

A Review on the Applications of Medical Big Data and Ergonomic Implications

Hee Sok Park

Hongik University, Department of Industrial Engineering, Seoul, 04066

의료 빅 데이터의 활용과 인간공학적 의미에 대한 문헌연구

박희석

홍익대학교 산업공학과

Corresponding Author

Hee Sok Park

Hongik University, Department of

Industrial Engineering, Seoul, 04066

Mobile: +82-10-2389-1473

Email : hspark@hongik.ac.kr

Received : March 09, 2018

Revised : March 13, 2018

Accepted : April 09, 2018

Objective: This study aims to identify the past and current situations through literature review on how Big Data is utilized in the medical field, and to suggest ergonomic implications and directions of big data technology in the medical field in the future.

Background: As the investment on the medical treatment and medical service is expanded and the amount of medical information is increased due to introduction of electronic medical records, utilization of Big Data technology in medical field is increasing.

Method: The articles from academic journals, conference proceedings, and professional publications published after year 2000 were searched using such data bases as DBPia. The literature to be studied was searched by keywords of "medical", "health", "healthcare", "big data", "medical data", and their combinations.

Results: The parties using medical Big Data were classified into three ones, including the customers or patients using medical services, the medical institutions providing medical services, and the national or public institutions. In addition, we classified personal information problems, which all three parties should consider in common.

Conclusion: Customers, medical institutions, national or public institutions can benefit from the use of medical Big Data in making various decisions. It is also necessary to take measures to solve the problem of leakage of personal information by using Medical Big Data.

Application: It will be applied to guide the direction of research to safeguard personal information safely while valuing the Big Data that will lead the development of medical field.

Keywords: Big data, Medical, Healthcare, Review

Copyright©2018 by Ergonomics Society of Korea. All right reserved.

© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. Introduction

디지털 경제의 확산으로 우리 주변에는 규모를 가늠할 수 없을 정도로 많은 정보와 데

이터가 생산되는 '빅 데이터(Big Data)' 환경이 도래하였다. 빅 데이터란 과거 아날로그 환경에서 생성되던 데이터에 비하여 그 규모가 방대하고, 생성 주기도 짧고, 형태도 수치 데이터뿐 아니라 문자와 영상 데이터를 포함하는 대규모 데이터를 말한다(Naver, 2018).

빅 데이터 분석의 잘 알려진 사례로 구글 번역기, 아마존의 도서 추천 시스템을 들 수 있다(Drury, 2015). 최근 빅 데이터가 활용되는 분야는 다양하며, 사회, 금융, 제조, 교통, 재난 등을 그 예로 들 수 있다(Kim and Jo, 2013). 사회분야에서는 소셜 데이터나 민원 센터의 데이터를 이용하여 사회이슈의 자동감지와 특정 주제에 대한 동향 분석을 통해 잠재적 정책 수요의 발굴이 가능하다. 금융분야에서는 고객 데이터를 신용리스크관리에 활용하거나 고객마케팅과 신상품 개발 등에 적용하고 있다. 제조분야에서는 고객수요를 예측하여 재고를 관리하거나 품질 분석이나 예지정비(Predictive Maintenance) 등을 하는데 고객, 제품 및 제조설비 관련 빅 데이터가 활용된다. 교통분야에서는 국민 교통사용량 데이터를 이용하여 대중교통의 노선을 최적화하거나 교통 상황을 예측하고, 재난분야에서는 과거 재난 데이터, 실시간 재난 모니터링 데이터 등을 이용한 안전관리를 통해 재난 상황을 대비한다. 한 사례로서 영국에서 기차의 운행정보를 자동적으로 기록하는 장비(On-Train Data Recorder)에서 수집되는 방대한 양의 정보를 심리학적 배경지식과 인간공학적 방법을 사용하여 분석한 결과, 기존에 발견하지 못했던 인간성과 관련된 사고 원인과 운전자 행동 특성을 발견할 수 있었다(Walker and Strathie, 2016).

위의 제시된 예시 외에도 빅 데이터의 활용도가 높은 분야가 있는데 바로 '의료'분야이다. 환자의 과거 의료 데이터를 이용하여 현재의 환자 상태를 더 정확하게 진단하거나, 기존의 많은 의료정보들을 이용해 새로운 의학지식을 발견하거나 치료 방법을 개발한다. 최근 의료기관들은 진료 효율성 및 의료서비스의 고도화를 위해 빅 데이터 관련 시스템의 도입을 확대하고 있다. 또한 의료기관들의 전자무기록(Electronic Medical Record) 도입도 가속화되고 있어 전 세계적으로 환자정보의 양이 많아지고 있다. 이러한 이유들로 인해 의료분야는 빅 데이터 활용의 대표주자로 자리매김하고 있다. 또한 Figure 1과 같이 Silicon Valley bank의 한 설문조사에서는 의료분야에서 가장 중요한 기술분야로 빅 데이터를 뽑기도 하였다(Nam, 2017).

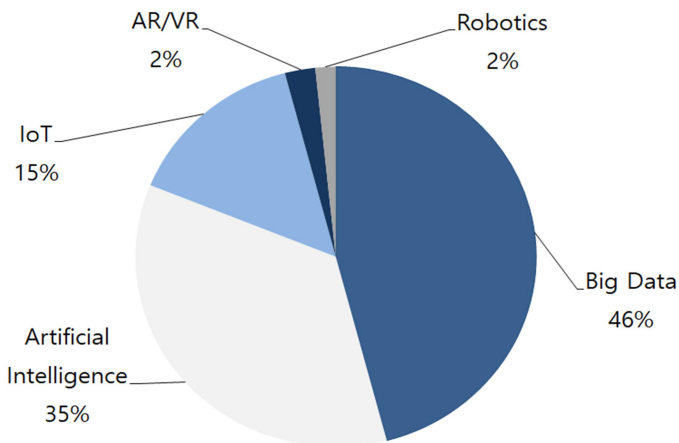


Figure 1. Importance of big data in healthcare

의료 빅 데이터는 인간공학 측면에서 다양하게 활용될 수 있다. 다양한 의료 데이터를 활용하여 사용 시의 오류를 줄이고 보다 쉽게 사용할 수 있는 사용자 친화적인 의료기기를 설계할 수 있다. 그리고 의료 빅 데이터를 활용한 인공지능은 환자를 진단·치료할 때 의사를 보조함으로써 휴먼에러를 줄이고 의료사고를 방지할 수 있다.

본 연구는 의료분야에서 빅 데이터가 어떻게 활용되고 있는지에 대한 문헌연구를 통해 과거 및 현황을 파악하고 앞으로 의료분야에서 빅 데이터 기술이 어떻게 나아가야할지에 대한 방향을 제시하고자 한다. 의료분야에서 인간공학이 응용된 사례들은 선행연구에서 조사된 바 있으며(Hignett et al., 2013), 근골격계질환을 비롯한 산업인간공학, 환자의 안전을 위한 설계, 수술 안전과 관련한 연구 등이

보고되었다. 그러나 우리나라에서 의료분야의 빅 데이터가 인간공학적 관점에서 어떻게 활용되고 있는지에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

의료분야에서의 빅 데이터 활용과 관련된 선행연구에서는 다음과 같은 분류 체계를 이용하여 연구를 진행하였다. 의료 빅 데이터가 어떤 경로를 통해 수집되었는지에 따라 장치·자체보고 또는 센서를 통해 수량화된 자체 데이터, 위치 기반정보, 트위터, 건강 관련 소셜 네트워킹 사이트, 기타 소셜 네트워킹 사이트(예: 온라인 토론 게시판, Facebook), 검색 quarry 및 웹 로그 등으로 문헌을 분류하였고(Hansen et al., 2014), 생물정보학, 임상정보학, 영상정보학, 공중보건정보학 등 전문적인 의료 학문 부문에 따라 문헌을 분류하였다(Luo et al., 2016). 또한 의학 연구의 향후 유망분야를 분류기준으로 한 연구도 있다(Belle et al., 2015).

빅 데이터를 수집하는 목적은 대용량 데이터를 활용하여 가치 있는 정보를 추출하는데 있다. 이러한 정보는 앞으로의 변화를 예측하는데 활용된다. 즉, 빅 데이터를 활용하는 최종 목적은 의사결정이다, 하지만 의사결정의 주체에 따라 가치 있는 정보는 다르다. 예를 들어 개인의 입장에서는 본인의 의료 데이터를 활용하여 스스로의 몸 상태를 판단하고 질병을 예측·예방하고자 할 것이고, 의료기관 입장에서는 빅 데이터를 활용하여 좀 더 정확한 진단을 내리고자 할 것이다, 또한 공공기관 입장에서는 앞으로의 의료관련 정책수립에 있어 유용한 정보를 얻고자 할 것이다.

본 연구는 의료분야에서 빅 데이터를 활용하는 주체에 따라 국내 문헌을 분류하고자 하며, 주체별로 수행된 주요연구들에 대하여 서술하였다. 이를 통하여 관련 연구동향을 토의하였으며, 이와 동시에 각각에 대한 인간공학적 측면에서의 해석을 시도하였다. 그 결과를 바탕으로 빅 데이터와 관련하여 인간공학의 연구에 대하여 제언하였다.

2. Method

본 연구는 문헌연구로서, DBpia 등 대표적인 학술데이터베이스에 수록된 국내 자료 중 2000년도 이후 발표된 학술저널, 학술대회 발표 자료, 전문지에 수록된 논문을 조사대상으로 하였다. 본 연구주제와 관련하여 국내·외 문헌의 양은 상당히 방대하다. 따라서 본 연구에서는 우선 국내의 문헌만 대상으로 하고 추후에 국외 문헌을 다룰 예정이다.

연구할 문헌은 "의료", "보건", "헬스케어", "빅 데이터", "의료 데이터"를 키워드로 하여 검색하였으며, 검색된 87건의 자료 중 본 연구에 적합한 45건의 자료를 분석대상으로 하였다.

의료 빅 데이터에 관한 문헌은 데이터를 활용하는 주체를 분류기준으로 하여 의료서비스를 사용하는 고객 또는 환자, 의료서비스를 제공하는 의료기관, 국가 및 공공기관으로 나눌 수 있다. 이들이 활용하는 데이터의 종류에 따라 고객(환자)는 국민건강보험이나 개인

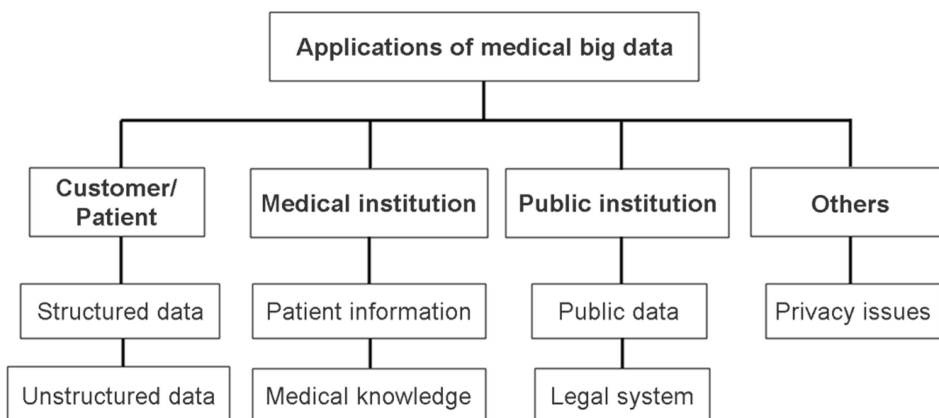


Figure 2. Literature classification scheme

보건기록 등 구조적 데이터와 소셜 네트워크 서비스나 센서 디바이스 등 비구조적 데이터, 의료기관은 환자정보와 의학지식, 국가 및 공공기관은 공공 데이터와 정책 및 법적제도로 세부 분류를 할 수 있다. 한편, 이들 3가지 주체가 모두 고려해야 하는 공통 문제로써 개인정보문제를 다루기도 하였다. 따라서 본 연구에서 사용한 문헌 분류기준을 도식화 하면 Figure 2와 같다.

3. Results

3.1 Customer/Patient

개인 맞춤형 의료서비스에 대한 수요가 증가하면서 환자 스스로가 질병을 예측하고 예방하는 모습을 보이고 있다. 대량의 개인 데이터를 이용하여 병원에 가지 않고도 본인의 상태를 인지하고 앞으로의 질병에 대비하는 것이다. 이러한 의료서비스에 앞서 필요한 개인 데이터는 아래 두 가지 관점에서 획득할 수 있다.

3.1.1 Structured data

대표적인 연구로서, 빅 데이터를 활용하여 건강증진 및 예방을 위하여 생활 속에서 제공되고 있는 생활 환경 및 보건 데이터 기반의 라이프케어 서비스동향과 기술에 관하여 서술하였다(Son et al., 2015). 다른 연구에서는 개개인의 복합적 속성과 요구를 반영한 통합된 개인 맞춤형 서비스와 지능정보기술을 기반으로 의료서비스 접근성을 향상시킬 수 있는 개방형 서비스플랫폼의 구축방안을 제시하였다(Lee and Kim, 2017).

3.1.2 Unstructured data

Table 1에 고객(환자)의 의료 빅 데이터 활용 관련 문헌을 요약하였다. 대표적인 연구로서, 개인 트위터를 분석해서 일상생활 정보를 획득하여 질병예방과 치료를 목적으로 의료서비스를 제공하는데 목적을 두고 빅 데이터를 분석하였다(Jo et al., 2014). 다른 연구에서는 소셜 네트워크 서비스를 분석하여 보건의료 안전이슈와 관련된 키워드의 동향이나 연관키워드 및 문서를 제공하고, 해당 이슈에 대한 관심도, 인식 상태, 주요 내용을 직관적으로 파악할 수 있는 모델을 제안하였다(Kim et al., 2014).

이와는 반대된 연구에서 웨어러블 디바이스에서 생성되는 건강관련정보는 의료적 효용성, 정확성, 보안 측면에서 적지 않은 문제점을 가졌으며, 과학기술적 문제가 해결되지 않은 상황에서 관리 체계도 마련하지 않은 채 민간에서 이를 적극 활용하는 것은 적절하지 않음을 언급하였다(Choi and Kim, 2017). 또한 구조적·비구조적 데이터를 모두 활용하여 질병을 예측하는 모형을 설계한 연구가 있다(Lee and Shin, 2016).

개인(환자)와 관련된 문헌들을 인간공학적인 측면에서 종합해 볼 때, 다양한 층의 고객(환자)이 의료 빅 데이터를 획득하고 활용하는

Table 1. Literature related to applications of medical big data for customer

Title	Author	Year
The big data analysis and medical quality management for wellness	Jo et al.	2014
Monitoring of health and safety issues and early warning system development	Kim et al.	2014
Life care trends using big data	Son et al.	2015
Design of health warning model on the basis of crm by use of health big data	Lee and Shin	2016
Current status and problems of collection and use of data concerning health - focusing on data concerning health generated on wearable device	Choi and Kim	2017
Open platform for improvement of e-health accessibility	Lee and Kim	2017

데 도움이 되도록 정보의 체계와 정보기기를 인간공학적으로 설계하는 것이 필요하다는 것을 알 수 있다.

3.2 Medical institution

의료기관에서 의료 빅 데이터를 활용하는 경우는 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 하나는 환자와 관련된 데이터를 수집·관리·활용하여 좀 더 정확한 진단을 내리거나 최적의 치료법을 찾는 데에 활용할 수 있다. 또 하나는 질병·의약품·의료장비 등 전문적인 의학지식에 관련된 데이터를 활용하여 정밀 진단, 의사결정 등에 활용할 수 있다. Table 2에 의료기관의 의료 빅 데이터 활용 관련 문헌을 요약하였다.

3.2.1 Patient information

의료분야에서의 빅 데이터의 활용은 기존의 의료서비스보다 효율적이고 지능화된 의료서비스의 제공을 가능하게 하며 질병 방지 및 최적의 치료법을 제공한다(Kim et al., 2013). 그리고 다른 연구에서는 의료보건 분야에서의 빅 데이터 활용을 위해 복합 이벤트 처리 기술을 이용한 의료기관 빅 데이터 응용 시스템을 제안했다. 제안하는 의료기관 빅 데이터 응용 시스템을 환자 중심의 정보와 의료장비 데이터를 분석할 수 있도록 개발하였다(Kim et al., 2016a). 또한 건강보험심사평가원 국가환자 표본자료를 이용하여 안면마비 환자에 대한 분석과 함께 보험자적 관점 등에서 안면마비 질환에 대해 분석하여 치료에 필요한 사회 경제적 비용을 측정한 연구도 있다(Hong et al., 2015). 환자 맞춤형 자동 정밀 진단을 실현시킬 차세대 디지털 병원 시스템의 현재와 미래 전망에 대해 서술한 연구도 보고되었다(Song, 2017).

기술적인 측면을 다룬 연구에서는 환자의 실시간 진료 데이터와 과거 진료 데이터 등 의료 빅 데이터 분석을 위해 다중 데이터 처리 방법(동적인 워크플로우 구성, 비순환 그래프 기반 워크플로우 구성)과 코호트 연구를 위한 실시간 요청 처리 방법을 제시하였다(Kim et al., 2016a; Kim et al., 2016b; Kim and Heo, 2016). 다른 연구로는 진료 후 환자의 상태를 작성한 기록을 이용하여 임상 의사결정과 환자 개인맞춤서비스를 가능하게 하는 문제 중심의 시계열 전자건강기록 아키텍처를 제시하는데 목적이 있다. 본 아키텍처는 3개의 Layer로 구성되며 방대한 임상 빅 데이터 중 유의한 데이터만 필터링하여 의사들에게 조직적이고 과학적인 설명을 가능하게 하는 기능을 구현하여 근거기반 의학의 도입을 촉진할 수 있다(Kim, 2017). 또 다른 연구는 헬스케어 빅 데이터 플랫폼에 온라인 분석처리 서버를 설계하고 구현하는 방법을 제시한다. 이는 의사결정, 질병 예측 및 맞춤 진단 및 치료 개발을 위한 맞춤형 건강관리 연구를 촉진하기 위한 기반을 마련하는데 사용될 수 있다(Ly et al., 2017). 병원의 집중치료실에 설치된 환자 감시장치로부터 환자들의 생체 신호를 수집하고 저장하여 질병 예측, 위험 알림 등과 같은 빅 데이터 분석에 활용하고자 한 연구도 있다. 이에 이 논문은 생체 신호 수집을 통한 의료 빅 데이터 분석을 위한 구조 및 요소들을 정의하며, 생체 신호 저장소 구축 시 발생하는 현실적인 이슈와 고려해야 할 사항을 제시하였다(Lee et al., 2016).

3.2.2 Medical knowledge

산업정보 처리 데이터에 오픈소스 빅 데이터 기술을 적용하여 의약품 관련 기술을 중심으로 다양한 의약품을 치료 목적에 맞게 배합하고 가공하는 기술들의 융·복합을 예측한 연구를 대표적인 것으로 볼 수 있다(Lee and Son, 2013). 구체적인 응용을 다룬 연구에서는 대사증후군 관련 의료 빅 데이터 표준화 시스템의 환경과 소프트웨어 환경을 설계한 사항에 대해서 기술하였다(Kim et al., 2017b). 또한 정밀의학 실현을 위해 지금까지 이루어진 기술개발 동향을 검토하고, 세계적 연구동향과 사용되고 있는 기존의 기술들을 살펴본 후 향후 기술의 방향성을 제시한 연구가 발견된다(Park and Han, 2016). 또 다른 연구에서는 인증된 의료정보를 유통하여 의료사고를 미연에 방지하고 의료정보의 가치를 높이며 개별적으로 생산되는 정보를 빅 데이터 분석 기술을 활용하여 통합하고 새로운 정보를 추출하고 콘텐츠를 재생산할 수 있는 프레임워크를 설계하였다(Ye et al., 2013).

의료기관에서 의료 빅 데이터를 활용하는 연구들을 살펴본 결과, 방대한 데이터를 의료 전문가가 의학적인 판단과 조치를 내리는데 실질적인 도움이 되도록 정보를 가공하는 것이 중요하다는 것을 알 수 있으며, 이 과정에서 인적 오류가 발생하지 않도록 인간공학적 인 가이드라인이 필요할 것이다.

Table 2. Literature related to applications of medical big data for medical institutions

Title	Author	Year
The convergence of medical it and big data	Kim et al.	2013
Design korean medicine health information model with health 2.0 framework	Ye et al.	2013
Pattern of technology convergence using big-data technology on large-scale triadic patents	Lee and Son	2013
Medical costs for patients with facial paralysis: based on health big data	Hong et al.	2015
Development of bigdata application system using complex event processing technology for medical institution	Kim et al.	2016a
Study on building bio-signal repository for medical bigdata	Lee et al.	2016
Towards the design of a system for clinical big data analysis based on multiple data processing methods in hybrid cloud	Kim et al.	2016b
Real-time medical and sensor big data analysis system for iterative cohort study in private medical cloud environment	Kim and Heo	2016
Medical and diabetes big data utilization and research trends for realizing precise medicine	Park and Han	2016
A study on the problem oriented time series ehr architecture to implement medical big data	Kim	2017
An implementation of web-enabled olap server in korean healthcare bigdata platform	Ly et al.	2017
Design of medical bigdata standard system based on metabolic syndrome	Kim et al.	2017b
Present and future of precision medicine systems using biomedical big data analysis	Song	2017
Towards the design of a system for clinical big data analysis for the multiple data processing methods	Kim et al.	2017c

3.3 Public institution

세계적인 이슈로 떠오른 빅 데이터가 기업 뿐 아니라 국가의 경쟁력에도 지대한 영향을 미칠 것이므로 공공분야에서 빅 데이터 활용 사례는 급속히 증가할 것으로 전망된다. 주요 국가의 정부 및 지자체는 국가 경쟁력 향상을 위하여 경쟁적으로 공공 데이터의 개방과 활용 정책을 추진하고 있으며, 빅 데이터의 활용 방향은 크게 빅 데이터 기반의 국가미래전략을 추진하고 있다는 점과 사회 현안 해결을 위한 새로운 방법으로 활용함으로써 공공 서비스의 효율을 높이고 있는 것으로 요약할 수 있다(Kim and Cho, 2013). 의료관련 공공 데이터를 어떻게 수집하고 활용할 것인지, 그리고 이러한 빅 데이터 활용에 앞서 뒷받침되어야할 정책이나 법적 제도 등에는 어떠한 것이 있고 어떤 방향으로 발전되어야 하는지에 대한 연구들이 있다. Table 3에 국가 및 공공기관의 의료 빅 데이터 활용 관련 문헌을 요약하였다.

3.3.1 Public data

공공 데이터에 관하여, 최근 연구에서는 의료 빅 데이터를 어떻게 활용하여 의료기관, 국민, 정부, 보험사 등 여러 기관에게 제공할 수 있는 지에 대해 설명하였다. 또한 빅 데이터를 사용해 연령별 잘 걸리는 질병이나 질병별 성비를 나타내는 것 등 단순 사실을 알아내는 정도가 아니라 실질적으로 다양한 목적으로 사용될 수 있는 정보를 만들어낼 수 있는 시스템을 구축하였다(Choi et al., 2017). 다른 연구는 의료보건 부문에 적용된 대표적인 빅 데이터 사례를 통해 전반적인 동향과 시사점을 정리하였다. 이를 통해 지자체의 빅 데이터 도입 전략에 반드시 고려해야 할 사항들과 지역정보화 관점에서 지자체의 준비사항을 살펴보았다(Kim and Cho, 2013).

지자체와 관련한 연구에서는 경기도의 주요 보건문제 해결이라는 목표 아래 경기도의 보건의료정책 수립을 위한 효과적인 공공 데이터의 제공 및 활용방안을 제시하였다(Lee et al., 2016). 또한 유전체를 비롯한 다양한 생명의료 데이터 수집과 분석 기술의 개발을 통

해 국내 연구자들에게 빅 데이터 분석을 통한 다양한 연구 모델을 제시할 수 있는 기술을 제공하고자 한 연구도 있다(Yoo, 2017). 다른 연구에서는 의약품처방과 관련한 데이터의 활용 가치를 설명하며 이를 공공 데이터로 개방하고 활용하기 위해 협력체제 구축의 필요성을 제시하였다(Lee, 2016).

추가하여, 의료계에서 빅 데이터가 왜 필요한지 그 유용성과 제도화 방법을 제시하였으며(Oh, 2015), 국가적으로 공공의료서비스 개선을 위해 빅 데이터를 활용하여 분석하는 것은 아주 중요함을 설명하며, 이러한 의료 빅 데이터를 활용한 의미있는 분석을 수행하기 위한 웹 기반 분석 시스템을 소개한 바 있다(Kim et al., 2015).

3.3.2 Legal system

이 분야의 대표적인 연구에서는 빅 데이터 정책을 추진함에 있어서 개인정보 보호관련 입법과의 충돌실태를 살펴보고 입법 정책적 측면에서의 해결방안을 고찰하였다(Yoon, 2015). 다른 연구에서는 보건 의료 분야에서 생성되는 데이터의 특징과 빅 데이터 분석 프로세스에 대해서 조사하였고, 국내·외 빅 데이터 정책 및 활용 사례를 분석하였다(Lee et al., 2014).

한편, 데이터 기반 의료에 있어서 의료수준의 규범화에 대한 새로운 법적 문제를 다루고 있다. 디지털화에 따른 의료의 기술적인 발전에 대해서 설명하고, 데이터 기반 의료에서 의료수준에 대한 개념을 통해 법적 및 실무적인 문제들을 자세히 검토하고 있다. 아울러 법적 측면에서 데이터 기반 의료에 대한 책임에 어떠한 영향을 주는지에 대해 제시하고 있다(Kim, 2017). ICT 발전에 따라 변화되는 미래보건의료 상황에 장애가 되는 법제도 요소에 대해 분석하고, 개선 방향을 제시한 연구도 있다(Ju, 2017). 또 다른 연구는 보건복지부, 국민건강보험공단, 국민건강보험심사평가원 등 관련 공무원과 실제 의료계에 종사하는 의료인을 설문조사하여 의료분야의 빅 데이터 활용의 중요성을 설명하였고, 이러한 의료 빅 데이터 수집에 정부의 규제가 방해가 되고 있음을 언급하였다(Jung and Lee, 2017).

공공기관에서 의료 빅 데이터를 활용하는 연구들을 분석한 결과, 공공기관이 사회에서 차지하고 있는 비중이 큰 만큼 보다 활발한 관련 연구가 기대되며, 인간공학 전문가들이 기여할 부분도 많을 것이라 예상된다.

Table 3. Literature related to applications of medical big data for national and public institutions

Title	Author	Year
Suggestions for introducing big data of local government	Kim and Cho	2013
Big data utilization trend in healthcare	Lee et al.	2014
Utilization of health insurance big data	Oh	2015
Implementation of medical data-based big data analytics service	Kim et al.	2015
Conflicts of personal information protection and advantage of big data, the problem and the legislative policy issues -focus on the health & medical big data	Yoon	2015
Utilization of open government data for health policy	Lee et al.	2016
Characteristics and implications of chungbuk province through analysis of public data	Lee	2016
Brain disease research using big data technology kisti life science & medical convergence technology laboratory	Yoo	2017
System implementation of utilization of health and medical treatment big data	Choi et al.	2017
Legal liability of medical professional standards in data-based medicine	Kim	2017
The improvement plans of legal framework and regulations of iot healthcare service	Ju	2017
Medical big data activation policy for health care industry development	Jung and Lee	2017

3.4 Privacy issues

빅 데이터의 활용도가 높아지면서 개인정보에 대한 문제점도 화두가 되고 있다. 특히 의료분야에서는 개인적인 질병 등 민감한 데이터들이 많이 사용되기 때문에 이러한 문제점이 더욱 중요하게 다뤄지고 있다. 이는 앞서 분류했던 3가지 데이터 활용주체 모두가 고민해야 하는 문제이다.

대표적인 연구에서는 정부가 상업적 활용을 위해 개인 건강정보를 활용할 수 있도록 규제를 완화하면서 개인정보 및 질병 유출의 위험성을 설명하였다. 또한 이러한 부작용을 최소화할 수 있도록 충분한 검토가 필요함을 언급하였다(Lee, 2016). 다른 연구에서는 보건 의료 빅 데이터 정책의 문제점을 설명하고 개인정보 정책이 나아갈 방향을 제시하였다(Jang et al., 2017). 또한 사람들이 인식하지 못한 채 수집되는 개인정보들이 의료분야의 빅 데이터에 활용되고 있음을 설명하며, 이의 위험성과 함께 개인정보 침해 없는 빅 데이터 활용이 필요함을 언급하였다(Oh, 2017).

또 다른 연구에서는 보건 의료 데이터의 연계는 개인정보 중에서도 많은 민감정보를 포함하고 있기 때문에 이에 관한 개인정보 보호에 대한 이슈 해결이 선행되어야 하며, 데이터 연계에 관련 있는 주체간의 합의 역시 선행되어야 함을 언급하였다. 이에 개인정보를 보호하면서 보건 의료 데이터를 연계하여 분석하고 활용할 수 있는 데이터 연계 프로세스를 제안하였다(Kim et al., 2017a). 그리고 한 연구에서는 의료서비스를 위한 전자의료기록에 대한 보안 요구사항에 기반을 두고 개인건강서비스를 위한 보안 요구사항을 도출한 뒤, 클라우드 환경의 보안 요구사항이 개인건강서비스의 보안 요구사항에 의해 충족될 수 있음을 나타내는 관계를 보임으로서 제안된 개인건강서비스에 대한 보안 요구사항의 타당성을 제시하였다(Kim and Hwang, 2015).

이와 같이 다양한 문헌들이 개인정보문제의 위험성에 대해 서술하고 문제해결을 위해 앞으로 나아가야하는 방향을 제시하였다. Table 4에 의료 빅 데이터와 개인정보문제 관련 문헌을 요약하였다.

Table 4. Medical big data and personal information related literature

Title	Author	Year
Security requirements of personal health service	Kim and Hwang	2015
The importance of personal medical and health information protection in a changing medical environment	Lee	2016
Healthcare big data business, my information is safe	Jang et al.	2017
Problems with big data activation policy using personal information	Oh	2017
Healthcare bigdata linkage and standardization process with privacy protection	Kim et al.	2017a

4. Conclusion

빅 데이터는 다양한 현상과 문제를 분석하는데 사용되어 왔다. 구체적으로 인간공학적으로 응용된 사례를 보면, 자동차 안전벨트 착용에 관한 데이터를 이용하여 행동 특성을 분석한 연구, 군인들의 인체측정 데이터를 사용하여 사이즈 체계를 확립한 연구, 자동차 소유자들의 불만사항들을 분석한 연구 등이 있다(Drury, 2015). 본 연구에서는 현재 의료분야에서 다양하게 활용되고 있는 빅 데이터와 관련한 국내 문헌을 조사하였고, 인간공학과의 연계를 다루어 보았다.

의료 빅 데이터를 활용하는 주체는 다양하다. 환자의 입장에서는 개인의 의료기록, 소셜 네트워크 서비스 사용 기록, 웨어러블 디바이스 기록 등을 이용하여 직접 의료기관을 방문하지 않고도 스스로의 상태를 판단하고 질병을 예측·예방할 수 있다. 의료기관은 축적된 환자의 의료기록을 이용해 좀 더 정확한 환자 맞춤형 진단을 내릴 수 있다. 또한 방대한 의료 데이터를 이용하여 정밀 의학을 실

천할 수 있고 인간공학적 의료기기 설계에 활용할 수 있다. 국가 및 공공기관은 의료 데이터를 공공 데이터로 개방하거나 의료 빅 데이터 수집·관리·사용 관련 정책을 수립하여 의료비 절감, 의료서비스 질 향상 등 다양한 이점을 꾀하려 노력중이다. 이와 같이 의료 빅 데이터는 다양한 방면에서 활용되고 있지만 한편으로는 개인정보 유출이라는 민감한 문제점을 유발하기도 한다.

본 연구에서는 의료 빅 데이터 활용 주체를 3가지로 분류하였다. 하지만 의료기기·장비를 만들거나 모바일 어플리케이션을 개발하는 상업적인 사업체, 순수한 학문 발전을 위해 의학을 연구하는 연구자 등 의료 빅 데이터를 활용하는 더 다양한 주체들을 다루는 추가적인 연구가 필요하다. 또한 우리나라보다 의료 체계가 발달해 있고 빅 데이터 기술이 진보적인 해외의 문헌들을 연구한다면 더욱 깊이 있고 다양한 결과를 얻을 수 있을 것이다.

의료 분야에서의 빅 데이터 활용에 대한 연구에서 의료기관과 국가 및 공공기관 관련 연구의 비중은 크지만, 그에 비해 개인의 의료 빅 데이터 활용에 대한 자료는 약소한 것으로 나타났다. 하지만 앞으로 환자 개인의 의료 빅 데이터 활용도는 점점 높아질 것이다. 스마트 기기와 의료 웨어러블 디바이스, 소셜 네트워크 서비스 사용의 증가로 인해 사용자의 개인정보들이 매일 새롭게 생성·저장되고 있으며, 이는 개인의 의료 빅 데이터의 주축이 될 것이다. 또한 사회 고령화에 따라 건강에 대한 개인적인 관심이 증가함에 따라 좀 더 편리한 인간공학적 의료서비스에 대한 요구도 커질 것이다. 따라서 개인의 의료 빅 데이터 활용에 대한 다양하고 많은 연구들이 행해져야 한다.

빅 데이터에 의한 개인정보 유출문제는 앞으로도 계속해서 언급될 것이고, 민감한 정보인 개인 의료 데이터 유출은 의료분야의 빅 데이터 기술의 발전을 저해하는 가장 큰 장벽이 될 것이다. 개인정보를 철저히 보호하면서 의료 빅 데이터의 활용성을 높일 수 있는 현실적이고 구체적인 방안이 강구되어야 할 것이다.

본 조사의 결과, 국내에서는 빅 데이터와 관련한 인간공학적 연구가 국외에 비하여 상대적으로 활발하게 이루어지지 않았음을 발견하였다. 이에 몇 가지를 제언하고자 한다. 첫째, 인간공학 전문가들이 우리 사회에 어떤 빅 데이터가 존재하고 있는지에 대해 인지하는 것이 필요하다. 여러 공공기관, 기업 등에서 실시간으로 많은 양의 데이터가 수집되고 있으나 인간공학 전문가의 눈에 띄지 않고 있는 것들이 많다. 둘째, 데이터 수집의 도구(예: wearable device)의 설계와 데이터 베이스의 설계에 인간공학 전문가가 참여할 필요가 있다. 데이터 수집 또는 데이터 베이스의 구축에 인간공학을 전공하지 않은 공학자들이 담당하는 경우가 대부분이다. 따라서 인간공학적 관점에서 설계하여 추후 연구에서 활용될 수 있는 데이터가 수집되어야 한다. 셋째, 인간공학 전문가들이 통계학적인 지식이 있지만 빅 데이터 관련한 분석기법에 더욱 능할 필요가 있다. 끝으로 본 연구의 결과가 인간공학 영역이 확대되는 데 기여할 수 있기를 기대한다.

Acknowledgement

This work was supported by 2018 Hongik University Research Fund.

References

Belle, A., Thiagarajan, R., Reza Sorousmehr, S.M., Navidi, F., Beard, D.A. and Najarian, K., Big data analytics in healthcare, *BioMed Research International*, 1-16, 2015.

Choi, E.J., Kim, K.Y. and Moon, Y.J., System implementation of utilization of health and medical treatment big data, *Proceedings of the Korean Society of Computer Information Conference*, 25(2), 398-399, 2017.

Choi, K.J. and Kim, B.S., Current status and problems of collection and use of data concerning health - focusing on data concerning health generated on wearable device -, *Journal of the Korean Bioethics Association*, 18(1), 1-13, 2017.

Drury, C.G., Human factors/ergonomics implications of big data analytics: Chartered Institute of Ergonomics and Human Factors

annual lecture, *Ergonomics*, 58(5), 659-673, 2015.

Hansen, M.M., Miron-Shatz, T., Lau, A.Y. and Paton, C., Big data in science and healthcare: a review of recent literature and perspectives, *Yearbook of Medical Informatics*, 21-26, 2014.

Hignett, S., Carayon, P., Buckle, P. and Catchpole, K., State of science; human factors and ergonomics in healthcare, *Ergonomics*, 56(10), 1491-1503, 2013.

Hong, M.J., Umh, T.W., Kim, S. and Kim, N.K., Medical costs for patients with facial paralysis: Based on health big data, *The Journal of Korean Medicine*, 36(3), 98-110, 2015.

Jang, Y.K., Lee, K.M. and Cho, J.H., Healthcare big data business-my information is safe, *Korean Journal of Social Welfare*, 230, 47-53, 2017.

Jo, Y.B., Woo, S.H. and Lee, S.H., The big data analysis and medical quality management for wellness, *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, 19(12), 101-109, 2014.

Ju, J.H., The improvement plans of legal framework and regulations of IoT healthcare service, *Kangwon Law Review*, 50, 801-837, 2017.

Jung, M.J. and Lee, M.H., Medical big data activation policy for health care industry development, *Korea Business Review*, 1658-1677, 2017.

Kim, G.H., Lee, J.Y. and Oh, A.S., The convergence of medical IT and big data, *KSCI Review*, 21(2), 17-26, 2013.

Kim, H.J., Jung, S.H., Lee, K.H. and Cho, W.S., Healthcare bigdata linkage and standardization process with privacy protection, *The Journal of the Korea Contents Association*, 31-32, 2017a.

Kim, J.E., Lee, K.T., Jeong, C.W., Kim, K.G., Kim, T.H., Yoo, J.H., Jeon, H.Y., Jang, M.Y., Lee, Y.O., Cho, E.Y., Yoo, T.Y., Kim, D.W. and Yoon, K.H., Design of medical bigdata standard system based on metabolic syndrome, *Proceedings of the Korean Society of Computer Information Conference*, 263-265, 2017b.

Kim, J.H., A study on the problem oriented time series EHR architecture to implement medical big data, *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences*, 96-96, 2017.

Kim, K.Y., Legal liability of medical professional standards in data-based medicine, *Korean Journal of Medicine and Law*, 25(1), 49-69, 2017.

Kim, M.J., Yoo, Y.S. and Min, B.H., Development of bigdata application system using complex event processing technology for medical institution, *The Journal of Korean Institute of Information Technology*, 14(2), 99-106, 2016a.

Kim, S.G. and Cho, J.H., Suggestions for introducing big data of local government, *Journal of Korean Association for Regional Information Society*, 16(3), 13-41, 2013.

Kim, S.G. and Hwang, H.J., Security requirements of personal health service, *Journal of IKEEE*, 19(4), 548-556, 2015.

- Kim, S.G. and Jo, J.H., Suggestions for introducing big data of local government, *Journal of Korean Association for Regional Information Society*, 16(3), 13-41, 2013.
- Kim, S.S., Jung, M.Y., Lee, T.H. and Won, J.H., Implementation of medical data-based big data analytics service, *Proceedings of the Korean Information Science Society Conference*, 157-159, 2015.
- Kim, Y.H. and Heo, E.N., Real-time medical and sensor big data analysis system for iterative cohort study in private medical cloud environment, *Proceedings of the Korean Information Science Society Conference*, 1282-1284, 2016.
- Kim, Y.H., Park, J.H., Yoo, Y.B. and Heo, E.N., Towards the design of a system for clinical big data analysis for the multiple data processing methods, *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences*, 1034-1035, 2017c.
- Kim, Y.H., Yoo, Y.B. and Heo, E.N., Towards the design of a system for clinical big data analysis based on multiple data, *Processing Methods in Hybrid Cloud*, 971-973, 2016b.
- Kim, Y.J., Hong, S.W., Kim Y.E. and Noh, H.O., Monitoring of health and safety issues and early warning system development, *The Journal of National Evidence-based Healthcare Collaborating Agency*, 1-108, 2014.
- Lee, E.H., Kim, H.S., Lee, B.H., Choi, H.J. and Kim, J.A., Utilization of open government data for health policy, *The Journal of Gyeonggi Policy Research*, 1-210, 2016.
- Lee, H.J. and Kim, Y.H., Open platform for improvement of e-health accessibility, *Journal of Digital Contents Society*, 18(7), 1341-1346, 2017.
- Lee, J.H., Je, M.K., Cho, M.J. and Son, H.S., Big data utilization trend in healthcare, *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, 32(1), 63-75, 2014.
- Lee, S.H., Kim, D.Y., Kim, T.Y., Park, J.Y., Ko, J.G., Park, R.W. and Yoon, D.Y., Study on building bio-signal repository for medical bigdata, *Proceedings of the Korean Information Science Society Conference*, 299-301, 2016.
- Lee, S.W. and Shin, S.Y., Design of health warning model on the basis of CRM by use of health big data, *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 20(8), 1460-1465, 2016.
- Lee, S.Y., Characteristics and implications of chungbuk province through analysis of public data, *Chungbuk Focus*, 120, 1-22, 2016.
- Lee, S.Y., The importance of personal medical and health information protection in a changing medical environment, *Korean Journal of Social Welfare*, 216, 29-34, 2016.
- Lee, W.S. and Son, S.Y., Predicting the pattern of technology convergence using big-data technology on large-scale triadic patents, *Journal of Korean Institute of Industrial Engineers*, 1153-1170, 2013.
- Luo, J., Wu, M., Gopukumar, D. and Zhao, Y., Big data application in biomedical research and health care: A literature review, *Biomedical Information Insights*, 8, 1-10, 2016.

Ly, P., Kim, J.H., Jung, S.H., Lee, K.H. and Cho, W.S., An implementation of web-enabled OLAP server in Korean healthcare bigdata platform, *The Journal of the Korea Contents Association*, 33-34, 2017.

Nam, D.H., Five reasons healthcare is big data leader, A young doctor, <http://www.docdocdoc.co.kr/news/articleView.html?idxno=-1042263> (retrieved May 17, 2017).

Naver Home page, <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1691554&cid=42171&categoryId=42183> (retrieved February 22, 2018).

Oh, B.I., Problems with big data activation policy using personal information, *The Journal of Medicine and Society*, 6, 21-30, 2017.

Oh, S.W., Utilization of health insurance big data, *Research Institute for Healthcare Policy Korean Medical Association*, 12(3), 18-23, 2015.

Park, M.W. and Han, S.W., Medical and diabetes big data utilization and research trends for realizing precise medicine, *Industrial Engineering Magazine*, 23(3), 31-37, 2016.

Son, J.G., Sin, S.A. and Han, T.H., Life care trends using big data, *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, 32(11), 3-7, 2015.

Song, G.T., Present and future of precision medicine systems using biomedical big data analysis, *Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, 35(5), 13-15, 2017.

Walker, G. and Strathie, A., Big data and ergonomic methods: A new paradigm for tackling strategic transport safety risks, *Applied Ergonomics*, 53, 298-311, 2016.

Ye, S.J., Yang, C.S. and Kim, C.S., Design Korean medicine health information model with health 2.0 framework, *The Journal of the Korea Contents Association*, 13(11), 807-814, 2013.

Yoo, J.S., Brain disease research using big data technology kisti life science & medical convergence technology laboratory, *Journal of the Korea Information Science Society*, 35(1), 51-53, 2017.

Yoon, S.J., Conflicts of personal information protection and advantage of big data, the problem and the legislative policy issues - focus on the health & medical big data -, *Chung_ang Law Review*, 17(1), 7-47, 2015.

Author listings

Hee Sok Park: hspark@hongik.ac.kr

Highest degree: Ph.D, University of Michigan

Position title: Professor, Department of Industrial Engineering, Hongik University

Areas of interest: Work-related musculoskeletal disorders, human vibration, work analysis and design