

신종 바이러스에 대응하는 스마트 고령자지원 시스템의 연구

조면균*

세명대학교 스마트IT학부 교수

A Study on the Smart Elderly Support System in response to the New Virus Disease

Myeon-Gyun Cho*

Professor, School of Smart IT, Semyung University

요약 최근 COVID-19와 같은 신종 바이러스 감염증이 확산하여 심각한 공중 보건 문제를 제기하고 있다. 특히 이러한 질병은 고령자에게 치명적으로 작용하여, 생명을 위협하고 심각한 사회적, 경제적 손실을 초래하였다. 이에 많은 산업분야에서 사물 인터넷(IoT) 및 인공 지능(AI)을 응용한 원격진료, 헬스케어, 질병예방 등의 애플리케이션이 소개되어 질병 감지, 모니터링 및 검역 성능을 향상하고 있다. 하지만 기존기술은 갑작스러운 전염병의 출현에 신속하고 통합적으로 적용되지 않기 때문에, 사회 속에 감염병이 대규모 감염 및 전국적 확산되는 것을 차단하지 못하였다. 따라서 본 논문에서는 바이러스 질병 정보 수집기를 통해 지역적 한계가 있는 다양한 감염 정보를 수집하고, AI 브로커를 통해 AI 분석 및 심각도 매칭을 수행하여 감염의 확산을 예측하고자 한다. 최종에는 질병관리본부를 통해 고령자에게 위험경보 발령, 확산 차단 문자 발송 및 감염지역 대피정보를 신속하게 제공한다. 현실적인 고령자 지원시스템은 감염자 발생지역 정보와 고령자의 위치정보를 비교하여 증강현실 기반의 스마트폰 애플리케이션으로 직관적인 위험지역(감염지역) 회피기능을 제공하고 감염지역 방문이 확인되면 자동으로 방역관리 서비스를 제공한다. 향후 제안시스템은 위치기반의 사용자 밀집도를 파악함으로써 갑작스런 인파 집중으로 인한 압사 사고를 사전에 예방하는 방법으로도 활용 가능할 것이다.

키워드 : 고령자 지원시스템, IoMT, 인공지능, 코로나 방역시스템, 감염지역 예측, 증강현실 애플리케이션

Abstract Recently, novel viral infections such as COVID-19 have spread and pose a serious public health problem. In particular, these diseases have a fatal effect on the elderly, threatening life and causing serious social and economic losses. Accordingly, applications such as telemedicine, healthcare, and disease prevention using the Internet of Things (IoT) and artificial intelligence (AI) have been introduced in many industries to improve disease detection, monitoring, and quarantine performance. However, since existing technologies are not applied quickly and comprehensively to the sudden emergence of infectious diseases, they have not been able to prevent large-scale infection and the nationwide spread of infectious diseases in society. Therefore, in this paper, we try to predict the spread of infection by collecting various infection information with regional limitations through a virus disease information collector and performing AI analysis and severity matching through an AI broker. Finally, through the Korea Centers for Disease Control and Prevention, danger alerts are issued to the elderly, messages are sent to block the spread, and information on evacuation from infected areas is quickly provided. A realistic elderly support system compares the location information of the elderly with the information of the infected area and provides an intuitive danger area (infected area) avoidance function with an augmented reality-based smartphone application. When the elderly visit an infected area is confirmed, quarantine management services are provided automatically. In the future, the proposed system can be used as a method of preventing a crushing accident due to sudden crowd concentration in advance by identifying the location-based user density.

Key Words : Elderly support system, IoMT, Artificial intelligence, Corona quarantine system, Prediction of infected area, Augmented reality application

This paper was supported by the Semyung University Research Grant of 2022.

*Corresponding Author : Myeon-Gyun Cho(mg_cho@semyung.ac.kr)

Received December 16, 2022

Revised January 4, 2023

Accepted January 20, 2023

Published January 28, 2023

1. 서론

한국은 2020년 기준 65세 이상 고령인구는 전체의 15.7%이다. 2025년에는 20.3%에 이르러 초고령화 사회에 진입하게 된다[1]. 또한, 산업화 및 핵가족화가 가속됨에 따라 가족과 같이 거주하지 않고 단독세대를 이루는 고령자 가구는 22.8%로 크게 증가하고 있다[2].

최근 SARS-CoV, MERS-CoV, COVID-19와 같은 감염성 바이러스 질환이 지속적으로 출현하여 심각한 공중보건 문제를 제기하고 있다[3-5]. 사스(SARS), 메르스(MERS), 코로나19(COVID-19)는 모두 발열, 기침 등의 증상이 공통으로 나타나며, 호흡기를 통해 사람 간 전파가 빠르게 확산한다는 공통점이 있다. 여전히 진행 중인 신종 바이러스 질환은 특히 고령자에게 위증할 뿐만 아니라 인명 피해로 이어져 심각한 사회적, 경제적 피해를 주고 있다[6].

현재 바이러스 전염병을 퇴치하기 위해 다양한 기술적 접근 방식이 등장하고 있는데, 그 중 IoMT(의료사물인터넷), 웨어러블 기기, AI 등 차세대 통신망을 포함한 디지털 기술이 대표적이다[7,8]. 의료 IoT라고도 알려진 IoMT는 의료 서비스를 제공하는 생체 인식 장치와 소프트웨어 애플리케이션의 통합을 도입한다[9,10]. 이때, 더 많은 모바일 기기가 IT 시스템과 연결되도록 하는 NFC(Near Field Communication)를 사용하는 프로그램의 수가 급격히 증가했다[11,12]. 대표적인 생체 인식 장치로는 사용자의 체온을 측정하여 보고하는 스마트 체온계[13], 병원의 위생문제를 경고하는 IoT 버튼[14], 원격 환자 모니터링을 위한 바이오 센서패치[15] 등이 소개되었다.

웨어러블(Wearable)은 인터넷에 연결 가능한 신체에 착용하는 장치를 의미한다. 웨어러블 디바이스는 사용자의 스트레스 수준과 체력을 모니터링할 수 있는 뛰어난 능력으로 인해 의료 분야에서 이상적인 수단으로 채택되어 왔다[16]. 여기에는 주기적으로 생체 정보를 관리자에게 보내는 스마트 워치[17], 사용자의 위치와 연락처를 추적하는 블루투스 워치 beacon[18], 임상의가 원격으로 환자를 평가할 수 있는 원격진료[19,20]가 포함된다. 이 웨어러블은 개별 스마트폰과 연결되어 인터넷에 접속해 주기적으로 데이터를 전송하는 것이 특징이다. 인공지능(AI)은 1956년 처음 등장한 이래 2000년에 획기적인 것으로 인식됐으며 올바르게 사용하면 다양한 바이러스 전염병에 매우 효과적인 도구가 될 수 있다[21]. AI가 전염

병을 퇴치하는 효과적인 방법을 나열하면 질병 모니터링[22] 및 위험 예측[23], 의료 진단 및 스크리닝[24], 치료 연구[25], 바이러스 모델링 및 분석[26], 잠금 조치 시험[27] 등이 있다. 이 AI 방법을 사용하면 바이러스 감염의 영향을 최단시간 내에 완화할 수 있다고 보고되었다. 기존의 IoT 및 AI 기술은 질병 탐지, 모니터링 및 검역을 향상할 수는 있지만, 전염병 발생에 신속하게 적용할 수 없으므로 감염 통제에 미치는 영향은 매우 제한적이다. 특히, 전염병이 전국적으로 빠르게 확산하는 상황에서 기존의 지역적 제약이 있는 방법으로는 대규모 감염을 막지 못하고 신속한 예측모델의 부재로 대규모 인명 피해가 불가피하였다.

따라서, 본 논문에서는 심각한 바이러스성 질병의 확산에 실시간으로 대응하기 위하여, AI 기반의 감염지역 확산지역을 예상함으로써 방역대책을 총괄하는 통합 질병관리 시스템을 제안한다. 바이러스 질병 정보 수집단계에서는 IoT 기기 신호, 질병 네트워크 모니터링 및 공개된 질병 예방 정보를 수집하고, AI 브로커는 수집된 정보를 기반으로 바이러스 질병 분류 매칭 및 AI 분석을 수행한다. 마지막으로 질병관리본부는 이용자인 고령자에게 가장 효율적이고 안전한 고령자 맞춤형 지원 서비스를 제공한다. 최종적으로 바이러스 등의 감염병에 취약하고 빠른 방역정보 획득이 어려운 고령자를 위하여, 스마트폰만 지니고 있으면 감염병 전염지역 및 위험지역을 신속히 피하도록 유도하고, 감염 위험이 있을 시 증강현실을 이용하여 직관적으로 적용 가능한 고령자향 감염회피 및 방역 지원 애플리케이션을 제시한다.

본 논문의 구성은, 먼저 2장에서는 IoT, 웨어러블 디바이스, 바이러스성 질병 예방을 위한 AI에 관한 기존 연구를 정리하고 기존 연구의 한계를 도출한다. 3장에서는 IoT와 AI 융합을 활용한 통합 바이러스 질병 관리 시스템을 제안하고 “융합 모델” 섹션에서 제안시스템의 작동 원리를 설명한다. 4장의 제안시스템의 구현 가능성을 타진하기 위하여 증강현실 기반의 고령자향 감염지역 회피 및 방역서비스를 제공하는 애플리케이션을 소개한다. 마지막으로 결론에서는 제안된 시스템의 의미를 설명하고 향후 제안시스템의 확장 가능성에 대해 논의한다.

2. 기존 연구

본 장에서는 고령자 지원시스템에 적용 가능한 기존의 기술들을 설명하고 그 한계점을 분석한다.

2.1 IoT를 이용한 생체정보 수집시스템

헬스케어 사물인터넷이라고 불리는 IoMT(Internet of Medical Things)는 생체센서 측정 장치와 소프트웨어 애플리케이션을 연결하여 강력한 의료 서비스를 제공한다 [7,8]. Fig. 1에서 볼 수 있듯이 IoMT는 IoT와 마찬가지로 잠재적인 애플리케이션의 수가 급격히 증가했는데, 그 이유는 점점 더 많은 모바일 장치에 NFC(근거리 통신) 모듈이 장착되어 이러한 장치가 IT 시스템과 상호 작용할 수 있기 때문이다[9,10].

IoT 애플리케이션은 환자모니터링, 약물 처방추적, 생체센서로 원격으로 건강정보 전송을 수행한다.



Fig. 1. IoMT(Internet of Medical Things)

생체 인식 데이터를 효율적으로 수집, 분석 및 전송할 수 있는 능력은 의료 애플리케이션이 IoMT 기술의 혁신적인 잠재력을 실현하도록 도와준다[11,12]. 다음은 감염병의 영향을 관찰하고 결과를 관리하기 위한 효과적인 IoMT 기술의 실제 활용 예이다.

2.1.1 스마트 온도계[13]

인터넷에 연결되는 체온계는 일반적인 독감을 추적하기 위해 개발되었지만, 모바일 애플리케이션과 연결하여 미국 전역의 체온 정보를 관련 기관에 즉시 전송할 수 있다. 이를 통해 미국 당국은 잠재적인 바이러스 감염 핫스팟을 식별함으로써 고열(감염자) 인구 지역을 모니터링할 수 있다.

2.1.2 IoT 버튼[14]

이것은 캐나다 병원의 높은 위생 기준을 유지하고 병원 감염의 수를 제한하기 위해 개발되었다. 병원 감염 시 공공 안전에 대한 위험을 최소화하기 위해 주변 지역에 신속하게 경고하도록 설계되었다.

2.1.3 바이오센서 패치[15]

가슴에 부착하는 바이오센서 패치로 가슴 부위에 고정된 일회용, 샤워 가능 및 경량 웨어러블 바이오센서 패치는 호흡수, ECG 추적 및 심박수와 함께 사람의 온도를 기록할 수 있다. 데이터는 사용자 패치에서 스마트폰으로 자동 전송되어 실시간으로 데이터를 볼 수 있다.

2.2 다양한 웨어러블을 이용한 원격진료

웨어러블은 신체에 착용하여 인터넷에 연결하는 기능을 갖는 장치를 말한다. 웨어러블 기기는 사용자의 건강 수준과 체력을 모니터링 할 수 있는 뛰어난 능력으로 인해 의료 분야에서 이상적인 수단으로 채택되었다[16]. 대표적인 기기는 다음과 같다.

2.2.1 스마트 워치[17]

체온, 맥박 등 생체 정보를 주기적으로 센터로 보내는 스마트 워치.

2.2.2 직장에서의 접촉식 추적 웨어러블[18]

블루투스나 비콘(beacon)을 이용한 사용자 및 접촉자의 위치 추적 장치

2.2.3 원격의료[19,20]

원격 환자 모니터링을 쉽게 하도록 웨어러블을 사용하는 것을 원격 의료라 하는데, 의사는 물리적 상호 작용 없이 환자를 평가, 진단 및 치료할 수 있다. Fig. 2는 원격 의료용 웨어러블 IoT의 아키텍처 요소를 보여준다. 먼저 웨어러블 생체센서를 통해 데이터를 수집 후 인터넷을 통해 클라우드와 빅데이터의 지원을 받아 분석된다. 최근 전염성이 높은 코로나바이러스가 출현한 후 웨어러블이 포함된 여러 IoMT 기술과 원격 의료 플랫폼의 연구가 급증했다.

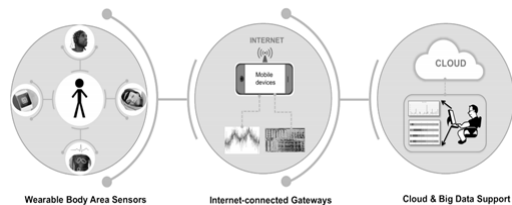


Fig. 2. Architectural elements of wearable IoT for tele-medicine

2.3 AI를 이용한 영상 신호 처리 및 바이러스 감염 탐지
인공지능은 1956년 연구가 시작된 이래 2000년대 기계 학습이 도입된 이후 획기적인 기술로 인식되었다. 인공지능을 적절히 사용하면 다양한 바이러스 감염에 대한 매우 효과적인 도구가 될 수 있다[21]. AI가 전염병을 퇴치하기 위한 실제적인 방법을 나열하면, Fig. 3에서 보듯이 질병 감시[22], 위험 예측[23], 의학적 진단 및 스크리닝[24], 치료 연구[25], 바이러스 모델링 및 분석[26], 잠금 조치[27] 등이 있을 수 있다.

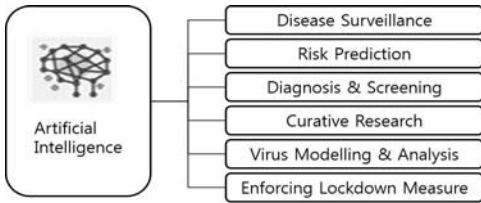


Fig. 3. Applications of AI for virus disease impact management

2.3.1 질병 감시[22]

질병, 특히 세계를 혼란에 빠뜨릴 수 있는 질병에 대한 적시 모니터링과 예측은 매우 중요하다. 건강 모니터링 회사인 BlueDot은 2019년 12월 말에 코로나바이러스가 임박했음을 WHO에 성공적으로 보고했다. BlueDot 모델은 기계 학습(Machine Learning)과 자연어 처리를 사용하여 새로운 질병의 증거를 찾고 전염병 학자보다 먼저 두 번째 SARS를 예측했다. 바이러스에 대해 수집된 대량의 데이터는 인공지능과 기술을 형성하여 인류에게 가장 큰 피해를 줄 수 있는 바이러스를 예측하는 데 사용되었다.

2.3.2 위험 예측[23]

AI를 코로나바이러스에 적용하는 또 다른 방법은 위험 예측이다. 일반적으로 감염 위험은 여러 요인에 의해 결정되는데, 여기에는 나이, 여행 이력, 위생 습관, 현재 건강상태, 기존 기저질환 및 가족력이 포함된다. 따라서 새로운 바이러스에 대한 취약성 정도(취약점 지수)를 도입하여 ML기반 전략을 추출할 수 있다. 이러한 바이러스에 대한 선제적인 지식은 의사와 헬스케어 제공자가 직면한 바이러스 확산 위협에 더 잘 대비하게 한다.

2.3.3 의학적 진단 및 검진[24]

바이러스 감염의 신속한 진단을 통해 정부는 질병의

확산을 방지하기 위한 효과적인 대응책을 취할 수 있다. 그러나 전 세계적으로 진단키트가 부족해 당국이 대규모 진단검사를 수행하기가 어려웠다. 이 문제를 해결하기 위해 AI는 다양한 방법을 적용하여 선별 및 진단 프로세스를 혁신하고 있다. 먼저 AI 기반 다감각 기술이 적용된 카메라를 통해 적외선 기반 체온 측정을 하고, 감염자가 발생하면 얼굴 인식을 통해 주변 사람을 찾음으로써 정확한 방역을 획득한다. 또한, AI 기술은 영상 기반 의료 진단을 통해 CT 스캔과 엑스레이 분석에 적극적으로 활용하게 된다.

2.3.4 치료 연구[25]

여러 연구기관에서 AI를 활용해 신종 코로나바이러스의 잠재적 치료제를 도출하고, 기존 약물의 활용도를 분석해 신약 개발에 박차를 가하는 연구를 진행하고 있다.

2.3.5 바이러스 모델링 및 분석[26]

바이러스 자체를 이해하는 것은 바이러스 감염에 대한 성공적인 치료법을 개발하는 데 중요하다. 바이러스는 일반적으로 잠금 및 키 메커니즘을 통해 숙주의 수용체에 결합하여 숙주 세포를 감염시킨다. 대부분의 억제제 기반 약제의 작동 메커니즘은 표적 세포의 수용체를 차단하여 이러한 일이 발생하지 않도록 하는 것이다. 따라서 효과적인 억제제의 설계를 위해 AI의 ML 기술은 가장 유용한 도구로 사용된다.

2.3.6 봉쇄 조치(Lock down) 관리[27]

전 세계의 많은 국가에서 AI를 사용하여 사회적 거리와 격리 조치를 시행하고 있다. 중국에서는 세계에서 가장 큰 AI 및 인터넷 회사 중 하나인 Baidu가 공공장소를 스캔하기 위해 컴퓨터 비전(Computer Vision) 구동 적외선 카메라를 개발했다. 이 카메라는 체온이 높은 사람을 식별할 수 있을 뿐만 아니라 내장된 얼굴 인식 시스템을 사용하여 제재를 따르지 않는 시민도 식별할 수 있다.

2.4 기존 바이러스 감염 예방법의 한계

기존 감염 예방 기술은 IoMT, 웨어러블 디바이스, AI 현장 기술을 독자적으로 적용해 바이러스 감염 진단 및 대응 체계를 제시했다. 그러나 제한된 기술을 신종 바이러스 감염에 매우 취약하여 생명의 위협이 있는 고령자가 실시간으로 안전하게 위험지역을 회피하도록 하는 고령자 맞춤형 서비스와는 거리가 멀다.

기존 IoT와 AI 기술을 통해 질병 감지, 모니터링, 검역을 강화할 수 있지만, 전염병 확산 이후에만 적용할 수 있어 예방 측면에서 효율성이 제한적이다. 특히, 교통의 발달로 전염병이 급속히 확산하는 상황에서 기존의 방법으로는 대규모 감염을 사전에 예측 및 예방하지 못했고, 전국규모의 감염병 통합시스템의 부재로 지역간 확산에 선제적이고 효율적으로 대응할 수 없었기 때문에 고령자의 대규모 인명 피해가 불가피했다.

따라서 본 논문에서는 호흡기로 전파되는 바이러스 감염의 공통점에 주목하고, 감염병이 본격화되기 전에 경고하고, 감염자의 이동을 제한하여 다른 지역으로의 확산을 방지한다. 또한, 통합 바이러스 감염관리 시스템을 제안하여 검역 후 관리가 가능하도록 했다. 특히 신종 바이러스에 취약한 고령자 맞춤형 신속 회피 및 사후 대응의 증강현실 기반의 스마트폰 애플리케이션을 소개하고자 한다.

3. 제안하는 스마트 고령자지원 시스템

본 장에서는 감염병에 취약하고 방역 정보의 접근에 어려움을 겪는 고령자를 위하여, 외출시 고령자가 회피해야 할 감염지역 정보를 도출하는 알고리즘을 소개한다. 먼저 바이러스 질병을 감지하고 조기 대응 시스템을 적용할 수 있는 바이러스 질병 관리 시스템이 필요하다. 따라서 AI와 IoT 융합 모델을 적용한 바이러스 질병 관리 시스템의 제안이 필수적이다. 아래의 Fig. 4는 바이러스 질병 통제 시스템의 전체적인 구조를 보여주고 있다. 먼저 사용자의 IoT 기기들로부터 수집된 정보와 질병 에이전트로부터 제공되는 질병감염 정보를 저장하여 AI 브로커의 해석으로 질병관리본부에 그 결과를 전달하고 사용자가 요구하는 다양한 감염대비 및 방역서비스를 제공한다.

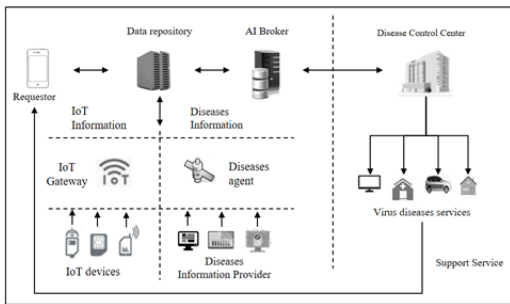


Fig. 4. Total structure of Virus disease control system

3.1 바이러스 질병 분석기술의 구성요소

인공지능과 IoT 융합 모델을 이용한 바이러스 질병 관리 시스템은 IoT에 적용된 기술적 요소와 인공지능 요소를 기반으로 한다. 먼저 에이전트(Agent)로부터 바이러스 질병과 관련된 정보 및 IoT 장치에서 생체 데이터를 수집한다. 수집된 검사 데이터는 데이터 처리 및 축약 단계에서 바이러스 질병 진단이 가능하도록 의미 있는 정보로 변환된다.

Fig. 5는 바이러스 질병 통제 시스템의 기술적 구성 요소와 그 흐름도를 보여주고 있다. 제안하는 시스템의 핵심 단계인 인공지능 분석은 수집된 정보를 기반으로 한 IoT 매칭 기법과 인공지능 분석 기법으로 구분된다. IoT 매칭 기술은 바이러스 질병분류 데이터와 수집된 정보를 매칭한다. 인공지능 분석 기법은 수집된 데이터를 분석하여 신종 바이러스 질병에 대한 정보를 생성하고 분류별 서비스 매칭은 분석 및 매칭 결과에 따른 분류별 서비스 정보를 제공한다. 이때 분류별 서비스 매칭은 분석 및 매칭 결과에 따른 분류별 서비스 정보를 제공한다. 질병예방 매칭 서비스는 바이러스 질병 분석을 기반으로 한 차등 대응 프로세스로 생성되며, 바이러스 질병 관리 센터에서 적절한 예방 및 후속 조치를 하게 된다.

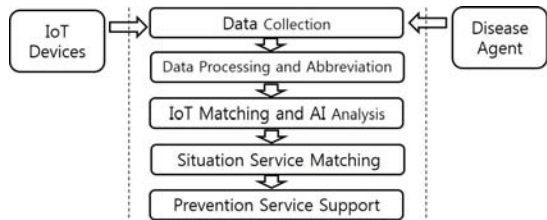


Fig. 5. Information collection and analysis technology components for virus disease control system

3.2 융합 모델을 적용한 바이러스 질병 통제 시스템

IoT 환경 수집 데이터와 에이전트 모니터링 정보를 기반으로 한 매칭 및 AI 분석 결과를 바탕으로 융합 모델을 이용한 바이러스 질병 관리 시스템을 구축한다. Fig. 6과 같이 제안하는 시스템은 바이러스 질병 정보 수집기, 질병 정보 저장소, AI 브로커로 구성된다. 중앙관제센터는 분석 및 매칭 정보를 바탕으로 적절한 질병 서비스를 받는다. 요약하면, 제안된 시스템은 바이러스 질병 발생 시 수집 및 분석 기법의 기술적 요소를 반영하여 효과적인 바이러스 질병 통제를 위한 조기 대응 및 적절한 서비스를 제공하는 것을 목표로 한다.

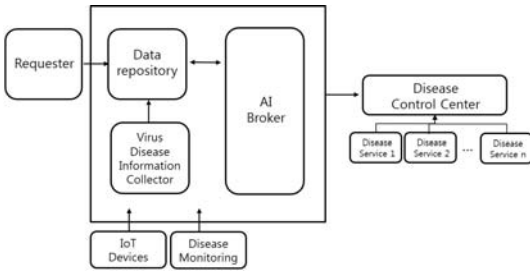


Fig. 6. Virus disease control system for the elderly

서비스 요청자는 질병 데이터 저장소에서 개별 질병 정보를 요청할 수 있다. 바이러스 질병 정보 수집기는 IoT 기기 정보를 수집하고, 질병 관리 서버로부터 질병 관리 서버로부터 바이러스 질병 정보를 수집한다. AI 브로커는 수집된 정보를 기반으로 바이러스 질병 분류 매칭 및 AI 분석을 수행한다. 그 결과를 바탕으로 분류별 서비스 정보를 제공하고, 심각한 단계에 대한 분류 정보를 중앙관제센터에 제공한다. 최종적으로 중앙관제센터는 수신된 정보를 활용하여 고령자에게 상황별 바이러스 질병 대응 서비스를 제공한다.

Fig. 6에서 바이러스 감염병 정보 수집단 만을 상세하게 그려보면 Fig. 7과 같다. 먼저 바이러스 질병정보 수집 단계에서 질병 네트워크 모니터링을 이용한 바이러스 감염단계 정보 수집, IoT 디바이스를 이용한 의심스러운 바이러스 감염정보 수집, 방역관리센터의 감염정보 정보공시 데이터를 참고하여 에이전트 모니터링을 통해 바이러스 감염단계 정보 수집후 바이러스 질병 발생에 대한 초기 정보를 제공하고 지역, 범위 및 전파 속도를 결정하게 된다. 질병 발생 정보의 수집은 유행성 바이러스 질병에 대한 정보, 지역 바이러스 정보, 신종 바이러스에 대한 정보 등록을 위해 사용된다. 바이러스 질병정보 수집자로부터 도출된 바이러스 감염단계 정보, 의심되는 바이러스 감염 정보, 질병 발생지역 정보는 데이터 저장소에 저장되어 AI 브로커에게 최종 제공된다.

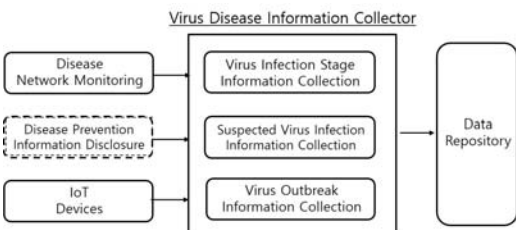


Fig. 7. Virus disease information collector

3.3 AI 브로커(Broker)와 AI 분석모듈

AI 브로커는 저장소의 IoT 기기 정보와 질병 네트워크 모니터링을 통해 수집된 정보를 기반으로 매칭 및 AI 분석을 수행한다. 질병 정보 필터링에서는 바이러스 질병 데이터를 추출하여 매칭 정보 및 분석 정보를 생성한다. 생성된 정보는 매치메이커 및 AI 분석 모듈에 제공된다. Match maker는 처리된 정보를 질병 분류 시스템의 기준과 일치시키게 된다. 법정 감염병 분류체계는 1급부터 4급까지 총 86개의 감염병을 나열하고 있으며 COVID-19는 1급 감염병으로 분류되어 있다[28]. 본 논문에서는 질병분류 시스템에서 COVID-19로 최종 판별된 경우에 대해서만 질병관리센터로 최종 데이터를 전송하기로 한다. 위에서 설명한 AI 브로커의 요소 그림은 Fig. 8과 같다. 질병분류 서비스 매치는 대상질병인 COVID-19의 검출 및 검출빈도에 따른 지역적 분포양상을 파악한다.

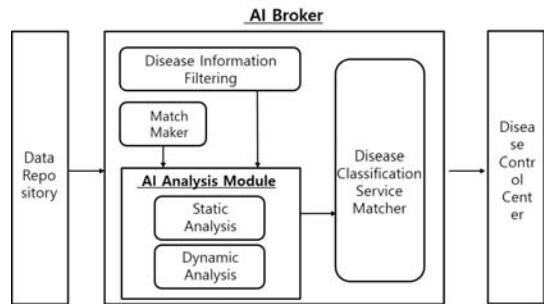


Fig. 8. AI broker for the proposed system

Fig. 9는 Fig. 8중에서 AI 분석 모듈을 그린 것으로, 제안 시스템은 AI 분석 모듈을 통해 정적 분석과 동적 분석을 통해 바이러스 질병 의심 정보를 탐지한다. 정적 분석은 기존 바이러스 질병 정보와의 유사성을 측정하여 변종 바이러스 질병을 탐지하고, 동적 분석은 새로운 유형의 바이러스 질병 정보를 탐지하는 데 사용된다.

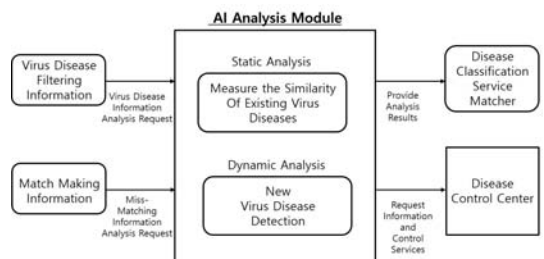


Fig. 9. AI analysis module for the proposed system

AI 분석 모듈 정적 분석은 수집된 바이러스 정보와 기존 바이러스 감염병 분류체계에서 정의한 바이러스 요소 간의 유사성을 분석한다. 감염병 증상, 감염 형태, 유행기간 등 감염병 분류체계를 정의하는 요인을 기반으로 COVID-19의 유사성을 분석한다. 다이내믹 분석은 매치 메이커의 불일치 정보를 기반으로 바이러스 유형, 발생 위치, 전파력, 감염 전파력, 기존 바이러스 요인 등 바이러스 질병 요인을 감시하고 분석후 새로운 질병임을 질병 관리 센터로 알려준다. AI 모듈 분석 결과는 감염병 분류 체계 기준[28]을 이용하여 질병분류 서비스 매칭기 및 질병관리 센터에 적용된다. 여기서 질병 분류 서비스 매치(matcher)는 관심대상 바이러스 질병의 검출, 발생빈도, 지역적 분포를 확인하여 향후 고령자가 회피해야 할 지역을 선정하는데 직접 적용된다.

3.4 질병관리본부의 역할 및 서비스 지원

질병관리본부는 질병분류 서비스 매칭기 및 AI 분석 모듈 정보를 기반으로 방역대응 서비스를 제공한다. 기존 질병분류 시스템에 적용된 감시 및 봉쇄를 포함한 확장된 질병 서비스를 제공한다. 질병관리본부는 매칭 정보와 AI 분석 정보를 바탕으로 상황별 서비스 및 예방을 지원하여 바이러스 질병에 대한 조기 대응을 지원한다.

Table 1. Summary table of virus prevention services provided by the disease control center

No	Category	Contents
1	Disease outbreak prediction and route service	• Analyzes weather, traffic, and sickness occurrence information to warn of predicted onset areas
2	Medical checkup guidance service in case of infection	• Patient occurrence area medical examination request information • Provide epidemiological investigation information
3	Virus infection screening service	• Online/Offline Infection Diagnosis • Infected people hospital treatment and suspect management
4	Self-isolation monitoring service	• Self-isolator Status Monitoring • Self-isolator location- based surveillance monitoring
5	Infection spread prevention and warning service	• Prevention of spread due to withdrawal from the infected person • Hazard warning through patient movement check
6	Post-service management of infected patient	• Follow-up observation of infected patients • Environmental dis-infection of infected patients

요약하면 질병관리본부는 감염 예측 및 확산경로 정보, 질병발생 시 조기진단 유도, 바이러스 감염 진단, 자

가격리 모니터링, 감염확산 예방 및 경고, 감염환자 사후 관리 등을 제공한다. 질병관리본부는 서비스 제공자와의 통합 지원시스템을 구축하여 바이러스 질병 확산에 조기에 대응할 수 있습니다. 또한, 당국(질병관리본부)이 관리 서비스의 요청자에게 다양한 지원 서비스를 제공하여 초기 감염 환경에서 바이러스 확산을 방지하고 효과적 방역 대책 수립에 이바지할 수 있다.

Table 1은 질병관리본부에서 지원 가능한 서비스들을 요약해서 보여주고 있다. 대표적인 서비스로는 감염 발생 지역 예측 및 확산경로 서비스, 감염 시 질병 검진 안내 서비스, 바이러스 감염 색출 서비스, 자가격리 모니터링 서비스, 감염 확산방지 및 경고 서비스, 감염된 환자의 사후 관리 서비스 등이 있다.

4. 신종 바이러스 회피 및 방역관리를 위한 스마트 고령자지원 시스템의 구현

본 장에서는 IT 기기의 적극적 활용에 어려움을 겪는 고령자를 위해 외출시 증강현실(augmented reality) 기반으로 감염지역을 표시하여 회피하도록 하고, 감염지역에 노출시 자동으로 방역관리 센터로 연락이 되어 고령자에게 신속한 검사시행 및 사후 방역관리가 가능한 시스템을 구현한다.

4.1 증강현실을 이용한 고령자향 실시간 감염지역 회피 서비스 및 자동방역 지원 서비스

3장에서 제안한 IoT와 AI를 이용한 바이러스 감염증 관리 시스템은 고령자가 처한 외부환경 정보를 정확하게 분석함으로써 코로나의 확산지역을 예상할 수 있다. 이러한 감염증 발생과 확산 예상지역과 고령자의 위치정보를 바탕으로 외출시 회피해야 할 지역을 선정하게 된다.

Fig. 10에서 보이듯이, 제안시스템은 생체센서 측정부와 서버/인공지능 분석부(DB, 웹, AI 엔진포함)으로 구성되어 있다. 먼저 생체센서 측정부는 체온, 심박수, 산소포화도(SpO2)을 포함하며 Raspberry Pi에 연결되어 무선(wifi)를 통해 소켓서버를 통해 적절한 포맷으로 변경되어 DB서버로 전송된다. 추가적으로 사용자가 지니고 다니는 스마트폰으로부터 사용자의 위치정보 및 점포방문 정보(카드사용내역)를 획득하게 된다. 의료용 생체센서 데이터와 의사의 검진정보를 데이터베이스 서버에 저장하고, 감염병의 방역 당국으로부터 최신 감염자 발생지역 정보를 수집한다. 또한, 고령자가 외출시 스마트폰으로부

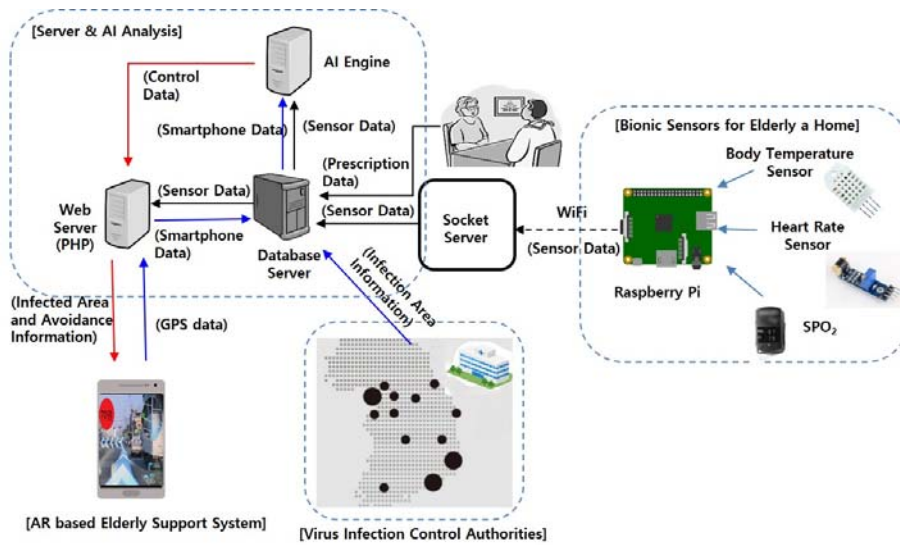


Fig. 10. Implementation block diagram of AR based virus infection defence system for the elderly

터의 위치정보를 수집하여 웹 서버에 저장한다. 두 번째로 서버와 AI 분석부에서는 두 개 서버로부터 축적된 정보를 AI 엔진으로 분석하여 고령자의 건강상태와 외출시 위치(동선) 정보 및 코로나 감염증 확산상황을 정확하게 판단함으로써 고령자가 회피해야 할 지역정보를 알려주게 된다. 만약 부주의로 감염지역을 최근에 방문한 경우 방역당국에 이 사실을 알리고 사용자에게 코로나 검사 및 병원진료를 요청하게 된다.

먼저 고령자가 코로나 감염으로부터 안전할 수 있도록 먼저 DB 서버에서는 방역당국의 감염지역 정보, 사용자의 위치정보(동선 및 방문정보)를 수집하게 된다. 두 번째로 웹서버에서는 AI엔진 서버의 컨트롤 신호에 따라 감염증의 지역적 확산을 사전에 예측한다. 예를 들면 코로나로 감염지역 및 확산 예상지역에 고령자가 방문하게 되면 그 지역을 빠르게 회피할 수 있도록 한다. 만약 부주의로 인해 감염지역을 방문한 것으로 판명되면 바로 사용자에게 코로나 검사를 하고 병원에 들러 치료를 받을 수 있도록 지도한다.

4.2 증강현실을 이용한 고령자향 실시간 감염지역 회피 서비스 및 자동방역 지원 서비스

본 절에서는 제안하는 증강현실 기반의 고령자용 감염지역 회피 및 방역지원의 스마트폰 애플리케이션의 구성도와 동작 알고리즘을 설명한다.

먼저 AI를 이용하여 고령자가 위치한 지역의 감염자

정보 및 감염자가 다녀간 장소(점포)에 대한 정보 및 향후 감염 예상지역을 지역 기반으로 도출한다. Table 2는 고령자 주변지역을 감염의 정도에 따라 4단계로 분류한다. 미감염 지역, 경미지역, 경계지역, 마지막으로 위험지역으로 분류되어 사용자의 스마트폰을 통해 해당하는 반응을 한다.

Table 2. Classification of risk levels according to degree of COVID-19 infection

Category	Judgment scale	Corresponding reaction
Non-infectious area	• In a 1km radius area, the number of infected people is zero	-
Minor Infectious area	• In a 1km radius area, the number of infected people is less than 5	• Notify by text message that it is an infected area
Alerting infectious area	• In a 1km radius area, the number of infected people is less than 50.	• Notifies that it is an infection alerting area and informs the number of infected people and stores • Recommending to wear a mask and to pass quickly
Warning infectious area	• In a 1km radius area, the number of infected people is less than 500.	• Indicates that it is a warning area with a red no-entry sign on the screen • Displays the route to avoid the infected area on the screen

먼저 비감염지역과 경미지역의 경우 평소와 같이 고령자가 방문함에 제한이 없다. 하지만 경계지역의 경우 점포 방문 시 반드시 마스크를 착용해야 하며 마스크를 벗거나 음식물을 섭취하는 행위는 허용되지 않는다. 마지막

위험지역은 점포 방문은 물론 지역으로의 출입이 차단되어 다른 길로 이동해야 한다.

Fig. 11은 코로나 감염지역 및 방역정보등의 접근이 어려운 고령자에게 직관적으로 스마트폰 카메라만 비추면 안전한 지역인지 아닌지를 알 수 있도록 하는 애플리케이션의 구성도를 나타내고 있다. 먼저 Fig. 11-(a)는 애플리케이션의 초기화면으로 가운데 지도버튼을 누르면 위치정보 활용이 활성화되어서 사용자 위치기반의 증강현실 프로그램이 작동하게 된다. Fig. 11-(b)는 주변에 경계지역이 있을 때 나타나는 화면으로 전방지역 감염점포의 개수 및 감염자 숫자 정보가 보이게 된다. 이 경우 고령자 이 지역을 신속하게 지나갈 것이 권고된다. Fig. 11-(c)의 경우는 주변에 위험지역이 있을 때의 상황을 나타낸 것으로 전방지역이 위험지역으로 판단되어 이 지역을 지나 는 대신 다른 경로로 빠져나가도록 안내되는 모습이다.

그리고 고령 사용자가 경계지역 및 위험지역의 점포에서 일정시간 머무르거나 음식점 이용한 내용이 확인되면 자동으로 방역당국에 관련 정보가 전송되어 고령자에게 코로나검사 및 관련 방역조치를 따르도록 메시지가 발송 된다.



Fig. 11. AR based smartphone application for evacuating the infected area (a) Homepage screen shot of the proposed application, (b) A screen that informs the risk of infection when the elderly are in an alerting area, (c) A screen that informs the evacuation route when the elderly are in a warning area

4.3 증강현실 기반의 고령자지원 시스템의 확장 가능성

최근 이태원지역에서 대규모의 인파가 한꺼번에 좁은 골목에 모이면서 300여 명이 압사하는 사건이 발생하였

다. 이때 사고당한 대부분이 젊은 사람이었음에도 인명 피해가 컸는데 기저질환이 있는 고령자라면 피해는 훨씬 더 심각했을 것이다. 그러므로 Fig. 11과 같이 증강현실을 사용하는 위치기반 위험경고 서비스를 인파가 몰리는 골목 등을 확인하는 방법으로 사용한다면 고령자는 인파가 몰릴 것으로 예상하는 골목을 피해서 안전하게 자신의 목적지에 도달할 수 있을 것이다. 제한하는 증강현실 기반의 위험경고 서비스는 진행 방향 전면에 스마트폰 카메라만 비추게 되면 코로나 감염으로 인한 위험지역인지 인파가 몰려 압사가 예상되는 지역인지를 시각적으로 알려 주게 되어 IT 기기에 익숙하지 않은 고령자라도 쉽게 위험지역에서 벗어날 수 있을 것이다.

5. 결론 및 토의

바이러스 질병은 호흡기를 통해 감염되는 질병으로 감염지역에서 다른 지역으로 빠르게 확산하는 경향이 있다. 그러므로 바이러스 감염에 취약하고 감염시 결과가 치명적인 고령자의 경우, 바이러스가 광범위하게 퍼져 있는 위험지역을 절대적으로 피해야 한다.

본 논문에서는 감염병 바이러스 질병에 능동적으로 대응할 수 있는 IoT/AI 융합 모델을 이용한 바이러스 질병 통제 시스템 및 고령자향 감염지역 회피 서비스를 제안하였다. 먼저 IoT/AI 융합 질병관리 시스템 모델은 질병 확산 및 봉쇄에 조기에 선제적으로 대응하는 것을 목표로 한다. 또한, 특정 지역에 유행하는 바이러스 질환 정보 모니터링을 통해 질병 정보를 수집하여 기존 질병과의 유사도를 측정하여 전파 및 확산 가능성을 분석하여 감염지역 및 확산 예상지역을 실시간으로 파악 및 예측한다. AI/IoT 기반으로 도출된 감염지역 및 감염확산 예상지역 데이터를 고령자의 스마트폰으로 전송하여 현재 사용자가 있는 위치 정보와 비교하여 4단계로 판명한다. 판명된 결과에 따라 증강현실 기술을 이용하여 직관적으로 쉽고 빠르게 경계지역, 위험지역을 회피할 수 있도록 안내한다.

향후 실시간으로 위치기반의 인구 밀집도 정보를 활용할 수 있게 된다면, 최근 크게 사회문제가 되었던 이태원 참사와 같은 인명 밀집으로 인한 압사 사고 예방에도 제한하는 위험지역 회피 서비스를 적극적으로 활용할 수 있을 것이다.

REFERENCES

- [1] K. H. Suh (2006). Health and quality of Life for Korean people in ageing society. *Korean Journal of Culture and Social Issues*, 12(5), 133-147.
- [2] D. J. Kim (2012). Social difficulties of the elderly living alone and social welfare policy alternative. *Journal of Social Welfare Support*, 7(1), 217-239.
- [3] L. Gao, Y. Ding, H. Dai, Z. Huang, S. Shao (2004). A novel fingerprint map of SARS-CoV with visualization analysis. *Third International Conference on Image and Graphics (ICIG'04)*, 1-4.
- [4] A. Zarrad, A. Jaloud, I. Alsmadi (2014). The Evaluation of the Public Opinion - A Case Study: MERS-CoV Infection Virus in KSA. *2014 IEEE/ACM 7th International Conference on Utility and Cloud Computing*, 664-670.
- [5] M. Cascella, M. Rajnik, A. Cuomo, S. C. Dulebohn, and R. Di Napoli (2020). Features, evaluation and treatment coronavirus (COVID-19). Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554776/>
- [6] World Health Organization (2020). Coronavirus disease (COVID-19) Pandemic. Retrieved from
- [7] S. H. Sim and M. G. Cho (2019). A study on Web service supporting mobility of users using ICT-based autonomous feedback knowledge information. *Personal and Ubiquitous Computing*, 23(3-4), 1-11.
- [8] V. Chamola, V. Hassija, V. Gupta, M. Guizani (2020) A Comprehensive Review of the COVID-19 Pandemic and the Role of IoT, Drones, AI, Blockchain, and 5G in Managing its Impac. *IEEE Access*, 8(1), 90225-90262.
- [9] V. Hassija, V. Chamola, V. Saxena, D. Jain, P. Goyal, and B. Sikdar (2019). A survey on IoT security: Application areas, security threats, and solution architectures. *IEEE Access*, 7(1), 82721-82743.
- [10] S. Vihnu, S. R. Jino, R. Jegan (2020) Internet of Medical Things (IoMT)-An Overview. *International Conference on Devices, Circuits and Systems (ICDCS)*, 10-13.
- [11] S. Arora (2020). IoMT (Internet of Medical Things): Reducing Cost While Improving Patient Care. *IEEE Access*, 11(5), 24-27.
- [12] J. J. P. C. Rodrigues, D. B. D. R. Segundo, H. A. Junqueira, M. H. Sabino, R. M. Prince, J. Al-Muhtadi and V. Hugo C (2018). Enabling technologies for the Internet of health things. *IEEE Access*, 6(1), 13129-13141.
- [13] D. G. Mcneil, Jr (2020). Can smart thermometers track the spread of the Coronavirus?. Retrieved from <https://www.chicagotribune.com/coronavirus/sns-nyt-smart-thermometers-track-spread-coronavirus-20200319-chdh33yrkd47pjrtpfbnxp4a-story.html>
- [14] J. Watson and J. Builta (2020). IoT Set to Play a Growing Role in the COVID-19 Response Omdia. *OMDIA*, Retrieved from <https://technology.informa.com/622426/iot-set-to-play-a-growingrole-in-the-COVID-19-response>
- [15] N. S. Medical Devices (2020). Life Signals to Roll Out Biosensor Patch for COVID-19 Monitoring. *Diagnostic Devices*, Retrieved from <https://www.nsmedicaldevices.com/news/lifesignals-biosensor-patchcovid%19/>
- [16] F. J. Dian, R. Vahidnia, A. Rahmati (2020). Wearables and the Internet of Things (IoT), Applications, Opportunities, and Challenges: A Survey. *IEEE Access*, 8(1), 69200-69211.
- [17] T. Yannone (2020). Could Fitness Wearables Help Detect Early Signs of COVID-19?. *Boston Magazine*, Retrieved from: <https://www.bostonmagazine.com/health/2020/04/03/fitness-wearables-coronavirus/>
- [18] S. Berryhill, C. J. Morton, A. Dean, A. Berryhill, N. Provencio-Dean, S. I. Patel, L. Estep, D. Combs, S. Mashaqi, and L. B. Gerald (2020). Effect of wearables on sleep in healthy individuals: A randomized cross-over trial and validation study. *Journal of Clin. Sleep Med*, 8356-8360. DOI : 10.5664/jcsm.8356.
- [19] J. R Barr, D. Auria, F. Persia (2020). Telemedicine, Homecare in the Era of COVID-19 & Beyond. *2020 Third International Conference on Artificial Intelligence for Industries (AI4I)*, 48-51.
- [20] T. H. Davenport, S. M. Miller (2022). Good Doctor Technology: Intelligent Telemedicine in Southeast Asia. *MIT Press*, 115-123.
- [21] X. Huang (2020). Application analysis of AI reasoning engine in microblog culture industry. *Personal and Ubiquitous Computing*, 24(1), 393-403.
- [22] M. Hollister (2020). COVID-19: AI can help but the right human input is key. *World Economic Forum*, 2020. Retrieved from <https://www.weforum.org/agenda/2020/03/COVID-19-crisis-artificialintelligence-creativity/>
- [23] B. Kaur, A. Verma (2021). Artificial Intelligence in the Fight Against Covid-19 (Coronavirus). *2021 Sixth International Conference on Image Information Processing (ICIIP)*, 10-15.
- [24] Q. An, Q. Gao, Z. Gao, Y. Qian (2022). A Survey of Machine Learning Technologies for COVID-19 Pandemic. *2022 14th International Conference on Computer Research and Development (ICCRD)*, 7-11.

- [25] L. Mertz (2020). AI-Driven COVID-19 Tools to Interpret, Quantify Lung Images. *IEEE Pulse*, 11(4), 2-7.
- [26] C. Qin, A. ídek, A. W. R. Nelson, A. Bridgland, H. Penedones, S. Petersen, K. Simonyan, S. Crossan, P. Kohli, D. T. Jones, D. Silver, K. Kavukcuoglu, and D. Hassabis (2020). Improved protein structure prediction using potentials from deep learning. *Nature*, 577(7792), 706-710.
- [27] X. Jiang, M. Coffee, A. Bari, J. Wang, X. Jiang, J. Huang, J. Shi, J. Dai, J. Cai, T. Zhang, Z. Wu, G. He, and Y. Huang (2020). Towards an artificial intelligence framework for data-driven prediction of coronavirus clinical severity. *Computers, Materials & Continua* 2020, 63(1), 537-551.
- [28] Korean Disease Control and Prevention Agency (2022). Case Definitions for National Notifiable Infectious Disease. *jdca.go.kr*, Retrieved from <https://blog.naver.com/myphenomen/222694226112>

조 면 균(Cho, Myeon-gyun)

[정회원]



- 1994년 2월 : 한양대 전자통신공학과 (공학학사)
- 1996년 2월 : 한양대 전자통신공학과(공학석사)
- 2006년 8월 : 연세대 전기전자공학과(공학박사)
- 2008년 3월~현재 : 세명대학교 스마트IT학부 교수
- 관심분야 : 인공지능, 가상현실/증강현실, IoMT
- E-Mail : mg_cho@semyung.ac.kr