 새로운 형태의 문화적 흐름을 만들어내고 있다고 분석했다. 이는 프롬프트 엔지니어링(Prompt Engineering)이라는 새로운 창의적 역량을 탄생시켰으며, 사용자가 AI의 잠재 공간(Latent Space)을 탐색하며 미적 결과물을 도출하는 과정 자체가 하나의 예술적 실천으로 자리 잡게 했다[5], [6].

AI는 단순한 도구를 넘어 인간의 지적 부하를 줄이고 아이디어 발산을 돕는 협력적 파트너로 진화하고 있다. 디자이너들이 AI를 활용할 때 초기 아이디어 생성 단계에서 유창성(Fluency)과 독창성(Originality)이 유의미하게 향상되는 것으로 나타났다[7].

또한 AI가 반복적인 생성 작업을 수행함으로써, 인간 창작자가 세부 묘사보다는 상위 수준의 디렉팅(Directing)과 '큐레이션(Curation)'에 집중하게 된다고 지적한다. 이는 AI가 인간의 창의성을 대체하는 것이 아니라, 인간의 의도를 확장하고 보완하는 창의적 증강(Creative Augmentation)의 도구로 기능함을 시사한다[8].

2-2 AI 창작의 과제

AI가 가져온 생산성 혁신의 이면에는 창작 생태계의 준립을 위협하는 구조적 모순이 자리 잡고 있다. 이는 크게 경제적 가치 하락과 그로 인한 데이터 품질의 구조적 붕괴라는 두 가지 실존적 위협으로 구체화된다.

생성형 AI 모델은 인간 창작물을 학습하여 막대한 부가 가치를 창출하고 있으나, 정작 그 원천인 창작자에게 돌아가는 보상은 전무하거나 극히 미미한 실정이다. 생성형 AI가 창작 시장에 미치는 영향으로 인해 2028년까지 창작자들의 수입이 약 27% 감소할 위험이 있으며, 이는 수십억 유로 규모의 누적 손실을 야기할 것으로 전망된다. 반면, AI 서비스 제공자의 매출은 기하급수적으로 증가함에 따라 플랫폼과 창작자 간의 격차는 회복 불가능한 수준으로 확대되고 있다. 이러한 불균형은 인간 창작자의 생계를 위협하여 창작 동기를 꺾는 창작 생태계의 붕괴 현상을 초래한다[9].

경제적 보상 실패가 야기하는 더 근본적인 기술적 위협은 바로 '모델 붕괴(Model Collapse)' 현상이다. AI가 생성한 데이터를 다시 AI가 학습하는 재귀적(Recursive) 훈련 과정이 반복될 경우, 모델이 현실의 복잡성과 다양성을 잃고 평균적인 결과물로 수렴하거나 오류를 증폭시키는 성능 퇴화에 빠지게 된다[10].

초기에는 데이터 분포의 꼬리(Tails) 부분인 희소(Rare) 정보를 잃어버리고, 후기에는 원본 데이터의 분포와는 전혀 다른 좁은 범위로 수렴하는 현상으로 정의한다. 이는 역설적으로 고품질의 인간 창작 데이터(Human-generated Data)가 지속적으로 공급되지 않는다면 AI 생태계 자체도 유지될 수 없음을 시사한다. 따라서 인간 창작자에게 정당한 보상을 제공하여 창작 활동을 지속하게 하는 것은 단순한 윤리적 당위가 아니라, AI의 성능 유지를 위한 필수적인 데이터 공급망 관리(Data Supply Chain Management) 전략으로 인식되어야 한다.

III. 현행 국내 저작권 체계의 한계와 법적 쟁점 분석

3-1 '인간 저작자' 중심주의와 AI 생성물의 법적 지위

현재 한국을 포함한 대다수 국가의 저작권법은 인간의 사상 또는 감정을 표현한 창작물만을 보호 대상으로 규정하는 인간 중심주의를 고수하고 있다. 2023년 12월 한국 저작권 위원회가 발표한 '생성형 AI 저작권 안내서'와 이를 보완하여 2025년 6월 발표된 후속 가이드라인은 이러한 원칙을 재확인하며, 인간의 창작적 개입이 현저하지 않은 AI 산출물에 대해서는 저작권 등록을 불허함을 명시하였다[11].

그러나 이러한 이분법적 접근은 고도화되는 현대의 창작 현실을 온전히 반영하지 못한다는 비판에 직면해 있다. 특히 학계에서는 과거 사진 저작권 논쟁이나 안무 저작권의 성립 요건과 마찬가지로, 도구의 기술적 자동성과 인간의 창작적 기여를 어떻게 구분할 것인가에 대한 난제가 AI 시대에 재현되고 있다고 분석한다[12]. 예를 들어, 정교한 프롬프트 엔지니어링(Prompt Engineering)이나 특정 화풍을 구현하기 위한 파인 튜닝(Fine-tuning) 과정에 투입된 인간의 노력은 단순한 아이디어 제공을 넘어 구체적인 표현을 위한 창작적 행위로 볼 여지가 충분하다. 그럼에도 불구하고 현행 등록 실무는 이를 엄격하게 배제하거나 제한적으로만 해석하고 있다. 이는 결과적으로 상당한 시간과 자본이 투입된 고품질 AI 콘텐츠가 법적 보호의 사각지대에 방치되게 하며, 무단 복제나 도용에 취약한 구조를 고착화하는 결과를 초래한다[13].

3-2 AI 학습 데이터와 공정이용(Fair Use)의 충돌

AI 저작권 논쟁의 최전선은 단연 AI 모델 학습을 위해 저

작물을 사용하는 것이 저작권 침해인가, 아니면 공정 이용(Fair Use)이나 TDM(Text and Data Mining) 면책 사유에 해당하는가에 대한 문제이다.

이와 관련하여 2025년 11월, 영국 고등법원이 내린 Getty Images v. Stability AI 판결은 중요한 이정표가 되었다. 당시 법원은 Stability AI가 학습 과정에서 이미지를 복제했다는 주장에 대해서는 직접적인 침해 증거 부족을 이유로 기각했으나, 생성된 결과물에 원본의 워터마크가 그대로 드러난 점을 들어 상표권 침해(Trademark Infringement)는 명확히 인정했다. 이는 AI 학습 과정에서 발생하는 보이지 않는 복제를 입증하기가 현실적으로 매우 어렵다는 점을 시사한다. 동시에, 향후 법적 공방의 축이 단순한 저작권 침해 여부를 넘어, 데이터의 출처 표시와 브랜드 가치 보호라는 새로운 차원으로 이동하고 있음을 보여준다[14].

국내 학계에서는 산업 발전과 권리 보호의 조화를 목표로 다양한 입법적 제언이 전개되고 있다. 우선 김병일 교수는 AI 산업의 경쟁력 확보 차원에서 TDM 면책 규정 도입의 시급성을 언급하며, 이 과정에서 창작자의 정당한 이익을 해치지 않는 균형점 모색을 강조한다. 이와 함께 김창화 교수는 창작자의 권리 통제권을 보장하는 방안으로, 자신의 저작물이 학습에 활용되는 것을 거부할 수 있는 '옵트아웃(Opt-out)' 시스템의 기술적·법적 보장을 주요 과제로 제시하고 있다[15],[16].

하지만 2025년 제정된 한국의 'AI 기본법(인공지능 산업 육성 및 신뢰 기반 조성에 관한 법률)'은 이러한 학계의 치열한 논의를 법제에 온전히 담아내지 못했다. 산업 육성에 방점을 두다 보니, 핵심 쟁점인 저작권 면책이나 구체적인 보상 체계는 하위 법령으로 미루거나 모호하게 처리했기 때문이다. 결국 이 법은 창작자를 위한 실질적 보호 장치보다는 AI 기업의 법적 불확실성 해소에만 치중했다는 비판을 피하기 어려운 실정이다[17].

3-3 2025년 한국 'AI 기본법'의 비판적 고찰

2025년 1월 공포되어 이듬해 시행을 앞둔 한국의 「인공지능산업 육성 및 신뢰 기반 조성 등에 관한 법률」(이하 AI 기본법)은 세계 최초 수준의 포괄적 AI 법제라는 의의에도 불구하고, 표 1과 같이 창작자 권리 보호 측면에서는 '절반의 성공'이라는 평가를 받으며 중대한 한계를 노출하고 있다. 이러한 입법적 미비는 시장 내 갈등을 촉발하는 뇌관으로 작용했다. 네이버 등 거대 플랫폼 기업과 지상파 방송 3사 간 발생한 뉴스 콘텐츠 무단 학습 관련 소송은 AI 학습 데이터에 대한 정당한 대가 산정 기준 부재를 방증하는 대표적 사례이다. AI 기본법이 학습 데이터 이용의 원칙과 보상 메커니즘을 구체적으로 제시하지 못한 채 세부 설계를 하위 법령과 민간 자율에 과도하게 위임한 결과, 공정 이용 범위와 보상 기준을 둘러싼 해석 갈등이 누적되고 있다. 이는 법적 규제만으로 보상 투명성과 집행력을 담보하기 어려움을 시사하므로, 신뢰할 수 있는 기술적 강제 수단인 블록체인 도입이 시급하다[18].

표 1. 한국 AI 기본법의 주요내용 및 창작자 권리보호 측면의 한계

Table 1. Key provisions of the Korean AI framework act and limitations in protecting creator rights

Category	Key Content	Criticism and Limitations from the Perspective of Creator Rights Protection
High-Risk AI Definition	Definition of AI systems that have significant impacts on life, safety, and fundamental rights	Copyright-related issues are excluded from the high-risk category or remain ambiguously defined
Transparency Obligations	Mandatory labeling of AI-generated content (e.g., watermarking)	No obligation to disclose the sources of training data, making it difficult to verify copyright infringement
Sanctions	Administrative fines of up to KRW 30 million for violations	Compared to the EU AI Act's turnover-based penalties, the sanctions lack sufficient deterrent effect
Copyright Provisions	Absence of concrete provisions on copyright compensation or liability exemptions	Separated from ongoing copyright law revision discussions, resulting in a practical gap in creator compensation

IV. 해외 블록체인 기반 IP 기술의 진화와 확장

AI 기본법과 현행 저작권 제도의 한계가 드러난 이상, 이를 보완할 수 있는 기술적 인프라를 구체적으로 검토할 필요가 있다. 여기서는 디지털 콘텐츠의 소유권을 증명하기 위한 블록체인 기술 표준의 진화 과정을 살펴보고, 이러한 범용 표준을 IP 산업의 특수성에 맞게 확장하여 구현한 차세대 솔루션 사례를 분석한다. 저작권 보호 관점에서 블록체인은 단순한 ‘등록’ 수단을 넘어, 권리 및 이용 이력의 무결성 있는 기록, 라이선스 조건의 자동 집행, 사용량 기반 정산의 자동화라는 기능을 제공할 수 있다. 반면, 기존 범용 표준은 소유권 증명에는 효과적이지만 파생 저작물 관계와 다자 기여에 따른 분배 규칙을 표현·집행하기에는 한계가 있었다. 이에 따라 ERC-721(정적 레지스트리)에서 ERC-6551(자율적 객체)로의 확장과, 이를 IP 산업에 맞게 모듈화한 Story Protocol 및 PIL로의 발전을 중심으로 그 흐름을 단계적으로 정리한다.

4-1 이더리움(Ethereum)

이더리움(Ethereum)은 스마트 컨트랙트를 통해 라이선스 조건과 정산 규칙을 코드로 정의·집행할 수 있는 범용 실행 환경을 제공하므로, 저작권 보호에서 ‘계약·정산 자동화’의 기반 플랫폼으로 활용될 수 있다. 이는 비탈릭 부테린(Vitalik Buterin)이 제안하고 2015년 7월 30일 공개된 퍼블릭 블록체인으로, 비트코인과 달리 스마트 컨트랙트를 중심으로 한 프로그래밍 가능한 블록체인(Programmable Blockchain)을 지향한다. 이를 통해 분산 애플리케이션(dApp) 개발 및 배포를 위한 실행 환경이 제공되며, 솔리디티(Solidity)와 같은 튜링 완전(Turing-complete) 언어를 활용해 소유권 규칙, 트랜잭션 형식, 상태 전이 함수 등 다양한 로직을 코드로 구현할 수 있다. 다만 초기 이더리움은 Ethash 기반 작업증명(PoW) 합의와 GPU 채굴 친화적 구조(DAG 파일 활용)를 채택하면서 ASIC 편중을 완화하려 했으나, 처리 지연과 높은 트랜잭션 수수료는 여전히 대표적인 한계로 지적된다[19].

4-2 디지털 자산 표준의 진화: ERC-721에서 ERC-6551로

초기의 블록체인 기술이 단순한 화폐(Bitcoin)나 금융 자산의 전송에 집중했다면, 최근의 기술 표준은 디지털 콘텐츠 자체를 ‘능동적인 경제 주체’로 변화시키는 방향으로 발전하고 있다. 표 2는 ERC-721과 ERC-6551의 특징을 비교하고 있다.

표 2. ERC-721와 ERC-6551 비교

Table 2. Comparison between ERC-721 and ERC-6551

Feature	ERC-721	ERC-6551
Function	Defines the issuance and ownership of unique tokens	Grants NFTs independent wallet functionality
Role	Defines non-fungible tokens themselves	Enhances NFTs as entities with embedded smart contract capabilities
Asset Holding	Limited (managed through the owner's account)	Can freely hold ERC-20, ERC-721, and other tokens
Interaction	Interacts with external smart contracts	NFTs themselves can directly participate in transactions
Compatibility	Standard NFT specification	Fully compatible with existing ERC-721 standards with extended functionality

1) 소유권의 증명: ERC-721

가장 널리 통용되는 ERC-721 표준은 디지털 자산에 고유 식별값을 부여하여 원본성(Authenticity)을 입증하는 기술이다. 이는 무한 복제가 가능한 디지털 환경에서 배타적 소유권 개념을 정립하는 데 기여했으나, 본질적으로 소유자 정보와 메타데이터만을 기록하는 정적 등기부(static registry)에 머문다는 한계를 지닌다. 따라서 복잡한 저작권 이용 조건이나 파생 창작에 따른 수익 분배 로직을 자체적으로 표현·집행하

기에는 기술적 제약이 따른다[20],[21].

2) 자율적 에이전트: ERC-6551

이러한 정적 한계를 극복하고자 2023년 제안된 ERC-6551 표준은 NFT 자체에 지갑과 계정 기능을 부여한 기술적 전환점이다. 기존 사용자 지갑을 통한 단순 소유 방식과 달리, 동 표준을 적용하면 NFT가 타 자산을 보유하거나 계약을 체결하는 주체적 지위를 획득하게 된다. 이는 디지털 아트가 단순 감상 대상을 넘어 파생 저작물을 관리하고 수익을 축적하는 자율적 객체(autonomous object)로 진화할 수 있음을 시사한다[22],[23].

4-3 확장된 IP 운영체제: Story Protocol

범용 표준인 ERC-6551이 IP의 자율성을 열어주었다면, Story Protocol은 이를 저작권 산업의 복잡한 요구 사항에 맞춰 최적화하고 확장한 IP 특화 레이어 1 솔루션이다. 이 프로젝트는 웹소셜 플랫폼 ‘래디쉬(Radish)’를 창업하여 카카오에 매각한 이승훈 대표와 구글 딥마인드(DeepMind) 출신 제이슨 자오(Jason Zhao)가 공동 창립했으며, 이들은 콘텐츠 비즈니스 경험과 AI 기술 역량을 결합해 범용 블록체인 기술을 프로그래머블 IP(Programmable IP)라는 실질적 솔루션으로 구체화하고 있다[4],[24].

1) IP 계정(IP Account)의 모듈화와 기능 확장

Story Protocol은 앞서 언급한 ERC-6551 표준을 변형하여 ‘IP 계정(IP Account)’과 모듈 시스템을 구현한다. 범용 ERC-6551이 ‘빈 그릇’이라면, Story Protocol은 이 그릇에 ‘모듈(Module)’이라는 기능을 채워 넣은 구조이다. 예를 들어 ‘라이선싱 모듈’은 저작권 이용 조건을 정의하고, ‘로열티 모듈’은 수익 흐름을 제어한다. 이를 통해 창작자는 자신의 작품(IP Account)에 “상업적 이용 시 수익의 5% 자동 정산”과 같은 구체적인 규칙을 코드 형태로 설정할 수 있으며, 표준 기술에 비즈니스 로직을 결합함으로써 실사용성을 크게 높인다.

2) 대규모 처리를 위한 멀티 코어 아키텍처

또한, 범용 블록체인(이더리움 등)이 가진 속도와 비용 문제를 해결하기 위해 ‘멀티 코어 아키텍처(Multi-Core Architecture)’를 도입했다. 복잡한 IP 그래프 연산은 ‘IP 전용 코어’에서 처리하고, 일반적인 실행은 ‘EVM 코어’가 담당함으로써, 수백만 건의 콘텐츠 트랜잭션이 발생하는 AI 시대의 확장성 요구에 대응한다. 결국 Story Protocol은 범용 블록체인 표준(ERC-6551)을 기반으로 하되, 이를 콘텐츠 산업에 맞게 고도화하여 ‘지능의 사슬(Chain of Intelligence)’을 구축하는 확장된 IP 인프라로 정의할 수 있다.

3) 프로그래머블 IP 라이선스(PIL): 코드와 법의 동기화

블록체인상의 기술적 기록이 현실 세계의 법원에서 인정받지 못한다면 이는 반쪽짜리 솔루션에 불과하다. 이를 보완하기 위해 스토리 프로토콜은 ‘License Template’ 개념을 도입하여 라이선스 조건을 스마트 컨트랙트에 인코딩하고, 그 첫 번째 구현으로 프로그래머블 IP 라이선스를 제시한다. 온체인에서 IP Agreement를 체결하고 License Token을 발행하는 과정은, 오프체인에서 정의된 PIL 법률 프레임워크에 의해 집행됨으로써, 토큰화된 IP가 전통적인 법체계와 호환되도록 설계된다. 이용자가 스마트 컨트랙트에서 특정 파라미터를 선택하여 License Token을 민팅하면, 그 즉시 해당 조건이 명시된 법적 효력을 갖는 라이선스 계약이 성립한다.

더 나아가, Story의 PIL 설계 문서에 따르면 이 라이선스는 리카르디안 계약(Ricardian Contract) 개념을 차용하여, 자연어 법률 계약서가 자동으로 생성되고 베른 협약(Berne Convention) 등 국제 저작권 표준을 준수하도록 설계되어 전세계 180개국 이상에서 유효성을 갖는다. 이를 통해 ‘코드’로 정의된 거래 조건이 ‘법’으로도 동일하게 인정받을 수 있는 1:1 매핑이 실현된다[25]. 그림 1은 블록체인 기반 IP 그래프 프레임워크의 전체 흐름을 저작물 등록-관계 생성-라이선스 조건 적용-이용 발생-정산 단계로 요약한 통합 아키텍처 개요이다. 계약-코드 1:1 매핑을 모든 법률 해석의 자동화를 의미하는 것으로 보지 않으며, 기간·범위·과금·분배율 등 측정 가능한 조건을 중심으로 자동 집행 범위를 한정하고, 권리 해석·분쟁은 ODR/중재 등 오프체인 절차와 연계하는 하이브리드 접근을 전제한다. 이러한 아키텍처 수준의 개념 설계를 보완하기 위해, 표 3은 전통적 저작권 라이선싱과 스토리 프로토콜을 계약 형태, 거래 비용, 정산 주기, 접근성, 추적 가능성 측면에서 비교한 것이다.

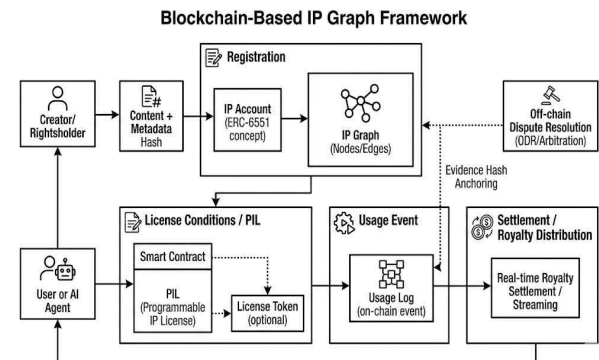


그림 1. 블록체인 기반 IP 그래프 프레임워크의 통합 아키텍처 및 처리 흐름

Fig. 1. Integrated architecture and workflow of the blockchain-based IP graph framework

표 3. 기존 저작권 라이선싱과 스토리 프로토콜 비교
Table 3. Comparison between traditional copyright licensing and the story protocol

Category	Traditional Copyright Licensing	Story Protocol
Contract Form	Written contracts (PDF, paper-based)	Smart contracts combined with Ricardian contracts
Transaction Costs	High costs due to legal review and negotiation	Minimal costs at the level of gas fees
Settlement Cycle	Semi-annual to annual (manual settlement)	Real-time automated streaming
Accessibility	Requires contact and approval from responsible parties	Immediate access for anyone who meets predefined conditions
Traceability	Opaque (requires manual verification)	100% transparency through IP graph technology

4) AI 시대를 위한 Agent TCP/IP 프로토콜

궁극적으로 스토리 프로토콜은 인간 창작자를 넘어, 다가오는 AGI 시대의 주요 경제 주체인 AI 에이전트(AI Agent)를 위한 인프라를 지향한다. 현재의 AI 모델은 저작권 문제를 해결하고 싶어도, 수십억 개의 데이터에 대해 일일이 계약을 맺는 것이 불가능한 ‘거래 비용의 문제’에 직면해 있다. 이를 해결하기 위해 스토리 프로토콜은 에이전트 간 IP 거래를 위한 Agent TCP/IP를 제안하며, 이를 통해 AI 에이전트들은 온체인 스마트 컨트랙트를 기반으로 IP 라이선스를 자율적으로 협상·체결·집행할 수 있다. 즉, 인간 중개자 없이도 학습에 필요한 데이터의 권리 정보를 온체인에서 조회하고, IP 그래프를 기반으로 적절한 라이선스를 식별한 뒤, 마이크로 단위 결제(Micro-payment)를 통해 데이터를 확보하는 것이 가능해진다. 모든 거래는 PIL 법률 프레임워크를 통해 오프체인에서도 효력이 보장되며, 자동 정산 메커니즘을 통해 데이터 제공자에게 보상이 투명하게 전달된다.

나아가 Story는 모든 지적 자산을 범용 원장에 등록하고 소프트웨어 및 AI 에이전트가 이를 자유롭게 활용할 수 있도록 설계된 P2P 지식 네트워크를 지향하며, 네트워크 전역의 IP 그래프는 자산 간 경제적·법적 관계를 추적함으로써 에이전트 간 자율적 지식 교환과 수익 분배가 가능한 지능 경제의 기반을 제공한다. 이러한 구조는 한국형 정책 제언을 위한 기준점으로서 ‘에이전트 간 IP 거래가 전제된 디플트 아키텍처’를 제시하며, 한국의 AI 기본법·저작권법·데이터 관련 법제가 이와 유사한 온체인 라이선싱·정산 인프라를 수용·연계하도록 설계될 필요가 있음을 시사한다. 나아가 programmable IP, PIL, Agent TCP/IP 개념은 한국의 규제 및 산업 구조에 적합한 IP-Fi와 agentic commerce 생태계 구축 방향을 모색하는 데 유용한 참조 틀로 기능할 수 있다.

V. 한국형 정책 제언

본 연구는 생성형 AI 시대에 인간 창작자가 안정적인 수익과 공정한 보상을 확보할 수 있는 구조를 설계하려는 문제의식에서 출발한다. 이를 위해 앞서 논의한 블록체인 기반 ‘프로그램머블 IP 모델’을 한국의 법·제도 환경에 접목하여, AI 학습 데이터 라이선싱을 초소액 단위로 대규모 자동화하는 구조를 제안한다. 이 구조 아래에서 데이터 제공자인 인간 창작자는 자신의 데이터가 AI 학습에 활용될 때마다 미세한 수익을 지속적으로 얻고, AI 기업은 저작권 리스크가 없는 깨끗한 데이터(clean data)를 안정적으로 공급받는 윈-윈(win-win) 생태계를 구축할 수 있다. 궁극적으로 이는 에이전트가 자율적 경제 행위자로서 다른 에이전트와 인간으로부터 IP를 라이선스해 자신을 지속적으로 개선하고, 동시에 자신이 생성한 IP를 등록해 수익을 배분받는 agentic commerce 생태계를 구현하려는 정책적 비전이다[26].

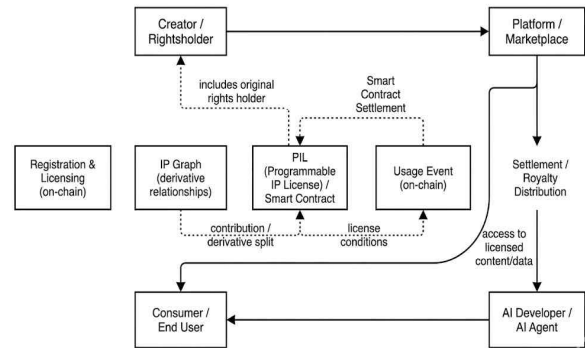


그림 2. 기여도 기반 자동 정산을 중심으로 한 디지털 창작 생태계의 가치 흐름 및 정산 흐름

Fig. 2. Value flow and settlement flow in the digital creative ecosystem under contribution-based automated royalty settlement

2025년 1월 제정된 「인공지능산업 육성 및 신뢰 기반 조성 등에 관한 법률」(이하 AI 기본법)은 한국이 AI 강국으로 도약하기 위한 산업적 토대를 마련했다는 점에서 의미 있는 진전이다. 그러나 법률의 핵심 내용이 산업 진흥과 규제 정비에 집중되면서, 학습 데이터 제공자이자 원저작자인 창작자의 권리 보호 측면에서는 여전히 한계가 있다는 비판이 제기된다. 생성형 AI 기술이 가져온 변화가 단순한 도구의 개선이 아니라 창작 패러다임의 전환이라면, 이에 대응하는 정책 역시 아날로그적 규제 관성을 넘어 기술 친화적이고 선제적인 방향으로 재설계될 필요가 있다.

이러한 문제의식을 바탕으로, 블록체인 기반 ‘프로그램머블 IP’ 모델을 한국 실정에 맞게 도입하기 위한 네 가지 구체적인 정책 과제를 제안한다. 그림 2는 지속가능하고 공정한 보상 체계를 생태계 관점에서 요약한 것으로, 참여자 간 가치 흐름과 정산 흐름을 구분하여 나타낸 개념도이다. 이 개념도

를 바탕으로 이하에서는 등록·라이선스·이용·정산이 연동되는 구조를 제도(5-1), 기술(5-2), 법(5-3), 금융(5-4) 측면의 정책 과제로 구체화한다.

5-1 제도적 혁신: ‘창의성 증명(PoC)’의 법적 효력 인정

현행 저작권위원회의 등록 절차는 폭증하는 AI 창작물의 속도를 따라가기 어렵다. 이에 따라 스토리 프로토콜(Story Protocol)과 같은 온체인 등록 시스템을 저작권등록시스템(CRAS)과 API로 연동하는 ‘하이브리드 등록 체계’를 구축할 필요가 있다. 블록체인에 기록된 창작 시점(timestamp)과 원본 해시(hash) 값에 공적 장부와 동일한 법적 추정력을 부여하면, 창작자는 별도의 심사 대기 없이도 즉각적으로 권리를 보호받을 수 있고 등록 과정의 병목 현상 역시 완화된다. 이러한 체계가 정착될 경우 온체인 기록은 일종의 ‘창의성 증명(Proof of Creativity)’으로 기능하며, AI 시대 대량 창작 환경에 적합한 기초 인프라가 될 수 있다.

5-2 기술적 강제: ‘기계 판독 가능 권리’와 의무적 옵트아웃

AI 학습을 위한 저작물 이용에서 개별적으로 허락을 구하는 옵트인(opt-in) 방식은 데이터의 방대한 규모와 비용을 고려할 때 현실적인 한계가 분명하다. 따라서 저작권자가 명시적으로 거부 의사를 표시하지 않는 한 이용을 허용하는 옵트아웃(opt-out) 패러다임으로의 전환이 필요하다.

그러나 현재 통용되는 로봇 배제 프로토콜(robots.txt)은 웹사이트 단위의 일괄 차단만 가능할 뿐 개별 저작물의 권리 상태를 정교하게 식별하지 못한다는 한계를 지닌다. 이에 스토리 프로토콜의 PIL(Programmable IP License) 사례와 같이 메타데이터에 ‘NoAI’ 혹은 ‘TrainingAllowed’와 같은 조건을 명시하는 기계 판독 가능한 권리 표준을 조속히 제정할 필요가 있으며, 이는 EU 「디지털 단일 시장 저작권 지침(CDSMD)」에서 규정한 ‘적절한 방식의 권리 유보’를 기술적으로 구현하는 핵심 수단이 될 수 있다[27].

나아가 이러한 기술 표준은 데이터마이닝(TDM) 면책 규정과 결합되어야 한다. TDM 면책을 도입하되 그 적용 대상을 ‘적법하게 접근 가능하며 기계 판독 가능한 옵트아웃 표시가 존재하지 않는 경우’로 한정하고, 블록체인에 명시된 ‘No AI’ 태그를 무시한 무단 학습에 대해서는 위변조 불가능한 트랜잭션 기록을 법적 증거로 활용함으로써, 기술적 차단(code)과 법적 제재(law)가 결합된 실효성 있는 저작권 보호 체계를 마련해야 한다.

5-3 법적 투명성: AI 기본법 개정과 ‘스마트 법정 허락’

현행 AI 기본법의 가장 큰 맹점은 학습 데이터의 불투명성이다. 이를 해소하기 위해서는 ‘고위험 AI’ 여부와 관계없이 상업적 목적으로 서비스되는 모든 생성형 AI 모델에 대해 학

습 데이터 출처 목록(source inventory) 공개를 의무화하도록 법을 개정할 필요가 있다[28],[29].

나아가 TDM 면책 규정의 부작용을 완화하기 위해 ‘확대된 집중관리제도(ECL)’에 스마트 컨트랙트를 결합한 ‘스마트 법정 허락(smart statutory licensing)’ 제도를 도입할 것을 제안한다. 개별 창작자와 일일이 협상하기 어려운 경우 AI 기업이 법정 보상금을 스마트 컨트랙트 에스크로(escrow)에 예치하면, AI가 데이터를 사용할 때마다 보상금이 자동 정산되어 신탁 관리 단체나 원작자에게 즉시 분배되는 구조이다. 이는 저작권법의 ‘보상’ 원칙과 블록체인의 ‘효율성’을 결합한 현실적인 대안으로 기능할 수 있다.

5-4 금융적 지원: IP-Fi(지식재산 금융) 샌드박스 도입

마지막으로, 창작자가 저작권을 헐값에 매각(buy-out)하지 않고도 생계를 유지할 수 있도록 IP 금융(IP-Fi) 생태계를 조성할 필요가 있다. 현재 롬바드(Lombard)와 같은 프로토콜이 비트코인을 담보로 유동성을 제공하듯, 웹툰이나 K-Pop 음원 등 우량 IP를 담보로 대출이나 투자를 받을 수 있는 금융 규제 샌드박스를 허용해야 한다. 이는 IP를 ‘정적인 자산’에서 현금 흐름을 창출하는 ‘동적인 금융 상품’으로 전환시키며, 창작자는 IP 소유권을 유지한 채 미래 수익을 담보로 현재의 창작 자금을 조달할 수 있다. 장기적으로 이러한 구조는 창작자에게 지속 가능한 ‘보편적 창작자 소득(Universal Creative Income)’의 기반이 될 수 있다[30].

VI. 결 론

AGI의 도래는 창작의 종말이 아니라 창작 생태계의 근본적인 진화를 요구한다. 현재와 같이 인간의 창의성을 AI가 무단으로 학습해 가치를 추출하는 단방향적 착취 구조는 지속 가능하지 않다. 이는 결국 창작자의 이탈을 부르고 양질의 학습 데이터 고갈로 이어져, AI 산업 자체의 붕괴를 초래할 수 밖에 없는 공멸의 경로이다.

이 글의 의의는 저작권 보호를 단순한 기록 중심의 정적 관리에서 벗어나, 관계 추적(IP 그래프)-조건 실행(PIL)-자동정산(Agent TCP/IP)이 결합된 실행 가능한 메커니즘으로 구체화함으로써 AI 시대 창작 생태계의 지속 가능한 보상 구조를 설계 관점에서 제시했다는 데 있다. 분석 결과 스토리 프로토콜(Story Protocol)은 이러한 딜레마를 완화할 수 있는 실질적인 ‘지능의 체인(Chain of Intelligence)’을 제공한다. 첫째, 프로그래머블 IP는 저작권을 추상적인 법적 권리에서 실행 가능한 코드로 변환해 AI가 인식하고 준수할 수 있는 기술적 강제력을 부여한다. 둘째, PIL(Programmable IP License)은 디지털 공간의 계약을 현실 법체계와 연결하여 법적 안정성을 담보한다. 셋째, Agent TCP/IP는 인간의 개

입 없이도 AI 에이전트가 창작자에게 정당한 대가를 지급하고 데이터를 사용하는 자율 경제 생태계를 구현한다.

따라서 대한민국 정부와 관련 산업계는 모호한 가이드라인 수준에 머무르지 말고, 이러한 블록체인 기반 기술 표준을 선제적으로 도입해 법제화할 필요가 있다. 특히 2025년 제정된 AI 기본법의 하위 법령에 ‘기계 관독 가능 권리’ 의무화를 명시하고, 스토리 프로토콜과 같은 탈중앙화 IP 레지스트리를 국가 차원에서 인정하는 과감한 정책 전환이 요구된다.

다만 제안 아키텍처의 개념과 설계 원칙을 중심으로 한 초기 단계 연구인 만큼, 지면과 실증 데이터 확보의 제약으로 인해 대규모 트랜잭션 환경에서의 실험·시뮬레이션 결과를 포함하지 못한 한계가 있다. 향후에는 벤치마크 기반으로 처리량(TPS)·지연시간(latency)·확장성(scalability)을 측정하고, 사용 이벤트 빈도와 IP 그래프 복잡도 변화에 따른 성능을 비교 평가할 계획이다. 또한 국가별 저작권법의 속지성에 따른 준거법·관할 충돌 문제는 라이선스 메타데이터에 준거법·관할 정보를 명시하고 관할(territory) 단위로 권리 그래프를 구분·관리하는 방식으로 완화 방안을 모색할 수 있다. 오프체인 분쟁은 온체인 로그·해시 앵커링을 통해 증거를 고정화되, ODR·중재 결과를 온체인 상태(정산 보류·재개, 라이선스 정지 등)에 환류하는 단계적 거버넌스 모델을 후속 과제로 남긴다.

결론적으로 AGI 시대의 창작자 지속가능성은 기술을 배척하는 것이 아니라, 기술을 통해 권리를 재정의하는 데 달려 있다. AI가 인간의 창작물을 학습해 성장하듯, 그 과실이 투명하고 자동화된 프로토콜을 통해 창작자에게 신속하게 환류될 때 비로소 인간의 창의성과 기계의 지능이 공존하며 함께 발전할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Future Market Insights. Creator Economy Market Size and Share Forecast Outlook 2025 to 2035 [Internet]. Available: <https://www.futuremarketinsights.com/>.
- [2] M. Sag, “Copyright Safety for Generative AI,” *Houston Law Review*, Vol. 61, No. 2, 2023. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4438593>
- [3] H. H. Kim and S. H. Kim, “Ethical and Copyright Issues and Normative Challenges in Academic Research Using Generative AI,” *Korean Journal of Medicine and Law*, Vol. 33, No. 1, pp. 77-102, 2025. <https://doi.org/10.17215/kaml.2025.6.33.1.77>
- [4] Story Protocol. The Programmable IP Layer: Story Protocol [Internet]. Available: <https://www.story.foundation/>.
- [5] Z. Epstein, A. Hertzmann, and the Investigators of Human Creativity “Art and the Science of Generative AI,” *Science*, Vol. 380, No. 6650, pp. 1110-1111, 2023. <https://doi.org/10.1126/science.adh4451>
- [6] J. Oppenlaender, “The Creativity of Text-to-Image Generation,” in *Proceedings of the 25th International Academic Mindtrek Conference*, Tampere, Finland, pp. 192-202, 2022. <https://doi.org/10.1145/3569219.3569352>
- [7] M. Gindert and M. L. Müller, “The Impact of Generative Artificial Intelligence on Ideation and the Performance of Innovation Teams,” arXiv:2410.18357, 2024. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.18357>
- [8] S. Brade, B. Wang, M. Sousa, S. Oore, and T. Grossman, “Promptify: Text-to-Image Generation through Interactive Prompt Exploration with Large Language Models,” in *Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, San Francisco: CA, pp. 1-14, 2023.
- [9] Goldmedia. AI and Music: Market Development and Copyright Challenges, Study commissioned by GEMA and SACEM [Internet]. Available: https://www.goldmedia.com/fileadmin/goldmedia/Studie/2023/GEMA-SACEM_AI-and-Music/AI_and_Music_GEMA_SACEM_Goldmedia.pdf.
- [10] I. Shumailov, Z. Shumaylov, Y. Zhao, Y. Gal, N. Papernot, and R. Anderson, “The Curse of Recursion: Training on Generated Data Makes Models Forget,” *Nature Machine Intelligence*, Vol. 6, No. 7, pp. 816-825, 2024. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.17493>
- [11] Korea Copyright Commission, Generative AI Copyright Guide and Registration Guide for Copyrighted Works Utilizing Generative AI, 2025.
- [12] A. Guadamuz, “Do Androids Dream of Electric Copyright? Comparative Analysis of Originality in Artificial Intelligence Generated Works,” *Intellectual Property Quarterly*, Vol. 2, pp. 169-186, 2017. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198870944.003>
- [13] J.-M. Deltorn and F. Macrez, “Authorship in the Age of Machine Learning and Artificial Intelligence,” in *The Oxford Handbook of Music Law and Policy*, Oxford, UK: Oxford University Press, 2020.
- [14] Mayer Brown. Getty Images v. Stability AI: What the High Court’s Decision Means for Rights-Holders and AI Developers [Internet]. Available: <https://www.mayerbrown.com>.
- [15] K. S. Kim, “Artificial Intelligence (AI) Outputs and Copyright Issues,” *IT&LAW REVIEW*, No. 27, pp. 33-72, 2023. <https://doi.org/10.37877/itnlaw.2023..27.002>
- [16] C. H. Kim, “Copyright in the Age of Artificial Intelligence: Opt-out as a New Paradigm,” *IP & Data Law*, Vol. 4, No. 2, pp. 47-70, 2024. <https://doi.org/10.23349/ipdata.2024.4.2.002>

[17] People’s Solidarity for Participatory Democracy. Citizens Affected by AI Risks Must Be Protected through Genuine Consensus Building [Internet]. Available: <https://www.peoplepower21.org/>.

[18] S. M. Cho. Naver AI, Controversy over Unauthorized News Data Training Media Organizations Plan Large-Scale Lawsuit [Internet]. Available: <https://www.yna.co.kr/view/AKR20251010110900017>.

[19] H. Choi, M. Park, Y. Song, and W. Rhee, “Development of a Blockchain Based Trusted Trading Platform,” *The Journal of Digital Contents Society*, Vol. 22, No. 8, pp. 1153-1163, 2021. <https://doi.org/10.9728/dcs.2021.22.8.1153>

[20] W. Entriken, D. Shirley, J. Evans, N. Sachs, and N. Sachs. ERC-721: Non-Fungible Token Standard [Internet]. Available: <https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-721>.

[21] H. Na, Y. Kim, and S.-P. Park, “A Regulatory Policy Study on NFT for Activation of IP Transaction Market,” *Journal of Intellectual Property*, Vol. 18, No. 1, pp. 231-281, 2023. <https://doi.org/10.34122/jip.2023.18.1.231>

[22] OneKey. ERC-6551: How NFTs Can Own Wallets [Internet]. Available: <https://onekey.so/>.

[23] J. Windle, B. Giang, S. Jang, D. Downs, R. Huynh, A. Lam, ... and A. Pajares. ERC-6551: Non-Fungible Token Bound Accounts [Internet]. Available: <https://eips.ethereum.org/EIPs/eip-6551>.

[24] Maeil Business Newspaper. Korean Entrepreneur Who Sold Company for \$500M Creates \$3B Startup in U.S. [Internet]. Available: <https://www.mk.co.kr/news/it/11099461>.

[25] I. Grigg, “The Ricardian Contract,” in *Proceedings of the First IEEE International Workshop on Electronic Contracting*, San Diego: CA, pp. 25-31, 2004. <https://doi.org/10.1109/WEC.2004.1319505>

[26] a16z Crypto. 5 Pieces on AI × Crypto: What, Where, How [Internet]. Available: <https://a16zcrypto.com>.

[27] Korea Institute of Intellectual Property, Measures for Improving the Intellectual Property Legal System in Response to the Development of Artificial Intelligence Technology, Korea Institute of Intellectual Property, Seoul, Research Report 2024-05, 2024.

[28] S. Majumdar, “Directive (EU) 2019/790 of the European Parliament and of the Council: Overhaul of European Union’s Copyright Rules: A Study,” *Library Hi Tech News*, Vol. 37, No. 9, pp. 11-13, 2020. <https://doi.org/10.1108/LHTN-06-2020-0054>

[29] C. N. Lee, “The Controversies Surrounding Data Training for Generative AI and Directions for Copyright Law

Amendments Related to TDM,” *Hannam Journal of Law & Technology*, Vol. 29, No. 3, pp. 33-70, 2023. <https://doi.org/10.32430/ilst.2023.29.3.33>

[30] World Economic Forum. The Future of Creative Economy: IP-Fi and Universal Creative Income [Internet]. Available: <https://unctad.org/publication/creative-economy-outlook-2024>.



강성원(Seong-Won Kang)

2021년~현재: 인제대학교 AI소프트웨어학과 학사과정
 ※ 관심분야: 디지털 아트(Digital Art), 블록체인(Blockchain), 인공지능(AI) 등



최윤성(Youn-Sung Choi)

2006년: 성균관대학교
 정보통신공학부 학사
 2007년: 성균관대학교
 전자전기컴퓨터공학부 석사
 2015년: 성균관대학교
 전자전기컴퓨터공학부 박사
 2025년: 경북대학교 법학전문대학원
 법학 박사
 2016년~2020년: 호원대학교 사이버보안학과 조교수
 2020년~2026년: 인제대학교 AI소프트웨어학부 조교수
 2026년 3월~현재: 부산교육대학교 컴퓨터교육과 조교수
 ※ 관심분야: 컴퓨터교육, 융합보안교육, 디지털 포렌식, 취약점 분석 등