

# 감염병 재난에 대응하기 위한 의료 인공지능의 기술 표준 동향

Current Trends and Standardization Efforts of  
Medical Artificial Intelligence on Infectious Disease Outbreaks

**AI**



## ❖ 요약

세계화와 교통발달, 기후변화와 같은 환경 변화 속에서 인류를 위협하는 감염병 재난은 발생 주기가 빨라지고 있고 인류 건강과 사회 안전을 위협하는 큰 요소가 되어가고 있다. 특히 최근 코로나 바이러스(COVID-19) 재난을 통해 알 수 있었던 것과 같이, 재난의 급속한 확산 속에서 보다 빠르게 사전 위험을 탐지 예방하고, 감염병 발생 시에는 신속 분류 진단하고 모니터링하며 조치할 수 있도록 하는 감염병 대응 체계와 이를 지원할 수 있는 ICT 기술에 대한 필요성은 급격하게 높아졌다.

규칙 정형화가 어려운 분야에서 딥러닝과 인공지능 기술을 적용하면 빠른 대응을 해볼 수 있다는 큰 장점을 갖는다. 이러한 이유로 감염병 추세 파악, 전파확산 예측, 신속 진단 도구의 개발 등에 인공지능을 적용하기 위한 많은 시도들이 있었다. 그러나 동시에 신뢰성 있는 데이터의 확보와 신뢰도를 보장할 수 있는 응용 개발, 프라이버시에 대한 보호 이슈 등과 같은 많은 이슈들도 부상시켰다.

이에 본 보고서에서는 인공지능 기술을 활용하는 감염병 재난 대응 사례과 관련 기술 표준의 연구개발 동향들을 살피고, 국가 감염병 방역체계에 인공지능 기술을 적극 활용하기 위해 필요한 요소들을 살펴보았다.

## ❖ 키워드

감염병 재난, COVID-19, 코로나 바이러스, SARS-CoV-2, 전염병, 인공지능, 표준화, 자동진단지원시스템, 음성인식,

## ❖ DOI

DOI: 10.22648/ETRI.2020.B.000005

## ❖ 오픈소스 북 프로젝트

<https://github.com/hollobit/COVID-19-AI-Book>

## ❖ Abstract

In the midst of rapid environmental disruption caused by globalization and climate changes, the influence and consequence of infectious disease outbreaks have been accelerating unprecedently to become a major threat to individual health and social well-being.

In particular, as evidenced by recent Coronavirus Disease (COVID-19) pandemic, careful monitoring and timely intervention on infectious disease outbreak is essential to minimize morbidity and mortality. Thus, a dire need to develop a system to deliver rapid triage, diagnosis, and treatment arises, to overcome current global crisis.

Since various methodologies using artificial intelligence (AI) have proven efficient and effective in industries including healthcare, many attempts have been made to apply AI technology to better understand current COVID-19 crisis, and develop diagnostic and interventional tools. At the same time, we have observed the emergence of many technical pitfalls and challenges such as reliability of the data, trustworthiness of applications, and privacy protection. In this report, we summarized the cases of infectious disease outbreak responses using AI-driven technology and trends of related standardization efforts. We also investigated essential elements needed to construct the AI-driven infectious disease response systems at the national and global level.

## ❖ Keyword

Infectious disease outbreak, COVID-19, Coronavirus, SARS-CoV-2, infectious disease, artificial intelligence, standardization, computer-aided diagnosis, clinical decision support system, machine learning, prediction

## ❖ DOI

DOI: 10.22648/ETRI.2020.B.000005

## ❖ Open-source book project

<https://github.com/hollobit/COVID-19-AI-Book>



# Executive Summary

## ◆ AI 기반의 감염병 대응 필요성과 가능성 확인

- **(연구 시작 단계)** 인공지능을 활용한 감염병 재난 대응 기술 연구는 이제 시작 단계로, 많은 연구들이 시작되고 있고 앞으로도 다양한 국제 협력과 연구개발이 진행되면서 성과 발표와 분석이 이어질 전망.
- **(AI 기반 감염병 대응 필요성)** 감염병 재난이 인류가 직면한 큰 도전 중 하나임을 인식하면서, 이를 극복하기 위한 수단으로 AI 기술 활용 사례들이 급증하고 있기에 지속적인 관심과 대응이 필요함
- **(AI는 방역지원 도구)** 감염병과의 싸움에서 감염병 발생의 조기 예측부터 진단기술 개발, 접촉자 추적, 신약 개발까지 감염병 대응의 전 과정에서 인공지능이 중요한 역할을 하게 될 가능성을 확인하였고, 포스트 코로나 이후에도 국가방역체계 고도화와 국민 안전 모도에 대한 기여도는 계속 높아질 전망
- **(AI 기술과 응용 발전)** ML/DL, 자연어처리, 음성인식과 같은 AI 기술들은 빠르게 융합되고 발전하면서 재난 방역 단계별로 필요한 새로운 AI 응용 사례들을 만들어 내고 있음. 제품화 수준이 높고 시장성이 높은 자동진단 지원, 원격환자 모니터링과 예후 예측, 자동응답, 접촉자 추적, 신약 연구 등의 영역에서 지속적인 투자와 연구개발이 진행될 것임

## ◆ 제약과 한계를 고려한 접근이 반드시 필요

- **(제약과 한계)** 많은 가능성이 있지만, 데이터 활용상의 제약을 비롯해, AI 예측 결과를 아직 완벽하게 신뢰할 수 없거나 의료 현장에서 안심하고 사용할 수 없다는 한계점이 있음. 실제 완성도를 달성한 사례도 소수이고, 객관적인 검증 결과들이 발표되지는 않았음. 그러므로 반드시 이런 제약과 한계를 인식하고 접근하는 것이 필요함
- **(프라이버시와 윤리)** AI 데이터를 활용하여 원하는 성과를 달성하기 위해서는 무엇보다도 고품질의 데이터 확보가 중요하나, 이 과정에서 개인정보보호 및 윤리적 문제 등도 함께 고려되고 해결되어야 함

### ◆ 개방형 다학제 협력이 동반되어야 함

- **(다학제 협력)** 감염병 재난 대응을 위한 AI 기술 분야는 의료 전문가, 감염병 전문가, 인공지능 전문가, 바이오 전문가들의 협업과 다학제 연구가 필수적이기에 이를 지원하는 노력이 필요
- **(개방형 혁신)** 감염병 재난은 한 국가의 문제가 아니라 인류가 함께 해결해야 하는 문제이기에, 신종 감염병 위협에 빠르게 공동 대응하기 위해서는 개방과 공유에 기반한 국제 협력이 가능해야 함. 오픈데이터와 오픈소스, 그리고 오픈사이언스의 중요성이 부각되고 있으며, 개방형 협력과 혁신 노력은 AI 기술 발전과 관련 산업 발전을 더욱 가속화시킬 것임

### ◆ 국제 표준 기반의 글로벌 협력 체계 구축이 필요

- **(국가간 차이 극복)** 국경을 초월한 국제 협력을 위해서는 데이터 신뢰도, 표준, 호환성, 품질 및 해석 기준, 국가별 규제 차이 등과 같은 많은 문제점의 해결이 함께 필요
- **(신속 대응 협력 체계)** 신속하게 양질의 데이터가 공개 되고 활용될 수 있는 체계와 익명화된 임상 데이터를 공유할 수 있는 개방형 글로벌 저장소가 필요하며, 데이터를 안전하게 교환할 수 있는 표준화된 체계와 정보보호 체계가 만들어져야 함
- **(표준화 체계 구축)** 신종 감염병 대응을 위해 의료 AI 응용들이 유기적으로 연계되고 상호호환성을 가질 수 있도록 표준화 체계 구축이 시급히 필요하며, 국내 AI기술과 ICT를 기반으로 하는 K-ICT방역 국제표준화 활동을 적극적으로 지원 하는 것이 필요함



# Executive Summary

## ◆ Necessity and Potential Power of AI-based Infectious Disease Response System

- **(Conceptual Stage)** Research on AI-based tools for infectious diseases outbreak is in its infancy. However, we observe a rapidly growing body of literature with international collaboration on research and development.
- **(Necessity of AI-based Infectious Disease Response System)** This collaboration is based on the consensus that the infectious disease outbreak is one of the great challenges that human civilization encounters now.
- **(Artificial Intelligence – An Excellent Tool for Pandemic Response System)**  
With the enormous power to recognize characteristic patterns from complex data, the AI-based tools provided excellent performances throughout the entire process of infectious diseases response system in current COVID-19 crisis, including early prediction of the disease outbreak, development of diagnostic technology, tracking of contacts, and the development of new therapeutic agents. In addition, Post-COVID-19 pandemic, we anticipate the contribution of AI-based technology will continue in advancing the national disease monitoring system and improving public health at an individual or community level.
- **(Expanding Horizon for AI-based Technologies and Applications)** AI-based technologies including time-series analysis, natural language processing, and speech recognition are rapidly converging and developing. Continuous investment and robust research and development plans will emerge in areas with the highest level of commercialization and market potential, which includes clinical decision support system, remote patient monitoring, prognosis prediction, automatized response to disaster, contact tracing, and drug discovery research.

## ◆ Considerations on limitations of Model and Data Privacy

- **(Constraints and Limitations)** We observe the regulation and restrictions on the use of medical data for AI-based researches. Many of the prediction model performances are not very reliable, thus cannot be used in the medical field. Only few models have reached technical maturity, and a lot of cross-validation or external validation results have not been published. It is essential to recognize these limitations before developing AI-based tools.
- **(Privacy and Ethics)** In order to achieve the desired level of quality in all aspects through development, not only securing and processing high-quality data, but also resolving privacy protection and ethical issues are important.

### ◆ Open Multi-disciplinary Collaboration

- **(Multi-disciplinary Cooperation)** Multidisciplinary collaborative research efforts involve a team consisted with clinical experts including infectious disease specialists, artificial intelligence experts, as well as biology domain experts.
- **(Innovative Approaches)** Infectious disease outbreak is not confined to a single country. International cooperation needs to be open and multi-directional to achieve a timely response to a rapidly evolving and spreading disease. The importance of open data, open source, and open science cannot be emphasized more, as these open cooperation and innovative efforts will further accelerate the evolution of the AI-based models and foster the growth of related industries.

### ◆ The Needs to Establish the International Standards for Artificial Intelligence-based Development, through Global Collaboration

- **(Overcoming Disparities Among Countries)** A joint effort through international collaboration is required to tackle multiple agendas for consensus, such as reliability, standardization, interoperability, quality of the data as well as standard for interpretation. Country-specific rules and regulations should be discussed beforehand.
- **(Establishing an International Rapid Response System)** A system that can quickly share and utilize high-quality data is needed, and an open global repository for sharing anonymous medical images and clinical data should be discussed. Standardized operational procedures and data protection systems to securely transfer/distribute/use data should also be established.
- **(Application of the Standardization System)** In order to better respond to new infectious diseases in the future, a standardized interoperable system to plug AI-based tools and allow analysis and interpretation need to be agreed upon. One of these early efforts could entail the modification and application of the infection control system developed by the Centers for Disease Control and Prevention in Republic of Korea, which has been also partially related to the AI-based research projects and operational protocols.



# Contents

요약	2
키워드	2
Executive Summary	4
<b>1. 배경 및 필요성</b>	<b>12</b>
1.1 감염병 재난 현황	13
1.2 감염병 대응 체계	14
1.3 범부처 감염병 대응 체계 R&D 동향	17
1.4 의료 인공지능의 기술적 이해	19
1.5 감염병 대응을 위한 의료 인공지능 기술의 필요성	21
<b>2. 감염병 재난과 의료 인공지능 활용 사례</b>	<b>23</b>
2.1 개요	24
2.2 자동 진단 보조	26
2.3 원격 환자 모니터링 및 예후 예측	30
2.4 자가 진단 검사 및 음성 인식	33
2.4.1 챗봇	33
2.4.2 음성 지원 에이전트	36
2.4.3 음성 의료 기록 작성	36
2.4.4 기타 소리 인식	37
2.5 질병과 재난 예측, 감시	38
2.5.1 입력 데이터의 퀄리티	38
2.5.2 입력 데이터 거버넌스	39
2.5.3 알고리즘의 개발	40
2.5.4 전향적 임상 실험 기법	40
2.5.5 전향적 감시에 의한 질병의 컨트롤	41
2.6 접촉자 추적 및 모니터링	42
2.6.1 디지털 접촉자 추적 및 모니터링 확산	43
2.6.2 프라이버시 보호를 강화한 근거리 접촉자 추적 기술	44
2.6.3 AI 기반 접촉 추적의 위험성과 권고 사항들	46
2.7 신약 개발	48

<b>3. 표준화 동향</b>	<b>53</b>
3.1 국외 동향	54
3.1.1 개요	54
3.1.2 ITU-T/WHO FG-AI4H	55
3.1.3 DICOM/IHE	59
3.1.4 HL7/FHIR	59
3.1.5 미국	61
3.1.6 중국	61
3.2 국내 표준화 동향	62
3.2.1 감염병 대응을 위한 표준 프레임워크 활용	62
3.2.2 의료진 감염 방지를 위한 비대면 의료 요구사항의 반영	64
3.2.3 의료기기와 비의료기기 구분에 따른 표준화 방향	65
3.2.4 향후 추가 작업 및 개선 방향	66
<b>4. 결론 및 시사점</b>	<b>67</b>
4.1 DL/ML 기술 연구 동향 및 이슈	68
4.2 오픈 데이터와 오픈 사이언스 관련 이슈	73
4.2.1 발생 통계 및 사례 데이터	73
4.2.2 정부 개방 데이터셋(공공 데이터)	73
4.2.3 오픈 리서치 데이터셋과 챌린지	74
4.2.4 의료 영상 데이터	75
4.2.5 기타 이슈들	76
4.3 표준화 이슈	77
<b>5. 참고 문헌</b>	<b>79</b>
<b>약어</b>	<b>89</b>
<b>부록1: 방역 단계별 인공지능 기술 적용 사례 및 관련 기술</b>	<b>92</b>
<b>부록2: 인공지능 기반 COVID-19 자동진단 지원   시스템 개발 사례 (한국, 중국)</b>	<b>95</b>
<b>부록3: 공동 저자 및 편집위원</b>	<b>100</b>



# Contents

<b>Abstract</b>	<b>3</b>
<b>Keyword</b>	<b>3</b>
<b>Executive Summary</b>	<b>4</b>
<b><u>1. Necessity of Medical AI for Infectious</u></b>	<b>12</b>
1.1 Infectious Disease Disaster	13
1.2 Infectious Disease Response System	14
1.3 R&D trends in Government-wide Infectious Disease Response System	17
1.4 Technological understanding of medical AI	19
1.5 Necessity of Medical AI technology to cope with infectious diseases	21
<b><u>2. Infectious disease disaster and medical AI use cases</u></b>	<b>23</b>
2.1 Overview	24
2.2 Computer-Aided Detection and Diagnosis	26
2.3. Remote patient monitoring and prognosis prediction	30
2.4 Self-diagnosis test and speech/sound recognition	33
2.4.1 Chatbot	33
2.4.2 Voice Support Agent	36
2.4.3 Electronic Medical Record Interactions through Voice	36
2.4.4 Other Sound Recognition	37
2.5 Disease and Disaster Prediction and Monitoring	38
2.5.1 Quality of input data	38
2.5.2 Input Data Governance	39
2.5.3 Algorithm Development	40
2.5.4 Prospective clinical trial techniques	40
2.5.5 Control of disease by prospective surveillance	41
2.6 Contact tracking and monitoring	42
2.6.1 Digital contact tracking and monitoring spread	43
2.6.2 Short-distance contact tracking technology with enhanced privacy protection	44
2.6.3 Risks and recommendations for AI-based contact tracking	46
2.7 Drug Development and Discovery	48

<b><u>3. Standardization Trend</u></b>	<b>53</b>
3.1 International Standardization trends	54
3.1.1 Overview	54
3.1.2 ITU-T/WHO FG-AI4H	55
3.1.3 DICOM/IHE	59
3.1.4 HL7/FHIR	59
3.1.5 United States	61
3.1.6 China	61
3.2 Standardization trends in Korea	62
3.2.1 Utilization of standard framework for responding to infectious diseases	62
3.2.2 Reflecting non-face-to-face medical requirements to prevent medical staff infection	64
3.2.3 Standardization Direction by Classification of Medical Devices and Non-Medical Devices	65
3.2.4 Future follow-up and improvement directions	66
<b><u>4. Conclusion and Implications</u></b>	<b>67</b>
4.1 DL/ML related research trends and issues	68
4.2 Open Data and Open Science Issues	73
4.2.1 Occurrence statistics and case data	73
4.2.2 Government Open Dataset (Public Data)	73
4.2.3 Open Research Datasets and Challenges	74
4.2.4 Medical image data	75
4.2.5 Other issues	76
4.3 Standardization issues	77
<b><u>5. Abbreviation</u></b>	<b>79</b>
<b><u>6. Appendix 1:</u></b> AI application cases and related technologies for each stage of infection prevention	92
<b><u>7. Appendix 2:</u></b> Development cases of COVID-19 CADx system (Korea, China)	95
<b><u>8. Appendix 3:</u></b> Authors and Editorial Committee	100

A stylized brain composed of green circuit traces, with a small square containing the letters 'AI' in the center. The background is a light green gradient with decorative virus and molecular icons.

01

## 배경 및 필요성

세계화와 교통 발달, 기후 변화와 같은 환경 변화 속에서 인류를 위협하는 감염병 재난은 발생 주기가 빨라지고 있고 인류 건강과 사회 안전을 위협하는 큰 요소가 되어가고 있다. 특히 최근 코로나 바이러스(COVID-19) 재난을 통해 알 수 있었던 것과 같이, 보다 빠르게 사전 위험을 탐지 예방하고, 감염병\* 발생 시에는 신속 분류 진단하고 모니터링하며 조치할 수 있도록 하는 감염병 대응 체계와 이를 위한 ICT 기술 및 표준화의 필요성이 높아지고 있다.

\* 전염병이란 사람과 사람 사이에 병원체가 이동하여 발병하는 경우를 의미하며, 감염병은 사람 간 전파 만이 아니라 공기나 흙 등의 사람 이외의 전파원에서 미생물이 옮겨와서 일으키는 병까지 포함 [3]

ETRI  
Insight

## 1.1 감염병 재난 현황

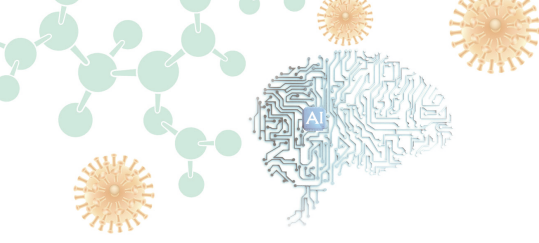
감염병은 인류를 위협해 온 중요한 재난 중 하나다. 인류는 과학기술을 발전시키며 항생제, 백신 등을 개발하여 감염병 재난을 극복하기 위해 노력해왔지만, 늘 또다른 새로운 감염병이 등장하며 인류를 위협하고 있다 [1-4].

14세기 중엽 유럽에서 대유행했던 페스트의 파괴력은 대단했다. ‘페스트’는 1351년까지 유럽 전체 인구의 30~40%를 몰살시키면서 중세 유럽을 초도화시켰다. 16세기 약 천명의 스페인 원정대가 200만명 이상의 멕시코의 아즈텍 제국을 무너뜨리는 데는 ‘천연두’가 결정적인 역할을 하였고, 남미 안데스 고원의 잉카제국도 천연두 바이러스의 확산으로 몰락했다고 알려져 있다.

우리나라 역사에서도 감염병의 기록은 고대로부터 지속적으로 등장한다. [삼국사기]에는 고구려에서 3회, 백제 6회, 신라 18회의 전염병 발생을 기록하고 있다. [조선왕조실록]에는 1392년부터 1891년까지 500년 동안 1,000건 이상의 역병에 대한 기록이 있으며, 햇수로는 무려 160년이나 된다. 평균적으로 10년에 3번 이상 전염병이 유행한 셈이다.

전세계적인 교류와 이동이 많아진 20세기 들어와서는 그 파괴력이 더욱 커졌다. 1918년 3월 유럽과 미국에서 발생한 스페인독감(1918-1919, H1N1)은 전 세계적으로 4천만~1억 명의 사망자를 만들었으며, 1957~1958년 아시아 독감은 중국에서 시작되어 전 세계적으로 1,400만 명의 사망자를 발생시켰다. 10년 뒤에는 홍콩 독감(H3N2)이 전 세계적으로 140만 명의 사망자를 만들었고, 최근 전인류를 공포에 떨게하고 있는 코로나 바이러스 (COVID-19<sup>1)</sup>)는 불과 3개월만에 300만명의 환자와 20만명의 사망자를 만들었다.

1) WHO는 2020년 2월 11일 신종코로나바이러스감염증의 공식명칭을 ‘COVID-19’로 명명함. 우리 정부는 2020년 2월 12일 한글 명칭으로 ‘코로나바이러스감염증-19(약칭: 코로나19)’를 사용한다고 발표



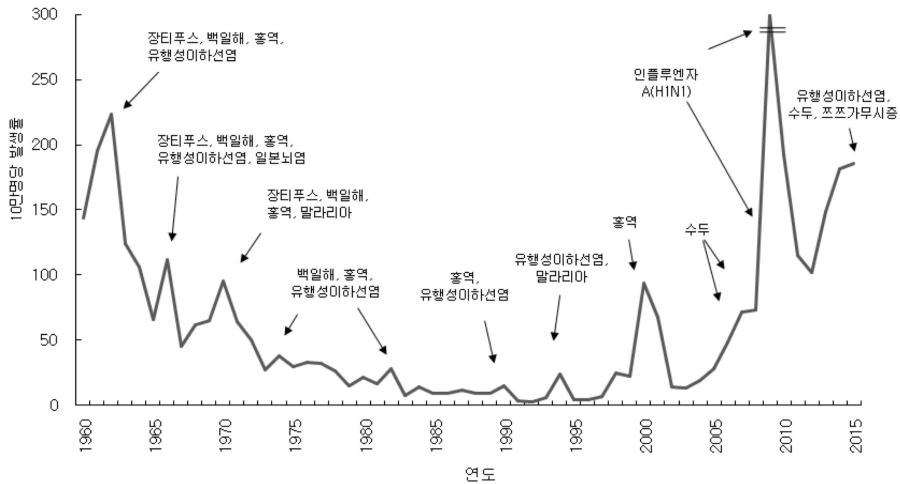
## 1.2 감염병 대응 체계

감염병에 대한 국가적 대응의 필요성을 인지하고 대응을 시작한 것은 1990년대 미국이었다. 1992년, 미국의학한림원(IOM)이 발간한 「Emerging Infections: Microbial Threats to Health in the United States」 보고서에서는 신종감염병 및 과거 감염병의 재출현 원인에 대해 분석 결과를 토대로 감염병 감시체계 확보, 감염병 연구 체계화, 백신·치료제개발 역량 확보, 보건인력교육 네 개 영역에 대한 개선안을 제시했다. 이를 계기로 미국에서는 1996년 6월 12일 신종 감염병의 감시·예방·대응을 위한 국가적 정책 수립을 시작했다[1].

국제적인 차원에서는 세계보건기구의 2005년 국제보건규약(International Health Regulation, IHR<sup>2)</sup>) 개정이 감염병의 감시 범위 확대와 더불어 국제적 협력을 시작하는 중요한 계기가 되었다. 1969년에 제정된 IHR에서는 3개 감염병(페스트, 콜레라, 황열)에 대한 집중적 감시만 하였으나, 2005년 개정을 통해 공중보건에 위협이 되는 모든 질병들을 대상으로 감시 적용 질병 범위를 확대하였고, 이를 WHO에 보고할 것을 의무화했다 [1]. 더불어 IHR의 주요 핵심 능력을 강화하고 진전시키고자 예방, 조기감지, 대응 분야로 구분된 국가별 위기대응에 대한 세부 측정지표(Joint External Evaluation, JEE)를 개발하여 국가별 대응 수준들을 평가하고 있다 [3].

우리나라도 2003년 상반기에 전 세계적으로 확산된 사스를 계기로 국가 차원의 감염병 대응을 시작하였다. 감염병 대응은 국가 핵심과제로 설정되어야 하고 감염병 관리를 위한 전문 운영체계 구축이 반드시 필요하다는 범정부적 인식하에서 검역법 개정(안)이 2003년 12월 29일 국회 본회의를 통과하였고, 이에 따라 질병관리본부가 2004년 1월 17일자로 출범하였다.

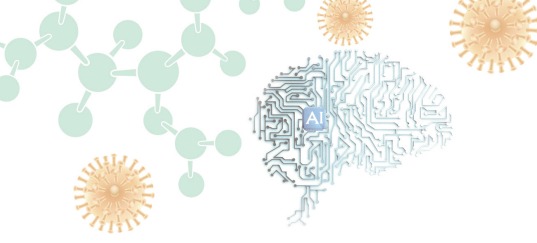
2) WHO의 모든 회원국 포함, 전세계 196개국 간에 건강을 위협하는 심각한 공중보건 위험을 예방하고 대응할 수 있도록 마련한 규약. 참여국가가 WHO에 특정 질병 발생 및 공중보건 사건을 보고하도록 하여 전세계의 질병감시, 경보상황 및 대응을 준비하고 발생상황을 공유하고 있음



자료: 보건복지부 질병관리본부(2016), 2015 감염병 감시연보, vii

이후 2003년 12월부터 시작되어 지속적으로 발생해온 고병원성 조류인플루엔자, 2009년 신종 인플루엔자를 겪으면서, 2010년 12월 30일자로 「전염병예방법」과 「기생충질환예방법」을 통합한 「감염병 예방 및 관리에 관한 법률」을 제정하고 법정 감염병의 분류체계와 대응체계를 개선하면서 국가차원의 대응체계를 체계화하기 시작하였다. 종합적이고 체계적인 감염병 예방 및 관리 계획 수립을 위해 5년 단위의 기본 계획도 준비하기 시작하였고, 2013년 8월에 제1차 “감염병의 예방 및 관리에 관한 기본계획(2013~2017)”을 수립하여 공표하였다 [3].

2015년 중동호흡기증후군(Middle East respiratory syndrome, MERS; 메르스)는 우리나라 국가 방역체계의 한계점과 문제점을 드러나게 하였고, 이를 계기로 국가 방역체계 개편방안을 마련하여 감염병 위기대비 및 대응체계를 강화하기 위한 노력들을 지속해오고 있다 [2].



복지부(진본)	행안부	농식품부	신인부	시약처	환경부	과기정통부	기재부
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 각 기관별 비상방역 체계 점검</li> <li>· 응급의료의 인명구조팀 구성 및 활동 요령</li> <li>· 중앙사고수습본부 설치 운영 등 정부 비상 대응체계 가동</li> <li>· 위기상황 모니터링 및 평가</li> <li>· 국가 방역 인프라 기능</li> <li>· 감염병 환자 감시체계 및 치료대응체계 강화</li> <li>· 실험실 진단체계 강화 및 대량환자 발생 대비대응체 마련</li> <li>· 감염병 예방에 대한 국민 홍보 지속 및 언론 브리핑</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 지역별 동향 파악, 수검자로 분석·보고 및 진파</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국내 외 가족집행 발생상황 감시·예찰 체계 운영 강화</li> <li>· 가족비행형의 위험 및 위험 수준 평가</li> <li>· 방역·감사 활동 및 여행과 홍보 강화 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 위기상황 대비 개인보호구 및 진단키트 등 비축을 위해 산업체 생산</li> <li>· 기업업무 지속계획 수립 가능 준비</li> <li>· 기업업무 지속계획 가동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 감염병 등 치료제 등 신속 허가 가능성 검토</li> <li>· 감염병 유행 및 역학조사 실시</li> <li>· 주요 감염 아성통제 대책 수립</li> <li>· 병원 진료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 감염가능성 높은 아성통제의 이동경로와 개체군 조사</li> <li>· 감염가능성 높은 아성통제 전염경사 및 역학조사 실시</li> <li>· 주요 감염 아성통제 대책 수립</li> <li>· 서식지 등민통제 및 예찰활동 강화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 백신, 치료제, 진단제 등 감염병 관련 원형기술개발 및 기초기반 연구 수행</li> <li>· 감염병 관련 원형기술개발 및 기초기반 연구 수행</li> <li>· 감염병 유행 및 역학조사 실시</li> <li>· 주요 감염 아성통제 대책 수립</li> <li>· 서식지 등민통제 및 예찰활동 강화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국가 감염병 대응 예산 (예타비) 편성 및 지원</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 각 기관별 비상방역 가능 협조체계 준비</li> <li>· 중앙사고수습본부운영 임기성향 모니터링 평가</li> <li>· 국가 방역 인프라 강화</li> <li>· 국가 방역 연구·감역활동 강화</li> <li>· 치료제 등 비축물자의 수급체계 직극가동</li> <li>· 실험실 진단체계 운영 및 바이오수 감시 강화</li> <li>· 각종 언론매체를 통한 대규모 홍보 강화 및 언론 브리핑</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 중앙재난안전대책본부 구성 운영 준비</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 인수공통감염병의 발생 증식을 위한 가족집행활동 강화</li> <li>· 아성통제에 대한 수검금지 조치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 인수공통감염병 발생 증식을 위한 가족비행형활동 강화 지속</li> <li>· 아성통제에 대한 수검금지 조치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 치료제, 백신 생산 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 감염병 유행 및 역학조사</li> <li>· 주요 감염 아성통제 대책 수립</li> <li>· 서식지 등민통제 및 예찰활동 강화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 백신, 치료제, 진단제 등 감염병 관련 원형기술개발 및 기초기반 연구 수행</li> <li>· 감염병 관련 원형기술개발 및 기초기반 연구 수행</li> <li>· 감염병 유행 및 역학조사 실시</li> <li>· 주요 감염 아성통제 대책 수립</li> <li>· 서식지 등민통제 및 예찰활동 강화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국가 감염병 대응 예산 (예타비) 편성 및 지원</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 중앙사고수습본부운영 상황 모니터링 및 위기경보 비평</li> <li>· 방역부처 대응체계 구축, 운영 강화 지속</li> <li>· 국가모든 가정사원 방역 및 홍보방안 마련</li> <li>· 대규모 홍보강화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 중앙재난안전대책본부 구성 운영</li> <li>· 지방자치단체에 현장상황관리단 파견</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 인수공통감염병 발생 증식을 위한 가족비행형활동 강화</li> <li>· 아성통제에 대한 수검금지 조치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 기업업무 지속계획 가동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 치료제, 백신 생산 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 감염병 유행 및 역학조사</li> <li>· 주요 감염 아성통제 대책 수립</li> <li>· 서식지 등민통제 및 예찰활동 강화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 백신, 치료제, 진단제 등 감염병 관련 원형기술개발 및 기초기반 연구 수행</li> <li>· 감염병 관련 원형기술개발 및 기초기반 연구 수행</li> <li>· 감염병 유행 및 역학조사 실시</li> <li>· 주요 감염 아성통제 대책 수립</li> <li>· 서식지 등민통제 및 예찰활동 강화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국가 감염병 대응 예산 (예타비) 편성 및 지원</li> </ul>

주요 임무

경계 확장 대응

심각 확산 방지

기 중점추진과제를 참여부처



〈그림 1〉 방역 연계 면부터 감염병 연구개발 사업 [5] (사행하기를 통한 인력/재작성)

## 1.3 범부처 감염병 대응 체계 R&D 동향

메르스 사태 이후, 정부는 '16년 4월 범부처 감염병 연구개발추진위원회를 구성하고 제1차 국가감염병 위기대응기술개발추진전략('12~'16) 수립 시행하였고, 이어 2차 추진전략('17~'21)을 수립 시행하였다. 2차 추진전략 수립 시행 후, 감염병 분야 과학·기술적 성과는 국가 R&D 평균보다 우위에 있으나 방역현장에서의 실용화 성과가 부족하고 방역활동의 전주기적 대응에는 한계가 있다는 문제가 도출되었다. 중점기술 중에서도 현재 미수행되고 있는 영역이 다수 도출이 되어, 범부처 차원에서 감염병 유입차단과 현장대응에 초점을 둔 감염병 연구개발을 새롭게 기획 추진하게 되었다 [5].

### | 단계별 목표 |

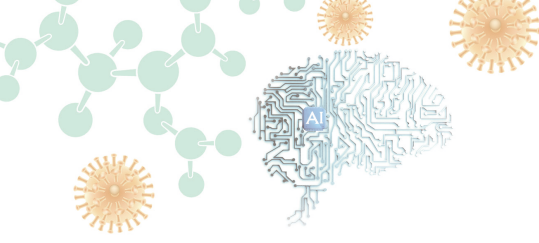
1단계('18~'20)	감염병 대응·방역 분야 우수 연구성과 창출 및 방역체계 기반 기술 확보
2단계('21~'22)	감염병 대응·방역기술의 현장 적용 및 활용 확대

### | 중점 추진 과제 |

유입 차단	[중점과제1] 한국형 Bio-surveillance 감시망 구축
	[중점과제2] 매개체 전파 감염병 감시·예측 모델 및 방제 연구
	[중점과제3] 백신 이상반응 연구
현장 대응	[중점과제4] 다중 감염성 질환 스크리닝을 위한 멀티채널 진단키트 개발
	[중점과제5] 방역현장 활동강화를 위한 개인보호구 개발
확산 방지	[중점과제6] 감염병 전주기적 정보 환류 및 소통체계 고도화 연구
	[중점과제7] 감염병 자가격리자 최적 모니터링 시스템 개발

〈그림 2〉 방역 연계 범부처 감염병 연구개발 사업 목표 및 주요 추진과제 [5]

(사용허가를 득하여 인용/재작성)



7개 부처 합동 방역연계 범부처 감염병연구개발사업(Government-wide R&D Fund for Infectious Disease Research, GFID<sup>3)</sup>('18-'22)에서는 총 연구기간 5년을 목표로 감염병 유입차단, 현장대응, 확산 방지에 활용될 수 있는 7대 중점분야 30개 과제를 도출하여 관련 연구를 진행하고 있다. 이 중에서도 특히 확산방지(소통) 분야에서는 ICT 기술을 활용한 1) 빅데이터 기반 감염병 위험도 평가도구 개발, 2) 의료기관과 보건소 등 현장과 정보교환 시스템구축, 3) 자가격리자 관리를 위한 어플리케이션 및 대체기기 개발, 4) 감염병 전파규모 및 확산예측 시스템 구축 등의 4가지 영역 연구개발을 진행하고 있다 [5].

특히 최근 신종 코로나 바이러스 팬데믹 환경 속에서 사전 예측 및 자동 경보, 초기 대응시 의료진 과부하 문제, 자동 판독 및 진단 보조 필요성, 비대면 확산 방지 기술의 필요성, 인포데믹 문제 해결 필요성 등이 나타나면서 국내외적으로 D.N.A(Data, Network, AI) ICT 기술을 활용한 새로운 감염병 대응 기술 R&D 시도들도 많아지고 있다는 점에 주목할 필요가 있다 [6-13].

D.N.A 기술을 활용한 감염병 대응 체계는 새로운 감염병 유행 예측을 보다 빨리 가능하게 할 수 있으며, 가짜 정보에 대한 발견과 신속한 정정 대응이 가능하도록 해서 인포데믹을 방지하며, 의료 영상 자동 진단과 진단 속도 개선을 가능케 하여 보다 신속한 감염병 진단과 처방이 가능토록 하며, AI 기반 신약 개발은 신약 후보 물질 발굴과 기존 약물의 적용 가능성을 최단시간내에 발견 가능하게 하며, 오픈 데이터 들은 대량의 기초 데이터와 정보들을 보다 신속하게 공유/활용할 수 있는 기반을 제공한다. 이처럼 국가 감염병 방역체계 수립에 있어 D.N.A 기술을 적극 활용하는 것은 방역체계 고도화에 크게 기여할 것으로 기대된다 [6-17].

---

3) <https://www.gfid.or.kr/>

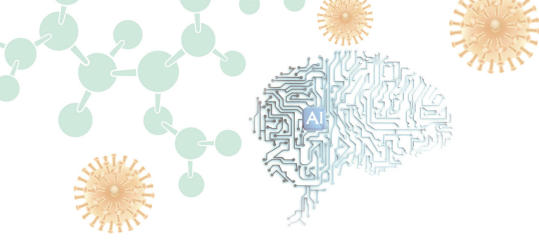
## 1.4 의료 인공지능의 기술적 이해

인공지능(Artificial Intelligence, AI) 기술은 최근 기계학습(machine learning)과 딥러닝(deep learning) 방법론의 고도화에 힘입어 컴퓨터비전 등의 과제에서 급격한 발전을 이루어왔으며, 의료 분야에서도 지난 수년간 흉부 및 유방 X-선 영상에서의 병변 자동판독 [18-20] 및 ECG 분석을 통한 심방세동 예측 [21] 등 다양한 의료 데이터 분석 문제에서 괄목할만한 성과를 보이며 주목을 받아왔다.

현재의 인공지능 기술은 세간의 오해와 달리 인간 수준의 범용적 사고기능의 구현을 추구하는 범용 인공지능(Artificial General Intelligence, AGI) 보다는, 제한적인 조건의 과제에서 인간 수준의 (혹은 이를 뛰어넘는) 업무처리 능력을 확보하고자 하는 약인공지능(weak AI) 관점에서 더욱 활발히 기술개발이 이루어져 왔다. 최근에는 문자인식(Optical Character Recognition, OCR) [22,23] 및 안면인식(face recognition) [24] 등 과제에서 그 가능성을 입증하고 있다. 이러한 관점에서, 인공지능 기술은 인력에 대한 완전한 대체를 목적으로 한다기 보다는 인력의 업무효율을 극대화하는 증강지능(Augmented Intelligence)의 실현이 현실적 목표라고 할 수 있다. 대표적인 의료영상 의료인공지능 스타트업인 뷰노는 판독이 주업무인 영상의학 의사에게도 의료인공지능 기술은 골연령 판독과 같이 번거로운 작업의 효율을 높이면서도 (판독 시간 18~40% 감소) 판독 정확도를 향상 (전문의의 경우 63% → 73%로 상승) 시키는 데이 도움을 주는 것으로 발표했다 [25,26].

인공지능 기술의 대표적인 방법론인 기계학습/딥러닝의 기술적 목표는 현재 보유한 데이터에 대한 완전한 통계적 분석이 아니라, 미래에 확보하게 될 새로운 데이터에 대한 예측(prediction) 능력을 극대화하는 데에 있다 [27]. 특히 딥러닝 기술은 수십만~수백만 개의 파라미터(parameter)를 보유한 대단위의 모델링을 통해 고전적인 기계학습 기술로 구현하지 못했던 매우 고차원(high-dimensional)의 비선형적(non-linear)인 패턴인식(pattern recognition)을 가능하게 한다. 단, 그 수 많은 파라미터를 보유한 모델을 학습시키고 최적화(optimization)하기 위해서는 많은 수의 빅데이터를 학습 및 검증용 데이터로 활용할 수 있어야 한다. 학습 모델이 좋은 예측력 확보를 위해서는 모델의 강인성(robustness) 확보가 관건이며 이를 위한 최고의 방법은 양질의 빅데이터를 활용하는 것이지만, 오히려 이 점이 의료인공지능 개발의 병목 지점(bottleneck)이 되기도 한다. 왜냐하면 의료데이터는 데이터의 질적/형식 표준화, 개인 민감정보 보안, 제한된 수의 환자군 등의 문제로 대단위의 빅데이터를 확보하기 쉽지 않기 때문이다.

의료인공지능 기술의 이해에 있어 가장 유의해야 하는 바는 본 기술의 목표가 세련되고 신선한 인공지능 기술 개발에 있지 않고, “의료” 그 자체에 방점이 찍혀야 한다는 점이다 [28]. 통상적으로 알려져 있



는 인공지능 기술의 발전과 의료 데이터를 활용한 수 많은 연구들을 통해, 인공지능 기술이 의료분야에도 적용가능하다는 점은 충분히 증명해왔지만, 실제로 의료 인공지능 기술이 임상에 활용되고 환자들에 대한 진단 및 치료에 의미있는 개선을 가져온 예시는 여전히 찾아보기 어렵다.

의료인공지능 기술의 최종 목적이 환자가 진단을 잘 받도록 하고, 나아가 치료를 잘 받을 수 있도록 의료진을 돕는 것이라는 점을 잊지 말아야 할 것이다. 이와 동시에 의료인공지능 모델이 강인한 예측력을 확보했는지, 그 임상적 유효성은 어떠한지 엄밀하게 검증하는 노력이 필요하다 [29].

## 1.5 감염병 대응을 위한 의료 인공지능 기술의 필요성

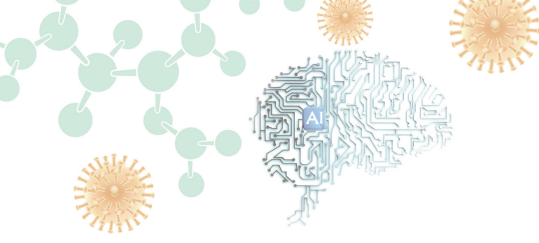
전 세계적으로 신종 코로나 바이러스 팬더믹을 겪게 되면서, 새삼 의료 인프라의 중요성에 대해서 되새기는 계기가 되었다. 주로 다음과 같은 감염병 대응 과제에 많은 나라들의 의료 인프라 부족 문제가 드러났으며 그 요구가 증대되고 있다 [30].

- (1) 감염병의 예측 및 전파경로/현황 파악
- (2) 신종 감염병의 감별/정량 진단
- (3) 신종 감염병에 대한 치료법 개발
- (4) 기존 임상환경에의 감염병의 영향을 최소화(mitigation)

확산 방지를 위하여 감염병의 대응은 신속해야 하므로, 필연적으로 위 과제들은 공통적으로 신속성이 요구된다. 그러면서도 그 목표 달성을 위해 빅데이터 분석이 필요한 과제들이므로 인공지능 기술의 도움이 절실하다고 할 수 있다.

특히 감염병의 예측 및 전파경로/현황을 파악하는데 있어서 IoT 와 5G 등의 차세대 통신망을 활용하여 실시간으로 누적되는 데이터들을 처리하고 분석하는 기술이 필요하다 [31]. 대표적으로 ‘Worldometer’ [32] 나 US Centers for Disease Control and Prevention (CDC) 와 같은 각국의 질병관리기관에서 신종 코로나 바이러스의 감염 현황이 실시간으로 보고되고 있다. 이러한 데이터들의 실시간 획득과 분석을 통해 지역별로 감염병의 추세나 전파확산 경로 등의 현황을 신속히 파악하는 것뿐 아니라 미래의 상황에 대한 예측을 통해 정부나 기관에서 적절히 대응할 수 있도록 인공지능 기술을 활용하는 것이 필요하다.

신종 감염병의 진단 및 치료법 개발의 신속성은 재차 강조해도 지나치지 않다. 하지만 그 진단 및 치료법의 개발은 현재로서는 전문가로서도 어렵거나 답이 없는 문제를 풀어야 하는 경우가 많아 이 역시 인공지능의 도움이 필요한 영역이라 할 수 있다. 예컨대 신종 감염병과 기존의 알려진 감염병과의 감별진단과 같은 과제는 증상 등의 임상소견에 덧붙여 X-ray나 CT와 같은 영상소견을 포함하여도 전문가로서도 쉽지 않다 [33]. 환자의 X-ray나 CT상에서 눈에 보이지 않는 영상 표현형(phenotype)을 정의하고 분류할 수 있는 인공지능 모델을 통해 신종 코로나 바이러스로 인한 폐렴과 기존의 바이러스성 폐렴의 감별진단이 가능하다 [34]. 특히 치료제 개발은 현재로서는 답이 없는 문제를 푸는 것으로, 수많은 신약 후보 물질 중에서 가장 유용할 것으로 기대되는 것들을 인공지능을 통해 스크리닝(screening)하는 기술로서 신종 감염병의 신약개발을 가속화하는데 일조할 수 있다 [35].



또한 의료인공지능 기술의 증강기능으로서의 활용 혹은, 단순한 작업의 대체 효용 측면을 적극 활용한다면 신종 감염병에 의한 의료 자원의 쓸림 현상을 최소화하여 기존의 의료전달체계와 임상 현장에 혼란을 주거나 마비가 되는 것을 방지할 수 있다 [30]. 나아가 지금과 같이 팬데믹 상황에 의료 자원의 부족까지 겹친 상황에서는 신종 감염병 환자에 치료 효율을 증대시키기 위한 중증도 분류(Triage)도 중요한 기술적 과제중의 하나로, 인공지능 기술을 이용한 환자의 예후 예측 모델을 통해 이를 실현할 수 있다 [36].

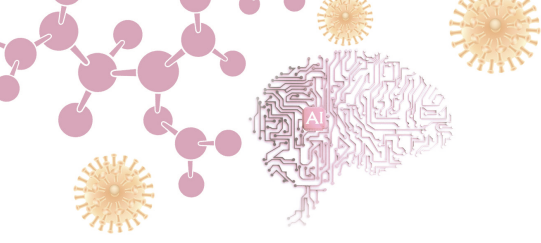
A stylized brain composed of circuitry and lines, with a small 'AI' logo in the center. The background is a light pink color with various decorative elements like virus particles and molecular structures.

02

## 감염병 재난과 의료 인공지능 활용 사례

최근 인공 지능 기술이 전 산업 분야에 걸쳐 다양하게 적용되고 활용되고 있는 것처럼, 감염병 재난 환 경에 대해서도 다양하게 활용될 수 있는 많은 가능성들을 갖고 있다. 이러한 이유로, 전세계적으로 많은 기술 연구개발과 응용 서비스 개발이 진행되고 있다.

ETRI  
Insight



## 2.1 개요

최근 인공지능 기술이 전 산업 분야에 걸쳐 다양하게 적용되고 활용되고 있는 것처럼, 감염병 재난 환경에 대해서도 다양하게 활용될 수 있는 많은 가능성들을 갖고 있다. 이러한 이유로, 전세계적으로 많은 기술 연구개발과 응용 서비스 개발이 진행되고 있다 [89].

OECD 보고서[37]에서는 [그림]과 같이 COVID-19와의 싸움에 다양한 방역 단계별로 AI 활용이 도움이 될 수 있다고 분석하고 있고, Gartner의 보고서[38]에서도 유사하게 1) 조기 발견 및 전염병 분석 2) 격리 3) 심사 및 진단 4) 건강 관리 운영 5) 백신 연구 개발 분야에서 인공지능의 활용 가능성이 높다고 분석하고 있다.

<b>Accelerating research</b> Open data projects and distributed computing to find AI-driven solutions to the pandemic, e.g. drug and vaccine development	<b>Detection</b> <b>Early warning</b> Detecting anomalies and digital "smoke signals", e.g. <i>BlueDot</i>	<b>Diagnosis</b> Pattern recognition using medical imagery and symptom data, e.g. <i>CT scans</i>	
	<b>Prevention</b> <b>Prediction</b> Calculating a person's probability of infection, e.g. <i>EpiRisk</i>	<b>Surveillance</b> To monitor and track contagion in real time, e.g. <i>contact tracing</i>	<b>Information</b> Personalised news and content moderation to fight misinformation, e.g. <i>via social networks</i>
	<b>Response</b> <b>Delivery</b> Drones for materials' transport; robots for high-exposure tasks at hospitals, e.g. <i>CRUZR robot</i>	<b>Service automation</b> Deploying triaging virtual assistants and chatbots, e.g. <i>Canada's COVID-19 chatbot</i>	
	<b>Recovery</b> <b>Monitor</b> Track economic recovery through satellite, GPS and social media data, e.g. <i>WeBank</i>		

〈그림 3〉 OECD의 COVID-19 위기 단계별 AI 응용 예 [37]

(사용허가를 득하여 인용/재작성)

중국 인공지능산업개발연합에서는 중국내 코로나 바이러스 대응을 위해 전염병 상황 모니터링 및 분석, 인력 및 재료 관리 및 제어, 물류 지원, 약물 연구 및 개발, 치료 및 생산 재개 등의 분야에서 인공지능을 활용한 자국내 사례 분석 결과 보고서를 공개하였다. 그리고 감염병 재난 상황이 인공지능 기술의 발전뿐 아니라 다양한 산업 자체를 강화시키는 인공지능의 역할이 확장되고 있다고 분석하고 있다 [39].

본 보고서에서는 주요 감염병 방역 단계를 4단계로 구분하고, 각 방역 단계별로 적용 가능한 다양한 인공지능 기술의 활용 예들을 <그림4>와 같이 도출하였다.

예측과 예방	긴급 운영 및 대응	감염 확산 방지	치료/간호 지원 연구개발
<ul style="list-style-type: none"> <li>·사전 예측 및 경보</li> <li>·해외 입국 검역 지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·AI 기반 자동진단 지원</li> <li>·무인 응급 대응</li> <li>·의료자원 최적화 관리</li> <li>·현황 분석/공유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·사전 예측 및 경보</li> <li>·증상의심자 자동 식별</li> <li>·접촉자 추적/모니터링</li> <li>·자가격리 관리 지원</li> <li>·사회적거리두기 탐지</li> <li>·위험요소 식별</li> <li>·가짜뉴스 확산방지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·AI 기반 신약 연구</li> <li>·시유전체 연구</li> <li>·원격 환자 모니터링</li> <li>·중환자 간호 지원</li> <li>·환자 위험도 예측/경보</li> <li>·AI 기반 백신 연구</li> <li>·AI 오픈소스/오픈데이터/오픈사이언스</li> </ul>

<그림 4> 감염병 방역 단계별 적용 가능한 인공지능 응용

#### (1단계) 예측과 예방

- 감염병 위기 경보 관심(blue)과 주의(yellow) 단계의 예측과 예방 활동들을 지원

#### (2단계) 긴급 운영 및 대응

- 감염병 위기 경보 경계(orange) 와 심각(red) 단계의 긴급 운영 및 대응 활동들을 지원

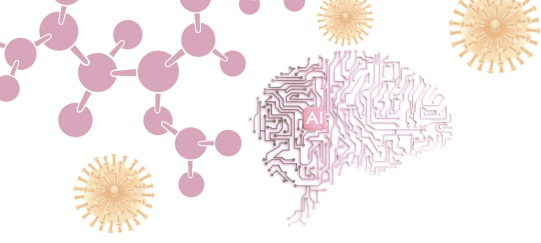
#### (3단계) 감염 확산 방지

- 감염병 위기 경보 경계(orange) 와 심각(red) 단계의 감염 확산 방지 활동들을 지원

#### (4단계) 치료/간호 지원 연구 개발

- 감염병 위기 경보 경계(orange) 와 심각(red) 단계의 치료/간호 지원 및 기타 복구에 필요한 연구 활동들을 지원

이 장에서는 감염병 대응을 위한 인공지능 활용 사례 중 많은 연구개발이 진행되고 있거나 실제 활용도가 높았던 6가지 대표적인 사례들에 대해 보다 상세하게 분석해보았다.



## 2.2 자동 진단 보조

감염병 방역에서 가장 중요한 기술 중 하나는 바로 감염자에 대한 빠르고 정확한 진단이다. 바이러스성 감염병인 코로나19의 경우 실시간 역전사 중합효소 연쇄반응(Real time reverse transcription polymerase chain reaction: RT-PCR)이 표준적인 진단 검사 방법으로 활용되고 있지만, 결과 확인까지 약 6시간 이상이 소요되며, 고가의 전용 장비와 음압환경시설을 갖춰야 하므로 국가와 지역별에 따라 검사에 대한 접근성의 편차가 크다. 또한 감염 초기 잠복기 상태이거나 검체 채취 및 취급 과정의 문제로 인한 RT-PCR검사의 위음성 판정의 사례들이 보고되는 등, 검사 자체의 한계도 보고되고 있다[40]. 이러한 DNA 기반 진단 검사 방법의 접근성과 오류 가능성을 보완하기 위해 다양한 연구와 노력들이 진행되어 왔으며, 그 중 인공지능 기반의 흉부 X-ray와 폐 CT영상 분석 기반 진단 보조 솔루션들이 대안으로 주목받고 있다.

코로나19 감염병의 대표적인 증상인 바이러스성 폐렴은 폐포 손상을 유발하며 손상의 범위나 심각도에 따라 X-ray나 CT등의 흉부 영상 검사로 감염 부위의 관찰이 가능하다. 특히 이번 코로나19 폐렴의 경우 특징적인 영상의학적 소견들을 나타내고 있으며, **간유리 음영(Ground-glass Opacity)**, **폐경화(Consolidation)**의 소견이 양쪽 폐의 후측 주변부에 나타나는 특징을 가지고 있다[41-43]. 또한 폐렴의 진행 경과에 따라 간유리 음영 대비 폐경화의 비율이 높아지다가 회복기에 폐경화 영역이 소멸되는 패턴을 보인다[44]. 따라서 이러한 영상의학적 특징을 인공지능을 통해 학습시키면, 코로나19 폐렴 의심환자의 영상에서 폐렴 소견을 탐지하여 RT-PCR 검사를 통한 진단을 보완하는데 활용할 수 있다[45,46]. 또한 감염 여부를 판단할 수 있는 RT-PCR 검사에 반해 폐렴 소견을 보이는 영역의 범위를 정량화 함으로써 감염병의 중증도를 판단할 수 있으며, 연속적으로 촬영된 영상을 기반으로 치료에 대한 반응이나 질환의 경과도 객관적으로 관찰할 수 있다는 장점이 있다[47]. 뿐만 아니라, 암환자와 같이 주기적인 영상 검사를 시행하거나[48] 코로나 감염병 외의 질환으로 시행한 영상 검사를 통해[49] 의심환자로 분류되고 RT-PCR을 통해 확진되는 사례가 보고되고 있어, 인공지능 기반 진단 보조 솔루션이 이러한 무증상 환자의 우연적 선별에도 도움을 줄 수 있다.

이러한 목적에 따라 코로나19 확진 환자 데이터를 활용하여 진단 및 정량화 모델을 개발하고자 하는 연구가 활발하게 진행되어 왔는데, 중국 우한의 의료진과 선전의 의료인공지능 기업의 협력 연구팀은 CT영상을 바탕으로 코로나19로 인한 폐렴과 일반적인 지역사회획득 폐렴을 구분하는 인공지능 모델 COVNet을 개발, 영상의학분야 최고권위 학술지인 Radiology에 발표하였다[50]. 최근 뉴욕 사이나이 의과대학(Icahn School of Medicine at Mount Sinai)에서는 CT영상뿐 아니라 열과 기침 등의 증상 및 혈액검사 결과 등의 임상정보를 동시에 활용하여 CT영상만 학습한 인공지능의 정확도뿐 아니라, 흉부 영상

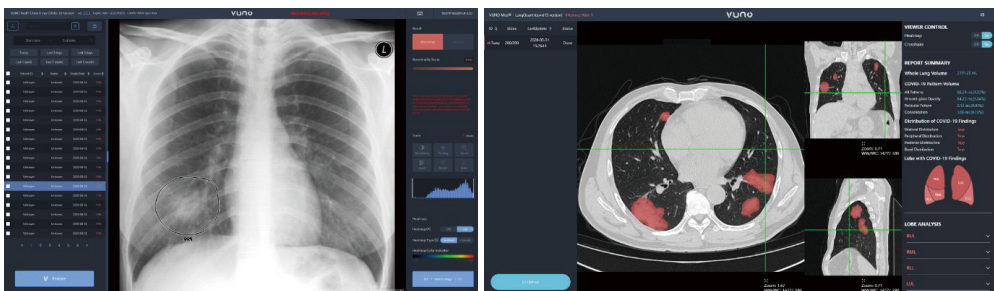


전문의의 판독 정확도를 뛰어 넘는 성능을 보이는 인공지능 모델을 개발하여 의학분야 최고권위 학술지 중 하나인 Nature Medicine에 발표하였다[51].

이에 발맞추어 전세계 의료 인공지능 기업들도 코로19 폐렴의 진단 및 중증도 판단을 지원하는 솔루션들을 개발해 왔으며[표 1], 국내에서는 뷰노가 흉부 X선 기반의 폐렴 탐지 솔루션과 흉부 CT기반의 폐렴 정량화 솔루션을 패키지 형태로 전세계에 무료 공개하여 200개 이상의 기관에서 활용되고 있다 [그림 5]. 그 밖에도 루닛과 메디컬아이피도 각각 자사의 인공지능 기반 흉부 X-Ray와 흉부 CT 영상 분석 솔루션을 무료 공개하여 주목을 받았다. <부록2>와 같이 이 밖에도 중국을 포함한 다양한 국가들에서 많은 시스템들이 개발되고 있다.

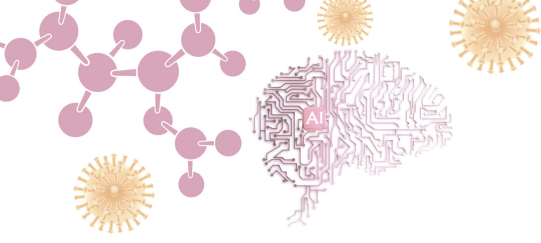
〈표 1〉 전세계 주요 의료인공지능 기업의 코로나19 대응 솔루션

국가	기관	입력 데이터	서비스 URL
중국	Infervision	CT	<a href="https://global.infervision.com/product/5/">https://global.infervision.com/product/5/</a>
미국	Arterys	X-ray, CT	<a href="https://marketplace.arterys.com/">https://marketplace.arterys.com/</a>
미국	RADLogics	CT	<a href="https://www.radlogics.com/coronavirus/">https://www.radlogics.com/coronavirus/</a>
한국	뷰노	X-ray, CT	<a href="https://covid19.vunomed.com/">https://covid19.vunomed.com/</a>
한국	루닛	X-ray	<a href="https://www.lunit.io/en/covid19/">https://www.lunit.io/en/covid19/</a>
한국	메디컬아이피	CT	<a href="http://medicalip.com/mobile/shop/covid19.php">http://medicalip.com/mobile/shop/covid19.php</a>



〈그림 5〉 뷰노의 인공지능 기반 흉부 X선 폐렴 탐지 솔루션인 VUNO Med - Chest X-ray(좌)  
흉부 CT 폐질환 정량화 솔루션 VUNO Med - LungQuant(우)

이러한 인공지능 기반 진단 보조 솔루션의 장점에도 불구하고 이를 임상에 현장에 적극적으로 활용하



기에는 몇 가지 한계가 있다. 우선 감염병 의심환자의 영상의학 검사를 시행하기 위해서는 기존의 영상 진단검사 장비를 활용하게 되는데, 이때 필요한 검사 장비의 방역 조치 및 검사 후 소독, 검사실의 환기에 많은 인력과 시간 소요되어 선별 검사로서 운용의 효율성이 낮다. 따라서 방역 조치가 간편하며, 공간 운용의 유연성이 있는 이동형 진단 영상 장비와 인공지능 소프트웨어가 통합된 지능형 의료기기 개발의 필요성이 높아지고 있다.

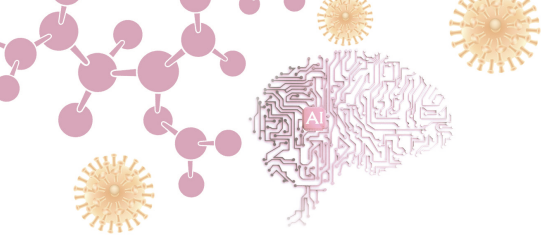
〈표 2〉 COVID-19 딥러닝 학습 모델 및 영상 유형, 데이터 활용 사례 비교 [134 재정리]

번호	링크	이미지 유형	학습 데이터 사례				모델	정확도	
			COVID-19 (+)	COVID-19 (-)	Pneumonia	Healthy			No finding
1	<a href="https://arxiv.org/abs/2003.11617">https://arxiv.org/abs/2003.11617</a>	Chest X-ray	224		700	504		VGG-19	93.48
2	<a href="https://arxiv.org/abs/2003.09871">https://arxiv.org/abs/2003.09871</a>	Chest X-ray	53	5526		8066		COVID-Net	92.4
3	<a href="http://doi.org/10.33889/IJMEMS.2020.5.4.052">http://doi.org/10.33889/IJMEMS.2020.5.4.052</a>	Chest X-ray	25	25				ResNet50 + SVM	95.38
4	<a href="http://arxiv.org/abs/2003.11055">http://arxiv.org/abs/2003.11055</a>	Chest X-ray	25			25		COVID-Net	90
5	<a href="http://arxiv.org/abs/2003.10849">http://arxiv.org/abs/2003.10849</a>	Chest X-ray	50	50				Deep CNN ResNet-50	98
6	<a href="https://doi.org/10.1101/2020.02.23.20026930">https://doi.org/10.1101/2020.02.23.20026930</a>	Chest CT	777			708		DRE-Net	86
7	<a href="https://doi.org/10.1101/2020.02.14.20023028">https://doi.org/10.1101/2020.02.14.20023028</a>	Chest CT	195	258				M-Inception	82.9
8	<a href="https://doi.org/10.1101/2020.03.12.20027185">https://doi.org/10.1101/2020.03.12.20027185</a>	Chest CT	313	229				UNet+3D Deep Network	90.8
9	<a href="https://arxiv.org/abs/2002.09334">https://arxiv.org/abs/2002.09334</a>	Chest CT	219		224(Viral)	175		ResNet + Location Attention	86.7
10	<a href="https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2020.103792">https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2020.103792</a>	Chest X-ray	125				500	DarkCovidNet	98.08
11	<a href="https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2020.103792">https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2020.103792</a>	Chest X-ray	125		500		500	DarkCovidNet	87.02

또한 감염병 진단 보조를 위한 인공지능 솔루션의 정확도 검증을 위해 감염병 확산 초기부터 확진 환자의 데이터를 수집하고 공유할 수 있는 표준 체계 및 플랫폼 구축이 필요하다. 현재 논문으로 발표된 연구나 제공하고 있는 서비스는 제한된 숫자의 병원과 협력을 통해 확보된 소수의 확진 환자 데이터에 기반하여 개발 및 검증이 이루어지고 있다 (표2 참조). 따라서 인공지능 모델의 성능이 일반화되기 어렵고 영상 촬영의 프로토콜이 상이한 경우 성능이 보장되지 않을 가능성이 높다.



이번 코로나19 사태로 경험한 바와 같이, 치료제나 백신이 없는 신종 바이러스성 감염병의 대유행으로 인한 인명 및 경제적 손실을 최소화하기 위해서는 감염병의 유행 초기부터 진단 및 선별을 위한 다양한 기술이 총동원되어야 한다. 접근성이 높은 이동형 진단장비의 개발 및 대량의 데이터에 기반한 폭넓은 검증을 통해, 인공지능 기반의 영상 진단 기술은 향후에도 접근성이 높고 효율적인 진단 도구로 널리 활용 될 것으로 기대된다.



## 2.3. 원격 환자 모니터링 및 예후 예측

2020년에는 SARS-CoV-2의 범유행(Pandemic)처럼 신종 감염병이 다수의 환자를 발생시켜 재난 상황을 유발하는 사례는 2009년의 신종인플루엔자 범유행이 최근에 발생했으며, 앞으로 점점 증가할 것으로 예측되고 있다.

특히 이번 COVID-19의 범유행 사례에서 보면 다수의 국가에서 의료자원의 소진으로 인해 신종 감염병으로 인한 재난 상황이 발생하였다. 많은 국가에서 환자들은 진단을 받지 못하고 자택에 기거하거나, 진단이 되었다 하더라도 경증에서 중증도의 환자들은 의료기관이 아닌 자택 혹은 생활치료시설 같은 비 의료기관에서 격리되는 상황이 발생하게 되었다.

의료기관에 입원한 환자는 상태가 의료진에 의해서 감시되고, 필요시 처치가 이루어질 수 있으나, 자택이나 생활치료시설 같은 곳에 격리된 환자들의 경우는 적절한 감시가 이루어지기 어렵고, 이에 따라 상태가 악화되더라도 적기에 필요한 처치를 받기 어려운 것이 사실이다. 특히, 2020년에 유행중인 코로나19의 사례를 보면 폐렴이 심하게 진행되더라도 환자가 자각증상이 없는 경우 등이 다수 보고되고 있어, 비 의료기관에 격리되어 있는 환자의 상태를 평가하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

원격 환자 모니터링의 개념은 과거부터 있어오던 개념이나, 전용장비가 아닌 IoT를 활용한 Smart Device들이 개발되기 시작하면서 조금 더 쉽게 접근할 수 있게 되었다.

먼저 환자의 활력징후 및 산소포화도를 측정할 수 있는 장비들을 보면, 애플워치, 갤럭시워치등에 포함되어 있는 맥박수 확인기능은 광혈류측정기(PPG:Photoplethysmography)를 기반으로 하는 펄스옥시미터(Pulse oximetry)에서 맥박수만 확인하고 있으며, 환자의 심전도를 클라우드에 저장 분석할 수 있는 S-patch Cardio<sup>4)</sup> 같은 Device도 개발되어 시장에 나와 있다. 또한 혈압과 체온을 측정하여 각종 클라우드에 기록을 할 수 있는 스마트 혈압계 및 체온계들도 시장에 다수 출시되어 있다.

이러한 장비들을 활용하게 되면 의료기관이 아닌 자택이나 생활치료시설 같은 비 의료기관에 격리되어 치료받는 환자의 상태를 모니터링 할 수 있다. 하지만, 다수의 환자를 동시에 모니터링 하는 것은 매우 지 난하고 어려운 일이다. 의료기관의 중환자실의 경우에도 한대의 중앙 환자 감시장치를 통해서 동시에 감 시가 가능한 환자수는 고작 30명 남짓하며, 이 경우도 설정된 임계값(Critical Value)를 벗어나서 경고가

4) <https://www.wellysis.com/#solution>, accessed 18th. May 2020.



울리지 않는 한 환자의 상태가 나빠지는 것을 발견하는 것은 매우 어렵다. 현실적으로, 한 장소에 모여 있는 환자도 아닌 다수의 장소에 개별로 격리되어 있는 수많은 환자의 상태를 실시간으로 모니터링 하는 것은 인공지능의 도움없이 어려운 일이다.

이러한 다수 환자의 감시를 위해서는 인공지능에 의한 감시(Surveillance)가 필수적이라 할 수 있다. 환자가 착용하고 있는 각종 스마트디바이스에서 발생하는 이벤트들을 인공지능이 감시하고 필요시 이러한 이벤트들을 관리자에게 통보하거나, 응급의료체계(EMS: Emergency medical system)를 활성화시키는 등의 기능을 해야만 효율적으로 다수의 환자들의 안전을 도모할 수 있을 것이다.

여기에 활용할 수 있는 가능성이 높은 기술은 부노와 세종병원이 함께 개발하여 여러 기관에서 사용하고 있는 DEWS(DeepEWS)가 있다 [112, 113]. 쉽게 측정할 수 있는 체온, 수축기혈압, 호흡수, 심박수 네가지 인자만을 사용해서 심정지예측을 하는 인공지능 기반의 Alert 시스템으로 자택 혹은 생활치료센터에서 격리되어 있는 환자들에게 적용하여, 환자의 상태가 급변하는 것을 예측하고 예방할 수 있을 것이다. 또한, PPG를 기반으로 하는 산소포화도 감시 또한 이번 코로나19 같은 폐렴을 유발하는 전염성 질환에서 환자의 상태를 감시할 수 있을 것이다.

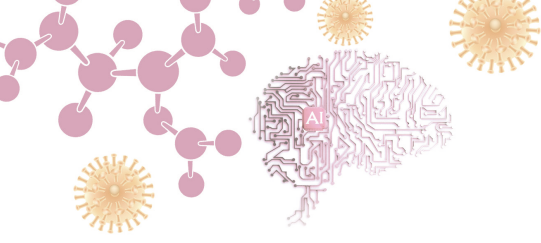
국제적으로는 스위스 집중 치료 의학 협회(SGI/SSM<sup>5)</sup>)의 후원으로 진행되고 있는 RISC-19-ICU<sup>6)</sup> 레지스트리에 현재 16개국 97개 센터가 참여하여 ICU에 있는 COVID-19 중환자들의 특성과 치료 과정에 대한 EHR 정보를 공유하는 작업을 진행하고 있다. 이를 통해 환자의 위험도를 계층화하고 AI/ML 기술을 이용해 합병증과 발생할 위험을 예측하고 예방할 수 있도록 하는 것을 목표로 하고 있다.

이번 코로나19 유행에서 치료제 후보 군으로 큰 관심을 가지고 있는 Chloroquine 계열의 약물. 특히 Chloroquine phosphate 및 Hydroxychloroquine은 용량을 잘 조절하지 못하면, 부정맥을 유발할 수 있는 것으로 잘 알려있으며, 함께 사용하는 것이 검토되었던 Azithromycin의 경우도 QT 간격을 연장시켜 부정맥의 위험을 높이는 약물이다. 이 경우 발생하는 부정맥은 다형심실빈맥으로 최악의 경우 환자가 목숨을 잃을 수도 있다. 미국에서는 실제로 이 약물을 자가 투약한 환자가 사망하는 사례도 발생하였다.<sup>7)</sup> 이러한 부정맥을 유발할 위험이 있는 약물로 치료받는 환자들은 병원에 입원하여 심전도를 감시하에 투약하는 것이 안전하지만, 다수의 환자가 발생하여 모든 환자가 병원에 입원치료를 받을 수 없는 상황에서 외래

5) <https://www.sgi-ssmi.ch/de/>, accessed on 4th. June. 2020

6) <https://www.risc-19-icu.net/>, accessed on 4th. June. 2020

7) <https://edition.cnn.com/2020/03/23/health/arizona-coronavirus-chloroquine-death/index.html>, accessed on 18th. May. 2020.



투약시에는 S-patch Cardio 같은 장비를 활용하여 심전도 감시를 하고, 필요시 응급의료체계를 자동활성화 시켜 구급대를 출동하게 하는 등의 조치를 취하는 것이 필요하다.

현재 유행중인 코로나19의 진단 및 치료에 도움을 줄 수 있는 기술 및 환자 상태의 급변을 감시할 수 있는 여러 기술들은 시장에 출시되어 있으나, 감염성 질환의 예후를 예측할 수 있는 기술은 아직 현장에 나와 있지 않다. 예후 예측을 위해 필요한 각종 데이터들을 수집해서 분석해야 우리가 아직까지 실체를 잘 알지 못하는 이러한 신종 감염병의 예후 인자들을 찾아낼 수 있을 것이다. 그러기 위해서는 환자유래의료데이터 (Patient Generated Health Data, PGHD)와 유전체 정보 (Genomic Data)를 아우를 수 있는 개인 건강기록 (Personal Health Record, PHR)이 반드시 필요하다고 하겠다.



## 2.4 자가 진단 검사 및 음성 인식

코로나 바이러스 팬데믹과 같은 전염성과 치명률이 동시에 높은 감염병의 등장으로 의심 환자와 신규 환자에 대한 비대면 진료와 원격 진료, 그리고 AI를 통한 사전 스크리닝과 모니터링의 필요성이 커지고 있다. 미국, 일본, 영국 등 각국에서는 긴급하게 원격의료에 대한 규제를 완화시키면서 대응하고 있고, 의심 환자와 신규 환자를 효과적이고 안전하게 접촉하고 진단검사를 시행하는 방법과 절차 개발들을 개발하고 있다.

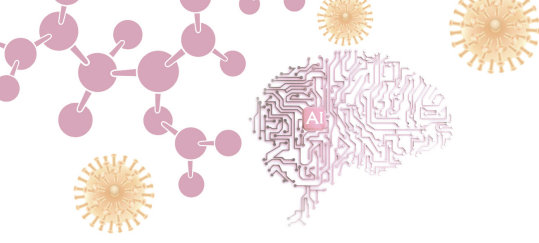
이러한 상황 속에서 주목받고 있는 것이 AI 기술을 기반으로 하는 대화형 인터페이스 기술과 음성 인식 기술이다. 대화형 인공지능 응용은 챗봇(chatbot) 및 이를 이용한 가상개인비서(VPA: Virtual Personal Assistants), 가상고객비서(VCA: Virtual Customer Assistants), 가상직원비서(VEA: Virtual Employee Assistants) 등으로 구성되며, 핵심기술로는 음성인식/음성합성/언어처리/상황인지 및 대응/감정인식/지식 베이스/대화 모델링 및 인터페이스 기술 등을 종합적으로 활용한다.

코로나 바이러스 팬데믹 상황에서 많은 국가들이 감염 상태에 대한 사전 문진과 가이드를 위해 핫라인 전화를 개설 운영하였으나, 확진자 증가량에 비례하여 문의 전화가 폭증하고 대기 시간이 길어지고 연결이 끊기고 불가능해지는 등 다양한 전화 폭주로 인한 문제들이 발생하였다. 이러한 문제를 해결하기 위해 자동화된 대응을 위한 대화형 인터페이스 기술 활용이 늘어나고 있다 [52].

### 2.4.1 챗봇

전화보다 효과적인 사용자 커뮤니케이션의 필요성에 따라 다양한 국가들에서 챗봇을 활용한 질문 상담과 사전 문진을 시행하고 있다.

- 네이버 ‘클로버’와 IBM ‘왓슨 어시스턴트 포 시티즌’ 등에서는 코로나19에 대해 자주 묻는 질문(FAQ)을 이해하고 이에 응답하는 기능을 제공하고 있다. ‘코로나19 현황’, ‘코로나 바이러스 확진자 수’, ‘우리 동네 확진자 수는 몇 명인가요?’, ‘학교는 얼마 동안 폐쇄될 예정인가요?’, ‘검사는 어디에서 받을 수 있나요?’ 등과 같은 동향 정보도 자동으로 가이드할 수 있고, ‘코로나19의 증상에는 어떤 것들이 있나요?’, ‘집을 어떻게 청소해야 할까요?’, ‘바이러스에 감염되지 않으려면 어떻게 해야 하나요?’ 등과 같은 대응 문의 답변도 가능하다.



- 한국 질병관리본부에서는 카카오톡채널에 AI 챗봇 기능을 활용한 질문 자동 상담 및 답변을 운영하고 있고, 동시에 와이즈넷에서는 코로나19 챗봇<sup>8)</sup>을 운영하고 있다. 코로나19 챗봇은 질병관리본부에서 제공하는 확진자 현황 및 국외현황, 선별진료소 정보, 공적마스크 관련 정보 등에 대한 자동 응답을 제공하고 있다.
- WHO / 유럽 및 유엔 어린이 기금 (UNICEF) 유럽 및 중앙 아시아 지역 사무소 (ECARO)가 공동 개발한 다국어 대화식 채팅 봇인 HealthBuddy<sup>9)</sup>는 COVID-19에 대응하여 유럽 및 중앙 아시아 국가를 대상으로 대화식 문답을 제공한다
- 대중적인 메신저 기반의 챗봇 서비스도 적극적으로 활용되고 있다. 독일 연방 보건부, 바이에른 주, WHO, Telangana, 영국, 인도, 프랑스, 브라질 등도 WhatsApp 메신저 내의 챗봇을 활용한 서비스를 제공하고 있다.
- 미국 질병통제예방센터(CDC)는 마이크로소프트(MS)의 챗봇 플랫폼을 기반으로 Coronavirus Self-Checker<sup>10)</sup>를 활용하고 있다. Self-checker에서는 사용자에게 증상(호흡 곤란이나 현기증)과 위험 요소(타인과의 접촉)을 확인하고 응급실을 방문할 것인지 자가격리 조치나 원격의료 진료를 받을 것인지 가이드한다. CDC는 관련 개발 내용을 github<sup>11)</sup>에 오픈소스로 공개하고 있다.
- 파스퇴르 연구소, 그레이터 파리 대학 병원 및 클레비 등은 COVID-19 자동 진단 챗봇인 COVID-bot<sup>12)</sup>을 오픈 소스<sup>13)</sup>로 발표했다. Covid-bot을 통해 응답자는 설문지를 작성하여 COVID-19 오염 위험을 평가할 수 있습니다. Covid-bot 사용자는 COVID-19 오염에 대한 위험 분석을 수행하기 위해 현재 증상, 병력 및 사용자의 나이 및 신체 관련 정보 등 23 가지 질문에 응답하면 위험/의심/안전의 세가지 유형 중 하나로 판단하여 결과를 알려준다.

8) <https://answerny.ai/corona19.html>

9) <http://www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/coronavirus-covid-19/healthbuddy>

10) <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/testing/diagnostic-testing.html>

11) <https://github.com/CDCgov/covid19healthbot>

12) <https://www.covidbot.fr/>

13) <https://github.com/CSML-by-Clevy/covidbot-autodiagnostic>



- 이밖에도 24개국 언어로 제공되는 Infermedica의 Symptomate<sup>14)</sup>, 이탈리아의 PagineMediche 사이트<sup>15)</sup>, HealthSaaS의 Covid19 online checkup<sup>16)</sup>, CDC/FEMA 등과 함께 개발한 애플의 COVID-19 검사 도구<sup>17)</sup> 등의 사례들과 같이 다양한 사전 자가 진단용 챗봇들이 개발되어 제공되고 있다.
- 국내에서도 개별 전문가가 개발한 ‘코로나19 체크앱’<sup>18)</sup>이라는 진단용 챗봇의 사례도 있으며, 자신의 증상을 입력하면 선별진료소 또는 보건소의 정밀검사 대상인지 확인할 수 있다. 현재 한국어/영어/일본어 3개국 언어로 제공되고 있다.
- 챗봇을 이용한 자가 진단에서 속도와 정확도 문제를 함께 해결하는 것은 쉽지 않다. 짧고 단순한 설문지는 낮은 특이성을 가지지만, 반대로 긴 설문은 효율성과 속도를 떨어트리는 문제점을 갖는다. symptomata<sup>19)</sup>와 같이 사전 정의된 증상 목록에 제약 없이 자유 텍스트 검색을 통해 복잡한 증상을 질의하는 실험연구 사례도 있다. [52]
- CovidQA와 NLP - 챗봇과 검색 엔진의 정확성을 평가하기 위해 데이터셋을 만들기 위한 시도가 진행되고 있다 [53]. CovidQA<sup>20)</sup>의 경우 140개 이상의 질문-문서 쌍, 40개 이상의 질문 등으로 구성되어 있고, COVID-QA<sup>21)</sup>의 경우는 8개 언어로 제공되는 800개 이상의 쌍 등의 질문으로 구성되어 있으며, NLP를 이용하여 QA 를 수집/확장하는 모델<sup>22)</sup>도 개발되고 있다

14) <https://symptomate.com/>

15) <https://www.paginemediche.it/coronavirus>

16) <https://www.covid19checkup.net/>

17) <https://www.apple.com/covid19/>

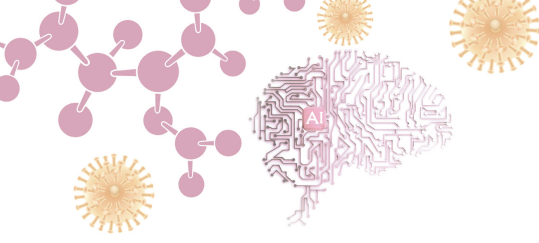
18) <https://docl.org/>

19) <https://www.symptoma.com/>

20) <http://covidqa.ai/>

21) <https://github.com/xhlulu/covid-qa>

22) <https://github.com/deepset-ai/COVID-QA>

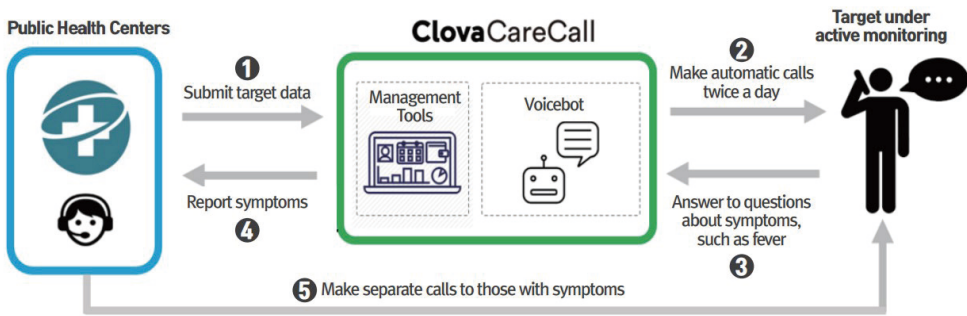


### 2.4.2 음성 지원 에이전트

웹과 모바일 앱 기반의 대화형 챗봇은 사용자 타이핑 기반의 커뮤니케이션에는 유용하지만 음성 인터페이스 보다는 덜 직관적이라 할 수 있다. 또한 사용자 중심이 아니라 방역 당국에 의해 모니터링과 관리가 필요한 환경에서는 음성 통화 기반 모델이 보다 효율적이라 할 수 있다. 이러한 이유로 자가 격리자 모니터링 및 관리 등의 목적으로 다양한 음성 기반 서비스들이 개발되어 활용되고 있다.

프랑스 AlloCovid는 자동 음성 인식 에이전트가 선정된 사용자에게 전화를 걸어 음성으로 증상 확인, 상태 확인 등을 위한 자동 문진을 진행하며 3분 이내에 자가격리를 지속할지 의사 상담을 받아야 할지는 알려준다. AlloCovid는 한 번에 최대 1,000 개의 통화를 연결하고 처리할 수 있다.

국내의 경우, 네이버의 AI 케어콜 상담 서비스, SK텔레콤의 누구 케어콜, 한컴 AI 체크 25 등이 개발되어 다양한 지자체를 통해 활용되고 있다.



〈그림 6〉 네이버 클로버 케어콜 동작 개념도 [91] (사용허가를 득하여 인용/재작성)

음성 지원 에이전트는 통화 대상자 관리/음성인식/음성합성/언어처리/상황인지 및 대응/감정인식/지식 베이스/대화 모델링 및 인터페이스 기술 등을 종합적으로 활용한다.

### 2.4.3 음성 의료 기록 작성

음성으로 전자 의무 기록과 전자 간호 기록을 작성하고 환자 정보 등을 검색할 수 있도록 하는 다양한 도구 들이 등장하고 실제 의료 환경에 적용되고 있다. suki.ai와 같은 경우에는 COVID-19에 특화된 템플릿을 제공하는 시도도 하고 있다.



국내의 경우 뷰노에서 개발한 ‘뷰노메드 딥에이에스알(VUNO Med®-DeepASR™)’와 셀바스AI에서 개발한 셀비 메디보이스(Selvy MediVoice)와 같이 음성 녹음부터 자동 Text 변환, 교정 및 저장까지 의료녹취를 위한 모든 과정을 지원하는 통합 의료 음성 인식 솔루션을 비롯해 은평성모병원 등에서 적용한 ‘음성인식 전자간호기록(Voice ENR) 같은 사례가 있다.

#### 2.4.4 기타 소리 인식

기타 다양한 소리를 이용한 인공지능 기반 진단 연구들도 진행되고 있다.

- 미국 카네기 멜론 대학(CMU)에서는 COVID-19 진단을 위해 사용자의 목소리를 분석하는 앱인 COVID Voice Detector<sup>23)</sup> 를 개발하고 있다. 이 연구에서는 COVID-19로 진단된 음성과의 유사성을 비교 분석하여 평가하는 방식으로 진행하고 크라우드 소싱으로 데이터를 수집하고 있다. 이 연구에서는 음성으로 진단 가능한 바이오마커의 발견과 보다 간단한 방식의 사전 진단 기술 개발을 목표로 하고 있다.
- 미국 AI 헬스케어 스타트업인 Eko의 AI 원격 청진기<sup>24)</sup>의 개발 사례도 있다. Eko는 심층 신경망을 사용하여 심장을 통한 혈액 흐름으로 생성되는 정상 음과 비정상 음을 구분하고, EKG (labeled echocardiogram) 데이터를 기존 데이터베이스 사례와 비교하는 방식으로 동작한다.
- 이외에도 기침 소리를 이용한 COVID-19 진단 기술 연구<sup>25) 26)</sup> 등과 같은 다양한 연구들도 시작되고 있다.

대화형 인터페이스를 사용하는 자동화된 도구들은 감염병의 급속한 확산의 최접점에서 의료진과 사용자 모두에게 도움을 줄 수 있다. 대화형 인터페이스 기반의 서비스들은 중요 정보의 안내, 증상 진단과 모니터링, 행동변화 지원, 정신 건강 지원 등을 할 수 있다[54]. 대화형 인터페이스의 보다 적극적인 활용을 위해서는 신뢰할 수 있는 체계화된 정보 제공 방법, 서로 다른 시스템(챗봇, 음성 지원)과 기기(스피커, 스마트 기기)들을 연결할 수 있는 방법, 진단용의 경우 성능 평가 방법 등에 대한 개선 노력과 추가 연구들이 필요하다

23) <https://cvd.lti.cmu.edu/>

24) <https://www.ekohealth.com/beatcovid>

25) <https://coughforthecure.com/>

26) <https://coughvid.epfl.ch/>



## 2.5 질병과 재난 예측, 감시

폭풍이나 홍수를 단지 몇 분만 빨리 예측할 수 있어도, 많은 사람들을 부상이나 사망의 위협으로부터 구할 수 있다. 하지만, 신종 코로나바이러스 (SARS-CoV-2) 등의 전염성 질환으로 인해 일어나는 여러 사회 경제적 파급 효과는 쉽게 가능하기 어렵다.

현재 코로나바이러스 관련 모델은 크게 확진자, 사망자, 입원환자 등의 자료를 토대로 수학적으로 데이터의 특징을 잘 반영시키는 방법을 찾아내는 statistical model, 그리고 큰 질병이 생기는 경우에 사람들은 어떻게 행동하고, 질병은 어떤 방식으로 전달되는가를 연구하는 mechanistic model 두 가지로 나뉜다. 이 두 가지 모델링 방법은 서로 상호 보완적이며, 한 모델의 예상되는 결과가 다른 모델의 성능에 영향을 미치는지를 분석할 수 있다. 최근에는, 머신러닝을 이용한 시계열 예측 모델로 이런 두 가지 모델의 장점과 단점을 조합해서 여러 예측을 하고 환자 진료부터 정책 수립에까지 도움을 주려는 시도가 많아지고 있다.

다만, 인공지능을 이용한 질병, 특히 신종 코로나바이러스의 예측 모델에서 가장 주의해야 할 점은, 이 모델들을 설계하기 위해 여러 가지 수학적 가정이 필요하고, 모든 모델은 적합한 데이터가 필요하며, 많은 경우 후향적 시험을 통해 검증이 되어야 하고, 그 후에도 실제 상황에서 전향적으로 사용하는 단계에서는 뚜렷한 한계가 있다는 점이다. 이 단원에서는 이런 한계점들과 극복 방안들을 알아보려고 한다.

### 2.5.1 입력 데이터의 품질

모델의 종류와 관계없이 입력 데이터가 전산화되어 있지 않거나, 데이터의 품질이나 인터벌이 균일하지 않은 경우, 모아야 할 데이터에 대한 충분한 컨센서스가 없는 경우, 데이터의 표기법이 집단별, 혹은 기관별로 상이한 경우, 데이터를 모으는 훈련받은 전문 인력이 부족할 경우에 입력 데이터의 품질 문제가 생기게 되며, 이 문제를 해결하는 전처리 단계의 인력과 비용의 소모가 크며, 무엇보다도 짧은 시간 안에 모델링을 해야 하는 경우에는 기민한 대처가 불가능하다. 따라서, 무엇보다도 먼저 여러 의료 기관의 절차 및 데이터 표준화 작업이 선행되어야 한다. 비정상적인 데이터의 흐름이 과연 중대한 신호인지 혹은 의미없는 소음인지를 판정하고 거르는 방법이 각 센터나 기관마다 다르지 않도록 평시에 표준화 작업을 함으로써 어느 정도 해결할 수 있다. 분석 서버 (analytic server)를 미리 마련해 두고, 수집 가능한 데이터는 필요에 맞게 전처리와 특징 추출을 해 놓는 것도 예측 알고리즘의 빠른 적용에 도움을 줄 수 있다. 반대로, 단위가 정해지지 않은 집단적 대단위의 예측을 위해서는 클라우드 공간에 데이터 풀을 만들어서 무작위적인 데이터를 수집하는 방법이 있다. 아마존의 AWS Public Data Lake [55] 와 같은 경우, AWS 계정을 가

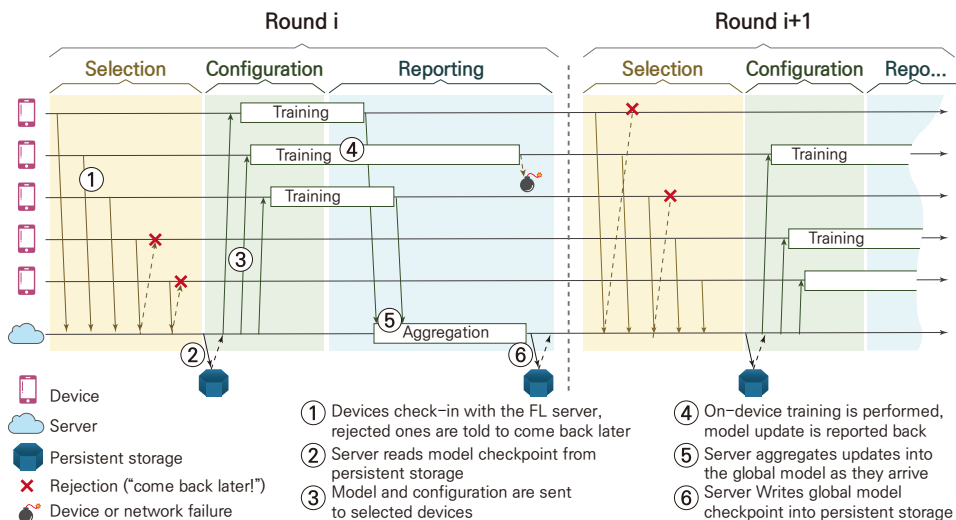


진 사용자 누구나 아마존에서 수집해서 정리된 데이터 서버에 있는 자료들을 이용해 예측 모델을 개발할 수 있다. 이런 데이터 풀을 이용하는 경우 개개 데이터의 품질은 떨어질 수 있지만, 데이터 전체의 흐름은 거시적으로 실제 현상에 수렴하기 때문에, 예측 모델의 용도에 따라 좋은 데이터 소스로 작용할 수도 있다.

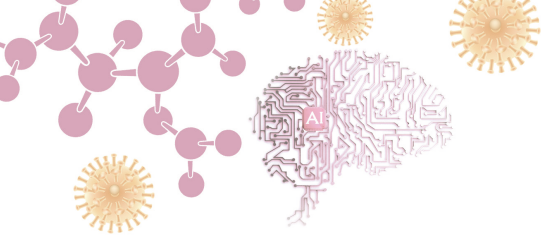
## 2.5.2 입력 데이터 거버넌스

특별히 질병의 전파 예측을 하는 경우, 여러 기관에서 공유하고 있는 데이터를 모아서 써야 하는 경우가 많다. 이 경우 데이터를 통합 서버로 보내는 대신, 학습된 모델을 각 데이터가 있는 서버로 보내고, 학습된 결과를 받아서 모델을 업데이트 시키는 연합학습 (federated learning) 기법이 이용될 수 있다 (그림 7) [56]. 이는 데이터의 프라이버시 문제를 해결하며, 동시에 각 센터의 데이터 거버넌스 문제도 다룰 수 있게 한다. 연합학습의 개발 초기에는 모델의 신뢰도 (받은 데이터로 모델이 올바르게 학습되었는지 알기 어려움) 와 데이터의 전송 속도 (학습된 결과가 양이 방대할 경우 실시간 추적이 어려워짐) 가 문제가 되었지만, 데이터 표준화가 진행되고, 5G 네트워크 등의 고속 전송 등을 통해 기술적 문제들은 해결이 가능하다고 할 수 있다.

그리고, 유전체 데이터 표준화를 진행하는 GA4GH에서는 “Responsible Data Sharing to Respond to the COVID-19 Pandemic” 이라는 제목으로 COVID-19 해결을 위한 다양한 연구활동에서 데이터 공유를 위한 전세계 연구자들의 공동 선언문을 작성하고 있는 중이다. 연합학습과 같은 기술적 대안과 더불어 연구 윤리 측면에서 고려해야 하는 점들을 제시하고 있다.



〈그림 7〉 연합 학습 프로토콜 (사용허가를 득하여 인용/재작성)



### 2.5.3 알고리즘의 개발

전염병의 전파를 예측하는 일에 가장 전통적으로 사용된 수학적 모델은 시계열 상에서 환자의 상태 변동을 조사하는 susceptible (S), exposed (E), infected (I), and resistant (R) 과 같은 컴파트먼트 모델 (compartmental model) 이다 [57]. 하지만 현재의 코로나 바이러스의 확산과 같은 모델의 경우에도, 전형적인 확산 경로를 따르지 않거나, 국가에 따라 데이터를 투명하게 공개하지 않는 경우, 모델 파라미터들을 결정하는 과정이 용이하지 않기 때문에 알고리즘에 오차가 많이 생기게 된다. 현재 활발하게 관련 연구를 하고 있는 미국의 대학들의 연구들 (University of Washington, Seattle [58]; University of California, Los Angeles [59]; Harvard University, Boston [60]) 의 예측 결과가 매우 다른 것도 이 때문이다. 이 문제는 1) 감염병의 시계열 추이를 정확하게 볼 수 있는 데이터의 수집과 투명한 공개, 2) 감염병이 퍼진 지역과 다른 지역의 문화/인종적 차이를 고려한 모델 설정, 3) 시계열 변이를 지속적으로 모델 업데이트를 통해 반영하는 작업을 통해 어느 정도 극복할 수 있다. 그 후 머신 러닝 모델에서는 비지도 학습 모델을 통한 추이 클러스터링을 통해 향후의 가능한 변화들 여러 가지를 도출해 낼 수 있다. 이런 예측으로, 필요한 곳에 진단 시약, 물자, 의료장비, 인력 등의 공급을 원활하게 할 수 있고, 또한 사회적 거리 두기 등의 예방적 조치를 강구할 수 있다.

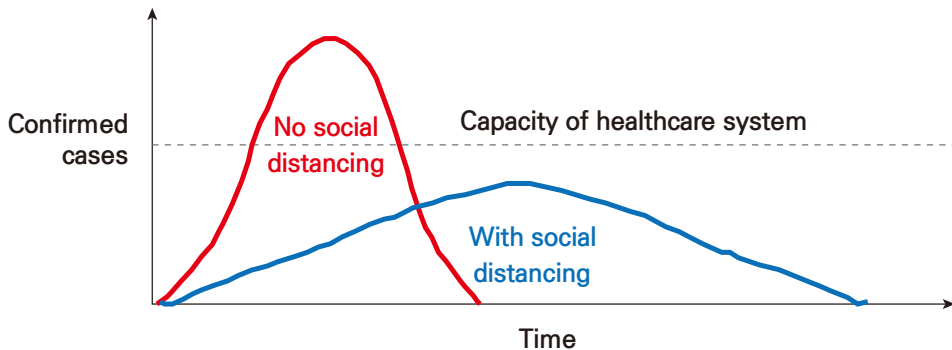
### 2.5.4 전향적 임상 실험 기법

신종 감염병인 경우, 감염자들의 임상적 행태는 물론, 의료진들의 치료 방법을 예측하는 일 또한 매우 까다롭다. 현재 코로나바이러스 감염증의 경우도 초기에 전 세계 의료진들은 각각 다른 진료 지침과, 약물 사용과, 인공 호흡기 사용 가이드라인에 의지해야만 했다. 이런 경우 가장 유효한 예측을 할 수 있는 전통적인 전향적 임상 실험인 무작위 대조 시험(randomized controlled trial)은 그 시간과 비용, 그리고 임상 실험에 참가한 개개의 환자에게 미치는 영향때문에 신종 감염병에 대해 기민한 대응을 할 수 없다. 미국 여러 센터에서 현재 동시다발적으로 행해지는 전향적 적응성 임상 연구(Randomized, Embedded, Multifactorial Adaptive Platform Trial) 기법을 통한 감염증 환자들의 치료 기법 확립 프로젝트 [61] 의 경우, 머신러닝을 통해 환자의 분배와, 여러 가지의 진단과 치료 방법에 대한 동시다발적인 분석을 통해 유효한 결과를 가지는 환자 군을 빠르게 분석해 낼 수 있다는 점에서 이런 한계를 극복할 수 있는 모델이 될 수 있다.



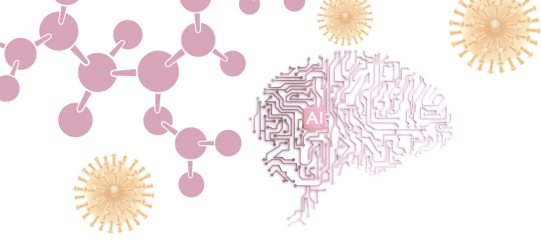
### 2.5.5 전향적 감시에 의한 질병의 컨트롤

현재 전 세계를 걸쳐서 가장 보편적으로 자리잡은 코로나바이러스 감염 방지 기법은 사회적 거리 두기 (social distancing) 이다. 대부분의 나라에서 경제 활동 규모와 인적, 물적 교류를 줄여가면서까지 이 방법을 쓰는 이유는, ‘커브를 낮춘다 (flattening the curve)’ 라고 하는, 단위 시간동안 신규 확진 환자의 발생률을 줄이는 것이, 현재 가용한 의료 시스템을 통해 환자의 회복을 제 때 도울 수 있다고 믿고 있기 때문이다 (그림8) [62]. 하지만 최근 도출된 사회적 거리 두기의 영향에 대한 역학 발표에 의하면, 질병 전파성 (R-naught;  $R_0$ )과 질병의 치명률에 따라 이 사회적 거리 두기의 효과는 상당 부분 바뀔 수 있다.



〈그림 8〉 사회적 거리두기의 효과  
(사용허가를 득하여 인용/재작성)

현재의 코로나바이러스와 같은 정도의 전파성과 치명률을 가지는 질환의 경우, 경우 사회적 거리 두기 하나만으로는, 상당한 시간이 지나서 조치를 완화했을 때 감염증이 다시 악화될 수 있기 때문에, 마스크 쓰기 등의 개인 위생, 광범위한 진단적 검사 시행, 그리고 개인의 프라이버시를 철저히 보호한다는 전제 하의 확진 환자의 이전 동태 파악을 통한 모든 방법이 유기적으로 결합되어야만 조절될 수 있다 [63]. 한국 이외의 국가들에서 이와 같은 시스템을 효과적으로 구축하는 데 도움을 줄 수 있다면, 향후 다른 종류의 감염병 확산에도 기여할 수 있다.



## 2.6 접촉자 추적 및 모니터링

역학조사(疫學調査, epidemiologic investigation)는 인구집단을 대상으로 특정한 질병이나 전염병의 발생 양상, 원인, 전파경로 등을 조사하는 것을 의미하며, 이를 통해 감염병의 종류와 원인, 발생 경로를 찾아내 대응할 수 있도록 하기 위한다 그 목적이 있다 [92].

감염병 재난 상황에서는 정밀하고 정확한 역학조사도 중요하지만, 신속한 역학조사가 더욱 필요하다. 역학 조사 후 적극적인 방역 조치 수행을 위해서는 감염원과 감염 의심 대상을 찾아내 격리 치료하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 확진 환자의 동선별 접촉자<sup>27)</sup>를 적극적으로 파악하여 감시조치를 시행하며, 밀접 접촉자를 찾아내 격리하는 것이 확산 방지에 효과적일 수 있다 [92].

그러나 수작업으로 접촉자 파악과 추적, 모니터링을 위해서는 많은 인력들이 필요하다는 문제가 있다. 이에 ICT 기술과 인공지능 기술을 이용해 동선별 접촉 가능자를 빠르게 분석해내고 격리 치료 모니터링을 유도하기 위한 다양한 접촉 추적 시스템을 우리나라를 비롯해 오스트리아, 중국, 이스라엘, 폴란드, 싱가포르 등 많은 국가에서 개발하여 사용하고 있다. 나아가 핫스팟 분석 및 알림, 포괄적 봉쇄, 영업정지, 공공장소 폐쇄, 자발적 사회적 거리두기 요청, 이동 제한 조치 등을 시행하고 관리하기 위해 기술들을 사용하고 있는데, 감염병은 주로 신체 접촉과 호흡기 비말로 전파되기 때문에 휴대폰 위치 추적을 통한 위치 데이터를 핵심 데이터로 활용하고 있다[93]. 이외에도 신용카드 사용내역, CCTV, 안면인식, QR코드 등과 같은 다양한 접촉자 확인에 필요한 정보들을 취합 분석하기 위한 앱과 시스템, 그리고 빅데이터 분석과 AI 알고리즘들을 적용하고 있다 [94].

27) 미국 질병통제예방센터는 확진자로부터 약 183cm 내의 거리에서 10분 이상 있었던 사람을 접촉자로 정의하고 있으며, 우리나라의 경우 WHO의 기준에 따라 추정 또는 확진 환자의 증상발생 2일전부터 발생 후 14일간 대면 접촉/신체적 접촉 등이 발생한 자로 정의 (코로나 바이러스 감염증-19 대응 지침 제8-1판)



### 2.6.1 디지털 접촉자 추적 및 모니터링 확산

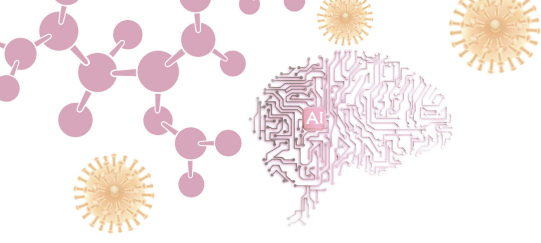
한국 정부는 밀접 접촉자 추적을 위하여 역학 조사 지원시스템을 개발하여 활용하고 있다 [91]. 지난 4월에 공개된 「코로나19 역학조사 지원 시스템」은 「감염병 예방 및 관리에 관한 법률」에 따른 역학조사 절차를 자동화하는 시스템으로, 대규모 도시 데이터를 수집·처리하는 스마트시티 데이터 허브 기술을 기반으로 국토부에서 개발하였으며, 현재 질병관리본부에서 시스템을 이관 받아 코로나19 역학조사에 활용하고 있다. 본 시스템을 통해 종전 대부분 수작업으로 이루어졌던 28개 관계 기관간 공문 작성 및 유선 연락 등 확진자 정보 수집·분석 과정이 전산화·자동화되어 신속성과 정확성이 크게 제고되었다 [95]. 이 밖에도 '자가격리자 안전보호 앱' 과 '모바일 자가진단 앱', 다중이용시설 출입자 확인용 QR코드 전자출입명부 등도 함께 운영하고 있다 [91].

싱가포르의 SQREEM 사가 출시한 AI 기반의 실시간 접촉 추적 및 통신 시스템인 SQREEM COVID 추적 플랫폼은 개인 정보 보호 기능을 갖고 있으며 별도 앱이 아닌 AI 및 머신 러닝 모델을 사용해 일정 기간 동안 감염된 환자와 밀접 접촉을 한 다른 사람들을 찾고 잠재적인 감염 클러스터를 식별한다.

해외 국가들에서는 스마트폰을 대상으로 하는 다양한 COVID Tracing Tracker 앱을 개발하여 운영하고 있다 [96, 97, 101]. 현재 29개국 이상에서 정부 기관을 중심으로 관련 앱들이 개발되어 배포되고 있으며 대부분 근접 통신 기술인 Bluetooth를 기반으로 DP-3T<sup>28)</sup>, Google/Apple 프로토콜[102]을 사용하고 있고, GPS 위치 데이터와 데이터마이닝 기술도 함께 활용하고 있다 미국의 경우, CDC에서 디지털 접촉 추적 도구의 평가를 위한 최소 기준을 가이드<sup>29)</sup>하고 있기도 하다.

28) <https://github.com/DP-3T/>

29) <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/downloads/php/prelim-eval-criteria-digital-contact-tracing.pdf>



〈표 3〉 국가별 COVID Tracing Tracker [데이터 출처: Tate Ryan-Mosley<sup>30)</sup> 를 재구성]

Location	Name	Maker/Deployer	Tech	Centralized or	Status
Australia	COVIDSafe	Australian government	Bluetooth	Centralized	Launched
Austria	Stopp Corona	Red Cross	Bluetooth, Google/Apple	Decentralized	Launched
Bahrain	BeAware	Information & eGovernment Authority	Bluetooth, Location	TBD	Launched
Bulgaria	Virusafe	Scalefocus and the Bulgarian Ministry	Location	Centralized	Launched
China	Chinese health code system	Alipay, Hangzhou's Communist Party, Chinese national gov't	Location, Data mining	Centralized	Launched
Cyprus	CovTracer	Research Centre of Excellence on Information and Communication Technologies (RISE)	Location, GPS	TBD	Launched
Czech	eRouska	Ministry of Health	Bluetooth	TBD	Launched
Estonia	Estonia's App*	Bytelegics, Cybernetica, Fujitsu Estonia, Guardtime, Icefire, Iglu, Mobi Lab, Mooncascade, Velvet	Bluetooth, DP-3T, Google/Apple	Decentralized	In Dev
Finland	Ketju*	"Public private collaboration" National Cyber Security Center	Bluetooth, DP-3T	Decentralized	In Dev
France	StopCovid*	Inria	Bluetooth	Centralized	In Dev
Germany	Germany's App*	Deutsche Telekom and SAP	Bluetooth, Google/Apple	Decentralized	In Dev
Ghana	GH COVID-19 Tracker	Ghana Health Services	Location	TBD	Launched
Iceland	Rakning C-19	Iceland's civil protection and emergency management team	Location	TBD	Launched
India	Aarogya Setu	Indian national government	Bluetooth, Location	Centralized	Launched
Iran	Mask.ir	Network of academics, mostly from Sharif University of Technology	Location	TBD	Launched
Ireland	HSE Covid-19 App*	HSE - Ireland's Health Services	Bluetooth, Google/Apple	Decentralized	In Dev
Israel	HalMagen	Health Ministry	Location	Decentralized	Launched
Italy	Immunì*	Bending Spoons	Bluetooth, Google/Apple	Decentralized	In Dev
Malaysia	MyTrace	Ministry of Science, Technology and Innovation	Bluetooth, Google/Apple	Decentralized	Launched
Mexico	CovidRadar	Mexican Government	Bluetooth	Centralized	Launched
North Macedonia	StopKorona	NextSense	Bluetooth	Decentralized	Launched
Norway	Smittestopp	Norwegian Institute of Public Health	Bluetooth, Location	Centralized	Launched
Poland	ProteGO	Ministry of Digital Affairs	Bluetooth	Decentralized	Launched
Qatar	Ehteraz	Ministry of Public health	Bluetooth, Location	Centralized	Launched
Singapore	Trace Together	Government Technology Agency	Bluetooth, BlueTrace	Centralized	Launched
Switzerland	Swiss Contact Tracing App	Swiss National Covid-19 Science Task Force	Bluetooth, DP-3T, Google/Apple	Decentralized	In Dev
Turkey	Hayat Eve Sığar	Turkish Ministry of Health	Bluetooth, Location	Centralized	Launched
UAE	TraceCovid	Department of Health	Bluetooth	Decentralized	Launched
UK	NHS COVID-19 App*	NHSX	Bluetooth	Centralized	In Dev

그러나 휴대폰 앱 기반의 접촉자 추적 시스템은 스마트폰 소유자의 80 % 이상이 설치해야 정확성을 가질 수 있지만 강제 설치가 어렵고 자발적 설치 비율이 40%를 넘지 않는다는 문제와 휴대폰을 소유하지 않은 사용자들은 추적할 수 없다는 한계를 갖고 있다 [109].

### 2.6.2 프라이버시 보호를 강화한 근거리 접촉자 추적 기술

한국 사례와 같이 다양한 데이터들을 종합적으로 활용하면 보다 정확한 접촉자 분석과 모니터링 뿐만 아니라 여행 패턴 예측, 향후 발생 핫스팟 예측, 감염 전개 방식 등을 종합적으로 분석 예측해볼 수 있다. 그러나 한편으로는 시와 빅데이터를 활용한 모니터링 시스템을 통한 프라이버시 침해와 정보 오남용, 보안 위협 등에 대한 다양한 우려들도 나오고 있다 [94, 97, 98, 99]. 특히 아시아권과 달리 시민 개인의 권리 보장과 자유 보호에 대한 규제와 저항감이 높은 유럽/미국 등에서는 이에 대한 우려가 더 높은 편이다 [100, 107].

30) [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ATaIASO8KtZMx\\_zJREoOvFh0nmB-sAqJ1-CjVRSCow/edit#gid=0](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ATaIASO8KtZMx_zJREoOvFh0nmB-sAqJ1-CjVRSCow/edit#gid=0)



이러한 이유로 프라이버시 보호를 강조하면서 중앙 집중화되지 않고 분산되고 익명화된 접촉자 추적 및 접촉 확인 기술 개발에 대한 시도들도 다양하게 이루어지고 있다 [99, 110].

- MIT의 오픈소스 프로젝트인 SafePath<sup>31)</sup>는 스마트폰용 앱인 PrivateKit과 웹 응용인 Safe Places로 구성되며, PrivateKit 앱을 통해 5분마다 사용자 위치를 기록한 후, 필요할 경우 확진자의 동선과 비교
- 오픈소스 Covid Watch<sup>32)</sup> 프로젝트에서는 SafePath와 마찬가지로 개인정보를 공유하지 않고 확진자 감염 경로를 추적하면서 익명 노출 알림을 보낼 수 있도록 하는 분산 시스템을 개발
- 유럽내 8개국 130개 이상의 연구기관이 참여하는 컨소시엄인 'PEPP-PT<sup>33)</sup>(Pan-European Privacy-Preserving Proximity Tracing)'에서는 GDPR(General Data Protection Regulation)을 준수하며 Pan European을 지원할 수 있는 근거리 접촉 추적 기술과 오픈소스 시스템<sup>34)</sup>을 개발 중
- 스위스, 오스트리아, 에스토니아, 독일 정부 등에서는 싱가포르 정부의 TraceTogether와 유사한 방식으로 BLE(Bluetooth Low Energy) 기반의 공개 프로토콜 프로젝트인 DP-3T<sup>35)</sup>(Decentralized Privacy-Preserving Proximity Tracing)를 지원하는 앱을 개발
- MIT는 각 개인의 스마트 폰에서 방출되는 임의의 '처프(chirp)'를 활용하는 PACT<sup>36)</sup>(Private Automated Contact Tracing) 프로토콜을 개발. 처프는 BLE 통신 과정에서 생성되며 수신된 신호 강도는 두 장치 사이의 근접 거리도로 계산되어 활용
- 애플과 구글은 블루투스를 기반으로 하는 프라이버시 보호 COVID-19 접촉 추적(Privacy-Preserving COVID-19 Contact Tracing)' API 공동 개발 계획을 발표했고, 이를 반영한 시스템<sup>37)</sup>을 출시 [102]

31) <https://safepaths.mit.edu/>

32) <https://github.com/covid19risk>

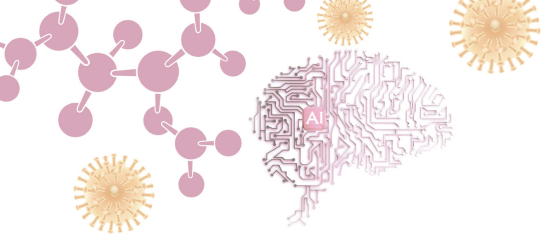
33) <https://www.pepp-pt.org/>

34) <https://github.com/pepp-pt>

35) <https://github.com/DP-3T/>

36) <https://pact.mit.edu/>

37) 애플은 추적 기능을 반영한 iOS 13.5 업데이트 제공(2020.5.20). 구글도 5월에 안드로이드에 반영 업데이트



- ETSI(European Telecommunications Standards Institute)에서는 스마트폰 기반 근접 추적 시스템을 위한 표준 개발을 위해 E4P<sup>38)</sup>(Europe for Privacy-Preserving Pandemic Protection) 그룹을 신설하고 근접성 탐지 및 익명 식별을 위해 상호 운용 가능한 모바일 앱 구축에 필요한 표준 개발을 시작

주목할만한 연구 중 하나는 캐나다 몬트리올에 위치한 밀라(Mila) 연구소에서 진행하고 있는 P2P 기반의 인공지능 추적 기술이다 [103]. 디지털 접촉 추적이 계속 확장될 것으로 예상되는 상황에서, 프라이버시가 보장되는 분산 P2P 기반의 추적 환경에서 딥러닝 기술을 활용하면 단순한 추적 기능을 개선해 상호 작용 거리 및 지속 시간, 자체 보고된 동반 질환, 인구 통계 및 증상의 존재 여부와 같은 특징들을 고려해 개인의 위험도를 좀더 정확하게 정량화해서 제공할 수 있고, 정량화된 위험도에 맞는 적절한 필요 조치들도 빠르게 안내할 수 있다는 장점을 가질 것으로 기대하고 있다 [104].

이러한 P2P 근거리 분산 접촉 추적 기술과 딥러닝 기술의 결합은 새로운 시공간 전염병 확산 모델링<sup>39)</sup> 과도 결합되어 실시간 모델링 및 추적이 가능한 형태도 만들 것으로 예상된다.

### 2.6.3 AI 기반 접촉 추적의 위험성과 권고 사항들

디지털 추적 시스템들과 인공지능 기술의 결합이 늘어남에 따라 감시 강화로 시민의 권리가 약화되거나, 부적절한 정보와 힘을 정부나 민간 기업이 손에 넣어 불평등을 심화시키거나, 잘못 학습된 편견/편향/차별 등이 적용되면서 공정하지 않은 방식으로 동작될 수도 있다는 우려도 높아지고 있다. 디지털 추적 시스템을 통해 얻을 수 있는 장점도 중요하지만, 동시에 신뢰성을 확보하고 윤리적인 고려사항들이 충실하게 반영되는지 검토되어야 한다는 지적들도 높아지고 있다 [97, 105-108]

이에 미국 NSCAI에서는 감염병 대응을 위한 인공지능 시스템에 대한 개인 정보 및 윤리 권고 기준을 만들어 공표하였다. NSCAI에서는 “시민의 자유를 최우선으로 고려하여 개발할 것” 과 “편향되지 않고 불공평한 결과를 제공하지 않도록 개발할 것” 을 권고하면서, 12가지 모범 사례를 함께 제시하였다 [105]. 엠네스티를 비롯한 100여개의 국제시민사회단체는 “전염병 퇴치를 위해 디지털 감시 기술을 사용하는 국가는 인권을 존중해야 한다” 는 공동 시민 사회 성명서를 발표하면서 8가지 조건 - 1) 합법적이며 비례적 감시 조치 2) 시간 제한적 감시 시행 3) 수집 데이터의 사용 목적 제한 4) 정보 보안 조치와 익명화 5) 소외와

38) <https://www.etsi.org/committee/1769-e4p>

39) <https://github.com/covid19-model/simulator>

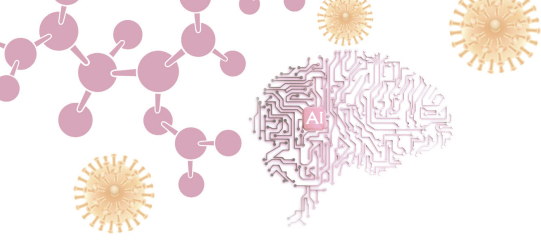


차별 위험 해소 6) 데이터 상업적 활용시 투명한 계약과 감시 보장 7) 책임 보호와 남용 방지 조치 8) 이해 당사자와 전문가 의견 수렴과 적극적 참여 보장 - 이 충족되기 전에는 모든 정부가 디지털 감시와 추적을 강화하지 말 것을 요구했다 [106]

많은 사람들이 우려하고 있는 것처럼 앞으로 정부 차원의 강화된 디지털 접촉자 추적 및 모니터링 기술 강화를 요구할수록 프라이버시 침해의 가능성은 높아질 것이다. 이를 해결하기 위해 디지털 접촉자 추적 기술 사용시 국제적인 정보보호 가이드라인 준수와 익명화, 분산화, 데이터 수집 최소화, 데이터 저장기간 제한, 정보 주체의 자기결정권 존중 등에 대한 충분한 고려가 함께 이루어져야 할 것이다.

동시에 기술적으로는 근거리 분산 통신 기술 기반의 디지털 접촉자 기술 개발과 더불어 다양한 디지털 접촉 데이터 및 시스템을 통합할 수 있는 기술 보완도 필요하며, 인공지능 기술 적용시 편견과 차별 방지를 위해 필수적인 AI 신뢰성(Trustworthiness) 기술/표준 확보 노력도 지속해야 할 것이다.

그리고 마지막으로 가장 중요하게는 이런 모든 디지털 추적 조사 기술의 범위는 공중보건 전문가와 함께 과학적으로 검증되어야 하며, 정보의 공개 범위는 최소화되도록 신중하게 고려되어야 할 것이다.



## 2.7 신약 개발

신약 개발의 경우, 보통 2~5년간의 후보 약물 발굴을 거치고, 그 이후로도 6년에서 15년간의 약물 개발 과정을 거쳐야 시장에 출시가 가능하다. 이러한 장기간의 후보 약물 검색 기간과 전임상 연구, 독성 연구가 필요하기에 많은 비용과 시간이 소모되기 때문에 AI를 이용한 다양한 신약 파이프라인 플랫폼 연구 개발이 진행되고 있다 [10, 113]. 이러한 기술은 약물 검색 기간과 전임상 연구 및 독성 연구 등의 시간을 단축시키기 위한 중요한 툴로서 사용된다.

신종 감염병인 COVID-19에 대응하기 위한 치료제의 개발을 위해, WHO를 필두로 세계 곳곳에서 글로벌 기업을 비롯해 국가적 차원에서의 많은 투자와 연구개발이 진행되고 있다 [6, 35, 113]. 현재 2020년 6월 7일을 기준으로 7백만명의 감염자와 40만명의 사망자를 내고 있는 시점 [114]에서 치료제나 백신이 공식적으로 개발되어 공급되기 전까지, 대부분의 국민들은 사회적 거리두기나 위생관리 개념에서의 수동적 감염 예방이 유일한 해결책이며, 이는 경제적, 사회적으로 상당한 피해를 가지고 온다. 따라서 한국을 비롯하여, 많은 국가들이 치료제를 찾기 위한 노력을 하고 있다.

현재 최적화된 치료제는 아니지만, 렘데시비르 [115-117], 클로로퀸과[118,119] 히드록시클로로퀸[120], 리토나비르/로피나비르[121,122] 그리고 리토나비르와 IFN- $\alpha$ [123]와의 병용치료 등이 COVID-19의 치료를 위한 후보 군으로 연구 중이다. 정확한 임상결과를 토대로 하여 치료제확보를 위한 생산가동이 집중적으로 이루어질 것으로 기대한다. 실험을 토대로 항 바이러스 효과를 확인하는 것이 가장 적합한 방법이지만, 바이러스를 배양하고, 바이러스에 감염된 FCWF-4세포 등에 다양한 치료제를 적용하여 항바이러스효과를 검증까지, 시간과 비용 그리고 기술적인 셋팅과 기전확인까지 빠른 시일 내로 검증하는데 어려움이 있다.

현재까지의 유행 상황을 해결하기 위해서 환자에게 효과가 있는 시판 중 약물을 확인하기 위하여 인공지능 (AI) 기술이 적용되고 있다. 특히 약물의 용도변경을 통한 치료방법은 새로운 약물에 대한 독성등이 이미 보고된 상태에서, 약물의 효능을 기대하는 방법으로, 시간과 비용을 상당히 단축할 수 있을 뿐만 아니라, 약물 생산 인프라가 갖추어져 있는 제약회사로 하여금 신속한 생산을 기대할 수 있다.

인공지능 (AI) 플랫폼의 성공적인 적용을 위하여 알고리즘을 ‘훈련’하기 위한 데이터의 정확도가 중요하다. 현재까지도 타겟이 되는 COVID-19에 대한 제한된 수준의 데이터가 현재 수준에서의 인공지능 플랫폼의 적용은 도전적인 성격이 높다. 현재 이러한 도전을 진행하고 있는 대표적인 인공지능 기반 플랫폼



을 통해 COVID-19에 대한 치료제를 개발하고 있는 회사들이 있으며, 이들이 가진 인공지능 기술에 대하여 살펴 보았다.

BenevolentAI [124]는 최근 COVID-19를 타겟으로 한 Baricitinib이 중요한 약물후보군임을 밝혔다. 영국에 본사가 있는 이 회사는 캠브리지대학교와 함께 관련 빅데이터에 대한 분석 및 알고리즘을 개발하고 있으며, 특히 기존의 문헌을 토대로 하여 데이터마이닝과 데이터필터기술을 통해 좀더 정확한 데이터베이스구축을 수행한다 [125]. 고품질의 데이터베이스를 토대로 하여 심층신경망모델 및 symbolic AI를 적용하고 있고, 분자수준의 분석을 토대로 하여 기존의 약물의 리포지셔닝뿐만 아니라, 약물후보군을 도출할 수 있는 시스템을 가지고 있다 [125].

〈표 4〉 인공지능 플랫폼기반의 COVID-19치료제를 개발중인 회사와 기술

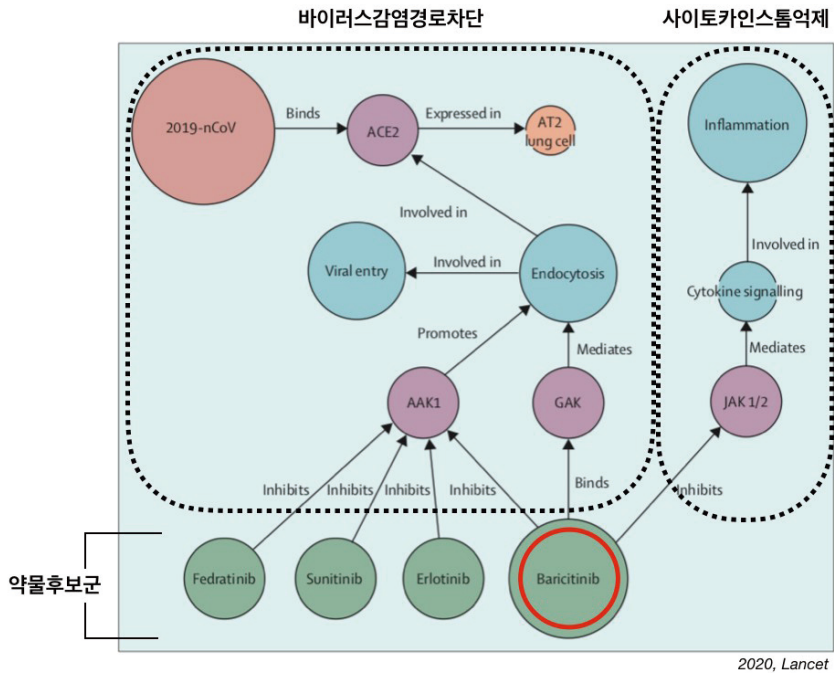
	기본정보	기술현황
BenevolentAI	영국에 본사가 있으며, 시약물발굴 업체로서 상당한 경험이 있음. 최근 AAK1, GAK, JAK1/JAK2 억제제인 Baricitinib (Olumiant)가 COVID-19에 효과적임을 확인 이를 기반으로 임상 진행 중	<p>문헌을 근거로 한 데이터마이닝기술과 네트워크분석기술, 그리고 단백질 및 컴파운드의 분자의 머신러닝기반의 분석을 가지고 있음. 특히 자체적으로 빅데이터로부터 데이터추출 및 정제기술 (그래프컨볼루션신경망)을 통해 노이즈가 낮은 데이터 마이닝 기술이 장점임. 더불어 분자설계모델에 대한 벤치마킹 프레임 워크, GuacaMol이 구축되어있어 지속적인 모델의 업데이트가 유지되고 있음. 사용하고 있는 머신러닝 알고리즘은 심층신경망 모델 및 symbolic AI를 균형있게 사용하고 있음.</p> <p>특허등의 원천기술에는 질병에 관련된 치료제 후보군에 대한 특허가 보유되어 있으나 시에 대한 원천기술등이 공개되지 않음.</p>



<p>Innoplexus</p>	<p>독일/미국/인도에 회사가 있으며, 환자 데이터를 토대로 하여 COVID-19에 대한 치료제 후보군으로 클로로퀸이나 렘데시비르 등에 대한 잠재력을 평가하였으며, 이밖에 다양한 약물들을 도출하였음.</p>	<p>Innoplexus에서 개발한 독자적 인공지능 플랫폼과 빅데이터 (300테라바이트) 그리고 수 천명의 환자 데이터를 대상으로 AI 플랫폼에 적용하였다. AI 플랫폼은 발현데이터, 분자의 경로, 약물결합 친화도, 임상 데이터가 적용됨.</p> <p>이번 2019-nCoV 분석에 인간과 바이러스 단백질의 표적 식별을 위해 생물학적 데이터 전체에 걸쳐 구축된 학습데이터와 약물경로 상호작용을 분석하였을 뿐만 아니라, 병용치료용 약물을 확인하기 위한 조합 결과등을 같이 확보하고 있음.</p> <p>이들이 보유하고 있는 특허들은 블록체인을 이용한 기밀데이터의 통합관리시스템, PDF파일에서 데이터를 추출 하기 위한 시스템, 네트워크 분석 등이 포함되어 있음.</p>
<p>VantAI</p>	<p>미국의 뉴욕에 본사가 있으며, 최근 2019-nCoV의 감염관련 300개의 리드 물질을 선별중임.</p>	<p>VantiAI 플랫폼은 생물물리학을 기반으로 한 단백질 상호간의 모델링을 하고 있음</p>

INNOPLEXUS는 Gunjan Bhardway 박사를 필두로 설립된 인공지능 기반 플랫폼은 지닌 회사이다. 약 300명의 다분야 팀 전문가들로 구성된 이 팀은 독일 및 미국 등지에 회사가 있으며, 특허는 약 100여개, 분석을 위한 임상/생명관련 빅데이터는 약 300테라바이트에 육박한다 [126]. 약물 용도변경, 리드물질 발굴, 치료타겟 식별 등에 대한 전문성 [127]을 가진 이 팀에서는 클로로퀸, 렘데시비르, 클라리트로마이신 단독 혹은 병용치료에 대한 조합을 환자의 데이터를 토대로 예측하였고, 더불어 in vitro 스크리닝을 통한 검증을 통해 가장 적합한 약물 후보군을 제안한 회사이다.

VantAI는 미국에 본사를 두고 있는 회사로서, 감염과정에서 확인되는 바이러스 유래 단백질과 이와 연관된 인간의 500개 이상의 단백질의 상호작용을 이해하기 위한 시스템생물학기반의 접근법을 가지고 있다 [128]. 현재 300개 정도의 리드 물질에 대한 결과를 도출 중이다. 이 밖에 영국의 Healx [129], 캐나다의 Cyclica [130], 한국의 Deargen [131] 등이 COVID-19를 타겟으로 AI를 이용한 신약발굴 플랫폼으로 소개되고 있는 회사들이다.



2020, Lancet

〈그림 9〉 인공지능으로 확인된 Baricitinib의 이중 효과. 류마티스치료제인 Baricitinib은 2019-nCoV의 세포내 침입경로의 차단과 동시에 인체내에서 병증을 유발하는 사이토카인스톡의 하위 신호전달기전인 JAK1/2를 억제함으로써, 염증을 감소시켜, 감염환자의 병증을 감소시키는 기전을 갖는다 [135 수정] (사용허가를 득하여 인용/재작성)

현재까지 COVID-19에 대한 치료효과를 검증할 수 있는 방법으로 코로나바이러스와 코로나바이러스에 감염된 세포와의 상관관계에 초점이 맞추어져 있었다. 따라서, in vitro 실험에서 세포에 대한 독성, 그리고 바이러스의 증식 감소 등과 같이 간단한 결과들이 데이터베이스화 되어 머신러닝으로 적용되어 결과를 중심으로 적합한 치료제들이 발굴되는 형태를 띄고 있다. 특히, Baricitinib이 주목을 받는 것은 바이러스 감염기전의 차단과 함께, 바이러스감염에 의하여 사망에 이르게 하는 주요 병증인 사이토카인스톡을 제어할 수 있다는 점이며, 이는 항바이러스 및 항염증의 두 가지 목적을 달성할 수 있다. 다중목적 결과를 도출하기 위한 네트워크 분석의 중요성을 보여주고 있다 [132]. 인공지능 플랫폼의 대부분은 심층학습분석 및 symbolic AI 등을 활용한 자체적으로 최적화된 모델을 사용하고 있고, 적용되고 있는 데이터베이스의 양과 질이 높은 수준이 약물 후보군 발굴의 정확도를 높이고 있음을 제시하고 있다.




이 모든 결과들을 종합하여 보았을 때, 이번 COVID-19에서는 인공지능기반 감염병 신약의 개발은 임상현장에서 검증 중이며, 그 무한한 가능성을 확인하기 위한 도마 위에 서 있다. 하지만 최근 가능성이 있다고 보여지는 클로로퀸 등 일부 약물이 효과적인 결과를 보여주지 못하고 있다. 그 원인에 있어, 바이러스의 특성상, 변이가 다양하게 나타난다는 점, 새로운 클론에 대한 인체 감염 기전과 면역회피기전 그리고 병증의 다양한 변화와 같은 변수들이 존재한다는 점에서 머신러닝을 통한 학습과 예측을 어렵게 하고 있다. 이외에도 인체내 복잡한 면역 기전과 바이러스의 면역회피기전, 생물학적인 요소들에 대한 한정적인 정보들 또한 해결해야 하는 부분이다. 미국 MIT-IBM Watson AI lab에서 COVID-19 환자 중 패혈증으로 심각하게 영향을 받을 수 있는 환자에 대한 진단기술이 개발되었다 [133]. 이는 특정한 환자에서만 나타나는 과도한 면역반응을 이해할 수 있고, 그리고 이를 효과적으로 차단할 수 있는 약물을 확보한다는 점에서 지금 인공지능으로 개발중인 약물 또한 사람에 따라서 치료효과가 달라질 수 있음을 의미한다. 따라서 이번 환자들 가운데, 완치된 환자와 사망한 환자에 대한 면역반응에 대한 이해와 데이터베이스 확보가 추후 동일한 혹은 비슷한 감염성 바이러스 질환에 대한 열쇠가 될 수 있다.

A stylized brain composed of circuitry and a central 'AI' label, surrounded by virus-like icons and a network diagram.


03

## 표준화 동향

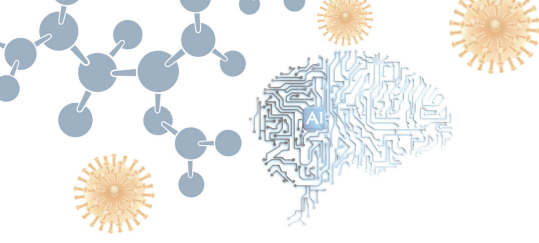
---

A large, detailed virus-like icon on the left side of the page.

의료 인공지능에 대한 표준화는 2018년부터 시작되어 2019년 ITU-T/WHO, DICOM 등에서 적극적으로 추진되고 있으며, 영상 의학 분야, 진단 보조 및 임상 의사결정, 신약 개발, 건강관리, 병리 분석 및 질병 예측 등의 영역에서 적극적인 기술과 표준 개발들을 추진 중에 있다.

A network diagram with interconnected nodes and lines, located in the bottom left corner.

ETRI  
Insight



## 3.1 국제 표준화

### 3.1.1 개요

의료 인공지능에 대한 표준화는 2018년부터 시작되어 2019년 ITU-T/WHO, DICOM 등에서 적극적으로 추진되고 있으며, 영상 의학 분야, 진단 보조 및 임상 의사결정, 신약 개발, 건강관리, 병리 분석 및 질병 예측 등의 영역에서 적극적인 기술과 표준 개발들을 추진 중에 있다 [64].

〈표5〉와 같이 일반적인 의료 인공지능 국제 표준화는 “인공지능 기반 의료기기”를 개발하는 과정에서 위험을 관리하고 필수 성능을 보장하기 위한 일관된 체계를 만드는 것이었다면, 감염병 재난 대응 환경에서의 의료 인공지능 표준화는 감염병 재난 대응 체계의 단계별 방역 활동(유입차단, 현장대응, 확산방지, 치료/신약개발)들을 얼마나 정확하고 효과적으로 지원할 수 있도록 하는가에 초점을 맞춘다는 점에서 차이를 갖는다.

〈표 5〉 의료 인공지능 표준화와 감염병 대응 인공지능 표준화 비교

	의료 인공지능 표준화	감염병 대응 인공지능 표준화
표준화 목적	의료 활동 지원	감염병 방역 활동 지원
표준화 대상	인공지능 기반 의료기기/의약품	방역 지원 시스템
표준화 우선 목표	안전성, 정확성	신속성, 상호운용성
주요 표준화 이슈	위험관리, 품질관리, 필수성능 평가	상호운용성, 데이터 교환, 성능 평가

또한 감염병 재난 대응 인공지능 표준화 분야는 의료 행위 지원을 포함하는 포괄적인 감염병 방역 활동 지원을 목적으로 하며, 의료기기인 감염병 자동진단지원 시스템 및 비의료기기 시스템들까지 포괄하는 방역 지원 시스템 전반을 다루며, 신속성과 상호운용성 확보를 우선 목표를 갖는다는 점에서 좀더 광의의 범위라 정의할 수 있다.

이번 장에서는 국제 표준화 기구들에서 진행되고 있는 인공지능 표준화 중 감염병 대응 관련 인공지능 표준화에 대해 살펴본다.

### 3.1.2 ITU-T/WHO FG-AI4H

헬스케어 분야의 인공지능 관련 국제 표준 개발을 위해 WHO(세계보건기구, World Health Organization)와 ITU(국제전기통신연합, International Telecommunication Union)가 ITU-T 산하에 FG-AI4H(Focus Group on AI for Health)가 2018년 7월에 신설되어 현재까지 다양한 활동을 진행해 오고 있다 [65].

FG-AI4H 그룹은 2018년 9월 25일부터 27일까지 스위스 제네바 WHO 건물에서 첫 워크숍과 회의를 개최한 이후로 현재까지 총 8번의 공개 세미나와 대면 회의를 개최하여 왔다. 2020년에는 코로나 팬더믹의 영향으로 3월 회의를 취소하였고, 5월 회의는 온라인으로 개최하였다.

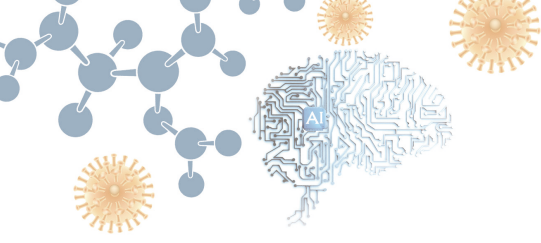
FG-AI4H는 WHO의 기본 철학처럼 선진국과 후진국을 모두 아우르는 의료 인공지능 분야 표준화 이슈들을 발굴하고 평가 체계를 만들려는 노력을 진행하여 왔다는 점에서 큰 의미를 갖는다고 할 수 있다.

FG-AI4H는 총 6개의 WG를 구성하여 문서 이슈들을 논의하고 있으며, 18개의 TG(Topic Group)로 확장하여 주제별 표준화 이슈 발굴을 위한 노력들도 진행하고 있다 [표6].

〈표 6〉 FG-AI4H 의 주요 TG [64]

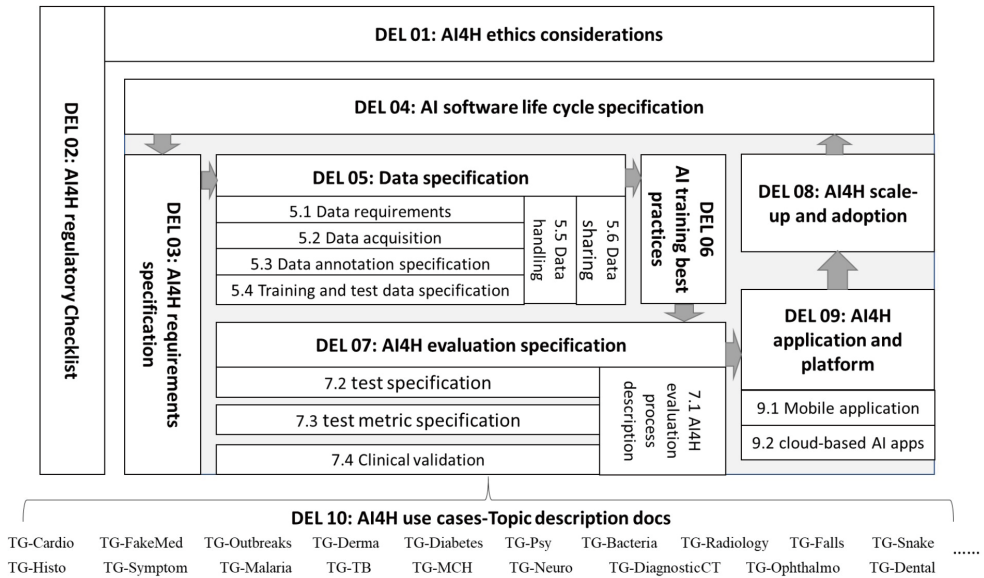
(사용허가를 득하여 인용/재작성)

TG명(2019년 7월)	TG명(2020년 2월)	AI 기술 적용 범위
Cardiovascular disease risk prediction(TG-Cardio)	좌동	심혈관 질환 위험 탐지 및 예측
Dermatology(TG-Derma)	좌동	피부과 질환 및 응용
Falls among the elderly (TG-Falls)	좌동	노인 낙상 예방
Histopathology(TG-Histo)	좌동	조직 병리학 분석-유방암 위험성
Neuro-cognitive diseases (TG-Cogni)	Neurological disorders (TG-Neuro)	신경 인지 질환 진단
Outbreak detection (TG-Outbreaks)	좌동	감염병 탐지



TG명(2019년 7월)	TG명(2020년 2월)	AI 기술 적용 범위
Ophthalmology (TG-Ophthalmology)	좌동	망막 영상을 이용한 안과 질환 진단
Psychiatry(TG-Psy)	좌동	정신과 치료 및 응용
Radiotherapy (TG-Ophthalmology)	Radiology(TG-Radiology)	영상 의학
Snakebite and snake identification(TG-Snake)	좌동	뱀에게 물린 후 뱀 식별
Symptom assessment (TG-Symptom)	좌동	증상평가
Tuberculosis(TG-TB)	좌동	결핵 예후, 진단 및 예측
Volumetric chest computed Tomography (TG-Diagnostic CT)	좌동	흉부 CT 검사
TG-Growth	Maternal and child health (TG-MCH)	어린이 성장 모니터링
	Diagnoses of bacterial infection and anti-microbial resistance(AMR) (TG-Bacteria)	박테리아 감염 및 항균 내성 진단
	Dental diagnostics and digital dentistry(TG-Dental)	치과 진단 및 디지털 치과
	AI-based detection of falsified medicine (TG-FakeMed)	위조 의약품 탐지
	Malaria detection (TG-Malaria)	말라리아 감지

FG-AI4H의 주요 산출물 목표와 계획은 [그림10]과 같이 의료 분야에서 인공지능 기술을 활용하는데 필요한 윤리 고려사항, 규제 고려사항, 데이터와 평가 모델 등을 종합적으로 정의하고자 하고 있다.



〈그림 10〉 FG-AI4H의 산출물 계획<sup>40)</sup>

(사용허가를 득하여 인용/재작성)

FG-AI4H활동 중 감염병 대응과 관련된 활동들로는 다음과 같은 사항들이 진행되고 있다.

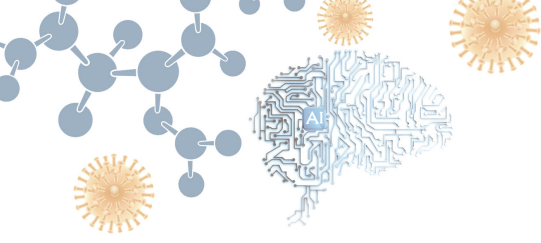
### 1) Outbreak detection (TG-Outbreak)

인공지능 기반의 감염병의 조기 탐지 및 발견 알고리즘 성능 평가를 위한 Topic Group. 독일 RKI(Robert Koch Institute) 에서 제안하여 구성된 TG로 감염병 탐지 알고리즘과 시스템들이 각 국가별로 개발되고 있는 상황에서, 객관적인 성능평가 모델을 만들고 이를 기반으로하는 평가 절차들을 만들고자 하는 것을 목적으로 한다.

또한 이를 위해 필요한 용어 정의, 탐지 알고리즘을 위한 감염병 이벤트에 대한 정의 방법, 성능 평가를 위한 레이블링되지 않은 감염병 케이스의 활용 방법, 벤치마킹에 필요한 매트릭스 유형, 성능 평가용 데이터 구성 방법, 감시 데이터의 종류와 유형 등과 같은 다양한 사항들에 대한 논의를 목적으로 하고 있다.

관련 문서: E-026, E-026-A01, I-018-A01, I-018-A02, I-018-A03

40) <https://extranet.itu.int/sites/itu-t/focusgroups/ai4h/docs/FGAI4H-I-029-R03.docx>



## 2) Symptom assessment (TG-Symptom)

저개발국가 및 개발도상국 국가에서는 의료인의 부족으로 의료 서비스에 대한 접근이 제약되는 상황에서 AI 기반 증상 평가 및 자가 진단을 하는 앱의 활용이 늘어나고 있다. TG-Symptom에서는 AI 기반 증상 평가 및 자가 진단용 응용들에 대한 표준화된 벤치마킹 체계를 만들어 보다 많은 사람들에게 의료 서비스를 이용할 수 있게 하는 것으로 목적으로 한다.

이를 위해 필요한 벤치마킹해야 할 주요 기능(중증도 분류, 다음 단계 조언, 감별 진단, 설명, 질문 흐름 등)의 범위와 종류 정의, 평가를 위한 점수와 매트릭스 체계, 용어와 온톨로지(SNOMED, ICD 등), 벤치마킹 모델, 증상 기반 의사 결정 지원을 위해 고려해야 할 요소들에 대한 논의를 목적으로 하고 있다.

관련 문서: A-020, B-021, C-019, C-025, I-021-A01, I-021-A02

## 3) COVID-19 Ad-hoc group

최근 발생한 코로나 바이러스(COVID-19) 팬데믹은 5월13일 현재 213개국으로 확산되어 432만명의 확진자와 30만명의 사망자, 그리고 평균 6.8%에 이르는 높은 치사율을 보여주며 인류에게 큰 위협으로 다가오고 있다.

이런 상황에서 인공지능 등 디지털 기술을 활용한 빠른 대응은 인류 생존을 위한 주요 과제가 되고 있으며, 이번 5월 회의에서 제안된 COVID-19 건강 응급 상황 ad-hoc WG은 전염병 비상 사태의 전주기에 서 인공지능을 어떻게 효과적으로 활용하며 대응할 것인가에 대한 관련 정보를 수집/분석/공유하며 협력하는 것을 목적으로 하고 있다.

단기적으로는 COVID-19 대응 사례와 경험 공유 체계를 구축하고 협업, 웨비나, 프로젝트 협력 등을 추진하는 것으로 목표로 하며, 중장기적으로는 전염병 예방 및 준비, 조기발생 대응 등 전염병 비상 사태 전주기에 인공지능과 디지털 기술 활용 프레임워크를 만드는 것으로 목표로 한다.

FG-AI4H에서는 이 밖에도 종합적인 의료 인공지능에 대한 표준화를 추진하고 있으며, 다양한 응용 사례들에 대한 통합적인 벤치마킹 및 성능평가 표준 체계를 만들기 위한 노력들을 진행하고 있어, 지속적인 관심과 대응 노력이 필요하다

### 3.1.3 DICOM/IHE

의료용 디지털 영상 및 통신(DICOM: Digital Imaging and Communications in Medicine) 표준은 의료용 기기에서 디지털 영상표현과 통신, 저장과 관련된 규격을 정의하고 있다. DICOM 표준은 영상 의학 분야 모든 촬영술에서 생성되는 영상 데이터들을 제조사나 모델과 관계없이 교환할 수 있도록 한다.

최근 의료영상 기반의 CADx(Computer Aided Diagnostic), CDSS(Clinical Decision Support System) 등 의료 인공지능 제품과 서비스가 급속하게 확산되는 상황에서, 일관된 데이터 표시와 시스템 간의 상호호환성 있는 인공지능 기반 진단 업무 흐름 표준화를 위해 DICOM 표준 확장 개발을 추진하고 있다.

DICOM은 2018년 11월, WG 23의 명칭과 활동 범위에 AI를 추가하고, 본격적인 활동을 개시하였다. DICOM WG 23은 IHE(Integrating the Healthcare Enterprise)와 함께 임상 환경에서 표준화된 AI workflow 지원과 AI result 표시를 위한 표준 개발을 진행하고 있다 [64].

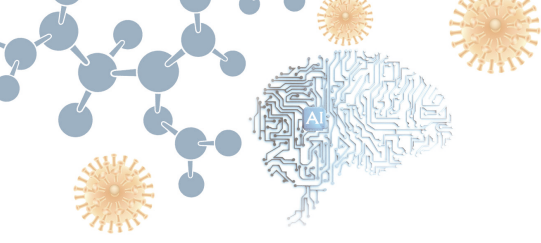
### 3.1.4 HL7/FHIR

이기종 의료정보시스템간의 정보 교환을 표준 제정을 위해 설립된 HL7(Health Level 7)에서 좀더 손쉽게 시스템간 인터페이스를 할 수 있도록 웹서비스와 자원 기반으로 하는 RESTful 인터페이스 방식으로 만든 규격이 FHIR(Fast Healthcare Interoperability Resources) 표준이다.

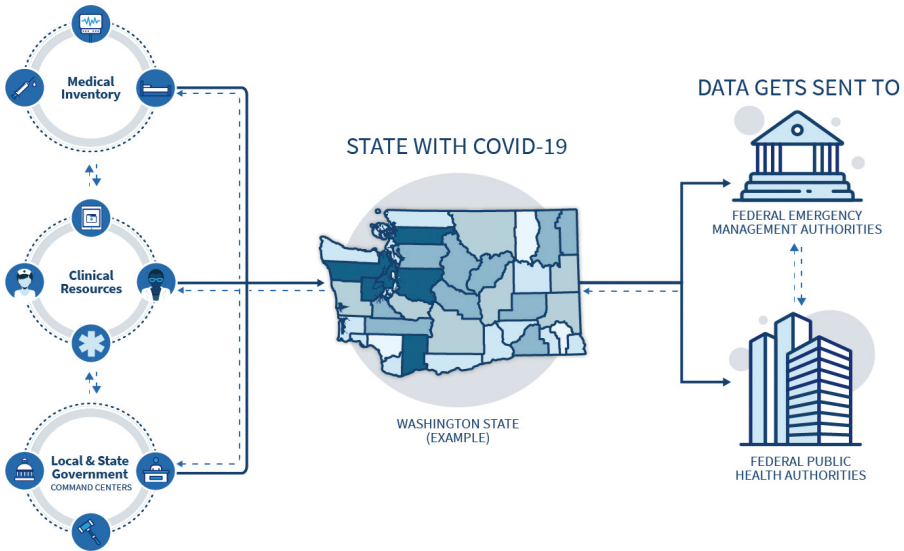
COVID-19 팬데믹 상황을 맞이하면서 다양한 HL7/FHIR 신규 프로파일들을 만들기 위한 그룹들이 제안되고 있으며, 관련 오픈소스 프로젝트들도 활발하게 진행되고 있다.

#### 1) SANER (Strational Awareness for Novel Epidemic Response: SANER)

SANER 프로젝트는 COVID-19 감염병 상황을 포함해 미래 공중 보건 환경에서의 의료 자원 현황과 시스템 현황 정보들을 실시간으로 파악하고 대응할 수 있도록 하기 위한 목적으로 추진되고 있다. HL7/FHIR 표준을 기반으로 재난 발생시 의료 시설, 중요 인프라 및 정부 대응 기관간에 자원 정보 교환에 필요한 상호호환성 확보를 목표로 하며, 이를 위한 오픈소스 개발 프로젝트를 함께 추진하고 있다.



- HL7 프로젝트 정의서: <https://confluence.hl7.org/display/PA/Situation+Awareness+for+Novel+Epidemic+Response+FHIR+IG>
- 제안 국가: 미국
- Github: <https://github.com/HL7/fhir-saner>



〈그림 11〉 SANER 프로젝트 개념도<sup>41)</sup> (사용허가를 득하여 인용/재작성)

## 2) COVID-19 Interoperability Project

COVID-19 상호호환성 프로젝트는 COVID-19 (이전의 '2019 소설 코로나 바이러스') 질환과 SARS-CoV-2 (심한 급성 호흡기 증후군 코로나 바이러스 2) 관련 증상, 선별, 검사실, 인구 통계 및 관련 자료를 HL7/FHIR 기반으로 교환할 수 있도록 상호 운용 가능한 사항들을 정의하는 것을 목표로 한다.

이 프로젝트는 COVID-19 Interoperability Alliance 활동의 일부로 연계하여 진행되고 있다.

- 연관 프로젝트: <https://covid19ia.org/>
- HL7 프로젝트 정의서: <https://confluence.hl7.org/display/CR/COVID+19+FHIR+IG>
- 제안국가: 미국
- Github: <https://github.com/logicahealth/covid-19>

41) <https://ainq.com/thesanerproject/>

이밖에도 다양한 HL7/FHIR 기반의 COVID-19 대응 프로젝트들은 관련 링크를 통해 정보를 확인해볼 수 있다. <https://confluence.hl7.org/display/CR/COVID-19+Related+Projects>

### 3.1.5 미국

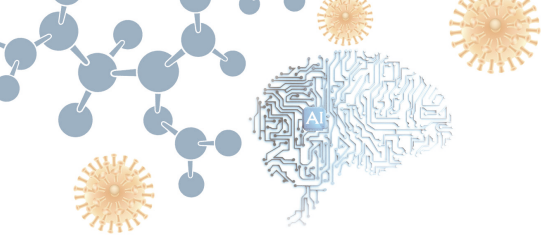
미국에서는 COVID-19 팬데믹 환경에서의 연방 정부 내의 의료 정보 교환 상호호환성 확보를 위한 표준화를 진행하였다.

- LOINC: <https://loinc.org/sars-coronavirus-2/>
- SNOMED CT: [https://www.nlm.nih.gov/research/umls/Snomed/snomed\\_main.html](https://www.nlm.nih.gov/research/umls/Snomed/snomed_main.html)
- ICD-10-CM: <https://www.cms.gov/Medicare/Coding/ICD10/index>
- Current Procedural Terminology (CPT) COVID-19 coding and guidance: <https://www.ama-assn.org/practice-management/cpt/covid-19-coding-and-guidance>
- HCPCS Codes: <https://www.cms.gov/newsroom/press-releases/cms-develops-additional-code-coronavirus-lab-tests>

### 3.1.6 중국

중국 정부는 COVID-19 재난 극복을 위해 인공지능과 ICT 기술을 적극 활용하여 전염병 모니터링 및 분석, 바이러스 추적, 예방 및 치료, 자원 할당 등을 잘 할 수 있도록 하는 권고문을 2월에 발표하였다 [88]. 이를 시작으로 CAICT(中国信息通信研究院, China Academy of Information and Communications Technology), AIIA(Artificial Intelligence Industry Alliance) 등은 COVID-19 대응을 위한 인공지능 제품 정보 포털을 개설하고, 13개 인공지능 응용 제품 분류(AI 온도측정, AI 진단보조, 지능형 로봇, 지능형 음성 서비스, 순찰 로봇, 게놈 테스트, 의약품 R&D 등)를 중심으로 인공지능 제품 사례들을 모으고, 이를 종합하는 보고서[39]도 발간하였다.

이중 시급하게 자국내 표준화가 필요한 “AI 기반의 인체온도측정 시스템에 대한 평가 사양”과 공동 시험 방법을 개발하였고, 기타 추가 표준 개발을 추진하고 있다.



## 3.2 국내 표준화 동향

국내에서 감염병 대응을 포함해 의료 인공지능 관련 표준으로 아직 개발되거나 진행 중인 사항은 없으나, 빠르게 진행되고 있는 다양한 국제표준화 활동과 연계한 적극적인 대응 활동이 필요하다.

ETRI에서는 2019년 선제적 차원에서 의료 인공지능 분야 표준화 항목 발굴과 전략 수립을 위해 관련 국내 전문가들과 함께 “ICT 융합 표준 프레임워크” - 스마트 헬스 분야 개발 작업을 진행하였다. 의료 인공지능 분야 중 인공지능 기반 의료기기와 인공지능 주치의라는 2개 분야에 대해 <표7>과 같이 총 5가지의 유즈 케이스를 도출하고, 관련 표준화 갭 분석 및 전략들을 도출하였다 [66].

### 3.2.1 감염병 대응을 위한 표준 프레임워크 활용

<표 7> 의료 인공지능 유스케이스의 감염병 재난시 활용 가능 여부

서비스 패키지	단위 서비스 유스케이스	감염병 재난시 변경 활용 가능 여부
(SP-01) 인공지능 기반 의료기기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (SU-01-01) 자동 진단 보조</li> <li>• (SU-02-01) 다기관 데이터 기반 CDSS</li> <li>• (SU-03-01) 자동 음성인식 의료 정보 기록</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 감염병 자동 진단 보조 시스템</li> <li>• 다기관 감염병 데이터 기반 CDSS</li> <li>• 감염병 환경에서의 자동 음성인식 의료 정보 기록</li> </ul>
(SP-02) 인공지능 주치의 서비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (SU-04-02) 인공지능 기반 주치의 서비스</li> <li>• (SU-05-02) 만성질환 케어 에이전트</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 감염병 초기 대응/문진을 위한 인공지능 기반 주치의 서비스</li> <li>• 자가격리 환자 및 의심 환자에 대한 케어 에이전트</li> </ul>

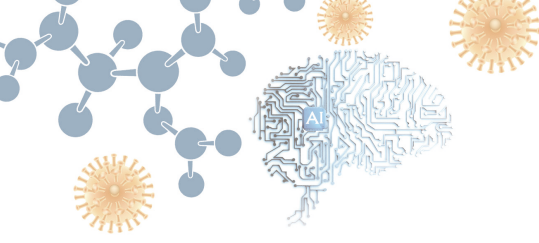
현재 도출된 표준 프레임워크의 의료 인공지능 주요 유스케이스들은 병증에 특화되지 않은 일반적인 시스템을 기반으로 도출된 사항이므로, 대상 환자 및 대상 병증 등을 감염병으로 특화시켜 적용할 수 있다. 감염병 대응 유스케이스로 변경하더라도 프레임워크의 표준 갭 분석을 통해 식별된 60여 건 이상의 잠재 표준 개발 요구들을 기반으로 감염병 대응에 필요한 의료 인공지능 시스템 개발 및 이를 위해 필요한 표준 개발 전략 수립에 활용 가능하다.

〈표 8〉 스마트 헬스 표준 프레임워크의 주요 단위 서비스

단위 서비스명	유스케이스 요약
(SU-01-01) 자동 진단 보조	의료영상 장비에서 생성된 영상을 이용하여 인공지능 기반의 사전 진단, 치료방법 제안, 예후 예측 등의 진단 보조하는 시스템
(SU-02-01) 다기관 데이터 기반 CDSS	다기관에서 얻어진 임상정보를 기반으로 학습하고, 다기관으로부터 얻어진 환자의 임상정보를 종합하여 의료인이 질병을 진단하고 치료할 때 의사결정을 도와주는 시스템
(SU-03-01) 자동 음성인식 의료 정보 기록	의료진이 구술한 메모 내용, 환자와의 상담, 진료에 쓰이는 의학 및 약학 용어를 자동 음성 인식하여 의료 정보 시스템에 기록/저장하는 시스템
(SU-04-02) 인공지능 기반 주치의 서비스	인공지능 기술과 무인 이동 진료소를 통하여 환자의 건강 상태 점검에 필요한 기본 검사들을 수행하고, 환자의 건강기록을 기반으로 온라인/오프라인을 연계하는 진단/예측/처방이 가능하도록 하는 서비스
(SU-05-02) 만성질환 케어 에이전트	인공지능 기반 에이전트를 통해 만성질환자 등의 상태를 사용자 친화적 인터페이스로 주기적/정기적/예측적으로 체크하고 건강을 관리할 수 있도록 하는 서비스

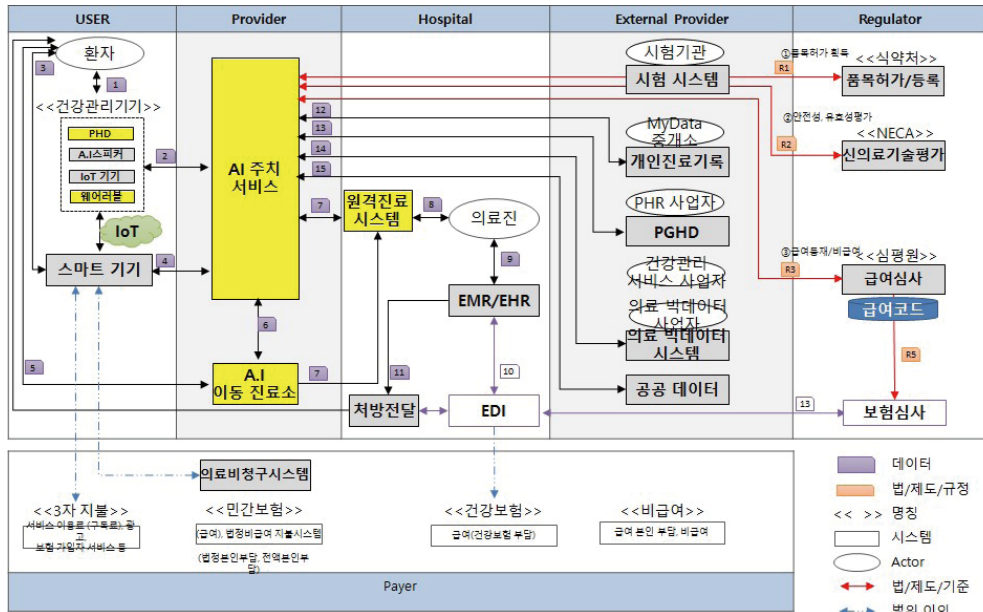
표준 프레임워크에서는 시나리오별 분석과 갭 분석을 통해 다음과 같은 분석 결과를 포함하고 있으므로, 이를 활용한 표준화 전략 수립이 가능하다.

- 잠재 서비스의 상호운용성을 지원하기 위해 필요한 표준화 요구사항을 식별
- 잠재 서비스의 개발과 제공을 위해 요구되는 표준 정보를 제공
- 잠재 서비스 제공에 참여하는 기기 및 시스템 간의 연계와 상호운용성을 확보
- 각 잠재 서비스별로 서비스 구현을 위한 표준 프로파일을 제공



### 3.2.2 의료진 감염 방지를 위한 비대면 의료 요구사항의 반영

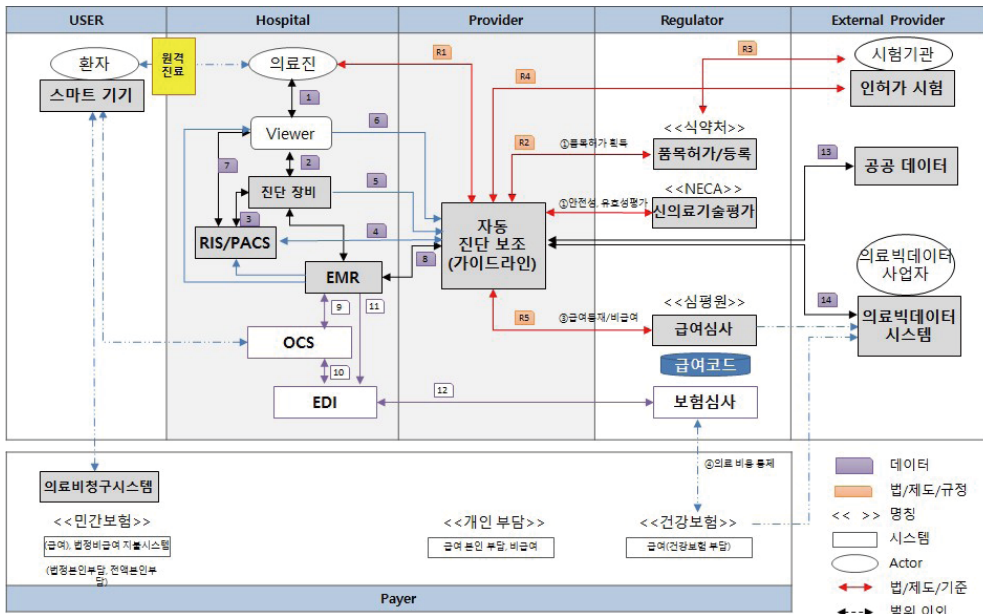
최근의 감염병 재난 상황에서 가장 많이 요구되는 사항으로 원격 진료를 포함한 비대면 진료에 대한 요구사항이 있다. 이러한 추가적인 사항들에 대해서도 기존 시나리오를 활용하여 추가 분석하는 것이 가능하다. 예를 들어 인공지능 주치의 시스템 사례의 경우, <그림12>와 같이 노란색과 같은 부분이 비대면 진료와 원격진료를 지원하기 위한 요소가 될 수 있다.



<그림 12> 인공지능 주치의 서비스에서 비대면 요소 [66]

(사용허가를 득하여 인용/재작성)

자동 진단 보조 시스템의 경우는, <그림13>시나리오 분석에 비대면 지원에 필요한 요소를 파악하고 필요한 추가 요소를 반영하여 추가 분석할 수 있다.

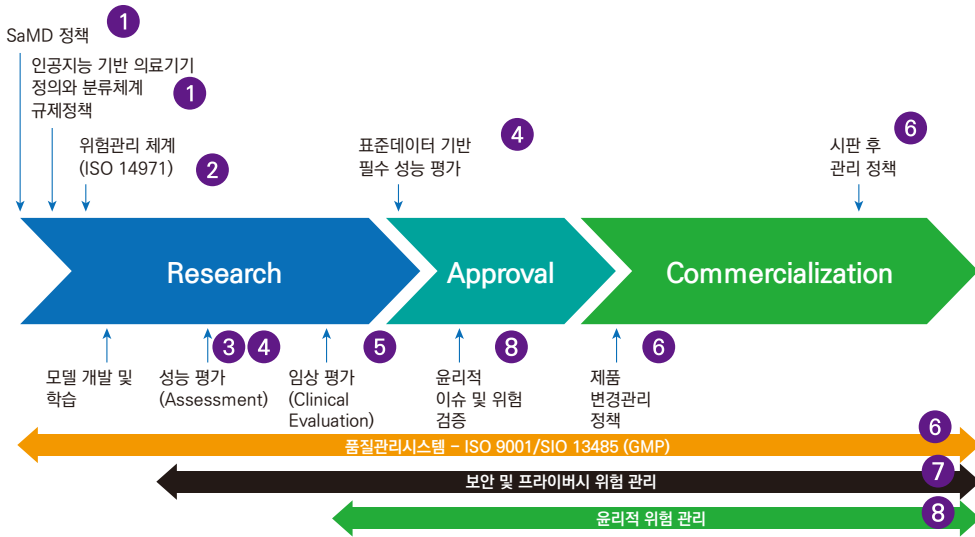
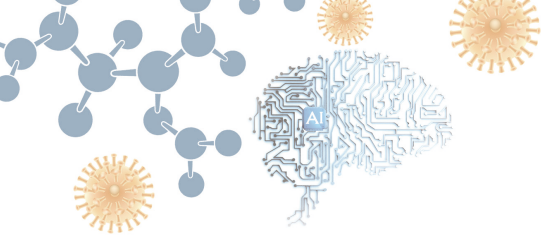


〈그림 13〉 자동 진단 보조 시스템에서의 비대면 요소 추가 [66]  
(사용허가를 득하여 인용/재작성)

### 3.2.3 의료기기와 비의료기기 구분에 따른 표준화 방향

감염병 대응을 위해 인공지능 기술을 활용한 응용과 서비스들은 크게 “의료기기”와 “비의료기기”로 구분할 수 있으며, 의료기기는 필수성과 위험관리 규제 체계 하에서 엄격하게 관리가 되어야 하고, 이에 필요한 표준들이 개발되고 적용되어야 한다 [64]. 반면 비의료기기는 별도의 규제 없이 자유롭게 운용 가능할 수 있으며, 최소한의 성능과 상호호환성 측면의 고려만 필요하다. 그러므로 이런 제약과 특징을 고려한 표준화 전략 수립과 표준 개발 작업이 필요하다.

감염병 대응을 위한 인공지능 기반 의료기기와 관련하여 필수적으로 고려해야 할 표준화 주제들은 〈그림14〉와 같이 전체 생애주기의 관점 속에서 고려하는 것이 필요하며, “의료 인공지능 10대 표준화 동향 및 전망”에서 도출하였던 10가지 사항들을 중심으로 고찰해볼 수 있다 [64].



〈그림 14〉 인공지능 기반 의료기기 생애 주기와 핵심 정책/표준화 이슈 연관도 [111]

(사용허가를 득하여 인용/재작성)

### 3.2.4 향후 추가 작업 및 개선 방향

좀더 체계적인 감염병 대응을 위한 의료 인공지능 기술 표준화 전략 수립을 위해서는 현재의 스마트 헬스 표준 프레임워크에는 반영하지 못했던 추가적인 유즈케이스들에 대한 분석들도 필요하다.


예를들어 다양한 정보들을 통합하는 감염자 역학 추적, 의료 자원 통합 관리, 디지털 병리 분석, 감염병 대응 응급의료 시스템, 진단용 챗봇, 중환자에 대한 조기 알림 및 신속 대응, 중환자실 간호 보조 시스템, 자가격리자 종합 관리, 다기관 데이터 기반 감염병 경보 시스템, 비대면 진료 시스템 등과 같은 다양한 신규 유즈케이스 시나리오 도출과 분석, 그리고 이를 기반으로 한 표준 갭 분석과 표준화 전략 수립이 가능할 것이다.

더불어 표준 프레임워크 분석 작업을 통해 이미 도출되었던 잠재 표준들 중 감염병 대응을 위해 시급하게 표준화가 필요한 요소들을 정리하여 국내/국제 표준화를 추진하는 작업도 필요하다.



04

## 결론 및 시사점



AI 기술은 감염병 발생의 조기 예측부터 진단 기술 개발, 신약 개발까지 감염병 대응의 전 과정에 걸쳐 활용될 수 있는 가능성을 보였다. 감염병 재난시 4가지 대응 단계는 예측과 예방 단계로부터 치료/간호 지원 기술 연구개발 단계로 이어진 후, 다시 예측과 예방을 위한 기반 기술과 경험으로 활용되는 기술 발전 순환 구조가 만들어질 것으로 예상된다.



ETR  
Insight



## 4.1 DL/ML 기술 연구 동향 및 이슈

DL/ML 기술은 <부록1>의 단계별 기술 적용 및 응용 사례 표와 같이 감염병 발생의 조기 예측부터 진단 기술 개발, 신약 개발까지 감염병 대응의 전 과정에 걸쳐 활용될 수 있는 가능성을 보였다 [6-17, 67].

이번 보고서에서는 감염병 재난시 4가지 대응 단계별로 적용 가능한 인공지능 응용 범위와 사례들은 <그림15>과 같이 분류하였다. 그리고 감염병 재난 대응을 위한 인공지능 기술은 예측과 예방 단계로부터 치료/간호 지원 기술 연구개발 단계로 이어진 후, 다시 예측과 예방을 위한 기반 기술과 경험으로 활용되는 기술 발전 순환 구조가 만들어질 것으로 보인다.



<그림 15> 감염병 방역 단계별 인공지능 응용과 기술

주요 인공지능 기술들은 다양하게 융합되면서, <그림16>과 같이 주요 감염병 재난 대응을 위한 AI 응용들에 적용되고 활용되고 있다.

	ML/DL	최적화	그래프	음성/자연어 처리
ML/DL		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 의료 자원 활용 최적화</li> <li>· AI 신약 후보 물질 발견</li> <li>· AI 유전체 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 처방 분석 및 예후 예측</li> <li>· 환자 위험도 예측 및 경보</li> <li>· 원격환자 모니터링</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 가짜뉴스 탐지 및 확산방지</li> <li>· 위험요소 식별</li> <li>· 무인 응급 대응</li> </ul>
최적화	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 감염병 재난 발생 조기 예측 및 경보</li> <li>· 무인 응급 대응</li> <li>· 증상의심자 식별</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 소셜 미디어 분석을 통한 재난 확산 현황 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자가진단</li> <li>· 자가격리 관리 지원</li> </ul>
그래프	<ul style="list-style-type: none"> <li>· AI 기반 자동진단 지원</li> <li>· 사회적 거리두기 탐지</li> <li>· AI 백신 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 접촉자 분석 및 모니터링</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자동응답 및 안내</li> </ul>
음성/자연어 처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 소셜 미디어 분석을 통한 감염병 재난 예측</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 의료 기록 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 감염병 재난 연구 논문 통합 분석</li> </ul>	

〈그림 16〉 감염병 재난 대응 인공지능 응용에서 인공지능 기술의 복합적 활용

감염병 재난 대응 인공지능 기술과 관련해 종합적인 연구 분석이 이루어지기에는 아직 많은 시간이 부족한 상황이라 할 수 있다. 21세기 최대 팬더믹 상황 속에서 시급하게 여러 연구들이 시작되었고, 아직 연구가 진행중인 사항들도 많은 상황이다. 대표적인 동향 분석 사례들은 다음과 같으며, 앞으로도 지속적으로 연구 사례들이 발표되며, 관련 추가 분석들도 지속적으로 이루어질 것으로 예상된다 [89].

- (Mihaela) 논문에서는 1) 한정된 의료 자원 관리, 2) 개인화된 환자 관리 및 치료 계획 개발, 3) 정책 홍보 및 협업 장려, 4) 불확실성 이해와 계산 5) 신속한 임상 시험이라는 5가지 측면에서 인공지능 기술의 적용 사례들을 분석하였다 [68].
- (Joseph) 논문에서는 분자적(Molecular), 임상적(clinical), 사회적(societal) 관점으로 나누어 단백질 구조 분석, 신약 개발, 유전체 분석, 영상 진단 기술, 비침습형 질병 추적, 환자 예후 예측, 역학 모델링 및 전망, 위험 평가 등의 다양한 주제별 연구 동향들을 정리하였다 [69].



- (Feng) 연구에서는 AI 기반 비접촉 의료영상 워크플로우와 이미지 데이터 획득, 분할과 X-Ray와 CT 기반 진단 방법에 대한 다양한 연구들을 비롯해 학습에 필요한 공개 데이터셋의 개방까지도 다양하게 이루어졌다 [70].
- (Di) 연구에서는 인공지능 기반으로 COVID-19 검출방법 연구들에 대한 조사 분석을 하였다 [71].

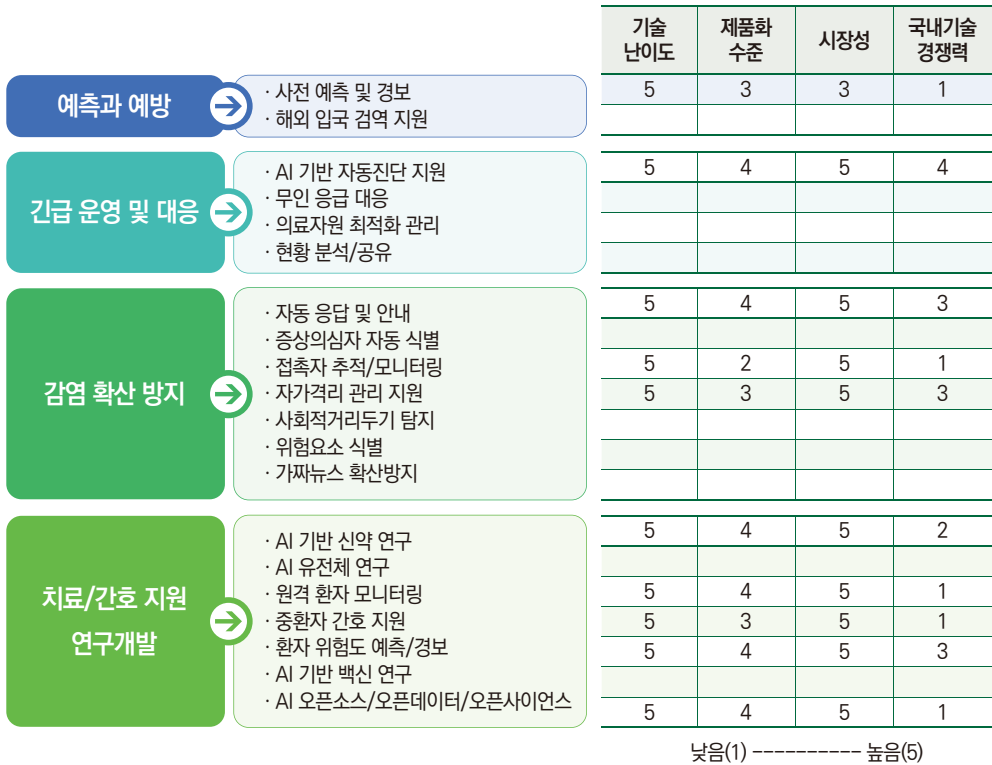
현재까지의 검토만으로 아직 AI 예측 결과를 완벽하게 신뢰할 수 없거나 의료 현장에서 안심하고 사용할 수 없다는 한계점이 많다는 결론들도 도출되고 있다 [87]. UNGP와 세계 보건기구 (WHO), 몬트리얼 대학 등이 공동 발표한 논문에서도 COVID-19 대응을 위한 다양한 AI 응용 연구 결과들을 분석했지만 아주 소수만 “완성도”를 달성하고 있다고 결론을 맺은바 있다 [68]. 또다른 연구에서도 AI 시스템이 아직 예비 단계에 있을 뿐이란 평가도 내리고 있다 [72]. 현재 공개 데이터 세트에는 AI 알고리즘의 훈련 및 테스트를 위한 이미지 수가 매우 제한되어 있으며 데이터 세트의 품질이 충분하지 않다는 점은 주목할 필요가 있고[70], 많은 진단 도구들이 중국에서 개발되었고 병원에서 활용되고 있다고는 하지만 객관적으로 검증된 결과가 나오지 않았으며, AI 시스템 완성도 한계에 있다는 지적도 있다 [73]

각 감염병 재난 단계별로 주요 AI 응용들에 대한 기술 난이도와 제품화 수준, 시장 가능성과 국내 경쟁력은 <그림17>과 같이 요약해볼 수 있다. 이때 각 지표별 수준은 낮음(1)으로부터 높음(5)의 숫자로 수치화하여 표시하였다.

이러한 분석 프레임워크를 기반으로 나아가 주요 응용별 기술 개발 전략과 향후 발전 방향에 대한 다양한 분석을 해볼 수 있을 것으로 예상된다.

04. 결론 및 시사점

감염병 재난에 대응하기 위한 의료 인공지능의 기술 표준 동향



**예측과 예방**

- 사전 예측 및 경보
- 해외 입국 검역 지원

**긴급 운영 및 대응**

- AI 기반 자동진단 지원
- 무인 응급 대응
- 의료자원 최적화 관리
- 현황 분석/공유

**감염 확산 방지**

- 자동 응답 및 안내
- 증상의심자 자동 식별
- 접촉자 추적/모니터링
- 자가격리 관리 지원
- 사회적거리두기 탐지
- 위험요소 식별
- 가짜뉴스 확산방지

**치료/간호 지원 연구개발**

- AI 기반 신약 연구
- AI 유전체 연구
- 원격 환자 모니터링
- 중환자 간호 지원
- 환자 위험도 예측/경보
- AI 기반 백신 연구
- AI 오픈소스/오픈데이터/오픈사이언스

〈그림 17〉 방역 단계별 AI 응용들의 기술 및 시장성, 경쟁력 분석

앞으로도 유사한 신종 감염병들이 지속적으로 등장할 것으로 예상되는 상황에서 이러한 한계와 문제점을 극복하면서 AI 기술을 활용하여 감염병 대응을 지원할 수 있도록 하기 위해서는 다음과 같은 사항들을 고려한 연구 개발 추진이 필요하다.

첫째, 데이터의 개방과 활용 정책의 중요성이다. 긴급한 감염병 재난 상황에서 신속 대응에 필요한 인공지능 시스템의 모델링과 학습, 개발을 위해서는 양질의 데이터가 공개되고 자유롭게 활용될 수 있는 체계가 만들어져야 한다. 이를 위해서는 인류가 공동으로 활용할 수 있는 데이터 개방 정책과 글로벌 협력 체계가 필요하다. 더불어 데이터의 부족 문제와 데이터 과잉 문제를 해결할 수 있는 방법들도 함께 고민되고 마련되어야 할 것이다.



둘째, 의료 영상 및 환자 이력을 포함하는 익명화된 임상 데이터를 공유하는 개방형 글로벌 저장소, (open global repositories)를 만드는 것이 필요하다. 기관별/지역별/국가별 데이터를 통합하고 활용할 수 있도록 저장소는 설계되어야 할 것이다. 더불어 손쉽게 데이터를 공유 활용할 수 있도록 하기 위해 공유활용을 위한 임상 프로토콜과 데이터 공유 아키텍처 설계가 필요하고, 데이터 거버넌스 프레임워크도 함께 만들어져야 할 것이다.

셋째, 의료 데이터 활용에 대한 규제 요구 사항들과 개인 정보 보호 메커니즘도 반드시 적용되어야 한다. 특히, 임상 응용 분야의 AI는 테스트 데이터 세트에서의 성능뿐만 아니라 실제 임상 워크 플로우에 통합 될 때의 효과와 안전성도 입증해야 한다. 나아가 개발된 모든 AI 응용 프로그램은 윤리 원칙을 준수하고 인권 침해의 요소가 없는지 충분한 고려와 평가가 이루어져야 할 것이다.

넷째, 한국은 코로나19 재난 위기 상황 속에서도 다양한 정보통신 기술을 이용한 혁신적인 감염병 재난 대응 사례들을 선보였다 [91]. 이러한 사례와 경험들에 인공지능 기술들을 적용할 수 있는 기회들을 보다 많이 만들고, 이런 경험들을 국제적으로 알리면서 동시에 국제 협력할 수 있는 체계를 만드는 것이 필요하다.

다섯째, 마지막으로 다양한 국가들의 상황들을 고려한 연구들도 필요하다. 최신 기기와 최고급 기술만이 아닌, 아프리카와 저개발 도상국들의 상황을 고려한 제한된 자원과 기술을 사용하는 적정기술 응용에 대한 고려들도 필요하다.

## 4.2 오픈 데이터와 오픈 사이언스 관련 이슈

코로나 바이러스 재난 상황에서 특히 돋보였던 특징 중 하나는 다양한 오픈 데이터셋의 등장이었다. 개인/회사/지역/정부기관까지 다양한 주체들이 적극적으로 나서서 데이터셋을 만들고 공개하였고, 뒤를 이어 그 오픈 데이터셋을 이용한 또다른 오픈 서비스가 등장하는 식의 개방형 순환구조가 만들어졌다.

오픈 데이터 활동은 오래전부터 이루어졌던 사항이지만, 감염병 재난 상황에서 긴급하게 진행되는 오픈 데이터 활동이 더욱 중요한 것은, 미지의 신종 바이러스에 빠르게 공동 대응하기 위해서는 발빠른 데이터와 경험의 공유가 필수적이기 때문이다. 특히 AI 기술을 활용해 새로운 알고리즘과 아키텍처를 개발하고 훈련시키기 위해서는 양질의 데이터 공유가 더욱 필수적이다. WHO에서도 신속한 데이터 공유는 공중보건 활동의 기초라는 사실을 강조하며 연구 논문과 함께 온라인 데이터 세트 공유를 권장하였고, 이를 위한 공유 활용 절차도 제안하고 있다 [74,75].

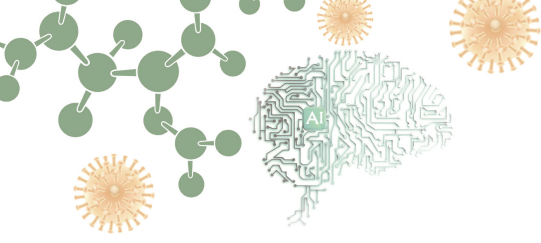
### 4.2.1 발생 통계 및 사례 데이터

우선 현재 발생 사례 수와 위치, 지역별/국가별 상황 등에 대한 정보는 COVID-19 전염병의 진행 상황을 추적하고 새로운 감염의 성장률을 계산하며 예방 조치의 영향을 관찰하는 데 필수적인 데이터라 할 수 있다.

존스홉킨스대학을 비롯해 ECDC, MIDAS 등의 다양한 곳에서 전세계 데이터를 통합하는 시도들을 한 사례들도 있었고, 개별 국가별/지역별로 통계 데이터들도 공개되고 취합되고 공유되었다 [76]. 이런 자발적 개방 데이터셋은 현황을 더욱 빨리 판단하고, 향후 전망을 빠르게 분석하고 예측하는데 많은 도움을 주고 있다. 그러나 한편으로는 데이터 부족과 노이즈를 포함한 데이터들로 COVID-19의 확산에 대한 AI 예측은 아직 정확하지 않거나 신뢰할 수 없고[77], 결국 지금까지 추적 및 예측에 사용되는 대부분의 모델은 AI 방법을 사용하지 않는다는 평가도 있다.

### 4.2.2 정부 개방 데이터셋(공공 데이터)

오픈 데이터 활동은 각국 정부의 공공 데이터 개방과 활용을 촉진하는 계기도 되었다. 각국에서 운영하던 공공데이터 포털을 통해 좀더 정확하고 공신력 있는 데이터를 빠르게 갱신하며 제공하는 계기를 만들었다. 프랑스에서는 24개 데이터셋(코로나 관련 병원 데이터, 응급 및 의사 데이터, 선별 진료 관련 데이터, 버스 제공 정보, 쓰레기 수거 일정 등), 미국은 11개 데이터셋을 공공데이터 포털을 통해 제공하였다.



한국도 공공데이터 포털을 통해 공적 마스크 판매 정보, 국가/지역별 안전 소식, 코로나19 관련 병원 정보, 선별진료소 현황 등을 제공하였고, 점차 데이터의 종류도 늘어 나갔다. [78] 또한 건강보험심사평가원이 보유하고 있는 청구 데이터를 이용하여 코로나19 임상데이터<sup>42)</sup>를 공개하기도 하였다.

데이터의 가치를 지속적으로 극대화시키기 위해서는 재사용할 수 있도록 제공하는 것이 필요하다. 이를 위해 정부 공공 데이터는 공개 데이터의 8 가지 원칙[79]을 고려해야 하고, 공개 데이터 세트의 재사용성을 높일 수 있도록 재사용성을 평가하기 위한 MELODA 5 지표[80]에 대한 고려도 필요하다. 아직 현재 전세계적으로 공개되었던 COVID-19 관련 공공 데이터셋을 평가했을 때, 재사용성이 잘 보장되는 데이터셋이 없었다는 분석 결과[76]는 향후 공공데이터가 시에 잘 활용될 수 있도록 하기위해 반드시 짚어 봐야 할 점이다.

#### 4.2.3 오픈 리서치 데이터셋과 챌린지

2020년 3월17일, 미국 알렌 연구소와 백악관 과학기술정책사무국(OSTP), 국립의학도서관(NLM), 주커버거 이니셔티브(CZI), Microsoft, 조지타운 대학의 CSET은 기계 판독 가능 코로나 바이러스 문헌 컬렉션인 CORD-19 공개 데이터셋을 발표하면서 kaggle challenge를 진행하였다. 초기 버전에는 29,000 개이상의 논문, 13,000 개 이상이 전체 텍스트가 포함된 자료를 공개하였다 [81].

CORD-19에 대한 반응은 폭발적이었다. 한달만에 데이터넷은 150만회 이상 조회되었고, 7.5만회 이상 다운로드되었다. 그리고 CORD-19 데이터 기반으로 시맨틱 검색이 가능하도록 하는 다양한 도구들도 출시되었다. 아마존과 구글, Microsoft, C3.ai 등은 클라우드 기반으로 좀더 효과적으로 데이터를 접근할 수 있는 방법도 제공하였다.

이번 CORD-19 개방형 문헌 데이터셋 공유를 통해 (i) 문헌들 속에서 텍스트를 발견하는 데 가장 적합한 방법, (ii) 파이프 라인에 전문가 큐레이터를 참여시키는 방법 및 (iii) 추출 된 결과를 성공적인 COVID-19 치료와 관리 정책으로 변환시키는 방법 등에 대한 보완이 필요하다는 점도 발견되었고, 나아가 kaggle과 TREK을 통한 다양한 도전 기회들을 만들면서 개방형 데이터를 이용한 개방형 연구, 그리고 개방형 혁신으로 이어지는 것이 어떻게 가능한지도 보여주고 있다.

42) <https://hira-covid19.net/>

한국에서도 AI Hub를 통해 포스트코로나 시챌린지<sup>43)</sup>를 개최하였는데, KT의 해외로밍데이터를 기반으로 하여 해외의 감염병이 국내로 유입될 위험도를 산출하는 모델을 개발하는 것을 목적으로 진행되었다

COVID-19와 같은 글로벌 비상상황에서 오픈 사이언스 정책은 질병 대응 연구 속도를 가속화 시키지만, 아직 데이터 공유 및 협력에서 국경을 초월하는 협력을 통해 데이터 신뢰도, 표준, 호환성, 품질 및 해석기준상이 등과 같은 많은 문제점의 해결이 필요하다. 이를 위해 OECD에서 제안하는 지속적인 오픈사이언스 정책 제고에 대한 권고사항은 참조할만하다 [82, 87].

#### 4.2.4 의료 영상 데이터

현재 진단 알고리즘 학습용으로 사용할 수 있는 오픈 소스 데이터 세트가 많지는 않지만, 다양한 컨소시엄들이 구성되고 있기에 향후 지속적으로 늘어날 것으로 예상된다.

- CNN 기반의 코로나 진단용 오픈소스 네트워크 모델인 COVID-NET<sup>44)</sup>은 13,870 명의 환자 사례에서 추출한 13,975 개의 CXR 이미지로 구성된COVIDx라는 데이터셋을 함께 공개하고 있다 [83].
- Covid Chest X-Ray 데이터 세트<sup>45)</sup> 는 COVID-19 또는 기타 바이러스 성 및 세균성 폐렴 (MERS , SARS 및 ARDS) 이 양성이거나 의심되는 환자의 흉부 X- 선 및 CT 이미지에 대한 공개 데이터 세트를 구축하고 있다 [84].
- COVID-CT 데이터 세트<sup>46)</sup> 는 지금까지 216 명의 환자에서 COVID-19의 임상 소견이 포함된 349 개의 CT 이미지가 포함하고 있고, medRxiv, bioRxiv, NEJM, JAMA, Lancet 등의 COVID19 관련 논문에서 이미지를 수집하고 있다 [85].
- Coronacases Initiative<sup>47)</sup>는 웹 사이트에서 확인 된 COVID-19 사례를 공유한다. 현재 10 개의 확인 된 COVID-19 사례의 3D CT 이미지가 포함되어 있다 [86]
- 또한 COVID-19 CT 세그먼테이션 데이터 세트<sup>48)</sup> 에는 JPG 이미지 형식으로 수동 세그먼테이션 한 60 명의 환자에서 얻은 100 개의 axial CT 이미지가 포함되어 있다.

43) [http://www.aihub.or.kr/problem\\_contest/covid19](http://www.aihub.or.kr/problem_contest/covid19)

44) <https://github.com/lindawangg/COVID-Net>

45) <https://github.com/ieee8023/covid-chestxray-dataset>

46) <https://github.com/UCSD-AI4H/COVID-CT>

47) <https://coronacases.org>

48) <http://medicalsegmentation.com/covid19/>



- 유럽 의료영상정보학회(EuSoMI)의 지원을 받으며 네덜란드 암 연구소를 중심으로 진행되고 있는 Imaging COVID-19 AI 프로젝트<sup>49)</sup>에서는 유럽내 20여개 기관들과 함께 익명화된 CT 영상 데이터 공유를 통한 COVID-19 자동 진단 및 정량 분석을 추진 중에 있다.
- RSNA(북미영상의학회)에서는 COVID-19의 진단 및 이미징 기반 치료를 해결하기 위해 이미징 데이터 공유를 위한 데이터 리포지토리 개발<sup>50)</sup>을 진행 중에 있다.

현재 공개 데이터 세트에는 AI 알고리즘의 훈련 및 테스트를위한 이미지 수가 매우 제한되어 있으며 데이터 세트의 품질이 충분하지 않다는 점은 주목할 필요가 있다. 향후 신종 감염병 재난 상황에 대비하기 위해서라도 의료 영상 데이터를 체계적으로 개방하고 공유할 수 있는 국제 표준화된 체계와 절차에 대한 고민이 필요하다.

#### 4.2.5 기타 이슈들

코로나 바이러스 재난 상황을 겪으며 개방형 데이터셋과 관련해 다음과 같은 이슈들이 두드러지게 되었다 [76]. 이런 부분들은 앞서 언급했던 이슈들과 함께 해결해야 할 부분이다 [90].

1. 다양한 포맷: API, JSON, XLS, CSV, TXT
2. 시간 변화에 민감한 데이터 문제
3. 일관되지 않고 변화되는 기준
4. 데이터베이스 구조와 위치의 변화
5. 데이터 소스의 신뢰성
6. 데이터 거버넌스 원칙

코로나 바이러스 재난 상황을 겪으면서 데이터 장벽이 더욱 큰 걸림돌로 부상하고 있다. 이에 각국이 임상케이스 등을 포함한 질병데이터를 오픈포맷 형태로 공개하고, 기존 의학계뿐만 아니라 첨단 ICT 기업들을 비롯해 일반 대중의 접근성을 더 늘려야 한다는 목소리가 커지고 있다. 향후 인공지능 기반의 감염병 재난 대응을 위해서는 반드시 해결해야 할 이슈다.

---

49) <https://imagingcovid19ai.eu/>

50) <https://www.rsna.org/covid-19/COVID-19-Imaging-Data-Sets>

### 4.3 표준화 이슈

의료 인공지능 분야와 감염병 대응 인공지능 기술 분야는 아직 초기 단계로 앞으로도 많은 연구 개발이 필요한 분야이다. <부록1>의 표와 같이 주요 단계별로 적용할 수 있는 다양한 인공지능 기술과 응용 가능성들이 있으며, 앞으로 감염병 재난이 빈번해질수록 인공지능 기술의 필요성과 신규 응용들은 계속 늘어날 것이다.

이를 위해서는 우선 첫번째로, <부록1>의 주요 방역 단계(탐지, 예방, 대응, 회복)별로 예상되는 인공지능 응용 사례들을 살피고, 개별 응용 활성화에 필요한 완성도 부족, 신뢰성 부재, 데이터 호환성 및 재촬영성 부재, 학습 데이터 부족 등과 같은 다양한 현황 이슈와 문제점들을 해결하기 위한 국내/국제 표준화 체계를 만들어야 할 것이다.

두번째로 2장의 대표적인 의료 인공지능 사례를 살피며 도출되었던 응용별 이슈들을 좀더 체계화하고 대응 표준화 방안을 수립하는 것이 필요하다.

응용 사례	문제점 및 표준화 이슈
자동 진단 보조	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 이동형 진단 영상 장비와 AI 소프트웨어를 통합한 지능형 기기 개발</li> <li>- 정확도 검증을 위해 감염병 확산 초기부터 환자 데이터를 수집하고 공유할 수 있는 표준 체계 및 플랫폼 구축</li> <li>- 상이한 영상 촬영 프로토콜 개선으로 성능 및 상호호환성 확보</li> </ul>
원격 환자 모니터링 및 예후 예측	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다수의 환자를 동시에 모니터링할 수 있는 의료기기 IoT 표준</li> <li>- 상호호환성을 갖는 기본 의료기기 IoT 표준 및 표준 기반 의료기기</li> <li>- 다수 환자에 대한 인공지능 기반 모니터링 체계 및 관련 표준</li> <li>- 감염병 예후 인자 발견을 위한 통합 개인 의료 정보 체계(EHR, PGHD, 유전체 정보, 개인건강기록) 표준화 및 상호운용성 확보</li> </ul>
자가 진단 검사 및 음성 인식	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 진단용 챗봇 등에 대한 성능 평가 방법 및 데이터</li> <li>- 대화형 인터페이스에 신뢰할 수 있는 체계화된 정보 제공 방법</li> <li>- 서로 다른 시스템(챗봇, 음성지원)과 기기(스피커, 스마트 기기)들의 연결 방법</li> </ul>
질병과 재난 예측, 감시	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 입력 데이터 품질 확보를 위한 데이터 플로우와 데이터 표준화</li> <li>- 다기관 데이터 기반의 연합 학습 보장을 위한 입력 데이터 거버넌스</li> <li>- 개방형 전향적 적응성 임상 연구를 위한 표준화 체계</li> </ul>



<p>접촉자 모니터링</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 상호호환성을 갖는 근거리 접촉자 추적 기술 표준</li> <li>- 디지털 접촉 추적 시스템의 정보 보안 및 프라이버시 관리 체계</li> <li>- 인공지능 기술 적용시 신뢰성(Trustworthiness) 평가 및 보장 체계</li> <li>- 접촉자 추적 데이터 표준화 및 통합 방법</li> <li>- 위험 알림 방법 및 전달 방법 표준화</li> </ul>
<p>신약 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이러스의 특성상, 변이가 다양하게 나타나 머신러닝을 통한 학습과 예측을 어렵게 하고 있음</li> <li>- AI 신약 개발 플랫폼에서 활용 가능하도록 다양한 데이터들을 통합하고 데이터베이스화하는 표준 체계 필요</li> </ul>

셋째, 국내 ICT 기술을 이용한 K-방역 사례들에 대해 국제 표준화 연계 활동들을 적극적으로 지원하는 것이 필요하다. 3장에서 정리한 것과 같이 현재 ITU-T/WHO의 FG-AI4H 활동, DICOM에서의 의료 인공지능 데이터 교환 표준화, HL7/FHIR의 공중 보건 환경에서의 감염병 대응을 위한 의료정보 상호 교환 프로젝트, 미국의 기본 코드 표준화, 중국의 대응 사례 분석 및 국제 표준화 대응 활동들이 다양하게 벌어지고 있다. 이러한 활동들에 효과적이고 선제적으로 대응할 수 있도록 하는 체계가 필요하다.

넷째, 감염병 대응과 관련한 전략 수립을 위해 표준 프레임워크 추가 작업이 필요하다. ETRI에서 작업한 스마트 헬스 ICT 융합 표준 프레임워크의 내용을 인공지능 기반 감염병 대응 표준화 전략 수립에 적극 활용할 필요가 있으며, 비대면 진료를 비롯하여 미래지향적인 추가 시나리오 발굴과 표준 프레임워크 후속 작업을 하는 것이 필요하다.

마지막으로 다섯째, 감염병 재난 상황에 인류가 인공지능 기술 기반으로 공동 대응하기 위해서는 데이터의 개방과 공유, 활용을 위한 오픈 데이터 활동의 장려, 정부 공공 데이터를 기반으로 하는 오픈 리서치 및 오픈 사이언스의 장려, 그리고 이를 위해 필요한 표준화 체계 수립 활동이 필요하다.



05

## 참고 문헌

ETRI  
Insight



## 참고문헌

- [1] 이다은, “국내외 감염병 대비·대응 동향”, KIHDI 전문가 리포트, 2017-1
- [2] 정은경, “국가 감염병 공중보건위기 대비와 대응체계”, J Korean Med Assoc 2017 April; 60(4):296-299
- [3] 한정희, “신종감염병 유행과 감염병 위기대응체계 구축”, 한국건강증진개발원, Weekly Issue 제21호, 2017.5.25
- [4] 전병율, “신종 감염병 감염관리 현황과 대처방안”, HIRA 정책동향 9권 5호, 2015
- [5] 방역연계범부처감염병연구개발사업단, 2019 연차실적보고서
- [6] 안세희, “신종감염병 대응 AI 기술 동향 분석”, 한국바이오협회, Bio Economy Brief 81호, 2020.4
- [7] 안인성, “AI 융합 감염병 연구의 현재와 미래”, 생명공학정책연구센터, BioINPro Vol.73, 2020
- [8] 박종현, “개인 맞춤형 의료: AI 적용과 당면과제”, ETRI Insight report, 2019-59
- [9] 한상기, “인공지능과 데이터 분석으로 질병 확산을 예측할 수 있는가?”, KISA Report, Vol.2, 2020
- [10] 표경호, “머신러닝을 활용한 항암신약개발 현황과 향후 전망”, BRIC view 2019-T32
- [11] 김규태, “질병진단 인공지능 개발 동향”, BRIC view 2020-T06
- [12] “인공지능, 코로나19를 만다”, KISDI, AI Trend Watch, 2020-4호, 2020.4.15
- [13] 과학기술정보통신부 보도자료, “코로나19 대응 최일선에서 인공지능(AI)·데이터·클라우드 기업이 함께 뛰다”, 2020.3.13
- [14] ETRI, “중국 의료 인공지능 백서,” 2019.
- [15] ETRI, “중국 의학 영상 인공지능 백서,” 2019.
- [16] 식품의약품안전처, “2020년 신개발 의료기기 전망 분석 보고서”, 2020.3, [https://www.nifds.go.kr/brd/m\\_18/view.do?seq=12504](https://www.nifds.go.kr/brd/m_18/view.do?seq=12504)
- [17] “글로벌 의료기기 - 디지털 헬스케어(1): 원격의료, 코로나19에 의한 단기테마가 아닌 헬스케어 산업의 장기 트렌드 중 하나”, 미래에셋대우, 2020.3.23
- [18] Hwang, Eui Jin, et al. “Development and validation of a deep learning - based automated detection algorithm for major thoracic diseases on chest radiographs.” JAMA network open 2.3 (2019): e191095-e191095.
- [19] Kim, Eun-Kyung, et al. “Applying data-driven imaging biomarker in mammography for breast cancer screening: preliminary study.” Scientific reports 8.1 (2018): 1-8.
- [20] <https://insight.lunit.io/>
- [21] Attia, Zachi I., et al. “An artificial intelligence-enabled ECG algorithm for the identification of patients with atrial fibrillation during sinus rhythm: a retrospective analysis of outcome prediction.” The Lancet 394.10201 (2019): 861-867.



- [22] Memon, Jamshed, Maira Sami, and Rizwan Ahmed Khan. "Handwritten Optical Character Recognition (OCR): A Comprehensive Systematic Literature Review (SLR)." arXiv preprint arXiv:2001.00139 (2020).
- [23] <https://clova.ai/ocr>
- [24] Sun, Yi, et al. "Deepid3: Face recognition with very deep neural networks." arXiv preprint arXiv:1502.00873 (2015).
- [25] Kim, Jeong Rye, et al. "Computerized bone age estimation using deep learning based program: evaluation of the accuracy and efficiency." American Journal of Roentgenology 209.6 (2017): 1374–1380.
- [26] <https://boneage.vuno.co/>
- [27] Bzdok, Danilo, Naomi Altman, and Martin Krzywinski. "Points of significance: statistics versus machine learning." (2018): 233.
- [28] 민현석, "의료 AI, 현실성 없는 의학 드라마가 되지 않으려면", 대한진단유전학회 기고문 (2020) <http://ksgd2020.org/webzine/2002/02.php>
- [29] Park, Seong Ho, and Kyunghwa Han. "Methodologic guide for evaluating clinical performance and effect of artificial intelligence technology for medical diagnosis and prediction." Radiology 286.3 (2018): 800–809.
- [30] Ting, Daniel Shu Wei, et al. "Digital technology and COVID–19." Nature medicine 26.4 (2020): 459–461.
- [31] Rao, Arni SR Srinivasa, and Jose A. Vazquez. "Identification of COVID–19 can be quicker through artificial intelligence framework using a mobile phone - based survey when cities and towns are under quarantine." Infection Control & Hospital Epidemiology (2020): 1–5.
- [32] <https://www.worldometers.info/coronavirus/>
- [33] Dong, Di, et al. "The role of imaging in the detection and management of COVID–19: a review." IEEE Reviews in Biomedical Engineering (2020).
- [34] Li, Lin, et al. "Artificial intelligence distinguishes COVID–19 from community acquired pneumonia on chest CT." Radiology (2020): 200905.
- [35] Ho, Dean. "Addressing COVID–19 Drug Development with Artificial Intelligence." Advanced Intelligent Systems.
- [36] Wynants, Laure, et al. "Prediction models for diagnosis and prognosis of covid–19 infection: systematic review and critical appraisal." bmj 369 (2020).



- [37] “Using artificial intelligence to help combat COVID-19”, OECD Policy Responses to Coronavirus (COVID-19), <http://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/using-artificial-intelligence-to-help-combat-covid-19>
- [38] Pieter den Harmer, “How to Use AI to Fight COVID-19 and Beyond”, Gartner Report 723862, 2020
- [39] 人工智能助力新冠疫情防控 调研报告, 中国人工智能产业发展联盟, 2020.3
- [40] Ingrid et. al., “False-negative results of initial RT-PCR assays for COVID-19: A systematic review”, medRxiv 2020.04.16.20066787, April 2020
- [41] J. Lei et. al., “CT Imaging of the 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) Pneumonia”, Radiology, Jan 2020
- [42] H. Shi et. al., “Radiological findings from 81 patients with COVID-19 pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study”, The Lancet Infectious Disease, Feb 2020
- [43] M. Chung et. al., “CT Imaging Features of 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV)”, Radiology, Feb 2020
- [44] Y. Wang et. al., “Temporal Changes of CT Findings in 90 Patients with COVID-19 Pneumonia : A Longitudinal Study”, Radiology, Mar 2020
- [45] Y. Fang et. al., “Sensitivity of Chest CT for COVID-19: comparison to RT-PCR”, Radiology, Feb 2020
- [46] T. Ai et. al., “Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases”, Radiology, Feb 2020
- [47] K. Zhang et. al., “Clinically Applicable AI System for Accurate Diagnosis, Quantitative Measurements, and Prognosis of COVID-19 Pneumonia Using Computed Tomography”, Cell, May 2020
- [48] <https://radiopaedia.org/cases/covid-19-pneumonia-incidentalfindingin-asymptomatic-patient-2>
- [49] A. A. Sendi et. al., “Incidental typical COVID-19 appearance on the lung bases, visualized at abdominal CT for a patient that presented with abdominal pain and nausea”, Radiology Case Reports, May 2020.
- [50] L. Li et. al., “Artificial Intelligence Distinguishes COVID-19 from Community Acquired Pneumonia on Chest CT”, Radiology, Mar 2020
- [51] X. Mei et. al., “Artificial intelligence - enabled rapid diagnosis of patients with COVID-19”, Nature Medicine, May 2020
- [52] Alistair Martin, Jama Nateqi, Stefanie Gruarin, Nicolas Munsch, Isselmou Abdarahmane, Bernhard Knapp , “An artificial intelligence-based first-line defence against COVID-19: digitally screening citizens for risks via a chatbot”, bioRxiv, April 2020, <https://doi.org/10.1101/2020.03.25.008805>



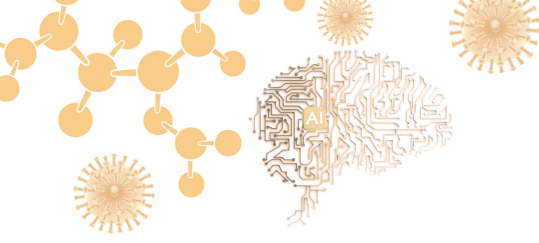
- [53] Raphael Tang, Rodrigo Nogueira, Edwin Zhang, “Rapidly Bootstrapping a Question Answering Dataset for COVID-19”, arXiv, 23 April 2020, <https://arxiv.org/abs/2004.11339>
- [54] Adam S. Miner, Liliana Laranjo & A. Baki Kocaballi, “Chatbots in the fight against the COVID-19 pandemic”, npj Digital Medicine volume 3, Article number: 65 (2020), <https://www.nature.com/articles/s41746-020-0280-0>
- [55] <https://aws.amazon.com/blogs/big-data/a-public-data-lake-for-analysis-of-covid-19-data/>
- [56] <https://arxiv.org/pdf/2003.08119.pdf>
- [57] [https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667\(20\)30073-6/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667(20)30073-6/fulltext)
- [58] <http://www.healthdata.org/covid>
- [59] <https://reichlab.io/covid19-forecast-hub/>
- [60] <https://science.sciencemag.org/content/368/6493/860>
- [61] <https://www.remapcap.org/coronavirus>
- [62] <https://coronavirus.jhu.edu/data/new-cases>
- [63] [https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/8/20-1093\\_article](https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/8/20-1093_article)
- [64] 전중홍, 이강찬, “의료 인공지능 10대 표준화 동향 및 전망”, ETRI 전자통신동향분석, 35권 2호 (통권 182), 2020.4, <https://ettrends.etri.re.kr/ettrends/182/0905182001/>
- [65] ITU-T/WHO FG-AI4H, <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ai4h/>
- [66] ICT 융합 표준 프레임워크 - 스마트 헬스 2019, ETRI, <https://ksp.etri.re.kr/ksp/plan-report/read?id=772>
- [67] COVID-19 Imaging-based AI Research Collection, [https://github.com/HzFu/COVID19\\_imaging\\_AI\\_paper\\_list](https://github.com/HzFu/COVID19_imaging_AI_paper_list)
- [68] Mihaela van der Schaar, John Humphrey Plummer, “How artificial intelligence and machine learning can help healthcare systems respond to COVID-19”, <https://www.vanderschaar-lab.com/NewWebsite/covid-19/post1/paper.pdf>
- [69] Joseph Bullock, Alexandra Luccioni, Katherine Hoffmann Pham, Cynthia Sin Nga Lam, Miguel Luengo-Oroz, “Mapping the landscape of artificial intelligence applications against COVID-19”. ArXiv, April 2020, <https://arxiv.org/abs/2003.11336>
- [70] Feng Shi ; Jun Wang ; Jun Shi ; Ziyang Wu ; Qian Wang ; Zhenyu Tang ; Kelei He ; Yinghuan Shi ; Dinggang, “Review of Artificial Intelligence Techniques in Imaging Data Acquisition, Segmentation and Diagnosis for COVID-19.” IEEE Reviews in Biomedical Engineering, 16 April 2020. doi: <https://doi.org/10.1109/RBME.2020.2987975>



- [71] Di Dong ; Zhenchao Tang ; Shuo Wang ; Hui Hui ; Lixin Gong ; Yao Lu ; Zhong Xue ; Hongen Liao ; Fang Chen ; Fan Yang ; Ronghua Jin ; Kun Wang ; Zhenyu Liu ; Jingwei Wei ; Wei Mu ; Hui Zhang ; Jingying Jiang ; Jie Tian ; Hongjun Li, "The role of imaging in the detection and management of COVID-19: a review." IEEE Reviews in Biomedical Engineering, 27 April 2020. doi: <https://doi.org/10.1109/RBME.2020.2990959>
- [72] Petropoulos G (2020) Artificial intelligence in the fight against COVID-19. Bruegel (23 March)]
- [73] Artificial intelligence vs COVID-19: limitations, constraints and pitfalls, Wim Naudé, AI & SOCIETY (2020), 28 April 2020. <https://doi.org/10.1007/s00146-020-00978-0>
- [74] Vasee Moorthy a, Ana Maria Henao Restrepo b, Marie-Pierre Preziosi c & Soumya Swaminathan, "Data sharing for novel coronavirus (COVID-19)", WHO, Bulletin of the World Health Organization 2020;98:150. doi: <http://dx.doi.org/10.2471/BLT.20.251561> <https://www.who.int/bulletin/volumes/98/3/20-251561/en/>
- [75] Global research on coronavirus disease (COVID-19) <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/global-research-on-novel-coronavirus-2019-ncov>
- [76] Teodoro Alamo, Daniel G. Reina, Martina Mammarella, Alberto Abella, "Covid-19: Open-Data Resources for Monitoring, Modeling, and Forecasting the Epidemic", Electronics 2020, 9(5), 827; <https://doi.org/10.3390/electronics9050827>
- [77] Naudé W, "Artificial Intelligence against COVID-19: An early review", IZA Discussion Paper no. 13110, Bonn
- [78] "해외 코로나19 관련 데이터 개방 현황 및 주요 질병관리 통계 기관의 데이터 개방 현황", NIA Global Open Data Now, 제20호, 2020.4.8
- [79] Tauberer, J.; Lessig, L., "The 8 Principles of Open Government Data". 2007. <http://www.opengovdata.org/home/8principles>
- [80] Abella, A.; Ortiz-de Urbina-Criado, M.; De-Pablos-Heredero, C., "MEloda 5: A Metric to Assess Open Data Reusability", 2019, <http://www.elprofesionaldelainformacion.com/contenidos/2019/nov/abella-ortiz-pablos.pdf>
- [81] Lucy Lu Wang, Kyle Lo, Yoganand Chandrasekhar, Russell Reas, Jiangjiang Yang, Darrin Eide, Kathryn Funk, Rodney Kinney, Ziyang Liu, William Merrill, Paul Mooney, Dewey Murdick, Devvret Rishi, Jerry Sheehan, Zhihong Shen, Brandon Stilson, Alex D. Wade, Kuansan Wang, Chris Wilhelm, Boya Xie, Douglas Raymond, Daniel S. Weld, Oren Etzioni, Sebastian Kohlmeier, "CORD-19: The Covid-19 Open Research Dataset", arXiv, April 2020 <https://arxiv.org/abs/2004.10706>



- [82] 왜 오픈사이언스가 대응을 위해 중요한가(Why open science is critical to combatting COVID-19), OECD, <http://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/why-open-science-is-critical-to-combatting-covid-19-cd6ab2f9/>
- [83] Linda Wang, Zhong Qiu Lin, and Alexander Wong, "COVID-Net: A Tailored Deep Convolutional Neural Network Design for Detection of COVID-19 Cases from Chest X-Ray Images", arXiv, May 2020, <https://arxiv.org/abs/2003.09871>
- [84] J. P. Cohen, P. Morrison, and L. Dao, "COVID-19 image data collection," arXiv 2003.11597, 2020, <https://arxiv.org/abs/2003.11597>
- [85] J. Zhao, Y. Zhang, X. He, and P. Xie, "COVID-CT-Dataset: A CT scan dataset about COVID-19," 2020, <https://arxiv.org/abs/2003.13865>
- [86] Joseph Bullock, Alexandra Luccioni, Katherine Hoffmann Pham, Cynthia Sin Nga Lam, Miguel Luengo-Oroz, "Mapping the landscape of artificial intelligence applications against COVID-19". ArXiv, April 2020, <https://arxiv.org/abs/2003.11336>
- [87] "인공지능 최신 동향과 시사점", 소프트웨어정책연구소, SPRI AI Brief AIB-011호, 2020.4.7
- [88] 工业和信息化部办公厅关于运用新一代信息技术支撑服务疫情防控和复工复产工作的通知, [http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-02/19/content\\_5480843.htm](http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-02/19/content_5480843.htm)
- [89] Collection of Artificial Intelligence resources to the fight against Coronavirus (COVID-19), <https://github.com/hollobit/COVID-19-AI/>
- [90] COVID-19 Has a Data Governance Problem, <https://www.datanami.com/2020/05/06/covid-19-has-a-data-governance-problem/>
- [91] NIA 보고서, "한국의 코로나19 대응 ICT사례집 Korean ICT Services against COVID-19 Pandemic", 2020.5.18, <https://www.nia.or.kr/common/board/Download.do?bcIdx=22151&cbIdx=39485&fileNo=7>
- [92] 이창환, 기모란, "한국의 감염병 역학조사 강화방안: 중동호흡기증후군 유행 경험에서의 교훈", J Korean Med Assoc 2015 August; 58(8): 706-713
- [93] Human Rights Watch, "휴대폰 위치 추적 데이터와 코로나19: Q&A", <https://www.hrw.org/ko/news/2020/05/13/375128>
- [94] Sangchul Park, Gina Jeehyun Choi, Haksoo Ko, "Information Technology - Based Tracing Strategy in Response to COVID-19 in South Korea—Privacy Controversies", JAMA. 2020;323(21):2129-2130. doi:10.1001/jama.2020.6602
- [95] 부처공동 보도자료, "[3.11.수.석간] 코로나19 역학조사 신속 지원 시스템 공동구축에 나서", 2020.3.11



- [96] MIT Technology Review Covid Tracing Tracker, <https://www.technologyreview.com/2020/05/07/1000961/launching-mitr-covid-tracing-tracker/>
- [97] 박미정, “코로나19 추적 조사와 프라이버시”, BRIC View 2020-TX6
- [98] Lucy Simko, Ryan Calo et al, “COVID-19 Contact Tracing and Privacy: Studying Opinion and Preferences”, arXiv, May 12 2020, <https://arxiv.org/abs/2005.06056>
- [99] Qiang Tang, “Privacy-Preserving Contact Tracing: current solutions and open questions”, arXiv, 14 April 2020, <https://arxiv.org/abs/2004.06818>
- [100] Mark Zastrow, “Coronavirus contact-tracing apps: can they slow the spread of COVID-19?”, Nature, 19 May 2020, <https://www.nature.com/articles/d41586-020-01514-2>
- [101] COVID-19 apps, [https://en.wikipedia.org/wiki/COVID-19\\_apps](https://en.wikipedia.org/wiki/COVID-19_apps)
- [102] G. Yaron, Security analysis of the covid-19 contact tracing specifications by APPLE INC. and GOOGLE INC., Cryptomnium LLC ePrint Archive: Report 2020/428 <https://eprint.iacr.org/2020/428> (Accessed 0415, 2020)
- [103] Hannah Alsdurf, Yoshua Bengio, Tristan Deleu, Prateek Gupta, Daphne Ippolito, Richard Janda, et al, “COVI White Paper – Version 1.0”, arXiv, 18 May 2020, <https://arxiv.org/abs/2005.08502>
- [104] Yoshua Bengio, Richard Janda, Yun William Yu, Daphne Ippolito, Max Jarvie, Dan Pilat, et al. “The need for privacy with public digital contact tracing during the COVID-19 pandemic”, The Lancet, June 02, 2020 DOI: [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30133-3](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30133-3)
- [105] 인공 지능에 관한 국가 안보위원회 (NSCAI), Privacy and Ethics Recommendations for Computing Applications Developed to Mitigate COVID-19, May 7, 2020
- [106] Amnesty International, “Joint civil society statement: States use of digital surveillance technologies to fight pandemic must respect human rights”, <https://www.amnesty.org/download/Documents/POL3020812020ENGLISH.pdf>
- [107] Servick K “Cellphone tracking could help stem the spread of coronavirus. Is privacy the price?”, Science. 2020; (published online March 22.), DOI:10.1126/science.abb8296
- [108] Ferretti L Wymant C Kendall M et al. “Quantifying SARS-CoV-2 transmission suggests epidemic control with digital contact tracing”, Science. 2020; 368eabb6936, May 8, 2020,
- [109] Philipp H. Kindt, Trinad Chakraborty, Samarjit Chakraborty, “How Reliable is Smartphone-based Electronic Contact Tracing for COVID-19?”, arXiv, May 22 2020, <https://arxiv.org/abs/2005.05625>
- [110] Digital Contact Tracing for Pandemic Response: Ethics and Governance Guidance, Johns Hopkins University Press, 2020, Project MUSE. doi:10.1353/book.75831.



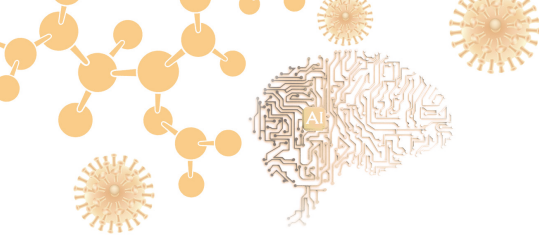
- [111] 전중홍, 이강찬, “의료 인공지능 표준화 동향,” 전자통신동향분석, 34권 5호, 2019, <https://ettrends.etri.re.kr/ettrends/179/0905179012/>
- [112] Kwon JM, Lee Y, Lee S, et al. “An Algorithm based on Deep Learning for Predicting In-Hospital Cardiac Arrest”, *J Am. Heart Assoc.* 2018;7(13):e008678.
- [113] 동아 사이언스, “[인간 · 공감 · AI] ①신종 감염병의 시대, AI가 데이터를 들여다보기 시작했다”, 2020.3.11 <http://dongascience.donga.com/news.php?id=34798>
- [114] Coronavirus resource center: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
- [115] Grein J, Ohmagari N, Shin D, Diaz G, Asperges E, Castagna A, et al. Compassionate Use of Remdesivir for Patients with Severe Covid-19. *N Engl J Med* 2020 doi 10.1056/NEJMoa2007016.
- [116] Cao YC, Deng QX, Dai SX. Remdesivir for severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 causing COVID-19: An evaluation of the evidence. *Travel Med Infect Dis* 2020:101647 doi 10.1016/j.tmaid.2020.101647.
- [117] Al-Tawfiq JA, Al-Homoud AH, Memish ZA. Remdesivir as a possible therapeutic option for the COVID-19. *Travel Med Infect Dis* 2020;34:101615 doi 10.1016/j.tmaid.2020.101615.
- [118] Touret F, de Lamballerie X. Of chloroquine and COVID-19. *Antiviral Res* 2020;177:104762 doi 10.1016/j.antiviral.2020.104762.
- [119] Devaux CA, Rolain JM, Colson P, Raoult D. New insights on the antiviral effects of chloroquine against coronavirus: what to expect for COVID-19? *Int J Antimicrob Agents* 2020;55(5):105938 doi 10.1016/j.ijantimicag.2020.105938.
- [120] Colson P, Rolain JM, Lagier JC, Brouqui P, Raoult D. Chloroquine and hydroxychloroquine as available weapons to fight COVID-19. *Int J Antimicrob Agents* 2020;55(4):105932 doi 10.1016/j.ijantimicag.2020.105932.
- [121] Cao B, Wang Y, Wen D, Liu W, Wang J, Fan G, et al. A Trial of Lopinavir-Ritonavir in Adults Hospitalized with Severe Covid-19. *N Engl J Med* 2020;382(19):1787-99 doi 10.1056/NEJMoa2001282.
- [122] Lim J, Jeon S, Shin HY, Kim MJ, Seong YM, Lee WJ, et al. Case of the Index Patient Who Caused Tertiary Transmission of COVID-19 Infection in Korea: the Application of Lopinavir/Ritonavir for the Treatment of COVID-19 Infected Pneumonia Monitored by Quantitative RT-PCR. *J Korean Med Sci* 2020;35(6):e79 doi 10.3346/jkms.2020.35.e79.
- [123] Yuan J, Zou R, Zeng L, Kou S, Lan J, Li X, et al. The correlation between viral clearance and biochemical outcomes of 94 COVID-19 infected discharged patients. *Inflamm Res* 2020;69(6):599-606 doi 10.1007/s00011-020-01342-0.



- [124] BenevolentAI: <https://www.benevolent.com/>
- [125] Techniques of BenevolentAI: <https://www.benevolent.com/research>
- [126] Innoplexus: <https://www.innoplexus.com>
- [127] Techniques of Innoplexus: <https://www.innoplexus.com/technology/>
- [128] VantAI: <https://www.vant.ai>
- [129] Healx: <https://healx.io>
- [130] CYCLICA: <https://cyclicarx.com>
- [131] DEARGEN: <https://deargen.me>
- [132] Richardson P, Griffin I, Tucker C, Smith D, Oechsle O, Phelan A, et al. Baricitinib as potential treatment for 2019-nCoV acute respiratory disease. *Lancet* 2020;395(10223):e30-e1 doi 10.1016/S0140-6736(20)30304-4.
- [133] MIT-IBM lab: <https://www.onartificialintelligence.com/articles/20744/marshaling-ai-in-the-fight-against-covid-19>
- [134] Tulin Ozturk, Muhammed Talo, Eylul Azra Yildirim, et al, "Automated detection of COVID-19 cases using deep neural networks with X-ray images", *Comput Biol Med.* 2020 Jun; 121: 103792, doi: 10.1016/j.combiomed.2020.103792
- [135] Peter Richardson, Ivan Griffin, Catherine Tucker, Dan Smith, et al, "Baricitinib as potential treatment for 2019-nCoV acute respiratory disease", *Lancet.* 2020 15-21 February; 395(10223): e30 - e31, doi: 10.1016/S0140-6736(20)30304-4

## 약어

AGI	Artificial General Intelligence
AI	Artificial Intelligence
AI	Augmented Intelligence
AIIA	Artificial Intelligence Industry Alliance
ANSI	American National Standards Institute
API	Application Programming Interface
ARDS	Acute Respiratory Distress Syndrome
AUC	Area Under the Curve
AWS	Amazon Web Services
BLE	Bluetooth Low Energy
CAD	Computer Aided Diagnosis
CAICT	China Academy of Information and Communications Technology
CCTV	Closed-Circuit TeleVision
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
CDSS	Clinical Decision Support System
CNN	Convolutional Neural Network
COVID	CoronaVirus Disease
CPT	Current Procedural Terminology
CSV	Comma-Separated Values
CT	Computerized Tomography
CTA	Consumer Technology Association
DCTT	Digital Contact-Tracing Technologies
D.N.A	Data, Network, AI
DNA	DeoxyriboNucleic Acid
DICOM	Digital Imaging and COmmunication in Medicine
DL	Deep Learning
DP-3T	Decentralized Privacy-Preserving Proximity Tracing
ECARO	Europe and Central Asia Region Office
ECDC	European Centre for Disease Prevention and Control
ECG	Electrocardiogram
EDI	Electronic data interchange
EHR	Electronic Healthcare Record



EMR	Electronic Medical Record
EMS	Emergency medical system
ENR	Electronic Nursing Record
ETRI	Electronics and Telecommunications Research Institute
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
EuSoMII	European Society of Medical Imaging Informatics
EWS	Early Warning System
FDA	Food and Drug Administration
FHIR	Fast Healthcare Interoperability Resource
FG-AI4H	Focus Group on artificial intelligence for health
GA4GH	Global Alliance for Genomics and Health
GAN	Generative Adversarial Network
GDPR	General Data Protection Regulation
GFID	Government-wide R&D Fund for Infectious Disease Research
HCPCS	Healthcare Common Procedure Coding System
HL7	Health Level 7
IEC	International Electrotechnical Commission
ICD	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
ICT	Information & Communication Technology
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IHE	Integrating the Healthcare Enterprise
IHR	International Health Regulations
IOM	Institute of Medicine
IoT	Internet of Things
IMDRF	International Medical Device Regulators Forum
ISO	International Organization for Standardization
IT	Information Technology
ITU	International Telecommunication Union
ITU-T	ITU Telecommunication Standardization Sector
JEE	Joint External Evaluation
JSON	JavaScript Object Notation
JTC	Joint Technical Committee
LOINC	Logical Observation Identifiers Names and Codes
LTE	Long-Term Evolution
MDR	Medical Device Regulation



MERS	Middle East respiratory syndrome
ML	Machine Learning
MRI	Magnetic resonance imaging
NSCAI	National Security Commission on Artificial Intelligence
NLP	Natural language processing
OCR	Optical Character Recognition
OCS	Order Communication System
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
P2P	Peer-to-Peer
PACS	Picture Archiving and Communications System
PACT	Private Automated Contact Tracing
PEPP-PT	Pan-European Privacy-Preserving Proximity Tracing
PGHD	Patient Generated Health Data
PHR	Personal Health Record
PHD	Personal Health Device
PPG	PhotoPlethysomography
QA	Question Answering
QR	Quick Response
R&D	Research and Development
RKI	Robert Koch Institute
ROI	Region of Interest
RSNA	Radiological Society of North America
RT-PCR	Real Time reverse Transcription Polymerase Chain Reaction
SARS	Severe Acute Respiratory Syndrome
SNOMED-CT	Systematized Nomenclature of Medicine -- Clinical Terms
TG	Topic Group
UNICEF	United Nations Children's Fund
UNGP	United Nations Global Pulse
VCA	Virtual Customer Assistants
VEA	Virtual Employee Assistants
VPA	Virtual Personal Assistants
WG	Working Group
WHO	World Health Organization



## 부록1: 방역 단계별 인공지능 기술 적용 사례 및 관련 기술

Stage	Category	Application	Data	Data Analytics and mining	NLP	Sound Recording and Analysis	Voice Interaction	Medical Image Recognition	Robot Control	Medical Record Analysis	Video/Image/Context Processing	Knowledge Base	Intelligent Sensing	
Stage 1: Forecasting and Prevention	1-1 Forecasting	early warnings and alerts, Modeling the Outbreak												
	1-2 Prevent the overseas Influx	Fever detection												
Stage 2: Emergency Operations and Response	2-1AI-based diagnostic	DIAGNOSTIC AI	X-ray											
			CT											
		Cough sound diagnosis												
		PHR												
		Voice assistant chatbot												
2-2 Unmanned emergency response	Robot/Drone Delivery	INTELLIGENT DRONES												
		UVD Robots												
	Drones To The Rescue	Track & Forecast hospital beds and supplies												
		Screen frontline health care workers												
2-4 analysis and disclosure	Prediction of survival rates	data dashboards												
		General O&A Voice ASSISTANTS												
3-1 Automatic response and guidance	Chatbots answer questions related to coronavirus	Chatbots answer questions related to coronavirus												
		DISEASE SURVEILLANCE AI												
3-2 suspicious person detection	Facial Recognition AND FEVER DETECTOR AI	Remotely detect high temperatures and block sick people from entering public places												





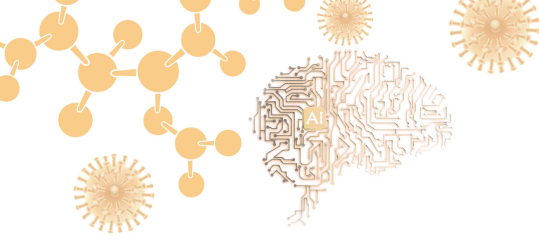
## 부록2: 인공지능 기반 COVID-19 자동진단 지원 시스템 개발 사례 (한국, 중국)

No.	제품명	회사명	설명	응용 및 설치 사례	관련 링크
1	VUNO Med-LungQuant COVID-19 Version	VUNO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 흉부 CT영상에서 코로나19 폐렴의 특이적인 소견을 정량화하여 시각화 해주고, 병변의 분포에 대한 리포트 제공</li> <li>- 2020년 4월초 클라우드기반 서비스로 전세계 무료 공개</li> </ul>	전세계 200여개 기관에서 활용 중 대만, 일본 등지에서 데모 중	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="https://covid19.vunomed.com/">https://covid19.vunomed.com/</a></li> <li>2. <a href="https://www.prnnewsire.com/news-releases/vuno-offers-a-suite-of-ai-solutions-in-response-to-the-covid-19-outbreak-vuno-med--lungquantm-and-vuno-medr-chest-x-raytm-covid-19-301034732.html">https://www.prnnewsire.com/news-releases/vuno-offers-a-suite-of-ai-solutions-in-response-to-the-covid-19-outbreak-vuno-med--lungquantm-and-vuno-medr-chest-x-raytm-covid-19-301034732.html</a></li> </ol>
2	Lunit INSIGHT CXR	Lunit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 흉부 엑스레이 영상을 인공지능으로 분석하여 10가지 이상 소견(atelectasis, calcification, cardiomegaly, consolidation, fibrosis, mediastinal widening, nodule, pneumothorax, pleural effusion and pneumoperitoneum) 을 존재가능성과 위치 표시</li> <li>- PCR 확진된 COVID-19 환자 엑스레이 영상 검출 정확도 95% (Source: 미국 병원 (이란, 미국, 이탈리아 데이터) 검증 연구, RSNA 2020 abstract 제출)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- public website 80개국 이상 활용</li> <li>- COVID-19 용 10개국에서 활용 (일부 국가 및 병원 list는 아래와 같습니다.)</li> <li>: Sao Paulo, Brazil — PreventSenior</li> <li>: Jakarta, Indonesia — Dr. Cipto Mangunkusumo National Public Hospital (RSCM)</li> <li>: West Java, Indonesia — Rumah Sakit Universitas Indonesia (RSUI)</li> <li>: Daegu/Seoul, South Korea — Seoul National University Hospital</li> <li>: Vimercate, Italy — Vimercate Hospital</li> <li>: Meylan, France — Vizyon</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="https://www.lunit.io/en/covid19/">https://www.lunit.io/en/covid19/</a></li> <li>2. <a href="https://www.technologyreview.com/2020/04/23/1000410/ai-triage-covid-19-patients-health-care/">https://www.technologyreview.com/2020/04/23/1000410/ai-triage-covid-19-patients-health-care/</a></li> <li>3. <a href="https://www.wsj.com/articles/ai-software-gets-mixed-reviews-for-tackling-coronavirus-11588597013">https://www.wsj.com/articles/ai-software-gets-mixed-reviews-for-tackling-coronavirus-11588597013</a></li> <li>4. <a href="https://www.bbc.com/news/av/world-asia-52046339/coronavirus-inside-a-covid-19-intensive-care-unit">https://www.bbc.com/news/av/world-asia-52046339/coronavirus-inside-a-covid-19-intensive-care-unit</a></li> <li>5. <a href="https://www.itnonline.com/content/lunits-ai-solution-covid-19-has-users-over-10-countries">https://www.itnonline.com/content/lunits-ai-solution-covid-19-has-users-over-10-countries</a></li> </ol>
3	MEDIP COVID19	MEDICAL IP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 딥러닝을 통해 CT 영상에서 1분 내외로 코로나19 폐렴 병변을 자동 탐지 분할 정량화</li> <li>- 폐 전체에서 COVID-19 병변이 차지하는 비율(%), 중량(gram)의 수치화 가능</li> <li>- ACR(American Congress of Radiology) 기준의 자동 분석 리포트 생성</li> <li>- 폐렴 부피 99.0%, 폐렴 무게 99.3% 예측 정확도 기록(스피어만 상관 계수 적용)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 46개국 1,100여 기관서 다운로드(20.06기준)</li> <li>- 한국, 중국, 일본, 싱가포르, 스페인, 이탈리아, 영국 등 7개국 26개 의료기관 의료진들과 COVID-19 분석 기술 공동 개발</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. "AI 기술로 1분만에 코로나 진단"... 전세계 무료배포한 박상준 메디컬아이피 대표 2020-04-02 <a href="https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2020/04/01/2020040105558.html?utm_source=naver&amp;utm_medium=original&amp;utm_campaign=biz">https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2020/04/01/2020040105558.html?utm_source=naver&amp;utm_medium=original&amp;utm_campaign=biz</a></li> <li>2. 메디컬아이피 코로나19 정량화 SW, 39개국 1000여개 기관서 다운로드 2020-04-21 <a href="https://www.etnews.com/20200421000344">https://www.etnews.com/20200421000344</a></li> </ol>



4	DEEP: CHEST-XR-01	(주)딥노이드	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 흉부X-ray에서 폐영역에 이상 병변을 검출하여 COVID-19 폐렴과 같은 질환에 대해 의료인의 판독 지원</li> <li>- 딥파이 연구 플랫폼(DEEP:PHI)을 통해 COVID-19과 관련된 X-ray와 CT 영상진단 협력 연구들이 활발하게 진행 중</li> </ul>	부산대학교병원 등 경남권 의료기관에서 실증 진행중	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="http://deeppacs.deepnoid.com:9000/">http://deeppacs.deepnoid.com:9000/</a></li> <li>2. <a href="https://www.deepphi.ai/">https://www.deepphi.ai/</a></li> </ol>
5	AVIEW Q-Infect	코어라인소프트	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CT영상에서 폐, 기도, 혈관 영역을 자동으로 분할하고 Covid-19의 진행정도를 자동으로 정량적 분석 및 시각화</li> </ul>	- 6월 중순에 검증을 위하여 유럽의 폐 분야 유명 연구소에 설치 예정	1. <a href="http://www.medicaltimes.com/Users/News/NewsView.html?ID=1122462">http://www.medicaltimes.com/Users/News/NewsView.html?ID=1122462</a>
6	AI Total COVID-19 Care	JLK Inspection	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 인공지능 폐 정량 분석 솔루션</li> <li>- 자체 개발 및 보유하고 있는 인공지능 흉부 X-ray 폐영상 인공지능 분석 기술을 코로나 환자에게 적용 가능 확인</li> <li>- 폐질환 진단 솔루션 'MobiDo-x'와 'HandMed'를 활용해 코로나19 환자 중증도를 정량적으로 분류하는 방안 제안</li> </ul>	- 인도, 라오스 등에 기증	1. <a href="http://www.e-healthnews.com/news/article_view.php?art_id=176059">http://www.e-healthnews.com/news/article_view.php?art_id=176059</a>
7	Tianyan 스마트 플랫폼, uAI COVID-19 AI-assisted 분석 시스템	United Imaging Co.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- COVID-19 감염 병변 일치율이 90%, 총 폐 감염의 정량 오류가 1% 미만,</li> <li>- CT 영상 판독 시간도 5-10 분에서 1 분으로 단축 가능</li> <li>- 폐, 로브, 세그먼트 및 병변을 몇 초만에 분할하고 병변에 자동으로 레이블을 지정하며 각 폐 세그먼트의 감염률을 계산 가능</li> </ul>	상하이 공중 보건 클리닉 센터, Leishenshan 병원, Huoshenshan 병원 및 Wuhan Union 병원 등	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. AI全栈抗“疫”   全程保护、助力全国50+医院医护人员 <a href="https://www.uui-ai.com/zh/news/">https://www.uui-ai.com/zh/news/</a></li> <li>2. 天翼云联合上海联影推出AI肺炎诊断系统 砍柴网 2020-03-05 <a href="https://baijiahao.baidu.com/s?id=1660304154838043708&amp;wfr=spider&amp;for=pc">https://baijiahao.baidu.com/s?id=1660304154838043708&amp;wfr=spider&amp;for=pc</a></li> </ol>
8	AI-assisted 통합 CT 영상 분석 시스템	Committee of Oncology Artificial Intelligence of China Anti-Cancer Association and National Supercomputer Center in Tianjin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- COVID-19 식별 정확도는 83 %, 특이도 80.5 %, 민감도 84 %</li> <li>- AI-CT 모델 검사는 10 초 안에 가능하지만, 영상의학과 의사는 환자 당 10 분, 핵산 검사는 24-48 시간이 소요</li> </ul>	톈진 국립 슈퍼 컴퓨터 센터에서 시범 운영	3. 鉴别新冠肺炎CT影像 这个团队20天搭建出AI辅助系统 中国科技网 2020-03-09 <a href="http://www.stdaily.com/kjrb/kjrbbm/2020-03/09/content_896703.shtml">http://www.stdaily.com/kjrb/kjrbbm/2020-03/09/content_896703.shtml</a>
9	COVID-19 AI 보조 스크리닝 및 전염병 모니터링 시스템	InferVision Co.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CT 영상에서 의심되는 COVID-19 사례를 감지하면 자동으로 알림 표시</li> </ul>	무한 대학의 Zhongnan Hospital을 포함한 수많은 병원과 협력하여 COVID-19의 방사선 진단에 대한 연구 진행 중. 일본 최대의 원격 이미징 진단 회사 인 Doctor Net에서 사용	10. 腾讯AI部署湖北最大方舱医院 助力秒级识别新冠肺炎 2020-02-22 中国日报网 <a href="https://baijiahao.baidu.com/s?id=1659206548310668824&amp;wfr=spider&amp;for=pc">https://baijiahao.baidu.com/s?id=1659206548310668824&amp;wfr=spider&amp;for=pc</a>
10	Shukun COVID-19 AI-assisted 진단 시스템	Beng Shukun Tech Co.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2-3 초 안에 정량 분석 보고서 생성</li> </ul>	무한 중앙 병원, 무한 전통 중국 의학 병원, 무한 대학 인민 병원 및 Leishenshan 병원	

11	NCP AI 시스템	Medical AI	- 영상 판독 시간을 10-15 분에서 5분으로 단축	후베이, 쓰촨, 장쑤, 충칭, 허난, 텐진의 주요 병원에 설치	4. NCP版肺炎AI系统, 5分钟完成疑似病例影像诊断 北晚新视网网 2020-03-06 <a href="https://baijiahao.baidu.com/s?id=1660391418090724336&amp;wfr=spider&amp;for=pc">https://baijiahao.baidu.com/s?id=1660391418090724336&amp;wfr=spider&amp;for=pc</a>
12	COVID-19 AI-assisted Clinical Diagnostics 기술	Albaba Damo Academy and Albaba Cloud Computing Co. Ltd.	- 최대 96 %의 정확도로 20 초 내에 CT 영상 판독	Xiaotangshan 병원의 허난 버전 정주 Oboshan 병원에서 처음으로 채택. 알리바바에 따르면 후베이, 상하이, 광둥, 장쑤 등 16 개 주에 26 개 병원으로 확장되었으며 30,000여 건의 의심 사례 진단을 지원하는 데 사용됨. 추가로 100 개가 넘는 병원에 설치될 예정	<a href="http://www.xinhuanet.com/english/2020-03/19/c_138895495.htm">http://www.xinhuanet.com/english/2020-03/19/c_138895495.htm</a>
13	COVID-19 스마트 평가 시스템	Yitu Tech	- 병변을 자동으로 감지하고 2-3 초 안에 정량적 특성 분석 완료 - 정량 판독 결과는 상하이 보건소 임상 센터 (Shanghai Public Health Clinical Center)의 70 건이 넘는 사례를 비교 한 결과 의사의 판단과 유사 (코 릴레이션, R = 0.87, p (0.001).	상하이 제 7 인민 병원, 온주 의과 대학 제 1 병원, 절강 대학교 의과 대학 제 2 병원, 쓰촨성 인민 병원, 우한 대학교 인민 병원 상하이 공중 보건 클리닉 센터, 화중 과학 대학 통지 의과 대학, 우한 대학교 중농 병원, 인민 병원 등 20 여개 주에서 50 개가 넘는 공중 보건 기관에 배치	5. 依图科技助力疫情防控 腾讯网 2020-02-20 <a href="https://new.qq.com/omn/20200220/20200220A04CGL00.html?pc">https://new.qq.com/omn/20200220/20200220A04CGL00.html?pc</a> 6. 3秒内完成新冠肺炎定量筛查! 全国首个抗疫AI影像系统是怎样炼成的? 量子位 QbitAI 2020-02-22 <a href="http://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_6067440">http://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_6067440</a>
14	COVID-19 이미지 판독 보조 시스템	PVmed Tech	- 빠르고 정확하고 간단하며 다기능	화중 과학 기술 대학교 통지 의과 대학 연합 병원에 설치	7. 柏视新动态  新型冠状病毒肺炎辅助阅片系统 柏视医疗官网 2019-02-14 <a href="https://www.pvmedtech.com/news/post-14.html">https://www.pvmedtech.com/news/post-14.html</a>
15	COVID-19 Screener Sharp-eye AI	Neusoft	- VR로 폐, 기관 및 병변을 시각화 - 클라우드 배포 기능과 NeuMiva 지능형 의료 이미징 클라우드 플랫폼이 제공 - 업로드 된 이미지를 읽고 자동으로 결과를 생성 - 딥 러닝 알고리즘에 지속적인 데이터를 제공하는 "COVID-19 Intelligent Imaging Alliance"를 통해 멀티 센터 데이터를 학습	Beijing Chaoyang Hospital 및 Guangzhou Medical University of the First Affiliated Hospital을 포함한 여러 병원에 설치 (모두 호흡기 분야 상위 5위 이내). Neusoft는 Wuhan Hongshan Stadium Makeshift Hospital 및 Wuhan Leishenshan Hospital을 포함한 150 개 병원에서 이미 설치 운영 중	8. 原标题: 东软医疗与钟南山团队联手推出“火眼AI” 中国日报 2020-02-17 <a href="http://cnews.chinadaily.com.cn/a/202002/17/WS5e49e193a3107bb6b57a00ed.html">http://cnews.chinadaily.com.cn/a/202002/17/WS5e49e193a3107bb6b57a00ed.html</a>
16	풀 스펙트럼 CT 스크리너 (COVID-19 판)	VoxelCloud	- 정량 분석 및 케이스 판독	상하이 자오 퉁 대학교 루이 진 병원, 상하이 최초 인민 병원 의과 대학 (남쪽 캠퍼스)	9. 体素科技CT多病种加入“防疫” 减少院内交叉感染 20200303 <a href="http://sh.people.com.cn/n2/2020/0303/c134768-33847064.html">http://sh.people.com.cn/n2/2020/0303/c134768-33847064.html</a>
17	AI 지원 COVID-19 진단 솔루션 Tencent 마 이닝	Tencent Miying	- 몇 초 내에 AI 지원 판독을 완료 하고 의사에게 권장 사항을 제공 - 환자의 상태 변화 비교를 위한 추가 가능 가능	무한 조합 병원, 무한 리 하이 임시 병원, Honghu 인민 병원.	10. 腾讯AI部署湖北最大方舱医院 助力秒级识别新冠肺炎 2020-02-22 中国日报网 <a href="https://baijiahao.baidu.com/s?id=1659206548310668824&amp;wfr=spider&amp;for=pc">https://baijiahao.baidu.com/s?id=1659206548310668824&amp;wfr=spider&amp;for=pc</a>



18	폐 CT 영상 진단 보조 시스템 (COVID-19 Enhanced Edition)	Insight Med Technology	- 이미지 판독 후 몇 초 안에 진단 권장 사항을 생성	심천 인민 병원, 심천의 제 3 인민 병원 Guizhou 지방의 지역 이미징 센터 및 원격 이미징 진단 센터	11. 抗击疫情   视见科技新冠肺炎CT+AI上线深圳三院等多家医院 视见科技官网 2020-02-25 <a href="https://www.imsightmed.com/news/detail/id/66.html">https://www.imsightmed.com/news/detail/id/66.html</a> 12. 抗击疫情   视见AI携手医生共抗战“疫”视见科技官网 2020-02-12 <a href="https://www.imsightmed.com/news/detail/id/65.html">https://www.imsightmed.com/news/detail/id/65.html</a>
19	COVID-19 AI 보조 스코리닝 시스템	Diannei AI	- 초기 단계의 간유리 음영 (ground-glass opacities) 탐지, 조기 염증의 신속한 정확한 평가를 생성 - 폐 밀도 및 부피 분석 등을 통해 전체 폐 감염 상태를 시각화 - COVID-19 대량 영상 선별에 사용 - 무증상 및 초기 환자의 빠른 인식 및 선별이 가능	화둥 병원은 복건 대학, 상해 진교 대학, 의과 대학, 간 저우 시립 병원, 간 저우 제 5 인민 병원, 후 이 진 병원으로 합병	13. 点内科技新冠肺炎AI-赋能医疗防控战“疫”腾讯网 2020-02-18 <a href="https://new.qq.com/omn/20200218/20200218A0D83600.html?pc">https://new.qq.com/omn/20200218/20200218A0D83600.html?pc</a>
20	AI 보조 COVID-19 정량화 시스템	Huawei Cloud, Huazhong University of Science and Technology and Lanwon	- Huawei의 Ascend AI 마이크로 칩을 통해 높은 정확도로 CT 이미지를 자동으로 신속하게 정량 분석 - 2 등급 영상 판독 성능 제공 - AI + Physician 검증 작업 모델로 진단 효율성을 수십 배 향상	지정된 모든 COVID-19 병원에서 무료로 사용 가능	14. 华为云推出新冠肺炎AI辅助诊断服务, CT量化结果秒级输出 华为云官网 2020-02-10 <a href="https://www.huaweicloud.com/news/2020/20200210195951099.html">https://www.huaweicloud.com/news/2020/20200210195951099.html</a>
21	Zhuo 박사의 COVID-19 클라우드 이미징 진단 플랫폼	Shanghai Artificial Intelligence Research Institute Co., LTD & Hangzhou Jianpei Technology	- COVID-19 영상 진단을 위한 자동 정량화 및 폐렴 스마트 분석 플랫폼.	전국의 병원에 무료 클라우드 기반 이미징 진단 서비스가 제공. 클라우드 기반 COVID-19 이미징 인터페이스는 모든 의료 기관 및 정부 기관에 무료로 제공	15. 上海人工智能研究院携手健培科技共同发布新冠肺炎影像云, AI助力疫情防控 健培科技官网 <a href="http://www.jianpei.com/about-jianpei/news/3055/">http://www.jianpei.com/about-jianpei/news/3055/</a> 16. 新冠肺炎影像云检测平台发布两周显威力! 健培科技官网 <a href="http://www.jianpei.com/about-jianpei/news/3099/">http://www.jianpei.com/about-jianpei/news/3099/</a>
22	Dr. 튜링의 COVID-19 AI 보조 스코리닝 시스템	The Fifth Affiliated Hospital of Zhongshan University and Huiyihuijing	- COVID-19 병변 탐지 및 96 % 이상의 정확도 - 2-3 초 안에 500 개의 CT 이미지 읽음	중산 대학교 병원, 베이징 요안 병원 수도 의과 대학, 정저우 대학의 가장 큰 부속 병원 및 후베이성에 있는 20 개 이상의 병원.	17. 中大五院携手汇医慧影 新冠AI辅助筛查“科研+临床”双管齐下 北国网 2020-03-03 <a href="http://shangjie.lnd.com.cn/jishi/2020/03/03/440848.html">http://shangjie.lnd.com.cn/jishi/2020/03/03/440848.html</a>
23	COVID-19 이미징 진단 보조 플랫폼	The First Affiliated Hospital of USTC & iFLYTEK	- COVID-19 사례 진단을 3 초 안에 지원 - 대부분의 양성 사례 판독 가능 - 병원 인식률은 최대 90 %입니다.	USTE의 Cincial Research Hospital을 포함한 1,200 개가 넘는 의료 기관에 서비스 제공	18. 中科院完成“新冠肺炎影像辅助诊断平台”建设 科大讯飞参与负责 2020-03-02 <a href="http://finance.ifeng.com/c/7uW1AYNM6cx">http://finance.ifeng.com/c/7uW1AYNM6cx</a>

24	Dr.Wise의 지능형 폐 질 환 솔루션 (COVID-19 Enhanced Edition)	Deepwise	- limited or multiple subpleural and bilateral patchy shadows, ground-glass opacities, grid shadows, and inear shadows에 대한 높은 탐지율	징 저우 제 2 인민 병원 황강 중앙 병원 (대비 산 지방 의료 센터)	19. 深睿医疗新冠肺炎增强版AI系统发往湖北 驰援一线 沈睿医疗健康号 <a href="https://www.cn-healthcare.com/articlewm/20200205/wap-content-1086087.html">https://www.cn-healthcare.com/articlewm/20200205/wap-content-1086087.html</a>
25	SenseCare AllLung 분석 기	Sensetime	- CT 영상에서 의심되는 병변을 자동으로 분석하고, 양측 폐 침범의 정확한 3D 정량화를 제공	Beng, Shanghai, Tianjin, Shandong, Hebei 및 Fujian의 주요 COVID-19 선별 병원에서 채택	20. 以AI驰援，商汤肺部智能分析产品助力多地科技抗“疫” 商汤科技官网 2020-02-24 <a href="https://www.sensetime.com/News/view/id/203.html">https://www.sensetime.com/News/view/id/203.html</a>
26	COVID-19 인텔리전트 이미지 해석 시스템	Ping'an Smart Care	- 최대 90 %의 정확도로 약 15 초 내에 지능형 분석 결과를 생성	COVID-19 전염병을 예방하고 통제하기 위해 후베이 성을 포함한 전국 1,500 개 이상의 의료 기관에 배치	21. 平安智慧医疗火线支援全国1500+家医院新冠肺炎CT阅片 扬子晚报网2020-02-24 <a href="http://www.yangtse.com/zncntent/303855.html">http://www.yangtse.com/zncntent/303855.html</a>
27	지능형 이미 징 진단 보 조 플랫폼 (COVID-19 Enhanced Edition) [22]	PereDoc	- 후속 비교 기능 제공 - 예측 치료 지침을 제공하기 위해 딥 러닝 알고리즘으로 후속 기록을 분석	무한, 베이징, 선전, 대련 및 사천의 COVID-19 전염병에 대응하는 일선 의료 시설에서 사용	22. 新闻媒体深度专访：PereDoc以科技助力防疫抗疫 PereDoc官网 2020-02-24 <a href="http://www.peredoc.com/home/news/desc/id/70.html">http://www.peredoc.com/home/news/desc/id/70.html</a>
28	CT 기반 COVID-19 스크리닝 및 상태 예측 AI 시스템	Linkingmed	- 병변 검출, 개요, 양측 폐 밀도 분포의 히스토그램, 폐 병변의 수, 부피 및 폐색을 포함한 정량적 매개 변수를 계산 - 병변 검출 정확도 및 인식률은 각각 최대 92 % 및 97 %	Xiangnan University의 제휴 병원 에서 운영. 후베이 성 및 청두 병원에 배치 될 예정	23. 基于百度飞桨的连心医疗肺炎筛查和预评估AI系统投入使用 网易科技 2020-02-29 <a href="http://tech.163.com/20/0229/10/F610P312000981EO.html">http://tech.163.com/20/0229/10/F610P312000981EO.html</a>
29	AI 보조 COVID-19 진단 시스템	TnkDoc	- 검출 속도를 포함한 임상 파라미터의 성능은 기대치를 충족하거나 초과	허난성 주마 디안 핀규 카운티 인민 병원, 허난성, 천진, 푸젠 성 및 기타 지방의 3 차 병원 및 1 차 진료 병원.	24. 助力基层疫情防控！零氟科技“新冠肺炎AI辅助系统”多地上线 零氟科技健康号 2020-02-17 <a href="https://www.cn-healthcare.com/articlewm/20200213/wap-content-1088000.html">https://www.cn-healthcare.com/articlewm/20200213/wap-content-1088000.html</a>



### 부록3: 공동 저자 및 편집위원



전종홍

1996-1999: 한국정보시스템 기술개발연구소 주임연구원  
1999~: ETRI 표준연구본부 근무  
2016~: OCF 헬스케어 표준 공동에디터  
2018~: IEC TC62(의료용전기기기) 국내전문위원회 위원  
2019~: IEC TC124(웨어러블) 국제표준 에디터, PL  
2018~: 대한의료인공지능학회 표준화 이사

**관심분야:** 의료 IoT, 웨어러블, 의료인공지능

hollobit@etri.re.kr



권인호

2000: 연세대학교 원주의과대학 의학과 (학사)  
2009: 연세대학교 보건대학원 보건정보관리학과 (석사)  
2019: 강원대학교 대학원 의학과 (박사)  
2011~2014: 인제대학교 해운대백병원 응급의학과 교수  
2015~현재: 동아대학교 의과대학 의학과 응급의학교실 교수

**관심분야:** Digital Health, Digital Therapeutics, Personal Health Records, Medical AI, Healthcare Big Data

kwoninho@dau.ac.kr



김휘영

2005: KAIST 전산학과 (학사)  
2016: 서울대학교 의과대학 의학물리학 (박사)  
2017-2018: 인공지능연구원 선임연구원  
2018-현재: 연세대학교 의과대학 연구조교수  
2019-현재: 의료인공지능학회 정보이사

**관심분야:** 의료인공지능, 의료영상, 기계학습, 의학물리

hykim82@yuhs.ac



윤주홍

2002: 가톨릭의과대학 졸업  
2006-2009: 뉴욕 의과대학 내과 전문의  
2009-2014: 하버드의대 Mass General / Beth Israel Deaconess 연구 펠로우  
2014-2017: 피츠버그 의대 호흡기내과 / 중환자의학 분과 전문의  
2017-현재: 피츠버그 의대 호흡기내과 / 중환자의학

**관심분야:** 인공지능을 이용한 중환자 예후 예측 알고리즘 개발,  
알고리즘의 implementation method 개발

yoonjh@upmc.edu



정규환

2005: 포스텍 산업경영공학과(학사)  
2010: 포스텍 산업경영공학과(박사)  
2011~2011: SK Telecom 플랫폼기술원 매니저  
2011~2014: SK Planet 플랫폼기술원 매니저  
2015~ 현재: 뷰노 공동창업자 및 CTO

**관심분야:** 딥러닝, 기계학습, 의료영상, 인공지능

khwan.jung@vuno.co



신수용

2005: 서울대 컴퓨터공학부(박사)  
2010-2011: 삼성SDS Bioinformatics Lab 수석연구원  
2011-2016: 서울아산병원 의생명정보학과 연구조교수  
2016-2018: 경희대학교 컴퓨터공학과 조교수  
2018~ 현재: 성균관대학교 디지털헬스학과 조교수

**관심분야:** 의료인공지능, 의료정보표준, 개인정보보호, 딥러닝

sy.shin@skku.edu



표경호

2007: 식품의약품 안전처(청) 의약품평가부 기관계용의약품팀 연구원  
2008-2010: 서울대학교 의학연구원 감염병연구소  
2008-2010: 서울대학교 의과대학 의학과 열대의학교실 (석사)  
2010-2015: 서울대학교 의과대학 의학과 열대의학교실 (박사)  
2015-현재: 연세대학교 의과대학 의생명과학부 연구조교수

**관심분야:** Development of immuno-oncology drugs, Biomarkers development  
with machine learning, scRNA sequencing and multi-omics analysis

pkhps@gmail.com / pkhps@yuhs.ac

## ETRI Insight

### 감염병 재난에 대응하기 위한 의료 인공지능의 기술 표준 동향

(Current Trends and Standardization Efforts of  
Medical Artificial Intelligence on Infectious Disease Outbreaks)

---

- 편집위원장** ETRI 표준연구본부 강신각 본부장  
**편집위원** ETRI 표준연구본부 이강찬 실장  
ETRI 표준연구본부 이승윤 센터장  
ETRI 표준연구본부 이준섭 실장  
ETRI 표준연구본부 전종홍 책임연구원  
ETRI 표준연구본부 이병남 책임연구원
- 



• 본지의 저작물은 '공공누리' 출처표시·상업적 이용금지·변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.



# 감염병 재난에 대응하기 위한 의료 인공지능의 기술 표준 동향

Current Trends and Standardization Efforts of  
Medical Artificial Intelligence on Infectious Disease Outbreaks

[www.etri.re.kr](http://www.etri.re.kr)

**ETRI** Electronics and Telecommunications  
Research Institute

34129 대전광역시 유성구 가정로 218  
TEL. (042) 860-6114 FAX. (042) 860-6504

