

인공지능 기반의 데이터 분석을 적용한 건강검진 지식 베이스 구축 모델링 연구

김봉현

서원대학교 IT학부 컴퓨터공학과 교수

Study on the Modeling of Health Medical Examination Knowledge Base Construction using Data Analysis based on AI

Bong-Hyun Kim

Professor, School of IT, Dept. of Computer Engineering, Seowon University

요약 미래 사회로 접어들면서, 건강한 삶의 증대를 위한 노력은 현대인들의 주요 관심 분야이다. 특히, ICT 기술과 경쟁력 있는 의료산업 환경을 융합하여 건강한 삶을 위한 기술 개발은 차세대 성장 동력으로 자리잡고 있다. 따라서, 본 논문에서는 건강 검진 프로세스에서 검진 결과에 대한 인공지능 기반의 데이터 분석을 적용하여 종합 판정의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 지식 베이스 모델링을 구축하는 연구를 수행하였다. 이를 위해, 딥러닝 분석을 통한 알고리즘을 설계하여 검사 결과지수를 산출, 검증하고, 판정 지식을 통한 종합 검진 정보를 제공하는 모델링을 연구하였다. 제안한 모델링의 적용을 통해, 국민 건강에 대한 빅데이터 분석, 활용이 가능하여 의료비 절감 및 건강 증대의 효과를 기대할 수 있다.

주제어 : 건강검진, 지식베이스, 인공지능, 데이터분석, 헬스케어 플랫폼

Abstract As we enter the society of the future, efforts to increase healthy living are a major area of concern for modern people. In particular, the development of technology for a healthy life that combines ICT technology with a competitive healthcare industry environment is becoming the next growth engine. Therefore, in this paper, artificial intelligence-based data analysis of the examination results was applied in the health examination process. Through this, a research was conducted to build a knowledge base modeling that can improve the reliability of the overall judgment. To this end, an algorithm was designed through deep learning analysis to calculate and verify the test result index. Then, the modeling that provides comprehensive examination information through judgment knowledge was studied. Through the application of the proposed modeling, it is possible to analyze and utilize big data on national health, so it can be expected to reduce medical expenses and increase health.

Key Words : Health medical examination, Knowledge base, Artificial intelligence, Data analysis, Healthcare platform

1. 서론

초고령화 사회에 접어들면서, 단순한 수명 연장보다

는 건강한 삶을 영유하기 위한 관심과 노력이 증가하고 있다. 이를 위해, 생활속에서 건강 관리 및 유지를 위한 다양한 행위들이 접목되어 사용되고 있다. 가령, 인터넷

*Corresponding Author : Bong-Hyun Kim (bhkim@seowon.ac.kr)

정보를 활용한 건강 식품 섭취, 대체의학 및 동양의학 등을 활용한 생활 건강 활동 등이 대표적인 건강 관리 및 유지를 위한 노력들이다[1].

그러나, 이러한 생활속 건강 관리 노력보다 건강검진 만큼 확실하게 신체적 건강 상태를 확인하고 보완할 수 있는 방법은 없다. 우리나라의 경우, 국가에서 시행하는 건강검진을 정기적으로 받고 있기 때문에 사전에 건강 상태에 대한 정보를 받고 이에 대해 대응할 수 있는 체계가 잘 갖춰져 있다. 건강검진은 정부 수립 이후부터 제도적, 정책적으로 꾸준히 발전하고 있다. 특히, 1950년대부터는 근로기준법이 제정되어 근로자를 대상으로 건강검진을 제도화하면서 정기건강 진단 실시가 의무화 되었고, 이후에는 노동자를 검진 대상으로 포함하면서 국가제도로서의 건강검진 역할을 수행하게 되었다.

또한, 최근에 와서는 건강검진 체계의 양적인 확대뿐만 아니라 질적 관리까지 체계적으로 진행시키기 위한 노력이 증대됨으로써 국가 건강검진 체계가 재정비되고 있는 실정이다[2,3]. 그러나, 사후 관리 등이 미흡하고, 국가 건강검진 이외의 민간 건강검진, 보험 건강검진, 특수 건강검진, 근로자 이외의 건강검진 등 다양한 건강검진의 제도간 통합, 연계, 역할 분담 등이 명확하게 구분되지 않아 관리 체계의 종합적 개선이 지적되고 있다. 또한, ICT 신기술이 개발되면서 건강검진 분야와의 연계 및 활용 기술 등의 도입이 제기되고 있다.

최근에 디지털 헬스케어 시장의 확대를 통해 국내 의료장비 및 관련 소모품 개발 등 부가적인 개발 기술 모델이 증가하면서 건강검진 시스템에 대한 신뢰성 확보 등의 연구가 진행되고 있다. 또한, 의료법 시행규칙 개정 이후 의료산업에 Cloud 기반의 의료 서비스의 도입이 확대되고 있으며, 이러한 추세는 선진화된 의료 산업의 활성화에 많은 부분을 기여하고 있다[4]. 이러한 상황에서 인공지능 기술을 적용한 Cloud 기반의 건강검진 시스템을 개발하고 실제 도입, 활용하기 위한 국내의 수요가 증가할 것으로 예측되고 있다. 국내에서는 정밀 진단을 위한 Lab장비 위주의 의료기기 시장이 형성으로 중소기업에서 개발 보급하던 간이 장비들의 시장이 위축되고 있으나, 기초보건 단위의 간이 검진장비와 호환 가능한 인터페이스 등 관련 기술 개발이 진행되면서 중소기업의 의료장비 시장이 확장되는 추세이다.

또한, 국민 건강 상태를 정확히 파악하여 의료보건정책 및 예산을 반영하는 시스템이 지속적으로 개발, 도입

되고 있으며, 국민 건강 빅데이터를 수집, 분석하여 국민에게 적절한 진료방법을 제시하고 불필요한 진료를 최소화하여 의료비를 절감시키려는 기술 개발에 대한 노력이 증가하고 있다. 즉, 스마트 환경에서의 건강 빅데이터 수집, 표준 인터페이스 구현, 환자/의사용 애플리케이션 개발 및 건강관리 콘텐츠 개발 등이 복합적으로 연계된 헬스케어 플랫폼 구축이 필요하다. 또한, 검진 데이터에 대한 인공지능 데이터 분석의 선형을 통해 검진 지식 베이스 설계 및 모델링 구축에 관한 연구가 진행되어야 한다.

따라서, 본 논문에서는 건강 검진 프로세스에서 검진 결과에 대한 인공지능 기반의 데이터 분석을 적용하여 종합 판정의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 지식 베이스 모델링을 구축하는 연구를 수행하였다. 이를 위해, 딥러닝 분석을 통한 알고리즘을 설계하여 검사 결과지수를 산출, 검증하고, 판정 지식을 통한 종합 검진 정보를 제공하는 모델링을 연구하였다.

2. 건강검진 및 기술 현황

2.1 건강검진 현황

건강검진의 도입은 정부 수립 이후부터이며, 지금까지 정책과 제도, 사람들의 태도와 문화, 삶의 방식 등에 따라 변화되면서 지속적으로 체제를 재정비해 오고 있다. 최근에는 생애전환기 건강검진, 영유아 건강검진 등이 도입되면서 건강검진에 대한 질적 관리 체계화를 이루고 있다.

우리나라 건강검진은 국가 건강검진과 기타 건강검진 체계로 구분된다. 국가 건강검진은 건강보험, 부처 예산, 기금, 지자체 예산 등으로 재원을 마련하여 임신부, 신생아 및 영유아 검진, 노인 및 치매 조기검진, 일반 및 생애전환 검진, 학생 및 근로자 검진, 군장병 검진 등의 사업으로 진행된다. 또한, 기타 건강검진은 개인부담, 기업 및 단체 등의 재원으로 마련되며, 국가 건강검진 이외의 항목, 종합 건강검진 등의 사업으로 진행된다[5].

일본의 경우, 국가 검진은 한국과 같이 노동자 검진, 특정 건강진단·보건지도, 아동·학생 검진 등 상당히 촘촘하게 시행되고 있다. 한국에 직접적으로 영향을 미친 인간의 자발적인 종합 건강검진은 이미 1938년부터 시작해 1950년대부터 체계가 이루어져 확대되어왔다. 공공부문의 건강 검진제도는 영리기업, 특히 보험회사들이 건강관리 생활서비스라는 시장에 진출할 수 있는 토대

를 제공했다. 그리고 공적 보험 제도에 포괄되지 않는 비급여서비스를 주로 제공하는 상업적 성격의 의료기관들, 정부의 의료관광 시책은 럭셔리 건강검진 산업의 확대에 기여하고 있다[6].

미국의 경우, 정기 건강검진의 확대는 생명보험 회사나 민간기업, 선불제 의료보험 등의 경제적 이해관계에 의해 시작되었다. 그러나, 일부 의료전문가를 중심으로 하여 근거 중심 의학을 토대로 그 효과에 대한 의문과 문제점들이 제기되면서 상업적 확산이 제한된 것으로 보인다. 미국 정기 건강검진의 전체 양상까지는 알기 어렵지만, 한국과 달리 최고수준의 종합병원들이 제공하는 검진 프로그램은 경영자 건강검진에 국한되며 널리 활성화되고 있는 것 같지 않다. 한국과 같이 별도의 검진 센터를 가진 곳도 없었다. 또한, 국가 수준의 검진 프로그램도 신생아 검진 이외에는 없고, 연방정부는 효과적인 예방서비스의 적용 여부에 대해서 권고를 할 뿐이다. 주 정부는 일부 인종이나 취약계층에 대해서만 선별적인 프로그램을 운영하고 있다[7].

영국의 경우, 심혈관 질환에 관한 국가 프로그램은 2009년에 도입했는데, 이는 유럽이나 북미 국가 중에서는 흔하지 않은 프로그램이다. 이 프로그램의 근거에 대해서는 여러 비판이 제시되고 있다. 검진내용 중 임상검사는 한국의 건강보험 검진에 비해 매우 제한적이다. 대부분의 의료공급이 공적 부문에서 이루어지고 의료 이용이 일차적으로 주치의를 통해야 하는 전달체계의 영향으로 인해, 검진은 각 개인에 필요한 엄밀한 기준에 의해 이루어지고 상업적 검진 또한 그렇게 활성화되지 못하는 것으로 보인다[8,9].

2.2 관련 기술 현황

미래 사회에서 개인 및 기업의 가치를 향상시키는 공통의 관심사는 방대한 양의 데이터 수집과 지능화를 활용하는 것이다. 즉, 매일 쏟아지는 방대한 데이터를 저장, 분석, 활용하는 것이 미래 사회의 가치를 바꾸는 혁신의 시작이다. 이러한 빅데이터 기반의 지식 처리 및 분석은 학습 데이터를 통해 지식을 축적하고 사용자와의 상호 소통을 통해 지식의 공유 및 진화를 가져오는 차세대 신기술 분야이다.

빅데이터 기반의 인공지능 지식 처리 기술은 지식을 분야별로 분류하고 분석, 추론, 심층 학습을 통해 문제 해결 및 의사 결정을 지원한다. 또한, 인간 수준의 지식

과 지능 체계를 가지고 소통 및 학습의 확장을 통해 지식 베이스를 구축한다. 최종적으로, 다양한 이기종과의 탑재 및 연계를 통해 분산된 이종 지식 베이스 및 기간 협업 기반의 문제 해결 능력을 갖추고 신뢰성 높은 결과를 제공한다[10-12].

우리나라도 금융, 제조 및 기타 산업 분야에서 다양하게 활용되고 있다. 예를 들어, 고객 맞춤형 상품 추천 시스템, 스마트 오퍼링 시스템, 기업 진단 시스템, 보험 추천 및 사기 적발 시스템, 고객 중심 상품 개발 시스템, 공정 현황 모니터링 시스템, 최적의 재고 분배 시스템, 온라인 주문 예측 시스템, 범죄 예측 시스템 등이 도입, 활용되고 있다.

이러한 빅데이터 분석이 시스템에 도입, 활용되어야 하나, 적극적으로 반영되지 않는 것은 크게 4가지 이유가 존재한다. 첫째, 자원의 부족이다. 즉, 자체 보유 데이터가 활용하기에 부족하거나, 전문 분석 인력이 부족하거나, 데이터 분석에 필요한 예산이 부족한 경우이다. 둘째, 필요성 및 관심의 부족이다. 기업의 규모가 작거나, 시스템 도입의 필요 업무가 미비하거나, 경영진이 무관심한 경우이다. 셋째, 이해의 부족이다. 시스템 도입 효과를 불신하거나, 빅데이터를 이해하지 못하거나 클라우드 또는 보안 등에 대해 잘 모르는 경우이다. 넷째, 데이터 중심의 의사 결정 문화의 부족이다. 즉, 기업의 의사 결정 지원에 관여하는 BI(Business Intelligence)가 부재한 경우이다[13-15].

따라서, 빅데이터 및 인공지능 분석 기술을 활용한 시스템 도입에 대한 관심과 투자, 강한 의지가 있어야 된다. 이러한, 빅데이터 및 인공지능 분석 기술을 통해 빅데이터 분석 플랫폼을 구축하고, 새로운 비즈니스 가치 모델을 창출하며, 분석을 통한 의사결정의 최적화를 이룰 수 있다. 결국, 빅데이터 분석을 위한 최적화된 Cloud 기반의 분석 플랫폼을 다양한 산업에 활용하여 최적의 서비스를 구현하려는 노력이 진행중이다.

3. 건강검진 지식베이스 모델 연구

본 논문에서는 건강 검진 프로세스에서 검진 결과에 대한 인공지능 기반의 데이터 분석을 적용하여 종합 판정의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 지식 베이스 모델링을 구축하는 연구를 수행하였다. 이를 위해, 딥러닝 분석을 통한 알고리즘을 설계하여 검사 결과지수를 산출, 검증하고, 판정 지식을 통한 종합 검진 정보를 제공하는 모델링을 연구하였다. Fig. 1은 건강검진 프로세스를 나타

낸 것이다. 일반적인 건강검진 프로세스에서 검진 단계와 종합 판정 단계 사이에서 인공지능 분석 기술을 적용한 지식 베이스 모델링이 추가됨으로써 신뢰성과 신속성을 향상시킬 수 있다.

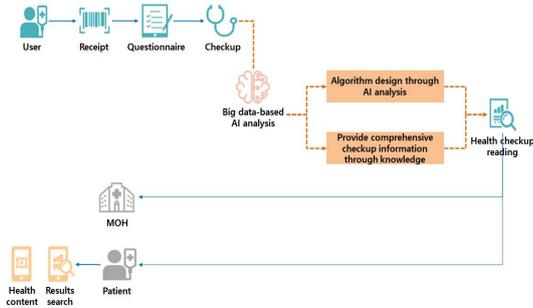


Fig. 1. Health screening process with added knowledge base research

빅데이터 기반의 인공지능 분석형 건강검진 지식 베이스 모델링 구축을 위해 클라우드 환경이 연계되어야 한다. 즉, 대용량 서버의 자원을 분할하여 독립된 자원으로 할당해 서버 단위가 아닌 사용량에 따라 확장에 유리하고, 단독 서버에 비해 성능과 안전성이 뛰어난 클라우드 환경이 설정되어야 한다. 클라우드 환경 기반에서 검진센터로부터 받은 데이터를 분석하여 현재 검사결과에 의미를 부여할 수 있는 Database를 구축하는 알고리즘을 설계, 적용하고 이를 기반으로 인공지능 분석을 도입하여 분석 및 가공된 데이터를 종합 판정에 활용한다.

이를 위해, 검진 프로세스 과정에서 의료 정보데이터의 획득을 자동화하고 획득한 측정데이터를 Legacy system 데이터와 통합한다. 또한, 연동대상으로 선정된 장비들의 통신프로토콜 및 결과 내용을 분석 정리하고 HL7 기반 통합 프로토콜로 재구성한다. 이때, 의료장비(검사장비, 의료기기 등)에서 생성한 데이터를 의료 정보시스템으로 전달하는 데 있어 효율성과 유연성을 높이는 인터페이스 개발이 추가되어야 한다.

인공지능 분석 기술을 적용한 건강검진 지식 베이스 모델을 구축하기 위해 입력 데이터에 대한 전처리가 필요하다. 텍스트 데이터는 자연어 처리 기술을 이용하여 특징 추출, 벡터화를 위한 기본 정보들을 생성한다. 자연어 처리 기술로 개체명 인식(NER), 질의-응답 매칭 기술, 감성 인식(AER), 사용자 특성 정보 인식(PAR), 주

제 인식 및 연관어 클러스터링 기술(TCR) 등이 사용되며, 건강검진과 관련된 텍스트 정보 처리에 활용한다.

다음 단계로, 입력 데이터 전처리에 대한 벡터화와 멀티모달 특징 추출이 진행된다. 딥러닝 기반의 전처리 및 입력 특징 추출에서 학습 데이터 및 내장 벡터화 알고리즘 기반의 벡터화 모듈을 내장하고, 상위 레벨의 인공지능을 개발하기 위한 입력 벡터 생성 프로세스를 간략화한다. 또한, 멀티모달 정보 처리를 통해 특징을 검출한다. Fig. 2는 입력 데이터 전처리 및 멀티모달 검출 프로세스를 나타낸 것이다.

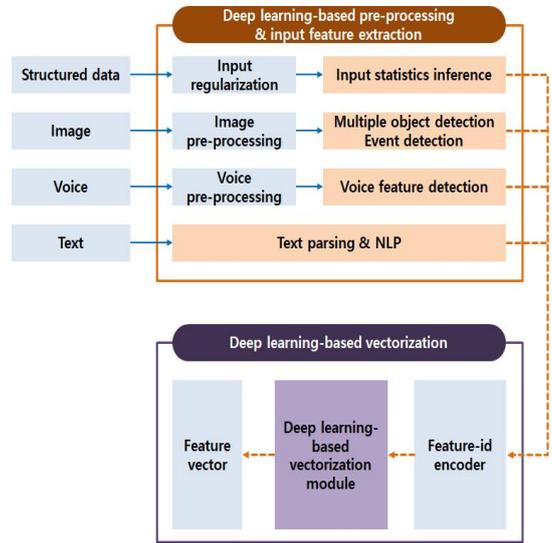


Fig. 2. Input data pre-processing and multi-modal detection process

인공지능 기술 기반의 지식 베이스 구축에서는 건강검진 데이터들을 분석하여 유기적으로 정보를 통합해야만 건강검진 분야 지식 베이스를 구축할 수 있다. 이를 위해 수집 데이터 DB, 질의/응답 DB, 기존 데이터 DB 등을 분류 구성하고 상호간의 연계를 통해 최종적으로 건강검진 지식 베이스인 시나리오 지식 베이스, 추론 지식 베이스, 검색 기반 지식 베이스를 생성한다.

이 때, 딥러닝 기반의 질의/응답 매칭 기술을 통해 유사 질의 coverage를 확보한다. 또한, 정형/비정형 데이터를 정제하여 저장하고 학습 데이터로 활용한다. Fig. 3은 인공지능 기술 솔루션의 지식 베이스 구축 모델을 나타낸 것이다.

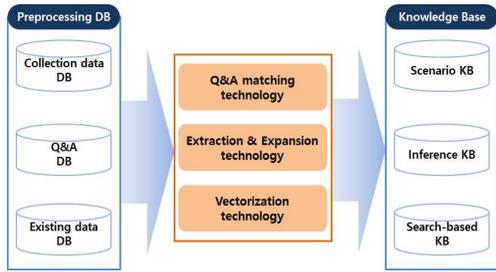


Fig. 3. Knowledge base construct model of AI analysis solution

연구에서 제안한 신뢰성 높은 지식 도출 및 베이스 모델 구축을 위한 AI 분석 기술의 핵심은 지식 도출을 위한 데이터 정의 및 알고리즘 설계이다. 따라서, AI 분석을 통한 지식 도출을 위한 데이터 정의에서는 의료진이 상이한 결과 데이터를 비교 분석하여 건강 정보나 질병 유무를 판단하여야 하고 종합적인 결과를 일괄적으로 예측하기 어려운 상황을 인지하여 다수 검사 데이터를 종합적으로 분석하여 검진센터 이용자의 건강상태를 정확하고 빠르게 판별할 수 있는 효과적인 방법에 대하여 적용하였다. 즉, 검진센터에서 수집한 기존 건강검진 데이터를 분석 및 활용하여 종합적인 결과 확인이 가능한 부가서비스를 도출하는 기능을 추가하였다.

또한, AI 분석을 통한 지식 베이스 구축 및 알고리즘 설계에서는 효용 변환 함수를 이용하여 각 검사 결과 값에 대한 바람직한 정도를 표현하는 검사 결과 지수를 정의하고, 검사 데이터에 대한 판결은 유형에 따라 검사 결과 지수를 정의하도록 설계하였다. 검사 결과 값의 위치에 따라 종합적으로 판단할 수 있는 종합검사 결과 지수(OD : Overall Desirability) 산출을 식(1)과 같이 도출할 수 있다.

$$OD = \sqrt[w]{d_1^{w_1} * d_2^{w_2} * \dots * d_k^{w_k}} \quad (1)$$

($W = w_1 + w_2 + \dots + w_k$, $d_i = Desirability$)

Fig. 4는 검사 결과의 유형에 따라 검사 결과 지수를 정의하기 위한 유형별 그래프를 나타낸 것이다. 즉, 각각의 검사 분야에 맞는 데이터에 대한 분석을 통해 최종 판정이 진행된다. 총 4가지 검사 분야별 그래프를 도출할 수 있으며, 검사 질환별 판정 요소 및 기준 데이터를 적용하여 가중치를 적용한다. 이를 통해, 종합 판정 방

식 및 적용 범위를 고려하여 자동으로 분석할 수 있게 지식을 도출하고 알고리즘을 설계할 수 있다

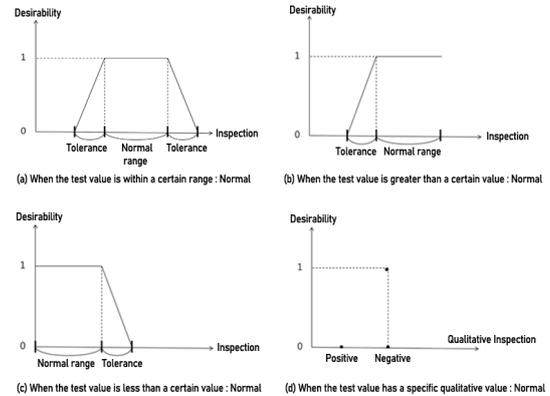


Fig. 4. Define the result index according to the result type

최종적으로, 본 논문에서 연구한 건강검진 데이터의 인공지능 분석 기술의 적용을 통해 ICT 기술 융합을 중심으로 건강검진 프로그램을 연동할 수 있다. 이를 통해, 의료 정보의 통합, 관리가 쉬운 PHR(Personal Health Recording) 등 환자 정보관리의 개인화 할 수 있고 인공지능을 활용하여 환자의 상태에 대한 경고, 최적화, 연계하여 원격 진료의 효율성을 높이고 의료 서비스의 불균형을 해소할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 건강 검진 프로세스에서 검진 결과에 대한 인공지능 기반의 데이터 분석을 적용하여 종합 판정의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 지식 베이스 모델링을 구축하는 연구를 수행하였다. 이를 위해, 딥러닝 분석을 통한 알고리즘을 설계하여 검사 결과지수를 산출, 검증하고, 판정 지식을 통한 종합 검진 정보를 제공하는 모델링을 연구하였다.

이를 통해, 각각의 검사결과를 종합하여 점수화한 종합 검사에 대한 결과지수를 산출할 수 있으며, 시행한 각각의 검사의 결과가 정상 기준치로부터 가까이 있는지, 기준치를 벗어나있는지에 대한 산출 결과를 적용하여, 검사결과가 의미하는 인체 부위 또는 기능에 따라 검사를 그룹화하고, 그룹화한 검사항목에 대한 종합검사 결과를 산출할 수 있다. 또한, 검사 분야별 종합판정 방

식 및 적용 범위를 고려하여 자동으로 분석할 수 있는 건강검진 진단지표 도출 및 알고리즘을 설계하여 AI 기반의 검진시스템 및 서비스를 개발하는데 활용할 수 있다.

REFERENCES

- [1] S. J. Kang, W. J. Chung, H. J. Kim & S. M. Lee. (2014). What Factors Cause a Complete Examination of Infant Health Checkup?. *Health Policy and Management*, 24(3), 261-270. DOI : 10.4332/kjhpa.2014.24.3.261
- [2] Y. S. Jung. (2017). The Study of Composition of Medical Examination Service by Semantic Network Analysis. *The e-Business studies*, 18(4), 197-214. DOI : 10.20462/tebs.2017.08.18.4.197
- [3] S. H. Moon. (2015). Convergence Study on Factors that Influence Cancer Screening Rate in Korea and Japan. *Journal of the Korea Convergence Society*, 6(6), 247-253. DOI : 10.15207/jkcs.2015.6.6.247
- [4] S. J. Yu, J. H. Cheon & K. B. Kim. (2016). Research for Health Examinations for Infants and Children by Korean Medicine. *The Journal of Pediatrics of Korean Medicine*, 30(2), 10-22. DOI : 10.7778/jpkm.2016.30.2.010
- [5] E. J. Hong, S. Y. Joe & J. Song. (2018). Convergent Analysis of Health Examination Results for Military Workers in Korea at the Age of 40, a Life Transition Period : focused on risk factor of metabolic syndrome. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(4), 65-74. DOI : 10.15207/JKCS.2018.9.4.065
- [6] Ikeda N, Saito E, Kondo N et al. (2011). What has made the population of Japan healthy? *Lancet*, 378, 1094-1105.
- [7] Hogg RJ. (2009). Screening for CKD in children: a global controversy. *Clinical J American Society of Nephrology*, 4(2), 509-515. DOI : 10.2215/cjn.01210308
- [8] Kohro T, Furui Y, Mitsutake N et al. (2008). The Japanese national health screening and intervention program aimed at preventing worsening of the metabolic syndrome. *International Heart Journal*, 49(2), 193-203.
- [9] Miller JW, Piescia M & Ekwueme DU. (2014). Public health national approach to reducing breast and cervical cancer disparities. *Cancer*, 120(S16), 2537-2539. DOI : 10.1002/cncr.28818
- [10] S. K. Kim, S. J. Lee & J. G. Kim. (2016). A Study on the Development of Phased Big Data Distribution Model Based on Big Data Distribution Ecology. *Journal of Digital Convergence*, 14(5), 95-106. DOI : 10.14400/jdc.2016.14.5.95
- [11] M. G. Song. (2016). The suggestion of new big data platform for the strengthening of privacy and enabled of big data. *Journal of Digital Convergence*, 14(12), 155-164. DOI : 10.14400/jdc.2016.14.12.155
- [12] J. S. Kang & K. Y. Chung. (2018). Heterogeneous Lifelog Mining Model in Health Big-data Platform. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(10), 75-80. DOI : 10.15207/JKCS.2018.9.10.075
- [13] Paul S. Bradley. (2013). Implications of Big Data Analytics on Population Health Management. *Big Data*, 1(3), 152-159. DOI : 10.1089/big.2013.0019
- [14] G. Owen Schaefer, E Shyong Tai & Shirley Sun. (2019). Precision Medicine and Big Data. *Asian Bioethics Review*, 11(3), 275-288. DOI : 10.1007/s41649-019-00094-2
- [15] Peng Zhang, Xiang Shi & Samee U. Khan. (2019). QuantCloud: Enabling Big Data Complex Event Processing for Quantitative Finance Through a Data-Driven Execution. *IEEE Transactions on Big Data*, 5(4), 564-575. DOI : 10.1109/tbdata.2018.2847629

김 봉 현(Bong-Hyun Kim)

[정회원]



- 2002년 2월 : 한밭대학교 전자계산학과(공학석사)
- 2009년 2월 : 한밭대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : 서원대학교 IT학부 컴퓨터공학과 교수

- 관심분야 : ICT융합, 데이터분석
- E-Mail : bhkim@seowon.ac.kr