

하이퍼레저 패브릭 기반 마약류 약물 오남용 관리 시스템의 설계 및 구현

최라연¹, 정유영², 임동혁³

¹ 광운대학교 인공지능응용학과 석사과정

² 광운대학교 인공지능응용학과 석사과정

³ 광운대학교 정보융합학부 교수

chlfkdus123123@kw.ac.kr, yycheong@kw.ac.kr, dhim@kw.ac.kr

Design and Implementation of Hyperledger Fabric-based narcotic drug misuse and abuse management system

Ra-Yeon Choi¹, Yoo-Young Cheong², Dong-Hyuk Im³

¹Dept. of Artificial Intelligence Applications, Kwang-Woon University

²Dept. of Artificial Intelligence Applications, Kwang-Woon University

³Dept. of Information Convergence, Kwang-Woon University

요 약

의료기관에서 접근이 용이한 마약류 약물로 오남용하는 사례가 지속적으로 증가하고 있다. 이를 해결하고자 본 논문은 블록체인 프레임워크인 하이퍼레저 패브릭을 기반으로 구축된 약물 오남용 관리 시스템을 제안한다. 하이퍼레저 패브릭의 분산 원장 기능을 사용하면 의약품 거래를 투명하게 기록하고 처방 기록을 안전하게 보존하여 모든 거래 세부 정보를 변조할 수 없게 된다. 또한 약물 사용 기록을 추적하고 남용을 방지하기 위해 과다 복용 사용자를 규제하는 기능을 제안한다. 본 논문이 약물 오용을 크게 완화하고 과다 복용 사용자 보호가 가능할 것이라 기대한다.

1. 서론

마약류 중독이란 세계적인 공공보건의 이슈이며, 우리나라 또한 마약류 약물 중독의 수가 꾸준히 증가하고 있고, 재복역률 또한 다소 높은 것이 현실이다. 마약류 중독 특성상 신체·정신적 의존성을 유발하여 내성이 생기기 쉽고, 투여를 중단하였을 경우 금단 증상이 나타나기 때문에 쉽게 끊기 어렵다. 또한 마약류 범죄는 실제 발생하였음에도 수사기관에 인지되지 않거나, 인지가 가능해도 증거 불충분 등으로 검거를 하지 못하는 등의 특성을 보인다[1]. 현재 빈번하게 발생하는 문제로 의료기관에서 접근이 용이한 의료용 마약류 약물을 가지고 오·남용하는 사례가 지속적으로 증가하고 있다.

따라서 본 논문에서는 이러한 문제에 대해서 약물 처방 내역을 기록 및 확인할 수 있는 시스템인 블록체인 기반 하이퍼레저 패브릭을 제안한다.

모든 사용자에 대해 분산 저장이 가능한 하이퍼레저 패브릭 기능을 통해 약물 처방 내역을 투명하게 기록하고, 처방된 약물의 기록을 보장하고 모든 거래

내역을 조작 불가능하다는 신뢰성이 있다. 또한 개별 조직 원장은 해당 조직과 관련된 모든 거래에 대한 데이터 정보가 기록되고, 이러한 처방 기록은 허가된 블록체인 네트워크에 승인된 조직들만이 데이터를 공유가 가능하다. 반대로 네트워크의 허가되지 않은 다른 조직은 액세스할 수 없다.

2. 배경지식

블록체인이란 블록을 연결한 모음으로, 블록에 일정 시간 동안 거래된 거래내역을 담은 금융 장부이다. 블록체인의 각 구성 요소인 블록이 이전 블록과 연결되어 있으며, 해시함수의 암호화인 특성을 이용하므로 무결성을 보장한다[2].

하이퍼레저 패브릭은 리눅스 재단이 2015년에 시작한 블록체인 플랫폼 프로젝트로 시작되었다. 하이퍼레저 패브릭은 컨테이너 기술을 활용해 시스템의 애플리케이션 로직을 구성할 수 있도록 체인코드 서비스를 제공한다. 체인코드를 구현해 원하는 응용 블록체인 프로그램을 만들 수 있다. 허가된 참여자들

대상으로 비즈니스 응용 환경에 맞는 블록체인으로 비즈니스 환경에서 모든 거래를 거래 당사자 간의 비밀로 해야 하는 경우에 다른 참여자를 제한하는 채널을 구성하는 방법이 사용된다. 여기서 채널은 거래 관계자들만 참여하고 공개되는 별도의 원장이다. 데이터 정보는 권한이 있는 당사자들 사이에만 공유되며 데이터 정보를 데이터베이스에 저장한다. 하이퍼레저 패브릭은 참여자 노드 간에 별도의 역할을 할당하여 원장 내용을 조회하거나 거래를 시작한다. 참여자의 요청에 의해 거래를 승인하는 Peer 를 Endorsing Peer 라고 한다. 또한 승인된 계약들을 모아 블록을 만드는 역할만을 수행하는 노드인 Orderer, 이때 만들어진 블록은 Orderer 로부터 전송받아 거래 내역의 유효성을 검증하고 블록체인 원장에 해당 블록을 추가하는 역할을 수행하는 Peer 들로 역할이 구분되어 있다[3].

3. 시스템 설계 및 구현

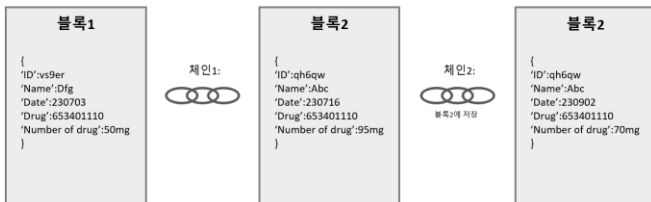
3.1 데이터 구조

<표 1> 환자 데이터베이스 구조

	ID	Name	Date	drug	Number of drug
기본 상태	사용자 정보		투여 날짜	약물 코드	투여량
예시1	vs9er	Dfg	230703	653401110	50mg
예시2	qh6qw	Abc	230716	653401110	95mg
예시3	qh6qw	Abc	230902	653401110	70mg

표 1은 본 시스템에서 설계한 환자 데이터베이스 구조이다. 환자ID와 Name은 사용자 정보를 나타낸다. 환자ID, Name, Date, Drug, Number of drug 값이 모두 환자 데이터베이스에 저장된다. 약물코드는 프로포폴의 약물 코드이다.

표 1의 예시 2을 보면 환자ID 'qh6qw'는 '230716'에 '653401110' 약물 95mg를 처방받았다. 예시 3을 보면 동일한 환자가 '230902'에 약물 70mg를 2차 처방받았다. 이렇게 환자가 처방을 받을 때마다 환자 데이터베이스에 저장된다.



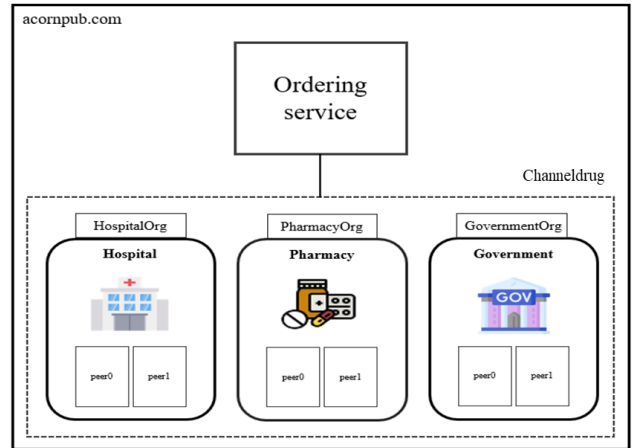
(그림 1) 블록체인의 데이터 구조

그림 1의 데이터 구조를 보면 블록 안에 각각의 거래 내역 데이터가 저장된 블록의 관계를 보여주는 그림이다. 블록 2에 1차 처방에 관련된 모든 정보가 포함되고 2차 처방에 관련된 모든 정보 또한 저장된다. 동일한 블록 내에서 동일한 환자에 대한 두 처방의 통합 기록을 유지할 수 있다.

블록체인 기술의 특성을 고려할 때, 거래 내역의 투명성과 불변성을 모두 보장한다.

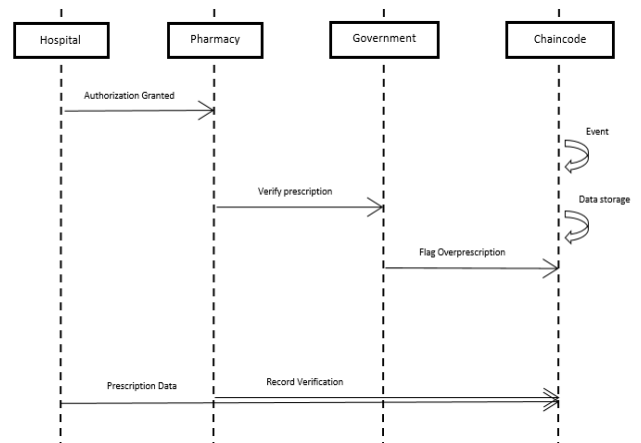
3.2 시스템 모델

그림 2는 하이퍼레저 패브릭 시스템 기반 전체 시스템 서비스를 흐름도로 표현한 것이다[3]. Hospital, Pharmacy, Government 조직으로 구성되어 있고 호스트네임은 acornpub.com 으로 설정한다. 피어는 2 개로 설정하고 사용자는 1 명으로 설정한다. 채널의 프로필 이름은 Channeldrug 이다.



(그림 2) 하이퍼레저 패브릭 시스템 모델 흐름도

그림 3은 본 모델의 전체 과정을 나타내는 다이어그램이다[4]. 병원은 약국 간의 데이터 접근 권한을 블록체인에 기록한다. 약국이 처방 데이터 접근을 요청할 때, 체인코드는 권한을 확인하고 응답한다. 약국은 처방 정보를 블록체인 네트워크로 보냅니다. 정부당국이 처방 검증 중에 처방 과다 사용 사례를 식별하면, 규제 조치(과다 사용 코드)를 표현하는 트랜잭션을 생성한다. 해당 이벤트는 블록체인에 기록된다.



(그림 3) 블록체인 네트워크의 트랜잭션 다이어그램

본 모델의 시스템에서는 약물의 생산·공급되는 과정, 환자에게 투약되고 남은 약의 처리 과정, 포장당 약물의 양은 트랜잭션에 기록되어 있지 않고 해당 약물을 처방받은 환자들의 용량을 확인해 과다 복용을 확인하는 트랜잭션 시스템을 제안한다.

4. 체인코드

그림 4 는 6 개의 피어를 CLI 환경에서 Channeldrug 에 참여시키고 앵커 피어를 업데이트하는 작업을 완료했다. 하이퍼레저 패브릭 네트워크의 모든 구축이 완료되었다.

```

병원
root@8ad399f6014d:/opt/gopath/src/github.com/hyperledger/fabric/peer# peer channel update -o orderer.acornpub.com:7050 -c channeldrug -f /etc/hyperledger/configtx/HospitalOrganchors.tx
2023-09-19 12:15:25.314 UTC [channelCmd] InitCmdFactory -> INFO 001 Endorser and orderer connections initialized
2023-09-19 12:15:25.335 UTC [channelCmd] update -> INFO 002 Successfully submitted channel update
root@8ad399f6014d:/opt/gopath/src/github.com/hyperledger/fabric/peer# CORE_PEER_ADDRESS=peer1.hospital.acornpub.com:7051
root@8ad399f6014d:/opt/gopath/src/github.com/hyperledger/fabric/peer# peer channel join -b channeldrug.block
2023-09-19 12:17:56.473 UTC [channelCmd] InitCmdFactory -> INFO 001 Endorser and orderer connections initialized
2023-09-19 12:17:56.558 UTC [channelCmd] executeJoin -> INFO 002 Successfully submitted proposal to join channel

약국
root@8ad399f6014d:/opt/gopath/src/github.com/hyperledger/fabric/peer# peer channel update -o orderer.acornpub.com:7050 -c channeldrug -f /etc/hyperledger/configtx/PharmacyOrganchors.tx
2023-09-19 12:19:29.065 UTC [channelCmd] InitCmdFactory -> INFO 001 Endorser and orderer connections initialized
2023-09-19 12:19:29.085 UTC [channelCmd] update -> INFO 002 Successfully submitted channel update
root@8ad399f6014d:/opt/gopath/src/github.com/hyperledger/fabric/peer# CORE_PEER_ADDRESS=peer1.pharmacy.acornpub.com:7051
root@8ad399f6014d:/opt/gopath/src/github.com/hyperledger/fabric/peer# peer channel join -b channeldrug.block
2023-09-19 12:20:56.747 UTC [channelCmd] InitCmdFactory -> INFO 001 Endorser and orderer connections initialized
2023-09-19 12:20:56.820 UTC [channelCmd] executeJoin -> INFO 002 Successfully submitted proposal to join channel

정부
root@8ad399f6014d:/opt/gopath/src/github.com/hyperledger/fabric/peer# peer channel update -o orderer.acornpub.com:7050 -c channeldrug -f /etc/hyperledger/configtx/GovernmentOrganchors.tx
2023-09-19 12:22:09.881 UTC [channelCmd] InitCmdFactory -> INFO 001 Endorser and orderer connections initialized
2023-09-19 12:22:09.893 UTC [channelCmd] update -> INFO 002 Successfully submitted channel update
root@8ad399f6014d:/opt/gopath/src/github.com/hyperledger/fabric/peer# CORE_PEER_ADDRESS=peer1.government.acornpub.com:7051
root@8ad399f6014d:/opt/gopath/src/github.com/hyperledger/fabric/peer# peer channel join -b channeldrug.block
2023-09-19 12:23:11.753 UTC [channelCmd] InitCmdFactory -> INFO 001 Endorser and orderer connections initialized
2023-09-19 12:23:11.832 UTC [channelCmd] executeJoin -> INFO 002 Successfully submitted proposal to join channel
    
```

(그림 4) 3 개 조직 peer 를 Channeldrug 에 가입

다음으로 체인코드를 작성해서 처방 기록을 저장하고 규제할 수 있는 체인코드를 작성해보았다. 해당 체인코드는 go 언어를 이용하여 작성되었다. 과다 복용 코드를 관리하기 위해 사용된 Invoke 함수는 표 2 와 같다.

<표 2> Invoke 함수

CreatePrescription	환자에 대한 새 처방전을 추가하기 위해 클라이언트 애플리케이션에서 호출
VerifyPrescription	환자의 처방을 확인하고 해당 환자의 누적 복용량을 계산하는 기능

체인코드에서 환자의 처방을 확인하고 누적 복용량이 임계값 150mg 를 초과하는지 확인하고 그에 따라 과다 복용 코드를 부여한다. 본 시스템에서는 과다 복용 코드를 “OD123”로 부여했다. 만약 과다 복용 환자가 아닌 경우, 과다 복용 코드 필드를 빈 문자열이 나오게 설정하였다.

Algorithm 1

```

1: if drugCount ≥ 150 then
2:   OverdoseCode ← OD123
3: else
4:   OverdoseCode ←
5: end if
6: government ← Government{
7:   PatientID ← patientID,
8:   DrugCount ← drugCountStr,
9:   OverdoseCode ← overdoseCode
10: }
    
```

(그림 5) 정부 조직의 과다복용 코드 부여

5. 결론

본 연구에서는 환자 데이터, 처방 기록 및 정부 규제는 과다 복용 코드를 관리하기 위해 하이퍼레저 패브릭 기술을 활용한 관리 플랫폼 모델을 구성하였다. 본 연구의 플랫폼은 병원에서 약국, 정부 모든 과정에서 의 의료 데이터를 안전하게 관리하고 오남용을 막을 수 있다는 장점이 있다. 이를 기반으로 의료산업에서 지속적으로 문제시되고 있는 마약류 오남용 문제를 예방하고 해당 문제가 발생하였을 때 해결할 수 있는 도구로 활용 가능할 것으로 기대된다. 해당 논문에서는 실제 처방 정보를 사용하는 것이 아니라 문제는 없지만 실제 보건 의료 데이터 활용에 있어 여러 이점이 있음에도 불구하고, 환자 개인 정보 유출은 불가피하다. 그렇기 때문에 개인 정보와 같은 문제가 발생할 수 있기에 주의 깊게 다루어야 할 것이다.

본 논문에서는 마약류 약물을 가지고 과다 복용 관리로 특정하여 진행하였으나 추후 연구를 통하여 약물의 생산 과정부터 병원에 공급되는 약의 처리 전과정까지 연구하여 좀 더 효과적인 모델이 될 수 있도록 연구를 진행할 것이다.

Acknowledgement

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 대학 ICT 연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2023-2018-0-01417).

참고문헌

- [1] 정하은, 이창배, 응급실 내원 마약류 투약자의 실태와 특성, 한국공안행정학회보, vol.31, no.2, 통권 88 호 pp. 199-224, 2022.
- [2] 정유영, 김경태, 임동혁. 그래프 임베딩 및 준지도 기반의 이더리움 피싱 스캠 탐지. 정보처리학회논문지. 컴퓨터 및 통신시스템, 12(5), 165-170. 2023.
- [3] 조문옥, 이진수, 조성완, 하이퍼레저 패브릭 실전 프로젝트 : Permissioned 블록체인인 하이퍼레저 패브릭의 기초부터 실습까지, 서울특별시 양천구 국회대로 287, 에이콘출판주식회사, 2020.

- [4] 박성은, 박연희, 이주현, 허선정, 김성욱, 블록체인 기반 티켓 거래 시스템, 한국정보처리학회 ASK 2023, 서울대학교, 2023.05, 30 권 1 호, p246~247
- [5] 박민정, 김나희, 이수진, 서승현, 블록체인 기반의 시민 참여형 공유 전동킵보드 관리 서비스 모델 연구, 한국정보처리학회 2022 추계학술대회, 한림대학교, 2022-11-05, p263 ~ 265