


이 보고서는 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해 발간한 보고서입니다.

혁신성장품목분석보고서

 YouTube 요약 영상 보러가기

인공지능 원격영상진단

인공지능 영상진단을 통한
의료 서비스의 고도화

요약

배경기술분석

심층기술분석

산업동향분석

주요기업분석



작성기관

(주)NICE디앤비

작성자

정혜윤 전문위원

- 본 보고서는 「코스닥 시장 활성화를 통한 자본시장 혁신방안」의 일환으로 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해, 한국거래소와 한국예탁결제원의 후원을 받아 한국IR협의회가 기술신용평가기관에 발주하여 작성한 것입니다.
- 본 보고서는 투자 의사결정을 위한 참고용으로만 제공되는 것이므로, 투자자 자신의 판단과 책임하에 종목선택이나 투자시기에 대한 최종 결정을 하시기 바랍니다. 따라서 본 보고서를 활용한 어떠한 의사결정에 대해서도 본회와 작성기관은 일체의 책임을 지지 않습니다.
- 본 보고서의 요약영상은 유튜브로도 시청 가능하며, 영상편집 일정에 따라 현재 시점에서 미게재 상태일 수 있습니다.
- 카카오톡에서 “한국IR협의회” 채널을 추가하시면 매주 보고서 발간 소식을 안내 받으실 수 있습니다.
- 본 보고서에 대한 자세한 문의는 작성기관(TEL.02-2122-1300)로 연락하여 주시기 바랍니다.



한국IR협회



인공지능 원격영상진단

의료 영상진단 서비스 패러다임의 전환

■ 인공지능 영상진단을 통한 의료 서비스의 고도화

인공지능 기술의 높은 잠재성은 다양한 산업 분야에서 논의되고 있으며, 의료 분야 또한 예외가 아니다. 인공지능 기술의 특성상 학습을 위한 대규모의 데이터가 필수적인데, 의료 분야의 경우 방대한 양의 데이터가 개별 의료 기관들에 전자의무기록시스템(EMR), 의료영상저장·전송시스템(PACS), 병원 경영 시스템 등에 저장되어 있어, 그 활용에 대한 잠재적인 가치는 다른 어떠한 산업 분야보다도 높은 것으로 예측된다. 인공지능 기술의 의료 분야에서의 활용은 다양하게 논의되고 있으며, 신약 개발, 정밀 의료 수술, 어시스턴스, 영상진단, 의료 프로세스의 효율화 등에 적용될 수 있다. 그 중, 인공지능 영상진단은 의료진의 오진율을 낮추거나, 판단이 어려운 희귀 질환을 발견하는데 기여할 수 있을 것으로 전망된다.

■ 인공지능을 활용한 객체 인식 기술의 고도화에 따른 의료 영상진단에서의 적용 확대

다양한 도메인 이미지에 대한 인공지능 기술을 이용한 객체 인식의 성능이 향상됨에 따라, 의료 영상에 대한 인공지능 기술 적용도 확대되고 있다. 인공지능 기반 의료 영상 분석은 X-ray, CT, MRI 뿐만 아니라 초음파, 내시경, 병리 영상 등 다양한 의료 영상에 대해서, 그리고 모든 장기에 대해서 적용되고 있다. 뿐만 아니라, 인공지능의 모든 학습 알고리즘이나 모델 구조들이 의료 영상진단에 활용되고 있다. 그 중, 의료 영상에 포함된 병변의 세그멘테이션 및 분류에 대한 연구 개발이 가장 활발하게 이루어지고 있다. 또한, 인공지능 모델을 학습시키기 위해서는 데이터 라벨링이 필수적인데, 의료 영상의 특성상 라벨링을 수행할 수 있는 전문 인력을 확보하기 위한 비용이 상당하여, 이를 해결하기 위해서 비지도 학습 등 다양한 전처리 및 학습 방법들에 대한 연구가 진행되고 있다.

■ 스마트 헬스케어 분야의 변화에 따른 인공지능 영상진단 시장의 급성장

스마트 헬스케어 기술의 발전은 전 세계의 변화하고 있는 인구 구조 및 의료 시스템의 문제점을 해결할 수 있을 것으로 전망되고 있으며, 스마트 헬스케어 시장은 ICT 융합 시장 중 가장 규모가 큰 것으로 평가되고 있다. Yole Development(2020)에 따르면, 의료 영상용 인공지능 시장은 빠르게 성장하는 시장으로, 2025년 29억 달러 이상의 가치가 있으며, 5년 후에는 그 가치가 15배 이상 증가할 것으로 전망된다. 의료 인공지능 시장이 급성장함에 따라 주요 분야 중 하나인 인공지능 영상진단 시장의 규모도 급격히 증가할 것으로 예측된다.

I. 배경기술분석

인공지능 영상진단을 통한 의료 서비스의 고도화

전자의무기록시스템, 의료영상저장전송시스템, 병원경영시스템에 저장된 데이터들을 기반으로 인공지능 영상진단에 대한 개발이 가속화되고 있다. 의료 영상진단을 통해 의료진의 오진율을 낮추거나, 판단이 어려운 희귀 질환을 발견하는데 기여할 수 있을 것으로 전망되며, 이에 따른 의료 서비스의 품질 향상 효과가 기대된다.

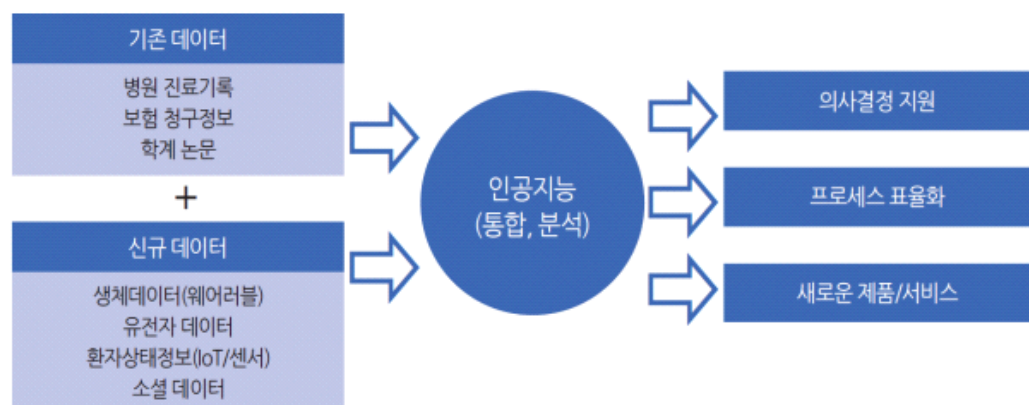
■ 인공지능을 이용한 의료 영상진단

인공지능의 성능이 높아지면서 다양한 산업 분야에 걸쳐 인공지능 기술을 적용하고자 하는 움직임이 보여지고 있다. 의료 산업 분야의 경우에도 예외는 아니다. 의료 산업 분야에 인공지능 기술을 적용함으로써 의료 서비스 제공 시 의사결정을 지원하고, 프로세스를 효율화하는 등 다방면으로 연구 개발이 진행되고 있다.

병원 진료 기록, 보험금 청구 정보, 학계 논문 등 기존의 데이터와 웨어러블 기기 또는 검사 장비를 이용하여 획득한 생체 데이터, 유전자 데이터, 환자 상태 정보 등 신규 데이터를 각각 인공지능을 이용하여 분석할 수 있다. 인공지능을 이용하여 데이터를 분석한 결과는 환자 진단 시 의사 결정을 지원할 수 있고, 병원 내에서 진행되는 프로세스들을 효율적으로 운용할 수 있으며, 그리고 신약과 같은 새로운 제품이나 서비스 개발에 이용될 수 있다.

최근 인공지능에 대한 연구 개발이 영상이나 이미지 분석에 집중되면서, 의료 분야에서도 의료 영상의 분석에 인공지능 기술을 빠르게 적용하고 있다. 기존의 의료 영상 분석은 의료진들의 임상적, 경험적 지식이나 규칙에 따라 특징을 추출하는 방식으로 수행되었다. 따라서, 의료진들의 경험에 대한 의존도가 높고, 숙련되지 않은 의료진들의 경우 판독 오류가 발생할 수 있었다. 또한, 영상 판독이 가능한 의료진들의 절대적인 숫자가 적다는 문제점도 존재하였다. 최근, 기계학습 기술이 인공지능의 주요한 방법론으로 자리 잡으면서 데이터를 기반으로 하는 객관적이고 일관적인 의료 영상에 대한 특징 학습 및 분석 방법이 새로운 패러다임으로 자리 잡고 있다.

[그림 1] 의료 산업 분야의 인공지능 기술 활용 방안



*출처: 소프트웨어정책연구소(SPRI)

의료 영상 분석은 X-ray, CT, MRI, 병리 조직 영상 등 대부분의 영역에서 빠르게 활용되고 있으며 상당히 높은 성능을 보이고 있다. 인공지능을 이용한 의료 영상 분석은 의료진의 판단을 보조하는 역할을 수행한다. 육안으로 검출이 어려운 객체를 다량의 데이터로 학습된 인공지능 모델을 이용하여 검출할 수 있다. 희귀 암 등 의료진의 임상 경험이 부족할 수 밖에 없는 객체들에 대해서도 인공지능을 이용하는 경우 검출 성능이 향상되어 의료 서비스 품질 향상에 기여할 수 있다.

뿐만 아니라, 객체에 대한 정량적인 수치 분석이 필요한 경우에도 인공지능이 크게 일조하고 있다. 의료 영상을 인공지능을 이용하여 분석하는 경우, 정량적인 분석, 예를 들어, 종양의 정량적인 크기 진단, 뼈의 길이 측정 등이 가능하므로, 의료 영상에 대한 정밀하고 고도화된 진단이 가능하다.

[그림 2] 의료 영상 분석 예시



*출처: (주)뷰노

■ 인공지능을 이용한 의료 영상진단 산업의 특성

인공지능 기술을 활용한 영상 분석 시장은 빠르게 성장하고 있다. 게임, 인공위성, 스마트 팩토리 등 다양한 산업 분야에서 획득된 영상들을 인공지능을 이용하여 분석하고 있으며, 영상 분석에 특화된 다양한 네트워크 구조, 학습 및 전처리 방법들에 관한 논문들도 나오고 있다. 영상 분석을 수행함에 있어 일반적으로 알려진 뉴럴 네트워크 구조를 도메인에 맞게 변형하거나, 새로운 영상 전처리 방법을 적용하는 등 영상의 도메인 특성에 맞는 인공지능 기술 적용 방법의 변형이 있을 경우, 보다 높은 성능을 이끌어 낼 수 있다. 의료 영상진단 산업의 특성은 비정형화된 데이터의 이용, 데이터의 크기로 인한 연산 효율화, 의료진들의 인건비, 데이터 부족 4가지로 요약될 수 있다.

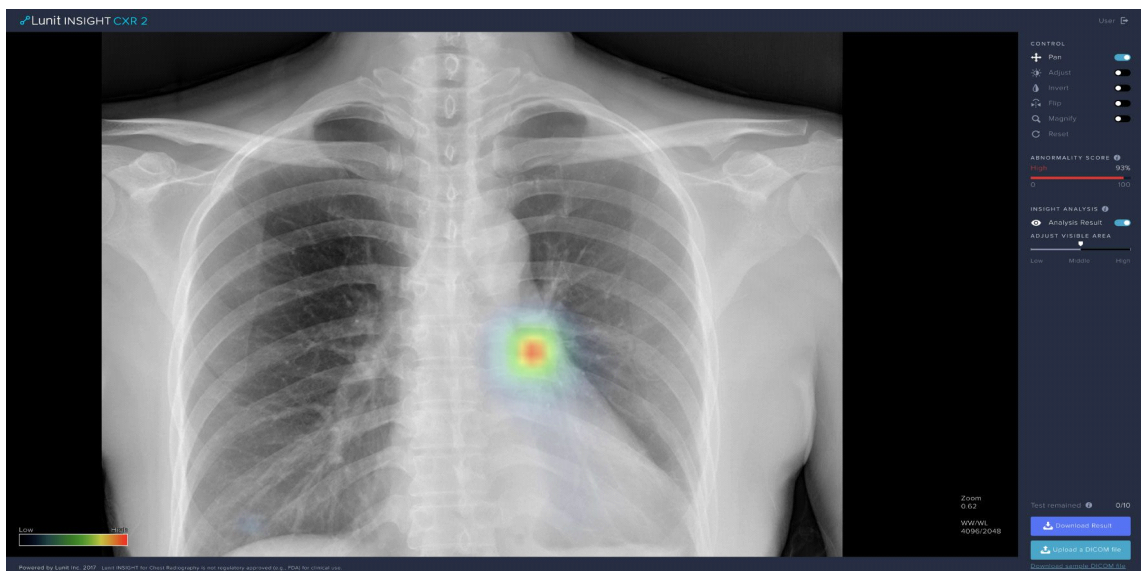
첫째로, 먼저 의료 영상들은 대부분 비정형화된 상태로 저장되어 있어, 비정형 데이터를 가공하는 방법의 개발이 의료 영상진단 서비스의 품질을 향상시킬 수 있는 키 포인트 중 하나로 꼽히고 있다. 인공지능 모델의 학습을 위해서는 다량의 데이터가 필요하다. 일반적으로, 다량의 데이터를 확보하는 것이 어려워 학습 데이터 구축에 많은 시간이 소요된다. 의료 산업의 경우, 병원 시스템에 의료영상저장·전송시스템(Picture Archiving and Communication System, 이하 PACS)이 도입되면서, 병원 내에서 촬영된 모든 의료 영상들이 저장되어 있기 때문에 데이터의 수 자체는 다른 산업 분야에 비해 매우 많은 편이다. 그러나, 이러한 데이터들은 비정형화된 상태로 저장되어 있다. 또한, 병원마다 상이한 형태로 데이터를 저장하고 관리하고



있다. 개인정보들이 의료 영상에 함께 저장되어 있기 때문에 개인정보를 비식별화하기 위한 작업도 필요하다. 의료 영상과 함께 저장되어 있는 병변 관련 정보들도 비정형화된 형태로 저장되어 있기 때문에, 이러한 정보들을 활용하여 의료 영상에 대한 라벨을 구축하는 데에도 많은 시간과 노력이 소요된다. 뉴럴 네트워크의 학습에 활용될 수 있도록, 비정형 데이터를 효율적으로 가공하는 방법에 대한 연구가 가속화되고 있다.

의료 영상진단 산업의 두 번째 특성은 의료 영상 데이터의 크기이다. 흉부 X선 영상은 한 번의 크기가 2000픽셀 이상이며, 병리 조직 세포 영상은 한 번의 크기가 10만 픽셀 이상인 경우가 대부분이다. 인공지능 모델이 처리하는 일반적인 이미지들의 한 번의 크기가 1000픽셀 이하인 점을 고려하면, 의료 영상 데이터들의 크기는 상당히 큰 것으로 볼 수 있다. 영상의 크기가 커질 경우, 인공지능 모델의 연산 속도가 느려지고, 연산에 필요한 컴퓨팅 파워가 상당히 커지게 된다. 따라서, 데이터의 손실 없이 큰 크기의 데이터를 효율적으로 처리할 수 있는 인공지능 모델의 개발이 필요하다. 또한, 의료 영상의 경우 관심 객체 영역의 크기가 일반적인 개나 고양이 객체를 추출하는 경우보다 훨씬 작다. 장기에 포함된 악성 종양 등 비정형화된 관심 객체들의 크기는 매우 작으며, 작은 객체들을 정확하게 검출하는 것이 진단 성능을 향상시키는데 중요한 역할을 하고 있다. 따라서, 크기가 큰 데이터를 빠르게 연산하여, 크기가 작은 관심 영역을 빠르고 정확하게 검출하기 위한 의료 영상에 특화된 알고리즘의 개발이 필요하다.

[그림 3] 흉부 X선 영상을 기초로 한 폐 질환 검출 예시



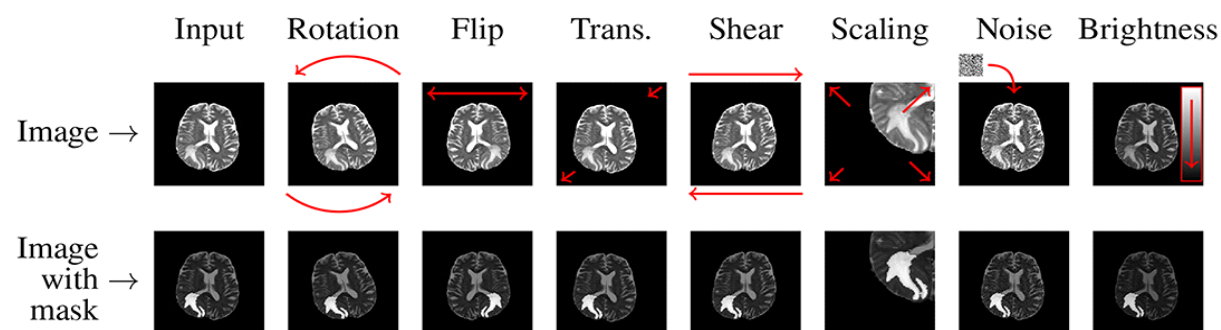
*출처: 루닛

세 번째로, 인공지능 모델의 지도 학습을 위해서는 의료 영상에 대한 라벨링이 필요하다. 비단 의료 산업에 국한된 문제는 아니나, 높은 수준의 전문지식을 요구하는 산업의 특성상, 데이터를 해석하고 데이터에 포함된 유의미한 객체 또는 정보에 라벨링을 할 수 있는 전문 인력의 수는 매우 한정적이다. 또한, 의료 영상에 포함된 악성 종양 등을 검출하고, 악성 종양의 위치와 종류 등을 라벨링 할 수 있는 의료진들의 비용이 상당하여, 학습 데이터의 구축에도 상당히 많은 비용이 들어가게 된다.

PACS에 저장된 비정형 데이터들을 사용하여 효율적인 라벨링을 수행할 수 있다. 또한, 수도(pseudo) 라벨링¹⁾을 통해, 라벨링 된 일부 데이터들을 활용하여 나머지 의료 영상들에 대한 라벨링을 수행할 수도 있다. 이와 같이 의료 영상의 라벨링 비용을 감소시키기 위한 라벨링 효율화 연구에 노력을 기울이고 있다.

마지막으로, 의료 영상진단 산업의 특성상 일부 종류의 데이터들의 경우, 데이터가 극히 부족하다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 인공지능의 모델에 대한 새로운 학습 방법의 연구 개발이 증가하고 있다. 일반적인 객체, 예를 들어, 간, 폐, 심장 등 장기를 검출하는 경우, PACS에 저장된 상당히 많은 양의 데이터를 활용할 수 있다. 그러나 희귀 암종의 경우, 발병 확률 자체가 극히 낮기 때문에 그러한 데이터들을 확보하기는 상당히 어렵다. 희귀 암종 등 데이터 확보가 어려운 객체들이 일반적으로 의료 영상에 포함되어 있는 객체들보다 건강에 치명적일 수 있으며, 이러한 객체들을 검출해 내는 것이 의료 진단 서비스의 품질 향상에 직접적으로 기여할 수 있다. 따라서, 이러한 문제점을 해결하기 위해, 유사한 특징을 가지는 다른 객체들을 학습 데이터로 함께 활용하거나, 유사한 특징을 가지는 다른 객체로 학습된 인공지능 모델을 이용하여 계속 학습을 수행하거나, 다양한 데이터 어그먼테이션(augmentation)²⁾ 방법을 이용하여 학습 데이터를 증가시키는 방법 등을 이용할 수 있으며, 부족한 데이터를 보강하기 위한 연구가 이어질 것으로 전망된다.

[그림 4] 의료 영상에 대한 데이터 어그먼테이션 예시



*출처: "Data Augmentation for Brain-Tumor Segmentation: A Review" (11 Dec 2019)

■ 의료 영상진단의 활용 가능성

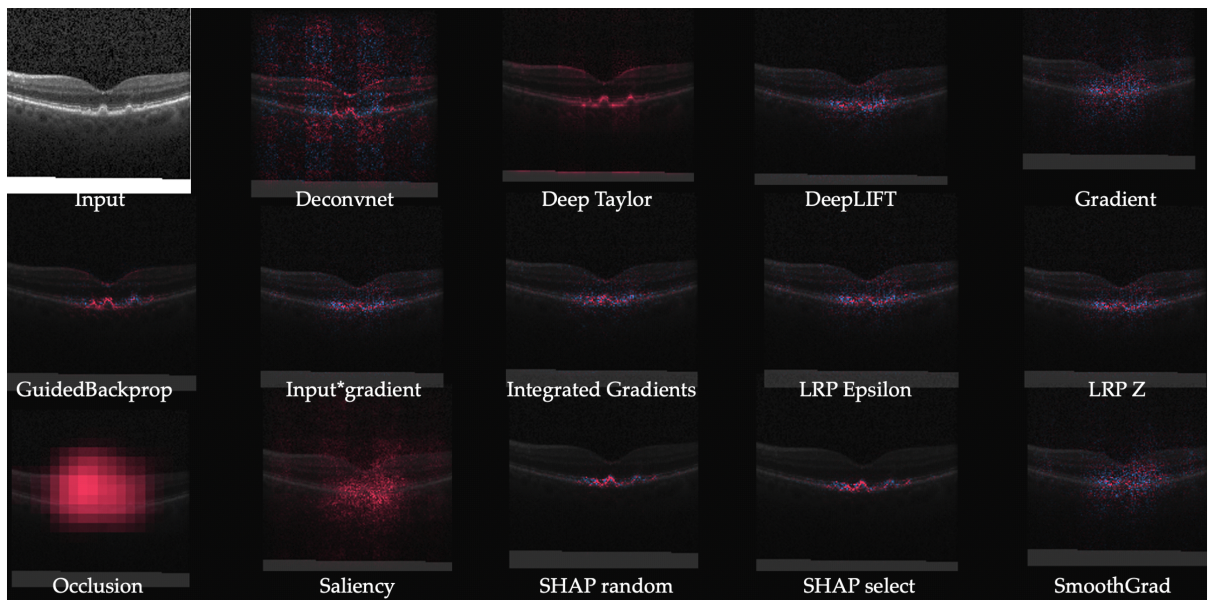
의료 영상 분석을 통해 의료 영상에 대한 다양한 진단 결과를 도출해 낼 수 있다. 일반적인 영상 분석과 마찬가지로, 의료 영상 분석에 있어서도, 의료 영상의 분류(classification), 검출(detection), 세그먼테이션(segmentation)³⁾ 등이 수행될 수 있다. 의료 영상을 분석하여, 악성 종양이 포함된 의료 영상과 악성 종양이 포함되지 않은 의료 영상을 분류할 수 있다. 또한, 의료 영상에 포함된 특정 객체, 예를 들어, 장기, 종양 등을 검출하거나, 객체들에 대한 세그먼테이션을 수행할 수도 있다. 객체에 대한 세그먼테이션을 통해 객체의 정량적인 크기를 연산할 수 있고, 크기에 따른 종양의 악성도 분류, 성장판의 발달 정도 등을 진단 결과로 도출해낼 수 있다. 이러한 의료 영상 분석을 활용하여, 의료진들의 진단을 보조할 수 있다. 의료진 부족 문제를 해결하고, 미숙련된 의료진들의 판단을 보완할 수 있어, 의료 영상 분석에 대한 충분한 기술력이 확보되는 경우 의료 진단 서비스 시장의 성장세를 가속화 시킬 수 있을 것으로 전망된다.



의료 영상 분석 산업에서 설명 가능한 인공지능(XAI, eXplainable AI)⁴⁾에 대한 연구 개발이 가속화되고 있다. 최근 기술 발전에 따라, 인공지능을 이용한 의료 영상 분석의 성능이 향상되었음은 별론으로, 어떤 근거로 의료 영상 분석 결과를 도출해 낸 것인지 그 이유를 논리적으로 설명할 수 없었다는 점이 한계점으로 지적되어 왔다. 인공지능을 이용한 의료 영상 분석의 근거를 제시할 수 없었기 때문에, 의료용 소프트웨어에 대한 임상 검증 또한 간과되어 왔다. 충분히 검증되지 않은 인공지능 기반의 의료용 소프트웨어 프로그램이 내린 진단 오류는 환자 건강에 심각한 위험을 초래할 수 있고, 불필요한 의료비 상승으로 이어질 수 있다. 최근에는 이러한 문제점들을 반영하여 인공지능 기반의 의료용 소프트웨어에 대한 임상 검증을 위한 설명 가능한 인공지능에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

설명 가능한 인공지능을 이용하여 의료 영상의 분석 결과가 어떤 근거로 도출된 것인지 제시할 수 있다. 의료 영상 분석 결과에 대한 해석력과 설명력을 부여함으로써, 인공지능 분석 결과에 대한 신뢰도를 향상시킬 수 있다. 또한, 학습이 부족하거나, 오류가 생긴 부분을 보완할 수 있도록 모델을 재학습시킴으로써 인공지능 모델의 정확도를 더욱 향상시킬 수 있다. 설명 가능한 인공지능을 통한 신뢰도와 정확도 향상을 발판으로, 향후 의료용 소프트웨어 인증과 산업에서의 사용성 확대를 이끌어낼 수 있을 것으로 전망된다.

[그림 5] 의료 영상에 대한 설명 가능한 인공지능 활용 예시



*출처: "Explainable Deep Learning Models in Medical Image Analysis" (20 June 2020)

- 1) 수도(pseudo) 라벨링: 학습 데이터들을 일일이 라벨링을 하지 않고, 이미 가지고 있는 라벨링된 데이터에 기반하여 대략적인 라벨링을 생성하는 기법.
- 2) 데이터 어그멘테이션(augmentation): 적은 양의 데이터를 기반으로 다양한 알고리즘을 이용하여 데이터의 양을 늘리는 작업.
- 3) 세그멘테이션(segmentation): 이미지를 픽셀 단위로 구분하여, 각 픽셀이 어떤 종류에 해당하는지 구분하는 작업.
- 4) 설명 가능한 인공지능(XAI, eXplainable AI): 인공지능 모델로부터 출력된 결과에 대한 판단 근거를 사람이 이해할 수 있는 방식으로 제시하는 기법.

II. 심층기술분석

인공지능을 활용한 객체 인식 기술의 고도화에 따른 의료 영상진단에의 적용 확대

최근 인공지능 기술을 기반으로 한 객체 인식 기술의 성능이 상당히 높아지면서, 다양한 도메인에 인공지능 기술을 접목하기 위한 움직임이 늘어나고 있다. 의료 분야도 예외는 아니며, 의료 영상진단에 인공지능 기술을 활용하는 경우, 수준 높은 진단 서비스의 제공이 가능하다.

■ 비정형 데이터 활용을 위한 데이터 전처리 기술

PACS 등 다양한 의료 시스템의 도입으로 의료 데이터의 양이 폭발적으로 증가하고 있다. 의료 데이터들을 활용하는 경우 의료 서비스의 품질 개선, 비용 절감 등 의료 시스템 전반에 걸쳐 혁신을 이끌어낼 수 있을 것으로 예측된다. 현재 의료 데이터들은 비정형화된 형태로 저장되어 있다. 인공지능을 이용한 의료 영상 분석에 활용 가능한 형태로 비정형 데이터를 변환하는 것이 의료 영상진단 산업에 적용하기 위한 핵심 요소 중 하나이다.

I. 데이터 비식별화

의료 영상 데이터와 그에 대한 진단 결과들은 각 의료 기관의 전산 시스템 상에 저장되어 있다. 저장된 의료 영상 데이터는 인공지능 모델의 학습 시 학습 데이터의 입력 데이터로 이용될 수 있다. 그리고, 저장된 진단 결과들은 학습 데이터의 라벨로 이용될 수 있다. 진단 결과에는 개인정보들이 포함되어 있어, 개인정보 비식별화가 필수적이다. 의료 영상 데이터의 제공자는 주로 병원이고, 그 데이터들을 제공받아 인공지능 모델을 학습시키는 주체는 기업이다. 따라서, 병원에서 데이터를 기업에 제공하기 전에 데이터들에 대한 비식별화 처리를 할 필요가 있다.

[그림 6] 가명 정보를 활용한 알고리즘 개발 체계



*출처: 중소벤처기업부(2020)

의료 데이터의 비식별화 방법으로 가명처리기법⁵⁾, 총계처리기법⁶⁾, 데이터 삭제 기법⁷⁾, 데이터 범주화 기법⁸⁾ 및 마스킹 기법⁹⁾이 사용되고 있다.

최근에는 데이터의 이동이나 공유 없이, 학습 모델만을 공유하여 인공지능 알고리즘을 개발하는 새로운 개념이 제안되고 있다. 최근 공개된 논문들은 데이터를 한곳에 모아 학습시킨 모델과 데이터를 각각의 소속기관에 보관한 상태에서 학습 모델을 전달하면서 학습시킨 모델을 비교하였을 때, 유사한 성능을 보인다는 실험 결과를 제시하고 있다. 이런 형태의 학습 방법은 개인정보의 유출 및 훼손이 없기 때문에 지속 가능한 데이터 기반 인공지능 개발 생태계를 확립할 수 있는 가능성을 제시한 것으로 보인다.

II. 의료 영상 데이터의 전처리

인공지능을 활용한 의료 영상진단을 위한 전처리는 영상 데이터가 저장되어 있던 원래 형태에서, 딥러닝 모델이 효율적으로 영상을 처리할 수 있도록 변환하는 것을 의미한다. 의료 영상 데이터의 전처리를 위해 해상도 조절, 노이즈 제거, 복수의 영상들의 크기 정합 등이 필요하다.

의료 영상 데이터는 일반적인 풍경이나 사람 등의 이미지 데이터보다 훨씬 크기가 크다. 특히 병리 조직 세포 영상의 경우, 일반적인 풍경 이미지에 비해 10배 이상의 해상도를 가지고 있다. 따라서, 모델의 연산 속도 향상을 위해서 의료 영상 데이터의 해상도를 낮춘 후 데이터를 처리할 필요가 있다. 다만, 작은 객체를 포함하는 경우에는 낮은 해상도의 의료 영상 데이터에서는 검출 성능이 낮아질 수 있어, 의료 영상 데이터의 처리 목적에 따라, 노이즈 제거만을 수행하는 경우도 있다. 의료 영상 이미지를 입력 데이터로 연산하는 경우, 인공지능 모델의 속도가 느려질 수 있다. 따라서, 큰 크기의 의료 영상 이미지를 복수개의 입력 이미지로 분할한 후 다채널 이미지 데이터로서 의료 영상 이미지를 처리할 수도 있다. 각각 다른 데이터베이스에서 획득된 의료 영상의 경우, 크기가 상이할 수 있다. 이러한 경우에는 하나의 인공지능 모델에서 처리하기 위해서 크기를 정합할 필요가 있다. 복수의 의료 영상의 크기 정합을 위해서, 인공지능 모델을 이용하여 관심 영역을 포함하도록 의료 영상을 크롭핑(cropping)할 수도 있다.

[그림 7] 의료 이미지 전처리 방법 예시

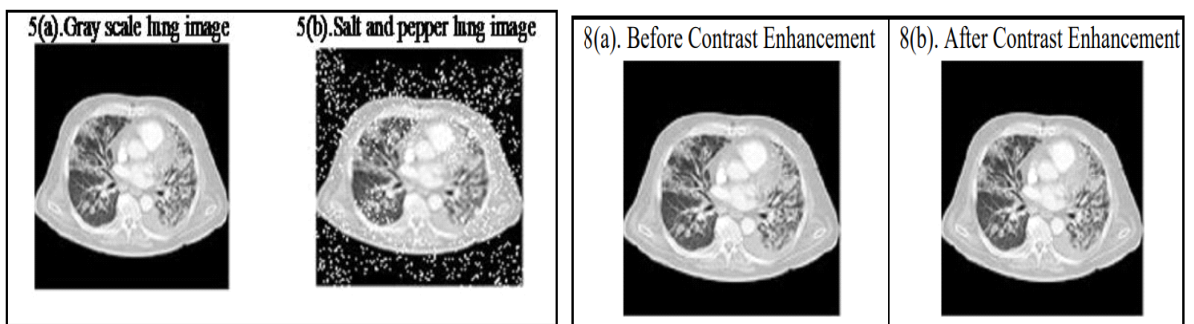


Figure 5. Salt and pepper noise Removal

Figure 8. The performance of Histogram Equalization

*출처: "Preprocessing by Contrast Enhancement Techniques for Medical Images" (2018)

5) 가명처리기법: 개인 식별이 가능한 데이터에 대해 직접적으로 식별할 수 없는 다른 값으로 대체하는 기법.

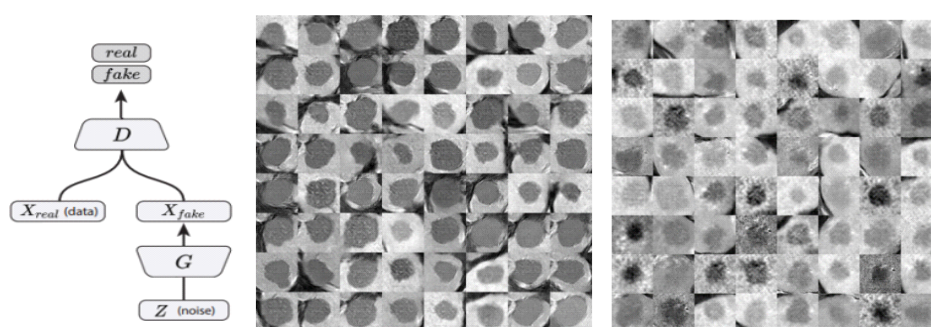
6) 총계처리기법: 개인정보의 적어도 일부에 통계 값을 적용하여 특정 개인을 판단할 수 없도록 하는 기법.

III. 의료 영상에 대한 데이터 어그먼테이션

일반적인 의료 영상의 경우, 예를 들어, 정상적인 장기를 촬영한 X-ray 영상 등은 학습 데이터로 활용할 수 있는 데이터가 충분히 확보되어 있을 수 있다. 그러나, 희귀 질환 등의 경우에는 데이터가 부족하여, 인공지능 모델의 학습을 위한 학습 데이터 구축이 어려울 수 있다. 이렇게 데이터가 부족한 경우에는 데이터 어그먼테이션을 수행함으로써 학습 데이터 세트를 구축할 수 있다.

일반적인 이미지 데이터 어그먼테이션의 방법으로는, 이미지의 회전, 왜곡, 대조도나 해상도의 조정, 반전, 확대 등이 있을 수 있다. 의료 영상 데이터의 경우, 전술한 바와 같은 방법으로 이미지를 처리하여, 비 실제(fake) 이미지를 생성할 수 있다. 생성된 비 실제 이미지는 학습 데이터로 사용될 수 있다. 또는, 의료 영상 데이터는 유사한 특징을 포함하는 실제(real) 이미지를 이용하여 학습 데이터로 사용할 수도 있다. 예를 들어, 희귀 암종과 유사한 특징을 포함하는 일반적으로 잘 알려진 암종이 있을 경우, 일반적으로 잘 알려진 암종을 학습 데이터로 함께 활용할 수 있다. 이러한 학습 데이터로 뉴럴 네트워크 모델을 학습시킬 경우, 상당한 성능 향상이 있을 수 있다. 사전 학습된 데이터 확보가 쉬운 암종 검출 모델로 희귀암 객체가 포함된 이미지 데이터를 처리했을 때, 연산 결과가 일정 수준 이상인 경우, 암종 검출 모델의 학습에 활용된 암종과 희귀 암종이 유사한 특징을 공유하는 것으로 결정할 수 있다. 최근 GAN(Generative Adversarial Network, 생성적 적대 신경망, 이하 GAN)¹⁰⁾에 대한 활용 가능성에 대한 논의가 많아지면서, 의료 영상진단 산업에서도, GAN을 이용하여 데이터 어그먼테이션을 수행하는 방법에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

[그림 8] 딥 컨벌루션 GAN(DCGAN) 아키텍처 및 DCGAN을 이용하여 생성된 간 병변 이미지



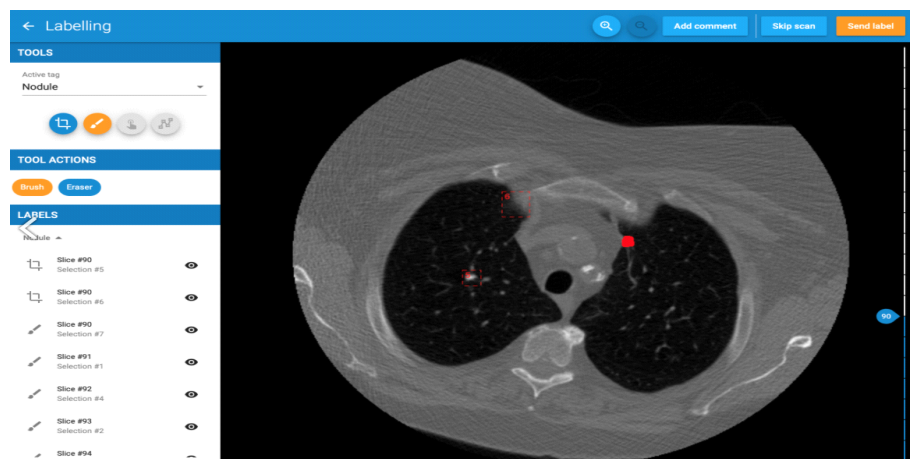
*출처: "GAN-based Synthetic Medical Image Augmentation for increased CNN Performance in Liver Lesion Classification" (03 Mar 2018)

IV. 의료 영상에 대한 데이터 라벨링(labeling)

의료 영상진단을 위한 인공지능 모델의 학습을 위해서는 적어도 수만개의 학습 데이터에 포함된 의료 영상 각각에 대해 라벨링이 필요하다. 그러나, 다른 일반적인 산업 분야와는 달리 의료 영상에 대한 데이터 라벨링은 영상의학과 전문의 등 상당히 많은 전문 인력들의 투입을 필요로 한다. 전문 인력들을 투입하여 데이터 라벨링을 수행하는 경우, 학습 데이터 구축에 들어가는 비용이 급증할 수 밖에 없다. 따라서, 라벨링을 쉽고 빠르게 하도록 할 수 있는 라벨링 툴에 대한 개발이 진행되고 있다.

의료 영상에서 장기나 병변을 분할하여 라벨링할 때에는 MRICron이나 3Dslicer와 같은 상용화된 프로그램이 사용되기도 한다. 최근, 수도 라벨링에 대한 연구 개발도 활성화 되고 있다. 학습 데이터 세트에 포함된 학습 데이터들 중 일부 학습 데이터에 대해서만 전문 인력들이 라벨링을 수행하고, 라벨링 된 일부 학습 데이터를 이용하여 라벨링을 위한 인공지능 모델을 학습시킨 후, 해당 모델을 이용하여 나머지 학습 데이터를 라벨링 하는 방식으로 의료 영상에 대한 학습 데이터를 구축할 수도 있다. 의료 영상에 대해 비교사 학습(unsupervised learning)¹¹⁾을 이용하여 병변의 중요한 특징을 추출하도록 하고, 소수의 전문가 판독 결과를 미세조정(fine-tuning)하여 라벨링을 수행하는 방법도 있다.

[그림 9] 의료 데이터 세트 구축을 위한 라벨링 툴



*출처: MEDTAGGER

■ 의료 영상 분석을 위한 인공지능 모델과 모델의 학습 방법

의료 영상 분석 분야에서는 일반적인 이미지 객체 인식에서 뛰어난 성능을 보인 모델을 그대로 사용하거나, 또는 해당 모델의 일부 구조를 변형한 것을 사용하는 경우가 대부분이다. 특히 이미지 분야에서 뛰어난 성능을 보이는 CNN(컨볼루션 뉴럴 네트워크, Convolutional Neural Network, 이하 CNN) 모델 또는 이를 일부 변형한 모델을 사용하여 의료 영상을 분석하는 방법이 가장 많이 활용되고 있다. 의료 영상을 분류하기 위해서는 ResNet, DensNet, Inception v3가, 그리고 의료 영상에 포함된 객체의 세그멘테이션을 위해서는 U-Net이 가장 많이 활용되고 있다.

인공지능 모델의 학습도 역시 일반적인 교사 학습 방법이 사용될 수 있다. 교사 학습을 위해서는 상당히 많은 양의 학습 데이터가 필요하다. 그러나, 앞에서 서술한 바와 같이 의료 분야의 경우, 데이터 라벨링에 상당히 많은 비용이 들어가고, 그리고 일부 의료 데이터들의 경우에는 데이터 자체가 부족한 경우도 있다. 따라서, 일반적인 교사 학습 방법으로만 인공지능 모델을 학습시킬 경우, 학습 성능이 상대적으로 떨어질 수 있다. 따라서, 의료 영상 분석을 위해서 전이 학습(transfer learning)¹²⁾의 활용이 대두되고 있다.

7) 데이터 삭제 기법: 개인정보 식별이 가능한 특정 데이터 값을 삭제하는 기법.

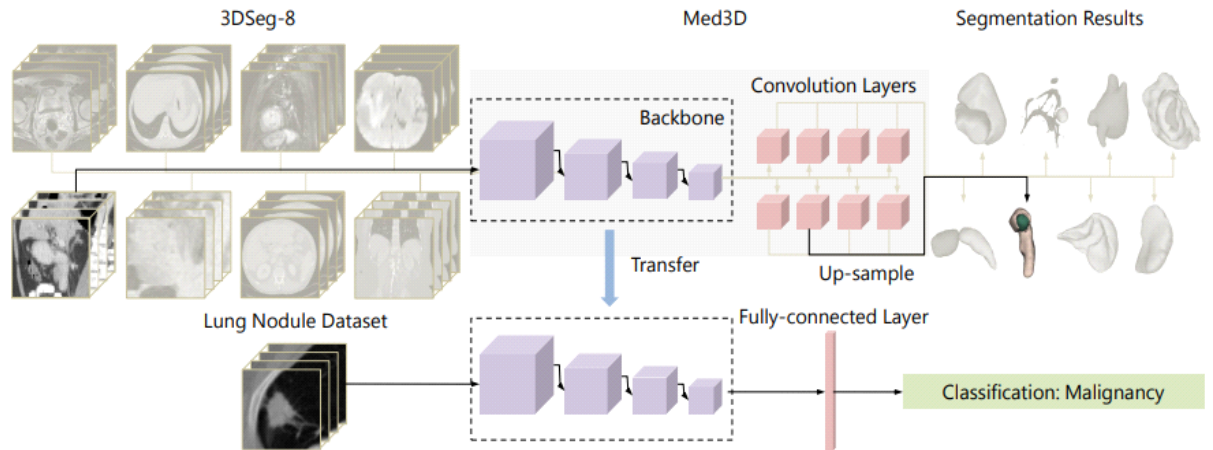
8) 데이터 범주화 기법: 단일 식별 정보를 해당 그룹의 대표 값으로 변환(범주화)하거나 구간 값으로 변환하는 기법.

9) 마스킹 기법: 개인 식별 정보의 적어도 일부를 대체 값(공백, 노이즈 등)으로 변환하는 기법.

10) GAN(Generative Adversarial Network, 생성적 적대 신경망): 가짜 이미지를 진짜 이미지와 최대한 비슷하게 만들어내는 신경망.

유사한 특징을 가지는 다른 객체에 대해 이미 학습된 인공지능 모델을 활용하여, 학습 데이터가 상대적으로 부족한 객체에 대한 학습을 수행할 수 있다. 유사한 특징들에 대한 인공지능 모델의 연산 방법이 일부 유사하다는 점을 이용하여, 학습된 모델의 가중치를, 학습 데이터가 부족한 객체에 대한 인공지능 모델의 초기 학습 가중치로 이용함으로써 인공지능 모델의 학습 속도 및 객체 검출 성능을 향상시킬 수 있다.

[그림 10] 의료 이미지의 분류를 위한 전이 학습 방법 예시



*출처: "MED3D: TRANSFER LEARNING FOR 3D MEDICAL IMAGE ANALYSIS" (17 Jul 2019)

■ 임상 검증을 위한 발판, 설명 가능한 인공지능

인공지능을 이용한 의료 영상진단 결과의 출력 시 고려해야 하는 요소 중 하나가 결과에 대한 설명 가능성이다. 인공지능 모델의 특성상 결과 자체의 정확도가 높다고 하더라도, 그러한 결과가 어떠한 근거로 도출되었는지에 대한 근거가 제시되지 못하는 경우, 해당 결과에 대한 신뢰도가 떨어질 수 있다. 인공지능 모델의 판단 결과에 대한 근거가 제시되는 경우, 판단 결과의 신뢰도가 향상될 수 있으며, 잘못된 특징을 기초로 판단 결과가 제시되었을 때 해당 특징에 대해 재학습을 수행하여, 모델의 학습 성능을 향상시킬 수 있다.

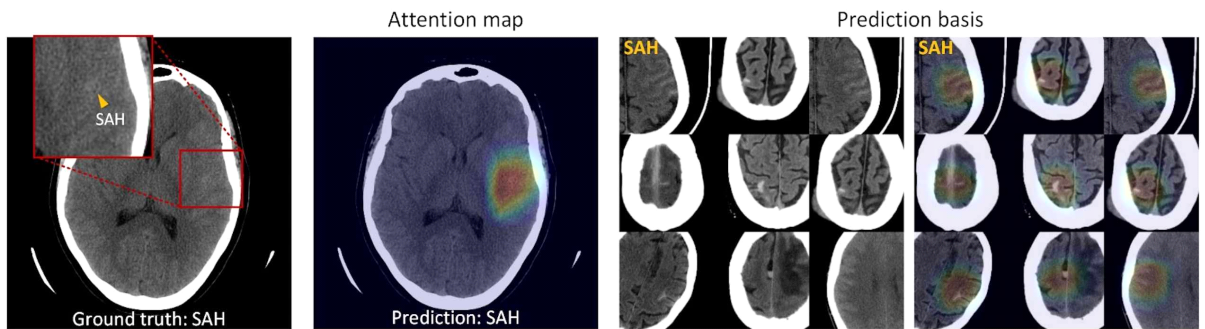
설명 가능한 인공지능의 가장 기본적인 방법은, 관심 영역을 가리고 예측 결과의 정확도 변화를 측정하는 방법이다. 가려진 관심 영역의 중요도가 높을수록, 해당 영역을 가렸을 때와 그렇지 않았을 때의 결과 차이가 가장 크다는 점을 이용하여, 판단 결과에 대한 근거를 생성하는 것이다. 해당 방법을 사용하는 경우, 의료 영상의 각 영역을 슬라이딩 윈도우 방식으로 반복적으로 가려가며 출력값을 확인해야 하므로 컴퓨팅 코스트가 올라간다는 단점이 존재한다.

설명 가능한 인공지능의 다른 방법으로는, 인공지능 모델의 중간 레이어들에서 출력되는 특징맵들을 가중합하는 방법이 있다. 특징맵들을 가중합 하여 근거를 제시하는 경우, 인공지능 모델의 정방향 연산만으로도 유의미한 결과를 도출해 낼 수 있다는 장점이 존재하나, 인공지능 모델에 포함된 레이어의 크기, 즉, 특징맵의 크기에 따라서 근거에 대한 정확도가 달라질 수 있다.

설명 가능한 인공지능의 또 다른 방법으로는, 입력 의료 영상의 각 화소 변화에 따른 출력 값의 민감도를 측정하는 방법이 있다. 인공지능 모델에 대한 역전과를 통해, 입력 의료 영상의 화소별 편미분 값을 시각화하는 방법이다. 해당 방법의 경우, 화소 단위의 세부적인 시각화가 가능하고, 한 번의 역전과 연산을 통해 시각화에 필요한 정보를 얻을 수 있다는 장점이 존재하나, 시각화 결과가 넓은 영역에 분산된다는 단점이 있어, 관심 영역의 시각화 결과에 대한 직관성이 떨어진다는 단점이 존재한다.

의료 영상진단 결과의 근거에 대한 시각화 정보가 의료진에게 제공되는 경우, 신뢰도가 높은 결과는 그대로 차용하고, 신뢰도가 낮은 결과는 의료진이 다시 진단을 수행하는 방식으로, 설명 가능한 인공지능의 활용이 가능하다.

[그림 11] 분류 결과에 대한 설명의 예시

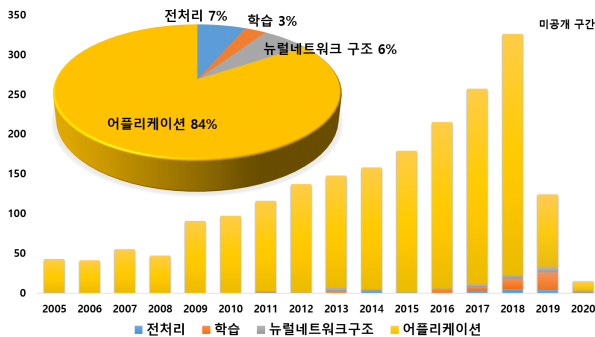


*출처: "An explainable deep-learning algorithm for the detection of acute intracranial haemorrhage from small datasets" (17 Dec 2018)

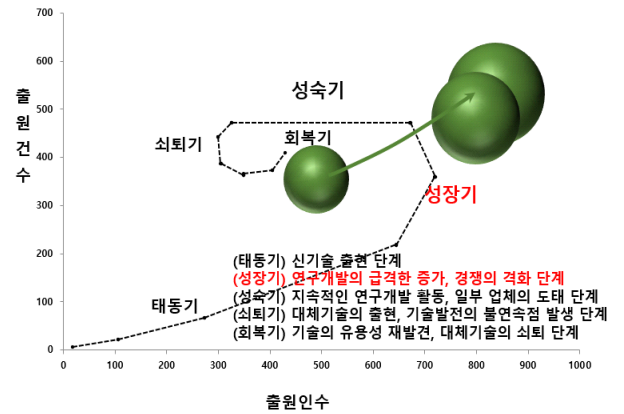
■ 인공지능 원격 영상진단 기술 관련 특허동향

[그림 12]는 인공지능 영상진단 관련 특허 출원 동향을 연도별, 기술별로 나타내었다. 전체 조사 특허 출원 건수는 총 2,206건으로, 인공지능 영상진단 분야의 3대 핵심기술과 어플리케이션(데이터 응용)에 따라 분류 시 분류별 비중은 전처리 7%, 학습 3%, 뉴럴 네트워크 구조 6%, 어플리케이션 84%로 확인되었다. 2009년도부터 관련 분야의 특허 출원이 증가하였으며, 특히 2016년도부터는 인공지능 기술을 의료 영상진단 도메인에 특화시켜 적용하기 위한 학습, 전처리 및 뉴럴 네트워크 구조의 변형 방법에 대한 특허 출원들이 급격히 증가하는 추세이다. 2019년과 2020년의 출원은 아직 미공개 특허들이 존재하여, 향후 추가적인 관찰이 필요한 것으로 판단된다. 2019년과 2020년이 미공개 구간임을 차치하더라도, 어플리케이션 외의 의료 분야에 적용하기 위한 학습, 전처리 등의 특허들이 급증한 것을 고려하였을 때, 의료 분야에 인공지능 기술을 적용하기 위한 급격한 움직임이 보여지는 것으로 판단된다. [그림 13]은 인공지능 의료 영상진단과 관련된 특허를 분석하여 기술시장 성장단계를 조사하였다. 그래프의 가로축은 출원인 수, 세로축은 출원 건수를 나타낸다. 1구간(`05~11)은 신기술 출현단계인 태동기, 2구간(`12~15)부터 3구간(`16~18)은 출원인 수와 출원 건수가 급격히 증가하는 성장기에 있으며, `19~20 특허 미공개 구간을 감안 시, 해당 연구 개발의 급격한 증가와 경쟁의 격화 단계인 성장기 기술로 확인된다.

[그림 12] 연도별 특허출원 동향 (단위: 건, %)



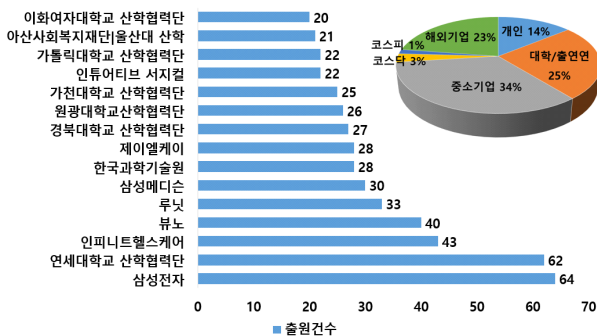
[그림 13] 기술시장 성장단계 (단위: 건, 인)



*출처: 원텔립스 DB, NICE디앤비 재구성

[그림 14]는 인공지능 영상진단 관련된 출원 특허를 검색하여 확인된 주요 출원인을 나타내었다. 주요 출원인은 삼성전자, 연세대학교 산학협력단, 인피니트헬스케어, 뷰노, 루닛 순이었으며, 코스닥 기업으로 인피니트헬스케어 및 제이엘케이도 주요출원인으로 조사되었으나, 전체 출원인 중에서 코스닥 기업은 3%로 확인되었다. [그림 15]는 주요출원인별 주요기술 동향을 나타내었다. 삼성전자, 연세대학교 산학협력단, 루닛의 경우 전처리, 학습, 뉴럴 네트워크 구조, 어플리케이션 기술을 모두 보유하고 있었고, 전반적으로 최근에 어플리케이션 외, 전처리, 학습, 뉴럴 네트워크 구조에 대한 특허 출원이 증가하였다. 한편, 루닛, 뷰노 및 제이엘케이는 인공지능 기술을 의료 영상에 적용하는 어플리케이션 외에도, 의료 도메인에 적용하기 위한 추가적인 기술 개발을 통해 전처리, 학습 등의 특허 출원이 존재하는 것으로 나타났다.

[그림 14] 주요출원인 및 출원건수 (단위: 건)



[그림 15] 주요출원인별 주요기술 동향 (단위: 건)



*출처: 원텔립스 DB, NICE디앤비 재구성

- 11) 비교사 학습(unsupervised learning): 정답이 정해져 있는 데이터를 학습하는 교사 학습과 달리, 정답이 정해지지 않은 데이터를 학습하는 기법.
- 12) 전이 학습(transfer learning): 학습 데이터가 부족한 분야의 모델 구축을 위해 데이터가 풍부한 분야에서 훈련된 모델을 재사용하는 학습 기법.

Ⅲ. 산업동향분석

급성장하는 인공지능 의료 영상진단 시장

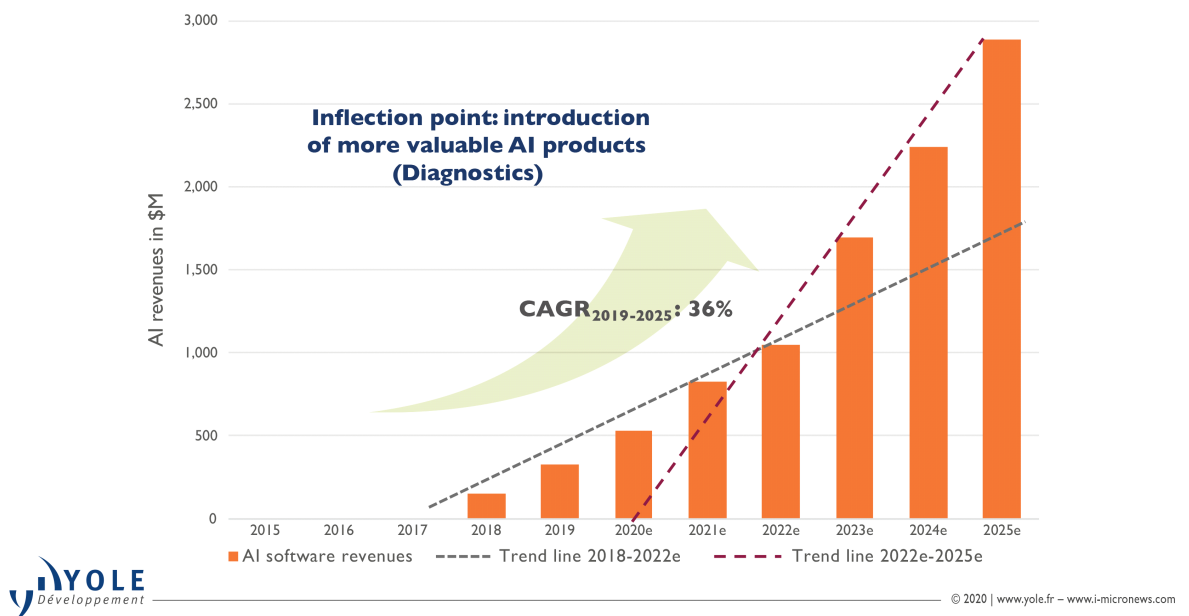
인공지능 기술을 적용한 의료 영상진단 시장은 국내외의 의료 기술 기업과 인공지능 기술 기업들의 활발한 연구 및 투자로 가파른 성장세가 전망된다.

■ 인공지능 의료 영상진단 시장의 가파른 성장세 전망

인공지능 기술을 이용한 의료 기술은 진료, 의약개발, 의료 서비스, 의료 정보 등에서 다양하게 활용될 것으로 전망된다. 특히, 의료 영상 데이터를 활용한 인공지능 소프트웨어 기기의 대표적인 예로는, 의료 영상진단 보조 소프트웨어, 의료 영상 분석 장치 소프트웨어, 의료 영상 검출 보조 소프트웨어가 있다. 이는 의료진들의 진단을 보조하는데 활용되며, 환자 개인의 의료 영상 데이터가 기하급수적으로 늘어남에 따라 그 활용도는 더욱 커지고 있다. 영상 처리 기술, 데이터 프로세싱 기술, 의료진의 활용도 증가로 인해 글로벌 시장 규모는 더욱 커질 전망이다.

글로벌 시장조사 전문업체인 Yole Development 자료(2020)에 따르면, 의료 영상용 인공지능 시장은 빠르게 성장하는 시장으로, 2019년 4.5억 달러 규모에서 연평균 36% 성장하여 2025년 29억 달러를 넘어설 것으로 예상되고 있다. 시장 규모는 영상 확보, 영상의 노이즈 제거, 영상 재구성, 영상진단을 위한 스크리닝, 진단 및 치료 계획 수립을 포함한 주요 분야에서 창출될 것으로 예상된다. 2010년 이후 의료 영상용 인공지능 개발에 힘쓰는 기업들이 투자한 금액은 20.5억 달러가 넘는 것으로 분석된다.

[그림 16] 세계 인공지능 기반 의료 영상진단 소프트웨어 시장 전망

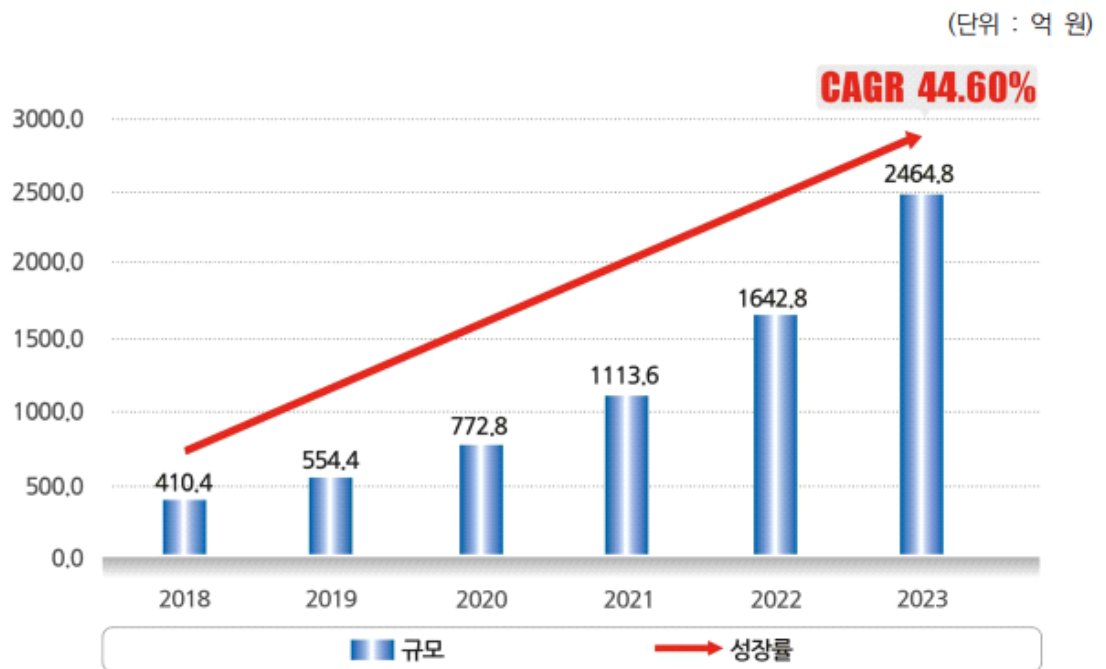


*출처: Yole Development (2020)



글로벌 시장의 급격한 성장세와 함께 국내 시장 규모도 증가하고 있다. BIS Research(2018)에 따르면, 국내 인공지능 및 빅데이터 기반 소프트웨어 의료 기기 등 인공지능 헬스케어 시장 규모는 2018년에 약 410억원, 2019년 약 554억 원이며 세계시장과 비슷한 연평균 성장률 44.60%로 예상되어 2023년에는 약 2,465억 원을 기록할 것으로 예상된다. 국내에서도 인공지능을 활용한 의료기기의 개발에 관심이 큰 만큼 시장전망도 고성장이 예상되고 있다.

[그림 17] 국내 인공지능 기반 의료 소프트웨어 시장 전망

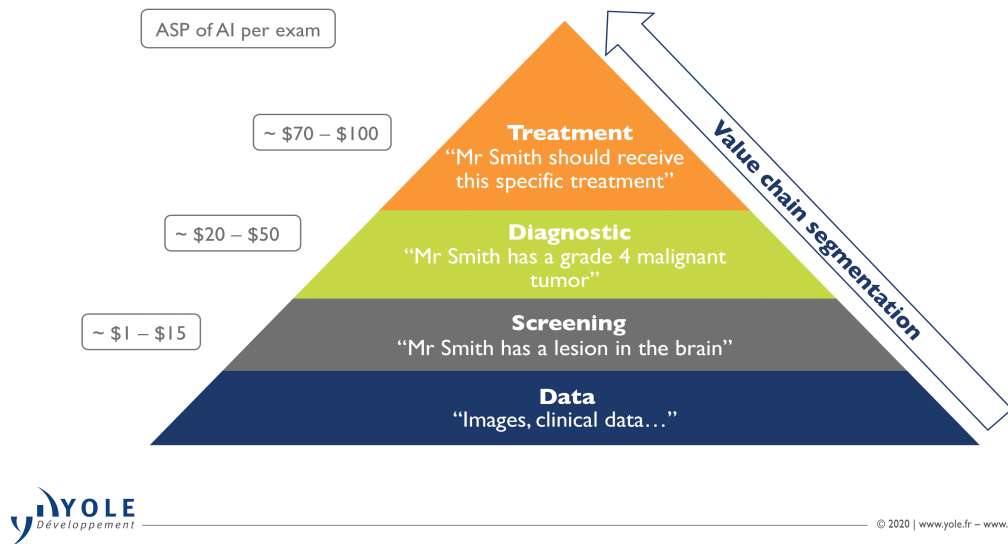


*출처: Global Artificial Intelligence Market in Healthcare Sector: Analysis&Forecasts, BIS Research(2018)

■ 고부가가치의 의료 영상진단 기술에 대한 집중화

Yole Development에 따르면, 의료 영상용 인공지능 시장의 밸류 체인은 데이터 수집, 데이터 스크리닝, 진단 및 치료로 구성된다. 데이터 스크리닝 단계는 의료 영상에 포함된 이상 객체의 검출 단계이며, 진단 단계는 환자의 병명 및 중증도 등을 평가하는 단계이고, 치료 단계는 환자의 병리학적 상태와 신체 상태에 따라 가장 적절한 치료를 예측하는 단계를 의미한다. 병원에서의 작업 흐름과 환자에 대한 서비스 품질 각각에 대한 부가가치가 높을수록 알고리즘의 비용도 높아진다. 데이터 스크리닝 단계의 부가가치가 1~15달러라고 했을 때, 진단 단계의 부가가치는 20~50달러, 그리고 치료 단계의 부가가치는 70~100달러로 예측된다. 현재 의료 영상 시장에서 사용 가능한 모델은 대부분 이상 객체를 감지하거나, 병변을 세그먼트화 하는 스크리닝 모델이나, 고부가가치 모델인 진단 모델에 대한 개발이 늘어나고 있으며, 향후 5년 이내에 인공지능 기술을 적용한 의료 영상 시장의 주력 모델이 될 것으로 예상된다.

[그림 18] 인공지능 기반 의료 영상진단 시장의 밸류 체인

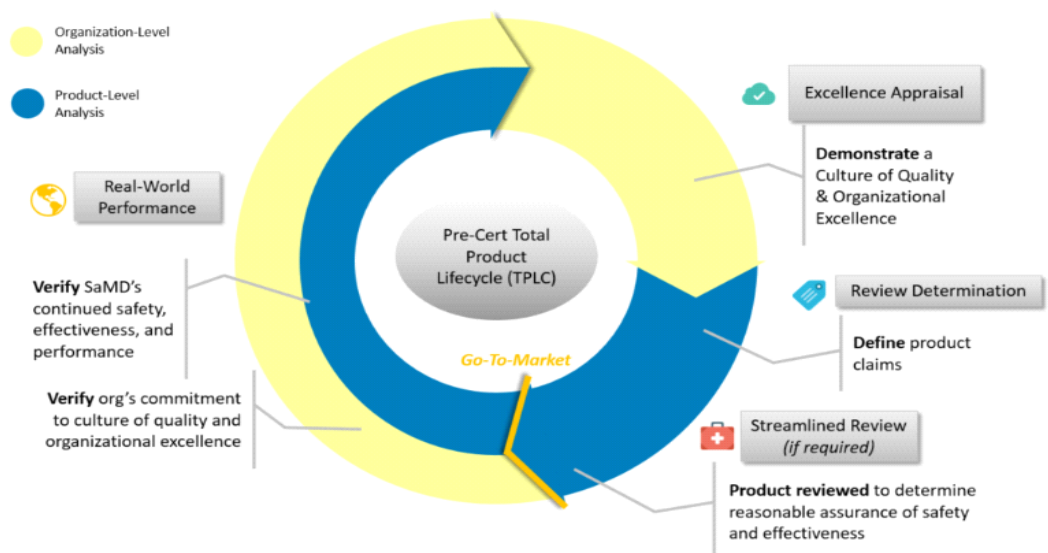


*출처: Yole Development (2020)

■ 국내외 법·제도적 환경 조성 현황

미국 FDA는 2017년 7월 발표한 『Digital Health Action Plan』에서 인공지능 의료기기의 소프트웨어적 특성을 반영한 소프트웨어 사전인증제도(Pre-Cert for Software)라는 제도를 시범 도입한 바 있다. 사전인증제도는 개별 제품을 평가하지 않고, 제조 업체의 소프트웨어 설계, 시험 및 실제 사용 데이터(Real World Data) 수집 능력을 평가해 적절한 자격을 갖춘 제조사를 사전인증하는 제도다. 이 제조사들이 만든 인공지능 의료기기는 시판절차를 간소화하는 대신 시판 후 모니터링 규제를 적용한다. 올해 1월에는 인공지능 의료기기의 소프트웨어 변경(버전업)에 대해 총 제품수명주기에 기반한 규제 프레임워크를 제시했다.

[그림 19] 미국 FDA의 Pre-Cert 프로그램

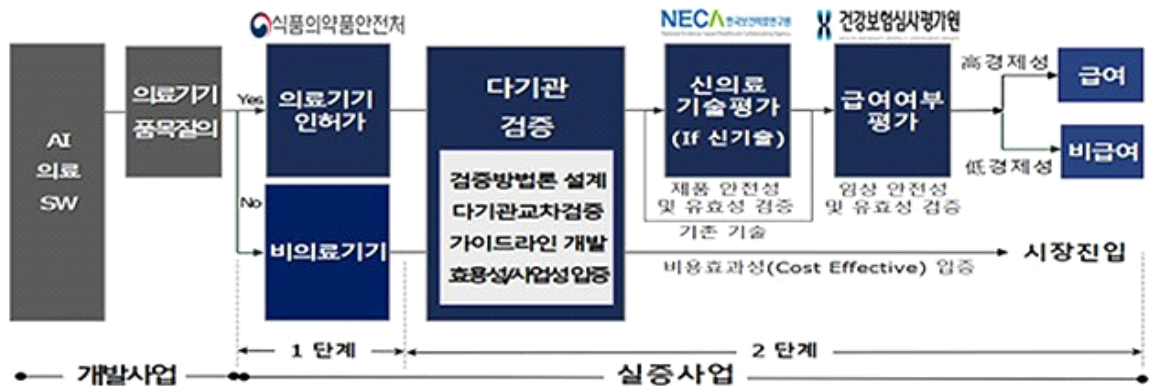


*출처: FDA

국내에서는 2017년 식약처가 『빅데이터 및 인공지능(AI) 기술이 적용된 의료기기 허가·심사 가이드 라인』, 『인공지능(AI) 기반 의료기기의 임상 유효성 평가 가이드라인』을 발표했다. 올해 4월에는 혁신의료기기에 대한 심사 절차 간소화, 혁신의료기기소프트웨어 제조기업 인증제를 포함하는 『의료기기산업 육성 및 혁신의료기기 지원법』이 국회 본회의를 통과했다. 이런 일련의 정책들은 미국의 사전인증제도와 유사한 인공지능 의료기기의 선도입-후평가 제도 도입을 골자로 하고 있다.

2018년에는 인공지능 기반 의료기기 4개 품목이 국내 최초로 식약처 허가를 받았다. 2019년에 발표된 가이드 라인에 따르면, 빅데이터 및 인공지능 기술이 적용된 의료기기의 성능 및 임상적 유효성 검증은 민감도, 특이도, 양성 예측도 등의 항목을 이용하여 확인되어야 한다고 기재하고 기재하고 있어, 인공지능 의료기기의 유효성 검증에 대한 중요성은 더욱 높아지고 있다.

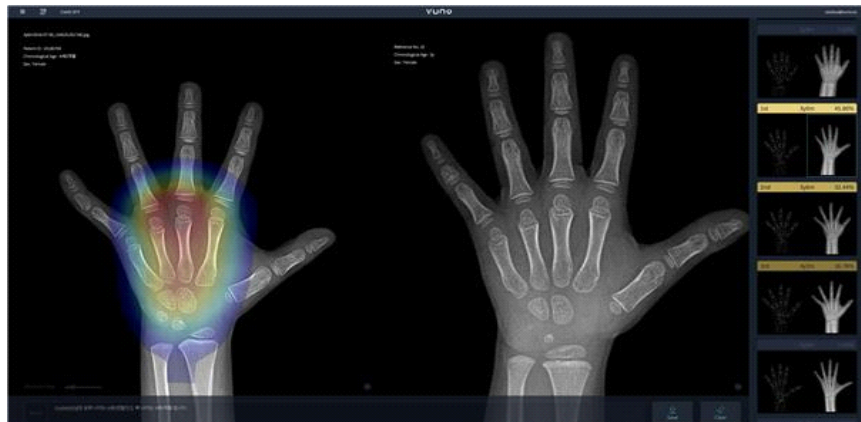
[그림 20] 국내 의료기기 제품화 절차



*출처: 과학기술정보통신부

국내 최초로 식약처 허가를 받은 인공지능 의료기기는 뷰노의 골연령 판독 소프트웨어인 '뷰노메드-본에이지'이다. 연이어 제이엘케이인스펙션의 흉부 X-Ray 영상 판독 소프트웨어와 루닛의 뇌 MR 영상 판독 소프트웨어인 '루닛 인사이트'가 허가를 받아, 국내 인공지능 기반의 소프트웨어 기기 시장도 점차 확대될 전망이다.

[그림 21] 뷰노메드-본에이지



*출처: (주)뷰노

IV. 주요기업분석

인공지능 원격영상진단에 대한 기술 개발 가속화





















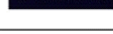



































국내외 대기업, 스타트업들의 인공지능 의료 영상진단에 대한 기술 개발이 상당히 늘어나고 있으며, 경쟁이 점점 치열해지고 있고, 그에 따라 기술 개발에 대한 투자 또한 가속화되고 있다.

■ 인공지능 원격영상진단 산업 글로벌 기업 동향

세계적으로 의료 분야에 대한 인공지능 기술 접목에 대한 관심이 증폭되면서, 미국, 유럽, 이스라엘, 한국 등 전세계의 기업들이 경쟁적으로 인공지능을 의료 분야에 적용하기 위한 기술 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 국내외 기술 기반의 기업인 구글, IBM, 마이크로소프트, 삼성전자 뿐만 아니라, 의료 기술 기반의 기업인 GE 헬스케어, 필립스, 지멘스, 그리고 국내외 스타트업들도 해당 시장에 활발하게 진출하고 있다. 의료 영상진단에 인공지능 기술을 접목하여 상용화하는 사례들도 점차 증가하고 있으며, 국내외 법 제도들이 이러한 시판화를 뒷받침함에 따라, 인공지능 기반의 의료 영상진단의 활용이 더욱 확대될 것으로 분석된다.

[그림 22]는 의료 영상을 통해 암을 검출하는 진단 기술을 개발하는 기업의 현황을 나타낸 것으로, 암의 종류 및 개발 현황에 따라 그룹화하여 표시하고 있다. 기존의 인공지능을 기반으로 의료 영상진단 산업에 진출한 기업 뿐만 아니라, 기존의 의료 사업을 바탕으로 인공지능 기술시장으로 추가적으로 사업을 확장한 업체들도 상당수 존재한다.

[그림 22] 의료 영상 기반 암 검출 인공지능 기술 기업 현황

IDTechEx Research						
Cancer type	In development	Proof of concept	Research only	Clinical studies	Seeking regulatory approval	On the market
Breast	 		 		   	     
Lung	 			 		        
Skin						          
Thyroid						
Prostate						  
Other						 

*출처: IDTechEx report (2020)



■ 국외 인공지능 원격영상진단 기술 선도 기업: IBM, Zebra Medical Vision, Enlitic

1. IBM, 인공지능 기술력을 토대로 한 의료 영상진단 선두주자

IBM(미국)은 2012년도부터 인공지능 기술을 의료 분야에 활용하기 위한 연구를 진행하고 있다. IBM은 암과 관련된 60만 건의 의학적 근거, 42개의 의학 학술지와 임상 시험 데이터로부터 200만 페이지 분량의 자료, 1,500여 개의 실제 폐암 치료 사례, 25,000개의 치료 사례 시나리오, 의사들의 진료 기록, 검진 결과 등 ‘자연어’로 되어 있는 데이터를 학습시켜 2014년도에 암 진단 솔루션인 ‘왓슨 포 온콜로지(Watson for Oncology)’를 처음 공개하였다. 그 이후 IBM은 유전체 분석, 신약치료법 개발, 임상시험 매칭, 의료 영상 분석까지 가능한 수준으로 발전시켰으며, 2017년 2월에는 왓슨을 이용한 인공지능 기반의 의료 영상 분석 도구인 ‘왓슨 클리니컬 이미징 리뷰(Watson for Clinical Trial Imaging Review)’를 개발하였다. ‘왓슨 클리니컬 이미징 리뷰’는 CT·MRI 등 영상 이미지를 포함한 환자의 여러 데이터를 검토하고 특정 질병의 정확한 진단과 치료법을 제안하는 프로그램으로, 국내외 다수의 병원에 적용된 바 있다. IBM 사의 기술력을 바탕으로 의료 분야에서도 점차 입지를 굳힐 것으로 예상된다.

2. Zebra Medical Vision, FDA 허가에 따른 흉부 X선 영상 분석 상용화 본격화

지브라 메디컬 비전(Zebra Medical Vision, 이스라엘)은 2014년에 설립된 딥러닝을 이용한 의료 솔루션 제공을 위한 연구 개발을 진행 중인 회사로, 인터마운틴 인베스트먼트 펀드(Intermountain Investment Fund), 아위크라우드(OurCrowd)와 돌비 벤처스(Dolby Ventures) 등이 자금을 제공해 현재 6천억원 이상의 기업가치를 평가받고 있다. 지브라 메디컬 비전의 대표 솔루션 AI1(All-In-1)은 2017년 11월에 출시됐으며, 구글 클라우드를 활용한 의료 영상 분석 서비스 사업이다. 세계적인 규모를 갖춘 원격 방사선진단 업체인 텔레라디오로지 솔루션즈(TRS, Teleradiology Solutions, 인도)와 함께 20여개국 10개 병원과 의료 기관에 서비스 제공 계약을 체결하였다. 2019년 5월 미국 FDA로부터 기흉 판별을 위한 흉부 X선 분석을 위한 시스템인 HealthPNX에 대한 사용 허가를 획득하여, 의료 영상분석 제품에 대한 상용화를 본격화하고 있다.

3. Enlitic, 악성 종양 판단 기술의 고도화

엔리틱(Enlitic, 미국)은 2014년에 200만달러 투자를 받으면서 설립된 인공지능 스타트업이다. 엔리틱은 CNN을 채택해 의료 영상 데이터에서 악성 종양의 유무와 위치 등을 체크한 대량의 의료 영상 데이터를 학습시켰다. 악성 종양의 형상 등을 나타내주는 ‘특징’이나 어떤 특징을 중시할 경우에 악성 종양인지 여부를 판단할 수 있는 ‘패턴’을 자동으로 찾아내는 방식이다. 2015년 10월 의료 영상진단 서비스 기업인 캐피탈 헬스(Capital Health, 호주)가 엔리틱의 시스템을 세계 최초로 채택하면서 엔리틱의 첫 매출이 발생하기 시작했다. 동시에 캐피탈 헬스는 엔리틱에 천만달러 투자를 단행하며 약 5천만~1억달러 사이의 가치를 평가받았으며, 의료 영상진단 시장이 확대됨에 따라 그 가치는 더욱 증가할 것으로 전망된다.



■ 국내 인공지능 원격영상진단 기술 선도 기업: 뷰노, 루닛, 삼성메디슨

1. 뷰노, 뷰노메드 본에이지를 기반으로 한 의료 영상분석기술 개발 가속화

뷰노(Vuno)는 2014년에 설립된 인공지능 기술 기반의 바이오/의료 영상 분석 소프트웨어 개발사로, 영상 분석뿐만 아니라 음성 분석 등 자연어 처리, 인공지능 기반의 의료 플랫폼 등 의료 분야에 적용될 수 있는 다양한 소프트웨어를 개발 중이다. 뷰노에서 개발한 뷰노메드 본에이지(VUNO Med-BoneAge)는 2018년에 5월에 국내 최초로 식품의약품안전처로부터 국내 시판허가(2등급 의료 영상분석장치소프트웨어)를 받았으며, 인공지능 헬스케어 분야에서 국내 기술 최초로 유럽통합규격 인증(CE)도 획득했다. 또한 원천 기술인 골연령 측정방법에 대해 미국 특허 획득에도 성공해 해외 진출을 적극 준비하고 있다. 최근 기술특례상장을 준비하여, 기술평가기관 2곳에서 모두 A등급을 획득하여 코스닥 상장을 위한 예비심사신청을 완료하였다.

2. 루닛, 흉부 엑스레이 진단 기술의 글로벌 사업화

루닛(Lunit)은 2013년에 국내 최초로 설립된 인공지능 의료 영상분석 솔루션의 개발사이다. 루닛은 진단에 활용될 수 있는, 흉부 엑스레이 진단 보조 인공지능 소프트웨어인 루닛 인사이트 CXR(Lunit INSIGHT CXR)과 유방암 진단 보조 인공지능 소프트웨어인 루닛 인사이트 MMG(Lunit INSIGHT MMG), 그리고 치료에 활용될 수 있는 항암 치료제에 대한 반응을 인공지능으로 정확하게 예측해주는 플랫폼인 루닛 스코프(Lunit SCOPE)를 개발하였다. 루닛 인사이트 CXR은 서울대병원과 2차 종합병원, 건강검진센터 등에 도입되어 활용되고 있고, 멕시코와 UAE, 중국 등에서도 사업화를 진행하고 있다. 소프트뱅크벤처스와 인터베스트 등으로부터 투자유치를 받았으며, 시리즈C 펀딩(약 250억원)을 진행하고 있다. 기업가치는 약 1,500억원 수준으로 평가되었으며, 기술특례상장을 준비 중에 있다.

3. 삼성메디슨, 초음파 영상 분석 시장 개척

삼성메디슨은 1985년 창립한 초음파 진단기기 기업으로, 2016년부터 인공지능 기술을 접목시킨 초음파 진단 기기를 개발 중이다. 삼성메디슨은 2018년 미국의 북미영상의학회(RSNA)에서 유방 초음파 이미지에서 선택된 병변의 특성을 분석해주는 '에스 디텍트 포 브레스트(S-Detect for Breast)' 기능, 흉부 엑스레이 영상에서 뼈에 가려진 폐 병변을 명확하게 보여주는 '본 서프레션(Bone Suppression)' 기능 등을 공개했다. 삼성메디슨은 2020년 인텔과 공동 개발한 헬스케어 인공지능 솔루션인 '바이오메트리어시스트(BiometryAssist)' 및 '레이버 어시스트(LaborAssist)'를 공개했다. 이는 초음파 데이터를 기반으로 태아의 상태를 신속하게 파악할 수 있도록 하는 것으로 솔루션의 정확도가 97%에 달하며, 올해 미국 FDA로부터 의료기기 클래스 2등급을 받았다. 삼성메디슨은 초음파를 기반으로 유수의 글로벌 대기업들과 협력하여 연구 개발을 꾸준히 진행 중이다.

■ 국내 인공지능 원격영상진단 코스닥 기업: 제이엘케이, 셀바스AI, 인피니트헬스케어

[제이엘케이] 제이엘케이는 2014년에 설립된 인공지능 기반 의료 영상진단 제품 및 산업용 X-ray 판독 시스템 개발 기업이다. 2016년 3월 한국인 뇌 MR 영상 데이터센터의 데이터 전용 실시권 사용 계약을 체결하였다. 이후 식약처 주관 ‘차세대 의료기기 100프로젝트 대상기업 선정’을 시작으로 다양한 인증(GMP, 의료기기 허가인증, ISO 13485, 의료보건신기술(NET) 등) 획득 및 MOU(재활공학연구소, 고려대학병원 등) 체결을 지속하고 있으며, 2019년 12월 4차 산업 특례 상장 1호로 코스닥 시장에 신규 상장되었다.

제이엘케이의 인공지능 기반 의료 영상진단 플랫폼은 총 8가지 모달리티(MRI, CT, X-ray, 맘모그래피, 초음파, 내시경, 병리영상, 안저영상) 의료 영상을 이용하여 14곳의 신체 부위에 적용할 수 있는 37가지 진단 솔루션으로 구성되어 있으며, 37개의 솔루션 중 2가지 제품군은 제이엘케이만이 가지고 있는 세계 유일의 제품군으로 인공지능 기반 뇌졸중 토탈 솔루션 UNISTRO(11개 솔루션)와 인공지능 기반 전립선암 토탈 솔루션 UNIPROS(2개 솔루션)이다.

[표 1] 제이엘케이 주가추이 및 기본 재무현황 (2017년 GAAP개별, 2018년 K-IFRS 별도기준, 2019년 K-IFRS 연결기준)

Performance	Fiscal Year	2017년	2018년	2019년
<p>(단위: %)</p> <p>2019-12 2020-02 2020-04 2020-06 2020-08 2020-10</p> <p>— 제이엘케이 — KOSDAQ</p>	매출액(억 원)	6.0	3.6	2.3
	증감률 YoY(%)	6.9	-39.0	-
	영업이익(억 원)	-32.8	-46.2	-107.9
	영업이익률(%)	-551.2	-1,272.2	-4,702.5
	순이익(억 원)	-41.2	-62.8	-106.4
	EPS(원)	-568	-685	-849
	EPS 증감률(%)	적지	적지	적지
	P/E (x)	-	-	-
	EV/EBITDA(x)	-	-	-7.4
	ROE(%)	-208.0	-180.0	-
	P/B(x)	-	-	3.0

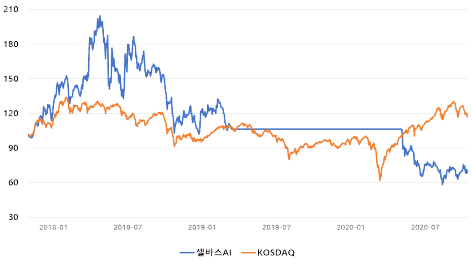
(포트폴리오 분석기준)

(1) 분석기간: 3년, (2) 구성방법: 동일비중,
(3) 리밸런싱: 없음, (4) 거래비용: 없음

*출처: DeepSearch, NICE디앤비 재가공

[셀바스AI] 셀바스AI는 1999년에 설립된 (주)디오텍이 2016년에 사명을 변경하여 설립된 회사로, 2017년 인공지능 질병 예측 솔루션인 셀비 체크업을 출시하면서 인공지능 기술 기반의 의료 산업의 사업화를 실시하였다. 셀비 체크업은 RNN을 기반으로 의료 빅데이터 특성을 반영한 예측 알고리즘을 이용한 주요 질병에 대한 발병 확률 예측 제품이며, 셀비 메디보이스는 음성 녹음부터 자동 텍스트 변환, 교정 및 저장까지 의료 녹취를 위한 모든 과정을 지원하는 솔루션으로, 진료용, 수술용, 판독용, 상담용 등 각 분야별로 최적화된 음성 인식기이다. 셀바스AI의 셀비 메디보이스는 2019년 세브란스병원 영상의학과와 한림대동탄성심병원 수술실에 상용화하였다. 셀바스AI는 2019년 세브란스와 함께 기존의 영상 분류 인공지능 모델을 기반으로 조기 위암 병변을 발견하는데 최적화된 모델을 개발하였으며, 개발된 인공지능 모델의 조기 위암 발견 정확도는 98.5%, 종양의 침범 깊이 예측 정확도는 85.1%로 나타났다.

[표 2] 셀바스AI 주가추이 및 기본 재무현황(K-IFRS 연결기준)


Performance		Fiscal Year	2017년	2018년	2019년
 <p>(단위: %)</p>		매출액(억 원)	468.7	355.6	354.2
		증감률 YoY(%)	32.2	-24.1	-0.4
		영업이익(억 원)	5.6	-70.6	-61.8
		영업이익률(%)	1.2	-48.0	-17.4
		순이익(억 원)	-42.8	-265.8	-85.9
		EPS(원)	-176	-851	-321
		EPS 증감률(%)	적지	적지	적지
		P/E (x)	-	-	-
		EV/EBITDA(x)	34.6	-9.2	-45.5
		ROE(%)	-8.3	-47.9	-22.4
		P/B(x)	2.2	2.8	2.7

*출처: DeepSearch, NICE디앤비 재가공

[인피니트헬스케어] 인피니트헬스케어는 인공지능 및 빅데이터 기반의 의료 영상정보 솔루션 및 3차원 의료 영상 소프트웨어의 개발, 판매 및 서비스 제공을 주력 사업으로 영위 중인 기업이다. 인피니트헬스케어는 PACS의 개발 기업으로, 국내 PACS 시장점유율 1위를 차지하고 있다. 인피니트헬스케어는 M&A로 당시 시장점유율 2위 경쟁사인 마로테크를 흡수합병하며, 국내 PACS 시장을 재편했다. 2019년 상급종합병원급 PACS 점유율 75%, 종합병원급 PACS 점유율 70%(건강보험심사평가원 등재 병원 기준)를 지키고 있다. 인피니트헬스케어는 55개국 6,200여개의 의료 기관에 솔루션을 제공 중이다.

인피니트헬스케어는 영상의학과를 비롯하여 심장의학과, 정형외과, 치과, 안과 등 다양한 진료과에 최적화된 의료 영상 및 정보 솔루션인 PACS와 3차원 의료 영상 S/W 등의 개발, 제조, 판매업을 핵심 사업으로 하고 있으며, 부가적으로 서버, 스토리지, 판독용 모니터 등과 같은 상품 판매 사업을 영위하고 있다. 인피니트헬스케어는 PACS의 높은 점유율을 기반으로, 뷰노, 루닛 등 인공지능 소프트웨어 기업과의 협업을 통해 인공지능 의료 진단 솔루션 산업에서도 두각을 나타낼 전망이다.

[표 3] 인피니트헬스케어 주가추이 및 기본 재무현황(K-IFRS 연결기준)

Performance		Fiscal Year	2017년	2018년	2019년
 <p>(단위: %)</p>		매출액(억 원)	727.7	643.2	742.7
		증감률 YoY(%)	1.8	-1.6	15.5
		영업이익(억 원)	55.4	23.5	70.7
		영업이익률(%)	7.6	3.7	9.5
		순이익(억 원)	15.0	48.4	72.7
		EPS(원)	63	202	297
		EPS 증감률(%)	-78.4	220.6	47.0
		P/E (x)	130.1	29.2	19.4
		EV/EBITDA(x)	18.8	19.9	10.8
		ROE(%)	2.2	6.7	9.0
		P/B(x)	2.8	1.9	1.7

*출처: DeepSearch, NICE디앤비 재가공