

## 고령자 대상 헬스케어에서의 인공지능 기술 Artificial Intelligence Technology in the Healthcare of Older Adults

김 철\*

광주교육대학교 컴퓨터교육과

Chul Kim

Department of Computer Education

Gwangju National University of Education

### (초록)

최근 활발히 연구되기 시작한 인공지능은 다양한 산업에 응용되면서 혁신을 일으키고 있다. 고령화 현상으로 인한 사회적 문제는 범세계적으로 발생하고 있는데, 특히 고령자를 대상으로 하는 헬스케어에 인공지능이 접목되어 그들의 삶의 질을 높여주고 있다. 이에 본고에서는 인공지능 관련 기술의 헬스케어분야에 적용된 배경을 비롯하여 고령화에 따른 노인성 질환, 고령자를 위한 인공지능 헬스케어분야 관련 연구를 개괄했다. 마지막으로 고령화 사회에서 인공지능이 접목된 헬스케어분야의 발전 방향 정립을 위해 기술적, 윤리적 및 재정적 문제와 관련한 고려사항을 제시하였다.

**주제어** : 고령자, 인공지능 헬스케어, 웨어러블 헬스케어

### (Abstract)

Artificial intelligence, which has recently begun to be actively researched, is causing innovation by being applied to various industries. A number of social problems caused by the aging phenomenon are issuing worldwide. In particular, artificial intelligence has been applied to healthcare for the older adults to improve their quality of life. Therefore, this paper outlined the background of artificial intelligence-related technologies applied to the healthcare field, as well as the research on the field of senile diseases and artificial intelligence healthcare for older adults. Establishing the development direction of the healthcare field in which artificial intelligence is

\* (우) 61204 광주광역시 북구 필문대로 55 광주교육대학교 컴퓨터교육과 김철 교수  
([chkim@gnue.ac.kr](mailto:chkim@gnue.ac.kr))

applied in an aging society, technical, ethical, and financial issues were considered in the final part of this paper.

*Key words* : Older adults, Artificial Intelligence Healthcare, Wearable Healthcare

## I. 인공지능과 헬스케어

영국의 수학자 Alan Turing(1912-1954)은 1950년 “Computing intelligence and machinery”라는 논문을 발표하면서 기계가 생각하는 지능을 가졌는지를 판별하는 “튜링 테스트(Turing test)”를 도입했는데(Turing, 1950), 이것이 바로 인공지능(AI, Artificial Intelligence)에 대한 최초의 개념화였다. 이후 AI라는 명칭은 1956년 여름 Dartmouth 대학에서 개최된 연구 프로젝트 팀의 workshop에서부터 공식적으로 사용되었다(Guo & Li, 2018). 최근 매우 빠르게 발전하고 있는 인공지능은 인간의 학습, 기억, 분석, 혁신 등을 컴퓨터가 모사하는 분야의 정보 기술인데, 이는 한 가지가 아니라 여러 가지 분야의 기술들이 융합된 집합체라고 볼 수 있다(Davenport & Kalakota, 2019). AI는 근래 다양한 산업 분야에 빠르게 적용되면서 다양한 혁신을 불러일으키고 있는데, 그 대표적인 분야가 바로 급속도로 성장하고 있는 헬스케어산업이다(Reddy, Fox, & Purohit, 2019).

AI를 응용한 헬스케어란 사물인터넷(IoT)이나 웨어러블(wearable) 기기 등을 통해 다량의 의료 데이터를 수집한 다음, 학습이나 추론, 지각, 이해능력을 가진 인공지능으로 발전시켜 질병의 진단이나 예측 및 개인 맞춤형 치

료 등에 다시 응용할 수 있도록 개발되었는데, 이는 신속하고 정확한 진단 및 치료, 일관성 있는 개인별 맞춤형 질병 예측 및 예방, 시공간의 제약이 없는 측정 및 진료 가능 등의 특징을 지닌다. 헬스케어분야에서 인공지능 기술은 딥러닝(deep learning), 영상처리, 자연어 처리, 음성인식, 통계분석 등의 다양한 분야가 존재하고 있으며, 이는 각각 의료 영상 기록, 의료영상 처리 및 분석, 환자의 의료 데이터 통계 분석을 통한 치료 결과 예측, 약물 처방 기록의 통계적 분석을 통한 의약품의 개선 등 다양한 분야에 이용되고 있다(Davenport & Kalakota, 2019; Majumder, Aghayi, Nofereesti, Memarzadeh-Tehran, Mondal, Pang, & Deen, 2017; Miotto, Wang, Wang, Jiang, & Dudley, 2018; Reddy et al., 2019).

AI 관련 기술은 다양한 헬스케어분야에 적용되고 있는데, 한국보건산업진흥원(KHIDI)의 보건산업브리프에 소개된 내용은 <Table 1>과 같다(Park, 2019). AI 헬스케어시장은 범세계적으로 급성장하는 추세를 보인다. ‘Markets and Markets’의 보고서에 따르면, AI 기술이 헬스케어산업에 혁신적인 가치를 창출할 것으로 전망됨에 따라 존슨&존슨, 구글, IBM 등 기존 헬스케어기업 외에도 IT 글로벌 기업이 경쟁적으로 참여하면서 AI 헬스케어시장 규모는 세계적으로 2015년 7,130만 달러(약 800억

〈Table 1〉 인공지능 기술의 헬스케어분야 적용 현황 (Park(2019)에서 인용함)

| 영역           | 적용형태                                                           | 적용부문           |
|--------------|----------------------------------------------------------------|----------------|
| 딥러닝          | 스스로 학습하는 능력을 이용해 대량의 의료 영상기록을 처리함으로써 의료진의 치료 결정에서의 불확실성 감소     | 진단영상<br>헬스케어IT |
| 영상처리         | 대규모 의료영상을 빠르게 처리해 질환 형태, 음성/양성 판단 등에 적용                        |                |
| 자연어<br>처리    | 진료 기록과 같은 긴 서술형 문자 묶음을 해석할 수 있도록 변환                            | 의료기기<br>헬스케어IT |
| 음성인식         | 환자의 음성과 언어를 포착해 중요한 정보를 전자 기록함에 기록                             |                |
| 통계분석         | 통계분석 대용량 환자의 의료데이터를 빠르게 조사하고 분석하여 환자의 치료 결과를 예측 가능             | 의약품<br>헬스케어IT  |
| 빅데이터<br>분석   | 헬스케어 기관들이 보유한 방대한 환자 의료데이터를 처리하고 환자와 치료제공자들에게 맞춤형 권고를 제공       |                |
| 예측 모델링       | 위험 질환 예측 등과 같은 진료 결과를 예측하는데 수학 모델 적용                           | 의료기기<br>헬스케어IT |
| 로보틱스         | 수술 과정의 정밀함과 정확도를 높여 질 높은 치료를 제공                                |                |
| 디지털<br>개인 비서 | 환자의 상태를 알 수 있는 지표들을 지속적으로 모니터링하고 필요 상황에 간호사에게 알림을 줌으로써 골든타임 확보 | 헬스케어IT         |
| 머신러닝         | 치료결과에 영향을 미치는 데이터를 기반으로 패턴 예측 및 분석                             |                |

원)에서 2020년에는 10배가 넘는 7억 5,470만 달러(약 8,475억 원)에 이를 것으로 전망했다. 아울러 국내의 AI 헬스케어시장 규모도 2015년 17억 9,000만 원에서 2020년 256억 4,000만 원에 달할 것으로 전망했다. AI 헬스케어시장의 점유율은 2018년도를 기준으로 우리나라가 5.7%로 미국(32.1%), 독일(8.8%), 중국(8.5%), 영국(7.1%), 일본(7.3%)에 이어서 여섯 번째에 해당된다. 한국과학기술정보연구원 마켓리포트는 우리나라의 AI 헬스케어시장 성장률은 연평균 70.4%로 세계 시장의 연평균 성장률 60.3%보다 더 높은 편이다(Lee, Kim, & Kim, 2016; Park, 2019).

헬스케어산업의 활성화는 인구고령화와 함께 고령자의 삶의 증진의 욕구에 따른 것인데 (Malwade, Abdul, Uddin, Nursetyo, Fernandez-Luque, Zhu, X. et al., 2018), 예를 들면, 기능 장애가 있는 고령자들의 독립성을 유지시키는 것은 물론 돌봄 서비스의 효율성이나 개선 목적으로 AI를 접목한 돌봄 업무도 자동화가 이루어지고 있다. 이에 본고에서는 AI를 응용한 헬스케어의 동향을 비롯하여 고령자의 낙상예방, 자택요양 등을 돕기 위한 AI 헬스케어의 국내외 사례를 분석하여 시사점을 도출하고자 한다.

## II. 인구 고령화와 노인성 질환

지난 20세기 후반부터 생명과학, 의학이나 정보통신기술 분야 등이 눈부시게 성장하면서 개인의 위생환경 개선, 영양 상태나 교육수준 향상 등으로 대다수 나라에서 평균수명이 연장되고 있으며, 이와 더불어 출생률 저하에 의해 갈수록 노인인구의 비중이 가파르게 높아지고 있는 고령화 현상이 전 세계적인 이슈가 되고 있다(Derkx, 2016; Lee & Zhou, 2017). 특히 우리나라의 경우는 저출산 현상이 다른 문화권에 비해 더 심할 뿐만 아니라 노인인구의 증가 속도가 더 빨라서 생산가능인구의 감소로 인해 부양 부담은 크게 늘어나고 있다(Bak, 2019; Han, 2019; Youn, 2017).

그뿐만이 아니라 노인인구의 증가로 인해 만성질환자나 독거노인 수의 증가, 장애나 외로움 등에 의한 일상생활 제약 등 많은 문제가 발생할 수 있다. 현대의 노인들은 심장질환, 비만, 당뇨, 천식 등과 같은 만성질환을 겪는 비율이 높게 나타나는데, 이는 생활의 편리함 때문에 과거 세대들에 비해 몸을 많이 움직이지 않고 앉아서 생활하는 등 신체적인 활동이 감소함에도 불구하고 몸에서 필요한 양 이상으로 음식물을 섭취하는 등 잘못된 생활습관에서 비롯된 것이다. 대부분의 노인 사망은 심장이나 혈관계 질환 등에 의한 것으로 알려져 있으며, 사망하지 않더라도 인지기능 저하, 더 나아가 기억장애나 치매상태로 생의 후반기를 보내면서 혼자서 일상생활을 영위하기가 어려운 고령자들이 적지 않다(Beaglehole, Ebrahim, Reddy, Voute, & Leeder, 2007; González, Fuentes, & Márquez, 2017; Kimokoti

& Millen, 2016).

우리나라의 경우 사망원인통계를 보면, 60세 이상의 노인 사망 원인은 암(악성신생물), 심장 질환, 뇌혈관 질환, 폐렴, 자해(자살)이 높은 비중을 차지하고 있다. 특히 노인 자살률은 2019년도 인구 10만 명 당 60대 33.7명, 70대 46.2명, 80대 67.4명 등으로 2009년도에 비해 절반으로 줄었지만, 아직도 OECD 평균인 10만 명 당 11.3명보다 크게 높은 수준이었다(Statistics Korea, 2020). 이처럼 많은 노인들이 자살을 택하고 있는 이유는 주로 신체 질환 문제(41.6%), 정신적 및 정신과적 문제(29.4%), 경제생활 문제(11.9%) 등의 순으로 건강과 관련된 비중이 매우 높은 편이었다(Korean Ministry of Health and Welfare, 2020).

아울러 신체기능의 저하로 인해 낙상의 위험이 높은 상태에서 살아가는 자들도 적지 않은데, 고령의 상태에서 발생한 낙상은 부상, 부상으로 인한 입원 또 사망의 주요한 원인이 되고 있다. 낙상으로 부상이 발생하지 않더라도 그들의 거의 47%는 몸을 일으키는데 외적인 도움을 필요로 한다. 이와 같이 신체장애 상태로 살아가면서 독립성이나 이동성이 제한된 노인들은 건강관리의 요구를 제대로 채우지 못하고 있다. 그들은 이러한 상황에서 건강관리를 위해 의료 서비스를 받아야 하지만, 재정적인 문제로 제때 서비스를 받지 못하는 경우가 적지 않다. OECD가 적용하고 있는 기준에 따라 전체인구 대상 가처분소득 중위값의 절반에 미달하는 고령층이 전체 고령층에서 차지하는 비율은 우리나라의 경우 48.1%로 2017년도 OECD 국가 평균 14.6%의 약 3배에 달했다. 이는 우리나라의 급속한 산업화

와 핵가족화 진행, 전통적 유교적 가족관의 변화 등으로 자녀세대의 노인부양 의식이 약화되면서, 노인층의 사적 소득원 의존도가 빠르게 감소하는 상황에서, 노후 준비가 부족한 것이 원인으로 지적된다(Ku & Kim, 2019).

평균수명이 증가한 시대에 살아가고 있는 현대 노인들은 신체 및 정신적으로 기능 상실 등의 문제를 겪으면서 건강관리 서비스의 요구는 증가하는 추세이다. 그러나 이러한 서비스를 이용하기 위해서는 경제적으로 부담이 큰 노인인구의 비중이 낮지 않다(Fernández, Valbuena, & Natal, 2018; Majumder et al., 2017). 이러한 상황에서 노인 건강관리 서비스 산업은 단순히 노화에 따른 신체 및 심리적 상태만이 아니라 경제적 측면도 고려하여 발전해야 할 필요성이 높다.

### III. 고령자를 위한 AI 헬스케어

#### 1. 헬스케어분야의 AI 도입

근래에 컴퓨터, 인터넷, 통계학, 기계학습(machine learning), 신경망 기술의 발달, 그리고 스마트폰 등과 같은 휴대용 전자기기의 등장으로 헬스케어분야에서도 혁신적인 변화를 가져왔다(Guo & Li, 2018). 진단이나 치료과정에서 누적되는 방대한 데이터를 토대로 헬스케어분야가 발달하는데, 바로 AI가 그 데이터를 학습, 통합, 분석하면서 새로운 가치를 생산할 수 있기 때문이다. 곧 헬스케어분야에서 AI는 병원 진료 기록, 보험 청구정보, 기존의 학술연구에서 이용되었던 자료, 웨어러블 기

기로 수집되는 생체데이터, 유전자 데이터, IoT로 수집되는 환자상태정보, SNS상에서의 빅데이터와 같은 새로운 데이터를 통합·분석하여 환자 개개인의 요구에 초점을 맞춘 전반적인 의료서비스 과정(예, 의료진의 의사결정)을 효율화하고, 새로운 헬스케어 제품과 서비스를 생산·제공하게 된다(Altman, 2017; Reddy et al., 2019; Yu, Beam, & Kohane, 2018).

연구자들은 이미 1950년대부터 AI가 탑재된 기기에 인간 언어를 이해시키기 위해 담화(speech) 인식, 본문(text) 분석, 번역 등과 같은 자연언어처리(natural language processing)를 연구해왔다. AI의 자연언어처리는 헬스케어분야에서 논문, 임상 자료와 같은 연구 자료의 이해, 분류에 응용되어 환자에 대한 구조화되지 않은 임상적 기록들을 분석하고 환자와의 상호작용을 음성기호로 기록하고 그 내용들을 종합적으로 정리하는 것이 가능하게 하였다(Davenport & Kalakota, 2019). 이를 토대로 AI가 응용된 헬스케어기기들은 크게 두 범주로 구분할 수 있다. 하나는 임상 노트, 의학 학술지와 같은 비구조적인 자료로부터 정보를 추출하는 자연언어처리 방법이며, 다른 하나는 imaging, 유전 자료, 전기 생리학적 자료와 같은 구조화된 자료를 분석하는 기계학습 기법이다(Jiang, Jiang, Zhi, Dong, Li, Ma, et al., 2017).

기계학습이란 데이터에 모델을 맞추는 일종의 통계 기법으로 데이터로 모델을 훈련시키면서 학습시키는 기술로, AI의 가장 일반 형태 중의 하나이다(Davenport & Kalakota, 2019). 기계학습은 의학적 영상들을 해석할

때 널리 이용된다. 인간의 육안으로 분간하기 어려운 영상 정보의 패턴을 인식하여 의학적 진단을 정확하게 하며, 예후나 치료 합병증도 예측하여 고 위험집단을 찾아내어 관리할 수 있게 한다(Lee & Zhou, 2017). 이러한 기계 학습 기반 의료기술은 의사의 진단 결정을 보조하는 의료진단결정지원(MDDS, medical diagnostic decision support)시스템으로 응용되고 있다(Guo & Li, 2018). 이에 대한 사례로 IBM Watson이 있는데, 이는 종양학(oncology)이 발전하는 계기가 되었다(Jiang et al., 2017). 보다 더 복잡한 기계학습 형태는 인공신경망(neural network)인데, 이는 1960년대 이래 헬스케어분야 연구에 투입되어 환자가 특정한 질환에 걸렸는지에 대한 여부를 결정하는데 응용되고 있다. 가장 복잡한 형태의 기계학습인 딥 러닝(deep learning)은 방사선 영상분석에 주로 사용되는데, 의료영상에서 인간의 육안으로 식별이 어려운 종양을 탐지할 수 있어서 암과 같은 병변(lesion)이 밝히는데 이용되며, 방사선 영상 분야에서 딥러닝의 응용은 꾸준히 증가하는 추세이다(Davenport & Kalakota, 2019).

## 2. AI가 헬스케어분야에 응용되는 사례

AI 및 이에 관련된 기술이 헬스케어분야에 응용되어 환자 관리나 행정 과정의 다양한 관점을 변화시켜주고 있으며, 질병의 진단과 같은 주요한 건강관리 과제들을 인간보다 더 잘 수행할 수 있다는 연구들이 지속적으로 발표되고 있다(Davenport & Kalakota, 2019). Guo와 Li(2018)은 임상적인 업무에서 인공지능 로봇

이 의사의 역할까지 수행하지는 않겠지만, 진단이나 치료 프로토콜 개발, 환자의 모니터링과 케어, 로봇수술, 건강 시스템 관리 등은 가능해질 것이라 하였다. 또한 Jiang et al.(2017)은 AI 기술 분야의 발전에 따라 장차 의사 역할을 AI가 대체할 수 있는지가 논의되기도 하지만, 인공지능 자체가 의사 역할을 하는 것이 아니라 의사가 보다 더 정확하게 결정·판단할 수 있도록 보조해주는 역할을 할 것이라고 하였다.

### 1) 의료 정보 분야

의료기술의 빠른 발전과 함께 새로운 연구 정보 또한 빠르게 생성되고 있다. 의료 관련 문헌들에 들어 있는 정보는 거의 3년마다 배로 증가하는 추세이기 때문에 시간이 흐르면 흐를수록 인간의 능력으로는 모든 정보를 찾고 다루기가 어려워지게 된다. 이에 AI 기술을 적용하면 건강 관련 기록이나 환자의 관찰이나 보살핌, 수술 등을 비롯하여 빅데이터를 비롯한 수많은 정보를 적절하게 활용하는 것이 더 용이해진다(Guo & Li, 2018).

헬스케어분야에서 기계학습을 가장 일상적으로 응용한 의학 분야는 정밀의학(precision medicine)이다. 정밀의학은 개인의 여러 가지 임상 및 생물학적 정보, 사회 심리적 특성, 생활양식, 환경 등의 다양한 자료를 수집, 분석하여 개인 맞춤형 질병 예방, 치료 계획을 세우는 분야로 방대한 데이터를 다루기 때문에 AI를 통한 데이터 분석이 효과적으로 작용한다(Guo & Li, 2018; Lee et al., 2016). 정밀의학 AI의 대부분은 소위 지도학습(supervised learning)으로 결과변인(예, 질병의 개시)에 대

한 훈련용 데이터셋을 학습하여 모델을 생성하는 형태로 이루어진다. 또 환자관리에 중요한 역할을 하는 간호사들은 적어도 업무시간의 25% 정도는 임상 관련 서류 정리나 기록 등 행정적인 업무로 소비하는데, AI 이용으로 그와 같은 시간을 단축시켜줄 수 있다(Davenport & Kalakota, 2019).

## 2) 예방 및 환자관리 분야

데이터 추적 및 빅데이터 분석기법들이 발전하면서 AI는 질병 예방이나 환자관리 분야에 응용이 가능해졌다. AI는 의사에게 최신의 학술지 게재 논문이나 교재 내용, 임상 자료 등의 의료정보를 제공하면서 진단이나 치료시 발생할 수 있는 오류를 감소시키는 데 도움이 되는데, 특히 진단 단계에서 AI의 역할은 지대하다고 할 수 있다(Jiang et al., 2017).

이에 대한 사례로 뇌졸중 관련 AI 기술 이용이 있다. AI는 치료 계획에 따른 뇌졸중 환자 관리에 결정적인 역할을 한다(Lee et al., 2016). AI는 뇌졸중 질환의 예측, 진단, 치료, 결과예측, 예후 평가 등에 사용된다. AI는 뇌졸중 환자의 보행이나 걸음걸이 등의 움직임이 정상적인 패턴과 다른지를 감지하여 뇌졸중을 진단하고, 신속하게 대처하여 문제가 커지지 않고 의료비를 절약한다(Jiang et al., 2017). 또 다른 사례로는 낙상 감지가 있다. AI 시스템이 환자의 낙상을 탐지하면 곧바로 서비스 제공자에게 이를 알려 적절한 구조와 치료가 가능하도록 하는 것이다. 낙상 탐지/알림 서비스는 스마트폰, 침대와 같은 사물에 의해서도 가능한데, 각자 연동된 스마트폰, 침대, 웨어러블 기기 등은 심장박동이나 호흡

수, 체온, 혈압, 수면의 질 등의 정보를 주기적으로 측정하여 의료진에게 전송한다. 이를 통해 환자의 건강상태를 파악하는 것이 가능해진다(Majumder et al., 2017).

신체기능이나 인지기능 상태의 평가도 AI 헬스케어서비스에 속한다. 일상생활동작, 걸음걸이와 같은 생체 신호들은 잠재적 건강문제의 초기인지를 예측하게 하여 적절한 치료 및 예방을 가능하게 해준다. 예를 들면, 환자의 평소 걸음걸이 형태를 분석하여 걸음걸이가 달라진 경우, 알츠하이머나 파킨슨병의 초기상태인지를 파악하는 것이다. 웨어러블(wearable) 헬스케어와 스마트 홈(smart home)은 고령자의 생체 신호를 파악하고, 사고나 질병을 예방하기 위해 활발히 개발되고 있는 분야이다. 웨어러블 헬스케어는 신체에 부착시키거나 입을 수 있는 건강관리 제품으로 사용자가 착용한 의료 기기가 사용자의 생체 데이터 및 움직임 데이터를 수집하고 분석하여 의료진과 상호작용이 가능한 기기이다. 이는 의료진이 고령의 환자를 원격으로 치료, 케어, 위험 감지가 가능한 장점이 있다(Han, 2019; Pasluosta, Gassner, Winkler, Klucken, & Eskofier, 2015).

웨어러블 헬스케어기기를 활용하여 생체 데이터를 수집한 한 사례로 미국의 케어프리딕트(CarePredict)를 들 수 있다(Movva, 2017). 케어프리딕트는 AI를 이용해 고령자의 일상생활 패턴을 찾고 신체기능 상태의 약화를 예측할 수 있는 이상 반응을 탐지하는 서비스를 제공한다. 손목에 차는 웨어러블 기기를 활용해 노약자의 수면이나 식사, 배변, 걷기, 앉기 등 일상생활 데이터를 수집하고, AI는 그 수

집된 데이터를 분석하여 개인의 고유한 생활 방식을 파악하여 평상시와 다른 이상 데이터가 발생하면 가족 등 돌보는 사람에게 위험을 알려주는 메시지를 보낸다. 아울러 화장실을 이용하는 시간이나 앉아서 생활하는 시간 등도 건강이상이나 우울증 등을 예측하는 자료로 이용된다. 이와 같은 기기를 이용한 결과, 실제 노약자가 병원을 방문하여 진단을 받는 시기와 비교할 때 요로감염증의 경우 3.7일, 우울증의 경우 2주일 정도 더 일찍 예측해주는 것으로 나타났다(Han, 2019).

애플(Apple)은 자사의 Apple Watch에 심전도를 측정할 수 있는 기술을 장착하여 사용자의 심장박동 이상 여부를 알려주면서 건강한 생활을 유도하고 있는데, 근래에는 보험회사 Aetna와 손잡고 Apple Watch의 데이터를 활용한 의료서비스를 추가하여 웨어러블 헬스케어 시장에 뛰어들었다(Austin, 2019). 구글(Google)은 2019년 웨어러블 기기 전문업체 Fitbit를 인수하면서 당뇨병 환자를 위한 소형화된 혈당 측정기, 의료용 스마트렌즈 등을 개발하고 있으며, 아마존(Amazon)은 2019년 원격으로 진단 스타트업 헬스 네비게이터(Health Navigator)를 인수하고, 건강관리 어플리케이션 ‘Amazon Care’를 출시했다(Khatun, 2019; Krüger & Bhroin, 2020).

중국의 최대 규모 모바일 WeChat을 소유하고 있는 IT기업 Tencent(腾讯)는 최근 몇 년 사이에 스마트병원을 설립하고 여러 가지 웨어러블 헬스케어기기를 개발하면서 헬스케어 시장에 본격적으로 진출했다(Finch, 2019; Park, 2019). 미국의 IT기업 Qventus는 웨어러블 기기의 움직임 감지와 인공지능을 활용

해 낙상위험이 높은 환자를 식별하는 솔루션(solution)을 제공한다. 솔루션은 전자의료기록에서 얻은 실시간 데이터, 간호사 호출, 병상 알람, 투약 및 생체신호 기록 등을 분석하여 향후 12시간 동안 낙상 위험이 높은 특정 환자를 선별하여 간호센터에 경보를 보낸다. 캘리포니아의 실리콘벨리에 소재 El Camino 병원은 서비스를 도입한 2014년 이래 매년 낙상 비율이 29% 정도 감소했다(Han, 2019; Ockerman, 2018).

스마트 홈(smart home)은 자동화를 지원하는 개인 주택으로, 사물인터넷과 밀접한 관련이 있는 개념이다. 인간은 나이가 들수록 장애 가능성이 높아지기 때문에 노년기에 접어들수록 의료서비스 필요성이 늘어난다. 그러나 장기간의 의료서비스를 받기 위해서 장기요양시설에 입주하게 되면, 자신의 사생활을 상당 부분 포기해야 한다. 최근의 스마트 홈은 보안, 환경 감시·관찰, 에너지관리, 노인의 활동 감지, 수면, 각종 생리적인 지표를 감시·관찰한 원격서비스, 웨어러블 센서, 및 온도나 물, 습도, 환기, 전기 등의 자동화 관리 시스템을 갖추고 있어서 노인의 건강관리를 돕는 공간이라 할 수 있다. 구체적으로 스마트 홈 노인 헬스케어 시스템은 노인의 각종 생체 정보 등을 측정하고 관리하고, 개인 공간으로서 노인에게 편안함과 안정, 안전 등을 보장한다. 스마트 홈 내부의 사물인터넷 센서는 집안 환경이나 노인의 생체 내 정보, 노인의 동작 정보 등을 응급 상황에서 노인을 돌보는 사람이나 의료 서비스 제공자에게 보낸다. 스마트 홈 시장은 미국의 경우 2014년 203.8억불에서 2020년 586.8억불로 증가하는

추세이다. 그러나 소비자 입장에서 가격이 비싸고, 의료서비스 제공자 입장에서 개인정보 등의 안전문제가 발생할 수 있기 때문에 성장세가 지연되고 있다(Choi, Choi, & Shon, 2019; Majumder et al., 2017).

### 3) 진단 및 치료 분야

질병의 진단과 치료는 1970년대 Stanford 대학 연구진에 의해 혈액을 매개로 한 박테리아 감염을 진단하는 MYCIN이 개발된 시기부터 AI의 관심대상이었다. 당시의 AI는 초창기 수준으로, 질병의 진단과 치료를 위한 정확한 기법이 발전할 것이라는 기대를 가져왔으나, 진단수준이 인간보다 더 높다고 할 수는 없었다. 최근의 인공지능 기술은 임상 자료의 수집, 저장, 자료 추적, 환자의 평가, 치료 계획 등에 응용되어 인간과 동등하거나 그 이상의 일을 해내고 있으며, 수술용 로봇은 2000년대에 승인되어 활발히 개발되고 있다(Davenport & Kalakota, 2019; Guo & Li, 2018). 미국의 IBM이 개발한 ‘왓슨(Watson)’은 뉴욕의 Memorial Sloan Kettering 암 센터에서 2012년부터 폐암 환자의 데이터를 학습하고, 2013년에는 백혈병 환자의 진료를 학습하였다. 머신러닝을 통해 방대한 의료 데이터를 학습한 왓슨은 2014년 열린 미국임상종양학회(American Society of Clinical Oncology)에서 백혈병 환자를 대상으로 82.6%의 치료법 정확도를 보여 화제가 되었다. 현재 다양한 병원에 도입되어 환자의 진단정보와 논문 등 각종 의학정보를 분석해 의사에게 적합한 치료법과 근거를 제공하고 있다. 의사는 왓슨의 제안 내용을 바탕으로 최적의 치료법과 우선순위에 따라 환

자를 진료하게 된다(Hamilton, Genoff-Garzon, Westerman, Shuk, Hay, Walters et al., 2019; Jiang et al., 2017; Lee, 2019).

일반적으로 전이성 유방암은 주변 조직과 구분하기 힘들어 의사들도 판별하기가 어려운 암으로 알려져 있다. Google이 개발한 LYNA(Lymph Node Assistant)는 유방암 림프샘 전이를 자동 감지하는 새로운 암 탐지 알고리즘이다. 숙련된 의사도 제한된 시간과 제약 하에서 미세한 암 전이를 찾아낼 수 있는 확률은 평균 38%(범위: 15-63%)에 불과했지만, LYNA를 이용한 연구들에서는 유방암에 대한 영상 진단 정확도 측정이 83-91%로 높아진 것으로 보고되었다(Steiner, MacDonald, Liu, Truszkowski, Hipp, Gammage et al., 2018). 또한 대다수 고령자가 시각기능의 노화로 인해 불편함을 겪게 되는데, AlphaGo를 개발했던 DeepMind가 런던의 무어필드 안과병원(Moorfields Eye Hospital)과 함께 안과 진단 시 인공지능을 접목하는 성과를 올렸다. DeepMind가 개발한 인공지능은 임상 시험에서 3차원 OTC(occipitotemporal cortex) 스캔 세트에 새로운 deep learning 아키텍처를 적용해 녹내장, 당뇨망막증 및 노인성 황반변성과 같은 안구 질환을 비롯해 다른 안구 질환들을 인지하도록 학습시켜 진단율을 94.5 %까지 끌어올렸다(Park, 2019; Saxena, 2019).

우리나라의 고령자 대상 인공지능 헬스케어 분야에서는 의료영상 분석, 음성 인식 등의 영역에서 여러 성과가 나타나고 있다(Lee, 2020). 의료영상 분석 분야에서 삼성메디슨은 딥러닝 알고리즘을 적용한 초음파 검사기를 개발하였다. 이는 유방 조직 진단 사례가 수

집된 빅데이터를 바탕으로 사용자의 최종 진단 환부를 확인한 의료진에게 유방 병변의 특성과 악성·양성 여부 데이터를 제시해준다. 의료진은 이중 좀 더 정확하다고 판단되는 결과를 채택, 그에 관한 정밀 진단을 시행해가는 방식으로 사용한다(Lee, 2016). 루닛(Lunit)은 인공지능을 통해 폐질환을 실시간으로 진단하고, 딥러닝 기술을 통해 고정밀의 의료영상 판독 서비스를 제공한다. 루닛의 주요 분야는 폐질환으로 흉부 X-ray영상에서 폐암 결절, 결핵, 기흉 및 폐렴과 같은 주요 폐질환 진단의 정확도 98%에 이른다. 제이엘케이(JLK)의 인스펙션(Inspection)은 인공지능 기반의 뇌경색 MRI 진단 시스템 개발이다. 의료 데이터를 기반으로 정량적 뇌경색 원인 분석정보를 제공하여 환자 개개인의 맞춤형 진단과 처방이 가능한 시스템이다(Jung, 2020; Park, 2019; Qin, Sander, Rai, Titahong, Sudrungrot, Laah et al., 2019).

#### 4) 자기 관리 분야

환자 관리에서 좋은 결과가 나타나려면 환자 스스로가 자신의 안녕과 관리에 대해서 주도적인 자세를 갖고서 도전해야 하는데, AI 이용으로 그러한 도전도 점점 쉬워지고 있다(Davenport & Kalakota, 2019). 노인들은 인지 기능, 신체기능 저하로 인하여 일상생활에 지장이 생기면 수시로 위험에 직면할 수 있다. 예를 들면, 약을 복용하지 않거나 과다 복용이 있는데, AI는 노인환자나 보호자 또는 보호사에게 노인이 정해진 시간에 맞추어 약 복용이나 식사 등을 점검할 수 있도록 돕는다(Majumder et al., 2017).

노인들이 겪는 만성질환은 지속적인 환자 모니터링을 통해 환자의 사고를 예방하는 것을 필요로 하는데, 노인인구 급증에 따라 모니터링에 필요한 비용이 증가하고, 환자 관리 전문 인력이 부족해지는 추세이다. 미래의 노인 건강관리는 장기간의 건강관리를 최소인력과 최소비용으로 운영하는 것에 중점을 두는데, 각종 정보통신기술을 이용한 e-health는 환자에 관련된 건강 관련 기록 등을 저장·분석하고, 처방이나 서비스 공급 등의 건강관리 과정이나 업무를 전자식으로, 자동적으로 수행하거나 기록 등이 보호자나 전문가에게 전달되어 의사결정과 판단을 원거리에서 할 수 있도록 하여 낮은 가격으로 질이 높은 건강관리를 할 수 있도록 돕고 있다(Majumder et al., 2017).

음성 인식 인공지능도 고령자의 자기 건강관리를 위해 개발되고 있다. 일본의 인공지능 회사인 프론테오(FRONTTEO)는 음성 인식 인공지능 키빗(KIBIT)을 개발하였다. 키빗은 단어 간, 문서 간 연관관계를 파악하는 인공지능으로 법률, 공공조사, 금융 등에 사용되고 있다. 최근에는 환자와 의료진의 음성 대화에서 추출한 데이터를 분석하여 객관적인 정신 질환 여부를 판단하거나, 고령 환자의 낙상 위험 예측, 자살 방지 및 신약 개발 등에도 활발히 적용되고 있다(Nozaki, 2018; Onoda & Okuhara, 2019). 고령자의 심리안정을 돕기 위한 AI 돌봄 로봇의 대표적 사례로는 소프트뱅크(Softbank)의 페퍼(Pepper), 후지소프트(Fujisoft)의 팔로(Palro) 등이 있다. 일본에서 페퍼를 도입한 요양원이 이미 약 500곳에 달하며, 페퍼는 간단한 대화와 일상운동, 게임

등 레크레이션 활동 수행이 가능하다. 이러한 활동은 고령층의 인지기능을 자극하여 치매 예방에 도움을 줄 수 있다(Han, 2019).

우리나라는 음성 인식 AI를 독거노인의 생활 개선에 도입하고 있다. 통계청에 따르면, 국내 독거노인은 2018년 140만 명에서 2035년 300만 명으로 빠르게 증가할 것으로 전망되고 있다. 독거노인의 주요 애로사항인 심리적 불안감과 외로움은 치매에 걸릴 가능성을 높이는 심각한 문제이다. ㈜스튜디오 크로스컬처의 스마트토이봇 ‘효돌’은 고령자의 복약·식사 알람 등 생활 관리와 치매나 우울증 예방의 정서·안전관리를 위한 솔루션을 제공하며, 고령자의 움직임 분석하여 일정 시간 움직임이 없을 경우 보호자에게 알람을 제공하기도 한다. ‘효돌’은 인형 형태로 손주 같은 외관과 목소리로 익숙함, 친근감을 제공하며, 사용자가 인형 머리를 쓰다듬거나 손을 만지면 피드백도 가능하다(Han, 2019; Lee, Yoo, & Park, 2019).

국내 대기업인 SKT, LGU+, SK하이닉스는 AI 스피커를 활용한 노인 돌봄 서비스를 제공하고 있다. AI 스피커는 음성 대화와 노래를 제공하고, 조명, TV, 문열림 제어 등 스마트홈 서비스와도 연계가 가능하다. SK하이닉스는 2018년부터 독거노인의 고립감 방지 목적으로 ‘실버프렌드(Silver Friend)’사업의 일부로 AI 스피커를 무상으로 지원하여 날씨 등 정보검색, 음악 감상 등을 가능하게 해주고 있다. 원더풀플랫폼(Wonderful Platform)의 AI 로봇 ‘다솜이(dasomi)’ 또한 독거노인 등 노약자의 외로움을 덜어주기 위한 로봇이다. ‘다솜이’는 음성명령으로 가족과 통화가 가능하

며, 노약자에게 먼저 말을 걸 수 있고, ‘다솜이’를 쓰는 이용자 중에 성격이나 환경이 비슷한 이용자를 찾아 원격으로 대화를 나눌 수 있다. 약 복용, 식사, 수면시간 등 생활패턴 데이터도 수집하여 잘못된 생활습관 개선을 먼저 제안할 수 있다(Aymerich-Franch & Ferrer, 2020; Han, 2019).

#### IV. 고령화 사회에서 AI 응용 상황의 과제

AI 기술은 헬스케어분야에 적용되어 의료 정보, 질병 예방 및 환자관리, 진단 및 치료, 환자 자기관리 등 다양한 변화를 가져오고 있다. 그러나 AI 기술은 초기 단계이기 때문에, 이를 적용하는 과정에서 오용과 남용 및 기술적 결함, 윤리, 재정 등 여러 가지 측면에서의 고려가 필요하다.

우선 건강관리 시스템의 부작용으로 인한 과잉진단의 문제가 발생할 수 있다는 점이다. 예를 들면, 환자에게 불필요한 검사가 이루어질 수 있고, 치료에서도 과잉 치료 문제가 생길 수 있다. 항생제의 과잉 처방은 제대로 훈련을 받지 못한 상태의 전문가에 의해 선진국에서도 매우 흔하게 발생하는 일이다. AI기술을 이용할 경우 불필요한 진단이나 치료를 쉽게 확인할 수 있다(Guo & Li, 2018). 그러므로 환자 진단 및 치료에서 과잉 문제를 방지할 수 있는 의료정보 AI도 연구를 통해 발전할 필요가 있다.

AI 헬스케어 이용과정에서 발생하는 윤리적 문제도 고려해야 한다. 건강 관련 의사결

정이 과거에는 사람을 통해서만 이루어졌다면, 이제는 AI의 도움을 받아서 건강 관련 의사결정을 할 수 있는 시대가 되었다. AI는 일부 헬스케어분야에서 인간의 수준을 뛰어넘는 성과를 올리고 있지만, AI라도 진단이나 치료과정에 오류가 생기지 않는 것은 아니기 때문에 AI에 과잉 의존할 경우 오류로 인한 윤리적 문제도 생길 수 있다는 것을 고려해야 한다(Davenport & Kalakota, 2019). 외래환자 상대로 AI 진단을 사용할 시 오류 비율은 2010년대 초반 5.0%로 높지는 않았지만, 그 오류율 자체도 인간에게 해로울 수가 있음을 인식해야 한다(Guo & Li, 2018). 곧 AI에 과신하는 것을 주의해야 하며, 역시 헬스케어분야에서 사람만이 할 수 있는 일을 명확하게 인지하고, 실행해야 할 것이다. 예를 들면, 암 상태의 진단이나 그와 같은 결과를 알고 싶어 하는 환자나 가족들에게 설명하는 일은 기계가 아니라 사람이 해야 하는 것이다(Davenport & Kalakota, 2019).

AI 헬스케어가 노인들에게 재정적인 면을 고려한 서비스가 되어야 한다는 점이다. AI가 응용되어 편리한 세상이 되기는 했지만, 재정적 여유가 부족한 고령자에게는 비용 부담이 클 수 있기 때문이다. 노인 환자들은 건강 관련 문제가 발생할 경우 의료 개입이 즉각적으로 이루어져야 하며, 그렇지 못할 경우 치명적인 결과로 이어질 수 있다. 그러므로 노인 환자는 환자의 활동 등을 지속적으로 모니터링하는 것이 필요하다. 응급상태 노인환자들의 대부분은 입원 치료를 필요로 하지만, 입원기간이 장기화된다면 저소득층에게는 비용 부담이 커지기도 하는 문제가 있다(Majumder

et al., 2017). 원격 상태에서 건강상태의 모니터링이 가능한 스마트 홈이 마련된다면 노인 환자도 독립성 유지를 최대화시킬 수 있을 것이다. 스마트 홈에는 집안의 환경(온도, 습도, 공기상태 등) 및 주요한 생리학적 신호(심장 박동, 체온, 혈압, 혈중산소농도 등), 노인환자의 활동 등을 원거리에서 점검할 수 있는 여러 가지 sensor들과 actuator(작동기)들이 설치되어 있다(Demiris, 2008; Majumder et al., 2017).

AI를 이용하여 개인의 건강정보를 관리하는 시스템은 건강관리 비용 절감은 물론 긍정적인 치료 결과를 가져다준다(Guo & Li, 2018). 일상생활이나 건강관리를 스스로 할 수 없는 상태의 노인들은 재정적인 여유가 있다면 서비스에 대한 대가를 지불할 수 있지만, 대다수 노인들은 경제활동을 하지 않기 때문에 재정적으로 어려워서 가족이나 친지, 또는 자원봉사자의 도움을 받아야 한다(Majumder et al., 2017). 그러므로 AI 노인 헬스케어의 연구에서는 재정적 여유가 없는 고령자에 대한 비용 절감도 고려해야 할 것이다. 아울러 AI를 통해 사람의 건강관리가 가능해지면서 사람들 간의 소통이 결여되는 점도 유의할 필요가 있다. 곧 AI를 통해 건강관리가 용이해진다고 하더라도 노인들이 가족이나 지인들과 더 쉽게 소통할 수 있는 상태의 시스템이어야 외로움을 느끼지 않고 독립적으로 살아갈 수 있다(Czaja, 2017).

AI 헬스케어 이용과정에서 발생 가능한 또 다른 윤리적 문제도 있다. 예를 들면, 헬스케어 AI기술을 개발하면서 나온 사례로 스마트 홈이 있는데, 이러한 스마트 장치들은 사용자

의 의료 정보를 꾸준히 수집하고, 데이터화하기 때문에 이러한 시스템이 보호받지 못하면 관리자에 의해 의료 정보가 고의적으로 또는 해커들에 의한 사이버 공격으로 노출·유출되는 등의 윤리나 보안 문제가 발생할 수 있다. 그러므로 헬스케어 AI 기술은 이러한 문제 발생에 대한 보안 체계를 갖추어야 할 것이다 (Shouran, Ashari, & Priyambodo, 2019).

마지막으로 AI가 응용되더라도 고령자마다의 특성을 고려한 맞춤형 서비스가 개발될 필요가 있다는 점이다. 미래 사회의 고령자들에게 있어 AI 헬스케어는 필수사항이 될 것이다. 우리나라의 AI 헬스케어는 주로 공공 시범사업, 사회공헌 차원으로 무상으로 제공되고 있는데, 서비스의 질 향상을 위한 연구가 필요하다. 또한 다수의 연구결과에서 고령자들은 정보기술 관련 기기의 이용능력이 젊은 이들에 비해 부족하고, 관심이 떨어지는 것에 대해 지적하고 있다. 그러므로 서비스의 최종 이용자인 고령자의 특성을 고려하여 고령자 맞춤형 AI 헬스케어 서비스 시스템 개발이 이루어져야 할 것이다.

## References

- Altman, R. (2017). Artificial intelligence (AI) systems for interpreting complex medical datasets. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, 101(5), 585-586.
- Austin, P. (2019). This health insurance giant wants to pay for your Apple Watch. *Time* (January 29, 2019). [https://time.com/5515510/apple-aetna-watch-insurance/]
- Aymerich-Franch, L., & Ferrer, I. (2020). The implementation of social robots during the COVID-19 pandemic. *arXiv preprint arXiv:2007.03941*.
- Bak, H. (2019). Low fertility in South Korea: Causes, consequences, and policy responses. In A. Farazmand (Ed.), *Global encyclopedia of public administration, public policy, and governance* (pp. 235-242). New York: Springer.
- Beaglehole, R., Ebrahim, S., Reddy, S., Voute, J., & Leeder, S. (2007). Prevention of chronic diseases: A call to action. *The Lancet*, 370(9605), 2152-2157.
- Choi, D., Choi, H., & Shon, D. (2019). Future changes to smart home based on AAL healthcare service. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 18 (3), 190-199.
- Czaja, S. (2017). The role of technology in supporting social engagement among older adults. *Public Policy & Aging Report*, 27 (4), 145-148.
- Davenport, T., & Kalakota, R. (2019). The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthcare Journal*, 6 (2), 94-98.
- Demiris, G. (2008). Smart homes and ambient assisted living in an aging society. *Methods of Information in Medicine*, 47(1), 56-57.
- Derkx, P. (2016). A humanist evaluation of

- substantial life extension through biomedical research and technology. In A. Pinn (Ed.), *Humanism and technology: Opportunities and challenges* (pp. 99-122). London: Palgrave Macmillan.
- Fernández, M., Valbuena, C., & Natal, C. (2018). Risk of falls and consumption of medicines in an elderly population. *Journal of Healthcare Quality Research*, 33(2), 105-108.
- Finch, S. (2018). Tencent enters healthcare in China. *Disruption Hub* (June 19, 2018). [<https://disruptionhub.com/tencent-enters-healthcare-in-china/>]
- González, K., Fuentes, J., & Márquez, J. (2017). Physical inactivity, sedentary behavior and chronic diseases. *Korean Journal of Family Medicine*, 38(3), 111-115.
- Guo, J., & Li, B. (2018). The application of medical artificial intelligence technology in rural areas of developing countries. *Health Equity*, 2(1), 174-181.
- Hamilton, J., Genoff-Garzon, M., Westerman, J., Shuk, E., Hay, J., Walters, C., et al. (2019). "A tool, not a crutch": Patient perspectives About IBM Watson for Oncology trained by Memorial Sloan Kettering. *Journal of Oncology Practice*, 15(4), e277-e288.
- Han S. (2019). Applications of artificial intelligence in elderly care services. *Monthly SW Central Society*, 19(12), 10-17.
- Jiang, F., Jiang, Y., Zhi, H., Dong, Y., Li, H., Ma, S., et al. (2017). Artificial intelligence in healthcare: Past, present and future. *Stroke and Vascular Neurology*, 2(4), 230-243.
- Jung, J. (2020). Current status and future direction of artificial intelligence in healthcare and medical education. *Korean Medical Education Review*, 22(2), 99-114.
- Khatun, S. (2019). *Amazon acquires Health Navigator for Amazon Care, its pilot employee healthcare program*. Sweet Startups (October 24, 2019). [<https://www.sweetstartups.com/news/amazon-acquires-health-navigator-for-amazon-care-its-pilot-employee-healthcare-program-2/>]
- Kimokoti, R., & Millen, B. (2016). Nutrition for the prevention of chronic diseases. *Medical Clinics*, 100(6), 1185-1198.
- Korean Ministry of Health and Welfare (2020). *2019 suicide prevention white paper* (2019 자살예방백서). Sejong, Korea.
- Krüger, S., & Bhroin, N. (2020). Vital signs: Innovations in self-tracking health insurance and social change. *Journal of Media Innovations*, 6, 93-108.
- Ku, I., & Kim, C. (2020). Decomposition analyses of the trend in poverty among older adults: The case of South Korea. *The Journals of Gerontology: Series B*, 75(3), 684-693.
- Lee, B. (이병목) (2020). *Current status of smart healthcare and its ecosystem analysis* (스마트헬스케어 현황 및 생태계 분석).

- NIPA(정보통신산업진흥원) Global ICT Report issued at February 10, 2020.
- Lee, G., Kim, J., & Kim, H. (2016). *Medical AI status and tasks* (의료 인공지능현황 및 과제). KHIDI Brief (보건산업브리프), Vol. 219, KHIDI Issue Paper Issued at August 22, 2016.
- Lee, H. (2019). Success cases of AI technology that wrinkles healthcare ‘Healthcare’ industry changed by AI. *Technology & Innovation*, 19(4), 64-66.
- Lee, J. (2016). Samsung Medison, the world’s first “deep learning” technology- adhesive breast cancer diagnostic device. [https://www.edaily.co.kr/news/read?newsid=01708886612652856]
- Lee, J., Yoo, I., & Park, D. (2019). Implementation strategy for the elderly care solution based on usage log analysis: Focusing on the case of Hyodol product. *Journal of Intelligence and Information Systems*, 25(3), 117-140.
- Lee, R., & Zhou, Y. (2017). Does fertility or mortality drive contemporary population aging? The revisionist view revisited. *Population and Development Review*, 43(2) 285-301.
- Majumder, S., Aghayi, E., Noferesti, M., Memarzadeh-Tehran, H., Mondal, T., Pang, Z., & Deen, M. (2017). Smart homes for elderly healthcare - Recent advances and research challenges. *Sensors*, 17, 2496 (doi: 10.3390/s17112496).
- Malwade, S., Abdul, S., Uddin, M., Nursetyo, A., Fernandez-Luque, L., Zhu, X. et al. (2018). Mobile and wearable technologies in healthcare for the ageing population. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 161, 233-237.
- Miotto, R., Wang, F., Wang, S., Jiang, X., & Dudley, J. (2018). Deep learning for healthcare: Review, opportunities and challenges. *Briefings in Bioinformatics*, 19 (6), 1236-1246.
- Movva, S. (2017). *Methods and systems for remotely determining levels of healthcare interventions* (U.S. Patent No. 9,734,295). Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Nozaki, A. (野崎篤志) (2018). Patent information and artificial intelligence: Overview [許情報と人工知能 (AI): 総論]. *The Journal of Information Science and Technology Association* 情報の科学と技術, 68(7), 316-325.
- Ockerman, E. (2018). All hospital software knows who’s going to fall. Bloomberg Businessweek (June 21, 2018). [https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-06-21/ai-programs-fight-medical-alarm-fatigue-with-patient-fall-alerts]
- Onoda, S., & Okuhara, K. (2019, February). Selection of Core Words from Textual Patent Data with DEA based on Citation. In *2019 International Conference on Artificial Intelligence in Information and*

- Communication* (ICAIIIC) (pp. 175-180). IEEE.
- Park, H. (박혜경) (2019). Artificial intelligence healthcare industry status and trends. (인공지능 헬스케어산업 현황 및 동향). *Convergent FOCUS* (융합 Focus), 148 (issued at June 2019).
- Pasluosta, C., Gassner, H., Winkler, J., Klucken, J., & Eskofier, B. (2015). An emerging era in the management of Parkinson's disease: wearable technologies and the internet of things. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 19(6), 1873-1881.
- Qin, Z., Sander, M., Rai, B., Titahong, C., Sudrungrot, S., Laah, S., et al. (2019). Using artificial intelligence to read chest radiographs for tuberculosis detection: A multi-site evaluation of the diagnostic accuracy of three deep learning systems. *Scientific Reports*, 9, 1-10.
- Reddy, S., Fox, J., & Purohit, M. (2019). Artificial intelligence-enabled healthcare delivery. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 112, 22-28.
- Saxena, A. (2019). Enterprising artificial intelligence: Aiding patients as well as the healers. In M. Khoobchandani & A. Saxena (Eds.), *Biotechnology products in everyday life* (pp. 55-73). New York: Springer.
- Shouran, Z., Ashari, A., & Priyambodo, T. (2019). Internet of things (IoT) of smart home: Privacy and security. *International Journal of Computer Applications*, 182(39), 3-8.
- Statistics Korea. (2020). *Causes of death statistics in 2019*. Daejeon, Korea.
- Steiner, D., MacDonald, R., Liu, Y., Truszkowski, P., Hipp, J., Gammage, C., et al. (2018). Impact of deep learning assistance on the histopathologic review of lymph nodes for metastatic breast cancer. *American Journal of Surgical Pathology*, 42 (12), 1636-1646.
- Turing, A. (1950). Computing intelligence and machinery. *Mind*, 59(236), 433-460.
- Youn, G. (2017). We earnestly need a new chronological definition for old age in era of population aging. *Korean Journal of Research in Gerontology*, 26(2), 89-99.
- Yu, K., Beam, A., & Kohane, I. (2018). Artificial intelligence in healthcare. *Nature Biomedical Engineering*, 2(10), 719-731.
- 원고접수일: 2020. 09. 25.  
수정원고접수일: 2020. 11. 07.  
원고게재승인일: 2020. 11. 24.