

블록체인 기반의 집단감염 모니터링 시스템의 상용화 연구

A Study on the Commercialization of a Blockchain-based Cluster Infection Monitoring System

서용모*, 황정훈**

배재대학교 LINC+*, 유원대학교 교양융합학부**

Yong-Mo Seo(seoym113@naver.com)*, Jeong-Hoon Hwang(1jhhwang@u1.ac.kr)**

요약

본 연구는 블록체인 기반의 집단방역관리 시스템 및 상용화 모델이다. 본 시스템의 구성은 웨어러블 기기로부터 생성된 측정값에 기반하여 생체정보를 생성하는 생체정보생성부와 이곳에서 생성된 생체정보를 방역관리 플랫폼으로부터 전송하는 생체정보 전송부, 공동체서버에서 전송된 조치정보를 방역관리 플랫폼으로부터 수신하는 조치정보 수신부를 포함하는 시스템이다. 또한, 단말기로부터 생체정보를 수집하는 생체정보수신부와 상기 생체정보 수신부를 통해 생성된 생체정보를 블록체인 암호화 기술에 기반하여 암호화하는 암호부 및 감염병에 대한 증상을 데이터베이스화하여 증상정보를 저장하는 감염진단 데이터베이스로 구성된다. 생성된 데이터베이스는 유증상자로 확인된 사용자의 단말기로부터 위치정보를 수신하여 해당 사용자의 위치를 확인하는 위치정보 확인부와 위치가 확인된 후 사용자의 위치에 기반하여 해당 사용자가 공동체에 도착하였는지 판단하는 공동체도착 판단부를 포함하고 있다. 그리고 공동체 서버는 생성된 정보들 간의 상호작용을 돕는다. 이러한 블록체인 기반의 집단방역관리 시스템은 기존의 방역관리체계를 고도화하며 더욱 안전하고 건강한 사회를 구현하는데 도움을 줄 수 있다.

■ 중심어 : | 블록체인 | 집단감염 | 감염방역 | 웨어러블기기 | COVID-19 |

Abstract

This study is about a blockchain-based collective quarantine management system and its commercialization model. The configuration of this system includes a biometric information transmission unit that generates biometric information based on measured values generated from wearable devices, a biometric information transmission unit that transmits biometric information generated here from a quarantine management platform, and action information transmitted from the community server. is a system including an action information receiving unit for receiving from the quarantine management platform. In addition, a biometric information receiving unit that collects biometric information from the terminal, an encryption unit that encodes biometric information generated through the biometric information receiving unit based on blockchain encryption technology, and a database of symptoms of infectious diseases to store symptom information and an infection diagnosis database. The generated database includes a location information check unit that receives from the terminal of the user identified as a symptomatic person and determines whether the user has arrived in the community based on the location information confirmation unit and the location of the user after the location is confirmed. It includes a community arrival judgment unit that judges. And, the community server helps the interaction between the generated information. Such a blockchain based collective quarantine management system can help to advance the existing quarantine management system and realize a safer and healthier society.

■ keyword : | Blockchain | Cluster Infection | Infection Prevention | Wearable Device | COVID-19 |

I. 서론

COVID-19가 전 세계적으로 확산되고 이에 대한 피해가 심각한 수준으로 우리를 위협하고 있다. COVID-19의 장기화는 개인뿐만 아니라 국가적 차원에서 다양한 분야에서 피해가 나타나고 있다. 역사를 돌아보면, COVID-19와 같은 감염병은 인류의 생존과 공동체 결속에 지속적인 위협요인으로서 작용하였다. 사회 구성원들과 상호작용을 통해 번영해온 인류에게 감염병의 출현은 그 자체만으로도 공동체적 위기임에는 틀림이 없다. 모든 공동체의 활동 속에서 인간은 대면 접촉이 필수적이고 빈번하기 마련이다. 이 때문에 대면 접촉이 감염경로가 되면 그 피해는 확산되고 심각해지게 된다.

일반적으로 감염병의 발생은 발생 시기, 전파 경로 및 그 감염력에 대한 특징을 파악하고 미연에 예방하는 것이 어렵다. 특히, 이번 COVID-19는 감염병으로 인식하고 그 특징을 파악하기도 전에 전 세계적인 팬데믹(Pandemic) 현상으로 확산되었다. 결국, 백신 혹은 치료제가 만들어지기 이전에 많은 나라에서 COVID-19로 인한 심각한 피해가 발생하고 있다. 이러한 감염병의 등장과 유행은 단일 국가 차원의 방역을 비롯하여 질병관리에 대한 거버넌스 구축, 전 세계적인 국경 통제, 통합 방역관리 및 의료자원의 공유 현상을 필요로 하게 되었다.

국가적 차원에서 감염병의 관리와 대응전략을 통해 확산을 방지하고 건강한 사회를 위한 노력은 지속적으로 이루어지고 있다. 외국인 출입국에 대한 관리시스템을 강화하여 해외유입에 따른 감염병 확산을 방지하고자 노력하고 있다. 이러한 방역에도 불구하고 의심이 가는 상황에서는 개인을 격리시키는 등의 강제적 조치를 통해 확산을 방지하고 반복적으로 위생 및 방역에 대한 검증을 거친 후 사회 활동에 참여하도록 권고하고 있다.

하지만 이러한 국가적 관리시스템 속에서도 일부 감염병에 확진 판정을 받은 사람 혹은 의심되는 사람들이 방역지침을 위반하는 사례들이 증가하고 있어 방역 당국의 담당자들을 당황하게 만들기도 했다[1].

지속적인 모니터링 혹은 지침 위반에 따른 처벌의 강

화와 같은 방법을 통해 방역 수준을 유지하고 관리하려 하지만 이를 이탈하는 사례들은 지속적으로 발생하고 있다. 이러한 현상들은 방역의 관점에서 감염병이 의심되는 사람들에 대한 방역 조치를 더욱 강제해야 할 명분을 제공하는 것으로 볼 수 있다. 이러한 배경에서 정부는 더욱 강화되고, 정교한 통제 방식을 도입하여 방역 관리를 시도하고 있으나 기존의 인력과 장비를 통한 물리적 방법으로는 한계가 있다.

기존 집단방역관리 시스템의 딜레마는 감염경로 파악, 전파 매체 및 장소 등에 대한 정보수집 및 공개에 있다. 즉, 집단(공동체)의 특성, 형성 및 활성화 시기, 참여자, 공간정보 등을 공개적으로 수집하고 대중에 공유하는 동안 개인정보 및 인권이 침해될 소지가 상존한다는 점이다. 이를 극복하는데 적용할 수 있는 시스템이 마련되지 않았다. 지금까지 집단 방역을 위해서 여러 가지 보조적인 방법을 병행 적용하고 있다.

이러한 방역관리 시스템을 블록체인을 적용하여 개인의 인권을 보호하고 개인뿐만 아니라 개인이 속한 조직 내의 방역과 안전을 위한 시스템을 도입하려는 노력들이 나타나고 있다.

따라서 본 연구에서는 기존의 집단방역관리 시스템의 문제점을 블록체인 기술로 개선하여 상시적 모니터링이 가능한 관리시스템으로 구축하고 상용화할 수 있는 방안을 논의하고자 한다. 이러한 시도는 집단(공동체) 구성원들의 개별적인 생체정보를 활용하여 감염병으로 부터 집단(공동체)을 보호하면서도, 개인 정보와 인권을 안전하게 지킬 수 있는 대안을 제시하게 될 것으로 기대할 수 있다. 또한, 향후 블록체인 기술을 통해 개인들이 생성하는 방대하고 다양한 수준의 데이터를 합리적으로 표준화하고 유통시키는 사업모델 창출에도 기여할 것이다.

II. COVID-19와 방역관리

1. COVID-19와 방역관리 시스템

1.1 COVID-19에 대한 방역 관리

일반적으로 감염병을 통제하기 위한 효과적인 방법

은 감염 우려자에 대한 격리와 확진 환자를 치료하고 관찰하는 것이다. 특히, 백신이 개발되기 전 팬데믹(Pandemic) 현상을 초래한 COVID-19의 경우 감염 초기 증상이 약하거나 무증상으로 환자식별이 곤란하여 사회적 거리 두기가 주요한 감염 차단 방법으로 인식되었다[2].

COVID-19로 인해서 한국 사회는 2020년 3월부터 “사회적 거리 두기”라는 사회적 지침을 만들고 지침을 준수하는 생활을 시작했다. 이어서 5월 6일 부터는 “생활 속 거리두기”로 전환되었다. 이러한 변화는 감염병 확산에 대한 ‘통제적 관리’에서 ‘선별적 관리’로 이행을 뜻하였다.

이에 따라, 종교 시설, 실내체육관, 학원 등 집단 감염 위험이 높은 시설 이용에 대한 제한 명령이 해제되고, 회식, 외출 등 일상생활에서도 조건적 모임이 허용되었다. 한편, 강화된 선별적 방역 시스템에서는 접촉자 추적 시스템을 도입하여 확진자의 동선을 파악하고 이를 공유함으로써 시민들의 불안감을 해소시키기 위한 노력들을 시도해왔다. 또한, 선별 진료소를 설치 및 운영하여 감염 의심자 및 해외 출입자뿐만 아니라 그들의 접촉자들까지 진단 검사를 진행하여 확산을 억제하려고 노력하였다.

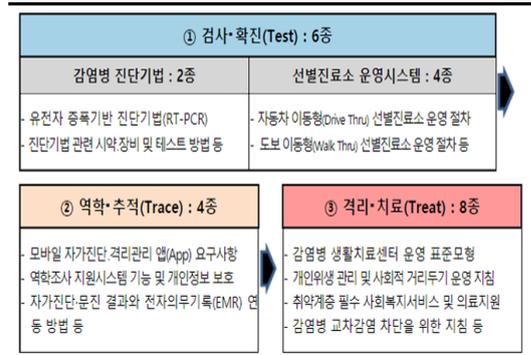
1.2 COVID-19와 ‘K-방역 모델’

COVID-19의 감염확산 방지에 대한 대응은 개인, 집단 또는 해당 국가에 한정된 문제가 아니다. 관련 연구 동향을 감염병의 팬데믹(Pandemic) 관점에서 보면 나라마다 서로 다른 감염병 대응 정책을 펼치고 있는 것을 알 수 있다[3].

최근 한국의 국가차원의 COVID-19 대응 전략은 전 세계적으로 호평을 받으며 ‘K-방역 모델’로 지칭되기 시작하였다. 이미 ‘K-방역 모델’은 세계의 표준으로 세부적인 로드맵이 제시되었다. ‘K-방역 모델’의 절차를 간략히 살펴보면, “ ①검사·확진 → ②역학·추진 → ③격리·치료”의 순서라고 할 수 있다. 이것은 3T(Test-Trace-Treat)를 체계화한 18종의 국제표준을 ISO/TC 304로 제출해 국제표준화기구에 제안한 것이며, K-방역 모델의 로드맵으로 소개되었다[4]. 이

로드맵은 과거 국제사회가 치명적인 감염병 발생 시에도 정립하지 못했던 표준화 방역 모델을 제시한 것으로 평가되고 있다.

표 1. K-quarantine system : 3T(Test-Trace-Treat)



* source : www.mohw.go.kr

이러한 K-방역 체제는 전 세계적인 COVID-19의 확산을 방지하는데 많은 국가에 도움을 주고 있다. 하지만 이러한 우수한 방역 시스템에도 불구하고 COVID-19의 종식이 쉽지만은 않은 것은 사실이다. 개인적 이유로 검사를 회피하거나 격리 및 치료에 대한 거부 현상이 나타나기 때문이다. 전파나 확산을 방지하는 차원에서 실시하고 있는 방역 관리를 거부하는 것은 사회를 위험에 빠트리게 하는 일이다. 실제로 개인정보 유출 및 인권 침해를 이유로 방역지침을 위반하거나 방역관리를 거부하면서 다양한 유형의 감염사례가 나타나고 있다. 전 세계적으로 우수한 방역 관리 시스템으로 평가 받는 K-방역 시스템에서도 이러한 문제점을 방지하기 어렵다는 점에서 정부나 사회적 차원에서 이와 관련된 방안을 모색해야할 시점이라 할 수 있다.

2. 블록체인과 헬스케어 시스템

2.1 블록체인 기술과 활용분야

블록체인은 데이터(DATA)를 중앙서버에 저장하지 않고, 네트워크 참여자가 데이터를 함께 기록·관리해 나가는 분산형 데이터 활용기술을 말한다[5]. 또한, 전송하고자 하는 데이터를 블록이라고 하는 용기에 암호화 처리를 통해 P2P(Peer-to-Peer) 네트워크 방식으

로 상대에게 직접 전송하거나 수신하는 컴퓨터 통신 기술로 안전성, 신뢰성, 무결성 및 투명성을 보장하는 기술을 의미한다[6]. 이는 기존 고가의 중앙 집중형 서버를 운영하지 않고도 신뢰기반의 네트워크 구축이 가능하다. 즉, 블록체인은 거래정보가 기록된 블록이 암호화되어 다음 블록에 순차적으로 기록됨으로써 연결되는 데이터베이스라고 할 수 있다. 이러한 블록체인도 몇 차례의 진화를 거쳐 현재에 이르고 있으며 앞으로 지속적인 진화를 예고하고 있다[7]. 최근에는 가상공간을 구체화시키는 메타버스(metaverse)의 기반 기술로 부상하고 있다. 블록체인 기술을 메타버스에 적용하여 다양한 비즈니스 모델을 개발, 가상공간의 안전한 데이터 서비스를 제공하려는 연구가 진행되고 있다.

표 2. Developments of Blockchain by Generation[8]

	Gen 1(1.0)	Gen 2(2.0)	Gen 3(3.0)
time	2009~2014	2015~ present	Future
Characteristics	· Economic value · Cryptocurrency system · Asset	· Smart Contract · Decentralized App(DApp) · Diversity	· Applied to society as a whole · Interoperability between blockchain · IOT support
Limitation	· Low Scalability · Slow processing speed	· Decision-Making Problems · Data Proof Method	
Case	Bitcoin	Ethereum	Various blockchain platforms

블록체인의 활용 분야는 외국뿐 아니라 국내에서도 구체적으로 분류하여 제시되었다. 국내에서는 2016년 산업계 및 연구자 집단에 의해 블록체인에 관한 활용 분야를 분류하는 시도가 있었다. 연구자들은 블록체인 기술의 활용분야를 암호 화폐 분야, 공공 및 보안, 산업 응용, 거래 및 결제 분야로 구분하였다[9].

초기에 블록체인은 보안적 기술 특성 때문에 금융 산업에서 출발하였으나 현재는 비금융 산업분야인 물류, 유통, 에너지, 공공 서비스, 헬스케어 및 자산관리 등 다양한 분야에서 활용이 되고 있으며 앞으로도 많은 분야에서 적용 가능한 기술로 여겨지고 있다.

표 3. Blockchain Applications[10]

분류	예시
일반	에스크로 거래, 채권거래, 제3자 중재, 다자간 서명 거래
금융거래	주식, 채권, 클라우드 펀드, 유추일 펀드, 파생상품, 연금
공공거래	부동산 등기, 자동차 등록, 사업 면허
인증/증명	운전면허증, 신분증, 여권, 선거인 등록, 보험증, 소유권, 공증서류
사적기록	대출, 계약, 사인, 유언, 신탁, 에스크로
자산엑세스 열쇠	집, 호텔, 렌트 자동차
무형 자산	특허권, 상표권, 저작권

2.2 블록체인 기술을 활용한 의료연구

비트코인의 등장과 함께 분산된 데이터베이스는 가장 먼저 금융 산업에 적용되어 활발하게 운영되었다. 최근, 다양한 분야에 적용되고 있는 블록체인 기술은 4차 산업혁명 시대에 기업과 정부에서 주목하는 핵심 기술로 선정되어 다양한 시범사업이 추진되고 있다. 이러한 배경에서 블록체인의 영향력은 더욱 증대될 것이며 향후 공공 부분의 모든 정책적 부분까지 영향을 미칠 것으로 예측된다. 이미 2017년부터 행정자치부에서는 전자정부 50년을 맞이하여 지능형 정부를 이끌어가는 10대 기술 트렌드의 하나로 블록체인을 선정하였다 [11].

의료분야, 의료산업계에서도 개인 의료정보 보호를 위해 블록체인에 대한 관심이 증가하고 있다. 이미, 의료 행정 및 다양한 기록물 관리 시스템에서는 전자의무기록 데이터베이스 구축과 관련하여 블록체인을 도입하려는 시도가 나타났다. 의료기관의 행정망에 저장되고 공유되는 자료의 위·변조 방지 기술에 한국보건산업진흥원에서 관심을 보이고 있다[12]. 비단 개인 정보의 안전성 및 보완성에 대한 기술 분야뿐만 아니라 상호 운영성을 촉진함은 물론이고 적응력을 높이는 활용 가능성에 주목하고 있다. 아직은 초보적 수준에서 환자의 임상 기록 접근이 제한되고 있으며, 의료 서비스 제공자에게 반드시 제공될 데이터가 공유되지 못하고 있어 이를 블록체인을 적용하자는 제안이 제시되고 있다 [13].

실제로 COVID-19와 같은 감염병 의심환자들에 대한 정보를 블록체인을 통해 공유하여 의료기관이 상호

관리 할 수 있는 통합 시스템(FHIR : Fast Healthcare Interoperability Resource)을 구축하자는 제안이 있었다[14]. 이 연구에서는 의심환자에 대한 정보를 자동으로 공유하여 질병관리본부 뿐만 아니라 대형 병원 및 기관들이 상호 협력할 수 있게 구성하였다. 즉, 기존 중앙 집중화된 감염병 환자 정보 시스템의 보안적인 문제를 개선하기 위하여 분산 네트워크를 적용하였다. 또 다른 연구[15]에서는 프라이빗 블록체인 기반의 자가 격리 이탈자 방지 시스템을 소개하고 있다. 이 연구에서는 방역당국에 의해 통제되는 기존의 방역 시스템에서 다른 운영자가 없는 프라이빗 블록체인을 통한 PBFT(Practical Byzantine Fault Tolerance) 시스템을 소개하기도 했다.

III. 블록체인 기반의 집단방역 시스템

1. 헬스케어 분야의 블록체인 활용

헬스케어 분야에서 블록체인을 활용한 연구나 시스템으로 실증화하는 노력은 미흡한 상황이다. 블록체인의 기술적 특성인 데이터 트리 구조는 모든 세부 요소의 위조 및 변조를 방지하고 데이터의 시간 순서를 명확하게 제시한다. 이렇게 데이터에 대한 블록이 생성되면 다음 블록과 연결되고 과거 블록의 데이터를 몰래 수정하거나 위·변조 가능성이 매우 낮아지게 된다. 이러한 특징으로 블록체인은 온라인에서 거래, 계약, 공유 등을 안전하게 지원한다. 특히, 헬스케어분야에서 보건의료에 대한 민감한 부분의 정보나 데이터에 대한 관리가 용이해질 수 있다.

보건의료 분야에서 의약품 관리에 블록체인을 적용하면 그 실용성과 안전성을 높일 수 있다. 이는 실용화 단계로 추진하고 있는 농축산물 이력관리 시스템을 통해서 확인할 수 있다. 의약품의 유통 부분에 블록체인 기술을 활용하면 개별 약품마다 유통 이력을 공유할 수 있어, 유통과정의 신뢰를 확보할 수 있다. 특히, 저온 냉장 등의 특별한 관리가 필요한 의약품 등을 생산하고, 유통하는 도매 및 소매과정에서 변질되거나 파손되는 것을 최소화하게 된다. 유통과정을 상시 추적 가능하게

공유하게 되면 약품의 신뢰도를 높게 된다. 최근 COVID-19로 인해 특정 백신과 같은 의약품이 실온에 노출되어 결국 폐기처분 되어 접종을 중단한 사례도 있다. 유통과정 중에 콜드체인 시스템이 적용되지 못해 발생한 사건이었다[16]. 이러한 중대한 사고를 방지하기 위해서 블록체인 기술을 적용하면 전체 단계별 실시간 이력관리가 가능해진다. 냉장 등의 특수한 유통시스템 상황에 다양한 센서를 활용하고, 관찰된 데이터를 블록체인에 자동 기록하면, 유통과정에서 발생할 수 있는 이벤트들을 실시간으로 감지할 수 있게 된다. 블록체인 기반의 유통관리 시스템은 의약품 등의 품질 유지 및 국민들이 가질 수 있는 불신감을 해소하는데 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

개발도상국에서 유통되고 있는 의약품의 일부는 가짜라는 연구결과가 발표되기도 하였다[17]. 전 세계 위조 의약품 시장 규모는 2천억 달러이며 현재의 물류 시스템을 블록체인 기반의 시스템으로 대체하여 단계별 유통과정을 기록하고 저장하여 투명하고 신뢰할 수 있는 의약품 유통시스템 구현 및 정품 의약품 보급이 가능해질 것으로 본다[18].

이상에서 언급한 의약품의 유통뿐만 아니라 의료 기록에 대한 위조·변조를 방지해야 하는 ‘의약품 및 보건 의료분야의 인허가’ 그리고 ‘의료행위와 관련된 개인정보 보호’ 영역에도 블록체인 기술은 매우 유용하게 활용될 수 있다.

2. 블록체인 기반의 집단 방역 관리 시스템

2020년도 1월, COVID-19가 확산되자 공공시설 및 각종 편의시설에서는 출입자 관리대장을 급조, 개인별 수기로 출입 기록을 작성하였다. 이후, 스마트폰 QR 코드 등을 활용한 전자식 출입명부관리 시스템으로 전환되었다. 이는 COVID-19 바이러스의 감염경로를 파악하여 유사시 신속히 전파를 차단하기 위한 노력이었다. 하지만 수기식 기록이나 전자식 관리에도 많은 문제점이 존재하였다. 수기 기록 방법은 개인정보가 노출되거나 거짓으로 작성하기도 했다. 더구나 출입자 관리대장의 기록을 위·변조시키려는 시도에 아무런 방비가 마련되지 않은 상태였다. 또한 전자식의 경우에도 데이터

해킹 및 위변조의 위험에 노출되어 있다. 심지어 교육 부에서 제작하여 학생 스스로 자가진단을 통한 발열체크를 실시하는 시스템의 경우에도 신뢰할 수 없는 데이터를 활용하는 방식이었다. 결국, 기존의 출입자 관리 방식은 데이터의 신뢰성이 부족하고, 즉시적인 통제가 불가능하여, COVID-19 확진 환자가 지속적으로 나타나고 있으며 집단 감염이 증가되는 결과를 초래할 뿐이다.

기존 방역관리 시스템은 표본감시기관에서 질병관리본부로 직접 보고하는 특수한 경우가 아닌, 의료기관에서 감염병 환자를 발견하고 최종 질병관리본부에 보고되기까지는 총 4단계로 구성되어있다. 하지만 2020년 감염병 관리지침에는 4차 산업혁명 기반 기술을 활용한 조기감지, 위험분석, 신속진단, 백신 개발 등 감염병 대응 기술혁신 시스템 구축이 비전과 목표로 설정되어 있다. 이처럼 질병관리본부는 차세대 기술을 활용하여 효율적이고 신속한 감염병 관리 및 보고 시스템 구축을 긍정적으로 검토하고 있다[19].

본 연구에서는 웨어러블 기기와 스마트 디바이스를 통합 운영하여 플랫폼으로 활용하는 방안을 제시한다. 개인의 생체정보를 블록체인 기반 관리시스템으로 활용하는 것이다. 기존의 방역관리 방식에서 노출된 신뢰할 수 없는 위험요소들을 최소화하고 체계적이고 과학적인 관리를 위한 '블록체인 기반 집단방역관리시스템 [20]을 제시하였다.

본 연구에서 제안하고 있는 시스템은 감염 의심자의 감지된 생체정보를 의심자가 소속되어 있는 집단(공동체)과 지정된 보호자에게 데이터를 공유하는 것이다. 또한 시스템에서 설정한 감염 의심 수준에 따라 그 정보를 공유하고 알람을 제공한다. 감염 의심 단계에 도달한 경우에는 알람 설정의 상태에 따라 특정 정보(목표값)를 공유하게 된다. 이러한 위험 지정 수준을 통해 의심자 혹은 무증상자를 포함하여 그가 속한 집단의 관리자에게 신호를 전달함으로써 감염 의심자가 집단에 도착하기 전에 조치(출입통제, 자체격리 및 병원방문 권고 등)를 통해 공동체 혹은 조직 내 집단 감염을 차단할 수 있다.

시스템의 운영 절차를 확인해 보면, 시스템을 활용하는 공동체의 모든 구성원은 웨어러블 기기를 통해 개인

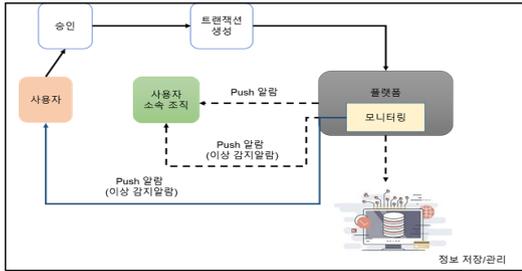
의 생체신호를 감지하여 개인의 건강상태를 실시간 모니터링 하는 원리이다. 웨어러블 기기로부터 측정값을 수신하는 측정값 수신부로부터 초기 데이터를 생성하게 된다. 생체정보생성부에서 생성된 생체정보를 방역관리 플랫폼으로 전송하는 생체정보전송부와 공동체서버에서 전송된 조치정보를 방역관리 플랫폼으로부터 수신하는 조치정보 수신부를 포함하여 구성하는 시스템으로 이루어져 있다. 아래와 같이 단말기의 구성요소로 이루어졌다(그림 1).



※ 자료출처 : 연구자 제시모델

그림 1. 집단방역 관리 시스템 구조 : 수신부

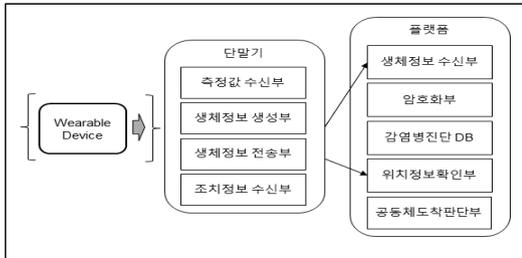
또한, 이 집단방역관리 플랫폼은 단말기로부터 생체정보를 수신하는 생체정보수신부와 생체정보수신부를 통해 수신된 생체정보를 블록체인 암호화 기술에 기반하여 암호화하는 암호부로 구성되어 있다. 이러한 시스템에서 감염병에 대한 증상을 데이터베이스화하여 증상정보를 저장하는 감염병 진단 데이터베이스와 생체정보 수신부를 통해 수신한 후 암호화된 생체정보와 감염병 진단 데이터베이스에 저장된 증상정보를 비교하여 생체정보를 나타낸 사용자를 유증상자로 확인하는 구성요소로 구성되어있다. 본 시스템의 유증상 수준에 대한 사용자의 단말기로부터 위치정보를 수신하여 해당 사용자의 위치를 확인하는 위치정보 확인부가 구성되어있다. 이러한 구성요소들의 상호작용을 통해 사용자의 위치에 기반 한 해당 사용자가 공동체에 도착하였는지 판단하는 공동체 도착 판단 시스템으로 구성되어 있다(그림 2).



※ 자료출처 : 연구자 제시모델

그림 2. 집단방역 관리 시스템 구조 : 방역관리 플랫폼

집단방역 플랫폼에 대한 시스템을 운영하는 공동체 서버는 집단방역관리 플랫폼의 유증상자 확인부와 공동체 도착 판단부를 통해 확인된 증상자 정보와 도착여부에 대한 정보를 수신하는 정보수신부와 이곳에 수신된 정보에 의해 조치정보를 생성하는 조치정보생성부를 통해 집단방역관리 플랫폼으로 전송하는 조치정보전송부를 포함하는 구성요소로 구성된다[그림 3].



※ 자료출처 : 연구자 제시모델

그림 3. 블록체인 기반의 집단방역 관리 시스템 세부 구조

IV. 결론

본 연구는 현재 전 세계적으로 심각성을 보이고 있는 COVID-19의 감염을 방지하고 안전하고 건강한 삶을 위한 대응방법을 제안하는 것이다. 최근 들어 다양한 방역 방법들이 제시되고 이를 기반으로 국가표준에 이르기까지 방역에 대한 중요성이 강조되고 있다. 또한 다양한 방법으로 강화된 방역관리를 실행하기 위한 노력들이 이루어지고 있다. 하지만 감염병은 유증상 및 무증상을 통한 전파 과정을 통해 개인의 위생과 건강을 위협하는 것은 물론 다양한 사회적 위기를 초래하고 있다.

감염병은 치료보다는 예방이 더 중요하게 여겨지고 있지만, 확실한 백신을 개발하지 못하는 상황에서는 전염을 차단하고 방지하는 것이 가장 효과적인 방법이다. 문제는 사회 구성원들의 대부분은 사회적 제안을 무시하고 개인의 이익을 위해서 지침을 위반하는 개별 행위를 하고 있다. 사회적으로 집단 방역의 입장과 개인의 영리 행위가 교차하는 지점에서 방역의 딜레마가 많은 위험을 노출시키고 있다. 즉, 집단(공동체)의 안전을 지키려는 과정에서 개인의 인권 침해 및 정보 유출 문제와 같은 이슈가 충돌하는 것이다.

일반적으로 팬데믹 상황에서는 개인의 인권 보다는 사회적 질서와 안녕을 위한 조치가 더 우선적으로 여겨진다. 결국 감염병 확산을 방지하기 위해서는 감염 의심자나 유사증상자 등의 자가 격리, 통제에 대한 방역 시스템은 중요한 방역 절차로 수용될 필요가 있다.

최근 4차산업혁명위원회 의결안건으로 ‘초연결·비대면 신뢰 사회를 위한 “블록체인 기술 확산 전략”이 발표되었다. 블록체인은 데이터를 블록에 탑재하여 체인으로 연결하여 운영하는 분산형 데이터베이스를 의미한다. 블록체인에서는 정보들이 중앙화 된 서버가 아닌 공공장부에 보관되기 때문에 모든 데이터는 공유되고 비교해볼 수 있다. 이렇게 블록을 이용한 P2P 네트워크를 구현할 수 있는 시스템에서 데이터 신뢰성이 높다는 점을 이용하여 다양한 분야에서 활용되고 있다. 그리고 IT기술이 발달함에 따라 데이터의 초연결이 제안되고 이를 통한 스마트한 디바이스 등의 출현으로 이에 따른 보완의 문제도 고려해야 한다. 다시 말해, 초연결을 통한 네트워크의 확장과 이를 통한 효율성, 생산성, 전력 사용 등의 측면에서 좋은 현상으로 제시되고 있지만, 비즈니스측면에서는 더욱 강력한 보완을 요구하게 된다. 이에 블록체인 기술은 인증에 대한 측면을 강화하고 데이터의 귀속과 유통을 개선하고 기록 및 관리하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 보인다. 이는 개인 데이터의 생성과 인증을 분산하는 기능의 블록체인을 통해 기존의 보완 성능을 강화하는 기능을 수행할 수 있다[21]. 이처럼 블록체인 기술이 감염병을 예방하는 시스템에 적용되면 개인의 생체 데이터의 신뢰성을 높이면서 구성원들의 인권을 안전하게 지킬 수 있다. 4차 산업혁명의 첨단기술로 평가되는 블록체인 기술은 감염병 대응

에 대한 활용뿐만 아니라 보건의로 및 다양한 분야에서 생성된 데이터에 대한 안정성과 보안성을 향상시키며 관련 분야의 효율적 관리를 가능케 한다.

본 연구의 내용은 집단에 감염병이 전파되는 것을 차단하고, 관리하는데 블록체인을 활용할 수 있는 방안을 검토하는 것이다. 기존의 방역 절차는 여러 가지 단점으로 감염 의심자에 대한 격리 및 관리 통제가 용이하지 않았다. 연구를 통해 검토해 본 시스템은 웨어러블 기기로부터 측정된 생체신호를 단말기가 수신하고, 단말기는 측정값에 기반을 둔 생체정보를 생성하여 방역관리 플랫폼으로 생체신호를 전송하여 방역관리 플랫폼을 운영하는 것이다. 플랫폼에서는 감염병진단 데이터베이스를 통해 해당 사용자의 유증상을 확인하고 유증상자로 판단되면 개인, 지정된 보호자 및 공동체 관리자에게 통보하여 적시적인 조치를 가능하게 한다. 즉 집단방역관리자는 감염 의심자에 대한 조치정보를 방역관리 플랫폼을 거쳐 단말기로 전송함으로써 공동체의 집단감염에 대한 방역을 선제적으로 처리, 조직의 안전을 지키는 것이다. 예를 들어, 학교의 경우에는 학생이 유증상을 나타내게 되면 학생 자신뿐만 아니라 학생의 부모와 학교 관리자(담임, 보건교사 등)에게 정보가 공유되어 일반 학생들의 등교를 사전에 통제할 수 있게 된다. 유사증상이 발생한 대상자와 시간에 따라 학생들의 등교 시점을 정확하게 판단할 수 있는 조치정보를 전송하게 되어 공동체의 안전을 유지하는 것이다. 여기서 주목해야 할 점은 시스템을 통해 공유되는 개인의 생체정보가 블록체인에 기록됨으로써 개인 정보 유출 및 인권 침해가 원천적으로 차단할 수 있다는 것이다. 결국, 모든 정보가 공개되어도 데이터의 암호화를 통해 정보의 보안성과 안정성을 높이게 되는 것이다. 그럼에도 불구하고, 개인정보 등에 대한 보호를 고려하지 않을 수 없다. 이와 같은 시스템을 가동하는데 있어서 개인정보보호법의 수범자로서 권리와 기술적 대안을 통한 오프체인 스토리지(Off-Chain Storage) 등과 같은 기술적 대안과 이를 통한 법적 효과에 대한 내용을 고려하지 않을 수 없다[22]. 결국 이러한 개인 데이터를 생성하고 관리하는 과정 속에서 개인의 인권 등을 포함한 권리를 침해하지 않도록 하는 제도적 시스템의 도입도 우선되어 할 것이다.

연구의 결과, 감염병 확산 방지를 위한 집단방역 관리 시스템에 적용된 블록체인 기술은 다양한 부분에서도 상용화 할 수 있을 것으로 판단된다. 일반적으로 첨단 기술이 사회적 요구에 맞추어 활용되기까지는 많은 시행착오와 오류를 수정하는 과정을 거친다. 그러나 이 연구를 통해서 블록체인 기술은 집단방역관리를 위한 의료분야에서 개인과 집단의 이익을 동시에 보호할 수 있는 기술로 확인되었다. 이는 COVID-19의 감염을 방지하기 위해 개인적 희생을 부득이 감수해야 했던 기존의 집단방역관리 방식이 개선되어야 함을 시사하고 있다.

본 기술적 특성을 기반으로 개인 및 집단의 모니터링을 통한 다양한 시스템에 적용이 가능하다. 이렇게 생성된 개인 정보를 기반으로 하는 빅데이터를 통해 건강관리 시스템 등에 활용이 가능하고, 건강예측 등의 적극적인 관리 시스템으로 활용이 가능하다. 이를 통해 향후 다양한 헬스케어분야에서는 블록체인 기술을 적극 활용할 것이며, 보다 강력한 신뢰기반의 안정적인 집단방역관리에도 기여할 것이다.

참고 문헌

- [1] K. H. Kwak, "Overseas travelers who violate self-quarantine are fined 2.5million won," KBS NEWS, 2021.06.01.
- [2] S. H. Choi and M. R. Ki, "Analyzing the effects of social distancing on the COVID-19 pandemic in Korea using mathematical modeling," *Epidemiology and Health*, Vol.42, pp.1-6, 2020.
- [3] D. V. Vega, "Lockdown, one, two, none, or smart. Modeling containing COVID-19 infection. A conceptual model," *Science of the Total Environment*: 138917, 2020.
- [4] Joint Ministries, *K-quarantine system 3T(Test-Trace-Treat) International standardization promotion strategy*, www.mfds.go.kr, 2020.
- [5] J. H. Hwang and D. W. Yi, "An Exploratory Study on the Educational Application of Blockchain Technology," *The Journal of*

- Education & Culture, Vol.25, No.2, pp.745-764, 2019.
- [6] J. H. Hwang, Y. M. Seo, S. W. Jeong, Y. S. Yang, J. W. Hong, and I. B. Song, *Future Society with Blockchain*, Parkyong Book, Seoul, 2020.
- [7] C. J. Park and K. M. Park, "Trend Analysis of Application Fields of Block Chain Technology using Patent Data," *The Journal of KINGComputing*, Vol.14, No.2, pp.72-81, 2018.
- [8] M. Swan, *Blockchain : Blueprinter for a New Economy*, O'Reilly Media, 2015.
- [9] M. H. Lim, *Utilization and Prospect of Blockchain*, Electronics and Telecommunications Research Institute, 2016.
- [10] J. M. Lee, "Accounting Education Needed in the Era of Big Data and BlockChain," *Korean Accounting Journal*, Vol.27, No.4, pp.1-30, 2018.
- [11] B. S. Choi, S. W. Oh, P. S. Chang, H. C. Yang, J. Y. Lee, S. Y. Lim, and S. M. Lee, "Top 10 trends in science and technology innovation at home and abroad in 2017," *SCIENCE & TECHNOLOGY POLICY*, Vol.27, No.1, pp.14-35, 2017.
- [12] KHIDI, "Innovative technology that drives changes in healthcare services," *Global Healthcare Industry at a Glance*, Vol.209, pp.1-22, 2016.
- [13] D. Ivan, "Moving Toward a Blockchain-based Method for the Secure Storage of patient Records," In *ONC/NIST Use of Blockchain for Healthcare and Research Workshop*, Gaintherbug, Maryland, United State: ONC/NIST, 2016.
- [14] T. S. Kim, W. J. Kim, D. Y. Lee, and I. K. Kim, "Patient information sharing system for suspected infectious disease based on Block Chain Network in FHIR," *Korea Information Science Society Conference*, 2016.
- [15] J. H. Park, K. B. Jang, H. J. Kim, and H. J. Seo, "Detecting Violation of Self-Isolation System Using Blockchain," *Korea Information Processing Society review*, Vol.27, No.2, pp.413-415, 2020.
- [16] S. Y. Kwon, "That precious vaccine... Vaccines that are discarded one after another due to absurd mistakes," *Asia Economic*, 2021.06.06.
- [17] WHO, *Global Surveillance and Monitoring System for substandard and falsified medicine products*, 2017.
- [18] Gunjan Bhardwaj, *Can Blockchain solve pharm's counterfeit drug problem?*, pharmaphorum, 2018.04.11.
- [19] 2020 Infection Disease Management Project Guidelines, Korean Center for Disease Control and Prevention[internet]. Available: http://cdc.go.kr/board.es?mid=a40305010000&bid=0019&act=view&list_list_no=365612&tag=&nPage=2.
- [20] J. H. Hwang, Y. M. Seo, K. H. Hwang, and J. W. Hong, *Blockchain-based Collective Quarantine Management System*, Patent Number 10-2213296, Korean Intellectual Property Office, 2021.
- [21] ITWorld, "6 blockchain use cases in the security field," 2018.02.09.
- [22] J. H. Lee, S. Y. Pyo, and S. Y. Lee, "A Study on the Privacy Act for Block-chain Based REC Transaction System," *Korean Lawyers Association*, Vol.68, No.6, pp.121-157, 2019.

저 자 소 개

서 용 모(Yong-Mo Seo)

중신회원



- 2021년 3월 ~ 현재 : 배재대학교 LINC+ 사업단
 - 2020년 2월 ~ 2021년 1월 : 한남대학교 LINC+ 사업단
 - 2016년 4월 ~ 2018년 3월 : 유원대학교 교양융합학부 조교수
 - 2010년 10월 ~ 2015년 10월 : 충남대학교 경영학부 초빙교수
- <관심분야> : 신제품 마케팅, 소비자행동, 디자인경영, 비즈니스 모델, 개방형 혁신, 블록체인

황 정 훈(Jeong-Hoon Hwang)

정회원



- 2016년 4월 ~ 현재 : 유원대학교
교양융합학부 조교수
- 2010년 3월 ~ 2016년 2월 : 경기
과학기술대학교 조교수

〈관심분야〉 : 블록체인, 평생교육, 미래사회와 학습