

# 빅데이터를 활용한 의료영상정보시스템의 시작과 미래

유세종 (대전보건대학교), 한성수·한만석 (강원대학교)

목 차	1. 서 론
	2. 국내 PACS 도입과 배경
	3. 의료영상정보의 기본 개념
	4. 의료영상정보의 통합
	5. 의료영상정보와 AI의 결합
	6. 결 론

## 1. 서 론

의료기관에서는 처방전달시스템(Order Communication System, OCS)를 기준으로 크게 전자 의무기록(Electronic Medical Record, EMR)과 의료영상저장전송시스템(Picture Archiving and Communication System, PACS)으로 구분되어지고 있다. 병원정보에서 OCS가 기본 정보 시스템으로 운영되어지는 것은 환자 정보값(ADT)을 바탕으로 각 처방 정보에 검사 정보, 결과 정보 등을 하위 그룹으로 매칭(Matching)되어 각 솔루션에서 처방을 조회 후 확인하는 시스템으로 구성되어 있기 때문이다. 이러한 OCS 기반을 바탕으로 기존 수기 기록을 한 환자 의무 기록을 전산화하여 기록할 수 있는 EMR이 운용되고 있으며, OCS, EMR은 의료환경을 아날로그에서 디지털로 빠르게 바뀌게 만드는 원동력

이라 할 수 있다.

의료시장에서 영상정보 솔루션인 PACS는 의료 디지털 환경에서 빠질 수 없는 분야이다. 초창기에는 영상을 필름인 아날로그방식에서 디지털 방식으로 변화하는 하나의 방법에서 현재는 여러 솔루션들과 결합하여 새로운 발전 방향을 보여주고 있다. PACS의 발전 방향은 보안, 상호호환, 효율성 및 자동화 등 다양한 키워드를 제시하였지만, 최근 들어 모든 방법에서 영상의 질적 개선을 할 수 있는 인공지능(Artificial Intelligence, AI)과 결합하는 형태가 대두되고 있다. 특히 영상의 Deep Learning 기술과 함께 판독을 보조할 수 있는 시스템이 2019년 9월 서울에 있는 대학병원에서 대학과 산업체가 합작한 AI PACS를 개발 및 설치하여 구동하게 되었다[1].

이처럼 의료 환경에서 의료영상정보시스템은

빠르게 변화하고 있어, 정책 및 시장에서도 그 대처할 수 있는 구조적 변화가 필요하다. 이에 본 원고는 의료영상정보시스템이 국내에 도입된 역사의 바탕으로 현재의 흐름을 파악하고 미래를 예측할 수 있는 자료로 활용되고자 기술하였다.

## 2. 국내 PACS 도입과 배경

국내에 PACS가 도입된 해는 1994년 11월 서울삼성병원 개원과 함께 도입되었다. 해당 시기에는 PACS 영상 포맷 방식인 DICOM(Digital Imaging and Communication Medicine) 기준이 보편화 된 시기는 아니었으며, 국내에서는 PACS 개발이 전무한 상태였다. DICOM은 미국방사선학회와 미국전기공업회가 의료영상장비의 표준화를 위해 1983년 ACR/NEMA 디지털 영상전송 표준 위원회가 모체가 되어, 1985년 ACR/NEMA 1.0v를 북미방사선학회(RNSA)에 발표를 시작으로 1988년 버전 2.0을 발표했으며, 이후 객체지향 정보 모델 등 수정을 하면서 1992년에 북미방사선학회에서 DICOM이라는 명칭을 처음 제안되고, 1993년 첫 데모버전이 발표되었다. 1996년에는 디지털의료영상전송장치(DICOM) 위원회에서 규격을 더욱 강화를 시작하고, 2018년도에 PS 3.21v, 2019년도엔 PS 3.22v으로 통상적으로 DICOM 3.0 버전이라 하며 꾸준히 수정을 거듭하고 있다.

1997년 11월 21일 정부가 국제통화기금(IMF)의 구제 금융을 신청한 것이 국내에 PACS가 급속하게 확산된 계기가 되었다. 1980년 중반부터 1990년 중반까지 우리나라는 최대의 호황기를 누리고 있었으나, 당시 역대 정상수치는 급감하고, 나라 빚은 1,500억 달러가 넘어서고 있었다.

당시 환율시장에 정부가 고정환율체도로 개입하면서 다량의 외화를 방출했고, 그 결과 1996년 330억 달러의 외환보유액이 1997년 204억 달러로 급감했다. 이에 더해 1997년 말레이시아, 태국, 홍콩, 인도네시아 등 동남아 국가들의 연쇄 외환 위기가 하반기에 우리나라에도 영향을 미치게 되었다[2]. 그 영향으로 환율이 1996년 12월 839원/달러에서 1997년 12월 1,484/달러로 급등하게 되고, 수출입에 영향을 받음으로서 의료재료 공급업체가 어려움을 겪게 된다. 의료재료 공급업체는 전량 수입에 의존하는 필름, 현상액, 정착액, 현상기 등의 수입을 줄이면서 시장 공급 가격이 급등하게 되고, 의료기관은 적자를 감수하더라도 환자의 진료를 위해 어쩔 수 없이 높은 가격의 필름을 구입할 수밖에 없었으며, 이로 인하여 우리나라 경제에도 악영향을 주었다. 정부는 수입을 줄이고, 시장 가격을 안정화 할 수 있는 대책 마련이 시급하였으나, 대형병원 등에 필름을 대체할 수 있는 PACS 구축을 할 수 있는 우리나라 업체는 없었다. 그래서 정부는 연구 용역으로 우리나라 PACS 개발업체와 병원과 합작하여 국내 개발을 시작하여 2000년도 전에 Full PACS를 설치할 수 있는 기술력을 가지게 되었다. 하지만 Full PACS를 설치하기 위해서는 의료기관에서는 최소 20억원의 막대한 초기 자본이 필요하여 선 듯 설치를 할 수 없었다[3].

1999년 11월에 보건복지부는 전 세계적으로 보기 드문 사례로 보고되고 있는 혁신적인 제도를 도입하게 된다. 의료기관에서 PACS를 설치하여 사용 시 의료보험 수가를 적용하여 Full PACS 수가, CR 수가 지급을 시행하게 되었다. 예를 들어 Chest PA(흉부전후촬영) 검사 한 건당 필름으로 검사 할 경우 1만원이라 한다면, PACS를 설치해서 수가를 받으면 1,5만원을 받을 수 있게 한 것이다. 그래서 의료기관에서 연

〈표 1〉 2004년 의료기관 별 PACS 설치 현황[4]

구분	종합전문	종합	병원	의원	치과병원	치과의원	계
의료기관수	42	241	941	24,196	110	11,970	37,500
PACS설치기관수	37	144	116	11	3	0	311
설치기관%	88.10	59.75	12.33	0.05	2.73	0.00	0.83

〈표 2〉 2010년 의료기관 정보화 현황[5]

(단위: %)

구분	PACS	EMR	OCS	LIS	처방약제	건강검진
종합병원	96	66	93	78	72	76
병원	43	52	74	37	37	27

간 20~30억원 추가 수입이 생기면서 2000~2005년 급속히 확산되면서 1,500여 병원급 의료기관의 PACS 도입률이 70%에 육박한 수준으로 올라오게 된다.

PACS 의료수가 도입으로 2004년 PACS를 설치한 의료기관 중 종합병원 이상은 약 64%이며, 2010년는 96%, 병원은 12.33%에서 43%까지 급등하게 된다(표 1, 2).

### 3. 의료영상정보의 기본 개념

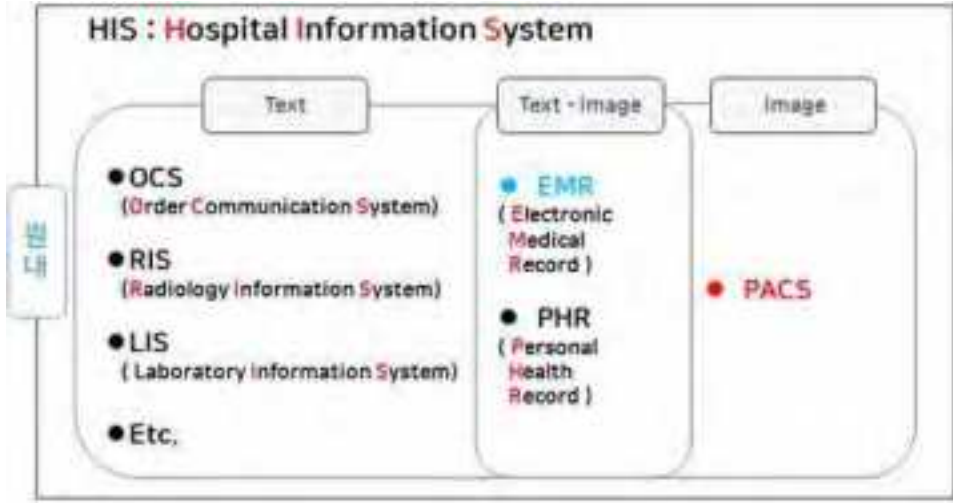
의료영상정보는 DICOM 포맷 방식을 기본으로 하며, 생성 방법에 따라 단층영상인 볼륨 영상, 단면영상인 2차원적인 영상으로 구분할 수 있다. 볼륨 영상을 생성하는 의료장비(Modality)로는 CT, MRI, PET/CT 장비가 주로 이루며, 2차원적인 영상은 일반촬영, 투시(혈관조영), 유방촬영 장비가 있다. 이 중 DICOM으로 바로 생성시키는 것이 아니라 이미지를 캡처하여 Gateway를 통해 DICOM 포맷으로 변환시키는 초음파, 내시경, BMD 등 영상들이 이에 속한다. 대부분

정지영상을 기본으로 하나, 심혈관 또는 투시(혈관조영) 조영 영상 장비는 동영상 DICOM 포맷으로 저장하기도 한다.

#### 3.1 환자의 동선에 따른 의료정보 생성

병원정보시스템(Hospital Information System, HIS)은 크게 문자 정보와 영상 정보로 구분할 수 있으며, 문자 정보에는 OCS, RIS, LIS 등 다양한 시스템으로 구성되어 있다. 영상정보는 높은 해상도를 요구하므로 PACS로 시스템을 구분하여 사용하며, 의무기록 전자차트인 EMR은 문자 정보와 낮은 해상도가 삽입 될 수 있도록 시스템을 구성한다(그림 1).

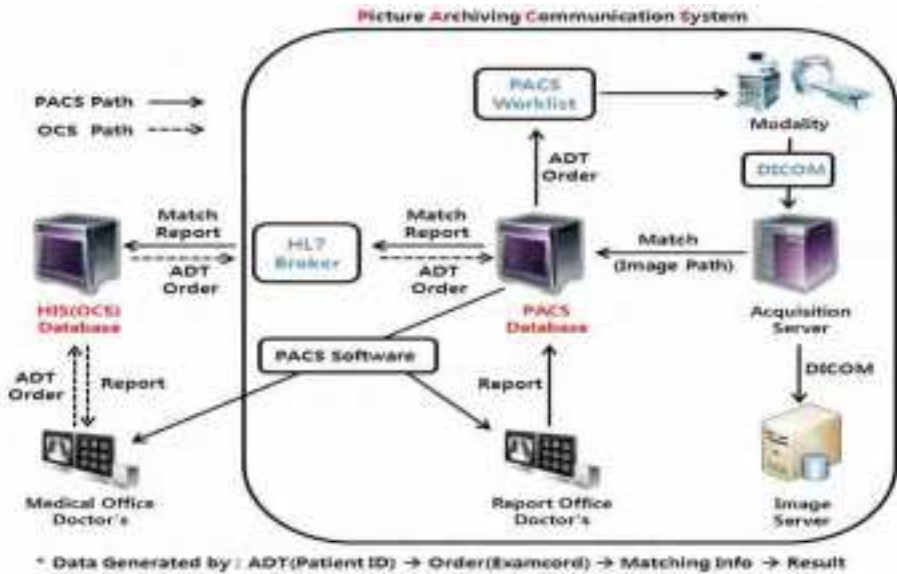
환자가 병원에서 처방을 중심으로 검사와 치료를 하게 됨으로서 여러 가지 정보를 생성하게 된다. 환자정보는 ADT(Admission Discharge Transfer)라 하며, 처방정보는 Order라 한다. 환자가 병원에 오면 인적정보를 접수하고, 진료와 검사를 진행한 후 입원(Admission), 퇴원(Discharge), 전과(Transfer) 등이 이루어지며, 진료과에서 처방(Order)을 받아 검사 및 치료를 받



(그림 1) HIS 구성도

게 된다. ADT와 Order는 Database에 저장하게 되며, 병원정보를 HIS라고 하지만 병원정보의 특성상 처방을 기준으로 정보 시스템을 구성하여, 이 Database(D/B)를 OCS Database라 통상적으로 말한다.

ADT와 Order를 OCS D/B에 저장하면 HL7 Broker(Health Level 7)를 이용하여 D/B에 저장한 새로운 정보값을 PACS D/B에 전달하게 된다. 환자는 검사실로 이동하게 되고, PACS D/B에 저장된 ADT와 Order를 PACS Worklist를 이



(그림 2) 환자 정보 흐름에 따른 PACS Workflow[6]

용하여 영상 검사 장비(Modality)에 해당 정보를 등록한다. Modality에 등록된 ADT와 Order를 바탕으로 환자는 검사를 하고, 검사한 영상은 영상 정보(검사시간, 병원명, 장비명, 검사자, 검사 프로토콜 등)를 포함한 ADT, Order로 구성된 DICOM 포맷 형식을 갖춘 영상 데이터를 생성하게 된다. 해당 Modality에서는 획득서버(Acquisition Server)로 DICOM 영상을 보내며, 획득서버는 DICOM 영상을 저장시킨 후 저장 경로를 PACS D/B에 저장되어있는 Order 하위 그룹에 매칭(Match)을 하면서 검사가 종료된다. 그 후 PACS 프로그램을 이용하여 판독 결과를 PACS D/B에 저장한 후 HL7 Broker를 이용하여 OCS D/B에 Match(검사완료), Report(판독완료) 값을 보내면서 모든 행위가 종료된다. 환자는 ADT, Order, Match, Report 정보값을 바탕으로 처방과 치료를 받게 되는 것이다(그림 2).

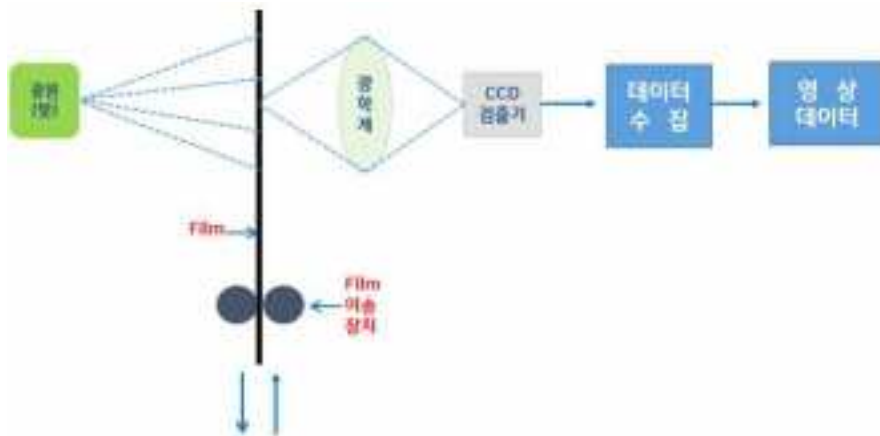
### 3.2 영상 생성 방식에 따른 DICOM 변환 방식

의료영상정보 중 가장 보편적으로 많이 사용하는 방식은 DICOM 3.0 기준에 맞도록 생성되는 방식이며, 만약 그렇지 않은 방식은 변환을

해야 된다. DICOM 포맷 방식이 아닌 의료영상은 DICOM Gateway를 이용하여 변환시키며, 크게 3가지 형태로 변환시킨다. Digital Converter, Image Capture Converter, Image Film converter 이 있으며, 이 변환된 DICOM 포맷 영상은 정확한 길이를 측정하지 못한다는 단점을 가지고 있다. 현재 Digital Converter 방식과 Image Film Converter 방식은 2010년을 기점으로 그 수요가 급격히 줄어들고 있으며, 현재 남아 있는 방식은 Image Capture Converter 방식이 가장 보편적으로 많이 이용되고 있다.

Image Capture Converter 방식을 사용하는 Modality는 초음파와 내시경이미지가 대부분을 차지하고 있으며, 모니터 영상을 직접 Capture 한 후 그림파일로 받아 이를 DICOM Gateway를 통하여 DICOM 포맷으로 변환 한 후 전송하는 방식을 사용하고 있다.

Image Film Converter 방식은 기존 아날로그 방식인 필름을 디지털라이저(Digitizer)를 이용하여 필름을 스캔 한 후 그림파일로 받아 이를 DICOM Gateway를 통하여 DICOM 포맷으로 변환 한 후 전송하는 방식을 사용하고 있다(그림 3, 4).



(그림 3) DICOM Gateway Digitizer 도식도[6]



#### 4. 의료영상정보의 통합

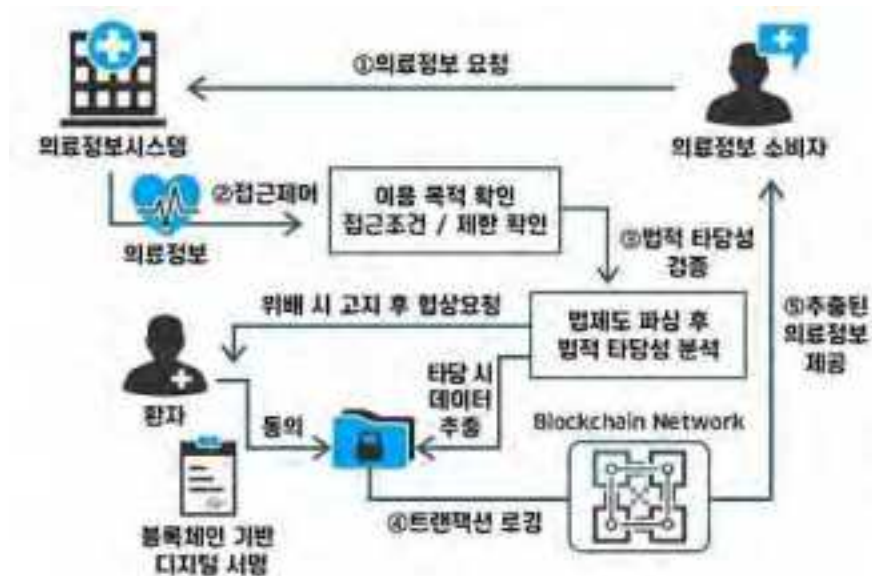
많은 의료기관에서는 스마트 병원 서비스를 내세우며 차세대 통합의료정보시스템을 도입한다고 한다. 차세대 통합의료정보시스템의 개념을 보면 EMR, 전자동의서, 빅데이터, AI, 정밀의료, 외부기관 연동 등을 통합 솔루션으로 구축하고, 이를 바탕으로 환자에 대한 데이터베이스 구축과 데이터 표준화를 통한 의료데이터 기반의 의학연구를 실현하는 것을 목적으로 두고 있다.

통합의료정보시스템의 구성을 보면 경영정보와 진료정보로 나뉘고, 경영정보는 EIS(경영진 정보 시스템, Executive Information System), ERP(전사적 자원 관리, Enterprise Resource Planning), EDI(전자문서교환, Electronic Data Interchange) 등이며, 진료정보는 OCS, EMR, CRM(고객관리, Customer Relationship Management), Drug(약) 등이 포함되어 있다. 통합의료정보시스템의 가장 큰 장점은 모든 정보

를 통합하여 분석할 수 있어 환자 안전관리에도 효과적으로 대처할 수 있다는 것이다.

하지만, 해결할 문제점들을 가지고 있으며, 가장 문제가 되는 부분이 개인정보보호법에 관련된 환자 정보 유출 방지 문제가 된다. 우리나라는 불필요한 개인정보 규제를 보완하기 위해 2020년 1월 데이터 3법(개인정보보호법, 정보통신망법, 신용정보보호)이 국회를 통과하였으나, 개인정보인 의료정보는 개인의 민감 정보 등을 모두 포함하고 있어 더 신중을 기하는 모습이지만 블록체인 기술이 발전하면서 개인 정보의 안정성 여부를 검증하고 있는 추세이다. 블록체인 기술은 정보 요청자가 의료정보시스템에 접근하여 의료정보를 요청하면 데이터 접근 제한 및 조건 등 타당성을 검증한 후 블록체인 기반으로 디지털 서명과 네트워크를 통하여 요청자에게 요청 추출 정보를 안전한 형태로 제공하는 기술이라고 할 수 있다(그림 6).

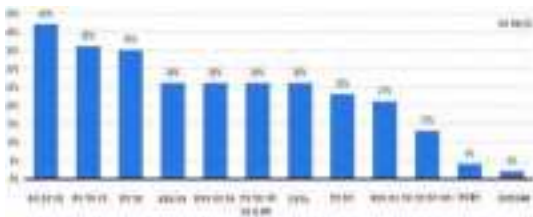
또 하나의 문제점은 방대한 의료영상정보의



(그림 6) 의료정보시스템의 안정성을 위한 블록체인 기술 적용[7]

통합이다. 소규모 의료기관에서는 직접 의료기관에서 DICOM Data를 보관하지 않고, 클라우드 저장방식을 채택하여 Mobile PACS, Cloud PACS 형태로 구축하여 사용하고 있으나, 대형 의료기관에서 하루에 발생하는 DICOM 정보량은 가늠할 수 있는 수준을 넘어서고 있고, 사용빈도도 많아 Cloud 방식에 대한 제약이 따른다. 하지만 우리나라는 세계에서 가장 뛰어난 망을 구축하고 있어 개인정보보호에 대한 제약 및 보안이 해결된다면 해결 가능한 부분이다.

이 두 가지 문제점은 모든 의료기관이 망으로 통합하여 의료정보를 공유 및 활용할 수 있는 EHR(전자건강기록, Electronic Health Record) 시스템을 구현하는데 제약이 되고 있다. EHR이 구축되면 의료 기관별로 개별 관리되어지고 있는 환자의 진료 기록 등 호환성을 강화한 EMR을 바탕으로 서비스를 하면서 중복 투자 비용 감소, 불필요한 의료비 지출 방지, 임상 진료의 질을 향상시킬 수 있는 중요한 의료정보 통합시스템을 구현할 수 있다. 2021년 의료전문가 40%가 올해 e헬스 트렌드로 EHR을 선정하였으며, 두 번째로 환자기록 공유를 응답한 비율이 36%로 모두 정보공유를 앞으로의 추세로 내다보았다[8].



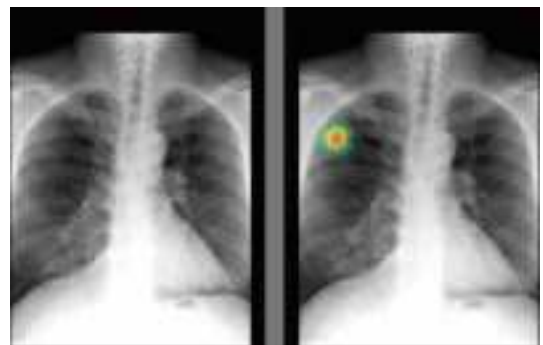
(그림 7) 맥킨지 2021년 e헬스 산업의 트렌드[8]

### 5. 의료영상정보와 AI의 결합

2016년부터 딥러닝 기반 의료영상 판독이 의

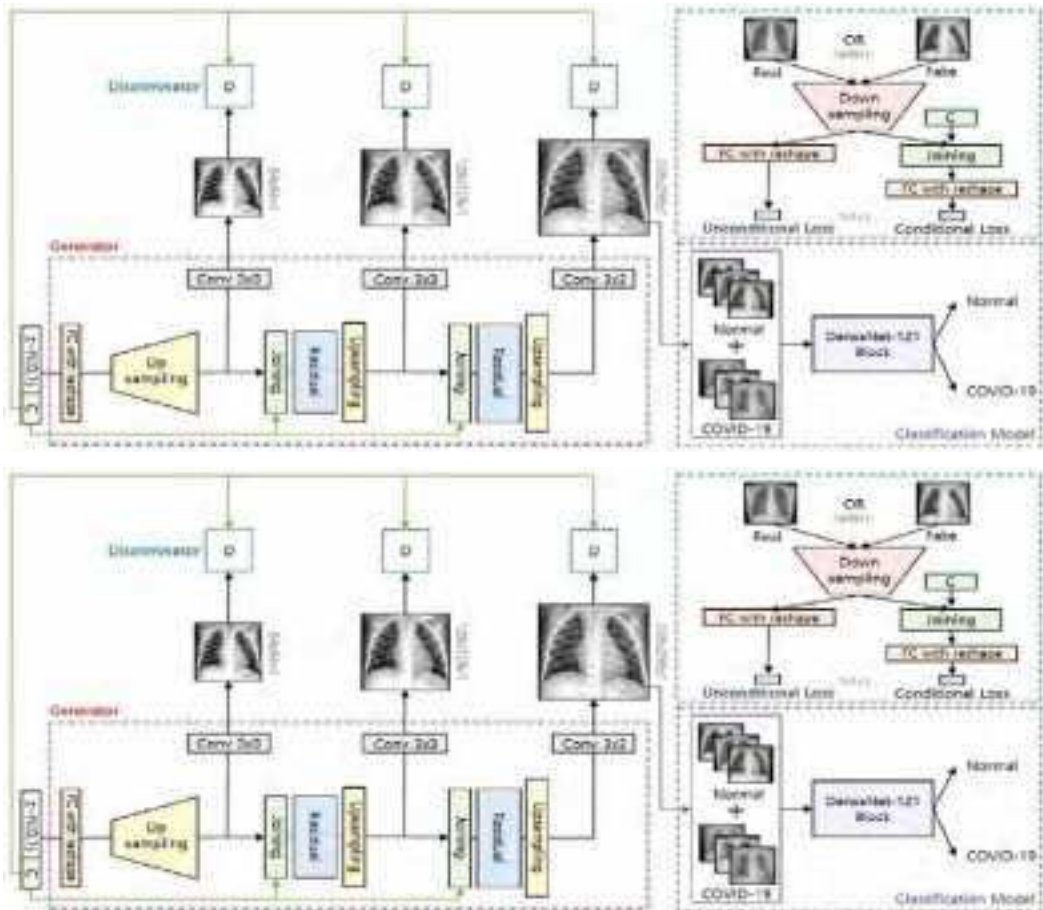
료 분야에서 1순위로 꼽고 있다. 인공지능 머신러닝의 한 분야로서 의료 분야에서 환자의 생명과 직결된 골든타임을 위해 기존 정보를 바탕으로 이상 정보를 의료진이나 환자에게 경고(Alert)를 보내는 프로세스다. 그리고, 우리나라는 2000년도부터 영상 정보를 데이터화 하였으며, 딥러닝 기반의 의료영상을 분석하는 기술도 10여년을 축적한 의료 환경을 갖추고 있어, 판독 의사가 판독 전 1차 위험도를 분석하여 판독 의사의 판독에 도움을 줄 수 있는 시스템을 만들 수 있다[8].

많은 u-헬스케어 업체들이 진단 능력을 높이는 방안을 노력했다. 예를 들어 암진단을 위해 여러 검사 결과를 종합하여, 기존에 습득한 빅데이터를 기반으로 가장 치료가 좋은 것을 추천하는 방식을 시작으로 유방검사 시 CAD를 이용하여 석회화를 표시하는 방법, 흉부 X-ray를 검사한 후 정상 영상과 비교하여 일치하지 않는 부분을 표시 후 농도값을 분석하여 진단까지 하는 방법 등 다양하게 제시되고 있다. 우리나라에서는 모기업과 의료기관과 협력하여 흉부 X-ray 암 및 결절 등 9개 영역에서 97% 진단율을 높이는 시스템을 개발하였다. 보통 흉부 X-ray는 2차원적인 영상을 이용하기 때문에 작은 병변인 경우



(그림 8) 의료정보시스템의 안정성을 위한 블록체인 기술 적용[9]





(그림 9) 딥러닝 기반 흉부 X-선 판독 기법 에 StackGAN++과 DenseNet-121 모델[10]

30% 정도를 발견하지 못하는 현실이나 딥러닝 기반을 바탕으로 이를 극복한 것이다[9]. 이는 시작에 불과하며, 앞으로 의료영상의 모든 분야에서 진단율이 높은 시스템이 정착될 것으로 보인다.

## 6. 결 론

우리나라 의료영상정보시스템은 IT를 기술력과 정부의 정책이 이루어낸 세계적인 수준에 있다. 특히 PACS 솔루션은 의료정보 기술을 세계에 수출하고 있는 유일한 분야이기도 하다. 또한

환자 당 CT, MRI 보유 대수 및 검사 건수도 높으며, 여기에 20여년 동안 축적되어 있는 DICOM 빅데이터를 기반으로 딥러닝 알고리즘으로 영상 판독율을 높일 수 있을 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- [ 1 ] <https://url.kr/fvn2ly>, Infinitt, 2019.
- [ 2 ] <https://url.kr/6xopnj>. 다음백과.
- [ 3 ] <https://url.kr/mqy34o>. 헬스케어사업연구소, 2019.

- [ 4 ] 천호중, 김영준, 이용성, 최병길, “2004 한국 PACS 현황보고”, 대한PACS학회지, 제10 권, pp. 71-76, 2004.
- [ 5 ] 최경일, “국가보건의료정보화 관련 향후 정책 방향”, HIRA 정책동향 정책현안, 7권 6 호, pp. 7-12, 2013.
- [ 6 ] 의료영상정보시스템연구회, “PACS for Medical Image”, pp. 80-88, 청구문화사, 2014.
- [ 7 ] <https://url.kr/an2cmg>. 헬스경향, 2020
- [ 8 ] <https://url.kr/p78olf>, Techworld online News, 2021.
- [ 9 ] <https://url.kr/hw4nyg>, 동아일보, 2021.
- [ 10 ] <https://url.kr/yxfqk>, 헬스통신, 2016.



한 성 수

이메일 : sshan1@kangwon.ac.kr

- 2019년 고려대학교 공학 박사
- 2018년~2019년 순천향대학교 교수
- 2019년~현재 강원대학교 자유전공학부 교수
- 2020년~현재 한국정보처리학회 상임이사/학회지 편집부 위원장
- 관심분야: 빅데이터, 분산병렬알고리즘, 영상정보처리, 딥러닝

저 자 약 력



유 세 종

이메일 : yysj016@hanmail.net

- 2010년 건양대학교 보건학석사
- 2013년 건양대학교 보건학박사
- 2002년~2018년 건양대학교병원 / 영상의학팀장
- 2018년~현재 대전보건대학교 방사선(학)과 조교수
- 관심분야: 의료영상정보, PACS, 보건정책, 아날로그영상, 통계, 방사선학



한 만 석

이메일 : angio7896@naver.com

- 2007년 충남대학교 의공학 박사
- 1997년~2012년 충남대병원/영상의학과
- 2012년~현재 강원대학교 방사선학과 교수
- 2021년~현재 강원대학교 방사선과학기술센터장
- 관심분야: MRI, CT, 초음파, 방사선, 방사선안전관리, 방사선장해방어