

논문 2023-4-2 <http://dx.doi.org/10.29056/jsav.2023.12.02>

계층적 NFT 기반의 대규모 가상공연에서의 결합저작권 관리 기술에 관한 연구

노창현*, 신동명*†

A Study on the Technology of Managing Joint Copyrights in Hierarchical NFT-Based Large-Scale Virtual Performances

ChangHyun Roh*, Dong-Myung Shin*†

요 약

코로나-19의 장기화 영향으로 우리의 생활이 온라인의 가상공간에서 상호작용하는 온택트(Ontact) 생활로 전환되었다. 이러한 상황으로 '포트나이트'라는 온라인게임에서는 Travis Scott이라는 가수가 온라인 콘서트를 개최하는 사례 등이 발생하였다. 이러한 현상들은 메타버스라는 가상공간에서 이루어졌으며, 활발한 활동으로 메타버스라는 개념이 급부상하게 되었다. 위에서의 온라인 콘서트는 가상공연으로 메타버스와 같은 가상공간에 극장, 무대, 야외광장 등 여러 사람이 모일 수 있는 공간을 구현하고, 가상공간에서의 저작물을 이용하여 공연을 직접 체험할 수 있는 특징을 가진다. 가상공간에서의 저작물 이용은 현행 저작권법으로 적용하는 것이 가능하나, 무용, 건축, 패션, 공예품, 가구 저작물 등 저작물들의 결합으로 구성되어 각각의 저작권 관리가 쉽지 않은 상황이다.

이를 해결하기 위해 본 논문에서는 계층화된 NFT를 이용하여 대규모 가상공연을 Root Node로 구성하고 가상공연에 포함되는 각 저작물을 Leaf Node로 구성하여 가상공연에 포함되는 결합된 저작물이 계층화된 NFT로 한 번에 관리될 수 있도록 하고자 한다. 계층적인 NFT는 전체 구성에 대한 파악이 쉬우며, 계층이 다른 NFT를 수정하더라도 다른 계층에 영향을 끼치지 않으며, 각 계층의 NFT 거래 시 다른 NFT에 영향을 끼치지 않는다는 계층구조의 장점을 통해 대규모 가상공연과 같은 결합저작권의 관리가 가능해지게 하고자 한다. 본 논문을 통해 가상공연과 같은 융합된 저작물에 대한 관리가 가능해질 것이며, 저작물에 대한 이용허락 계약과 같은 저작권 활용이 활성화될 것으로 기대한다.

Abstract

Due to the prolonged impact of COVID-19 in 2020, there has been a shift from non-face-to-face, "Untact" life to online, face-to-face, "Ontact" life. In this context, a singer named 'Travis Scott' held an online concert in the 'Fortnite' and reaped substantial profits, while the late 'The Notorious B.I.G.' also organized a live performance on a 'Horizon World'. These phenomena took place within a virtual space known as the Metaverse, and the concept of the Metaverse gained rapid prominence due to active engagements. The performances described above involve the creation of spaces within the Metaverse, akin to theaters, stages, and outdoor plazas, where multiple individuals can congregate. These spaces allow for direct experiential engagement with copyrighted works within the virtual domain. While the utilization of copyrighted works in virtual spaces is permissible under the current copyright framework, the amalgamation of copyrighted elements such as dance, architecture, fashion, crafts, and furniture complicates the management of each copyright.

To address this challenge, this paper proposes the utilization of a hierarchical NFT system. This system aims to organize large-scale virtual performances, designating a "Root Node" for the overall event and configuring each individual work encompassed within the performance as a separate "Leaf Node." This hierarchical approach facilitates the management of distinct copyright permissions for each work. Through this paper, it is anticipated that effective management of integrated copyrights, as seen in virtual performances, will become feasible. Furthermore, it is expected that transactions involving copyrighted works, such as permission agreements for their usage, will experience heightened activation.

한글키워드 : 메타버스, 가상공연, 저작권 관리, 결합 저작물, 블록체인, NFT

keywords : Metaverse, Virtual performance, Copyright management, Combined copyright, Blockchain, NFT

* 엘에스웨어(주) 소프트웨어연구소 연구개발본부

접수일자: 2023.12.01. 심사완료: 2023.12.09.

† 교신저자: 신동명(email: roland@lsware.com)

게제확정: 2023.12.20.

1. 서론

2020년 발생한 코로나-19의 장기화로 인해 초기 비대면을 선호하는 언택트(Untact)에서 온라인 플랫폼을 이용하여 대면하고 소통하는 온택트(On tact) 생활로 전환되었다[1]. 이러한 상황으로 그림 1과 같이 Epic Game의 ‘포트나이트(Fortnite)’라는 온라인게임에서는 힙합 가수 Travis Scott가 온라인 콘서트를 개최하여 막대한 이익을 거두었으며[2], 1997년 사망한 The Notorious B.I.G를 Meta의 호라이즌 월드(Horizon World) 플랫폼에서 고인의 아바타를 제작하여 라이브 공연을 개최하기도 하였다[3]. 이러한 사례들은 메타버스(Metaverse)라는 가상공간에서 이루어졌으며, 이러한 개념이 급부상하게 된 계기로 작용하였다.

메타버스란 초월이라는 뜻을 가지는 메타(Meta)와 세계, 우주의 뜻을 가지는 유니버스(Universe)를 합친 합성어로 가상과 현실이 결합한 일종의 가상 세계를 의미한다[4]. 메타버스는 모바일 기기와 같은 하드웨어와 네트워크, 컴퓨터 그래픽 기술의 발전으로 온택트의 생활에 맞춰져 이용자들이 언제 어디서나 가상 세계에 접속하여 타 이용자와 상호작용을 하여 다른 생태계가 나타나게 되었다.



그림 1. 메타버스 내 공연

Fig. 1. Performance in the Metaverse

위에서 설명한 가상공간에서의 공연(이하, 가상공연)은 메타버스 플랫폼과 같은 가상공간에서 공연을 위한 극장, 무대, 야외 광장 등 여러 이용자가 모일 수 있는 공간을 구현하고, 가상공간 내에서 사용할 수 있는 아바타, 소품, 음악 등의 저작물을 이용하여 사용자가 공연을 직접 체험할 수 있도록 구성된다[5].

가상공연은 무용, 건축, 패션, 공예품, 가구 등 여러 저작물의 결합으로 구성되어 복잡한 저작권 관계를 맺고 있으며, 가상공간에서 이루어지는 저작물 이용은 현행 저작권법에서의 규율하고자 하는 대상으로 예정되지 않아 현행 규정을 그대로 적용하는 것이 가능한 상황이다[6]. 하지만, 가상공간의 특성으로 현실의 특정 장소에서 개최되는 공연과 같은 저작권법으로 평가할 수 있는지, 메타버스 상의 공연이 현행 저작권법상 공연, 방송, 디지털음성 송신 등 어느 행위에 해당하는지 등의 문제가 존재하고 있다. 저작권법상 저작물 이용 행위 해당 여부는 결합하여 구성되는 가상공연 저작권에 대해 지급하는 저작권 사용료 산정에 있어 중요하게 작용하기 때문이다[7].

본 논문에서는 결합한 저작물로 구성된 가상공연에서의 결합저작권의 관리를 위해 블록체인에서 사용되는 NFT(Non-Fungible Token)를 계층화하여 저작물 각각의 관리를 NFT를 통하여 진행할 수 있도록 한다. 가상공연의 개요 정보는 Root Node로 구성하고, 가상공연에 결합된 저작물들은 Leaf Node로 구성하여 가상공연 개요를 포함한 전체 저작물의 저작재산권 이용허락 계약이나 거래를 할 수 있도록 하고자 한다.

제안하는 본 기술을 통해 메타버스 등의 플랫폼에서 진행되는 가상공연에 포함되는 결합 저작물 저작권 관리의 편의성 제공이 가능하며, 결합 저작물 각각의 저작재산권의 이용허락 계약이나 거래에서 NFT를 통해 자동화되고 안전하게 진행할 수 있을 것으로 기대한다.

이를 설명하기 위해 본 논문은 2장 가상공연, 3장 NFT, 4장 제안방식, 5장 제안 기술 분석으로 구성된다. 2장에서는 가상공연에 대한 개념과 가상공연에서의 저작권 문제를 설명한다. 3장은 NFT 관련 표준과 계층적 NFT를 설명하고 NFT 기반 저작권 관리 연구들에 대해 설명한다. 4장에서는 계층적 NFT 기반 가상공연의 결합저작권 관리 기술을 제안하고, 5장에서는 기존 NFT 기반 저작권 관리 기술과의 비교를 통한 분석을 진행하고 결론을 맺는다.

2. 가상공연

2.1 가상공연

가상공연은 메타버스라고 불리는 디지털 환경에서 개최되는 공연을 의미한다. 메타버스는 현실 세계와 디지털 세계의 경계가 모호한 가상공간을 나타내며, 이는 다차원적인 상호작용과 활동을 가능하게 하는 디지털 환경으로 설명할 수 있다[8].

가상공연은 메타버스 내에서 음악, 연극, 무용, 예술 등 다양한 예술 분야의 공연을 개최하는 것이며, 이러한 공연은 실제 무대나 공연장이 아닌 디지털 공간에서 이루어져, 가상의 캐릭터나 아바타를 통해 메타버스 이용자들이 이를 관람하거나 참여할 수 있다.

가상공연은 현실에서의 공연과 유사한 요소들을 포함할 수 있는데, 무대 디자인, 조명, 음향 효과 등이 포함되며, 가상환경의 특성상 현실에서는 불가능한 시각적 효과나 공간 변화도 구현할 수 있습니다. 또한, 실제 공연과 마찬가지로 가수, 배우, 예술가 등의 아바타가 메타버스 내에서 라이브로 공연을 진행하는 예도 존재한다[9].

이러한 가상공연은 참여자들이 물리적으로 같은 장소에 모이지 않더라도 다양한 지역과 시간대에서 함께 공연을 즐길 수 있는 장점이 있다. 또

한 메타버스 내에서의 공연은 참여자들 간의 상호작용을 촉진하고, 실제 공간에서는 어려운 시도나 창의적인 실험을 할 기회를 제공합니다. 이러한 특징들로 인해 가상공연은 문화 및 예술 분야에서 혁신적인 경험을 제공하며, 디지털 시대에 적합한 새로운 공연 형태로 주목받고 있다.

2.2 가상공연의 저작권 이슈

가상공연에서 무대 디자인, 조명, 음향 효과 등의 다양한 예술적 요소가 결합되는 경우, 저작권 문제가 발생할 수 있다. 이는 각 요소가 독립적으로도 저작권 보호를 받는다는 점과 함께, 이러한 요소들의 조합이 새로운 창작물을 형성하는 방식이기 때문이다[10].

일반적으로 공연예술에서 생성되는 저작물은 각본·대본과 같은 어문저작물, 발레·댄스·행동과 같은 무용저작물과 음악저작물 등이 공연에 활용되며, 무대장치·의상·조명 등을 포함한 무대 디자인 등의 요소들을 공연작품으로 구성된다[11].

예를 들어 무대 디자인, 조명, 음향 효과는 각각의 창작물로 간주할 수 있다. 예를 들어, 특정 무대 디자인은 디자이너의 창작물로 보호받을 수 있고, 조명 디자인도 마찬가지이다. 이러한 각각의 요소들은 저작권자의 독점적인 권리를 가지며, 이러한 저작물의 무단 이용은 저작권법에 위배될 수 있다[12].

가상공연을 포함하는 공연예술의 권리관계 해석은 일괄적으로 결합 저작물로 해석하고 있지만, 학계 해설은 공연저작물에 대한 기여와 관련하여 저작자 중심으로만 파악되어 저작인접권자의 창작 기여도에 대한 실질적인 보호가 제대로 이루어지지 않고 있다[13].

따라서 가상공연에서 이러한 다양한 예술적 요소를 결합할 때는 각 요소의 저작권자와의 협의와 이용허락 및 계약이 필요한 상황이다. 음악이 가상공연에 사용되는 경우 음악의 저작권자로부터

이용 허가를 받아야 하며, 무대 디자인이나 조명 디자인 등 역시 해당 디자이너나 아티스트의 허락을 각각 얻어야 한다[14].

또한, 가상공연에서의 저작물들의 예술적 요소 결합은 새로운 창작물을 형성할 수 있으므로, 이에 따른 저작권과 관련된 계약 사항이 명확하게 정의되어야 한다.

이러한 저작권 및 이용허락 계약 문제를 기술적으로 해결하기 위해 블록체인 기반의 NFT를 이용하여 편리한 저작권 거래, 이용허락 계약 자동화를 제공하는 연구들이 계속해서 진행되고 있다.

3. NFT(Non-Fungible Token)

3.1 NFT 개요

NFT(Non-Fungible Token)는 대체 불가능한 토큰이라고도 불리며 토큰마다 고유의 데이터를 가진다[15]. 고유의 값을 블록이라는 데이터 구조로 저장하기에 다른 토큰으로 대체할 수 없다.

2015년 이더리움 개발자회의에서 처음 소개되어 현재까지 ERC(Ethereum Request for Comment)라는 이더리움 표준에서 발전되고 있다. NFT는 그림 2와 같이 Token ID와 Token URI로 구성되며, Token ID는 토큰이 가지는 고유한 ID를 의미하며, Token URI는 NFT에 담기는 내용의 정보를 JSON 형식으로 저장된 외부의 링크를 연결한다. 그리고, 블록체인 내에 거래정보, 지갑주소 등이 트랜잭션에 함께 저장될 수 있어 표 1과 같은 특징을 가지며, 이를 이용하여 데이터의 소유권 증명 기술로 활용된다[16].

NFT는 저장뿐만이 아니라 거래, 소각의 기능도 가지고 있어 NFT를 다른 코인이나 현금거래와 같은 자산으로 인정할 수 있으며, 소각을 통해 디지털 내에서 완전히 배제할 수도 있다.

이러한 NFT는 현실 세계의 미술품, 부동산 등

의 실물자산과 연결되고 있으며, 그림 3처럼 메타버스와 같은 가상 세계의 콘텐츠에도 소유권 증명을 적용하려는 시도들이 늘어나고 있다.

NFT의 가상 세계 적용은 2017년 크립토키터로 가상 세계에서 고양이를 키우는 온라인게임으로 시작하였으며, 이를 통해 NFT 상용화 기반이 마련되었다[17]. 최근 메타버스에서 콘텐츠, 아이템, 게임머니, 아바타 등 저작물에 대한 소유권 증명을 NFT로 더욱 확대 중이다.

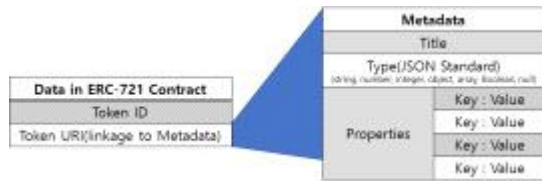


그림 2. ERC-721 NFT 데이터 구조
Fig 2. Data Architecture of ERC-721 NFT

표 1. NFT 주요 특징
Table 1. NFT Key Features

구분	설명
추적성	거래 내역, 소유자 정보 등이 공개적으로 기록되어 공유됨
거래용이	저작자는 본인의 작품을 NFT 마켓을 통해 손쉽게 판매 가능
증명성	NFT의 소유권 증명 효과를 활용하여 저작물 등의 소유권을 입증



그림 3. 가상 세계에서의 NFT 활용 예시
Fig 3. Examples of NFT use in the virtual world

3.2 NFT 기반 저작권 관리 기술

NFT는 위에서 설명한 것처럼 대체 불가능한 유·무형의 자산을 디지털화하여 소유권을 증명하는 메커니즘으로 동작하는데, 이를 활용하여 저작권을 관리하고자 하는 연구들이 계속해서 진행되고 있다.

처음 NFT 기반 저작권 관리의 접근은 디지털 아트 한정판을 NFT로 구성하는 것이 처음이었다[18]. 이는, 움직이는 NBA 선수 카드, 고급 자동차 구매 시 같은 종류의 자동차 카드 등의 새로운 종류의 디지털 자산을 생성함과 동시에, NFT로 등록된 저작물의 로열티, 광고 비용, 스트리밍 비용 등과 관련된 저작권재산권 거래를 지원할 수 있다.

이후, 디지털화된 박물관 컬렉션의 거래, 대여를 위한 플랫폼이 제안되기도 하였다[19]. 콘텐츠 센터, 박물관, 신청자의 플레이어를 기반으로 디지털 자산과 인증을 블록체인 스마트컨트랙트로 지원하여 자동화하였다.

최근에는 MediaVerse라는 플랫폼의 개발을 통해 디지털 자산의 계약을 스마트컨트랙트로 구성하고, 블록체인 플랫폼을 공중의 매개체로 이용하는 연구도 제안되었다[20]. 디지털화된 계약서를 사람이 읽을 수 있는 언어, 즉 영어와 같은 자연어로 템플릿을 구성하고 원본 계약서, 그리고 부속 계약서를 계층적으로 구성하는 특징을 가진다.

기존 연구들은, NFT를 이용하여 저작물의 저작권 관리를 제공한다는 점, 스마트컨트랙트를 이용한 저작권 관련 계약을 자동화한다는 점, 저작권 이용을 추적할 수 있다는 점이라는 공통의 목표를 가지고 있지만, 메타버스 내 대규모 가상공연과 같은 결합 저작물에 대해 고려하지 않아 결합 저작물 및 저작권 관련 대응 기술이 없는 상황이며, 대해 각각 관리할 수 있는 연구가 필요한 상황이다.

3.3 NFT 관련 ERC 표준 및 계층적 NFT

NFT는 앞에서 설명한 것처럼 암호화폐와 처음 스마트컨트랙트라는 개념을 제시한 이더리움(Ethereum)에서 개발되었으며, 사실상 이더리움 내 표준이라 칭할 수 있는 EIP(Ethereum Improvement Proposal), ERC(Ethereum Request for Comments)를 통해 제안, 발표, 제정됐으며 계속해서 발전하고 있다[21].

NFT의 시작이라 할 수 있는 것은 스마트컨트랙트로 개발된 ERC-721이라 할 수 있으며, NFT 발행, 조회, 거래, 소각(삭제)의 기본적인 기능들을 가지고 있는 것이 특징이다.

ERC-721 이후로, 표 2와 같이 채굴 가능 토큰, 조합 가능 토큰, 다중토큰 등 계속해서 진화하여 다양한 애플리케이션 요구에 따라 개선 및 적용되고 있다.

표 2. NFT 관련 표준(ERC)
Table 2. NFT-related standards(ERC)

구분	명칭	설명
ERC-721	Non-Fungible Token	대체불가능토큰
ERC-777	Token Standard	토큰 표준
ERC-918	Mineable Token Standard	채굴 가능 토큰
ERC-998	Composable NFT Standard	조합 가능 토큰 표준
ERC-1155	Multi Token Standard	다중토큰 표준
ERC-4519	Tied to Physical Assets	물리 자산연결
ERC-5023	Shareable NFT	공유 가능 토큰
ERC-6150	Hierarchical NFTs	계층적 NFT
ERC-6220	Composable NFTs utilizing Equippable	착용할 수 있는 장비 토큰

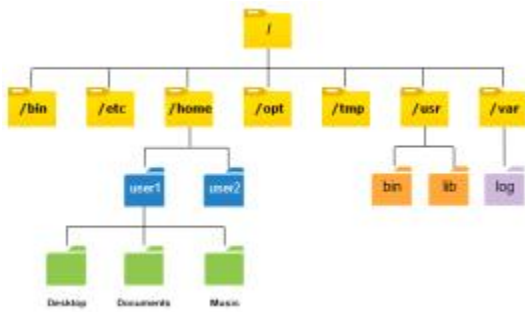


그림 4. 계층적 디렉터리 예시

Fig 4. Examples of Hierarchical Directory

개선 사항의 예로 ERC-1155를 설명하자면, 기존의 대체 불가능한 NFT를 Bitcoin, Ethereum 등의 다양한 암호화폐와의 거래를 가능하게 하였으며, ERC-4519는 부동산, 미술품, 골동품 등 현실 세계의 물리적 자산을 NFT로 발행하여 거래할 수 있도록 구성하였다[22].

NFT와 관련하여 제정된 표준 중에서 NFT에 Leaf, Root의 속성을 삽입하여 계층적으로 관리할 수 있는 ‘계층적 NFT’, 즉 ERC-6150 표준도 최근 제정되었다[23]. ERC-6150은 여러 개의 토큰을 Root으로 묶어 관리하는 구조이며, 상위나 하위 NFT가 Leaf인지, Root인지를 확인하고 계층관계를 유지하는 인터페이스를 제공하는 구조를 가진다. 이러한 계층구조는 그림 4와 같이 일반적으로 FHS(File Hierarchical System)과 같은 구조와 유사하게 구성할 수 있다.

이 구조의 장점으로서는 세 가지 정도로 정리할 수 있다. 첫 번째, Root NFT의 데이터 구조를 이해하기 쉽고, 이를 이용하는 시스템을 설계하고 구현하기도 편리하다. 두 번째로는 위·아래 입접한 NFT 사이의 인터페이스를 포함하여 분할된 모든 토큰이 독립적으로 동작할 수 있다는 점이다. 마지막으로 각 계층의 토큰에 대해 수정이 필요할 경우 Root을 포함한 전체를 수정하지 않고도 변경할 수 있다.

계층적 NFT의 장점을 메타버스 내 가상공연에

적용하면 결합 저작물로 구성된 가상공연의 모든 구성 저작물을 카테고리 분류하고, 카테고리별 각각의 저작물들을 Leaf NFT로 구성하여 결합 저작물을 각각 관리하고 각각의 거래가 가능한 구조로 구성할 수 있다.

본 연구에서는 계층적 NFT의 3가지 장점인 구조 파악의 용이성, 계층 독립성, 모듈성을 이용하여 대규모 가상공연 및 가상공연에 사용되는 모든 저작물을 연결하고 각각 관리가 가능한 결합저작권 관리 기술을 제안하고자 한다.

4. 계층적 NFT 기반 대규모 가상공연의 결합저작권 관리 기술 제안

4.1 계층적 NFT 기반 가상공연 결합저작권 관리 데이터 모델

계층적 모델은 여러 가지 장점을 가지고 네트워크, 시스템 등 많은 곳에서 사용됐다. 본 연구에서는 계층적 모델이 적용된 시스템 중 디렉터리를 기반으로 파일 관리를 하는 FHS의 아이디어를 대규모 가상공연에 적용하고자 한다.

가상공연은 앞서 말한 것처럼 무대, 조명, 의상, 음향, 소품 등의 디자인적 요소들의 자료 조합과 공연 및 연출대본 등의 인쇄/전자 자료가 모여 구성된다. 구성되는 내용들을 각 디렉터리에 따라, 그림 5처럼 Tree로 구성할 수 있다.

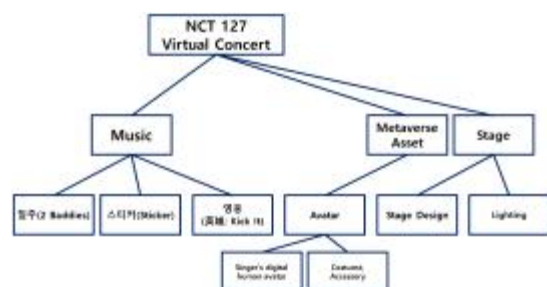


그림 5. 가상공연의 계층적 표현

Fig 5. Hierarchical expression of virtual performance

표 3. 가상공연을 위한 계층적 NFT 구조
Table 3. Hierarchical NFT structure for virtual performances

구분	형식	설명
Token ID	String	해당 NFT의 ID
Owner	String	해당 NFT 소유주
Token URI	String	해당 NFT 정보의 URI 주소
Parent ID	String	부모 NFT의 ID
IndexChildrenArray	StringArray	자식 NFT의 ID 배열
InfoChildrenArray	StringArray	자식 NFT 정보 배열

NFT의 Tree로의 구성을 위해 계층적 구조 표준인 ERC-6150을 기반으로 한다. ERC-6150은 ERC-721 기본 구조인 Token ID, Token URI를 포함하며, 상·하위 계층의 토큰 ID인 Parent ID, Child ID와 같은 레벨의 토큰 개수를 알 수 있는 indexInChildren - Array로 구성된다.

하지만, 기존 ERC-6150에서의 Index만으로는 어떠한 항목의 NFT가 존재하는지 알 수 없기에, 표 2와 같이 Info라는 String 배열을 추가하여 가상공연에 포함되는 콘텐츠의 정보를 함께 저장하여 가상공연에 포함된 콘텐츠의 구성 파악이 용이하도록 구성하고자 한다.

4.2 계층적 가상공연 NFT 생성 단계

계층적 가상공연 NFT 생성은 세 가지의 경우로 나눌 수 있다. 첫 번째는, Root NFT를 생성하는 경우(Root NFT 생성)이고, 두 번째는, 하위 NFT 없이 Leaf NFT로 생성하는 경우(Leaf NFT 생성), 마지막으로 부모와 자식 NFT가 모두 존재할 경우(Branch NFT 생성)이다. 각 방법에 따라 Parent 및 Child의 주소의 필요 유무가 달라져 생성 알고리즘이 각각 도출된다.

표 4. RootNFT 생성 알고리즘
Table 4. Root NFT Minting algorithm

Algorithm 1: Hierarchical NFT Minting(Root)

Input : OwnerAddress, TokenID, TokenURI, NFTInfo

Output : RootNFT

if isZeroAddress(TokenID) != *True* &&
isExists(TokenID) == *True* **do**

return Err

mintNFT(TokenID, TokenURI, TokenID(0),
TokenID(0), TokenID(0), NFTInfo)

transferNFT(Address(0), OwnerAddress, TokenID)

표 4처럼 Root NFT의 경우에는 Parent ID와 Child ID를 모두 0으로 설정하고, 자신의 Token ID와 Token URI만을 생성하여 NFT를 생성한다.

Leaf NFT를 생성하는 경우 Parent ID만을 NFT 생성 시 수신하여 Child ID는 0으로 구성한다. 그 후 Parent NFT의 IndexChildrenArray에 Child ID를 추가하여 NFT 생성을 마무리한다.

표 5. Leaf NFT 생성 알고리즘
Table 5. Leaf NFT Minting algorithm

Algorithm 2: Hierarchical NFT Minting(Leaf)

Input : OwnerAddress, TokenID, TokenURI, ParentID, NFTInfo

Output : LeafNFT

if isZeroAddress(TokenID) != *True* &&
isExists(TokenID) == *True* **do**

return Err

beforeMintWithParent(OwnerAddress, ParentID,
IndexChildrenArray.add(ChildID),
InfoArray.add(NFTInfo))

mintNFT(TokenID, TokenURI, ParentID,
TokenID(0), NFTInfo)

transferNFT(Address(0), OwnerAddress, TokenID)

표 6. Branch NFT 생성 알고리즘
Table 6. Branch NFT Minting algorithm

Algorithm 3: Hierarchical NFT Minting(Branch)

Input : OwnerAddress, TokenID, TokenURI, ParentID, ChildID, NFTInfo

Output : LeafNFT

if isZeroAddress(TokenID) != *True* &&
isExists(TokenID) == *True* **do**
 return Err

beforeMintWithParent(OwnerAddress, ParentID,
 IndexChildrenArray.add(ChildID),
 InfoArray.add(NFTInfo))

mintNFT(TokenID, TokenURI, ParentID,
 ChildID, TokenID(0), NFTInfo)

transferNFT(Address(0), OwnerAddress, TokenID)

afterMintWithParent(OwnerAddress, ChildID,
 TokenID)

Branch NFT를 생성하는 경우 표 6처럼 Parent ID, Child ID 모두를 수신받아 NFT를 생성하며, Parent NFT에서는 IndexChildrenArray에 Child ID를 추가하고, Child NFT에서는 Parent ID를 추가하는 것으로 NFT 생성을 마무리한다.

4.3 계층적 가상공연 NFT 거래 단계

계층적 가상공연 NFT의 거래는 일반적인 ERC-721 Token Standard에서의 방식과 같다. 표 7과 같이 NFT를 판매하려는 소유주는 계층적 NFT 구조에서 Owner의 정보를 구매자의 정보로 치환하는 트랜잭션을 블록체인 네트워크로 전달한다. 전달한 후 NFT 관리자가 거래에 대한 트랜잭션을 승인하여 트랜잭션 거래를 완료하게 된다. 관리자의 승인이 필요한 이유는 NFT에 담기는 불법 복제된 저작물이나 불법 수정된 N차 저작물을 관리자의 확인으로 불법을 막는 역할을 한다.

표 7. NFT 거래 알고리즘
Table 7. NFT Transfer algorithm

Algorithm 4: Hierarchical NFT Transfer

Input : OwnerAddress, TokenID, ToAddress

Output : NFT

if isZeroAddress(TokenID) != *True* &&
isExists(TokenID) == *True* **do**
 return Err

transferNFT(OwnerAddress, ToAddress,
 TokenID)

approve(ManagerAddress, TokenID)

4.4 계층적 가상공연 NFT 소각 단계

계층적 가상공연 NFT의 소각도 일반적인 NFT 소각 과정과 동일하게 동작한다. 표 8과 같이 소각은 NFT의 소유주만이 실행할 수 있으며, 거래 알고리즘과 유사하게 transferNFT 함수에서 수신자주소를 0으로 처리하여 소유주가 없는 NFT로 만드는 것으로 소각을 완료한다.

표 8. NFT 소각 알고리즘
Table 8. NFT Burning algorithm

Algorithm 5: Hierarchical NFT Burn

Input : OwnerAddress, TokenID, ToAddress

Output : NFT

if isZeroAddress(TokenID) != *True* &&
isExists(TokenID) == *True* **do**
 return Err

transferNFT(OwnerAddress, Address(0), TokenID)

5. 제안 기술 분석

본 장에서는 NFT에 계층적인 특성과 NFT 정보를 부모 NFT에 배열로 저장하는 구조에서 도출되는 장점인 파악의 용이성, 계층 독립성, 모듈성이 충분히 제공되는 것을 분석한다.

5.1 파악의 용이성

파악의 용이성이란 전체 데이터 구성을 보고 어디에 어떠한 내용이 포함되는지를 쉽게 파악할 수 있다는 성격이다. 본 계층적 NFT를 이용한 가상공연에 포함되는 저작물을 파악하기 용이하여야 한다. 본 제안방식에서는 IndexChildrenArray와 InfoChildrenArray라는 문자열 배열이 NFT에 포함되어 있다. 두 배열은 하위의 NFT가 추가될 때 마다 같은 배열주소(1, 2, 3...)로 데이터가 추가되며, NFT 조각 시에도 같은 배열주소의 내용을 삭제하는 기능을 가져 가상공연에 포함되는 결합 저작물의 파악이 용이하다.

5.2 계층 독립성

계층 독립성이란 계층별 다른 개발 및 확장, 변경이 가능한 특성을 이야기한다. NFT는 한번 정해진 Token ID는 블록체인에 저장된 후 변경되지 않는 특성을 가진다. 이를 기반으로 Branch, Leaf NFT의 변경(업데이트, Info, 구조체 변경 등)을 진행하더라도 Token ID는 고정되어 동작하기에 계층 간 독립성을 제공한다.

5.3 모듈성

모듈성이란 대규모의 구조(시스템 등)를 상하 계층을 특성별로 분리하여 각각 동작하도록 구성되는 성질을 의미한다. NFT는 Transfer라는 기능을 통해 스마트컨트랙트에서 정의한 조건이 만족하면 다른 소유자에게 NFT를 거래할 수 있는 특징이 있다. 계층 독립성에서 설명한 것처럼 NFT는 Token ID의 고정으로 OwnerAddress의 변경 즉 NFT 거래를 진행하여도 상·하위 계층의 NFT에는 영향을 끼치지 않아 각 계층의 NFT는 분리되어 동작하기 때문에 모듈성을 제공한다.

이러한 파악의 용이성, 계층 독립성, 모듈성의 3가지 특성을 통해 메타버스와 같은 가상의 공간

에서의 대규모 가상공연에서 사용하는 결합 저작물들을 각각 NFT화 하여 결합한 저작물의 파악을 쉽게 진행할 수 있으며, 각각의 저작물의 정보 변경을 쉽게 유지보수(업데이트) 할 수 있으며, 각각의 저작물 Owner가 네트워크상에서 이용허락과 같은 저작권 거래를 진행할 수 있는 장점을 가질 수 있게 된다.

6. 결 론

본 연구는 메타버스와 같은 가상 세계에서의 대규모 가상공연에서의 결합 저작물의 관리 문제를 계층적 NFT를 이용하여 해결하였다.

운영체제에서 일반적으로 사용하는 계층적인 정보구조로 NFT를 구성하여 가상공연에 사용되는 저작물들의 파악이 쉬운 장점, 계층 독립성으로 각 저작물 NFT의 정보 변경을 하더라도 상·하위에 연결된 NFT에 영향을 주지 않아 유지보수를 쉽게 할 수 있는 장점, 계층적으로 연결된 NFT를 각각 쉽게 거래할 수 있다는 장점으로 결합 저작물의 관리가 가능하게 하였다.

본 연구를 통해 일반적인 저작물 이외에 가상공연, 음악(작곡, 작사 등), 영화(감독, 작가, CG 등)의 모든 결합 저작물의 관리를 쉽게 진행할 수 있어 이용허락 계약 등의 콘텐츠 시장의 활성화를 기대할 수 있을 것이다. 이와 더불어, 하위 NFT 생성을 통해 원저작물을 이용한 2차 저작물 관리에도 이용될 수 있을 것으로 기대한다.

추후 연구로는, ERC-6150의 기능을 가진 스마트컨트랙트와 저작물 거래 플랫폼의 개발을 통해 결합 저작물 NFT의 Tree 시각화, 저작물 NFT 작품의 직접 거래를 가능하게 하고자 한다.

그리고, 복제권, 공연권, 공중송신권, 2차저작물 작성권 등의 인접저작권에 대한 이용허락 계약을 스마트컨트랙트로 자동화하는 것을 목표로 하고자 한다.

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2023년도 문화기술 연구개발 사업으로 수행되었음(과제명 : 대규모 가상공연 플랫폼을 지원하는 블록체인 기반 저작물 보호 및 활용 기술 개발, 과제번호 : R2022020057, 기여율 : 100%)

참 고 문 헌

- [1] Dong-Suk CHUN, & Sung-Chul BANG (2022). A Study on Changes in Trade in the On-Tact Era and its Use in Online Exhibitions. THE INTERNATIONAL COMMERCE & LAW REVIEW, 94, 121-143 DOI : 10.35980/KRICAL.2022.5.94.121
- [2] Yang Meng, & Chang-Wan Han (2021). Research on the Development of K-pop Online Concerts in the With COVID Era. The Korean Journal of animation, 17(4), 33-47, DOI : 10.51467/ASKO.2021.12.17.4.33
- [3] Notorious B.I.G. in the Limelight in Metaverse VR Concert Experience, URL: <https://www.coindesk.com/web3/2022/12/19/notorious-big-in-the-limelight-in-metaverse-vr-concert-experience/>
- [4] Park Sangsun, Sun Young Ko, Han Kun Chung, Han Kun Chung, Jong-in Kim, & Youngtae Shin. (2021). A Study on the Typology and Advancement of Cultural Leisure-Based Metaverse. KIPS Transactions on Software and Data Engineering, 10(8), 331-338. UCI : I410-ECN-0102-2022-500-000736079
- [5] Seok, W. H. (2021). "Analysis of metaverse business model and ecosystem", Electronics and Telecommunications Trends 36.4 81-91. URI : <https://koreascience.kr/article/JAKO202163157354866.pdf>
- [6] Kim, J. H. (2015). "A Research on the Copyright Protection of Performing Arts", KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY LAW JOURNAL, 49, 595-631 DOI : 10.17248/knulaw.49.201502.595
- [7] Oh Seung Jong. (2022). A Study on the Copyright Licensing Rate of Online Concert. The Law Research institute of Hongik Univ., 23(2), 243-279. UCI : I410-ECN-0102-2023-300-000724391
- [8] Han-Na Lim, & Joon-Hui Cho (2022). The Consilience between Metaverse and Performing Arts : Focusing on the Remediation Theory. Journal of the Korea Entertainment Industry Association, 16(3), 107-124, DOI :10.21184/jkeia.2022.4.16.3.107
- [9] Kyeong-a Shin (2023). Exploring the Educational Tasks for Dance Program in Higher Education by Digital Transformation of the Performing Arts. Journal of the Korea Entertainment Industry Association, 17(3), 237-251, DOI : 10.21184/jkeia.2023.4.17.3.237
- [10] Sun Ruoxi, & Jong-Woo Joo (2022). Application of New Media Art to Stage Design -Take the Opening Ceremony of the LOL Finals as an Example-. Journal of Digital Contents Society, 23(8), 1341-1348, DOI : 10.9728/dcs.2022.23.8.1341
- [11] Jong Hak Cho (2015). A Study on Performing Arts Contents Applying Advanced Media Technologies. JOURNAL OF THE KOREAN SOCIETY DESIGN CULTURE, 21(2), 637-645. URL : <https://www.dbpia.co.kr/Journal/articleDetail?nodeId=NODE06543286>
- [12] Hahn, Jee Young (2014). A study on the protection for theatrical designs. LAW REVIEW, 55(1), 303-329. URL : <https://www.dbpia.co.kr/Journal/articleDetail?nodeId=NODE02372529>
- [13] Hong, Sungkee (2017). The current status and prospects of the protection of the authors. Journal of Media Law, Ethics and Policy Research, 16(3), 213-251, DOI : 10.26542/JML.2017.12.16.3.213
- [14] Kyung Suk Kim. (2016). Cinematization of Music and the meaning of Special Provisions concerning cinematographic works. The Journal of Sports and Entertainment Law, 19(2), 145-174. UCI :

- I410-ECN-0102-2017-690-000241028
- [15] Cho, Jae Kwang, & Tsche, Kwang-jun (2023). A Study on NFT Copyright Issues in the Digital Virtual World. KANGWON LAW REVIEW, 72, 257-291, DOI : 10.18215/kwlr.2023.72..257
- [16] Kim, Dong-Hyeon, Song, Hyun-Jin, Zhang, Wen-Jun, Jo, Hui-Jeong, Choi, Young-Hee, & Hyun, Ja-Yeon (2022). Student Reporters' News NFT, Shouts Original in the Digital World. Review of Architecture and Building Science, 66(3), 83-86. URL : <https://www.dbpia.co.kr/Journal/articleDetail?nodeId=NODE11038526>
- [17] Kiyong Kim, Meeyoung Park, & Jiho Hwang (2022). A Study on Deriving NFT(Non-Fungible Token) Characteristics Using Delphi. Journal of Korea Technology Innovation Society, 25(4), 717-735, DOI : 10.35978/jktis.2022.8.25.4.717
- [18] Baker, B., Pizzo, A., & Su, Y. (2022). Non-fungible tokens: a research primer and implications for sport management. Sports Innovation Journal, 3, 1-15. DOI : <https://doi.org/10.18060/25636>
- [19] YU, R., LI, Z., CHEN, Z., & DING, G. (2023). Digital Rights Management System of Media Convergence Center Based on Ethereum and IPFS. IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems, 106(8), 1275-1282. DOI : 10.1587/transinf.2023EDP7037
- [20] Ferro, Enrico, et al. "Digital assets rights management through smart legal contracts and smart contracts", Blockchain: Research and Applications (2023): 100142. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.bcr.2023.100142>
- [21] Fekih, Rim Ben, et al. "Formal Modeling and Verification of ERC Smart Contracts: Application to NFT", 2023 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC). IEEE, 2023. DOI : 10.1109/ISCC58397.2023.10218105
- [22] Arcenegui, J., Arjona, R., & Baturone, I. (2023). Non-Fungible Tokens Based on ERC-4519 for the Rental of Smart Homes.

- Sensors, 23(16), 7101. DOI : <https://doi.org/10.3390/s23167101>
- [23] ERC-6150: Hierarchical NFTs. URL : <https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-6150>

저 자 소 개



노창현(ChangHyun Roh)

2017.08 순천향대학교 소프트웨어공학과 졸업
 2020.02 순천향대학교 컴퓨터학과 석사
 2020.05-2022.02 에스지에이퓨처스(주)
 컨설팅팀 사원
 2022.03-현재 가천대학교 정보보호학과 박사과정
 2022.12-현재 엘에스웨어(주) 소프트웨어연구소
 연구개발본부 수석연구원
 <주관심분야> 정보보호, CPS 보안, 블록체인,
 DID, NFT, 저작권 기술, 메타버스, 디지털휴먼



신동명(Dong-Myung Shin)

2003.02 대전대학교 컴퓨터공학과 박사
 2001-2006 한국정보보호진흥원
 응용기술팀 선임연구원
 2006-2014 한국저작권위원회
 저작권기술팀 팀장
 2014-2016 한국스마트그리드사업단
 보안인증팀 팀장
 2016-현재 엘에스웨어(주) 소프트웨어연구소
 연구소장/상무이사
 <주관심분야> 오픈소스 라이선스, 저작권기술,
 시스템/네트워크보안, SW취약점분석·감정, 블
 록체인 기술, 메타버스