KIPS Trans. Comp. and Comm. Sys.
Vol.10, No.10 pp.285~290
ISSN: 2287-5891 (Print), ISSN 2734-049X (Online)

https://doi.org/10.3745/KTCCS.2021.10.10.285

Development of Web Service for Liver Cirrhosis Diagnosis Based on Machine Learning

Noh Si-Hyeong[†] · Kim Ji-Eon[†] · Lee Chungsub[††] · Kim Tae-Hoon[†††] · Kim KyungWon[††††] · Yoon Kwon-Ha[†††††] · Jeong Chang-Won[††††††]

ABSTRACT

In the medical field, disease diagnosis and prediction research using artificial intelligence technology is being actively conducted. It is being released as a variety of products for disease diagnosis and prediction, which are most widely used in the application of artificial intelligence technology based on medical images. Artificial intelligence is being applied to diagnose diseases, to classify diseases into benign and malignant, and to separate disease regions for use in identification or reading according to the risk of disease. Recently, in connection with cloud technology, its utility as a service product is increasing. Among the diseases dealt with in this paper, liver disease is a disease with very high risk because it is difficult to diagnose early due to the lack of pain. Artificial intelligence technology was introduced based on medical images as a non-invasive diagnostic method for diagnosing these diseases. We describe the development of a web service to help the most meaningful clinical reading of liver cirrhosis patients. Then, it shows the web service process and shows the operation screen of each process and the final result screen. It is expected that the proposed service will be able to diagnose liver cirrhosis at an early stage and help patients recover through rapid treatment.

Keywords : DICOM, Medical Bigdata, Artificial Intelligence Training Platform, Machine Learning, Deep Learning

머신러닝기반 간 경화증 진단을 위한 웹 서비스 개발

노 시 형[†] · 김 지 언[†] · 이 충 섭[††] · 김 태 훈[†††] · 김 경 원[††††] · 윤 권 하[†††††] · 정 창 원[††††††]

요 약

의료분야에서 인공지능 기술을 도입한 질환 진단 및 예측 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 의료영상기반의 인공지능 기술 적용에 가장 많이 활용되고 있는 질환 진단 및 예측에 대한 다양한 제품으로 출시되고 있다. 인공지능은 질병에 대한 진단, 양성과 악성으로 구분되는 질환의 구분, 질병의 위험도에 따른 구별이나 판독에 이용하기 위해 질환부위를 분리하는 등에 적용되고 있다. 최근에는 클라우드기술과 연계하여 서비스 제품으로 활용성이 높아지고 있다. 본 논문에서 다루는 질환 중에 간 질환은 통증이 적어 조기진단이 어려워 그 위험도가 매우 높은 질환이다. 이러한 질환 진단에 비침습적인 진단방법으로 의료영상기반으로 인공지능 기술을 도입하였다. 우리는 임상에서 가장 의미 있는 간 경화증 환자의 판독을 돕기 위한 웹 서비스 개발 내용을 기술한다. 그리고 웹서비스 프로세스를 보이고 각 프로세스의 구동 화면과 최종 결과화면을 보인다. 제안한 서비스를 통해 간 경화증을 조기에 진단하고, 빠른 치료를 통해 환자의 회복에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다.

키워드 : 의료용 디지털 영상 및 통신 표준, 의료빅데이터, 인공지능 학습 플랫폼, 머신러닝, 딥러닝

※ 본 연구는 보건복지부의 재원으로 한국보건산업진흥원의 보건의료기술 연구개발사업(HI18C1216) 그리고 한국연구재단(NRF-2020R1I1A1A01074256, 창의도전연구)의 지원으로 수행함.
※ 이 논문은 2021년 한국정보처리학회 춘계학술발표대회에서 “웹기반 머신러닝 기술을 이용한 간 경화증 진단 시스템 구축”의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것임.
† 정 회 원 : 원광대학교 의료융합연구센터 연구원
†† 정 회 원 : 원광대학교 의료융합연구센터 책임연구원
††† 정 회 원 : 원광대학교병원 스마트사업팀 교수
†††† 비 회 원 : 서울아산병원 Asan Image Metrics 담당교수
††††† 비 회 원 : 원광대학교병원 병원장
†††††† 종신회원 : 원광대학교병원 스마트사업팀 교수
Manuscript Received : June 25, 2021
First Revision : July 28, 2021
Accepted : August 6, 2021
* Corresponding Author : Jeong Chang-Won(mediblue@wku.ac.kr)

1. 서 론

의료영상을 분석하기 위한 다양한 연구가 진행되고, 그에 따라 여러 가지 질환을 판단하는 데 도움을 주기 위한 플랫폼과 진단 및 예측에 관련된 AI 기술이 개발되고 있다. 특히, Deep Learning을 통한 의료영상을 기반으로 하는 연구는 다양한 진단, 예후 그리고 예측에 관련된 서비스 및 제품들이 출시되고 있다[1]. 인공지능은 질병 진단, 양성질환과 악성질환의 구분, 질병 진행 위험이 높은 환자에 대한 식별 등 의료영상 분야에 적용되고 있다. 또한 임상변수를 기반으로 환자의 예후 및 치료반응을 예측하는데 사용할 수 있다. 간에

※ 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.

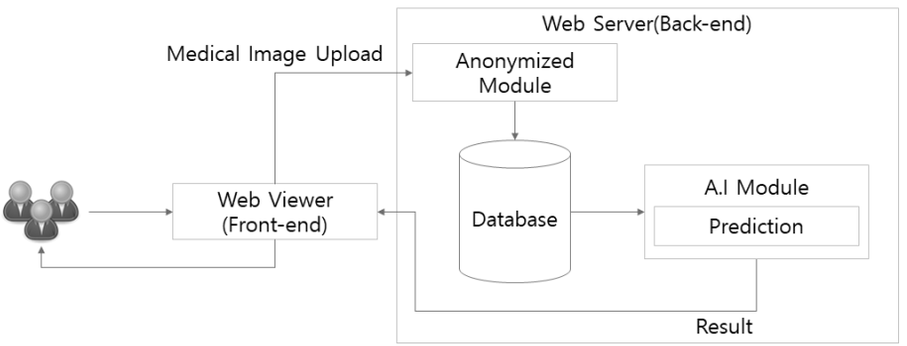

Fig. 1. Artificial Intelligence Web Service Process

대한 인공지능 연구는 위장보다 조금 늦게 시작되었지만, 간 질환에서의 인공지능에 대한 연구는 매우 활발히 진행되고 있다[2,3]. 의료영상을 통해 진단을 내리는 여러 가지 질환 중 간 질환은 그 위험성이 상당하며, 초기 단계에서 진단되지 않는 한 그 치료에 상당한 시간이 필요한 것이 현실이다. 또한, 간은 부분적으로 손상되더라도 정상적으로 기능을 제공하기 때문에 환자의 문제를 초기에 발견하기는 쉽지 않다[4]. 이러한 간 질환에 대한 연구는 과학의 발전이나 식생활의 변화에 따라 더욱 다양한 원인을 가지게 되었기에 끊임없이 연구가 진행되고 있는 분야라고 할 수 있다[5-7].

본 논문에서는 학습된 인공지능 모듈을 통해 간 경화증에 대한 질환 여부 판단을 돕기 위한 인공지능 모듈을 웹 PACS와 연동하여 수행성을 확인하고, 독립적인 웹서비스로 개발하여 연계 수행 결과를 보인다. 본 서비스를 통해 간 질환 중 간 경화증을 조기진단을 위한 의사결정지원시스템(CDSS)으로 활용될 것으로 기대한다.

2. 제안 시스템

본 논문에서 제안하는 시스템은 임상에 빠르게 적용하고 기존 병원 시스템과 연계가 용이한 웹기반의 시스템 환경을 채택하여 개발하였다.

Fig. 1은 의료영상을 통해 환자의 간 경화증에 대한 진단을 돕기 위한 웹 서비스 프로세스이다.

다양한 사용자들이 사용할 목적으로 우리는 민감정보인 개인정보에 대한 문제를 해결하기 위한 익명화 기능을 포함하였다. 먼저, 의료영상 촬영 장비를 통해 촬영된 환자의 의료영상을 웹서비스를 통해 업로드하면 웹 서비스 내의 익명화 모듈을 통해 환자의 ID, Name등의 개인정보를 익명화시킨다. 익명화된 데이터는 Database에 저장되고, 저장된 데이터는 뷰어를 통해 확인할 수 있다. 웹 뷰어 화면을 통해 학습되어있는 인공지능 모듈을 통해 환자가 간 경화증을 가지고 있는지를 A.I 모듈을 통해 출력되는 Score를 통해 판단하게 된다. Fig. 2는 보이는바와 같이 웹기반으로 구축된 진단 시스템의

OS : Windows 10 pro
DataBase : Postgresql
Server : Nginx
NW : HTTPS/SSL

Fig. 2. Web based Diagnosis System Specification

물리적인 환경과 사양으로 운영체제는 윈도우 10 PRO이며, 데이터베이스는 Postgresql 웹서버는 Nginx를 사용하였다.

2.1 웹 서비스 구성

Fig. 3은 간 경화증 진단을 돕기 위한 웹 서비스의 메인화면과 그 구성을 나타낸다.

업로드된 영상은 즉시 환자 리스트에 반영되어 출력되며 Fig. 3의 (A)에서 바로 확인할 수 있다. 업로드된 의료영상은 허가된 기관의 영상만 확인할 수 있도록 되어있으며, 검색 및 정렬기능을 제공함으로써 원하는 환자를 빠르게 찾을 수 있는 기능을 제공한다.

Fig. 3의 (B)에서는 환자의 Report등을 확인할 수 있는데, 뷰어 화면을 통해 환자의 영상을 확인하고 판독된 환자의 질환 명 또는 인공지능을 통해 출력된 결과를 입력한 Report를 확인 할 수 있는 화면이다.

Fig. 3의 (C)는 업로드 되어있는 환자 개인의 영상 리스트의 촬영에 활용된 프로토콜과 같은 세부사항 등을 확인할 수 있다.

리스트에서 임의의 환자를 더블클릭하면 전용뷰어 화면으로 넘어가게 되는데, 이 웹 뷰어에서 영상 판독에 활용되는 다양한 툴을 활용하여 환자의 영상을 판독할 수 있다. 또한, 학습된 인공지능 모듈을 이용하기 위한 버튼을 클릭하여 환자의 의료영상에 대하여 간 경화증이 있는지 여부에 대한 판독을 돕는다.

2.2 Deep Learning Prediction Result

Fig. 4는 머신러닝 알고리즘을 기반으로 예측 모델까지의 개발과정을 보이고 있다.

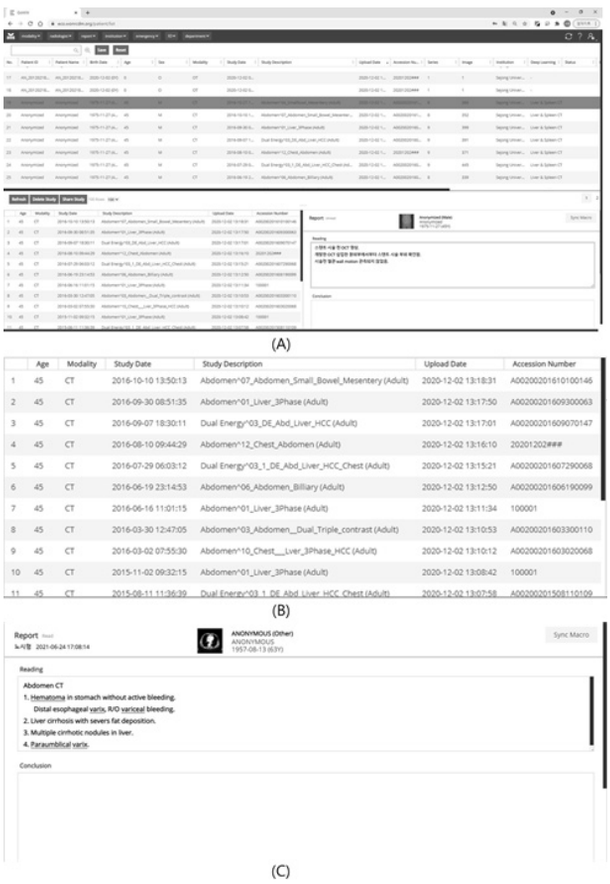

Fig. 3. Main Screen of Web Services for Liver Sclerosis Diagnosis (A), Image Acquisition Details on Main Screen (B), and Report Statement on Main Screen (C)

인공지능 학습을 위해 간 경화증을 가진 환자에 대한 영상 데이터를 수집하고, 간 질환이 없는 영상데이터를 추가로 수집하여 데이터셋을 구축한다. 그 후 영상의 특징을 추출하기위해 HU(Hounsfield Unit)값을 통해 WW (Window Width)와 WL(Window Level)값을 조정하여 간이 잘 보이는 레벨에 맞추어 변경한다.

HU은 의료 CT 이미지의 그레이 스케일을 구성한다. 4096개 값(12비트)의 검은색에서 흰색에 이르는 스케일로 그 범위는 -1024HU ~ 3071HU(0 또한 값에 포함됨)이다.

WW란 흑백의 여러 단계인 그레이 스케일로 표현할 수 있는 CT Number들의 범위이며, WL은 그레이 스케일의 중앙값이다. Windowing은 영상의 CT이미지 그레이 스케일의 구성요소가 번호를 통해 조작하는 프로세스로, 이것을 통해 이미지의 특정 구조를 강조할 수 있다. 간에 대한 영상은 병원이나 장비 벤더별로 다소 차이가 있지만, 대부분 유사한 값을 갖는다. WW는 150, WL 은 30으로 맞추었을 때 가장 대상체인 간의 최적영상을 확인할 수 있다[8]. 그 후 데이터를 Generator를 통해 학습을 위한 데이터셋을 생성한다.

변경이 완료된 데이터는 인공지능 모듈을 통해 학습을 진행한다. 인공지능 모듈은 Convolution Neural Network중 테스트를 통하여 가장 높은 정확도를 보인 Fig. 5와 같은 DenseNet121를 적용한 알고리즘을 개선하여 학습한 가중치를 이용하였다[9].

학습이 완료되면 학습결과가 가장 잘 나온 가중치 파일을 추출하여 Prediction을 위한 모델로 활용한다. Prediction 과정은 학습과정과 동일하게 반복적으로 학습시켜 가장 최적의 모델을 이용하여 적용하였다.

학습에 사용된 데이터 셋은 영상의학과 전문의가 분류한 간 경화증 환자 128명의 데이터와 간 경화증이 아닌 환자 113명의 데이터를 통해 간 경화증 이미지 6,100장과 간 경화증이 없는 이미지 6,123장의 이미지를 사용하였다. Train과 Validation,

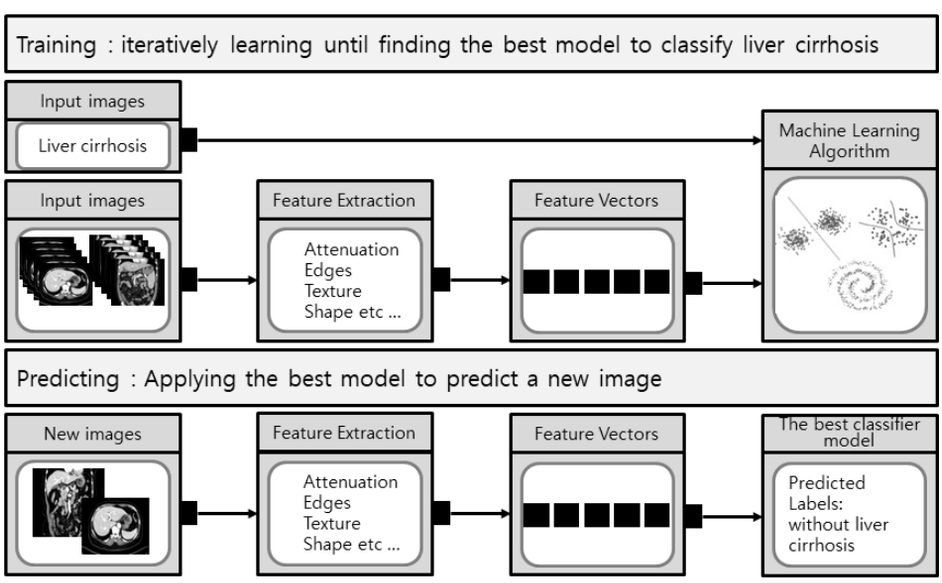

Fig. 4. Development of Artificial Intelligence Predictive Models

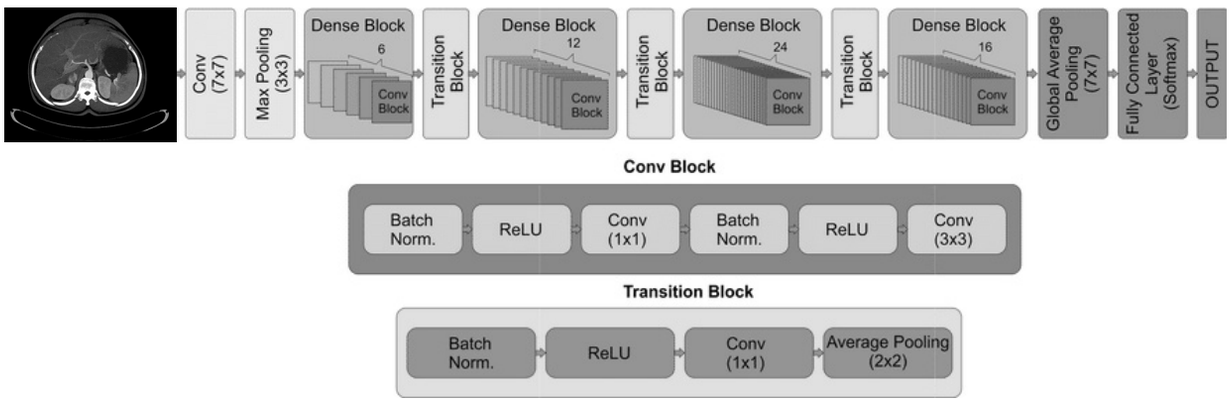

Fig. 5. DensNet121

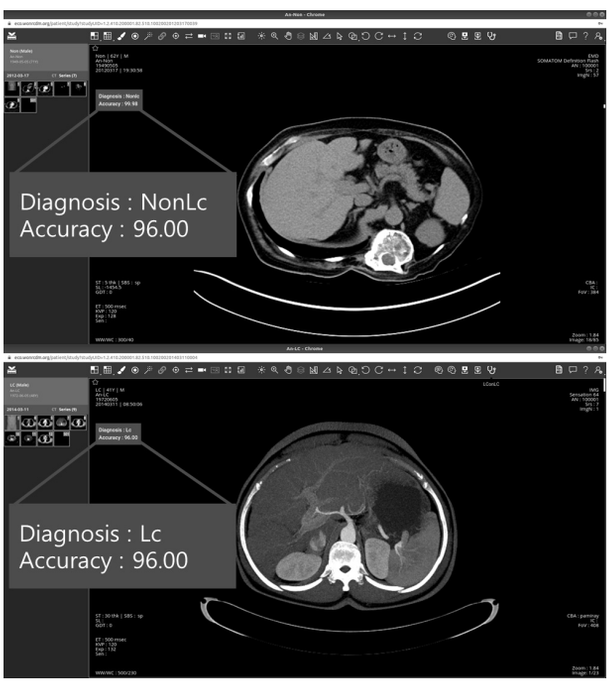

Fig. 6. Results of Cirrhosis Determination using Artificial Intelligence, Normal (Phase), Cirrhosis (Bottom)

Test셋의 비율은 8:1:1의 비율로 수행하였다. Batch-size는 32, Learning-rate는 1e-4로 학습하였다. 학습은 총 200회 진행하였으며, Prediction 모듈에 사용된 가중치 파일은 학습결과 AUROC 0.863으로 유의미한 결과를 사용하였다[10].

2.3 간 경화증 진단을 위한 웹 서비스 결과

웹 뷰어 환경에서 간 경변 질환 여부를 알 수 있는 영상,즉 간이 잘 보이는 영상을 찾은 후 뷰어 화면상의 Prediction버튼을 눌러 인공지능 모듈을 수행하면 인공지능 모듈에서 영상을 읽어 들여 가중치 파일을 통해 해당 환자 영상의 질환 여부를 판단하여 Fig. 6과 같이 뷰어 화면에 LC(Liver Cirrhosis)인지 NonLC(Non Liver Cirrhosis)인지를 Accuracy Score와 함께 표현해 준다.

Table 1. Diagnostic Web Service Performance Assessment of Cirrhosis

	Liver Cirrhosis	Normal
Valid Case	60	60
Test Case	59	57
Accuracy (%)	98.3	95.0

Table 1은 간 경화증 진단 웹 서비스를 이용하여 실제 학습에 사용되지 않은 의료영상을 이용하여 만든 간 경화증 환자와 아닌 환자에 대한 Validation 데이터셋을 Prediction 하여 나온 결과를 표로 나타낸 것이다. 해당 데이터셋은 영상의학과 전문의가 진단을 내린 Report를 통해 수집하였다.

간 경화증 환자 60명의 영상과 간 경화증이 없는 환자 60명의 영상을 이용하여 비교하였으며, 그 결과 간 경화증은 98.3%, 간 경화증이 없는 경우는 95.0%의 정답률로 간 경화증 진단을 검증하였다. 해당 결과에 따라 제안한 간 경화증 진단을 위한 웹 서비스가 실제 활용에 유의미할 것으로 기대한다.

3. 결 론

인공지능 기술은 의료영상과 환자의 임상 데이터가 디지털화됨에 따라 매우 높은 활용성을 지니고 있다. 그 중 의료영상을 이용한 인공지능에 대한 연구는 더욱 활발해 지고 있으며, 그 가치를 인정받고 있다. 다양한 질환 중 간 질환은 중증으로 진행될 때 까지 확인이 어려워 그 위험도가 매우 높다. 의료영상기반의 비침습적 진단과 예측 모델의 활용에 대한 기대가 높아지고 있다.

본 논문에서는 임상에 빠르게 적용하고 기존 병원 시스템과 연계가 용이한 의료영상기반의 간 경화증 판독을 돕기 위한 웹서비스를 구축하고 Prediction 결과를 통해 서비스의 유용성을 보였다. 본 논문에서 제안한 시스템은 간 질환 판독을 돕고, 초기에 간 경화증을 판별하여 질환에 대한 빠른 치료를 도울 수 있다. 향후 계획으로는 실제 병원 환경에 적용하여 의료진의 진단과 개발된 시스템의 결과를 비교하여 시

스템의 유용성을 평가하고, 알고리즘의 개선을 통해 시스템의 정확성과 예측에 걸리는 시간을 보완할 계획이다. 또한 질환발생 가능성을 예측하기 위해서 의료영상외의 임상 데이터와 결합한 인공지능에 대한 연구를 진행 할 계획이다.

References

[1] J. S. Kim, and T. S. Chung, "Deep learning applications in medical image analysis", *IEEE Access*, Vol.6, pp.9375-9389, Dec. 2017, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2788044,

[2] H. W. Lee, J. J. Sung, and S. H. Ahn, "Artificial intelligence in liver disease," *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, Vol.36, Iss.3, pp.539-542, Mar. 2021.

[3] S. Kaur, et al., "Medical diagnostic systems using artificial intelligence (AI) algorithms: Principles and perspectives," in *IEEE Access*, Vol.8, pp.228049-228069, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3042273.

[4] S. Gupta, G. Karanth, N. Pentapati, and V. R. Badri Prasad, "A web based framework for liver disease diagnosis using combined machine learning models," *2020 International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC)*, Oct. 2020, doi: 10.1109/ICOSEC49089.2020.9215454.

[5] C. H. Jiang, et al., "Bioinformatics-based screening of key genes for transformation of liver cirrhosis to hepatocellular carcinoma," *Journal of Translational Medicine*, Vol.18, No.40, 2020. doi: 10.1186/s12967-020-02229-8.

[6] Y. Zeng, et al., "Gut microbiota dysbiosis in patients with hepatitis B virus-induced chronic liver disease covering chronic hepatitis, liver cirrhosis and hepatocellular carcinoma," *Journal of Viral Hepatitis*, Vol.27, Iss.2, pp.143-155, Oct. 2019.

[7] M. Nouri-Vaskeh, A. Malek Mahdavi, H. Afshan, L. Alizadeh, and M. Zarei, "Effect of curcumin supplementation on disease severity in patients with liver cirrhosis: A randomized controlled trial," *Phytotherapy Research*, Vol.34, Iss.6, pp.1446-1454, Feb. 2020.

[8] Windowing (CT) [Internet], https://radiopaedia.org/articles/windowing-ct.

[9] Ö. Polat, A. Polat, and T. Ekici, "Automatic classification of volcanic rocks from thin section images using transfer learning networks," *Neural Computing and Applications*, 2021. doi: 10.1007/s00521-021-05849-3.

[10] E. Y. Kwon, C.-W. Jeong, D. M. Kang, Y. R. Kim, Y. H. Lee, and K.-H. Yoon, "Development of common data module extension for radiology data (R_CDM): A pilot study to predict outcome of liver cirrhosis with using portal phase abdominal computed tomography data," ECR 2019, doi: 10.26044/ecr2019/C-1876.

노 시 형

https://orcid.org/0000-0002-1992-6239
e-mail : nosij123@wku.ac.kr
2015년 원광대학교 전기전자 및 정보공학부(학사)
2017년 원광대학교 컴퓨터공학과(석사)
2017년 ~ 현 재 원광대학교 의료융합연구센터 연구원
관심분야 : Medical Imaging, Machine Learning, Big Data

김 지 언

https://orcid.org/0000-0001-8019-9977
e-mail : kakasky112@wku.ac.kr
2015년 원광대학교 반도체디스플레이학과 (학사)
2017년 원광대학교 컴퓨터공학과(석사)
2017년 ~ 현 재 원광대학교 의료융합연구센터 연구원
관심분야 : Medical Imaging, Machine Learning, Big Data

이 충 섭

https://orcid.org/0000-0003-1276-4000
e-mail : cslee99@wku.ac.kr
2005년 원광대학교 전기전자 및 정보공학부(학사)
2011년 원광대학교 컴퓨터공학과(석사)
2007년 ~ 2014년 인피니트 헬스케어 과장
2014년 ~ 2018년 레이언스 책임연구원
2018년 ~ 현 재 원광대학교 의료융합연구센터 책임연구원
관심분야 : Medical Imaging, Deep Learning, CDM

김 태 훈

https://orcid.org/0000-0002-2552-0665
e-mail : tae_hoonkim@hanmail.net
2010년 전남대학교대학원 의공학협동과정 (박사)
2009년~2014년 전남대학교병원 의생명연구원 연구원
2010년 ~ 2013년 전남대학교병원 영상의학연구소 Postdoctoral Fellow
2010년 ~ 2014년 전남대학교 산학협력단 의과대학 연구원
2014년 ~ 현 재 원광대학교 의료융합연구센터 연구교수
2020년 ~ 현 재 원광대학교병원 스마트사업팀 교수
관심분야 : 의료영상 분석, 정량분석 소프트웨어, 영상의학 분야 임상 연구, 빅데이터・공통데이터 모델(CDM) 분석 및 활용

김 경 원

https://orcid.org/0000-0002-1532-5970
e-mail : medimash@gmail.com
2002년 서울대학교 의과대학 의학과(학사)
2009년 서울대학교 의과대학 의학과(석사)
2012년 서울대학교 의과대학 의학과(박사)
2006년 ~ 2011년 서울대학교병원 영상의학과 전공의/임상강사
2012년 ~ 2013년 다나파버 암센터 하버드 의대 Clincal Fellow
2012년 ~ 현 재 서울아산병원 영상의학과 부교수
2017년 ~ 현 재 서울아산병원 Asan Image Metrics 담당교수
관심분야 : Drug Development, Preclinical to Clinical Research, Preclinical and Clinical Application of MRI, Clinical Trial Design and Operation, Digital Data Platform for Clinical Trial

윤 권 하

https://orcid.org/0000-0002-2634-8510
e-mail : khy1646@wku.ac.kr
2002년 전북대학교 의과대학 의학과(박사)
2002년 ~ 2008년 원광대학교 익산방사선 영상과학연구소 연구소장
2009년 ~ 현 재 전북테크노파크 방사선영상기술센터 센터장
2012년 ~ 현 재 원광대학교병원 의학과 교수
2015년 ~ 2018년 원광대학교병원 임상의학연구원장
2019년 ~ 현 재 원광대학교병원 병원장
관심분야 : X-ray Imaging, Nano Medicine, Molecular Imaging, Gastointestinal Imaging

정 창 원

https://orcid.org/0000-0002-9305-4686
e-mail : mediblue@wku.ac.kr
2003년 원광대학교컴퓨터공학과(박사)
2004년 ~ 2006년 전북대학교 학술연구교수
2006년 ~ 2013년 원광대학교 전기전자 및 정보공학부 강사
2013년 ~ 현 재 원광대학교 의료융합연구센터 연구교수
2020년 ~ 현 재 원광대학교병원 CDM 기관관리자
2020년 ~ 현 재 원광대학교병원 스마트사업팀 교수
관심분야 : Bigdata, AI Platform, Medical Data Analysis, Smart Healthcare, Common Data Model for Medical Information, Radiology_CDM