

블록체인 기술을 이용한 환자 데이터 표준화에 대한 연구

김귀정*
백석대학교 컴퓨터공학부 교수

Blockchain-based Approaches for the Standardization of Patient Data

Gui Jung Kim*
Professor, Division of Computer Engineering, Baekseok University

요약 본 연구는 블록체인 기술을 활용한 환자 데이터 표준화의 필요성과 그 적용 방안에 대한 연구이다. 기존의 의료 데이터 관리 시스템은 여러 의료기관 간 정보의 비효율성과 데이터 분산 문제로 인해 환자 안전과 치료에 비효율적인 면이 있다. 블록체인은 분산 원장 기술을 통해 데이터의 무결성과 보안을 보장하며, 환자가 자신의 의료 정보를 직접 관리할 수 있는 권한을 제공한다. 본 연구는 의료 정보 시스템과 블록체인 기술을 연계하여 데이터의 상호 운용성을 높이고, 안전한 데이터 공유와 관리 방안을 제안한다. 이를 통해 의료 서비스의 질을 향상시키고, 환자 이력 관리, 약물 추적 등 다양한 의료 분야에 적용할 수 있는 가능성을 논의하고자 한다.

주제어 : 환자 데이터 표준화, 블록체인, 표준화 프레임워크, 의료 정보 시스템

Abstract This study discusses the necessity of standardizing patient data using blockchain technology and explores its application methods. Existing medical data management systems have limitations in ensuring patient safety and quality of care due to inefficiencies in information sharing and data distribution across multiple medical institutions. Blockchain, as a decentralized ledger technology, guarantees data integrity and security while granting patients the authority to manage their own medical information. This study proposes an approach that integrates medical information systems with blockchain technology to enhance data interoperability, ensuring secure data sharing and efficient management. By doing so, it aims to improve the quality of healthcare services and explores the potential for applications in various medical fields, including patient history management, medication tracking, and telemedicine.

Key Words : Patient Data Standardization: Blockchain: Standardization Framework: Medical Information System

1. 서론

오늘날 의료 분야에서는 환자 데이터의 표준화가 환자의 안전과 치료 품질을 보장하는 데 필수적인 요소로 간주되고 있다. 그러나 전통적인 데이터 관리 시스템에서

는 의료기관 간의 정보 비효율성과 데이터의 분산으로 인해 여러 가지 한계점을 드러내고 있다. 이러한 문제들은 의료 서비스의 연속성을 저해하고, 환자의 건강 관리에 불필요한 지연을 가져오며, 나아가 의료 제공자의 의사결정 과정에서도 부정적인 영향을 미치고 있다.

본 논문은 2024학년도 백석대학교 학술연구비 지원을 받아 수행되었음.

*교신저자 : 김귀정(gjkim@bu.ac.kr)

접수일: 2024년 10월 12일 수정일: 2024년 11월 08일 심사완료일: 2024년 11월 18일

이에 따라 블록체인 기술은 이러한 문제점을 해결할 수 있는 혁신적인 대안으로 주목받고 있다. 블록체인은 분산형 원장 기술로, 데이터의 무결성과 보안을 보장하며 모든 거래 내역이 투명하게 기록되고 변경이 불가능한 특성을 지니고 있다. 이러한 특성은 환자 데이터의 안전한 저장과 전송을 가능하게 하며, 환자가 자신의 의료 정보를 관리할 수 있는 권한을 부여한다.

의료 정보 시스템(OEC, PACS, EMR 등)과 블록체인 기술을 연계하여 환자 정보를 표준화하는 것은 의료 데이터의 상호 운용성을 높이고, 환자 정보의 통합적인 관리 및 안전한 공유를 가능케 한다. 이를 통해 다양한 의료기관 간에 데이터를 안전하게 주고받고, 환자 데이터의 무결성을 유지하며, 데이터 관리의 효율성을 크게 개선할 수 있다[1,2].

이에 본 연구는 블록체인 기술을 통해 환자 데이터 표준화가 어떻게 이루어질 수 있는지를 연구하고, 이 기술이 의료 서비스의 품질을 향상시키는 데 기여할 수 있는 다양한 방법들을 제시하고자 한다. 특히, 블록체인이 의료 데이터의 안전한 공유와 환자 정보의 보안을 어떻게 개선할 수 있는지에 대해 중점적으로 논의한다.

2. 기존 연구

블록체인 기술을 이용한 환자 데이터 표준화에 관한 연구는 의료 분야의 데이터 관리 및 보안 문제를 해결하기 위한 혁신적인 접근 방식으로 주목받고 있다. 블록체인의 특성과 의료 데이터의 요구 사항을 결합하여 다양한 문제를 해결하려고 하는 연구들이 활발히 이루어지고 있다. 블록체인을 사용하여 환자 데이터가 안전하게 저장되고, 접근 및 공유가 제어되도록 하는 시스템들이 제안되었으며[3-5], 블록체인의 스마트 계약 기능을 활용하여 의료 데이터의 표준화를 어떻게 구현할 수 있는지를 다루는 연구도 진행 중이다[6]. 블록체인은 환자들이 자신의 건강 데이터를 소유하고 관리할 수 있는 플랫폼을 제공할 수 있다. 여러 연구에서는 환자가 자신의 데이터에 대한 접근 권한을 직접 관리할 수 있는 방법을 제시하였고[7], 이를 통해 환자 중심의 의료 서비스를 촉진할 수 있음을 강조했다[8,9]. 예를 들어, 환자는 자신의 데이터를 필요에 따라 의료 제공자와 안전하게 공유할 수 있다.

환자 데이터의 상호 운용성을 확보하기 위해서 블록체인 기술과 함께 FHIR(Health Level 7 Fast Healthcare Interoperability Resources) 및 HL7(Health Level 7)

과 같은 표준을 활용하는 방안을 제안하였으며[10], 서로 다른 의료 시스템 간에 환자 데이터를 표준화하고 통합하여 정보의 일관성을 유지할 수 있는 방법을 모색하였다[11]. 여러 연구에서 블록체인 기반 환자 데이터 관리 시스템의 프로토타입이 개발되었다. 이들 프로토타입은 블록체인의 실제 구현 사례를 제공하며, 시스템의 효율성과 데이터 보안성을 입증하는 데 기여했다[12,13].

블록체인을 활용한 의료 데이터 공유의 장점에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 이들 연구에서는 블록체인 기술을 사용하여 의료 제공자 간의 데이터 공유가 어떻게 이루어질 수 있는지를 연구하고, 이 과정에서 발생할 수 있는 법적 및 윤리적 문제를 논의하였다[14,15]. 블록체인 기술은 환자 데이터 관리 측면에서의 비용 절감 효과와 운영 효율성 향상에 도움을 주며, 블록체인을 통해 의료 데이터 관리 시스템의 복잡성을 줄이고, 데이터 접근성을 높이며, 중복 데이터 저장을 방지할 수 있다.

3. 블록체인 기반 표준화 방법론

3.1 의료 데이터의 상호 운용성 개선

서로 다른 의료기관들은 종종 다양한 시스템과 데이터를 운영하고 있어, 데이터 간의 호환성이 부족할 수 있다. 예를 들어 EMR(전자 의무 기록)은 각 의료기관에서 환자의 진료 기록을 관리하는 시스템이고, PACS(영상 저장 및 전송 시스템)는 의료 영상 데이터를 관리하는 시스템이며, OEC(임상 정보 시스템)는 다양한 의료 데이터를 관리하는 시스템이다. 각 시스템에서 생성된 데이터는 서로 다른 형식으로 저장될 수 있으며, 이러한 데이터들을 다른 병원이나 의료기관으로 안전하게 전달하는 데 어려움이 있다. 블록체인 기술은 이러한 데이터들을 표준화하고, 통합하여 기록함으로써, 병원 간 데이터 상호 운용성을 높일 수 있다.

3.2 블록체인 기반 표준화 프레임워크

블록체인을 통해 환자의 의료 데이터를 저장할 때 공통된 데이터 형식을 적용하면, 데이터가 어디서 생성되었는지에 상관없이 동일한 형식을 유지할 수 있다. 이는 환자 데이터를 의료기관 간에 쉽게 공유할 수 있도록 도와준다. 블록체인 시스템에서 각 의료 기록은 고유한 해시값으로 기록되며, 각 기록은 변조되지 않은 상태로 유지되어야 한다. HL7 또는 FHIR같은 기존의 의료 데이터

표준을 블록체인과 결합하여 데이터를 저장하면, 서로 다른 시스템 간의 데이터 호환성 문제를 줄일 수 있다. 또한, 스마트 계약을 사용하면 병원 간에 데이터 요청 및 제공 과정에서 자동으로 표준화된 데이터를 전달하고, 이를 검증할 수 있다.

본 연구에서 제안한 블록체인 기반 환자 정보 표준화 프레임워크는 환자 데이터를 안전하게 관리하고 상호운용성을 확보하는 시스템을 구축하는 것을 목표로 한다. 이를 통해 의료 정보 시스템(OEC, PACS, EMR 등)을 서로 연계하고, 블록체인 기술을 통해 데이터의 무결성, 신뢰성, 투명성, 보안을 보장하며, 의료 제공자 및 환자가 환자 데이터를 효율적으로 관리할 수 있도록 한다. 이 프레임워크를 구성하는 각 요소와 그 역할은 다음과 같다.

3.2.1 의료 정보 시스템

OEC (Order Entry Communication)는 환자의 처방, 검사 오더 등을 관리하는 시스템이다. 이 시스템에서 발생하는 데이터는 환자의 진단과 치료를 위한 중요한 정보로, 블록체인을 통해 실시간으로 다른 의료 시스템과 공유될 수 있다. PACS (Picture Archiving and Communication System)는 의료 영상 데이터를 저장하고 관리하는 시스템이다. PACS는 CT, MRI, X-ray 등의 의료 이미지를 다루며, 블록체인을 통해 이 이미지 데이터에 대한 메타데이터나 접근 기록을 안전하게 관리할 수 있다. EMR (Electronic Medical Record)은 환자의 전반적인 의료 기록을 포함한 시스템으로, EMR의 데이터를 블록체인에 기록하여 상호운용성과 무결성을 보장할 수 있다.

이러한 다양한 의료 시스템들은 환자 데이터를 생성하고 관리하지만, 상호운용성 문제가 발생할 수 있으며, 블록체인은 이 문제를 해결하는 데 중요한 역할을 한다.

3.2.2 블록체인 네트워크

블록체인은 다양한 의료 시스템에서 생성된 데이터를 하나의 네트워크로 연결하는 중앙 허브 역할을 한다. 블록체인 네트워크에 연결된 의료 제공자와 시스템은 데이터를 서로 공유하고 검증할 수 있다. 이를 통해 각 시스템은 표준화된 형식으로 데이터를 저장하고, 블록체인에 기록된 데이터를 수정하거나 변조할 수 없게 된다. 의료 데이터의 상호운용성을 확보하기 위한 데이터 표준화를 위해 HL7 또는 FHIR같은 국제 표준을 사용하여 데이터를 교환한다. 이러한 표준화된 형식은 각 의료 시스템 간의 데이터를 쉽게 해석하고 활용할 수 있게 한다.

3.2.3 스마트 계약 (Smart Contracts)

스마트 계약은 블록체인 네트워크에서 데이터를 관리하고 접근 권한을 설정하는 자동화된 규칙 집합이다. 예를 들어, 특정 의료 제공자가 환자의 데이터를 조회하거나 수정할 수 있는지 여부는 스마트 계약에서 설정된 규칙에 따라 자동으로 결정된다. 환자가 자신의 데이터를 누가 접근할 수 있는지 제어할 수 있으며, 계약 조건이 충족되면 자동으로 권한이 부여된다. 스마트 계약을 통해 모든 데이터 접근 및 변경 사항이 자동으로 기록되므로, 투명성과 보안성이 강화되고, 불법적인 접근이나 수정 시도가 있으면 즉시 추적할 수 있다.

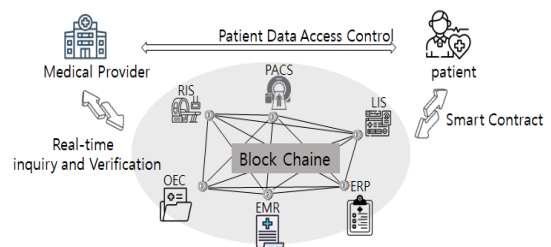
3.2.4 환자 데이터 접근 제어

블록체인 기술을 사용하여 환자는 자신의 데이터에 대한 접근 권한을 스스로 관리할 수 있다. 이는 환자가 자신의 건강 데이터를 보호하고 필요한 경우에만 의료 제공자와 데이터를 공유하도록 선택할 수 있게 한다. 환자는 블록체인 기반의 권한 관리 시스템을 통해 특정 의료 제공자나 기관에 데이터 접근 권한을 부여할 수 있으며, 이 과정은 스마트 계약을 통해 자동으로 관리된다.

3.2.5 의료 제공자

병원 및 의료진과 같은 의료 제공자는 블록체인을 통해 표준화되고 검증된 데이터를 받아 의료 서비스를 제공한다. 이를 통해 데이터의 무결성을 유지하고, 서로 다른 시스템 간의 데이터 불일치 문제를 해결할 수 있다. 블록체인에 기록된 데이터는 실시간으로 조회 및 검증이 가능하므로, 진료 시 최신 정보에 기반한 진단과 치료를 할 수 있다.

그림 1은 본 연구에서 제안한 블록체인 기술을 이용한 환자 데이터 표준화 프레임워크의 구조를 나타낸 것이다. 이와 같이 블록체인 기반 표준화 프레임워크는 환자 데이터를 안전하게 관리하고, 상호운용성과 무결성을 보



[Fig. 1] Blockchain-Based Standardization Framework Structure

장함으로써 의료 시스템 간의 협업을 촉진한다. 블록체인은 데이터를 신뢰할 수 있게 저장하고, 스마트 계약을 통해 자동으로 데이터 접근 권한을 제어하며, 환자는 자신의 데이터에 대한 소유권을 강화할 수 있다.

3.3 보안성과 무결성 보장

환자의 의료 기록을 블록체인에 저장하면, 그 기록이 어디서 생성되었든 상관없이 모든 데이터는 동일한 방식으로 관리된다. 이는 데이터의 무결성과 보안을 보장하는 데 매우 중요하다. 블록체인은 불변성을 가지기 때문에 환자의 의료 기록이 수정되거나 삭제되지 않는다. 또한, 환자의 데이터는 의료기관에서 필요한 경우에만 접근할 수 있도록 권한이 제한된다. 이를 통해 개인정보 보호를 강화하고, 데이터가 오남용되는 것을 방지할 수 있다. 블록체인을 통해 표준화된 의료 데이터는 특정 의료기관이 아닌 네트워크 전체에서 공유되며, 환자는 자신이 원하는 기관이나 의사에게 데이터를 제공할 수 있는 권한을 가지게 된다. 이로써 환자가 여러 의료기관을 방문할 때마다 자신의 데이터를 쉽게 전달할 수 있으며, 의료 서비스 제공자는 최신 환자 정보를 빠르고 안전하게 접근할 수 있다.

블록체인의 탈중앙화 특성은 데이터를 중앙 서버에 저장하지 않고 여러 노드에 분산 저장하므로, 해킹으로부터 안전하게 보호할 수 있다. 동시에, 데이터 접근 기록이 투명하게 관리되므로, 누가 언제 데이터를 조회했는지 추적할 수 있다. 의료 데이터가 표준화되어 블록체인 상에서 통합 관리되면, 여러 기관이 데이터를 수동으로 변환하거나 일관성을 검토할 필요가 줄어들게 된다. 이를 통해 의료 데이터 관리의 효율성이 크게 향상되며, 데이터 중복이나 불일치 문제를 줄일 수 있다.

4. 프레임워크 설계

블록체인 기반 환자 데이터 표준화 프레임워크는 의료 데이터의 보안성과 상호 운용성을 보장하면서도 다양한 의료 분야에 적용할 수 있는 가능성이 있다. 블록체인을 통해 환자 이력을 기관 간 공유하고 표준화된 형식으로 저장하여 어디서든 접근 가능하도록 하고, 환자가 자신의 이력을 완전하게 통제하고, 필요 시 의료기관에 접근 권한을 부여할 수 있도록 하여 환자 이력을 효율적으로 관리할 수 있다. 또한, 약물의 제조, 유통, 판매 단계에서의 모든 기록을 블록체인에 저장하여 위조 약물을 방

지하며, 약물의 처방 및 투약 이력을 표준화된 형식으로 기록하여 오남용을 방지하고, 허용된 의료 제공자에 의해서만 약물 처방이 이루어지도록 스마트 계약을 설정하는 등의 약물 추적 관리가 가능하다. 이처럼, 블록체인 기술은 의료 데이터 관리의 신뢰성과 효율성을 보장하며, 다양한 의료 분야에 적용할 수 있다.

4.1 H/W 설계

제한한 하드웨어(H/W) 설계는 여러 요소를 고려하여 구축된다. 이 설계는 시스템의 안정성, 성능 및 효율성을 보장하는 데 중점을 두고 있으며, 서버 인프라, 사용자 디바이스, 보안 장치, 네트워크로 구성된다.

우선 서버 인프라는 시스템의 핵심 구성 요소로, 데이터 처리와 저장, 블록체인 네트워크 운영을 위한 서버들이 포함된다. 블록체인 노드는 클라우드 기반의 가상 서버 또는 물리적 서버로 운영될 수 있으며, 유연성과 확장성을 고려하여 선택한다. 데이터 스토리지는 환자 데이터를 안전하게 저장하기 위한 DB 서버와 연동된다. 이 서버는 SQL 기반의 관계형 데이터베이스 또는 NoSQL 데이터베이스를 선택하여 데이터를 효율적으로 관리한다. 데이터의 정기적인 백업을 위한 별도의 백업 서버도 필수적이며, 이는 데이터 손실에 대비하는 안전장치 역할을 한다.

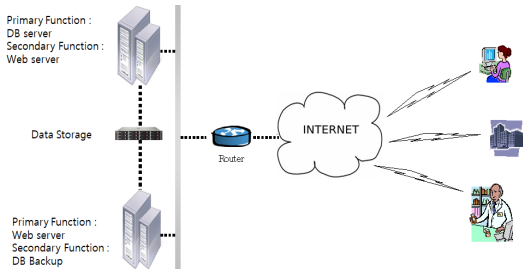
사용자 디바이스는 환자와 의료 제공자가 시스템에 접근할 수 있는 다양한 장비를 포함한다. 환자는 웹 브라우저를 통해 접근할 수 있는 PC, 태블릿, 스마트폰 등 다양한 디바이스를 사용할 수 있다.

보안 장치는 시스템의 전반적인 보안을 강화하기 위해 필수적이다. 물리적 방화벽과 소프트웨어 기반의 침입 탐지 시스템(IDS)을 통합하여 네트워크 보안을 강화하고, 하드웨어 기반의 암호화 처리 장비를 통해 데이터 전송 및 저장 시 강력한 암호화 알고리즘을 사용하여 데이터를 보호한다.

마지막으로 네트워크 인프라는 서버와 사용자 디바이스 간의 데이터 전송을 지원하는 중요한 요소이다. 고속 데이터 전송을 지원하는 라우터와 스위치를 사용하여 안정적인 네트워크 환경을 구축한다.

그림 2는 본 연구에서 제안한 블록체인 기술을 이용한 환자 데이터 표준화 프레임워크의 H/W 구성을 나타낸 것이다. 이와 같은 하드웨어 설계를 통해 블록체인 기반 환자 데이터 표준화 시스템은 안정적이고 효율적으로 운영될 수 있다. 각 구성 요소는 상호 작용하며, 데이터의 안전한 저장과 신뢰성 있는 처리, 사용자 친화적인 인터

페이스 제공을 통해 의료 제공자와 환자 간의 효과적인 데이터 공유와 안전한 서비스 제공이 가능해진다.



[Fig. 2] H/W Configuration

4.2 S/W 설계

소프트웨어 설계는 시스템의 기능을 극대화하고 데이터의 안전한 관리 및 효율적인 처리를 보장하기 위해 구성되어야 한다. 이에 본 연구에서는 다음과 같은 요소를 기반으로 S/W를 설계하였다,

4.2.1 블록체인 플랫폼 및 프레임워크

- Ethereum: 가장 널리 사용되는 퍼블릭 블록체인 플랫폼 중 하나로, 스마트 계약을 쉽게 개발할 수 있어 의료 데이터 표준화에 적합하며, 탈중앙화 애플리케이션(DApp)을 구축할 수 있다.
- 개발 도구: Truffle, Ganache, Remix, MetaMask 등
- 스마트 계약 언어: Solidity

4.2.2 서버 설계

- 서버 운영 체제: Linux
- 데이터베이스: 분산 데이터베이스를 사용할 수 있으며, 블록체인과의 연동을 위해 기존 의료 데이터베이스와의 호환이 필요하다. MySQL 또는 MongoDB
- 컨테이너화 도구: 서버 측 애플리케이션의 배포 및 확장성을 위해 도커(Docker)와 같은 컨테이너 도구 사용

4.2.3 클라이언트 설계

- 프론트엔드 프레임워크: 사용자 인터페이스(UI) 구축. React.js
- 웹 브라우저 호환성: 클라이언트는 웹 기반으로 설계할 수 있으며, MetaMask와 같은 브라우저 확장 기능을 통해 블록체인 네트워크와 상호작용할 수 있다.

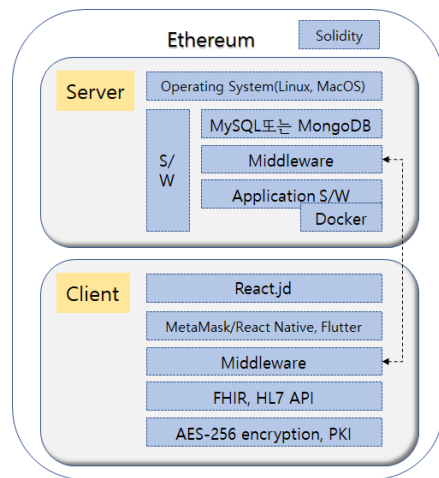
- 모바일 앱 개발: 모바일 접근성을 제공하기 위해 React Native, Flutter와 같은 크로스 플랫폼 모바일 앱 개발 도구 사용.

4.2.4 FHIR 및 HL7 표준을 위한 API

- FHIR 서버: FHIR 표준을 지원하기 위해 FHIR 서버를 설정하고 API와 블록체인 노드를 연동.
- HL7 표준 연동: 의료 데이터 상호운용성을 위해 HL7 표준에 따라 메시징 시스템을 구축하고, 데이터 공유를 위한 API를 개발.

4.2.5 보안 및 데이터 암호화

- 암호화 도구: 데이터 전송 및 저장 시 환자 데이터의 보안을 위해 AES-256 암호화 알고리즘을 사용.
- 디지털 서명 및 인증: 블록체인 상의 모든 트랜잭션에 디지털 서명을 적용하여 신뢰성과 무결성을 유지.



[Fig. 3] S/W Configuration

그림 3은 본 연구에서 제안한 블록체인 기술을 이용한 환자 데이터 표준화 프레임워크의 S/W 구성을 나타낸 것이다. 각 구성 요소는 상호 작용하며, 데이터의 안전한 처리, 사용자 친화적인 인터페이스 제공, 보안 및 인증 강화를 통해 환자와 의료 제공자 간의 효과적인 데이터 공유를 지원한다.

5. 결론

블록체인 기술을 이용한 환자 데이터 표준화에 관한

연구는 의료 분야의 데이터 관리 및 보안 문제를 해결하기 위한 혁신적인 접근 방식으로 주목받고 있다. 블록체인의 특성과 의료 데이터의 요구 사항을 결합하여 다양한 문제를 해결하려고 하는 연구들이 활발히 이루어지고 있다. 이에 본 연구는 블록체인 기술을 통해 환자 데이터를 효과적으로 표준화하는 방법에 대해 연구하였다. 이를 위해 블록체인 네트워크에 다양한 의료정보 시스템을 연동하여 데이터 무결성 및 상호운용성을 보장하고, 스마트 계약을 이용해 환자 데이터 접근을 제어할 수 있도록 설계하였다. 또한, 블록체인 기반 표준화 프레임워크에 대한 H/W, S/W 설계를 통해 의료 제공자와 환자 간의 효과적인 데이터 공유와 안전한 서비스 제공이 가능해질 수 있도록 하였다.

표준화된 형식의 데이터는 다양한 시스템에서 쉽게 선택될 수 있어, 서로 다른 의료 제공자 간에 효율적인 협업이 가능하며, 데이터의 안전한 저장과 신뢰성 있는 처리, 사용자 친화적인 인터페이스 제공을 통해 의료 제공자와 환자 간의 효과적인 데이터 공유와 안전한 서비스 제공이 가능해진다.

REFERENCES

- [1] Y.H.Park, Y.Kim, S.O.Lee, et al., "Secure outsourced blockchain-based medical data sharing system using proxy re-encryption," *Applied Sciences*, Vol.11, No.20, 9422, 2021.
- [2] X.Peng, X.Zhang, L.Wang, W.Liu, & S.Peng, "A Review of Blockchain-Based Secure Sharing of Healthcare Data," *Applied Sciences*, Vol.12, No.15, 7912, 2022.
- [3] Matthew Quayson, Eric Kofi Avornu, Albert Kweku Bediako, "Modeling the enablers of blockchain technology implementation for information management in healthcare supply chains," *Modern Supply Chain Research and Applications*, Vol. 6 Issue 2, pp.101-121, 2024.
- [4] S.Sarkar, & A.Rahman, "Blockchain technology for health data: A review and a framework for future research," *Journal of Biomedical Informatics*, 136, 104151. 2023.
- [5] C.Erler, A.-M.Bauer, F.Gauger, & W.Stork, "Decision Model to Design Trust-Focused and Blockchain-Based Health Data Management Applications," *Blockchains*, Vol.2, No.2, pp.79-106, 2024.
- [6] H. D.Zubaydi, Y.-W.Chong, K.Ko, & S.Karuppayah, "A Review on the Role of Blockchain Technology in the Healthcare Domain," *Electronics*, Vol.8, No.5, 679, 2019.
- [7] Rahul Ganpatrao Sonkamble, Anupkumar M. Bongale, Shraddha Phansalkar, Abhishek Sharma and Shailendra Rajput, "Secure Data Transmission of Electronic Health Records Using Blockchain Technology," *Electronics*, Vol.12, No.4, 2023.
- [8] MSB Kasyapa, C Vanmathi, "Blockchain integration in healthcare: a comprehensive investigation of use cases, performance issues, and mitigation strategie," *Frontiers in Digital Health*, 2024.
- [9] Engelhardt, M.A. "Hitching Healthcare to the Chain: An Introduction to Blockchain Technology in the Healthcare Sector," *Technology Innovation Management Review*, Vol.7, No.10, pp.24-34, 2017.
- [10] P.Zhang, J.White, D.Schmidt, G.Lenz, & Rosenbloom, S., "FHIRChain: Applying Blockchain to Securely and Scalably Share Clinical Data," *Vanderbilt University*, 2022.
- [11] A.Hasselgren, K.Kralevska, D.Gligoroski, S. A.Pedersen, & A.Faxvaag, "Blockchain in healthcare and health sciences—a scoping review," *Health Informatics Journal*, Vol.26, No.3, pp.1871-1885, 2020.
- [12] A.Kumar, & A.Jha, "A blockchain-based framework for secure management of electronic health records," *International Journal of Medical Informatics*, 139, 2020.
- [13] P.Zhang, et al., "Blockchain technology use cases in healthcare," *Advances in Computers*, 111, pp.1-41, 2018.
- [14] Y.H.Park, Y.Kim, S.O.Lee, et al., "Secure outsourced blockchain-based medical data sharing system using proxy re-encryption," *Applied Sciences*, Vol.11, No.20, 2021.
- [15] Q.Xia, E.BSifah., K.O.Asamoah, et al., "Medshare: Trust-less medical data sharing among cloud service providers via blockchain," *IEEE Access*, Vol.5, pp.14757-14767, 2017.

김 귀 정(Gui-Jung Kim)

[정회원]



- 1994년 2월 : 한남대학교 전자계산공학과 (공학사)
- 1996년 2월 : 한남대학교 전자계산공학과 (공학석사)
- 2003년 3월 : 경희대학교 전자계산공학과 (공학박사)
- 2001년 9월 ~ 2017년 2월 : 건양대학교 의공학과 교수
- 2017년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 컴퓨터공학부 교수

<관심분야>

인공지능, 의료정보