

## 의료인공지능 연구/개발 및 실용화를 위한 지능형 병원정보시스템 모델

손병은<sup>1,2</sup>, 정성문<sup>3,4\*</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 의료정보학과 학생, <sup>2</sup>경북대학교병원 의료인공지능연구센터 연구원  
<sup>3</sup>경북대학교 의료정보학과 조교수, <sup>4</sup>경북대학교병원 의료인공지능연구센터 겸직교수

### Intelligent Hospital Information System Model for Medical AI Research/Development and Practical Use

Byungeun Shon<sup>1,2</sup>, Sungmoon Jeong<sup>3,4\*</sup>

<sup>1</sup>Student, Department of Medical Informatics, Kyungpook National University  
<sup>2</sup>Researcher, Research Center for AI in Medicine, Kyungpook National University Hospital  
<sup>3</sup>Assistant Professor, Department of Medical Informatics, Kyungpook National University  
<sup>4</sup>Professor, Research Center for AI in Medicine, Kyungpook National University Hospital

**요약** 의료정보는 의료기기뿐만 아니라 카메라 등의 기기로부터 다양하게 생성된다. 최근 의료빅데이터 수집 및 관리에서부터 환자의 상태분석을 위한 의료인공지능 제품 및 관련 융합기술들이 급격히 증가하고 있지만, 실용화까지의 절차들이 산재되어 있어 실적용에 어려움을 겪고 있다. 본 논문에서는 의료인공지능 기술 연구, 개발 및 실용화 절차를 간소화하고, 관련 산업 발전 가속화를 위한 지능형 병원정보시스템 모델을 제안한다. 제안한 모델은 의료기관에서 (1)다양한 기기로부터 환자 데이터의 실시간 관리, (2)의료인공지능 기술 개발에 특화된 데이터 정제 및 관리, (3)개발된 의료인공지능 기술의 실시간 적용을 통합 지원한다. 이를 이용하여 환자모니터링기기로부터 실시간 생체데이터 수집 및 의료인공지능 특화 데이터 생성 사례와 기 개발된 카메라 기반 환자 보행분석 및 뇌MRA 기반 뇌혈관질환분석 기술의 구체적 적용사례를 소개한다. 제안한 모델을 기반으로 인공지능 개발에 필요한 데이터의 보안성 증대 및 일관된 인터페이스의 플랫폼화를 통한 실용화 증대로 병원정보시스템 개선에 활용되기를 기대한다.

**주제어** : 지능형병원정보시스템, 스마트병원, 의료빅데이터, 의료인공지능, 실시간 모니터링

**Abstract** Medical information is variously generated not only from medical devices but also from electronic devices. Recently, related convergence technologies from big data collection in healthcare to medical AI products for patient's condition analysis are rapidly increasing. However, there are difficulties in applying them because of independent developmental procedures. In this paper, we propose an intelligent hospital information system (iHIS) model to simplify and integrate research, development and application of medical AI technology. The proposed model includes (1) real-time patient data management, (2) specialized data management for medical AI development, and (3) real-time monitoring for patient. Using this, real-time biometric data collection and medical AI specialized data generation from patient monitoring devices, as well as specific AI applications of camera-based patient gait analysis and brain MRA-based cerebrovascular disease analysis will be introduced. Based on the proposed model, it is expected that it will be used to improve the HIS by increasing security of data management and improving practical use through consistent interface platformization.

**Key Words** : Intelligent hospital system, Smart hospital, Medical bigdata, Medical AI, Real-time Monitoring

\*This research was supported by Kyungpook National University Research Fund, 2020.

\*Corresponding Author : Sungmoon Jeong(jeongsm00@gmail.com)

Received January 26, 2022

Revised February 28, 2022

Accepted March 20, 2022

Published March 28, 2022

## 1. 서론

인공지능(Artificial Intelligence, AI)은 인간의 지능을 모방하여 기계에게 인간과 유사하게 생각하고 판단할 수 있는 지능을 제공하는 기술로 연구 단계를 넘어 활발한 상업화가 진행되고 있다. 특히, 헬스케어 분야에서도 세계 인공지능 헬스케어 시장 규모는 2025년까지 약229억 달러 규모가 될 것으로 전망된다[1]. 이로써 의료인공지능이 4차 산업혁명의 핵심요소로써 병원 지능화를 이끌어 갈 것으로 예상할 수 있다.

최신의 인공지능 기술은 인간이 경험으로부터 학습해서 지능을 향상시키듯 인공지능이 해결하고자 하는 임무(task)에 대해 주어진 데이터로부터 학습해 판단력을 가진다. 따라서 학습데이터가 많을수록 특정 임무에 대한 인공지능의 판단력은 정확해진다[2]. 특히, 의료인공지능은 전문화되고 세분화된 의료분야의 지능을 모방하여 특정 질환에 대해 정확히 판단할 수 있는 시스템을 의미하며, 이 또한 특정 질환을 판단하기 위해 각각의 질환에 대한 학습데이터가 많을수록 정확한 판단을 기대할 수 있다.

병원 지능화를 위한 핵심요소인 데이터의 확보를 위해 병원은 병원정보시스템(hospital information system, HIS)을 통해 다양한 형태의 데이터를 수십년간 디지털화하려고 노력해 왔다. 그 중 전자의무기록(electronic medical records, EMR)은 처방전달시스템(Order Communication System, OCS)에서 진화해 환자의 의무기록까지 디지털화한 시스템으로 임상 활동의 정형적/비정형적 기록을 목적으로 한다. 의료영상저장전송시스템(picture archiving and communication system, PACS)은 CT, MR등의 의료영상을 기존의 필름형태로부터 디지털화한 시스템을 말한다[3]. 그 외 다양한 시스템들이 결합되어 병원정보시스템을 구성하지만[3], EMR과 PACS는 의료진의 진료 행위와 밀접하게 연관되어 있으므로 인공지능과의 연계가 우선적으로 이루어져야 한다.

따라서, 본 논문에서 제안하고자 하는 지능형 병원정보시스템(intelligent hospital information system, iHIS)이란 의료인공지능과 관련된 융합기술들을 기존의 병원정보시스템에 유기적으로 결합시킨 새로운 병원정보시스템을 의미하며 다음과 같은 특징을 포함한다.

첫째, 인공지능의 연구 및 개발에 필요한 양질의 빅데이터를 제공할 수 있어야 한다. 병원에는 데이터는 많지만 인공지능 관련 연구 및 개발에 필요한 데이터는

존재하지 않거나 활용하기 어려운 비정형적인 형태로 저장되어 있는 경우가 많다. 예를 들어 CT, MR 이미지는 많지만 각각의 이미지가 어떤 질환을 의미하는지에 대한 데이터는 비정형적인 형태로 저장되어 있어 인공지능 학습에 활용이 어렵다. 이를 인공지능 연구 및 개발에 적합하도록 해당 데이터를 정제하는 행위 즉 어노테이션(라벨링 또는 태깅)이 필요하다. 따라서 어노테이션을 돕고 체계적으로 관리할 수 있는 시스템이 필요하다.

둘째, 인공지능이 끊임없이 환자상태를 판단할 수 있도록 실시간 데이터의 제공이 필요하다. 야간이나 휴일 등 전문의가 부족한 상황에서도 인공지능이 환자 상태를 지속적으로 모니터링하고 판단하기 위해 실시간으로 데이터를 제공해주는 시스템이 필요하다. 또한, 병원의 미래 모습에 대한 연구[4]에 따르면 기계학습과 카메라와 스피커 등 센서기기의 발전으로 의료진의 의사결정에 인공지능이 보조하는 형태로 의료 환경이 바뀔 것으로 예상된다. 따라서 기존의 병원정보시스템에서 디지털화된 데이터 뿐만 아니라 실시간 의료기기 및 센서기기로부터 발생하는 다양한 형태의 실시간 데이터가 인공지능에게 제공되는 시스템이 필요하다.

셋째, 새로운 의료인공지능을 쉽게 적용하거나 개선할 수 있어야 한다. 학습된 인공지능은 특정 질환에 대해서만 판단할 수 있어 환자의 전체적인 상태분석을 위해서는 다양한 의료지식 또는 여러 진료과의 협진이 필요한 것처럼 여러 질환에 대한 의료인공지능 기술들의 공존은 필수적이다. 따라서 병원에서는 개개의 인공지능을 모듈화해서 쉽게 적용하거나 교체할 수 있는 플랫폼 형태의 시스템이 필요하다.

넷째, 인공지능 개발은 타기관이나 회사와의 협업을 필요로 하는 경우가 많고 데이터 공유에 있어서 보안을 위해 연구자는 개인정보 비식별화 조치를 해야 하는 부담이 있다. 이를 보조해 주고 보안 관리를 할 수 있는 시스템이 필요하다. 단적인 예로 병원 EMR을 대상으로 한 연구에서 구글과 시카고 의과대학이 개인정보보호 위반으로 고소되었다. 이는 병원과 인공지능 개발사 간의 데이터 공유에 있어서 보안에 세심한 주의가 필요하다는 것을 말한다[5].

본 논문에서는 이러한 역할을 하는 지능형 병원정보시스템 모델을 제안하고 특히 해당 시스템의 가용성을 개념증명(Proof of Concept)하기 위해서 제안된 모델의 기반 하에 1) 보행분석 AI와 EMR의 실시간 인공지능

연계 구현, 2) 뇌혈관질환분석 AI와 PACS의 실시간 인공지능 연계 구현, 3) 환자모니터링기 실시간 센서 데이터 수집과 데이터 모니터링 및 어노테이션 프로그램을 구현하였다. 모든 구현은 경북대학교병원의 병원정보시스템 환경 하에서 이루어졌다.

## 2. 관련연구

경북대학교병원은 1996년 OCS를 통해 먼저 처방 전달과 원무를 디지털화했고, 2001년 PACS를 통해 필름을, 2011년 EMR을 통해 의무기록까지 디지털화함으로써 임상정보의 디지털화가 이루어졌다. 이후 연구목적의 데이터 구조화를 위해 임상데이터웨어하우스(Clinical Data Warehouse, CDW)를 구축했으며 표준화된 공동 연구를 위해 공통데이터모델(Common Data Model, CDM)을 구축했다. 또한, 병원간의 진료정보를 디지털 화해 종이와 CD 없이 다른 병원 정보를 교류할 수 있게 했다.

최근 헬스케어 산업은 환자중심의 스마트병원이 트렌드가 되고 있다. 병원 중심의 운영 효율성 목적의 디지털병원을 넘어 스마트병원은 병원 내외부 데이터의 연결과 통합을 통해 환자 중심의 안전과 효율성을 추구하는 병원을 의미한다[6]. 구체적으로 스마트병원에서는 상호연결성이 강조되어 사물인터넷(IoT)에 기반해 병원 자산을 상호연결하고 자동화된 프로세스를 통해 치료효과를 개선하고자 한다. 스마트병원에 적용되는 주요 기술로는 인공지능, 로봇공학, 증강/가상현실(AR/VR), 빅데이터, 원격의료 등을 망라한다[6].

전세계 2021년 스마트병원 시장 규모는 395억 6000만 달러로 추산되며 2030년에는 1648억 8000만 달러가 될 것으로 전망된다[7]. 미국에서는 GE 헬스케어, 존스홉킨스 병원 등 여러 병원과 협력하여 병원의 현황을 실시간 모니터링하는 의료 커맨드 센터를 개소했다[8,9]. 영국은 2019년 3대 우선 의료투자분야 중 하나로 스마트병원을 선정했고[6], 2020년 디지털 성숙도 평가 결과에 따라 글로벌 디지털 모범병원을 지원했다[9]. 또한, 덴마크는 2029년까지 8개의 최첨단 IT인프라를 지닌 국립 슈퍼 병원(Super Hospital)을 건설 중이다[6]. 우리나라는 보건복지부가 ‘스마트병원 선도모델 개발 지원사업’을 통해 2020년부터 2025년까지 매년 3개 분야(총 18개)에서 스마트병원을 지원하고 있다[6].

스마트병원에서 인공지능은 실시간 데이터를 통한

의사결정, 딥러닝을 이용한 진단 정확성 개선, 업무자동화 등에 활용가능하다[6]. 실제로 국내외 의료기기로 승인되어 의료현장에서 사용할 수 있는 의료인공지능 제품들도 빠르게 등장하고 있다. 국외 FDA에서 승인된 주요 인공지능 제품으로는 유방암, 간암, 폐암, 뇌졸중, 심장 관상동맥석회화, 당뇨 망막, X-ray 손목 골절, 심방성 부정맥 등에 대한 진단 의료기기가 있고 국내 식약처로부터 승인된 주요 인공지능 제품으로는 골연령 분석, 흉부 이상부위 검출보조, 뇌경색 유형분류 진단보조, 대뇌영상 분석, 폐 영상 분석, 위내시경 분석, 대장내시경 분석, 폐결절 검출보조, 전립선암 진단보조 등이 있다[10-12].

지금까지 특정 진단에 맞추어 개발된 인공지능과 PACS 등과의 연계는 앞서 의료기기로 승인된 제품들의 실증 등을 통해 충분한 연구가 진행되었다[10][13]. 하지만, 스마트병원을 위한 상호연결성 즉 데이터생산에서부터 실제적인 인공지능 개발과 실용화까지의 전반적인 시스템에 대한 연구는 부족하다. 빅데이터와 인공지능이 연계된 시스템을 제안한 연구[14]가 있지만 인공지능과 병원시스템간의 구체적인 연계 방식에 대한 연구 내용이 부족하고 병원에서의 데이터 저장 형태를 근본적으로 바꾸어야 한다는 측면에서 실제 임상현장에 바로 적용하기에는 어려움이 있다. 또 다른 연구로 의료영상기반 데이터 지원 플랫폼을 구축한 연구[15]가 있지만 PACS와의 연계 위주로 설명이 되어있고 실시간 센서기기와 연계 방안에 대한 설명이 부족하다.

따라서 본 논문은 스마트병원의 핵심요소인 인공지능과 IoT를 기존의 병원정보시스템과 유기적으로 결합시켜 데이터 생성부터 인공지능 서비스까지 고려된 지능형 모델을 제안하고자 한다.

## 3. 지능형 병원정보시스템 모델

Fig. 1은 인공지능 개발 및 실용화 연계를 위한 흐름도를 보여주는 것으로 어노테이션이 필요한 데이터를 대상으로 했다. Fig. 1의 a는 일반적으로 인공지능 연계에 사용되는 방식이다. 먼저 개별 연구자는 연구를 위해 병원에 있는 데이터를 개인 PC에 저장하고 해당 데이터에 맞는 어노테이션들을 가지고 어노테이션을 수행한다. 이러한 어노테이션 데이터를 AI 개발사에 전달해 개발한다. 이 때, 개인연구자는 보안을 위해 개인정보 비식별화 조치를 해야 한다. 인공지능 개발이 완료되면 이후

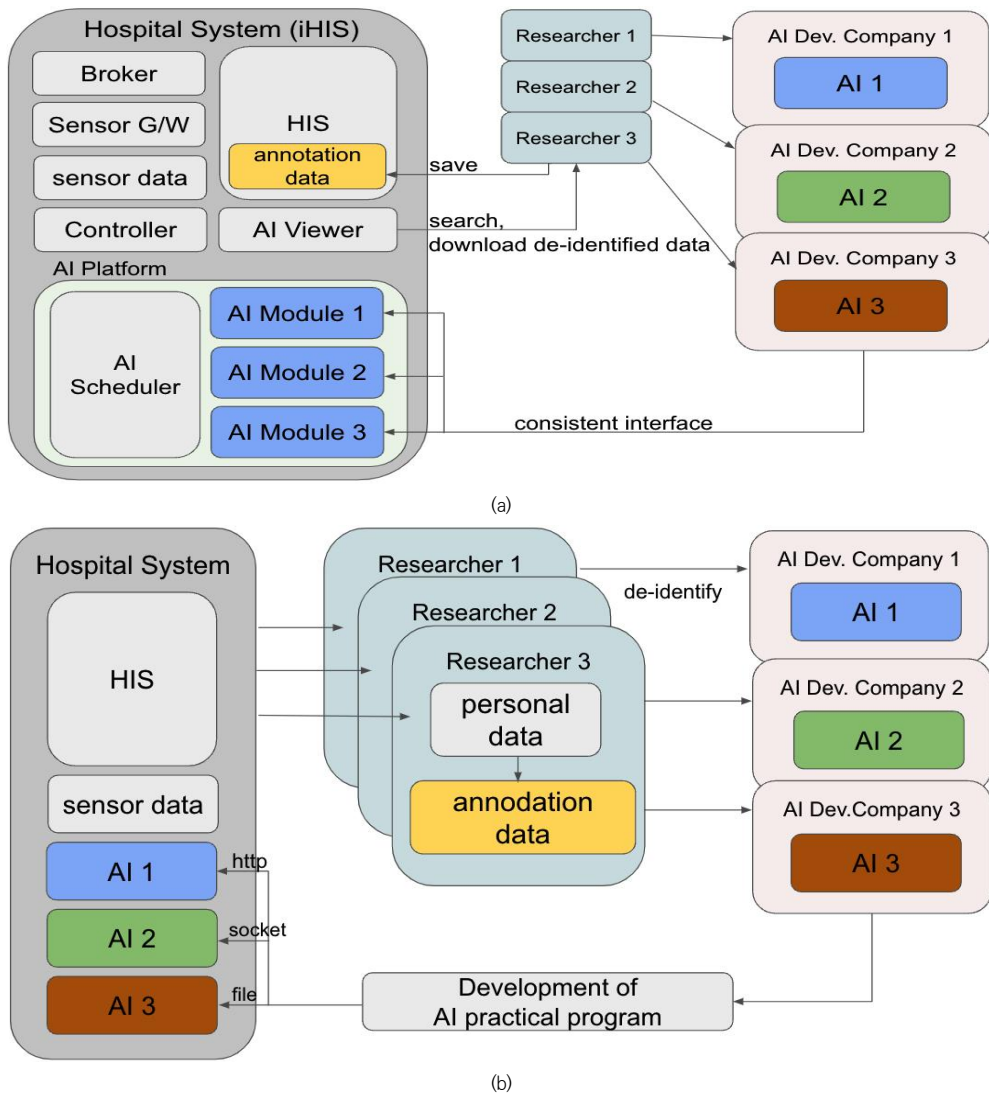


Fig. 1. Flow chart of AI development and practical use (a: conventional approach, b: proposed iHIS)

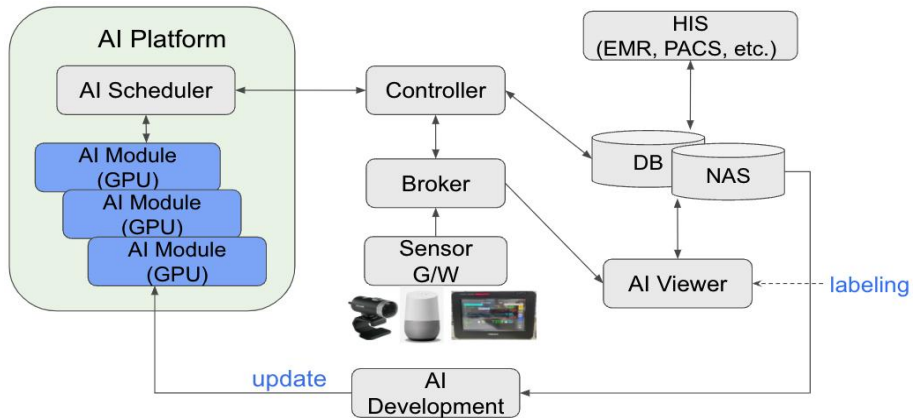


Fig. 2. System architecture of iHIS

개발된 각각의 AI는 각자의 인터페이스 방식으로 병원과의 인공지능 연계에 위한 실용화 프로그램을 개발해서 서비스하게 된다.

이 방식의 문제는 크게 네 가지가 있다. 첫째, 연구자는 데이터에 대한 개인정보 비식별화 조치를 해야 한다. 비식별화를 위해 다른 부서나 연구자의 도움을 요청하는 경우도 있다. 둘째, AI 개발사 또는 병원은 협조하여 각 병원에 맞는 실용화 프로그램 개발까지 해야 한다. 그리고 그것은 개발된 AI마다 서로 다른 인터페이스를 사용함으로써 일관성을 저해한다. Fig. 1(a)의 경우는 각 회사마다 개발된 인공지능의 실용화를 위해서 개발된 인공지능의 입출력 데이터형태 (영상, text 등) 및 인터페이스 방식(http, xml, json, socket i/o, file 등)에 따른 이종 시스템 및 S/W간의 시스템통합(System Integration)의 일반적 접근법이 다양하다는 점을 보여주고 있다. 예를 들어, Fig. 1(a)의 AI 1 결과 데이터 형식이 수치형이라면 수치형 결과를 인터페이스하는 형태로 구현이 필요하며, AI 2 결과 데이터 형식이 이미지 등의 파일 형식이라면 그 형식에 적합한 인터페이스로 구현되는 것을 의미한다. 즉, 정해진 데이터형식 및 인터페이스방식에 따라서 시스템간의 연계 및 결과 UI 등은 독립적으로 개발이 필요한 것을 의미한다. 셋째, 병원은 연구자 개인이 가지고 있는 고비용의 어노테이션 데이터를 재활용하는데 어려움이 있다. 즉, 어노테이션 데이터를 관리하기 위한 방안이 필요하다. 넷째, 병원은 개인연구자에게 데이터와 비식별화 조치여부를 맡김에 따라 보안 사각지대가 생길 수 있다.

본 논문은 이를 해결하기 위해 Fig. 1의 b에서 보듯이 iHIS 모델을 제안한다. 연구자는 어노테이션 기능을 이용해 어노테이션 할 수 있고 데이터는 병원정보시스템에 저장되며 비식별된 데이터로 다운로드할 수 있다. 이로 인해 연구자는 비식별화된 데이터를 쉽게 얻을 수 있고 병원은 어노테이션된 데이터를 통일된 형태로 모을 수 있게 됨에 따라 더욱 성능이 좋은 인공지능을 개발하는 선순환적 효과를 얻을 뿐 아니라 권한관리, 로깅 등 보안관리가 가능해진다. 또한, 개발된 인공지능은 일관된 인터페이스 형태로 모듈화 되기만 하면 병원 내 혹은 클라우드 상에서 자동으로 실용화 서비스가 가능하게 됨에 따라 개발사 또는 병원은 추가 개발에 대한 부담을 덜 수 있다.

## 4. 구현

본 논문에서 구현한 iHIS 모델의 시스템 아키텍처는 Fig. 2에서 보여준다. 구성요소로는 먼저 플랫폼 형태인 AI Platform은 인공지능이 일관된 인터페이스로 실용화된 형태를 말한다. 실제 구현에 사용된 AI Module로는 보행분석 AI, 뇌질환분석 AI를 사용했다. AI Scheduler는 인공지능 분석 요청에 대해 수행될 AI Module의 순서를 정하고 리소스를 관리하며 모듈들 간의 트랜잭션을 담당한다. Sensor Gateway는 환자모니터링기거나 카메라처럼 연속된 실시간 데이터를 수집하는 역할을 하고 Broker는 실시간 처리를 위해 데이터큐를 관리하는 역할을 한다. Controller는 EMR이나 PACS로부터 요청이 있는지 지속적으로 모니터링하며 실시간 데이터를 저장하거나 AI Platform에 인공지능 분석 요청 시 필요한 정보를 증개하는 역할을 한다. 또한, 필요에 따라 전처리 과정으로 비식별화를 수행하거나 AI Platform으로부터 처리된 결과를 받아 EMR이나 PACS에 결과를 저장할 수 있다. AI Viewer는 인공지능으로 수집된 데이터를 시각화하여 모니터링을 하거나 어노테이션을 할 수 있게 하는 GUI(Graphical User Interface)형태의 소프트웨어를 말한다. 어노테이션된 데이터는 DB에 저장되어 AI 개발에 활용된다.

### 4.1 보행분석 AI와 EMR의 실시간 연계 구현

보행분석 AI는 병원에서 사용하는 GAITrite 의료기기의 역할을 대신한 것으로 환자의 보행정보가 담긴 동영상상을 분석하여 보행상태, 균형능력 측정을 위한 보행속도, 걸음거리, 보폭, 걸음시간 등의 지표들 숫자 형태로 산출해내는 인공지능이다[16]. 본 연구에서는 이를 AI Module로 활용하여 EMR 상에서 동영상을 입력하고 Controller에서 요청순서에 따라 AI Platform에 분석을 실시간 처리하도록 하고 그 결과를 EMR DB에 다시 저장한다. 저장된 데이터는 리스트와 그래프 형태로 각각 해당 환자의 보행분석 결과 추이를 확인할 수 있도록 했다. 또한, 각 지표마다의 이상 상황 범위를 관리해 이상 상황 발생 시 주황색으로 표시되도록 해서 의사는 단순히 환자의 보행 동영상상을 입력함으로써 인공지능 분석 결과를 실시간 확인하고 환자의 보행이상을 직관적으로 판단할 수 있다. Fig. 3과 4에서 각각 워크플로우와 결과화면을 확인할 수 있다.

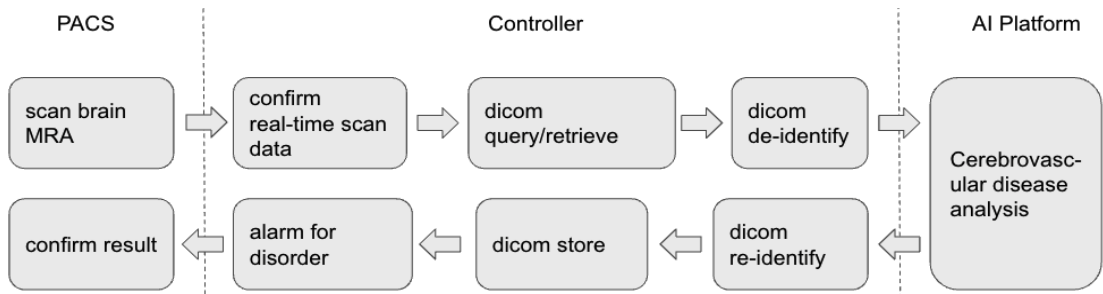


Fig. 3. Workflow of gait analysis AI and EMR

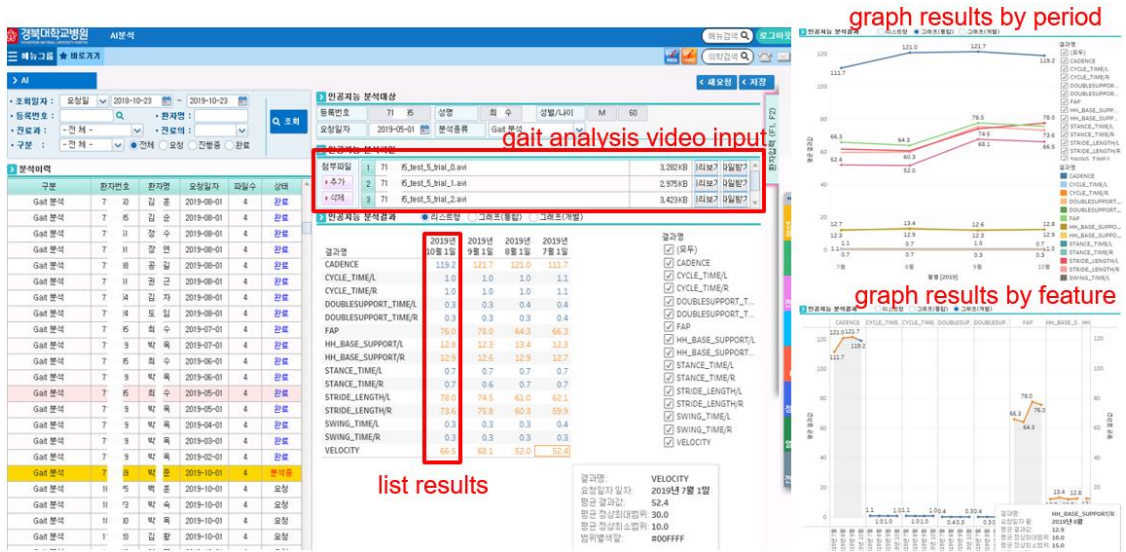


Fig. 4. Implementation of real-time integration between gait analysis AI and EMR

4.2 뇌혈관질환 AI와 PACS의 실시간 연계 구현

PACS와의 연계 구현에 사용된 인공지능은 뇌혈관 질환분석 AI이다. 이는 제이엘케이에서 개발한 인공지능 제품(JBA-01A)으로 자기공명혈관영상(Magnetic Resonance Angiography, MRA)으로부터 뇌혈관질환 이상부위 영역을 마킹해 주는 인공지능이다[17].

Fig. 5는 구체적인 연계 워크플로우를 보여준다. 먼저, 환자가 뇌 MRA 촬영을 하면 Controller는 실시간으로 해당 건을 확인하고 Dicom Q/R서버로부터 관련 dicom영상을 로드한다. 이후 전처리 과정으로 dicom 헤더의 환자정보(환자번호, 나이, 이름, 생년월일)을 비식별화를 해서 AI Platform에 분석 요청을 한다. 이후 결과를 다시 재식별화 해서 Dicom을 저장한다. 결과적으로 의사는 환자가 촬영한 모든 MRA에 대해 PACS 시스템에서 인공지능 분석된 결과를 확인해서 영상을 판독하는데 활용할 수 있다.

Fig. 6는 결과화면을 보여주는 것으로 인공지능 분석된 결과는 붉은색으로 뇌질환이상 부위가 마킹된 영상으로 저장되어 기존의 PACS와 연계된 것을 확인할 수 있다. 이를 통해 의료진은 새로운 소프트웨어 설치 및 화면구성 없이 기존에 사용하는 PACS 환경을 그대로 사용하여 의료진의 임상절차를 방해하는 요소가 줄었다. 또한, 새로운 뇌 MRA 영상이 생성될 때마다 인공지능이 실시간으로 분석함으로써 사람의 개입 없이 자동화된 모니터링이 가능하다.

4.3 환자모니터링기 실시간 데이터 수집 연계 및 어노테이션 구현

환자모니터링기는 주로 중환자실에서 환자의 실시간 심전도, 혈압, 맥박, SpO2 등을 측정하는 장비이다. Sensor Gateway에서는 환자모니터링 수집 소프트웨어인 VitalRecorder[18]를 이용하여 환자모니터링



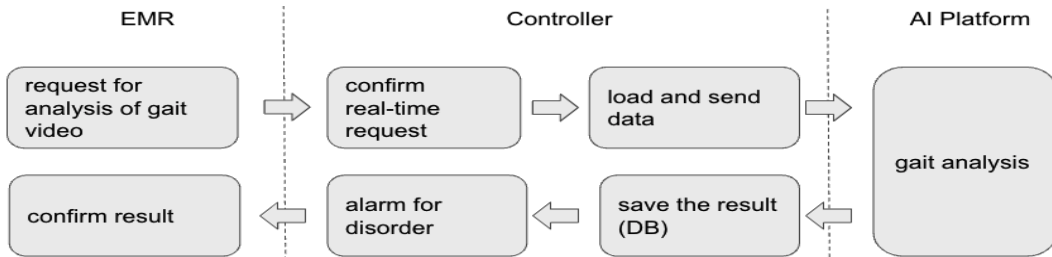


Fig. 5. Workflow of cerebrovascular disease analysis AI and PACS



Fig. 6. Implementation of real-time integration between cerebrovascular disease analysis AI and PACS



Fig. 7. Implementation of data inquiry from patient monitor device and annotation program

기기로부터의 데이터를 수집하였고, 실시간 전송 프로그램을 구현하여 파일로부터 주기적으로 업데이트되는 내용을 파싱하고 Broker에 큐(Queue) 형태로 저장되도록 했다. Controller를 통해 파일에 대한 정보와 실제 데이터를 DB와 NAS에 나누어 저장되도록 구현했다. 저장된 데이터는 AI Viewer를 통해 수집 내역과 심전도 등 환자모니터링기기에서 수집된 실제 데이터를 즉시 확인할 있도록 웹 서비스로 구현했다.

또한, 어노테이션 기능을 구현하여 특정 파형에 대해 심근경색인지 등을 판독의사가 어노테이션할 수 있도록 하였다. 이렇게 어노테이션된 데이터를 이용해 추후 인공지능 개발을 위한 데이터로 사용할 수 있다.

Fig. 7은 AI Viewer에서 구현된 결과를 보여준다. 이를 통해 환자모니터링기기로부터 수집된 데이터를 조회하고 확대/축소 기능을 이용해 특정 시간에서의 심전도, 맥박, 온도, 혈중산소포화도 등 환자의 상태를 수치로 확인할 수 있다. 또한, 심방세동(atrial fibrillation, AF) 등 어노테이션 정보를 관리하여 이상상황 발생한 시간구간을 라벨링할 수 있다.

#### 4.4 구현 결과

본 논문에서는 병원에서의 의료인공지능 연구/개발과 실용화를 위한 지능형 병원정보시스템 모델을 제안하였고, 이를 개념증명하고자 보행분석 AI와 EMR의 실시간 연계 구현하였으며 뇌혈관질환분석 AI와 PACS의 실시간 연계구현하였다. 또한, 센서데이터 형태인 환자모니터링기기 실시간 데이터 수집과 데이터 모니터링 및 어노테이션 프로그램을 구현하였다. 이를 통해 기존의 인공지능 연계 방식과 제안된 iHIS 모델의 기대되는 효과를 비교하면 Table 1과 같다.

기대효과로는 EMR, PACS를 포함한 HIS 및 센서데이터와 인공지능을 결합하여 실시간 연계가 가능하고 어노테이션 데이터를 관리함에 따라 보안성이 증대되었다. 또한, 개발된 인공지능을 유연하게 적용할 수 있도록 플랫폼화된 형태로 관리 가능하다. 이를 통해 일관된 인터페이스의 데이터만 제공이 된다면 개발 부담이 경감된다. 예를 들어, 만약 새로운 기기가 병원에 도입되고 생성된 데이터가 AI Platform에서 정의된 인터페이스 형식으로 연계가 가능하다면 Controller에서 해당데이터 분석에 대한 고유 구분자ID를 부여하고 데이터를 로드한 후 AI scheduler에 기 등록된 AI

Module들을 호출하도록 구현하기만 한다면 추가적인 개발 없이 결과는 자동으로 정해진 DB와 NAS에 저장되고, 이미 개발된 UI를 통해 EMR 또는 PACS에서 확인할 수 있다.

Table 1. Characteristics of proposed model(iHIS)

	existing	iHIS
Integration b/w HIS & AI	△	○
Integration b/w sensor data	×	○
Real-time AI	△	○
Integrated annotation	×	○
Security of research data	△	○
AI platform	X	○
O(Full support), △(Partial support), X(Not support)		

## 5. 결론

지능형 병원정보시스템은 기존 병원정보시스템에서의 데이터 뿐 아니라 각종 IoT 기반의 의료기기 및 전자기기에서 발생하는 데이터와 인공지능 간의 유기적인 결합을 위해 제안하였다. 또한, 이를 통해 인공지능을 위한 특화된 데이터 즉 어노테이션 데이터를 관리하여 연구자의 부담과 보안성을 증대했으며 일관된 인터페이스의 플랫폼화된 인공지능을 통해 실용화까지의 절차를 간소화했다. 더불어 실시간 인공지능 연계를 통해 의료진의 개입 없이 자율모니터링 및 이상상황 알림이 이루어져 의료진이 부족한 상황을 보완할 수 있다.

향후 연구에서는 의료진과 협업해 구현된 프로그램을 이용해 실제 중환자실 환자의 환자모니터링기기 데이터를 어노테이션하고 이를 통해 인공지능 개발과 실시간 서비스 실용화를 실증하고자 한다. 또한, 카메라 등 다른 센서 데이터를 이용해 환자를 실시간 모니터링하고 인공지능 서비스되는 시스템을 구현하고자 한다. 더불어, 범용성을 위한 인터페이스 및 전송데이터의 표준화에 대한 연구도 진행하고자 한다. 인공지능과 조화된 병원정보시스템으로 의료 사각지대가 개선된 보다 나은 의료 서비스가 이루어지길 기대한다.

## REFERENCES

- [1] K. S. Park et al. (2020). *Newly developed medical device outlook analysis report*. Seoul: Ministry of Food and Drug Safety. [https://www.nifds.go.kr/brd/m\\_18/view.do?seq=12504](https://www.nifds.go.kr/brd/m_18/view.do?seq=12504).
- [2] S. M. Rue. (2016). BigData effects on artificial intelligence. *Korea Institute of Information Technology Magazine*. 14(1), 29-34.



[3] J. Choi et al. (2010). Implementation of consolidated HIS: improving quality and efficiency of healthcare. *Healthcare informatics research*, 16(4), 299-304.  
DOI : 10.4258/hir.2010.16.4.299

[4] A. Haque, A. Milstein & L. Fei-Fei (2020). Illuminating the dark spaces of healthcare with ambient intelligence. *Nature*, 585(7824), 193-202.  
DOI : 10.1038/s41586-020-2669-y

[5] J. S. Jeong. (2020). Current status and future direction of artificial intelligence in healthcare and medical education. *Korean Medical Education Review*. 22(2). 99-11.  
DOI : 10.17496/kmer.2020.22.2.99

[6] H. Park & Y. J. Cho. (2021). Overview and prospects of patient centered-smart hospitals. *Journal of Digital Convergence*, 19(7), 419-426.

[7] *Smart hospitals market size worth around USD 164.8 bn by 2030*. Procedence Research. <https://www.globenewswire.com/news-release/2021/12/20/2355483/0/en/Smart-Hospitals-Market-Size-Worth-Around-USD-164-8-Bn-by-2030.html>

[8] J. Ross, C. Webb & F. Rahman (2019). *Artificial intelligence in healthcare*. London: Academy of Medical Royal Colleges.

[9] Y. J. Choi. (2021). *Current status and future directions of digital healthcare technology in Korea and Abroad: For the post-COVID-19*. Seoul: Health Insurance Review & Assessment Service. <https://www.hira.or.kr/bbsDummy.do?pgmid=HIRAA030096000000&brdScnBltno=4&brdBltno=916#none>

[10] S. H. Lee & J. Y. Kim. (2020). Artificial intelligence technology trend based on medical big data. *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, 37(9), 85-91.

[11] W. J. Jeong. (2018). Current status of domestic artificial intelligence (AI) medical devices and regulatory issues. *Institute for Information & communications Technology Promotion*.

[12] S. B. Lee, J. Song & A. Park. (2020). A Trend of Artificial Intelligence in the Healthcare. *The Journal of the Korea Contents Association*, 20(5), 448-456.

[13] B. J. Erickson & F. Kitamura. (2021). Magician's corner: 8: how to connect an artificial intelligence tool to PACS. *Radiology: Artificial Intelligence*, 3(1), e200105.  
DOI : 10.1148/ryai.2021200105

[14] Y. Ahn & H. J. Cho. (2017). Hospital system Model for personalized medical service. *Journal*

*of the Korea Convergence Society*, 8(12), 77-84.  
DOI : 10.15207/JKCS.2017.8.12.077

[15] J. E. Kim, D. W. Lim, Y. J. Yu, S. H. Noh, C. Lee, T. H. Kim & C. W. Jeong. (2021). Construction of Medical Image-Based Learning Data Support Platform for Machine Learning and Its Application of Sarcopenia Data AI. *In Proceedings of the Korea Information Processing Society Conference* (pp. 434-436). Korea Information Processing Society.

[16] S. Jeong, H. Yu, J. Park & K. Kang. (2021). Quantitative gait analysis of idiopathic normal pressure hydrocephalus using deep learning algorithms on monocular videos. *Scientific Reports*, 11(1), 1-10.  
DOI : 10.15207/JKCS.2017.8.12.077

[17] H. Y. Jeong. (2021). *Cerebral aneurysm analysis solution certified by the Korean Ministry of Food and Drug Safety*. Money Today. [https://www.nifds.go.kr/brd/m\\_18/view.do?seq=12504](https://www.nifds.go.kr/brd/m_18/view.do?seq=12504)

[18] H. C. Lee, & C. W. Jung. (2018). Vital Recorder a free research tool for automatic recording of high-resolution time-synchronised physiological data from multiple anaesthesia devices. *Scientific reports*, 8(1), 1-8.  
DOI : 10.1038/s41598-018-20062-4

손 병 은(Byungeun Shon)

[정회원]



- 2007년 8월 : 한동대학교 컴퓨터공학(공학사)
- 2010년 10월 : 경북대학교병원 의료정보과 엔지니어
- 2019년 7월 ~ 현재 : 경북대학교병원 의료인공지능연구센터 연구원
- 2021년 2월 ~ 현재 : 경북대학교 의료정보학과 석사과정
- 관심분야 : 머신러닝, 의료정보, 빅데이터
- E-Mail : jakeshon@gmail.com

정 성 문(Sungmoon Jeong)

[정회원]



- 2013년 2월 : 경북대학교 전자전기 컴퓨터공학(공학박사)
- 2013년 4월 : JAIST 정보과학과 조교수
- 2018년 4월 ~ 현재 : 경북대학교 병원 의료인공지능연구센터 겸직 교수
- 2019년 3월 ~ 현재 : 경북대학교 의과대학 의료정보학과 조교수
- 관심분야 : 뇌과학, 신경망, 데이터과학, 의료정보
- E-Mail : jeongsm00@gmail.com