

인공지능 의료영상 진단모형 연구 경험과 활성화 방안

김정훈 교수
분당서울대학교병원

1. 들어가는 말

- ICT 기술은 통신 기술의 발달, 멀티미디어 처리 기술 발전, 빅데이터의 처리 능력 향상을 거듭하면서 점차 복잡화, 지능화된 기술로 진화하고 있으며, 뇌 과학· 뇌 의학 기반 기술 발전에 힘입어 인공지능(Artificial Intelligence)기술 혁신을 촉발함
 - ▶ 인공지능 기술을 통해 인간의 능력을 넘어서는 수준의 데이터를 처리할 수 있게 되었고, 보다 정확하고 효율적인 의사결정이 가능해짐에 따라 최근 주목받기 시작함
- 의료영상 분야에서는 다양한 진단기기를 이용하는 환자 수 증가에 비해 부족한 의료 인력 문제, 인간의 부정확한 판독 및 의사 간(혹은 동일 의사) 판독 편차 등으로 인한 오진 문제를 해결하기 위하여 인공지능 알고리즘의 적용 방법이 활발하게 연구되고 있음
 - ▶ 실제 최근 연구에서는 흉부 X-ray 영상에서 폐암을 놓치는 80% 이상의 원인이 뼈가 겹치고 가려져서 발생한다고 발표함¹⁾
- 또한 의료데이터가 점점 복잡해짐에 따라, 기존의 연구 접근방식으로는 의료영상을 컨트롤하는 것이 어렵다는 문제의 해결을 위하여 인공지능 알고리즘들이 활발하게 적용되고 있음

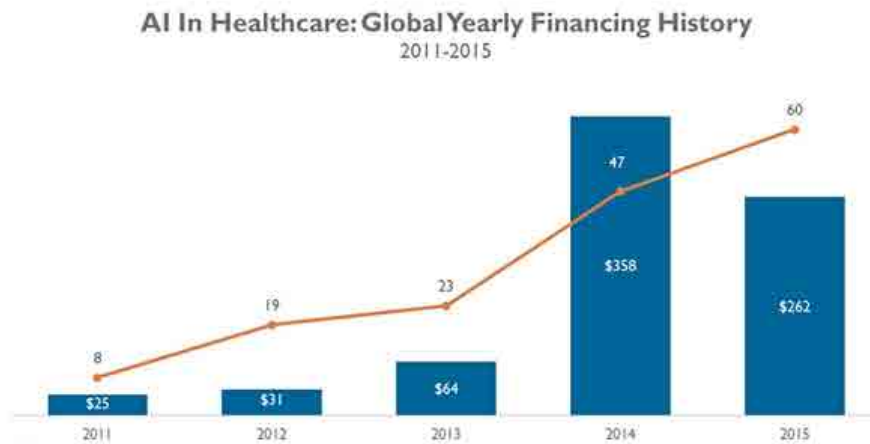




2. 국내외 인공지능 헬스케어 동향

2.1 국외 동향

- 미국은 인공지능 R&D 정책을 범 정부차원에서 추진 중이며, 정밀의료 추진 계획을 통하여 인공지능을 활용한 개인 맞춤형 의료 혁신에 집중하고 있음



자료원: CBInsight

[그림 1] 미국 헬스케어 내 인공지능 연간 자금 추이(2011년~2015년)

- 미국의 인공지능 관련 기업들은 자체적으로 기술을 개발하고 다양한 스타트업 기업을 인수하여, 헬스케어 분야의 인공지능 선도 기업으로 입지를 다지고자 함
 - ▶ 구글은 혈당측정기, 노화방지 치료제, 유전자 분석, 건강관리 플랫폼 등 헬스케어 관련 기술 개발을 통해, 평소 건강상태와 적절한 대응법을 제공하는 인공지능을 선보일 것으로 전망
 - ▶ 마이크로소프트는 인공지능을 이용한 암 치료법 개발에 착수하여, 암을 디지털 프로그램으로 변환해 디버그 하는 방법으로 개별 환자별 맞춤형 치료법을 제공할 계획임
 - ▶ 애플은 최근 환자, 가족, 간병인, 의사, 간호사가 치료 계획을 공유하고, 복약 상황 등을 모니터링 하여 효과적으로 환자의 치료를 돕는 소프트웨어를 개발함

- 유럽은 의료정보 기술 플랫폼 구축 및 유전체 분석을 강화한 정밀의료 제공을 추진하고 있으며, 앞으로 인공지능 기술을 적극 활용할 계획임²⁾
 - ▶ 2013년 인간두뇌 프로젝트(Human Brain Project)를 발표하고 2023년까지 10년동안 1.8조원을 투자하여 두뇌 분야를 중심으로 인공지능 헬스케어 산업발전을 견인할 의료정보 기술 플랫폼 구축을 목표로 하고 있음
- 캐나다 토론토대 연구팀은 알츠하이머 증세를 조기에 진단할 수 있는 인공지능 로봇 '루드비히(Ludwig)'을 공개함
 - ▶ '루드비히'는 키 2피트(약 61cm)의 시로봇으로 요양원, 은퇴자 시설에 있는 노인들과 대화를 통해 알츠하이머 치매 징후를 찾아낼 수 있도록 개발됨



[그림 2] 알츠하이머 증세를 조기에 진단할 수 있는 인공지능 로봇 '루드비히'

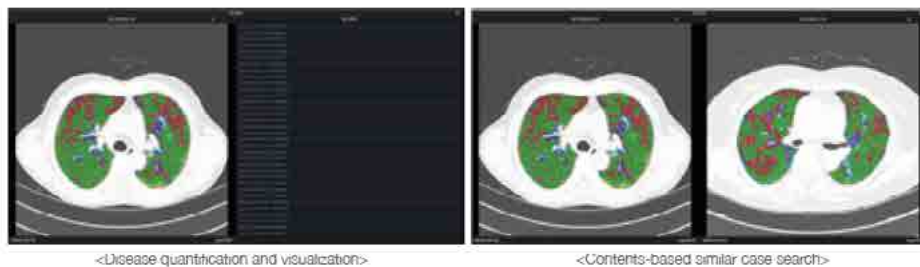
- 일본은 유전체 분석과 인공지능 적용 로봇을 활용한 개인 맞춤형 의료 서비스 제공에 집중하고 있으며, 2020년부터 인공지능을 이용한 의료행위를 진료보수에 적용하는 방안을 검토 중임



- ▶ 일본정부는 인공지능이 의료수준을 높이고 인력부족 현상을 완화시킬 것으로 예상하여, 인공지능 개발과 의료기관의 관련 설비 투자를 적극 지원하고 있음
- ▶ 실제로 도쿄대 의과학연구소에서는 미국 IBM의 AI 슈퍼컴퓨터 '왓슨'을 활용하여, 2015년 7월부터 2016년 3월까지 암 환자 54명 중 41명의 진단 및 치료 방향 결정에 도움을 받는 등 긍정적 결과를 도출함³⁾

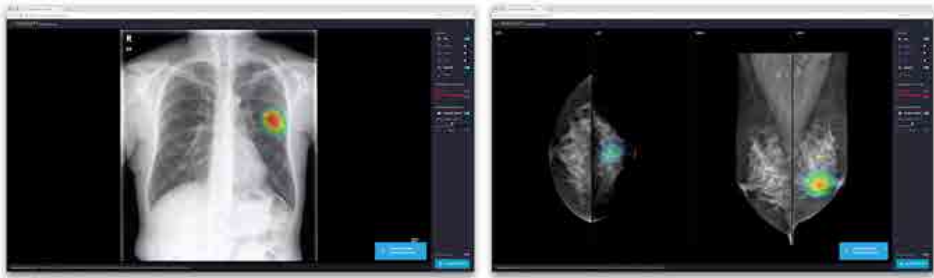
2.2 국내 동향

- 뷰노(Vuno)는 컴퓨터단층촬영(CT), 자기공명영상(MRI) 등 의료영상과 진단자료를 분석해 환자의 폐 질환 여부를 스스로 판단하는 솔루션을 개발함
 - ▶ 성 조속증 여부를 진단하는 골연령 판독 프로그램을 개발하고, 미만성 폐질환 데이터를 분석하여 전문의 판단에 도움을 주는 시스템을 연구 중 임



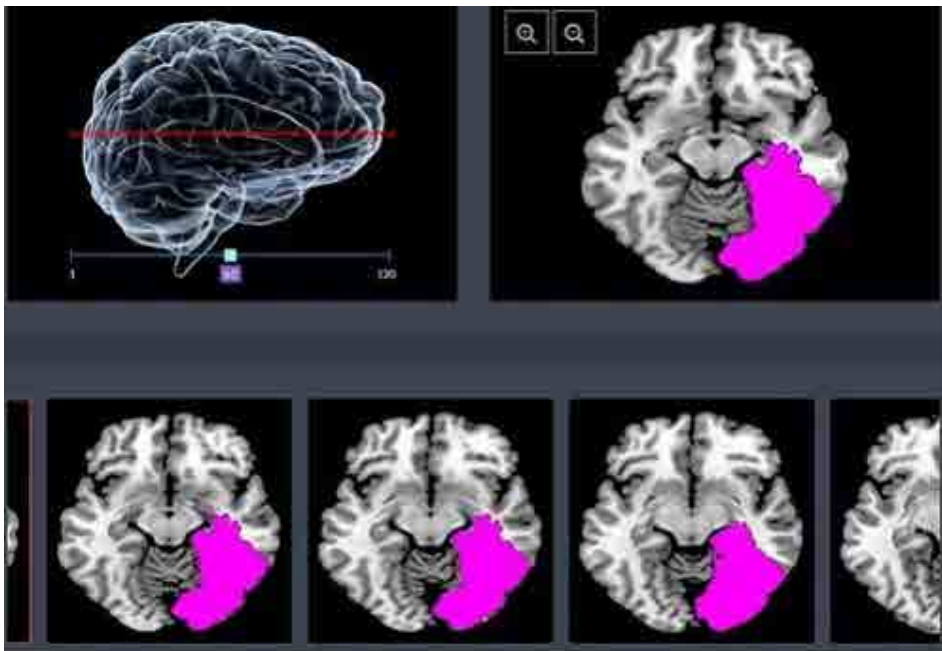
[그림 3] 뷰노의 폐질환 여부 솔루션 VUNO-MED™ Lung Quant (vuno company profile)

- 루닛(Lunit)은 인공지능 영상인식 기술을 이용하여 가슴과 유방 엑스레이 사진에서 폐질환과 유방암을 진단하는 기술을 개발하고 있음
 - ▶ 딥러닝 알고리즘을 기반으로 흉부 X-ray와 유방촬영술 영상을 감별·진단하여, 육안으로 판독하기 어려운 부분의 종양의 위치, 크기, 종양 내 변형된 세포 및 특이조직을 검출하고자 함



[그림 4] 시기반 의료영상 진단 시스템 루닛 인사이트 (<https://lunit.io/>)

- 제이엘케이인스펙션은 수많은 임상 자료를 바탕으로 기계학습(Machine Learning)과 딥러닝(Deep Learning) 기술을 적용한 인공지능 기반의 뇌경색 MR 영상진단 시스템을 개발하였음

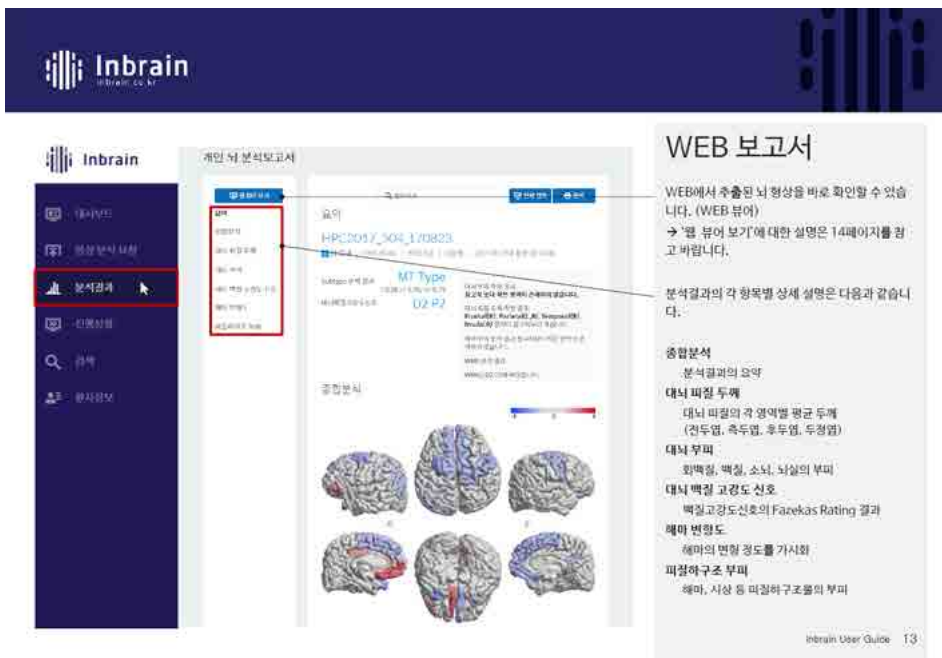


(2017. 6. 23. 헬스경향)

[그림 5] 제이엘케이인스펙션의 인공지능 기술 적용 뇌질환 진단 시스템



- OBS Korea는 클라우드 기반의 인공지능 PACS 플랫폼 기술을 바탕으로 의료영상을 수집, 레이블링, 딥러닝 학습 및 분석, 검증을 위한 기술을 개발하였음
 - ▶ 척추질환 엑스레이, 관절염 CT, 치과 파노라마 엑스레이 영상, 뇌동맥류 MR 영상 등 다양한 의료 영상에 딥러닝 기술을 적용하여, 질환의 크기와 위치를 자동으로 검출하는 영상 진단 기술을 개발 중임
- 마이다스아이티와 삼성서울병원은 MR 영상을 분석하여 치매위험지수를 산출하는 프로그램인 '인브레인(inbrain)'을 개발함
 - ▶ 뇌 MR 영상을 입력하면 3D로 복원하고 기능별로 영역을 분할한 뒤 사진을 정량적으로 측정하며, 숙련된 전문가가 몇 시간씩 투자해야 하는 '정량적 분석' 결과를 일반인도 알기 쉬운 '치매위험지수'로 보여주는 것이 특징임(2018. 4. 11. 매일경제)



[그림 6] 인브레인 프로그램 화면 (https://inbrain.co.kr-매뉴얼북)

3. 의료영상에서의 인공지능 활용

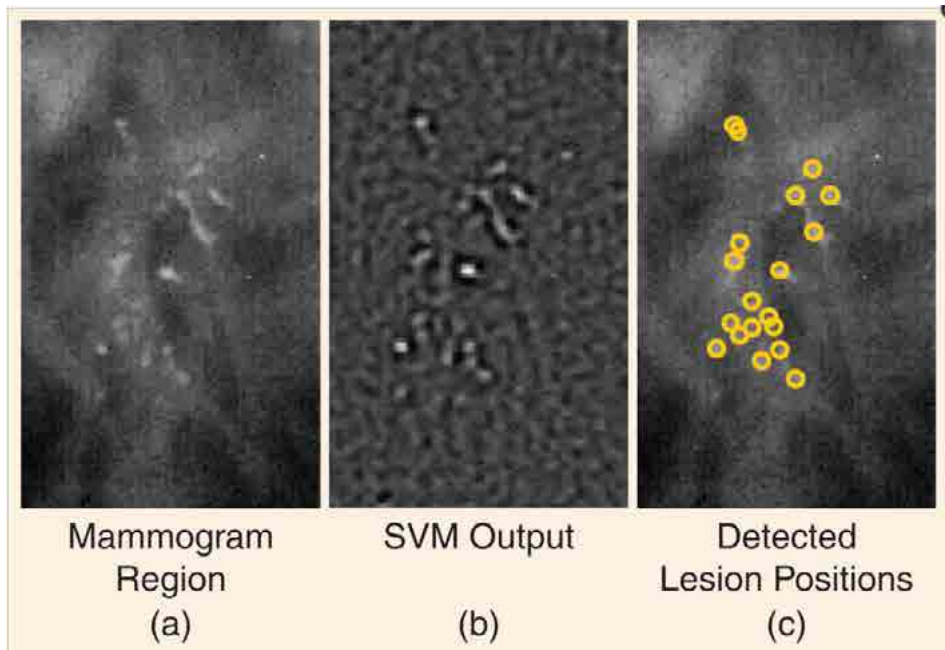
- 의료분야 데이터는 영상 데이터, 생체 데이터, 진단 데이터 등이 있으며, 최근 연구에서는 의료영상 데이터에서 영상 상 조직의 정상 여부, 종양의 양·음성 여부 판단을 위한 인공지능 연구가 활발히 진행되고 있음

3.1 의료영상에서의 인공지능 적용을 위한 비지도 학습

- 비지도 학습은 의료영상에서의 인공지능 알고리즘을 적용하기 위하여 장기의 해부학적 및 영상에서의 특징, 병소의 특징을 고려하여 적당한 방법을 선택하거나 조합하여 데이터의 특징만으로 학습하는 방법임
 - ▶ 별도의 레이블링(병변 위치와 종류 등 표기) 과정이 필요없고 데이터의 입력만 있어, 정답이 없는 데이터를 학습시키는 인공지능 방법임
 - ▶ 훈련용 데이터를 통해 함수를 추론할 수 없으며, 컴퓨터 스스로 분류하고 의미있는 값을 추출해야 함

비지도 학습기반의 인공지능 시스템 연구 사례⁴⁾⁵⁾

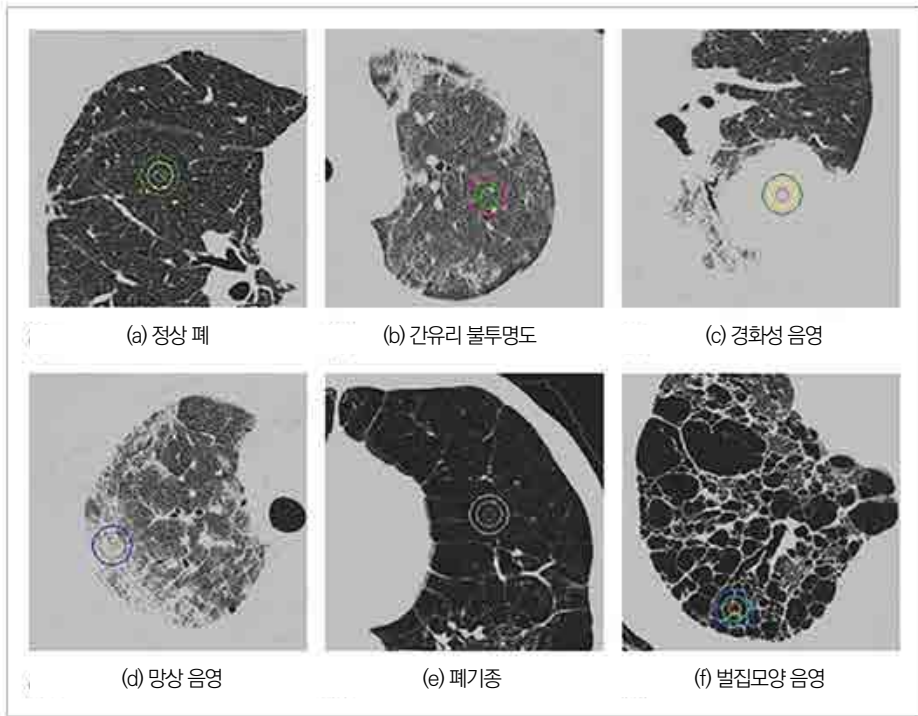
- 유방영상에서 컴퓨터 보조진단 시스템을 도입할 경우, 영상의학과 의사 단독으로 판독하는 경우보다 약 5~12% 정도 검출률이 향상됨
 - ▶ 유방영상에서 가장 많이 사용되는 방식은 유방촬영술(mammography)이며, 유방촬영영상에서 보이는 미세석회화(micro-calcification)의 군집은 유방암의 중요한 지표이므로 이를 자동 분별하는 연구가 활발히 진행 중임⁶⁾



(Wernick, Miles N., et al. "Machine learning in medical imaging." IEEE signal processing magazine 27.4 (2010): 25-38)

[그림 기] 유방촬영영상에서의 미세석회화 자동분류 결과

- 흉부영상에서 자동분류 기반 컴퓨터 보조진단시스템의 이용은 의료진간의 판독 편차 문제를 극복하고, 정량적으로 재현 가능한 판독 결과를 도출한다는 점에서 활발히 연구가 진행되고 있음⁷⁾
- 미만성 간질성 폐질환(Diffuse Interstitial lung disease)의 고해상 CT 영상 판독 시, 영상에서 확산된 음영 패턴의 복잡도와 변화 때문에 판독이 난해함. 따라서 평균, 분산, 공기밀도, 결절 성분 등의 패턴을 기본으로 인공지능망을 적용한 관심영역 기반 컴퓨터 보조 진단 시스템을 도입하여 판독의 정확도를 향상시키고 있음



[그림 8] 고해상 CT 영상에서의 정상 및 미만성 간질성 폐질환

3.2 의료영상에서의 인공지능을 위한 지도 학습 및 레이블링

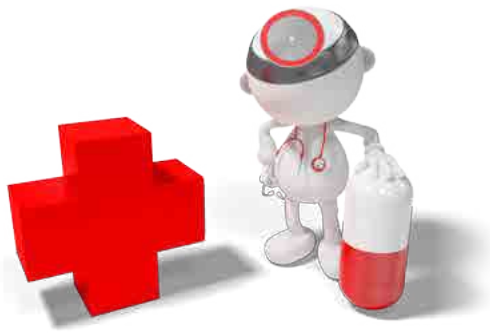
- 지도 학습은 훈련 데이터로부터 하나의 함수를 유추하기 위한 방법으로, 관측치마다 정답 레이블링이 수행된 데이터셋으로 모델을 학습시키는 방법임
 - ▶ 지도 학습기반의 인공지능 진단시스템은 해당 진단의 전문가가 진행한 정확한 레이블링 데이터가 필요함. 그러나 레이블링은 많은 노력과 시간이 소요되어, 해당 진단의 의료영상 전문가가 레이블링한 양질의 데이터를 얻기는 어려움
 - ▶ 양질의 데이터란 레이블링이 잘 되어 있는 데이터로 양도 중요하지만, 정확도가 가장 중요한 요소임

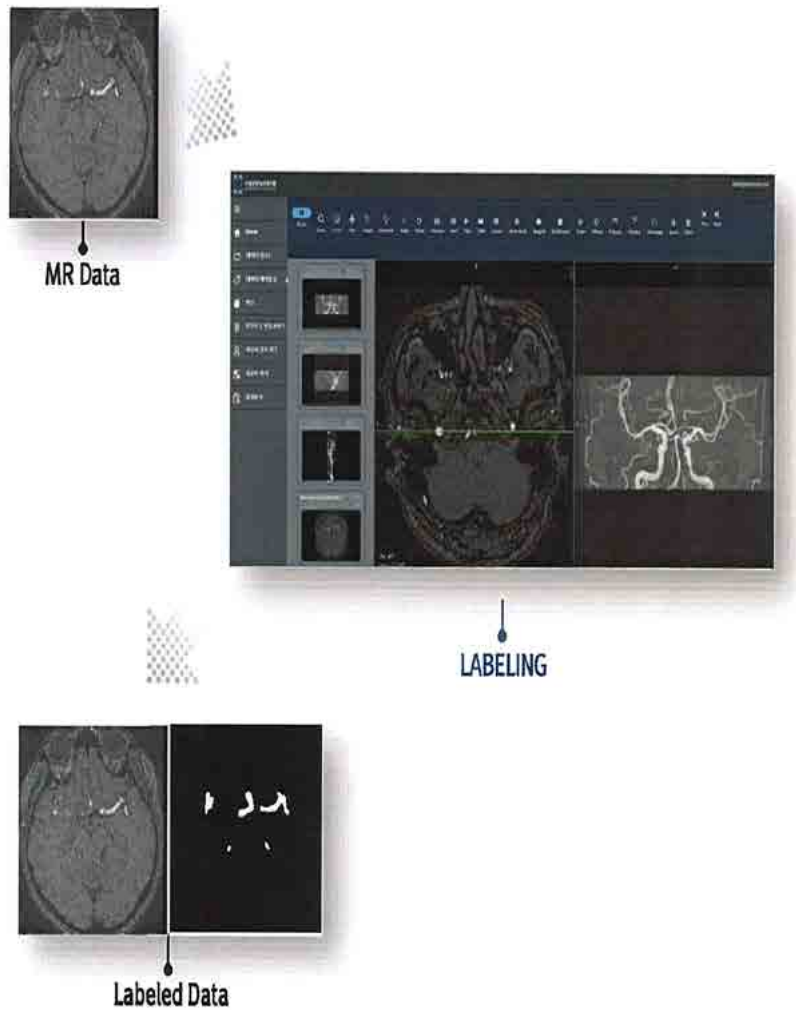


- 인공지능 머신러닝은 내부 알고리즘 특성상 왜 output이 출력되었는지 설명하기 힘들고, 의료영역에서도 진단 결과에 따라 치료법이 달라지므로 레이블링의 정확도가 중요함

뇌동맥 영상에서 학습데이터를 이용한 인공지능 진단 시스템 연구

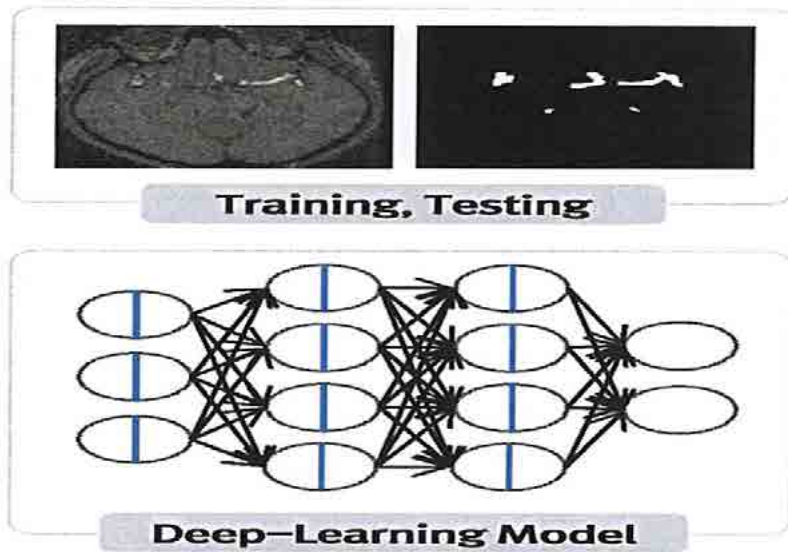
- 한국정보화진흥원의 지원으로 건강보험심사평가원과 분당서울대병원은 2017년에 인공지능을 활용한 뇌동맥류 진단 연구를 진행함
 - ▶ 뇌동맥류 질환은 인구 10만명 당 2천 ~ 5천명에게 발생하며 응급 상황 시 30%가 병원 도착 전 사망하는 질환으로, 인공지능 기반의 영상 분석 모델을 이용하면 진단소견 보완과 사전선별(pre-screening) 등 뇌동맥류 진단분야에 큰 도움이 될 것으로 예상됨
- 인공지능 뇌동맥류 진단을 위해 공개된 레이블링 데이터가 없으므로 분당서울대병원의 뇌 MRA 영상 데이터 세트를 수집하여 레이블링을 위한 제반사항을 준비함
 - ▶ MRA 영상 데이터 세트는 정상 데이터와 뇌동맥류 질환이 있는 비정상 데이터를 구분하여 수집되었으며, 추후 인공지능 학습을 고려하여 뇌 MRA 영상 전문가가 제안하는 조건의 비정상 데이터를 추출함
 - ▶ 뇌 MRA 영상 전문가는 레이블링 툴을 이용하여 수집된 비정상 데이터에서 뇌동맥류가 발생한 부분의 레이블링을 수행하며, 정확한 레이블링을 위하여 레이블링 검증 시 해당 영상에 대한 임상적 소견 및 결과를 참조하여 검증





[그림 9] 뇌 MRA 영상의 레이블링

- 3차원 MRA 영상의 특성을 고려하여 Convolutional Neural Network 와 3D U-Net을 적용하여 인공지능 뇌동맥류 진단을 위한 학습과 학습모델 검증을 수행함



[그림 10] 인공지능 시스템 구현을 위한 학습 및 테스트

- 의료영상데이터 레이블링 및 표준 데이터 변환을 통하여 통합 의료영상 분석 데이터베이스를 구축하였으며, 의료영상정보를 분석·진단하기 위한 인공지능 판독 기술 개발 및 기반을 마련함
- ▶ 레이블링 데이터를 공개함으로써 의료영상 데이터 분석 및 인공지능 분석 결과의 민간 활용 지원체계 수립

4. 의료영상에서의 인공지능 전망

- 인공지능 헬스케어의 활성화는 정밀한 치료를 제공하고 합리적인 비용으로 의료서비스의 질적 수준을 향상시킬 수 있으며, 환자 및 일반 국민 측면에서는 데이터 기반의 최적화된 의료건강 관리 서비스가 제공됨으로 의료비 부담 경감 및 치료에 긍정적인 영향을 줄 수 있음

4.1 인공지능 기술개발을 위한 오픈플랫폼 및 오픈데이터 필요

- 의료인공지능의 1차적 검증이 폐쇄형 단일 기관 검증에서 오픈형 데이터셋 오픈 경쟁 기반으로 변화하고 있음
 - ▶ Camelyon16 대회에서는 총 270장의 병리 슬라이드가 학습용으로 공개되고, 이를 학습하여 만든 모델로 130장의 슬라이드를 판독해야 함. 2016년 대회에서는 하버드 대학의 Andrew Beck 교수 팀이 우승했음
 - ▶ 이와 같이 인공지능 시스템의 검증은 데이터를 오픈하여 세계 여러 그룹 연구자에게 공개하고 대회를 열어 더 좋은 결과를 얻는 방향으로 진행되고 있음
- 의료데이터를 외부기관에서 활용하기 위하여 의료데이터 소유권의 문제, 개인정보 보호법 등 법적, 제도적 문제를 해결한 학습용 공공 의료데이터의 수집이 필요함
- 의료영상 인공지능을 구현하는 기업들의 연구 활성화를 위하여 의료기관에서 의료영상 전문가가 진행한 레이블링 데이터 세트를 확보하여 학습데이터를 오픈하는 것이 앞으로 고려되어야 함

4.2 의료영상 인공지능을 위한 미래 이슈

- 우리나라는 각 기관별 방대한 영상 데이터가 구축되어 있으나 기관 간 연계와 공유가 미흡한 실정임. 따라서 기관 간 데이터 연계 및 활용을 위한 의료정보 활용 가이드 라인의 제시가 필요함
 - ▶ 의료데이터는 민감한 데이터이므로 분석과정에서 의도적으로 유출되거나 부정하게 열람·복제되어 다른 목적으로 활용되는 문제가 발생하지 않도록 철저한 보안 가이드 라인이 필요함



- 의료분야 인공지능은 의학과 인공지능 기술에 대한 전문성이 모두 필요하므로 기업과 병원 간 협업이 필요함. 따라서 기업과 병원 간 협력하는 방식의 열린 자세가 필요하며, 조직 차원에서 구조적인 지원이 뒷받침 되어야 함
 - ▶ 인공지능 기술이 의료 분야의 주된 선진기술이 될 것이므로 향후 사회적 수용성을 위한 논의와 공감대 형성이 필요하며 관련 법률 및 제도에 대한 논의가 요구됨

5. 결론

- 4차 산업혁명 시대의 도래로 의료분야의 인공지능을 활용한 연구와 개발이 지속적으로 출현될 것으로 예상됨
 - ▶ 이에 따라 4차 산업혁명 시대와 인공지능 시스템 및 인공지능을 위한 데이터 수집의 역할은 매우 중요해짐
 - ▶ 인공지능을 위한 양질의 빅데이터 확보가 의료분야 인공지능 활성화의 중요한 부분이며 국가 차원의 데이터 통합 및 공동 활용 방안이 필요함
- 국내 의료 인공지능 기술이 개발·연구되어 활발한 활용이 이루어지기 위해서 아직 미흡한 규정과 법률의 개선이 필요함
 - ▶ 의료분야의 인공지능 기술 활성화 및 상용화를 위하여 인공지능의 판단이나 결과의 책임, 사용자 보호, 환자 안전 등 관련 범위에 대한 심도있는 논의가 필요함
- 데이터 확보와 임상시험 등이 가능한 병원 중심의 클러스터 활용이 필요하며, 추가로 다양한 분야의 헬스케어 인공지능 기업의 역량 확보가 우선시 되어야 함
- 인공지능을 활용한 헬스케어 분야의 질 향상, 비용 절감의 데이터화된 지표 효과를 제시함으로써 신기술에 대한 참여를 유도해야 함

참고자료

- [1] Shah, Priya Kumar, et al. "Missed non-small cell lung cancer: radiographic findings of potentially resectable lesions evident only in retrospect." *Radiology* 226.1 (2003): 235-241.
- [2] 인공지능 헬스케어 국내외 동향 및 활성화 방향, 정보통신기술진흥센터 주간기술동향 2018.1.24, 김문구, 박종현, 오지선
- [3] 인공지능을 활용한 헬스케어 R&D 현황, 생명공학연구센터 BioNwatch 2015
- [4] 의료영상에서의 인공지능 연구 동향, 한국과학기술원 장용준, 정보통신기술진흥센터 기획시리즈, 14-25
- [5] Sajda P. Machine learning for detection and diagnosis of disease. *Annu Rev Biomed Eng.* 2006; 8: 537-65
- [6] Wernick MN. Machine Learning in Medical Imaging. *IEEE Signal Processing Magazine* 2010; 27: 25-38
- [7] Doi K. Current status and future potential of computer-aided diagnosis in medical imaging. *The British Journal of Radiology* 78: 2005; S3-S19

