

의료폐기물 처리 시스템의 투명성 확보를 위한 DID 활용 방안

이희진, 김희연, 김기형*

*아주대학교

heeejin@ajou.ac.kr, heey08@ajou.ac.kr, *kkim86@ajou.ac.kr

DID Utilization Plan to Ensure Transparency of Medical Waste Disposal System

Lee Hee Jin, Kim Hee Yeon, Kim Ki Hyung*

Ajou Univ.

요약

최근 의료폐기물 처리 법령에서 정한 보관기간을 초과하거나 거짓 이력을 입력하는 사례가 발생하고 있다. 이에 대응하여 분산 식별자(DID)를 활용한 방안을 제안하여 의료폐기물 처리 과정의 보안성과 투명성을 강화할 수 있다. DID 기반 시스템은 배출자와 운반자의 신원을 블록체인과 연동하여 관리하고 인증함으로써 데이터의 무결성을 확보한다. 본 시스템은 사용자 친화적 인터페이스와 상호 운용성을 갖추고, 관련 법규를 준수하며 의료폐기물 관리의 효율성을 증진시킨다. 이 연구는 의료폐기물 처리 시스템에서 DID의 활용 가능성을 탐구하고 구체적인 전략을 제시한다.

I. 서론

의료폐기물이란 폐기물관리법에서 지정한 보건·의료기관, 동물병원, 시험·검사기관 등에서 배출되는 폐기물 중 인체에 감염 등의 위해를 줄 우려가 있는 것을 말한다[1]. 따라서 환경부에서는 의료폐기물로 인한 2차감염 등을 예방하기 위해 처리 과정의 모니터링을 위한 올바로(Allbaro) 시스템을 활용하고 있다. 하지만 의료폐기물 배출자와 처리자는 운영비용을 절감하기 위해 보관기간을 초과하거나, 폐기물 처리 과정에서 RFID 태그 인식으로 자동 기재되어야 하는 이력을 거짓으로 입력하는 등 위반행위가 다수 적발되었다. 이와 같은 부정 수법이 발생함에 따라 2022년 10월부터는 배출 장소에 비콘태그(Beacon tag) 설치를 의무화했지만 여전히 발생하는 불법행위를 모니터링하고 사각지대를 예방하기 위해서는 의료폐기물 처리 시스템의 투명한 관리가 필요하다.

본 논문에서는 기존 의료폐기물 처리 시스템의 취약점을 분석하고, 블록체인 기술인 DID를 통한 탈중앙화 접근 방식으로 이러한 문제를 어떻게 해결할 수 있는지에 대한 구체적인 방안을 통해 의료폐기물 처리 시스템에서의 보안성 강화 및 투명성 확보를 위한 방안을 제시하고자 한다.

II. 관련연구

1. 블록체인 및 Decentralized ID

블록체인은 분산된 디지털 원장기술로, 정보를 '블록'단위로 저장하여 시간순으로 연결하는 체계를 말한다[2]. 이 기술은 중앙 집중식[3] 서버 대신 네트워크 참여자들에 의해 운영되며, 이로 인해 데이터는 분산 저장되어 탈중앙화 구조를 가진다. 블록체인은 한 번 기록된 데이터의 변경과 삭제가 어렵기 때문에 데이터의 무결성이 높고 기록이 공개되어 보안 위험성이 낮다. 이런 이점을 활용한 신원 인증 기법이 Decentralized ID이다. 개인이나 조직이 중앙 기관에 의존하지 않고 자신의 디지털 신원관 관련 데이터를 직접 통제하고 관리할 수 있어 자기주권신원 확보와 탈중앙화를 통한 디지털 세계에서의 자율성과 개인정보보호를 이룰 수 있다[4].

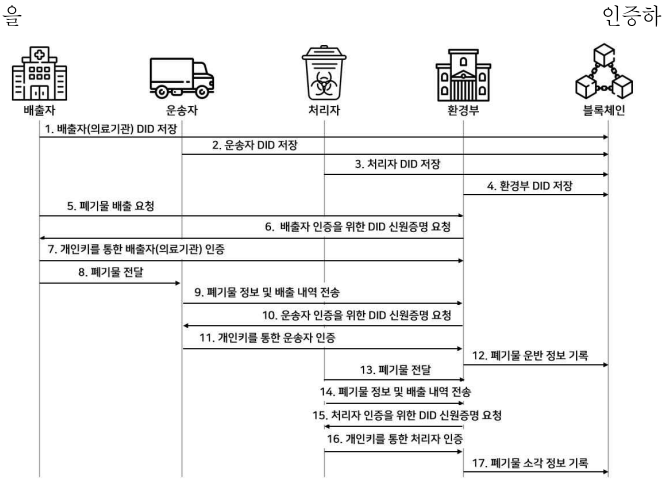
2. 의료폐기물 관리 시스템 올바로(Allbaro)

사업장폐기물의 배출부터 운반·최종처리까지의 전 과정을 종이인계서 대신 인터넷 또는 무선주파수인식기술(RFID)을 이용하여 실시간으로 폐기물의 전 생애를 투명하게 관리하기 위하여 구축한 시스템이다. 의료폐기물이 발생하는 기관에서는 폐기물 배출 시 법령에 정해진 프로세스에 맞춰 배출해야 한다. 각 의료폐기물의 종류는 격리, 위해, 일반 의료폐기물로 나뉘는데 이를 각각 전용 용기에 담고, 전자태그를 부착하여 RFID를 통한 인식을 해야 한다. 또한 비콘태그를 통한 배출자, 운반자, 처리자의 데이터를 의료폐기물 관리시스템 중앙서버에 전송하여 데이터를 모니터링하는 시스템이다[5].

III. 의료폐기물 처리 시스템 투명성 확보를 위한 DID활용 방안

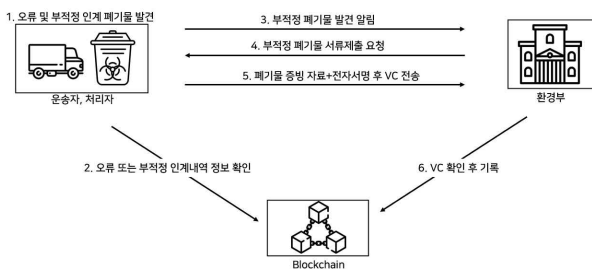
의료폐기물의 처리 시스템을 사용하기 위해서는 병원, 배출자, 처리자가 ID와 PW를 발급받아야 하는데, 이 과정을 블록체인 기반의 DID를 활용하여 각 사용자의 신원을 인증할 수 있도록 DID를 발급한다. 시스템을 사용하는 사용자는 모두 신원 인증이 필요한데 이 과정을 DID Auth를 통해 증명할 수 있다. 또한 처리 과정에서 있는 신원 인증뿐만 아니라 폐기물 처리 과정에서 발생하는 처리 완료 및 오류 태그 기록을 블록체인 원장에 저장하여 투명성을 제고하고자 한다.

현재 의료폐기물 처리 시스템은 배출하는 의료기관과 운반업체, 처리업체 모두 RFID 전자태그를 통한 의료폐기물의 배출 기간, 종류, 처리 현황 등을 데이터베이스에 저장하였다. 이 과정을 중앙서버가 아닌 블록체인 원장에 저장하고 이 과정에서 배출자, 운송자, 처리자는 각자 발급받은 DID Auth를 통한 인증 후 해당 폐기물 처리 과정을 진행한다. 배출자, 운송자, 처리자, 환경부가 발급받은 DID는 폐기물 처리 시스템에서 DID Auth를 위한 첫 번째 절차이다. DID를 각 기기들에 보유하여 신원 인증을 할 수 있도록 저장하고 있어야 한다. Private key와 Public key를 통한 인증 절차가 있는데 여기서는 Private key를 활용하여 처리과정의 사람들



[그림 1] DID를 활용한 의료폐기물 처리 방안

는 과정을 거친다. 배출자는 보통 의료기관에 해당하고 이 기관들은 폐기물 배출 시 RFID 태그를 폐기물의 종류에 맞춰 기입해야 한다. [그림 1]에서 5, 6과 같이 폐기물에 붙이는 태그를 인식하면 환경부는 배출자의 DID를 통해 신원 인증을 하기 위한 DID Auth를 요청(Challenge)한다. [그림 1]의 7에서 배출자는 Private key를 이용하여 DID Auth를 응답(Response)으로 배출이 가능한지 아닌지를 환경부가 판단한다. 환경부에서 폐기물 배출 허가가 나면 배출자인 의료기관은 운송자에게 전달한다. [그림 1]의 8과정에서 운송자는 많은 양의 의료폐기물을 차량에 운반하기 때문에 비콘태그(Beacon tag)와 운송자가 가지고 있는 휴대용 단말기의 신호를 통해 배출하고 있는 위치가 협의된 곳이 맞는지 위치 추적을 할 수 있다. 여기서 운송자가 가지고 있는 휴대용 단말기에는 폐기물의 정보와 배출 내역을 전송하기 위해 운송자의 신원 인증 과정이 필요하다. 이때 [그림 1]의 10, 11과정에서 배출자(의료기관)의 신원 인증처럼 DID Auth 요청(Challenge)과 DID Auth 응답(Response)을 통해 환경부와 운송자 간에 인증을 실행한다. 이때 누락되거나 전자태그가 훼손된 것들이 있는지 1차적으로 검수할 수 있다. 운송자는 폐기물 처리업체에 소각하기 위해 안전한 전달이 필요하다. 운송자의 위치 정보는 GPS로 전송되고 있어 모니터링 할 수 있다. 하지만 소각 과정까지 완전하게 처리되었는지 모니터링하기 위해서는 최종검수를 처리업체에서 진행해야 한다. 이때 [그림 1]의 16, 17과정에서 처리자가 소유하고 있는 DID를 환경부에 전달하여 DID Auth과정을 거쳐 최종적으로 폐기물을 소각하고 해당 정보를 블록체인 원장에 기록하여 데이터의 임의 수정 및 변조가 불가능하여 투명하게 관리할 수 있다.



[그림 2] 오류 및 부적정 의료폐기물 처리 방안

의료폐기물 처리 시스템 진행 중 전자태그의 손상이나 인식 오류 등의 발생으로 인해 누락 되는 경우가 발생한다. 이때 누락된 폐기물을 운송자

나 처리자가 발견했을 시 임의로 소각하는 것이 아닌 해당 폐기물의 증빙 자료와 전자서명의 제출이 필요하다. [그림 2]에서 부적정 운반 내역(태그) 관리대장을 작성하기 위해서는 VC(Verifiable Credential)를 통한 디지털 서명 과정과 증빙자료 제출을 통해 처리 과정 중 누락된 폐기물 또한 투명하게 관리할 수 있다.

IV. 결론

본 시스템은 관련 의료 및 폐기물 관리 규정, 데이터 보호 법규를 준수하여, 법적 요구사항을 만족시키는 동시에 의료폐기물 관리 과정의 투명성과 신뢰성을 크게 향상시킨다. 이러한 시스템 구축을 통해 의료폐기물 관리 과정의 효율성을 증진시키고, 관련 당사자 간의 DID를 통한 신원 인증으로 폐기물 처리 과정을 위반했을 때의 처벌을 명확하게 할 수 있다. 이를 통해 감염성 위험이 있는 의료폐기물 처리 과정에서의 배출자, 운송자, 처리자 모두 경각심 가지고 의료폐기물의 불법 투기 및 데이터 임의 기재 등의 위법행위가 감소 될 것으로 기대한다. 추가적으로 블록체인 기술을 활용하여 폐기물 처리 과정의 투명성을 향상 시킬 수 있지만, 현재 사용하고 있는 비콘태그의 여러 보안 취약점을 해결하기 위해서는 향후 연구가 필요하다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학ICT연구센터지원사업과 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원과 2024년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원과 2024년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방기술진흥연구소의 지원을 받아 수행된 연구결과로 수행되었음. (IITP-2024-2021-0-01835, P0008703, 2023년 산업혁신인재성장지원사업, 2021-0-00590, 대규모 노드에서 블록단위의 효율적인 거래 확정을 위한 최종성 보장 기술개발, KRIT-CT-23-041, LiDAR/RADAR 지원 옛기 AI 기반의 고신뢰 IR/UV FSO/OCC 특화연구실)

참고 문헌

[1] Allbaro, "의료폐기물", 2024, (<https://www.allbaro.or.kr/index.jsp>)

[2] Z. A. Lux, D. Thatmann, S. Zickau, and F. Beierle, "Distributed-Ledger-based Authentication with Decentralized Identifiers and Verifiable Credentials," 2020 2nd Conference on Blockchain Research Applications for Innovative Networks and Services, IEEE, Sep 2020.

[3] W. Yang, E. Aghasian, "A Survey on Blockchain-Based Internet Service Architecture: Requirements, Challenges, Trends, and Future," IEEE Access, vol. 7. Institute of Electrical and Electronics Engineers, pp. 75845 - 75872, 2019.

[4] Park, Jong-Gyu, "A Research on the Use of DID Using a Private Blockchain," Journal of Korea Multimedia Society Volume 24 Issue 6, pp.760-767, Jun 2021.

[5] Allbaro, "의료폐기물 분리배출 지침", 2023, (https://www.allbaro.or.kr/04_wmedi/wmedi_manual_view.do?searchStr=&searchKind=all)