

퍼블릭 블록체인 기반 NFT 를 활용한 전자 헌혈증 시스템

홍희선, 안지현, 최희민, 김희열*
경기대학교 컴퓨터공학부

h3136514@kgu.ac.kr, dks3278@kgu.ac.kr, minco777@kgu.ac.kr, Heeyoul.kim@kgu.ac.kr*

Electronic blood donation certificate system using NFT based on public blockchain

Hee Sun Hong, Ji Hyun An, Heemin Choi, Heeyoul Kim
Division of Computer Science and Engineering, Kyonggi Univ

요 약

본 연구에서는 고령화 시대에 혈액을 필요로 하는 사람들이 점점 늘어나는 상황에서 기존 헌혈 시스템의 종이 헌혈증서로 발생하는 분실 및 훼손, 사용료 저하 등과 같은 문제점들을 해결하기 위해 퍼블릭 블록체인을 기반으로 한 전자 헌혈증 시스템을 제안한다. 시스템에서 NFT 로 발행되는 헌혈증서는 분산 원장에 기록되어 영속성과 투명성을 보장할 수 있으며, 분실의 위험이 존재하지 않는다. 또한 헌혈자들에게 양도, 기부, 보상 등의 기능을 포함하는 관리 서비스를 제공함으로써 헌혈증 사용률이 증가할 것으로 기대되며, 건강한 헌혈 문화를 장려할 수 있다.

I. 서 론

대한민국은 고령화 문제로 수혈을 필요로 하는 인구는 점점 많아지고 있지만 저조한 헌혈률 문제로 인해 혈액 공급량 부족 문제가 발생하고 있다. 헌혈의 집이나 병원에서 헌혈을 하고 나면 종이 형태의 헌혈증서를 받게 된다. 수혈환자는 수혈 받은 혈액범위 내에서 헌혈증서를 통해 수혈혈액 금액을 공제받을 수 있다. 헌혈증은 헌물증서의 기부를 통해 양도될 수 있다. 하지만 코로나 19 의 여파로 방문기증이 힘들어지면서 헌혈증서를 기증하는 것에 대한 어려움이 존재한다. 현재 혈액 관리법 시행규칙 개정안이 발의되어 전자 헌혈증이 발급 가능하지만 관리체계 및 플랫폼 부재에 의해 제대로 이루어지지 않고 있다 [1]. 헌혈증의 유실과 손상을 보완하기 위해 2022 년 9 월 이후 발급된 헌혈증은 재발급을 지원하지만 재발급을 위해서는 헌혈장소를 직접 방문하여 수령해야 하는 불편함이 존재한다 [2].

대한적십자사의 2020 년 업무보고 자료에 따르면 2018 년 헌혈 환급 적립금 누적액이 460 억원에 달하고 있다. 헌혈 환급 적립금의 누적치는 헌혈자들이 발급된 종이 헌혈증을 분실, 훼손 등의 문제로 적립금을 제대로 사용하지 못하고 있다는 것을 의미한다. 이를 해결하기 위해 환자가 헌혈증서를 제출하면 의료기관은 무상수혈을 한 후 수혈 비용을 혈액원이 관리하는 헌혈 환급 적립금에서 보상받는 시스템 등이 제안되었다 [3]. 하지만 이는 실물 헌혈증을 통해 수행되며 헌혈증이 유실, 손상되었을 때 헌혈사실을 증명할 수 없으며, 현재 시스템의 구조를 답습하는 문제를 보인다. 이러한 현재 헌혈 시스템에서 비롯된 헌혈증의 보관 관리 문제는 헌혈률 감소, 환급을 저하와 연결되고 있다. 이에 우리는 헌혈증의 보관 관리 문제를 개선하여 건강한 헌혈 문화 생성을 하기 위해 분실 위험이 없는 블록체인 기반 전자 헌혈증 관리 시스템을 제안하고자 한다.

현재 블록체인 기반 전자 헌혈증 관리와 관련된 연구들이 활발히 이루어지고 상황에서 대부분의 연구들은 프라이빗 블록체인 기반의 관리 시스템을 제안해오고 있다. 이는 블록체인의 완전한 탈중앙화와 투명성에 논란이 제기되며, 헌혈증을 기부하는 방식이 기관으로만

제한되어 있어서 개인들이 서로 양도하는 기능들과 같은 서로 공유하고 커뮤니케이션하는 효과가 떨어지는 단점을 가지고 있다. 또한, 단지 헌혈증 발급에만 신경을 쓰고 전체적인 헌혈 시스템의 상세 구조들은 제안되어있지 않아 실제 현 헌혈시스템의 적용상의 한계도 가지고 있다.

본 논문은 이러한 문제를 해결하고 헌혈을 하는 사람들의 편의와 신뢰를 위해 퍼블릭 블록체인 기반 전자 헌혈증 관리 모델을 제안한다. 제안한 모델은 헌혈을 하는 사람들 뿐만 아니라 혈액 관리 시스템 내의 혈액원과 의료기관에게도 블록체인 기반 관리 인터페이스를 제공한다. 또한, 전체적인 헌혈증에 대한 발급 및 사용, 관리 방식을 블록체인 기반으로 구성하여 헌혈 장부의 투명성과 영속성을 보장할 수 있게 되고, NFT 로 만들어진 헌혈증은 기존의 유실과 손상문제를 해결할 수 있다는 장점을 가진다.

II. 본론

2.1. 제안 시스템

우리는 기존의 종이 헌혈증 관리 시스템의 문제를 해결하기 위해 오픈소스 블록체인 플랫폼인 이더리움과 NFT 를 통한 전자 헌혈증 시스템을 제안한다. 본 시스템은 혈액원, 의료기관, 사용자가 참여하는 이더리움 퍼블릭 블록체인으로 구성된다. 각 블록체인 참여자들의 역할 및 기능은 다음과 같다.

· 사용자(user): 헌혈을 수행한 후 블록체인 지갑 기능을 포함하는 모바일 앱을 통하여 혈액원으로부터 토큰을 수령한다. 발행 받은 토큰은 의료기관이나 또 다른 사용자에게 양도할 수 있다.

· 혈액원: 사용자가 헌혈을 끝내고 나면 NFT 를 발행하고 이를 사용자의 지갑에 전송한다. 또한 헌혈정보를 포함하는 NFT 정보를 블록체인에 등록한다.

· 의료기관: 기부요청 게시판을 통해 사용자(user)로부터 토큰을 기부받을 수 있으며, 블록체인에 등록된 정보를 기반으로 사용자가 제시한 헌혈증 NFT 를 소모할 수 있다.

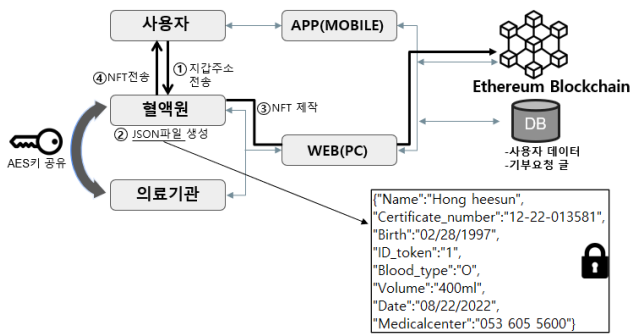


그림 (1). 시스템 흐름도

그림 1은 본 논문에서 제안하는 시스템의 구성을 보이며, 블록체인을 통해 헌혈증 NFT를 발급하는 과정과 데이터 흐름을 설명한다. 그 과정은 아래와 같다.

- 1) 사용자가 헌혈 장소에서 헌혈을 수행한 후 사용자의 지갑 주소를 혈액원에 전송한다.
- 2) 혈액원은 헌혈증에 들어가는 정보를 JSON 파일로 만들고 암호화를 한다.
- 3) 혈액원은 암호화된 JSON 정보를 기반으로 퍼블릭 블록체인인 이더리움에서 스마트 컨트랙트를 통하여 NFT를 발행한다.
- 4) 최종적으로 혈액원은 헌혈당사자의 지갑주소로 헌혈 정보를 담은 NFT를 전송한다.

혈액원과 의료기관은 웹 기반 관리 툴을 통해 혈액관리와 헌혈자 관리가 가능하게 하며, 개인 헌혈자에게는 토큰 관리의 편의성을 위한 모바일 앱을 제공한다.

본 논문에서 제안하는 시스템은 기존의 헌혈증서를 대체 불가능한 성격을 가진 전자 헌혈증으로 만들기 위해 NFT(Non-Fungible Token) [4]의 표준 프로토콜인 ERC-721을 이용하였다. 헌혈증에 대한 정보를 담은 JSON 파일 구조는 그림 1과 같다. 헌혈자의 개인정보가 담겨 있는 JSON 파일을 외부로 노출되지 않기 위해 혈액원은 대칭키 암호화 방식인 AES-256 (Advanced Encryption Standard) [5]을 통해 JSON 파일을 암호화하여 블록체인에 등록한다. AES 복호화 키는 혈액원과 의료기관 간에 공유된다.

제안시스템은 헌혈정보관리시스템을 블록체인 상에서 구현하여 헌혈증의 발급부터 사용, 기부 등의 모든 정보가 수정 없이 블록체인에 영구적으로 저장된다. 이를 통해 영속성과 누구나 확인할 수 있는 투명성이 보장되며, 비영리적 기부행위의 활성화를 촉진한다. 이는 건강한 헌혈문화를 장려할 수 있고 헌혈증의 보관과 사용 모두 NFT로 이루어지기 때문에 유실과 손상의 문제를 해결한다.

2.2. 주요 기능

NFT 발급기능은 혈액원을 통해 이루어진다. 헌혈자가 헌혈을 수행하면 헌혈정보는 혈액원으로 전달되고 혈액원은 이 정보를 토대로 JSON 파일(메타데이터)을 만들고 AES-256 방식으로 암호화 해서 NFT(헌혈증)를 발행하여 해당 헌혈자의 지갑 주소에 전송한다.

NFT 양도기능은 사용자와 사용자 사이에 이루어진다. 개인이 가지고 있는 고유의 지갑 주소를 이용해서 NFT를 다른 사용자의 지갑 주소로 전송할 수 있다. 이때 혈액관리법 제 3조에 따라 비영리적 양도가 이루어진다.

기부기능은 사용자가 사용자 또는 의료기관 간에 이루어진다. 사용자 간 기부행위는 대체적으로 게시판의 글을 통해서 이루어지고 의료기관에 대한 기부는 의료

기관의 공개된 의료기관의 지갑 주소에 기부가 이루어진다.

지갑 주소를 통한 조회기능은 헌혈증을 발급을 받고 거래한 트랜잭션 기록이 모두 남아있기 때문에 이러한 기록을 통해 사용자는 투명성이 보장된 본인의 헌혈 기록을 언제든지 확인할 수 있게 된다.

의료기관은 혈액 보관량 부족에 따른 긴급 혈액수급을 위해 해당되는 형질의 혈액형 보유 사용자에게 헌혈 요청을 위한 메시지 알림 기능을 사용할 수 있다. 이를 통해 특정 사용자의 헌혈을 장려한다.

보상 기능은 다회 헌혈자들을 위해 토큰카운트를 일정 수 이상 모았을 때 현재의 유공장과 같은 보상을 지급하는 기능으로 보상을 통해 헌혈을 지속할 수 있는 동기를 부여한다.

III. 결론

기존의 시스템은 헌혈자가 헌혈을 완료하면 헌혈증서를 발급하였지만 이렇게 발급된 헌혈증서는 종이가 되어있어 분실되거나 훼손될 위험이 존재한다. 헌혈증서의 제대로 된 사용과 건강한 헌혈 문화 장려를 위해 전자 헌혈증의 필요성이 대두되고 있다.

본 논문에서는 기존 시스템을 개선하기 위한 방안으로 블록체인 기반 전자 헌혈증 시스템을 제안하였다. 본 시스템은 혈액원, 의료기관, 사용자에게 인터페이스를 제공하여 헌혈 시스템의 각 과정을 블록체인 분산 원장에 기록할 수 있다. 이런 과정에서 사용자는 헌혈을 완료한 뒤 기존의 종이 헌혈증서 대신 ERC-721 표준 형식의 NFT를 발급받게 된다. 발행된 NFT는 모바일 애플리케이션을 통해 확인할 수 있어 사용자들에게 이용의 편리성을 제공한다. 또한, 모바일 애플리케이션으로 관리되는 헌혈증서는 블록체인 상에 모두 기록되어 공개되기 때문에 투명성이 보장된다. 사용자에게 NFT 형태로 발급된 헌혈증서는 분실이 되지 않으므로 영속성이 보장되고 훼손의 위험이 없어 사용자들의 헌혈증 사용률을 높일 수 있다. 또한, 발급된 NFT의 양도 기능을 제공함으로써 사용자간 순위한 양도, 기부를 통해 헌혈 문화를 활성화를 촉진한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 경기도의 경기도 지역협력연구센터 사업의

일환으로 수행하였음. [GRRC 경기 2020-B04, 영상 및

네트워크 기반 지능정보 제조 서비스 연구]

참 고 문 헌

- [1] 혈액관리법 시행규칙 개정안 [시행 2020. 10. 26.], 보건복지부령 제 736 호, 2020. 6. 25.
- [2] 혈액관리법 시행규칙 개정안 [시행 2022. 10. 12.], 보건복지부령 제 913 호, 2022. 10. 12., 일부개정
- [3] 유안지, 조상영, "수혈자 보호를 위한 블록체인 기반 전자 혈액 관리 체계 개발", 한국정보과학회 학술발표논문집, 1536-153, 2020
- [4] Wang, Q., Li, R., Wang, Q., & Chen, S, Non-fungible token (NFT): Overview, evaluation, opportunities and challenges. *arXiv preprint arXiv:2105.07447*, 2021
- [5] STANDARD, NIST-FIPS. "Announcing the advanced encryption standard (AES)". Federal Information Processing Standards Publication, 197.1-51: 3.3, 2001