JDCS
디지털콘텐츠학회논문지
Journal of Digital Contents Society
Vol. 20, No. 11, pp. 2177-2182, Nov. 2019

의료영상 공유를 위한 블록체인 기반의 골연령 예측 시스템

조 영 복
대전대학교 정보보안학과

Blockchain based Bone-age Predication System for Sharing Medical Images

Young-Bok Cho

*Assistant Professor, Department of Information Security, Daejeon University, Daejeon 34520, Korea

[요 약]

최근 4차 산업혁명과 더불어 의료분야에 IT 기술의 활용이 빈번해지면서 의료영상을 이용한 딥러닝 기술이 적용되고 있고, 사회적으로 키에 관한 관심이 증가하면서 청소년들의 성장 상태를 사전에 파악하고, 적절한 시기에 표적치료(target therapy)가 가능하도록 골 연령 예측 진단에 대한 요구가 증가하고 있다. 따라서 x-ray를 이용한 골 연령 판독을 통해 블록체인기반의 골 연령 예측 시스템을 제안한다. 제안 방법의 경우 사설 블록체인 네트워크를 이용해 영상 판독의 결과를 분산된 전공의들과 공유하고, 정확성을 위해 이더리움 참여자의 50% 이상 투표에 참여하고, 동의를 얻는 경우 투표 값을 골 연령 표준으로 채택하게 된다. 블록체인 기반 의료영상 공유시스템은 투표를 통한 영상 판독의 정확성을 보장한다. 또한 사용자 다중인증을 통해 블록체인 시스템의 안전성을 보장함을 실험을 통해 증명하였다.

[Abstract]

Recently, with the 4th Industrial Revolution, the use of IT technology in the medical field has been increasing, and deep learning technology using medical images has been applied. As the concern about height increases socially, there is an increasing demand for diagnosis of predicting bone age so that adolescents can grow in advance and target therapy at an appropriate time. Therefore, we propose a blockchain-based bone age prediction system through bone age reading using x-ray. The proposed method uses a private blockchain network to share the results of image reading with distributed majors, participate in more than 50% of the votes of Ethereum participants for accuracy, and adopt the voting value as a goal age standard if agreed. Done. Blockchain-based medical image sharing system guarantees the accuracy of image reading through voting. In addition, it proved through experiments that it ensures the safety of blockchain system through user multi-authentication.

색인어 : 의료영상 공유, 블록체인, 다중인증, 골 연령, 하이퍼레저 페브릭

Key word : Medical Image Sharing, Blockchain, Multi Authentication, Bone-age, Hyperledger Fabrc

http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2019.20.11.2177

Received 26 September 2019; **Revised** 15 October 2019
Accepted 25 November 2019

***Corresponding Author; Young-Bok Cho**

Tel: +82-42-280-2406
E-mail: pshboom@edu.dju.ac.kr

Ⅰ. 서 론

4차 산업혁명은 빅 데이터(Big data)와 인공지능을 핵심으로 하는 지능 정보기술이 우리 삶의 다양한 분야에 보편적으로 활용됨으로써 새로운 가치가 창출되고 발전하는 사회를 의미한다. 이처럼 4차 산업혁명 시대에는 다양한 분야의 통합으로 새로운 지식과 가치를 창출하며, 더 나은 정책을 수립하고 집행하는 과정을 마련하는 것이 핵심이라고 할 수 있다[1,2]. 최근 청소년들의 성장과 관련된 관심도가 증가하고 있다. 소아·청소년의 신장, 체중 등 신체계측치의 분포가 제시된 곡선으로 저신장, 저체중, 비만 등 소아·청소년의 성장 상태를 평가하는 기준으로 활용되고 있다. 현재 사회적으로 키와 성장에 대한 관심도가 증가하며 성장클리닉을 방문하는 환자가 증가하고 있다. 일반적으로 성장클리닉에 처음 방문하는 경우 「성장판 검사」를 통해 골 연령을 측정하게 되는데, “성장판이 얼마나 열려있는지?”, 또는 “뼈 나이는 얼마나 되는지”를 판단해 보는 검사라고 할 수 있다[3,4]. 골 연령이라는 것은 한날 태어난 아이들이라 할지라도 어떤 아이는 뼈가 빨리 자라기도 하고 어떤 아이는 천천히 자라기 때문에 각자의 뼈 나이는 모두 다르다. 골 연령이라는 것은 동일한 나이의 많은 아이들의 방사선 사진을 찍은 후 이를 평균을 내여 측정하게 되는데 인종, 나라, 시대에 따라 조금이 차이가 나고 있기 때문에 100% 정확한 뼈 나이라는 것은 기대할 수 없다. 이때 일반적으로 사용되는 왼손 X-ray 촬영은 디지털 영상의 급속한 발전에도 불구하고 여전히 영상의학과 전문의들은 거의 60년 전에 출판된 의학 교본 속 사진과 현재 X-ray영상을 비교하는 방식으로 성장을 측정하고 있어 영상판독자의 경험과 주관에 영향을 받을 수밖에 없다. 또한 현재 사용되는 GP와 TW방식 모두 참조 이미지를 사용하게 되는데 참조영상 이미지가 모두 해외 소아의 수골사진을 이용해 매칭하고 있어 국내 소아의 정확한 예측이라고 말하기 어렵다[5]. 다양한 IT기술과 딥러닝 기술을 활용해 의료영상 판독기술이 제시되고 있고 대표적으로 뷰노와 같은 기업에서 제안하고 있다. 그러나 지금까지 제시된 방법은 환경적 영향으로 변화하는 신c체적 변화를 반영하지 못하고 있고 있다. 따라서 본 논문에서는 한국 소아·청소년의 표준 골 연령을 생성을 위한 골드 스탠다드(Gold Standard)를 생성하고 의료영상을 상호 공유할 수 있는 블록체인 기반 시스템으로 딥러닝 알고리즘을 이용해 모델을 강화하고 서로 의료영상을 공유함으로 골드 스탠다스 선택하는데 기여할 수 있으면서 개인정보 및 의료정보보호를 위해 사설(private) 블록체인 시스템을 제안한다.

본 논문의 구성은 2장에서 관련연구로 블록체인 기술 및 수골을 이용한 방사선학적 성장 진단 방법을 제시한다. 3장에서는 제안 방법을 기술하고 4장에서는 제안 기술 평가를 위해 실험 및 평가 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구를 진행한다.

Ⅱ. 관련연구

2-1 블록체인 기술

블록체인 기술은 2008년에 사토시나카모토(가명)에 발표된 논문에서 새로운 개념의 전자화폐 시스템을 위해 제안되었다[6]. 블록체인 기술은 P2P 네트워크, 분산원장, 암호화 기술, 분산합의, 스마트 컨트랙트로 구성된다. 이중 분산합의는 블록체인에서 모든 참여자들이 일치된 분산 원장을 유지하기 위한 요소로 활용되고 있으며 모든 사용자들이 동일한 기록을 가지고 있어야 하는 블록체인의 특성상, 모든 참여자들이 데이터의 적합성을 판단하고 이를 동의하는 과정이 필요하게 된다. 이러한 과정은 분산 합의를 통해 이루어지는데, 비트코인의 작업 증명(PoW: Proof of Work) 또는 이더리움의 지분 증명(PoS: Proof of Stake)이 대표적인 방법이라고 할 수 있다[7]. 또한 스마트 컨트랙트는 Nick Szabo에 의해 처음 제시되었는데, 거래의 신뢰를 위한 중개인을 최소화하고 특정 계약 조건을 실행하기 위한 전자상거래를 위한 프로토콜로 2세대 블록체인이라 불리는 이더리움 이후의 블록체인들은 이 같은 스마트 컨트랙트를 지원하여, 중개 혹은 중앙 기관 없이 거래 당사자 사이에 직접 거래가 가능하게하고 있다. 또한 거래된 조건과 결과는 분산 원장에 기록하여 거래 정보의 신뢰성과 무결성을 보장하고 있는 기술이라고 할 수 있다[8]. 블록체인은 네트워크 참여자의 성격과 시스템 접근 범위 등에 따라 공용 블록체인, 사설 블록체인 유형으로 구분된다[8]. 표1은 공용블록체인과 사설 블록체인의 비교를 도식화 한 것이다.

표 1. 공용과 사설 블록체인 비교
Table 1. Public and Private Blockchains Comparison

Characteristic	Public blockchains	Private Blockchains
Access level	◆ Anyone	◆ Single Organization
Participation	◆ Permissionless ◆ Anonymous	◆ Permissioned ◆ Identities are Known
Security	◆ Consensus Mechanism ◆ Proof of Work/ Proof of Stake	◆ Pro-approved participants ◆ Voting/multi-party consensus
performance	◆ Slow transaction speed	◆ Lighter blockchain ◆ Fast transaction speed

2-2 성장과 수골을 이용한 방사선학적 성장 평가

성장 구분을 위한 골 등급 판정의 임상 사용 기준은 다음과 같다. TW3 방법에서 화골핵이 나타나지 않는 A골 등급의 경우, 골단(Epiphysis)과 골간단(Metaphysis)이 표시되어 있어야 하고, Radius는 I등급과 Ulna의 H등급은 융합(fusion)이 나타나 검은 음영(Dark Band)이 사라지는 시점을 의미한다. Radius와

Ulna의 뼈가 융합(Fusion)이 시작되면 골단부와 골간단부의 경계가 모호해지기 때문에 낮은 골 등급의 특징점인 길이 비율을 계산할 수 없다. 또한 각 특징점으로 골 등급을 판단할 때 전공의들은 정확도가 높은 특징으로 먼저 골 등급을 판단할 것을 권장한다. 골 연령 검사는 환자의 왼손 X-ray 영상을 분석해 골 연령을 판독하는 것이 가장 일반적이다. 판독된 골 연령이 실제 나이보다 많을수록 성조숙증의 진행 정도가 큰 것으로 판단한다. 소아의 성장은 유전, 호르몬, 영양적 요인뿐만 아니라 여러 복합적인 요인들이 작용하여 성장이 이루어지며, 성장이 정상 수준에서 벗어난다면 내분비적 혹은 비 내분비적인 모든 신체질환의 첫 번째 신호로 볼 수 있다. 현재 임상에서 가장 많이 이용되고 있는 골 연령 평가 방법은 GP법과 TW법이다[9,10]. 두 측정방법 모두 왼쪽 손목이 포함된 왼손 전후방향 영상을 이용하는데 이는 골 성숙과정이 일정하고 유전적인 영향보다 질환과 영양 상태에 영향을 더 많이 받기 때문이다. 또한 오른손의 빈번한 상해로 인해 왼손이 오른손보다 골 연령이 높은 것으로 알려져 있다. 골 연령은 각 인구집단에 따라 다를 수 있기 때문에 개별 인구집단에 따른 표준치가 필요하다. 또한 소아의 경우 이전 세대보다 더 빨리 성숙하기 때문에 키와 체중의 표준치처럼 골 성숙의 표준치도 시대에 따라 확립되어야 한다.

Ⅲ. 의료영상 공유를 위한 블록체인 기반의 골연령 예측 시스템

제안 시스템은 골 연령 판독에 사용되는 방사선(X-ray) 이미지를 데이터베이스로 구축하였다. 또한 사설 블록체인을 구성하고 회원들 간 의료영상정보를 공유하며 학습할 수 있는 의료영상 공유 시스템을 제안한다.

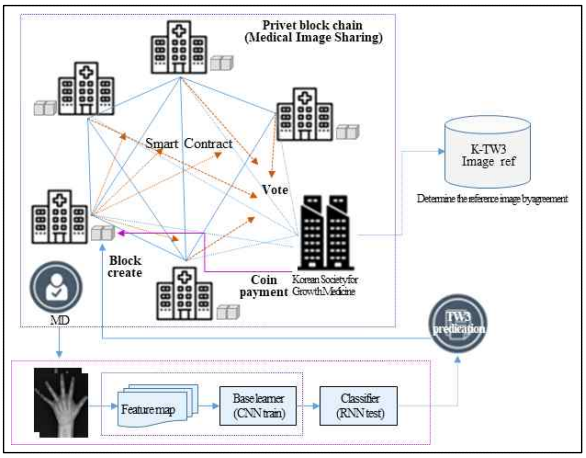

그림 1. 블록체인 스마트 컨트랙트 구조
Fig. 1. Blockchan smart contract structure

블록체인은 모든 데이터가 암호화되고 시간 순으로 블록이 연결되기 때문에 과거의 기록을 수정 및 위·변조가 불가능하다는 특징을 갖는다. 제안 방식은 사설 블록체인 기반 의료영상 공유시스템은 투표를 통한 영상 판독의 정확성을 보장하고, 개발 과정에서 분산원장 및 블록체인 기반 온라인 투표에 대한 신뢰성을 검증한다. 그림 1은 제안방식의 의료영상 공유를 위한 웹과 이더리움 아키텍처를 도식화 한 것이다. 이미지 전처리는 OpenCV를 이용해 방사선 사진에서 손 영역의 정확한 추출을 위한 morph gradient 알고리즘과, 그레이스케일(gray scale) 알고리즘을 이용해 이진화 이미지(binary image)로 변환하여 최종적으로 전공의의 자문을 통해 관심영역의 외곽선(contour)을 추출한다. 이미지 전처리는 OpenCV를 이용해 방사선 사진에서 손 영역의 정확한 추출을 위한 morph gradient 알고리즘과, 그레이스케일(gray scale) 알고리즘을 이용해 이진화 이미지(binary image)로 변환하여 최종적으로 전공의의 자문을 통해 관심영역의 외곽선(contour)을 추출한다.

3-1 이더리움 웹 아키텍쳐

제안 시스템의 온라인 투표 컨트랙트는 이더리움 네트워크 상에서 사용자 계정에 전달되는 프로그램으로 솔리디티를 이용해 의료영상 공유를 위한 웹과 이더리움 아키텍처를 구성한다. 그림 2와 같이 의료영상 공유를 위한 웹 아키텍처와 이더리움 아키텍처를 구성한다.

의료정보 공유 시스템에서 사용되는 온라인 스마트 컨트랙트의 투표 기능은 다음과 같이 구성한다.

- vote() : 투표기능
- voteClosed() : 투표확인 기능
- voteCount() : 집계 확인 기능

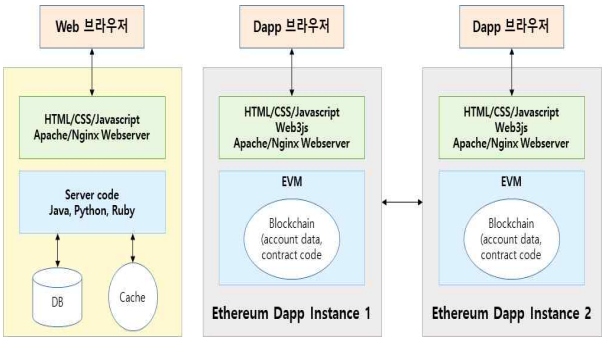

그림 2. 의료영상 공유를 위한 웹과 이더리움 구조
Fig. 2. Web and Ethereum structure for medical image sharing

생성된 온라인 투표 컨트랙트를 생성하여 투표자인 전공의(Account)들에게 배포(Deploy)된다. 블록체인은 모든 데이터가 암호화 되어 시간 순으로 블록이 연결되어 있어 과거의 기록을 수정 및 위·변조가 불가능하다. 본 논문에서 제시하는 블록체인 기반 의료영상 공유시스템은 투표를 통한 영상 판독의 정확성을 보장한다. 따라서 개발 과정에서 분산원장 및 블록체인 기반

온라인 투표에 대한 신뢰성을 검증한다. 신뢰성 검증 단계는 투표자 등록, 투표 컨트랙트 전송, 투표, 투표 집계의 일관성을 테스트 환경을 구축하고 실험한다. 먼저 투표자 등록은 Mist 브라우저를 통해 투표자 계정을 등록할 수 있다.

3-2 Hyperledger Fabric 사용자 인증

Private 블록체인 기술로 Hyperledger Fabric은 허가된 사용자를 바탕으로 컨소시엄 형태의 블록체인으로 기존 인증구조를 바탕으로 2차 인증 시스템의 아키텍처를 그림3과 같이 나타낼 수 있다.

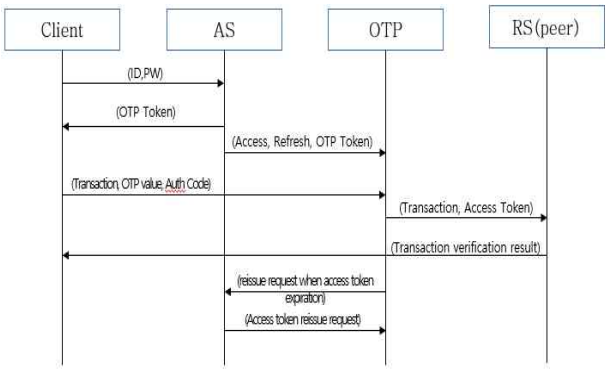

그림 3. 인증 과정
Fig. 3. Authentication structure

위 그림 3은 제안 방식의 인증 과정을 도식화 한 것이다. 사용자 아이디와 패스워드를 이용해 로그인하면 서버의 사용자 권한을 기준으로 접근토큰(Access token)과 OTP(OTP token)을 생성하여 client에게 전달한다. 제안 기법에서 사용되는 OTP는 2차 인증에 사용되는 안전한 서비스로 클라이언트와 서버의 비밀 정보 공유하는 경우 secret key와 함께 사용된다.

$$OTP = HOTP(k,t) \quad (1)$$
$$T = (T_{curr} - T_0)/x$$

x 시간간격, T_{curr}은 현재시간, T_0서버 시간을 의미한다. T는 현재시간에서 서버시간을 뺀 시간간격을 x로 나누어 처리하고, HMAC를 이용해 k,t를 입력으로 인증코드를 생성한다.

Ⅳ. 실험 및 평가

4-1 실험환경

본 논문에서는 블록체인을 기반으로 의료영상을 공유하는 시스템으로 사설 블록체인 네트워크에서 이더리움이 동작된다. 제안하고 있는 의료영상 공유 시스템을 위한 사설 블록체인 네트워크의 실행은 안정적 서비스로 구동되고 컨트랙트의 거래를 가능하게하기 위해 암호를 해독하는 채굴 과정을 실행 하게 된다. 표2는 제안 모델의 실험 환경은 표1과 같다.

표 2. 실험환경
Table 2. Experiment environment

Division	Specification
CPU	Intel(R) Core(TM) i7-8700, @3.2GHz
RAM	64GB, Geforce RTX 2080
OS	windows 10, Linux
Language	C++, python3.4
Tool	Tensorflow Keras, Visual studio 2017, Anaconda
Library	OpenCV3.4, CUDA, cuDNN, solidity,

4-2 이더리움 안전성

이더리움에서 계좌를 생성하면 사용자를 구분할 수 있고, 생성된 계좌는 주소는 16진수 형태로 생성되는데 사용자 별로 만들 수 있으며 제안한 투표시스템의 투표자가 계좌가 되는 것이다. 계좌를 생성하기 위해서는 다음과 같이 생성된다.

C: Geth>geth --datadir "c: ethereum data" account new

```
C:₩Geth>geth --datadir "c:₩ethereum₩data" account new
Your new account is locked with a password. Please giv
t this password.
Passphrase:
Repeat passphrase:
Address: <1e4b994987e3886f2fffff198999867399fa9a34>
```

위에서 생성된 사용자(계좌)는 사설 블록체인 네트워크를 사용할 권한을 획득한 것이다. 이렇게 블록체인 영상공유 시스템에 사용자를 확인하면 다음과 같다

C: Geth>geth --datadir "c: ethereum data" account list

```
c:₩Geth>geth -datadir "c:₩ethereum₩data" account list
Account #0: <eb2f3c12d73a49a40b72f29eada2e10a42b89728>
TC--2018-01-25T03-07-27.266796100Z--eb2f3c12d73a49a40b7
Account #1: <666b9869c4b7be918bf58c69135547ec439c5747>
TC--2018-01-25T03-21-58.752558300Z--666b9869c4b7be918bf
Account #2: <111c98f5fc33250b5633388c71145948e6bdfa9e>
TC--2018-01-25T03-22-17.586985800Z--111c98f5fc33250b563
```

논문에서는 사설 블록체인 네트워크에서 이더리움이 동작된다. 제안하고 있는 의료영상 공유 시스템을 위한 사설 블록체인 네트워크의 실행은 안정적 서비스로 구동되고 컨트랙트의 거래를 가능하게하기 위해 암호를 해독하는 채굴 과정을 실행한다. 채굴이 실행되면 암호를 해독하는 과정이 실행되어 보상으로 ether를 보상으로 얻게 된다. 블록체인 멤버가 투표를 실시하는 경우 후보자의 성명(candidate)을 투표자 계정에서 입력하며 해당 투표자의 vCount가 집계된다. 투표자가 중복 투표를 하지 않도록 투표를 한 사용자 계정(msg.sender)을 true로 저장하여 투표했음을 기록한다. 또한 각 계정이 가지고 있는 컨트랙트에서는 투표가 된 경우 true로 기록되어 있어 중복 투표는 (voteClosed()) 불가능하게 된다. 또한 투표 집계(voteCount())에

대한 확인은 후보자의 성명을 입력하면 현재의 투표 집계(vCount)를 확인할 수 있다.

```
C: \geth>geth --identity "PrivateNetwork" --datadir "c:\ethereum
\data" --port "30303" --rpc —rpcaddr 0.0.0.0 --rpcport "5058110"
--rpccorsdomain "*" --nodiscover --networkid 21900 --nat "any"
--rpcapi "db,eth,net,web3,miner" console
> miner.start()
```

본 논문에서 집계현황은 가시성을 private으로 했기 때문에 확인할 수 없으나 검증을 public으로 공개하여 확인한다. 생성된 온라인 투표 컨트랙트를 생성하여 투표자인 전공의(Account)들에게 배포(Deploy)되고 의료영상 공유 시스템을 통해 TW3기반 골 연령 예측 값이 생성되면 각 분산된 전공의들은 예측 값을 확인하여 투표에 참여하게 된다. 블록체인은 모든 데이터가 암호화 되어 시간 순으로 블록이 연결되어 있어 과거의 기록을 수정 및 위·변조가 불가능하다.

본 논문에서 제시하는 블록체인 기반 의료영상 공유시스템은 투표를 통한 영상 판독의 정확성을 보장한다. 따라서 개발과정에서 분산원장 및 블록체인 기반 온라인 투표에 대한 신뢰성을 검증한다. 신뢰성 검증 단계는 투표자 등록, 투표 컨트랙트 전송, 투표, 투표 집계의 일관성을 테스트 환경을 구축하고 실험하였다. 투표자 등록은 Mist 브라우저를 통해 투표자 계정을 등록할 수 있고 투표 집계 일관성을 실험하였다. 투표 컨트랙트에 포함된 투표자간에 투표 블록에 대한 정보가 공유되므로 일관성이 유지됨을 확인할 수 있다. 시스템에서 만약 투표자가 중복해서 투표를 하더라도 블록에 투표한 기록이 있기 때문에 중복 집계 되지 않는 것을 실험을 통해 증명하였다.

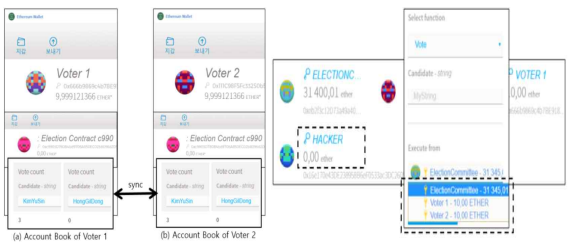

그림 2. 블록에 대한 일관성과 투표에 참여하지 못하는 해커
Fig. 2. Consistency for blocks and hackers failing to vote

또한 제안 방법은 사용자 다중인증을 위해 access token을 클라이언트에게 전송하지 못하기 때문에 중간에 도청은 불가능하고, 인증서버 자체 secret info를 생성하여 access token을 계산할 수 없다. 또한 공격자는 OTP서버로부터 생성한 사용자 인증 코드를 획득할 수 없기 때문에 인증이 불가함으로 데이터의 안전성을 보장할 수 있음을 실험을 통해 증명하였다.

Ⅴ. 결 론

사회가 변화하면서 국내 식생활이 변화하고 있고 현재 사회적으로 성장에 대한 관심도가 증가하고 있다. 10년만에 개정된 「2017년 소아·청소년 표준 성장도표」에 따르면 키와 몸무게 3~8세 표준 키가 올라가고 있다고 발표되었고, 최근 저신장 소아·청소년들의 성장클리닉을 방문하는 환자가 증가하고 있다. 그러나 국내에서는 아직까지도 골 연령 판독을 위한 참조이미지(Gold Stannard)가 갱신 없이 오래전 외국 소아의 사진을 참조하고 있어 예측 값의 신뢰성을 보장할 수 없다는 문제점을 가지고 있다. 의료영상 공유 시스템은 블록체인 기술 중 이더리움을 이용한 블록체인 기반 의료영상 공유 시스템으로 솔리디티 언어 기반의 스마트 컨트랙트를 이용해 입력된 방사선 사진의 성장판을 판독하기 위해 온라인 투표기능을 개발하였다. 이곳에서 사용되는 해당 투표 컨트랙트를 투표자 간에 배포하여 투표 집계의 신뢰성을 유지하고, 검증하였다. 검증 결과 솔리디티 기반의 스마트 컨트랙트를 블록체인내의 계정으로 배포가 된 후에는 수정이 불가능하고 유지보수 측면에서 어려움이 있는 것을 확인하였다.

참고문헌

[1] J. G Lee, S. Jun, Y. W. Cho, H. Lee, G. B. Kim, J. B Seo, and N. Kim, N. “Deep Learning in Medical Imaging: General Overview.” *The Korean Journal of Radiology*, Vol. 18, No.4, pp.570-584, May. 2017.

[2] Internet Homepage of Korea Drug Development Fund(2016), Available:Http://www. kddf.org/bbs/bbs.asp?no=96&mode=view&idx=1401&p=1&cateid=39

[3] H. J. Kang, J. Y Yu, J. M. Choi, J. E Cha and M. J. Choi, “Comparison of the factors related to the sugary drinks consumption in obesity and non-obesity group of Korea adolescents“, *The Korean Society for Health Education and Promotion,* Vol. l36, No.1, pp.15-28, Jan. 2019.

[4] H. M. Hussien, S. M. Yasin, S. Udzir, A. A Zaidan and B. B. Zaidan, “A Systematic Review for Enabling of Develop a Blockchain Technology in Healthcare Application: Taxonomy, Substantially Analysis, Motivations, Challenges, Recommendations and Future Direction.”, T*he Journal of Medical System,* Vol. 43, No.10, pp.Sept. 2019

[5] Albahri, O. S. et al., Fault-tolerant mHealth framework in the context of IoT-based real-time wearable health data sensors. IEEE Access 7:50052–50080, 2019.

[6] I. C. Lin and T. C. Liao, “A Survey of Blockchain Security Issues and Challenges.” *The International Journal of Network Security,* Vol. 19, No. 5, pp.653-659. 2017.

[7] G. Zyskind and O. Nathan, “Decentralizing privacy: Using blockchain to protect personal data.” i*n Proceedings of IEEE Security and Privacy Workshops,* pp.180-184.2015.

[8] A. Dorri, S.S. Kanhere, R. Jurdak, and P. Gauravaram, “ Blockchain for IoT security and privacy: The case study of a smart home." *2017 IEEE international conference on pervasive computing and communications workshops (PerCom workshops)*. pp. 618-628, IEEE, 2017.

[9] S. J. Son, Y. M. Song, N. G. Kim, Y. H. Do, N. J. Kwak, M. S. Lee and B. D. Lee, “Tw3-Based Fully Automated Bone Age Assessment System Using Deep Neural Networks”, *The Journal of IEEE* Access, Vol. 7, pp. 33346-33358. March. 2019.

[10] K. Alshamrani, F. Messina and A. C. Offiah, “Is the Greulich and Pyle Atlas Applicable to All Ethnicities? A Systematic Review and Meta-Analysis,” *The Journal of Cooperation with the European Society of Radiology,* Vol. 29, No.6, pp.2910-2923. June. 2019.

[11] M. Attia, M. Hossny, S. Nahavandi and H. Asadi, “Surgical Tool Segmentation Using a Hybrid Deep CNN-RNN Auto Encoder-Decoder.” *in Proceedings of 2017 IEEE International Conference on Systems, Man, And Cybernetics (SMC),* Banff, AB, Canadapp. pp.3373-3378. 2017.

[12] Y. B. Cho and S. H. Woo, “Algorithm for Extract Region of Interest Using Fast Binary Image Processing”, *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering,* Vol. 22, No. 4, pp. 634-640, Mar. 2018.

조영복(Young-Bok Cho)

2005: 충북대학교 전자계산학과 공학석사
2012: 충북대학교 전자계산학과 공학박사
2019: 충북대학교 의학과 의학박사
2012-2018: 충북대학교 소프트웨어학과 초빙교수
2018.~ 현 재 : 대전대학교 정보보안학과 조교수

※관심분야: 의료영상처리, 정보보안, 의료정보보호, 모바일보안