

블록체인 기반 스마트 계약을 활용한 경력 인증 시스템

윤영진*, 김학윤**, 정현준***

Career Certificate System using Blockchain-based Smart Contract

Yeongjin Yoon*, Hack-Yoon Kim**, and Hyunjun Jung***

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국 연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임
(No. NRF-2022R1G1A1008493)

요 약

현대의 취업 시장에서는 허위 경력 제공이라는 문제로 인해 신뢰성 있는 경력 증명의 중요성이 부각되고 있다. 기존에 사용되던 경력 인증서는 위변조가 가능하다는 단점을 가지고 있어, 이를 해결하기 위한 대안이 필요하게 되었다. 이러한 배경 속에서 이 논문은 블록체인 기반 스마트 계약과 NFT를 활용하여 보안성과 신뢰성을 강화한 새로운 형태의 경력 인증서 발급 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 경력 NFT 인증서를 발급함으로써 기존의 경력 증명 방식보다 높은 수준의 보안성을 제공한다. 이렇게 함으로써, 우리의 시스템은 신뢰할 수 있는 경력 증명 방법을 제공하며, 따라서 취업 시장에서의 신뢰도와 효율성을 향상시킬 수 있다.

Abstract

In the modern job market, the importance of reliable career verification is being highlighted due to the problem of providing false career experience. The career certificates previously used had the disadvantage of being susceptible to forgery and alteration, so an alternative was needed to solve this problem. Against this background, this paper proposes a new type of career certificate issuance system that enhances security and reliability by utilizing blockchain-based smart contracts and NFTs. The proposed system provides a higher level of security than existing career verification methods by issuing career NFT certificates. By doing this, our system provides a reliable way to verify experience, thereby improving credibility and efficiency in the job market.

Keywords

blockchain, career, trust, integrity, security, NFT

* 군산대학교 소프트웨어학부 학사과정
- ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4457-3830>
** 청주대학교 전자공학과 교수
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8776-1512>
*** 군산대학교 소프트웨어학부 교수(교신저자)
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6717-1395>

· Received: Sep. 18, 2023, Revised: Oct. 31, 2023, Accepted: Nov. 02, 2023
· Corresponding Author: Hyunjun Jung
Dept. of Software, Kunsan National University, 558, Daehak-ro, Kunsan-si,
Jeollabuk-do, Republic of Korea
Tel.: +82-63-469-8917, Email: junghj85@kunsan.ac.kr

1. 서 론

현대 사회에서 취업 시장은 경쟁이 매우 치열해 지고 있으며, 이 과정에서 지원자들이 허위 경력을 제공하는 경우가 발생한다[1]. 이러한 상황으로 인해, 신뢰할 수 있는 경력 증명이 점점 더 중요한 요구사항으로 인식되고 있다.

또한 최근 디지털화와 블록체인 기술의 발전에 따라, 빠르게 변화하는 사회에서의 인증서 발행, 전송 및 인증 과정의 효율성과 신뢰성이 중요해지고 있다. 전통적인 서류 기반의 인증서는 간편함을 취하지 못하고 위조 가능성도 있으며, 온라인상의 디지털 인증서도 여전히 중앙화된 서버 차원에서 보안과 신뢰성 문제가 발생할 수 있다[2].

따라서 이 논문에서는 블록체인 기술, 스마트 계약을와 NFT의 원리와 역할을 소개하며, 이를 활용한 인증서 시스템의 구현 과정과 세부 사항을 설명한다. 이 시스템을 활용하기 위한 기본 전제는 등록된 데이터가 이미 허위가 아닌 사실이라는 것이며, 이를 검증하는 것은 기관의 역할에 속한다. 이 시스템을 통해 경력 증명의 효율성과 보안 문제를 개선함으로써, 이 논문이 새로운 인증 시스템의 가능성을 제시한다는 것을 보여주고자 한다.

블록체인 기술은 이력서에 기재된 정보의 진위를 확인하는 데 도움이 될 수 있다. 그 이유는 블록체인의 핵심 특성들 때문이다. 첫째, 블록체인은 추가 전용 원장을 사용하므로, 한번 입력된 데이터는 수정이나 삭제가 불가능하다. 이러한 특성을 활용하면, 개인의 학력, 경력 등의 정보를 안전하게 저장하고 검증할 수 있다. 예를 들어, 대학이나 회사에서 개인의 학력이나 경력을 블록체인에 등록하면 그 정보는 변조될 수 없게 되므로, 이후에 해당 정보를 확인하는 사람들은 그 진위에 대해 신뢰할 수 있게 된다[3].

둘째, 블록체인은 공유 원장이다. 즉, 모든 참여자가 동일한 데이터를 볼 수 있으며 데이터의 변경 내역도 모두 공개되기 때문에 투명성이 보장된다. 따라서 이력서 속 거짓 정보를 숨기거나 조작하는 것을 방지할 수 있다[4].

셋째, 분산화된 구조로 인해 블록체인 네트워크는 악의적인 공격에 강하다. 어느 한 지점에서 문제

가 발생해도 네트워크 전체가 영향받지 않으므로 안정적으로 운영될 수 있다.

마지막으로 보안 측면에서도 암호화 기술을 활용하여 원장 내부 데이터가 안전하게 보호되며 변조 여부 역시 증명 가능하다. 따라서 위와 같은 블록체인 기술의 특성들을 활용하여 개방형 혹은 허가형 네트워크에서 신뢰성 있는 인증 시스템을 구축함으로써 이력서 상의 경력 위조 문제를 해결하는 것이 가능하다[5].

스마트 계약은 이더리움 기반 네트워크에서 특정 조건이 충족되면 자동으로 실행되는 프로그래밍 코드를 활용한 계약이다. 이를 통해 복잡한 중계 업무와 인간의 개입을 줄일 수 있으며, 계약의 투명성과 자동화를 통한 효율성을 높일 수 있다[6]. 따라서 경력 증명 계약의 디지털 배지 발급 과정을 더욱 간편하고 효율적으로 개선하는 데 활용된다.

디지털 배지는 이미지 형태의 아이콘, 로고, 그래픽 등으로 경력을 인증하는 도구이다. 이는 기존의 종이 기반의 인증서와는 달리, 즉각적인 공유와 검증이 가능한 형태를 제공한다[7].

NFT(Non-Fungible Token)는 디지털 자산의 고유성과 소유권을 보증하는 블록체인 기반의 토큰이다. 각 NFT는 고유한 정보를 가지고 있으며, 이 정보는 블록체인에 영구적으로 기록되어 변조가 불가능하다[8]. 이러한 NFT의 특성을 활용하여 이력서 문제를 해결할 수 있다. 개인의 학력, 경력 등 중요한 정보를 NFT로 만들어 블록체인에 등록하면, 그 정보는 공개적으로 검증 가능하고 변경이 불가능해진다. 이렇게 생성된 NFT는 개인의 '디지털 인증서'와 같은 역할을 하게 되며, 이 인증서를 통해 이력서에 기재된 내용이 진실임을 증명할 수 있다.

따라서 잠재적인 고용주들은 직접 학교나 회사에 확인하지 않고도 실시간으로 신뢰할 수 있는 정보를 얻을 수 있다. 분산형 원장 기술과 함께 사용되는 NFT로 인해, 허위 경력 문제와 같은 전통적인 인사 관리 프로세스에서 발생하는 문제들이 해결된다.

이 논문에서는 블록체인 기술, 스마트 계약 및 NFT를 활용하여 경력 문제를 해결하는 신뢰할 수 있는 인증 시스템의 구현에 대한 깊이 있는 연구를 진행한다.

이러한 기술을 통합함으로써 증명서 발급, 전달 및 검증 프로세스를 개선하며 취업 시장에서의 신뢰성과 효율성을 높일 수 있다. 이 접근 방식은 디지털화와 분산 원장 기술의 발전을 반영하며 인사 관리 과정에서 발생하는 문제에 대한 혁신적인 해결책을 제공한다.

II. 관련 연구

이 장에서는 블록체인 기반 교육 검증에 대한 연구와 이더리움을 활용한 관리 시스템이 어떻게 활용될 수 있는지에 대해 설명한다.

2.1 블록체인 기반 교육 검증

블록체인 기반 교육 검증에 대한 연구는 학위와 자격증을 디지털 인증서로 변환하여 블록체인에 저장하는 방법을 제시한다. 이 시스템은 무결성, 탈중앙화, 그리고 위조 방지 기능을 제공하며, 제3자의 개입 없이 직접 검증할 수 있도록 설계되었다. 이 연구는 교육 분야에서 블록체인 기술을 활용하여 인증서 발급 및 검증 과정을 개선하는 중요성을 강조하였다[9].

이 논문에서는 이러한 블록체인 기반 교육 검증 연구를 바탕으로, 교육 분야가 아닌 취업 시장에 초점을 맞추고 있다. 이에 더해, 블록체인 기반의 인증서 발급 및 검증 시스템을 향상시키는 데 있어서, NFT와 스마트 계약을 활용하는 새로운 방안을 제시한다. 이는 경력 인증서의 신뢰성을 높이는 데 기여하고, 이를 통해 취업 시장에서의 허위 경력 문제를 해결하는데 중요한 역할을 할 것이다.

2.2 이더리움 블록체인 관리 시스템

이 연구에서는 이더리움 블록체인과 Non-Fungible Token(NFT)을 활용한 모듈 신용 관리 시스템인 NFT-Merit에 대해 제안하였다. 이 시스템은 학생이 졸업에 필요한 모든 NFT를 수집하면, 스마트 계약이 자동으로 학위증명서를 생성하는 방식이다. 교수진, 학생, 행정 사무소의 세 가지 주요 이해관계자들은

이더리움 지갑을 통해 NFT-Merit와 상호작용하며 거래를 수행한다[10].

이 논문은 또한 블록체인 기반 스마트 계약을 활용하여 신뢰성과 무결성을 보장하는 경력 관리 및 발급 방식을 제안하며, 인증서 검증을 더욱 용이하게 할 수 있는 NFT 디지털 배지 시스템을 포함한 방안을 제시한다.

III. 블록체인 기반 스마트 계약을 활용한 경력 인증 시스템

이 장에서는 블록체인 기반 경력 정보 발급 및 인증 시스템의 제안과 구현하는 데 필요한 요소에 대해 설명한다.

3.1 스마트 계약 기반 인증서 시스템 구조

이 절에서는 제안한 시스템의 구조에 대해 설명한다.

제안된 시스템 구조는 그림 1과 같다. 요청자, 발급 기관, 스마트 계약, 지갑 주소, 경력 NFT, 고용주 등 여러 요소를 포함하며, 각각의 요소가 활용되는 과정을 다음과 같이 볼 수 있다. 먼저 지원자가 발급 기관에게 경력 증명서 발급을 요청한 후, 발급 기관은 지원자의 정보와 점수를 스마트 계약에 전달한다. 스마트 계약은 이 정보를 기반으로 NFT 형태의 경력 증명서를 생성하고, 이를 발급 기관의 지갑 주소에 전달한다. 이후 발급 기관은 NFT 경력 증명서를 지원자의 지갑 주소로 전송하며, 지원자는 해당 경력 증명서를 고용주에게 제출한다. 고용주는 지원자의 지갑 주소를 통해 NFT 경력 증명서를 검증하는 과정을 거친다. 이 시스템 구조를 통해 블록체인과 스마트 계약 기술의 장점을 활용하여 전통적인 인증서 발급 방식의 문제점을 개선하고, 디지털 인증서의 발급, 전송 및 인증 과정을 더욱 효율적이고 신뢰성 있는 방식으로 구현할 수 있다. 이 외에도 시스템은 암호화 기술과 디지털 서명 기능을 통해 개인 정보 보호 및 보안성을 강화하며, 블록체인의 탈중앙화된 구조를 이용해 참여자 간의 신뢰와 투명성을 높일 수 있다.

이를 통해 제안된 시스템이 현대 사회에서의 경력 증명 문제를 해결할 수 있는 신뢰할 만한 대안이 될 것으로 기대된다.

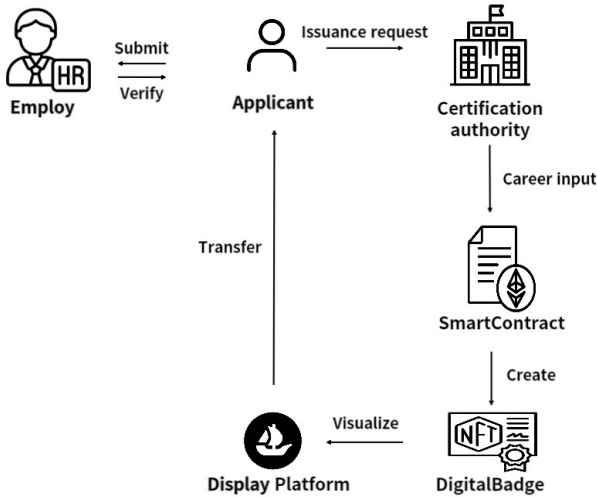


그림 1. 스마트 컨트랙트 기반 인증서 시스템 구조
Fig. 1. Smart contract-based certificate system structure

3.2 경력 인증서 관리 스마트 컨트랙트

이 절에서는 경력 관리를 위한 스마트컨트랙트의 동작 과정에 대해 설명한다.

제안된 시스템에서는 경력 정보를 기록하고 이를 경력 NFT로 발행하는 스마트 컨트랙트를 작성한다. 이 코드에는 경력 정보 입력, 저장, 조회 등의 규칙과 로직이 포함되어 있다. 그러나 이더리움 네트워크에서 실행되는 가상 머신인 EVM(Ethereum Virtual Machine)은 솔리디티 언어로 작성된 원시 코드를 직접 이해할 수 없다. 그래서 다음 단계에서는 이더리움 컴파일러를 사용하여 솔리디티 코드를 EVM 바이트코드로 변환한다. 변환된 바이트코드와 함께 초기화 데이터(경력 정보)를 결합하면, 스마트 컨트랙트가 배포될 준비가 된다. 다음으로 배포 과정에서 변환된 데이터(바이트코드 + 초기화 데이터)를 이더리움 네트워크에 전송한다. 해당 거래가 블록체인에 성공적으로 포함되면 스마트 컨트랙트가 생성되며, 그 시점부터 해당 계약은 네트워크 상에 존재하게 된다. 생성된 경력 관리용 스마트 컨트랙트는 사용자나 다른 계약들이 해당 계약의 함수들을 호출하는 거래를 네트워크에 전송해야 실제로 동작하기 시작한다. 예시로 든 'mint' 함수 호출을 통해 새

롭게 NFT 형태의 경력 정보가 생성될 수 있다. 해당 구조는 그림 2와 같다.

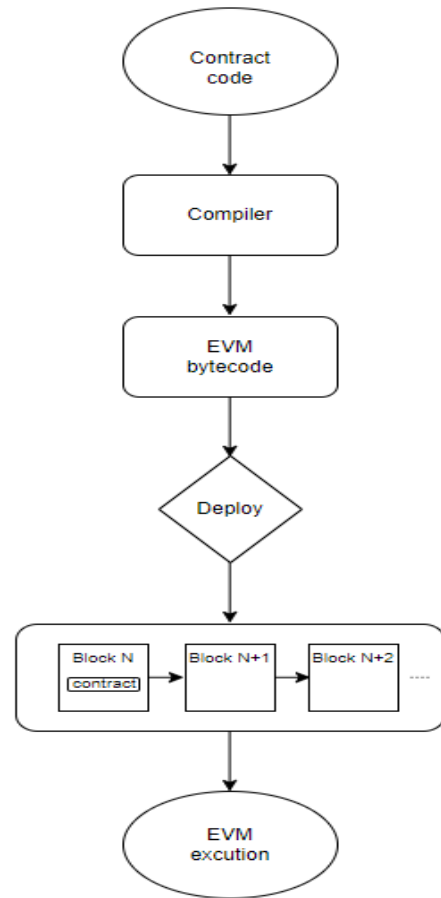


그림 2. 스마트 컨트랙트 동작 구조
Fig. 2. Smart contract operation structure

3.2.1 경력 인증서 관리 스마트 컨트랙트 코드

3.2절에서 설명한 동작 구조를 좀 더 구체적으로 보여주기 위해, 실제로 경력 정보를 기록하고 NFT로 발행하는 솔리디티 코드를 살펴본다.

이 코드는 ERC721 표준을 사용하며, 'mint' 함수는 새로운 경력 정보를 입력받아 해당 정보를 바탕으로 고유한 NFT를 생성한다. 각각의 토큰은 고유한 ID(tokenId)로 관리되며, 'getTokenURI' 함수를 사용하여 해당 토큰의 메타데이터(경력 정보)를 조회할 수 있다.

표 1과 같이 작성된 스마트 컨트랙트는 앞서 설명한 동작 구조에 따라 네트워크에 배포되고 실행된다. 이렇게 되면, 블록체인을 활용하여 안전하게 경력 정보가 기록되고 관리될 수 있다.

표 1.스마트 컨트랙트 코드
Table 1. SmartContract code

```

class CareerContract is ERC721Enumerable,
ERC721URIStorage {
    Map tokenIdToLevels, tokenIdToNames,
tokenIdToEmails,
tokenIdToDates, tokenIdToExpirationDates;
    constructor(name: string, symbol: string) {}
    function mint(name: string,
email: string,
level: integer,
testDate: string,
expirationDate: string) {
uint256 newTokenId = incrementTokenId();
_mint(newTokenId);
setMetadataForToken(newTokenId);
setURIForToken(newTokenId);
}
}
    
```

3.3 경력 인증 NFT 발급 프로세스

이 절에서는 경력인증 NFT 발급 절차에 대한 시퀀스 다이어그램에 대해 설명한다.

제안된 시스템에서 사용되는 NTF는 기존의 NFT 처럼 거래를 위하여 사용하지 않는다. 인증기관을 통해 경력을 증명하는 수단으로서 NFT를 사용한다. 경력 NFT의 발급과 관리는 복잡한 과정을 거치며, 이 과정은 다음과 같이 설명될 수 있다. 먼저 발급 기관은 메타 마스크라는 암호화폐 지갑을 설치하고 계정을 생성한다. 이 지갑은 사용자가 암호화폐를 안전하게 보관하고 관리할 수 있도록 해주며, 블록체인 네트워크와 직접적으로 상호작용할 수 있는 인터페이스를 제공한다. 계정 생성 후에는 발급 기관이 자신의 지갑에 NFT 경력 증명서를 보유한다. 이 NFT 경력 증명서는 NFT 플랫폼에서 진행되는 민팅 과정을 통해 생성된다. 여기서 '민팅'이란 용어는 새로운 디지털 NFT를 생성하는 과정을 의미한다. 발급 기관은 지갑을 NFT 플랫폼에 연결하여 NFT 경력 증명서를 민팅 요청을 하게 되면, NFT 플랫폼에서 이 요청을 처리하여 새로운 NFT 경력 증명서를 생성하게 된다. 생성된 NFT 경력 증명서는 마지막으로 특정 주소(여기서는 요청자의 메타 마스크 주소)로 전송되어 해당 주소의 소유권으로 넘

어간다. 이것으로 인해 개인의 경력 및 역량이 디지털 형태로 기록되고 인증될 수 있게 된다. 이는 그림 3과 같다.

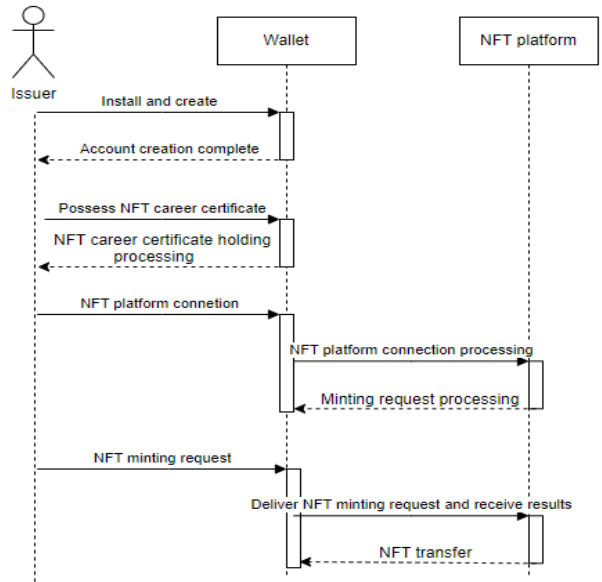


그림 3. NFT 생성 시퀀스 다이어그램
Fig. 3. NFT creation sequence diagram

이러한 구성을 통해 시스템은 안전한 발급, 전송 및 인증 과정을 확보할 수 있으며, 무결성 및 고유성을 보장하는 검증 프로세스를 구현할 수 있다. 이를 통해 제안된 블록체인 기반의 디지털 배지 경력 증명 시스템이 현대 사회의 경력 증명 문제에 대한 해결책으로 기여할 수 있다.

IV. 구현

이 장에서는 블록체인 기반 스마트 컨트랙트를 활용한 경력 인증서 시스템을 구현 및 결과물을 보여준다.

4.1 구현 방법

이 논문에서는 스마트 컨트랙트의 작성과 구현을 위해 계약 지향 프로그래밍 언어인 솔리디티를 활용한다. 제안된 시스템에서는 스마트 컨트랙트 실행 시 발생하는 가스비를 카카오에서 개발한 코인인 클레이튼으로 지불한다.

클레이튼은 테스트를 위해 제공되는 코인이며, 가스비는 NFT 발급 시에 필요한 수수료로서 클레이튼이 사용된다. 또한, 우리는 OpenSea라는 NFT 플랫폼을 활용하여 경력 NFT를 발급받고 확인할 수 있는 경력 인증서 시스템을 구현한다. 구현 환경은 표 2와 같다.

표 2. 구현 환경
Table 2. Implementation environment

Feature	Specification
CPU	Intel(R) Core(TM) i9-13900K
OS	Windows 11
SSD	256GB
Memory	32GB
Blockchain network	Baobab Network(Klaytn testnet)
Software	solidity 0.8.17

제안 시스템을 구현하기 위해서 이 논문에서는 토익을 하나의 경력으로 생각하고 초점을 맞추어 토익 인증서 발급을 하고자 한다. 그 이유는 인증 기관의 신뢰가 확실하고 기관에서 발급하는 데이터의 구분이 확실하기 때문이다. 토익은 국제적 의사소통을 위한 영어 시험으로, 영어가 모국어가 아닌 사람을 대상으로 일상생활 및 비즈니스 현장에서 요구되는 실용적인 영어 구사 능력을 갖추었는지 평가하는 시험이다. 토익 인증서에는 이름, 생년월일, 시험 날짜, 만료 날짜, 리스닝 점수, 리딩 점수, 발급번호 정보가 들어간다. 앞에 나열한 정보들이 토익 인증서에 들어가는데 NFT로 발급할 경우에는 이름, 생년월일, 리딩 점수와 리스닝 점수를 합친 종합점수, 시험 날짜, 만료 날짜로 매핑된다. NFT의 경우 발급번호를 포함하지 않고 있는데 토익 인증서에 있는 발급번호는 각각 다른 인증서임을 구분하려고 존재하는 번호이지만 NFT의 경우는 각각 토큰 ID가 존재하므로 발급번호 대신에 구분을 위해 사용할 수 있다.

4.2 데이터 입력 및 경력인증 NFT 생성

NFT 생성 과정은 스마트 계약을 사용하여 구현되며, 스마트 계약트는 클레이튼 블록체인에

작성되고 배포된다. 스마트 계약을 사용하여 NFT를 생성하기 위해 경력 정보를 계약트에 저장할 때 고유성과 불가분성을 확보할 수 있다. 각 경력 배지는 스마트 계약을 통해 블록체인에 기록되어 발급과 인증 과정의 효율성과 신뢰성을 높일 수 있다. 이 연구에서 제안하는 블록체인 기반의 경력 증명 시스템은 스마트 계약을 사용해 개별 NFT를 생성하고 배지의 메타데이터를 관리한다. 이 메타데이터에는 발급자, 소유자, 증명서에 대한 정보 등이 포함되어 있다. 경력 NFT는 발급 기관과 요청자 사이에서 전달되며, 고용주는 소유자의 지갑 주소와 메타데이터에 접근해 인증과 검증 과정을 진행할 수 있다. NFT의 특성 정보는 메타데이터를 통해 정의되며, 다양한 경력 정보를 포함하고 있다. 토익에서는 표 3과 같이 이름, 생년월일, 점수, 시험 날짜, 만료 날짜 정보를 입력할 수 있다.

표 3. 경력 데이터 입력
Table 3. Career data entry

```
const name = '윤영진';
const birth = '990114';
const score = 750;
const testDate = '2023-10-02';
const expirationDate = '2028-10-02';
```

표 4. Traits 생성
Table 4. Create traits

```
{,
  "name": "TOEIC #,
  tokenId.toString(),
  ",
  "description": "Test of English for
  International Communication",',
  "image": "",
  generateCharacter(),
  ",
  "attributes": [,
  {"trait_type": "Name", },',
  {"trait_type": "Birth", },',
  {"trait_type": "TOEIC Score", },',
  {"trait_type": "Test Date", },',
  {"trait_type": "Expiration Date", },',
  ],
  }"
```

토익 정보들이 입력되기 위해선 각 변수들이 들어갈 trait이 있어야 하며 이러한 형식을 사용하면 경력 증명서의 특성 및 요구 사항에 맞는 NFT를 생성할 수 있다. 표 4와 같이 triat을 지정할 수 있다.

4.3 NFT 플랫폼 OpenSea를 통한 조회, 관리 및 검증

이 절에서는 NFT 플랫폼을 통한 배지 조회 및 검증에 대해 설명하고 구현 화면을 보여준다.

NFT 플랫폼인 OpenSea를 도입하여 사용자가 경력 배지를 쉽게 관리, 조회할 수 있는 플랫폼을 제공하려고 한다. 생성된 경력 배지 NFT는 OpenSea에서 등록되며, 이를 통해 소유자와 고용주는 시스템을 거치지 않고 배지를 조회, 검증하는데 필요한 모든 정보를 얻을 수 있다. 이 시스템의 구현 및 작동 방식을 통해, 경력 정보를 발급 및 인증하는 데 블록체인 및 NFT 기술을 활용하는 체계적인 구조가 제시되어 있다. 이러한 접근 방식은 데이터의 무결성, 신뢰성 및 가치의 전달에 중점을 두고 있으며 향후 시스템 개선 및 확장 가능성을 고려하고 있다.

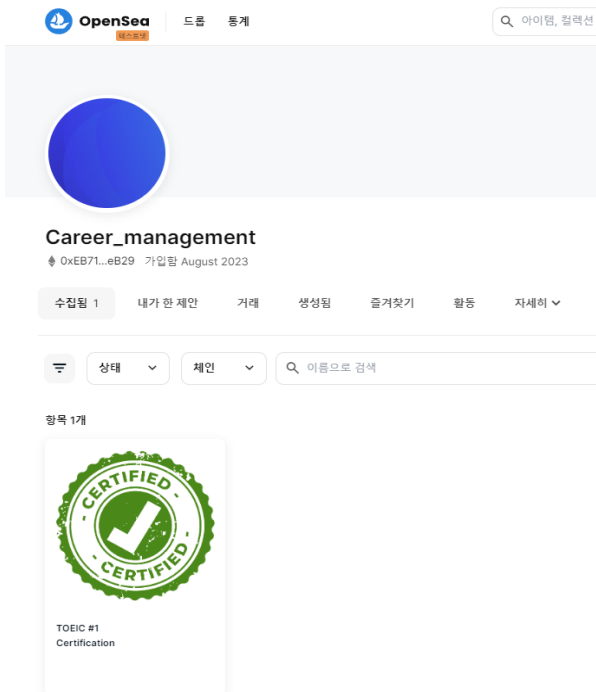


그림 4. 발급기관 관리 페이지
Fig. 4. Issuer management page

그림 4와 같이 계약을 통해 경력 NFT를 민팅했을 경우 발급 기관의 인터페이스에서 경력 NFT가 생성되는 것을 확인할 수 있다. 이 경력 NFT는 경력을 대표하는 이미지를 가지고 있으며 경력에 대한 정보, 트랜잭션 등 모두 가지고 있다. 이를 통해 트랜잭션을 확인하여 해당 인증 기관에서 발급하였는지 확인할 수 있다.

인증서 이미지를 누르면 그림 5과 같이 토익 인증서에 대한 설명, 토익 인증서에 필요한 정보, 계약주소를 확인할 수 있다.

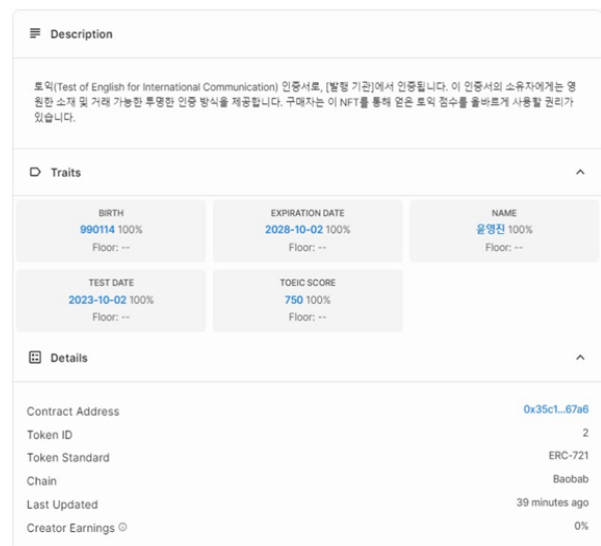


그림 5. 경력 NFT 상세 정보
Fig. 5. Career NFT details

또한 Details 탭에서 Contract Address를 확인할 수 있다. 선택 시 이 계약의 발급 주체를 확인할 수 있으므로 인증된 기관에서 제대로 발급하였는지 고용주 입장에서 확인 가능하며 발급 기관 측에서는 그림 6과 같이 원하는 토큰 ID를 검색 및 조회하여 NFT 플랫폼에 발급되었는지 확인할 수 있다.

```
name: 'TOEIC #2',
attributes: [
  { trait_type: 'Level', value: 1 },
  { trait_type: 'Name', value: '윤영진' },
  { trait_type: 'Birth', value: '990114' },
  { trait_type: 'TOEIC Score', value: 750 },
  { trait_type: 'Test Date', value: '2023-10-02' },
  { trait_type: 'Expiration Date', value: '2028-10-02' }
]
```

그림 6. 발급기관 시스템 NFT 조회
Fig. 6. Issuer system NFT inquiry

V. 비교 및 평가

이 장에서는 논문에서 제안하는 스마트 계약 기반의 경력 인증서 시스템을 기존의 경력 증명 시스템과 비교하여 평가한다. 이를 통해 논문의 제안 방식이 기존 방식에 비해 어떤 이점이 있는지 강조하고, 향후 개선 가능성을 드러낸다.

제안하는 시스템을 표 5를 통해 살펴보면, 토익 우편 발급, 토익 온라인 발급, 그리고 NFT 인증서 발급 이렇게 세 가지 시스템이 각각 독특한 장단점을 가지고 있는 것을 명확하게 확인할 수 있다. 디지털 방식인 토익 온라인 발급과 NFT 인증서 발급은 거의 즉시 처리되며 이는 전통적인 우편으로의 발송이 필요한 토익 우편 발급보다 현저한 속도 향상을 보여준다. 검증 속도 면에서도 차이가 있다. 토익 우편 발급은 7일, 토익 온라인 발급은 5초, NFT 인증서 발급은 약0.24초로 검증 속도가 상당히 다르다. 재발급 비용 면에서는 모든 시스템에서 고려해야 할 요소지만 NFT 인증서의 경우 상대적으로 저렴한 가격에 재발급이 가능하다. 특히, 2023년 9월 15일 현재로서의 클레이튼 네트워크의 가스비를 기준으로 재발급 비용은 약 12원(가격 변동 가능)으로 추정된다. 이는 블록체인 네트워크 상황에 따라 변동할 수 있는 값이므로, 실제 사용 시에는 해당 시점의 가스비를 확인해야 한다.

표 5. 비교 및 평가

Table 5. Comparison and evaluation

Section	TOEIC postal issuance	TOEIC online issuance	NFT certificate issuance
Issuance speed	7 days	5 sec	6 sec
verification speed	7 days	5 sec	0.24 sec
reissuance	2000KRW	2000KRW	12KRW (Price may vary)
security	Issue num	QR code	Blockchain
storage management	paper certificate	PDF	NFT wallet

보안성 면에서는 모든 방식에서 발급 번호나 QR 코드 같은 식별 정보를 제공하지만, 불변성을 가진 블록체인 기술을 활용하는 NFT 인증서가 다른 방식들보다 더 강력한 보안을 제공한다. 마지막으로 보관 및 관리 측면에서 종이 기반 인증서와 PDF 형태의 디지털 인증서는 실제 저장 공간과 파일 관리가 필요하지만, NFT 지갑에 보관되는 NFT 인증서는 새로운 유형의 디지털 자산 관리 경험을 제공한다.

VI. 결론 및 향후 과제

이 논문에서는 블록체인 기술과 스마트 계약을 활용한 경력 인증서 시스템을 제안하고, 기존의 인증 시스템과 비교하여 평가하였다. 제안된 시스템은 전통적인 서류 기반의 인증서와 온라인상의 디지털 인증서보다 더욱 효율적이고 안전하며 신뢰성이 높다는 것을 확인할 수 있었다. 또한, NFT를 활용한 인증서 발급 시스템은 검증 속도가 빠르고 재발급 비용이 저렴하다는 장점이 있다. 현재 시스템은 최초로 입력된 데이터의 위조 여부를 직접 확인할 수 없는 한계를 가지고 있다. 이로 인해, 우리는 위조되지 않은 데이터를 가진 기관에 의존하게 된다. 이 기관은 등록된 데이터가 허위가 아닌 사실인지를 검증하는 역할을 수행하며, 시스템의 이러한 부족함을 보완해준다. 그러므로, 향후에는 데이터의 위조 여부를 자체적으로 확인할 수 있는 시스템을 개발함은 물론, 기관과의 협력을 통해 더욱 안전하고 신뢰성 있는 인증 시스템을 구현하는 것이 필요하다.

References

- [1] The Cost of a Bad Hire to Your Business, <https://resources.careerbuilder.com/featured-stories/how-much-is-that-bad-hire-costing-your-business> [accessed : Jun. 25, 2022].
- [2] S. Jeong and H. Jung, "Design of Blockchain based Digital Badge Framework for Reliable Career Verification", The Journal of Korean

Institute of Information Technology, Vol. 20, No. 9, pp. 147-153, Sep. 2022. <https://doi.org/10.14801/jkiit.2022.20.9.147>.

- [3] P. Attewell and T. Domina, "Educational imposters and fake degrees", *Research in Social Stratification and Mobility*, Vol. 29, No. 1, pp. 57-69, Jan. 2011. <https://doi.org/10.1016/j.rssm.2010.12.004>.
- [4] P. K. Sharma, S. Y. Moon, and J. H. Park, "Block-VN: A Distributed Blockchain Based Vehicular Network Architecture in Smart City", *Journal of Information Processing Systems*, Vol. 13, No. 1, pp. 184-195, Feb. 2017. <https://doi.org/10.3745/JIPS.03.0065>.
- [5] N. Harish, K. Solvej, and G. Helen, "Publication: Distributed Ledger Technology and Blockchain", *FinTech Note*, No. 1, 2017.
- [6] Y.-H. Kim, "Smart contract research for personal information protection", *Journal of Digital Convergence*, Vol. 17, No. 3, pp. 215-220, Mar. 2019. <https://doi.org/10.14400/JDC.2019.17.3.215>.
- [7] M.-Y. Kim, I.-S. Yoo, and K. Lim, "Blockchain-based badge service platform design", *Journal of Information Processing Society. Software and Data Engineering*, Vol. 9, No. 11, pp. 332-338, Nov. 2020. <https://doi.org/10.3745/KTSDE.2020.9.11.332>.
- [8] Q. Wang, R. Li, Q. Wang, and S. Chen, "Non-Fungible Token (NFT): Overview, Evaluation, Opportunities and Challenges", *arXiv:2105.07447*, May 2021. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2105.07447>.
- [9] A. Singh, S. Chauhan, and A. K. Goel, "Blockchain Based Verification of Educational and Professional Certificates", 2023 2nd International Conference on Computational Systems and Communication (ICCSC), Thiruvananthapuram, India, pp. 1-7, Mar. 2023. <https://doi.org/10.1109/ICCSC56913.2023.10143008>.
- [10] P. M. Mohan, V. Balachandran, O. Z. Quan, J. P. Z. Xin, and D. M. Divakaran, "NFT-Merit: An

NFT-based Module Credit Management System on Ethereum Blockchain", 2022 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering(TALE), Hung Hom, Hongkong, pp. 472-476, Dec. 2022. <https://doi.org/10.1109/TALE54877.2022.00083>.

저자소개

윤 영 진 (Yeongjin Yoon)



2018년 3월 ~ 현재 : 군산대학교
소프트웨어학과 학사과정
관심분야 : 블록체인

김 학 윤 (Hack-Yoon Kim)



1996년 3월 : 동북대학교(일본),
정보과학연구과(공학박사)
1997년 ~ 현재 : 청주대학교
전자공학과 교수
관심분야 : 음향신호처리, 3차원
입체음향, 전기음향

정 현 준 (Hyeonjun Jung)



2008년 : 삼육대학교
컴퓨터과학과(학사)
2010년 : 숭실대학교
컴퓨터학과(공학석사)
2010년 : 고려대학교
컴퓨터·전파통신공학과(공학박사)
2017년 8월 ~ 2020년 8월 :
광주과학기술원 블록체인인터넷경제연구센터
2021년 ~ 현재 : 군산대학교 소프트웨어 학과 교수
관심분야 : 블록체인, 데이터 사이언스, 센서 네트워크,
사물인터넷, 머신러닝