

Khidi Issue Paper

❖ 의료 인공지능 현황 및 과제

R&D기획단
이관용, 김진희, 김현철

Contents

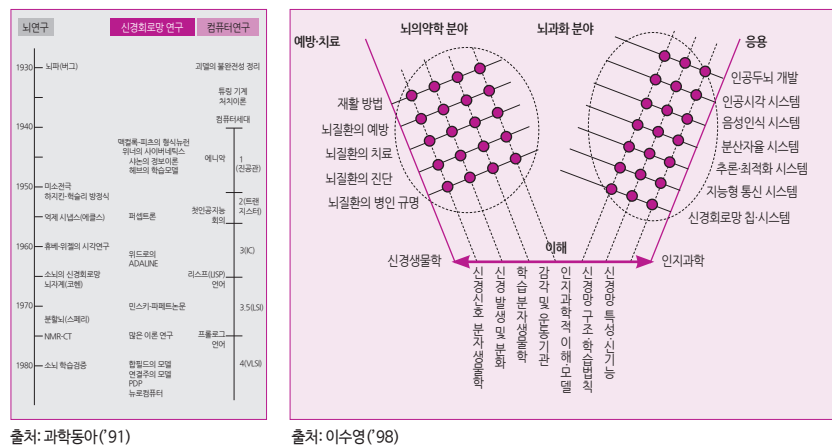
- I. 인공지능 기술의 등장과 기대
 - AI 기술의 잠재가치 부상
 - AI 기술의 산업규모와 위상
- II. 보건의료와 AI의 만남
 - 미충족 의료수요(Unmet Medical Needs)
 - 보건의료와 AI 접목의 가치
 - 보건의료 AI 실현의 가능성
- III. 의료 AI 기술의 사례
 - 특허분석을 통해 본 활용사례
 - 언론보도를 통해 본 활용사례
- IV. 결론 및 시사점: 당면과제
 - 기술적 측면
 - 산업적 측면
 - 사회적 측면



I 인공지능 기술의 등장과 기대

I AI 기술의 잠재가치 부상

- 20세기 후반 컴퓨터 기반 정보혁명 이래 ICT 기술은 생산성을 비약적으로 발전시키는 ‘범용기술’로서 산업 전반에 막대한 영향을 끼쳤고, 이제는 이중 기술융합을 통해 ‘자가촉매적 반응’ 가속화
 - 범용기술(General Purpose Technology) : 증기기관, 전력과 같이 특정 산업에 한정되지 않고 경제 전반에 걸쳐 생산성을 비약적으로 제고시키는 기술¹⁾
 - 자가촉매 기술(Autocatalytic Technology) : 다음 기술의 더 빠른 발전에 기여하는 기술(컴퓨터, 통신, 인공지능 등의 Infotech)²⁾
- ICT 기술은 유무선 통신기술의 진화, 멀티미디어 처리와 저장기술 발전을 거듭하면서 점차 복합화·지능화된 기술로 진화하고 있으며, 최근 뇌과학·뇌의학 기반 기술의 발전에 힘입어 인공지능(Artificial Intelligence, 이하 AI) 기술혁신 촉발



〈그림 1〉 뇌 연구와 컴퓨터 연구, 인공지능 기술의 관계

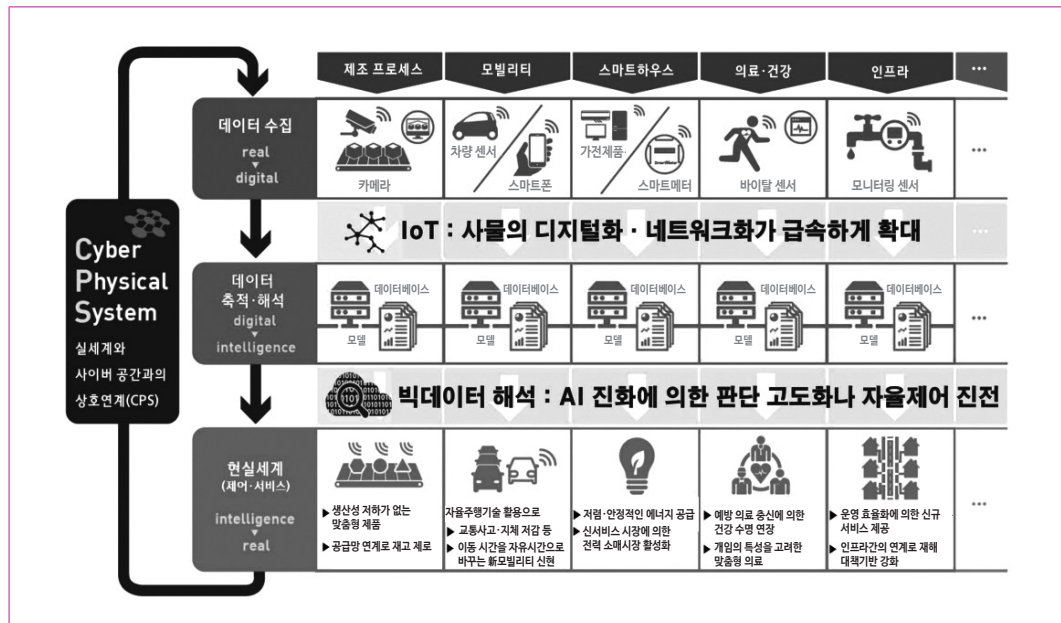
- AI 기술을 통해 인간의 능력을 넘어서는 수준의 데이터를 처리할 수 있고, 보다 정확하고 효율적인 의사결정이 가능해짐에 따라 새롭게 주목받기 시작
 - 디지털 데이터 규모 : 4.4 제타바이트('13) → 44 제타바이트 or 44조 기가바이트('20)³⁾
 - 빅데이터의 발전 : 광범위한 데이터를 Sensing하고 저장할 수 있는 기술의 발전, ② 컴퓨테이션 파워의 증대 : 이론상으로는 가능했던 알고리즘이 실제 동작, ③ 기계학습 알고리즘의 발달 : 사람의 지도없이 스스로 유용한 정보·구별 알고리즘 발전

1) Brynjolfsson and McAfee(2014), 이성호 외(2015)

2) Stewart Brand(2009)

3) medicalfutureist(2016)

- AI 기술은 이미 현대인의 생활 전반에 깊숙이 활용되고 있으며, 점차 인간의 편의와 안전을 위한 모든 영역에 범용적으로 확산될 것으로 전망
 - 간단한(Weak) AI 기술은 이미 인간의 생활 곳곳에서 활용되고 있으며, 각종 서비스를 통해 편리한 기능 제공
 - * 실시간 교통정보 네비게이션, 김치냉장고(발효기능), 게임 자동 플레이, 페이스북 얼굴인식, 개인맞춤 영화추천, 스팸메일 차단, 스마트폰 음성인식, 구글검색엔진 등⁴⁾
- 최근 4차 산업혁명의 논의와 함께, AI 기술이 과학, 비즈니스, 공공선(Social Good) 실현의 중요 수단으로 부각되었으며, 향후 로봇, IoT, 가상·증강현실 등 다양한 기술과의 융합 전망
 - 다가오는 4차 산업은 AI 기술을 중심으로 디지털과 바이오 등의 기술융합을 통해 모든 것이 연결(Connectivity)되고 자동화(Automation)된 사회로 진화하여 새로운 산업혁명이 이뤄질 것으로 예상
 - IoT와 AI를 기반으로 사이버 세계와 물리적 세계가 네트워크로 연결돼 하나의 통합 시스템으로서 지능형 CPS(Cyber-physical System)를 구축할 것이라 예측⁵⁾



출처 : 일본경제산업성, NIA(2015)에서 재인용

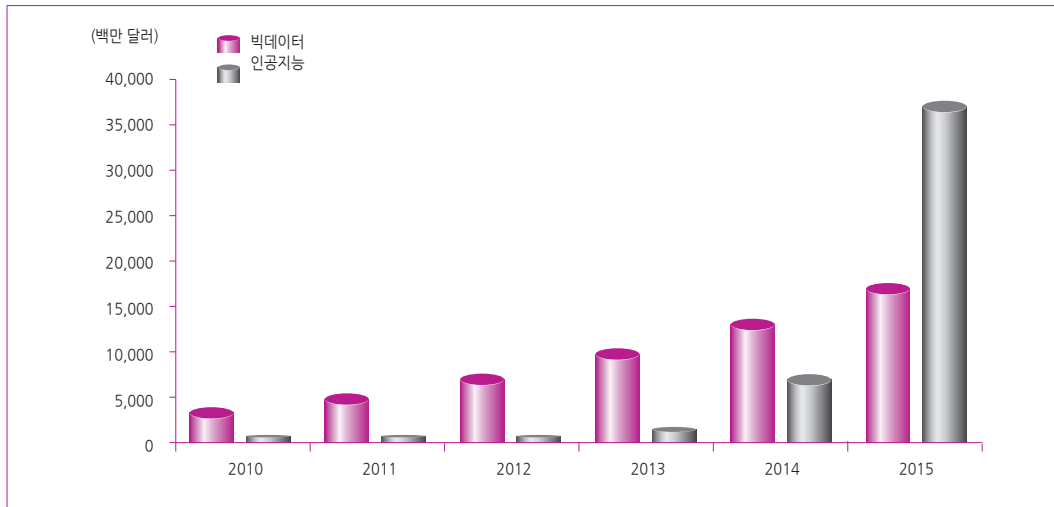
〈그림 2〉 CPS 사이클(데이터의 분석과 피드백 활용)

AI 기술의 산업규모와 위상

- IDC(International Data Corporation)의 예측에 의하면 세계 AI 시장규모는 '15년 1,270억 달러(약 142조 원)에서 '17년 1,650억 달러(약 185조 원)로 연평균 14.0%의 높은 성장을 지속할 것으로 전망
 - AI 관련 스타트업 투자 규모는 '10년 4,500만 달러(약 505억 원)에서 '16년 3억 5,000만 달러(약 3,930억 원) 이상이 될 것으로 추정

4) 기업들이 마케팅적 요소로 AI를 사용했을뿐, 사실 '제어공학'과 '시스템공학' 측면의 단순제어 프로그램에 불과하다는 일부의 비판도 있음 (Yutaka Matsuo, 2015)

5) 하원규 외(2015)



출처: IDC, EU, (2013). 이형직(2014)에서 재인용

〈그림 3〉 빅데이터와 AI 시장 동향

- 프로스트 설리반(Frost&Sullivan) 및 BCC(BCC Research)의 예측에 의하면 AI 스마트 기기 관련 시장 규모는 '14년 63억 달러(약 7조 원)에서 '24년 412억 달러(약 46조 원) 규모로 성장 예상
 - 스마트 기기 AI 시장은 '24년 기준 각 분야별로 자동로봇(139억\$), AI 시스템(124억\$), 디지털(지능형) 보조(80억\$), 인공지능망(46억\$), 임베디드(20억\$)순으로 전망되며 각 분야 성장률은 두 자리 수 이상으로 매우 높을 것으로 전망

〈표 1〉 세계 각국의 AI 관련 시장 전망

조사기관	대상	'15년	'17년	CAGR
IDC	영상음성처리분야	1,270억 달러	1,650억 달러	14%
	Cognitive SW 플랫폼	10억 달러	37억 달러	92%
BCC리서치	음성인식	840억 달러	1,130억 달러	16%
Tractica	AI시스템	2억 달러	111억 달러	-
IBM	'25년 2,000조 원 시장창출			
맥킨지	'25년 6조7천억 달러(7,000조 원) 파급 효과			

출처: 김재필 외(2016)

- 씨비 인사이트(CB INSIGHTS)에 의하면, 전 세계적으로 '15년 AI 스타트업 투자는 전년도에의 약 10% 성장, 특히 '13년 대비 약 200% 이상의 규모로 확대하고 있으며, '15년에 약 400건의 거래가 이루어졌고 '16년은 1분기에만 약 145건에 달함

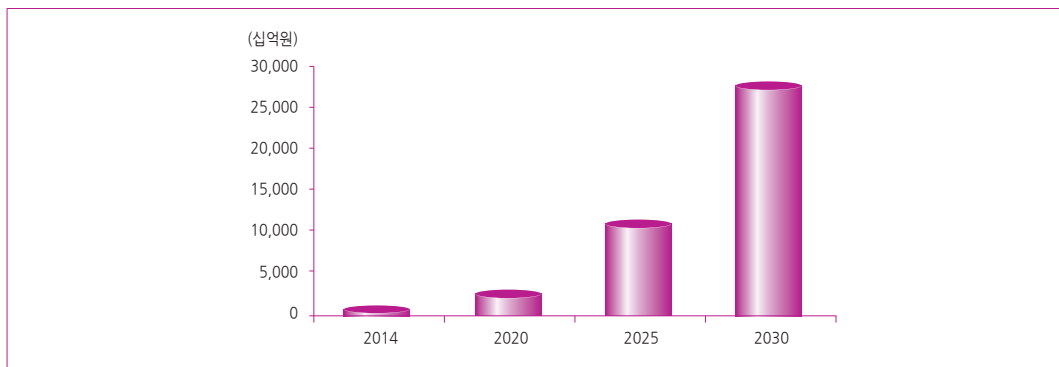


출처: CB Insights(2016), "Artificial Intelligence Explodes: New Deal Activity Record For AI Startups"

〈그림 4〉 전세계 AI스타트업 투자현황

- '15년 기준 한국의 AI 관련기업은 24~64개로, 세계 AI 관련 스타트업 산업체 수의 2.5%~6.7% 수준⁶⁾

⊙ 국내 AI 총 시장 규모는 '20년 2.2조원에서 '30년 27.5조원으로 성장할 것으로 전망



출처: 김재필 외(2016)

〈그림 5〉 국내 AI 시장 규모 전망

6) 전해영(2016)

II

보건의료와 AI의 만남

| 미충족 의료수요 (Unmet Medical Needs) |

① 진단 치료의 어려움 : 의료데이터의 복잡성 증가

- 진단 및 치료과정에서 첨단의료기기와 기술 활용은 매우 오래 전부터 이루어져 왔으나, 의료 데이터의 복잡성이 점차 심화되어 기존의 접근방식으로 컨트롤하는 것이 불가능

〈표 2〉 의료데이터를 분석하기 어려운 5가지 이유

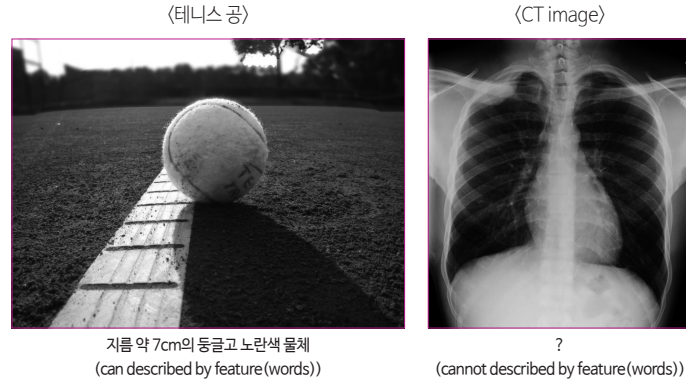
특징	내용
데이터 다양성 (multiple data locations)	- 의료데이터는 다양한 종류의 시스템에서 생성 (EMRs, HR software, etc.) - 의료데이터는 다양한 부서에서 생산 (radiology, pharmacy, etc.) - 의료데이터는 다양한 포맷의 파일로 구성 (text, numeric, paper, digital, picture, videos, multimedia, etc.)
구조화 vs 비구조화 (structured vs. unstructured)	- EMR은 일관성 있는 데이터 캡처 플랫폼을 제공하지만, 실제로는 사용자에게 따라 다른 구조로 문서화 - EMR 사용자들이 획일적 통합에 거부감 피력
데이터 정의 (data definition)	- 같은 질환의 환자를 대상으로 의료진마다 합의되지 않는 다른 진료 결과 발생 - 하나의 의료데이터가 새로운 연구결과와 실험결과를 통해 다른 이해와 정의로 변화
복잡성 (complexity)	- Claims data는 표준화 노력을 하였으나 여전히 변수의 발생이 많아 분석에 활용하기에 불안정함 - 분산된 프로그램에서 생성되는 의료데이터를 관리하기 위해 보다 정교한 tool이 필요
규제와 요구사항 (regulation & requirements)	- 규제 및 보고에 대한 요구사항이 증가하고 진화를 거듭하고 있음 - 이를 보완하기 위한 의료조직들의 지속적인 부담 발생

출처 : Healthcatalyst(2016)에서 발췌 및 재가공

- 동일 질환 환자에 대한 의료진들의 진료 소견이 각자의 데이터 해석능력에 따라 차이 발생
- 같은 질환이라도 개인의 건강상태, 생활습관, 유전체 정보에 따라 증상이 다르기 때문에 보편적 의료(average medicine)는 일부 환자에게 효과가 없거나 심각한 부작용 발생 우려
 - '08년 미국에서 처방된 의약품 3,504조원 중 1,470조원(49.7%)은 치료효과가 없었으며, 처방을 받은 환자 중 200만명은 심각한 부작용을 보이며, 이중 10만명은 사망(사망원인 6위)⁷⁾
 - * 와파린의 경우, 개인 및 인종별 적정사용량이 100배까지 차이
- 방대하고 다양한 의료 빅데이터 중 진료과정에서 활용할 유의미한 데이터의 선별 어려움
 - 건강검진자료, 질병자료, 전자의무기록자료, 유전체 분석 데이터 등 바이오센싱, 의료영상을 중심으로 데이터 규모의 급증 추세

7) 조두연(2013)

- ① 한 장의 인체영상은 서로 다른 layer의 결합으로 이루어져 있기 때문에, 단순한 방식으로 병변을 찾아내는 것은 매우 어려움



〈그림 6〉 의료영상 분석의 어려움

- CXR 영상에서 폐암을 놓치는 80% 이상의 원인은 뼈가 겹치고 가려져서 발생⁸⁾

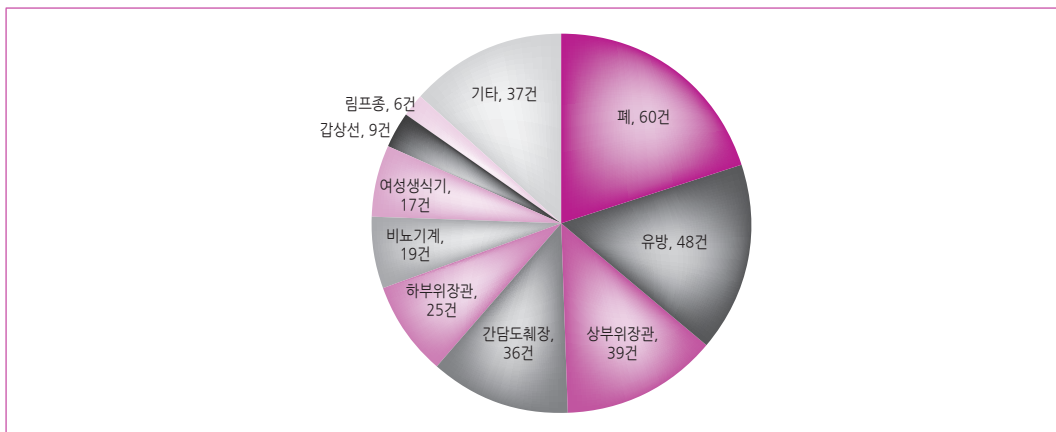
② 오진율 증가

- ① 한국소비자원이 '12년 1월부터 '15년 2월까지 접수된 오진 관련 피해구제 자료에 의하면, 암과 관련한 내용이 최근 3년간 296건에 달하며, 이는 전체 오진 건수의 61.7%에 해당

〈표 3〉 최근 3년간 오진 소비자 피해 현황('12. 1. 1.~'15. 2. 28.)

(단위 : 건)

구분	'12년	'13년	'14년	'15년 2월	합계
전체 오진	173	141	146	20	480
암 오진*	115	88	83	10	296



〈그림 7〉 암 발생 부위별 오진 현황

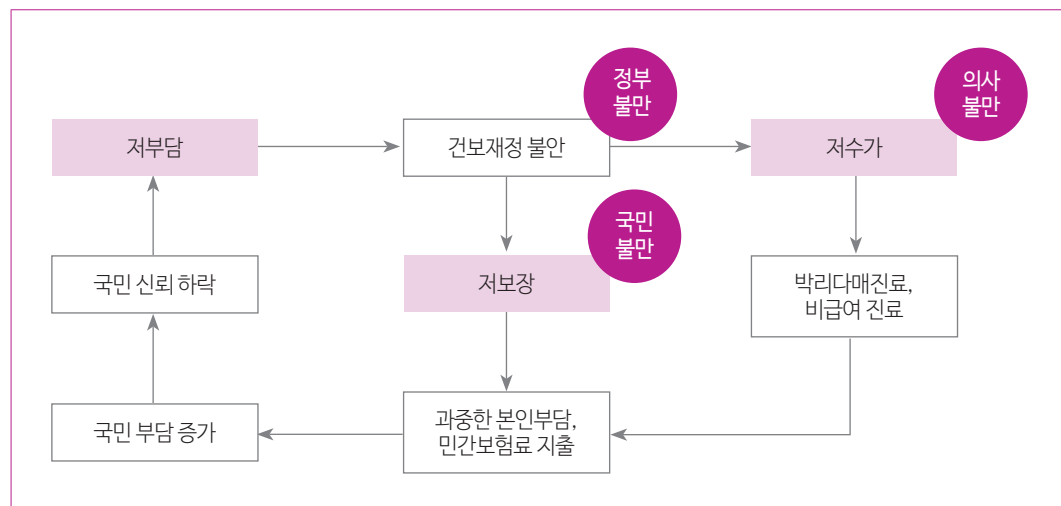
※ 참조 : 본 조사에서 '오진'이란 건강검진이나 진료과정에서 암 진단이 적기에 이루어지지 않거나 암에 대한 치료 후 암이 아닌 것으로 밝혀진 경우를 의미
 ※ 자료 : 국민건강보험공단, 암 오진 중 폐암 오진 피해 가장 많아(2015.04.20.)

8) Shah et al. (2003)

- ① 진단 및 치료과정에서 의료 영상 장비를 쓰는 의사는 최소한의 방사선량으로 최대한의 진단 정보를 알아내야 하지만 방사선량이 적은 X-Ray 장비는 MRI나 CT보다 위험성이 낮고 정보량이 적음
 - 미국의 경우, 한 해동안 약 600,000명이 오진의 피해를 겪음(Mayo Clinic, 2014)
- ② 컴퓨터를 이용한 보조 진단(CAD) 기술이 나오기도 했지만 정확도에 문제가 있었고 의사의 컨디션이나 숙련도에 따라 판독 결과가 다름
- ③ 개인 간 차이(Individual Variations) 고려가 부족한 인구집단의학은 불필요한 검사나 치료의 가능성이 높고, 비용 증가를 야기
 - 개인별 생물학적/생리학적 특성에 따른 올바른 처방을 위한 의학으로의 패러다임 변화요구 증대

③ 의료서비스의 질, 의료비용 불만 가중 : 국민의 삶의 질 요구 증대

- ① 국민의 의료 수요는 다음 3가지로 구분이 가능하며, 이들이 충족되어야 의료만족도가 높아질 것⁹⁾
 - 가용성(availability)의 문제 : 대기시간과 의료자원의 배분, 의료서비스 제공 방식
 - 접근성의 문제 : 기본적으로 의료보장제도에서 해결해야 하는 비용의 문제를 의미
 - 수용성의 문제 : (가용성과 접근성의 문제가 해결된다고 하더라도,) 적절한 정보 제공과 의료의 질 개선으로 환자의 기대와 만족을 높이고 특정 질병에 대한 인식의 변화 동반 필요
- ② 국민이 원하는 의료는 '질 높고, 친절하고, 안전한 의료'이나 박리다매식 진료를 할 수밖에 없는 구조로 인해 국내 의사의 노동 강도는 OECD 평균의 4~5배에 이르며, 과잉진료에 대한 국민의 의혹으로 신뢰도 붕괴¹⁰⁾



출처 : KMA 정책 자료집(2016)

〈그림 8〉 우리나라 건강보험의 악순환 구조

9) 허순임 외(2009)

10) KMA(2016)

- ◎ 질병 치료는 많은 비용이 들어가는 서비스로, 주로 질병이 발병한 후에 환자를 치료하는 반응적인 의료 시스템은 엄청난 비용을 야기¹¹⁾
 - 우리나라의 경상의료비 지출 규모는 GDP대비 6.9%로 OECD 회원국 평균(8.9%)보다 낮으나, 2008년에 비해 2013년 우리나라의 GDP대비 경상의료비는 1.1%p 증가하여, 같은 기간 OECD 평균 증가(0.6%p)보다 높은 증가폭을 기록¹²⁾
 - * 우리나라의 GDP대비 경상의료비 지출은 OECD 회원국 중 매우 낮은 국가에 속하지만 증가속도는 OECD 회원국 중 높은 수준

| 보건의료와 AI 접목의 가치 |

- ◎ 1950년대 이후 현대의학기술의 급격한 발전으로 인류는 각종 전염성 질병을 극복하고 생명을 비약적으로 연장시키는 꿈을 달성하였으나 새로운 질병 위협에 직면

〈표 4〉 한국인의 주요 사망원인 변화

	1935년	2001년	2014년
1위	소화기계 질환	뇌혈관 질환	악성 신생물
2위	신경계 질환	심장질환	심장질환
3위	호흡기계 질환	폐암	뇌혈관 질환
4위	전염병	위암	고의적자해(자살)
5위	감기	당뇨병	폐렴
6위	노쇠	간질환	당뇨병
7위	순환기계 질환	간암	만성하기도 질환
8위	전신병	교통사고	간질환
9위	비뇨기계 질환	만성하기도 질환	운수(교통)사고
10위	원인 불명	자살	고혈압성 질환

자료 : 조선총독부, 통계청 통계연보

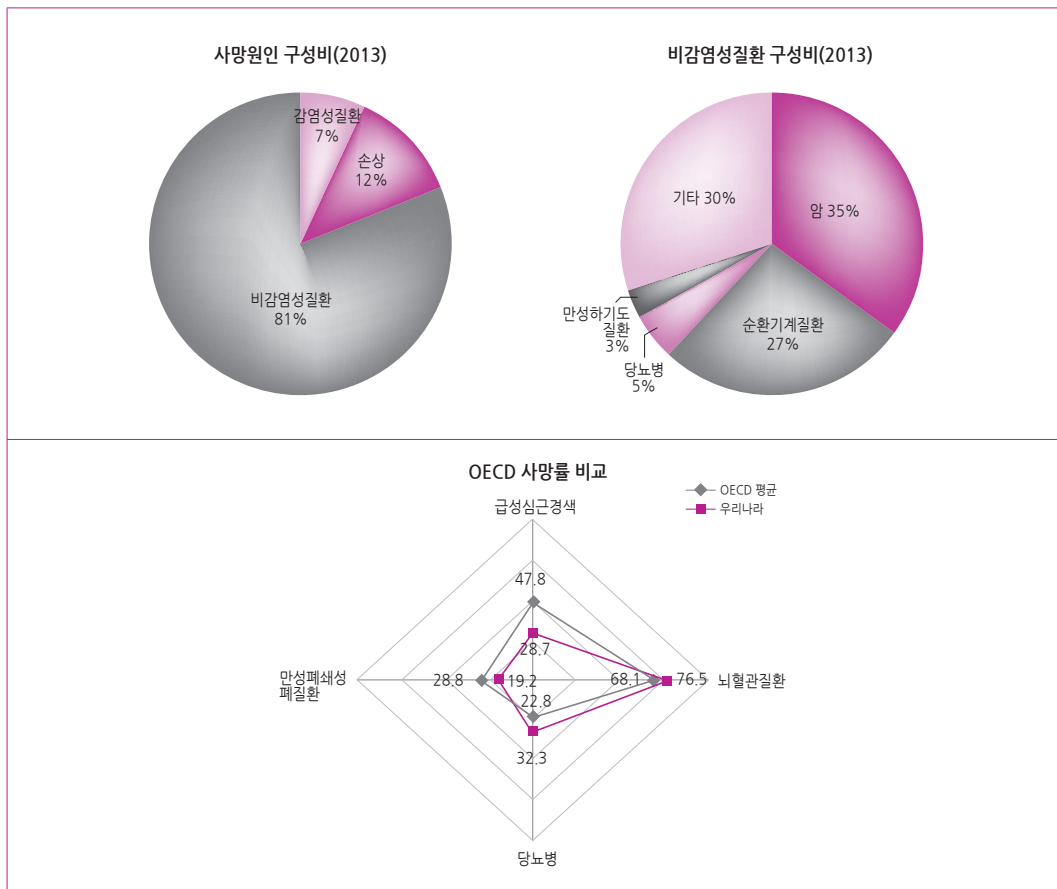
출처 : 주간조선(2006) 및 필자 재구성

- ◎ 2012년 유엔은 21세기 보건정책의 목표를 바이러스에 의한 '질병 극복'이 아닌 심혈관 질환, 암과 같은 '만성질환 관리'로 전환
 - 1970년대 이후 세계 각국은 질병구조가 만성병 구조로 바뀌고 인구 구조가 '고령화 사회'로 진전됨에 따라 국민의료비의 급증을 경험하게 되었으며, 국가적 차원의 만성질환 예방사업 중요성을 재인식¹³⁾

11) IBM(2015)

12) OECD(2015)

13) 이종구(2005)



출처: 통계청(2014)

<그림 9> 만성질환의 심각성

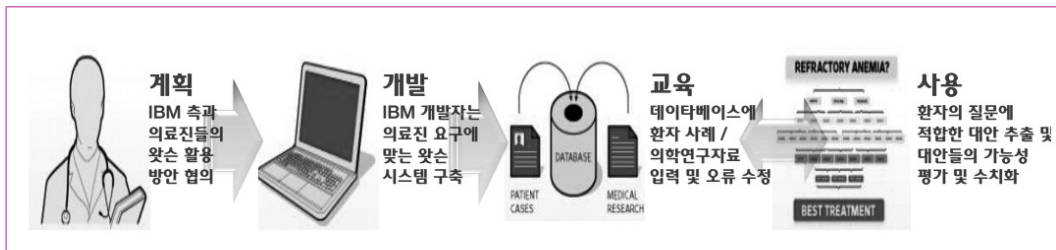
- 만성질환 치료를 위해 환자의 생활데이터(lifelog)는 매우 중요하며, 방대하게 수집된 개인의 의료데이터를 토대로 유전자 분석 및 질병예측을 위해서는 AI 알고리즘이 필수
 - 현대인의 만성질환은 발병원인이 복합적이고 현재의 의료기술로는 완치에 한계가 발생하여 환자의 생활습관과 결부한 접근법이 대두
 - AI는 방대한 데이터를 통해 학습, 분석, 추론 등의 알고리즘 정확성 및 정교성을 높일 수 있고, 빅데이터는 AI의 분석력, 추론력, 예측력 등을 통해 더욱 지능화된 가치있는 서비스 창출이 가능¹⁴⁾
- 건강한 삶, 안전한 삶, 편안한 삶, 쾌적한 삶 등 삶의 질 향상에 대한 욕구는 필연적으로 고도화된 의료서비스 발전을 야기¹⁵⁾

14) NIA(2012)

15) 윤찬영(2008)

① 기술적 가치

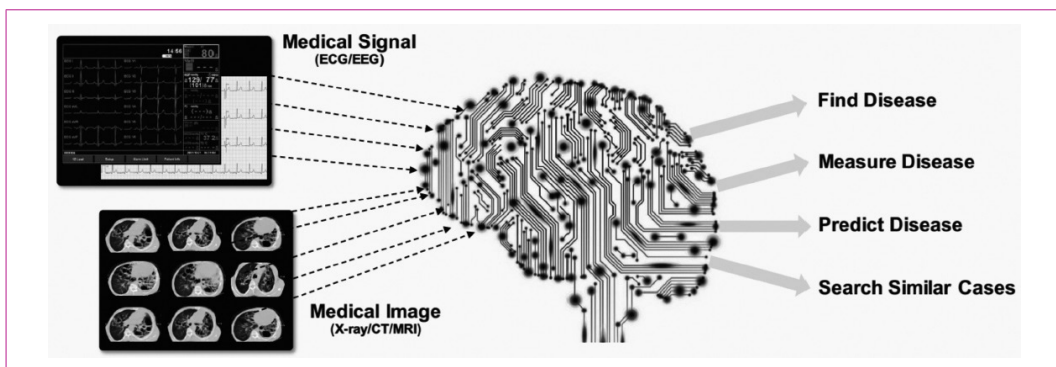
- AI 기술로 다양한 형태와 방대한 규모의 의료 빅데이터 분석이 가능하여 보다 정밀한 진단으로 의료 현장에 막대한 파급력이 예상됨
 - IBM 왓슨을 바탕으로 암 진단과 치료법 권고를 시험한 미국 MD 앤더슨 암센터의 암 진단률 정확도가 82.6%였음을 논문으로 발표¹⁶⁾
 - * 전미 암 협회에 따르면, 전문의의 암 진단 초기 오진비율은 20%, 높은 경우는 44%
 - 2016년 BioKorea에서 발표된 자료에 의하면, IBM 왓슨의 암진단 정확도는 현재 96%로 상승하여, 전문의보다 높다는 평가 받음¹⁷⁾



출처 : MD Anderson, KB금융지주경영연구소(2015)에서 재인용

〈그림 10〉 의료산업 Watson 활용 순서도

- ‘딥 러닝(Deep Learning)’ 기술로 사람의 얼굴을 사람보다 더 잘 구별해내는 AI 알고리즘이 개발되면서 진단의학계의 판도 변화



출처 : VUNO(2016)

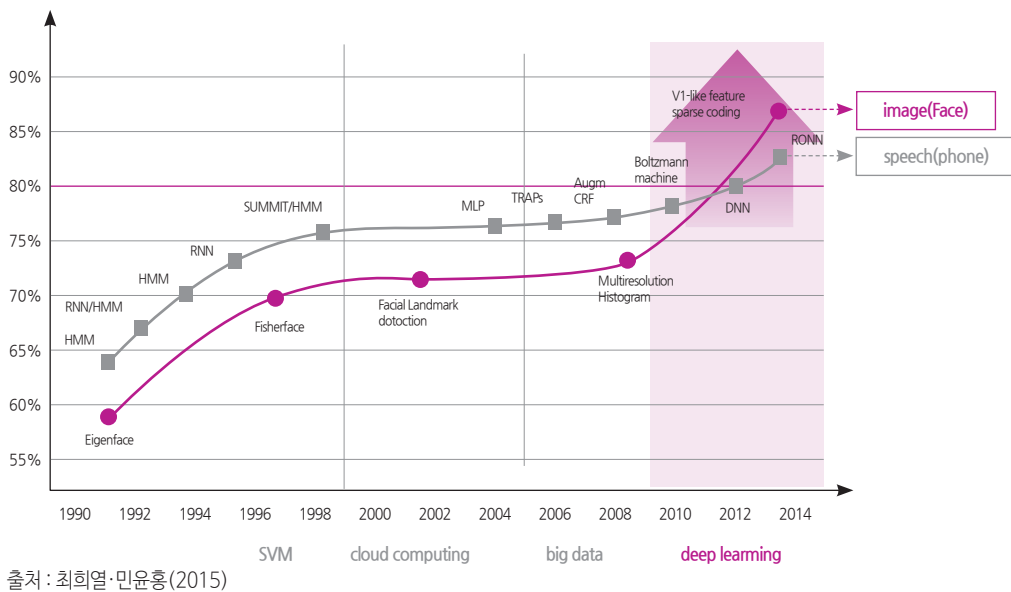
〈그림 11〉 딥러닝을 활용한 의료분야 예

16) Koichi Takahashi et al(2014)

17) BioKorea, 2016

딥러닝(Deep Learning)의 이해

- **(배경)** 기존 패턴인식이 음성인식이나 영상인식에서 여전히 인간 두뇌의 성능에 미치지 못하자, 인간 두뇌의 생물학적 신경망의 원리들을 이해하는 것이 도움이 될 것으로 기대하고 깊은 신경망(네트워크)을 적용시킨 계층적 모델
- **(개념)** 심층 신경망이 수많은 반복과 수정과정을 거쳐 디지털화된 데이터(이미지, 음향)를 패턴을 통해 인식(KISDI, '15)
- **(특징)** 기존 신경망(neural networks)에 계층수를 증가시킨 심층 신경망(deep neural networks) 혹은 심층망(deep networks)을 학습하여 기존의 신경망에 비해 데이터의 표현 능력을 크게 증가시켜 패턴인식이나 추론에 효과적으로 활용
- **(장점)** ① 해당분야의 전문 지식 없이도 데이터로부터 자동으로 특징을 추출 ② 특징 추출기(feature extractor)와 분류기(classifier)를 대규모의 신경망으로 통합하여 학습함으로써 독립적인 성능 향상에 비해 성능 개선
 - * 인간의 두뇌는 영상인식에서 기본적으로 5~10개의 계층을 통해 연산을 수행



〈빅데이터와 이를 효과적으로 활용하는 딥러닝에 기반한 패턴인식 성능의 비약적 발전〉

- **(원동력)** 데이터의 대용량화와 이를 처리할 수 있는 클라우드 기반의 컴퓨팅 파워의 폭발적 증가로 인해 기존 패턴인식 분야 알고리즘들의 한계 극복

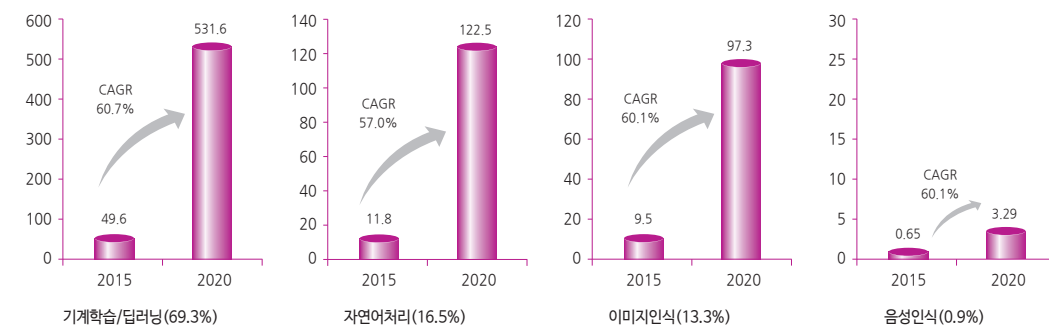
② 경제적 가치

- 프로스트앤설리반(Frost&Sullivan)에 의하면, 의료분야의 전세계 AI 시장수익규모는 2014년 633.8백만(약 7,120억 원) 달러에서 2021년 6,662.2억 달러(약 748조 원)로 증가할 것으로 추정(연평균 성장률 40%)¹⁸⁾
 - 머신러닝 및 딥러닝 기반의 의료분야 AI 스타트업은 2011년 이래 전체 870백만 달러(약 9,770억 원) 규모로 성장¹⁹⁾

18) Frost&Sullivan(2016.01.)

19) CB Insight(2016.05.)

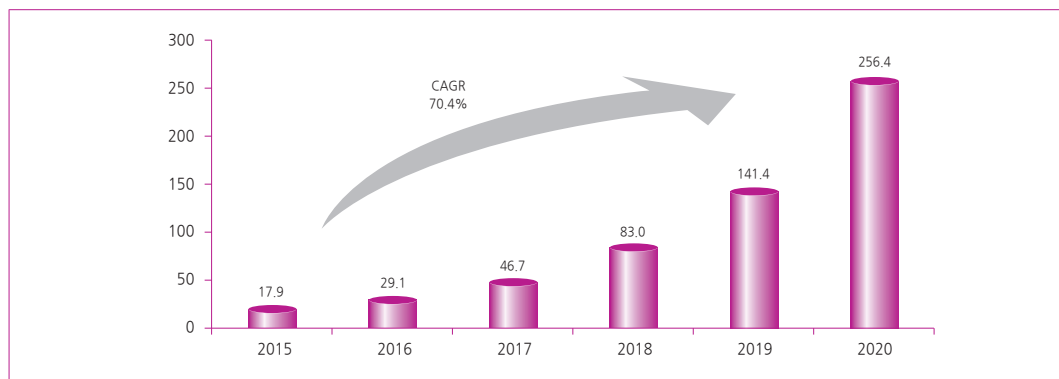
- Markets and Markets(2016)은 AI 헬스케어 세계 시장 규모는 71.3백만 달러(약 800억 원)에서 2020년 754.7백만 달러(약 8,475억 원)로 크게 성장할 것으로 예상
- 인공지능 헬스케어 산업은 전체 AI 시장의 다양한 응용분야들 중 연평균성장률(CAGR)이 가장 높은 60.3%으로 전망
- 또한 Markets and Markets(2016)는 AI 기술 중 헬스케어 분야에 적용 가능한 기술을 기계학습/딥러닝, 자연어처리, 영상인식, 음성인식으로 나누어 각 기술의 시장 규모를 예측
- 딥러닝을 포함한 기계학습 시장이 531.6백만 달러(약 5,970억 원)로 약 69.3%을 차지해 가장 큰 비율을 차지하였고, 다음으로 자연어처리(16.5%)와 이미지인식(13.3%), 가장 시장규모가 작게 추정된 분야는 음성인식 (0.9%)분야로 나타남



출처 : 박정우(2016)에서 발췌 및 재가공

〈그림 12〉 AI 헬스케어 관련 기술별 세계 시장 규모 전망

- 국내 AI 헬스케어 시장 규모는 2015년 17.9억 원에서 2020년 256.4억 원으로, 세계 AI 헬스케어 시장보다 CAGR이 높은 70.4%을 보이며 빠르게 성장할 것으로 전망



출처 : 박정우(2016)에서 발췌 및 재가공

〈그림 13〉 국내 AI 헬스케어 시장 규모 전망

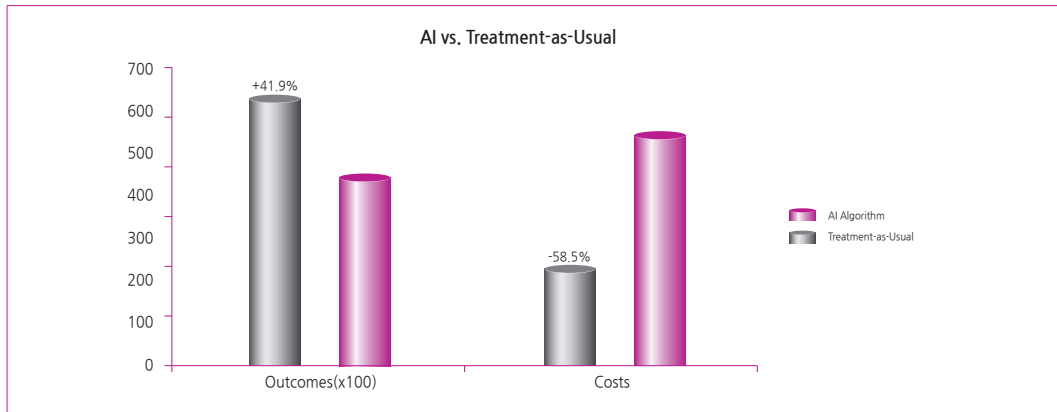
③ 사회적 가치

- 개인 맞춤형 의료처치가 가능하여 보건의료 분야 사회적 문제 해결 가능
- 우리나라 국민의 의료 불만사항은 진료의 질, 의료비, 의료접근성 순^{2 0)}

2 0) 한국보건사회연구원 한국의료패널데이터 분석(2012 기준)

② 축적된 의료데이터를 바탕으로 치료 가능한 질환의 정밀진단 및 조기발견으로 의료의 질 향상과 의료비 절감 동시 추구

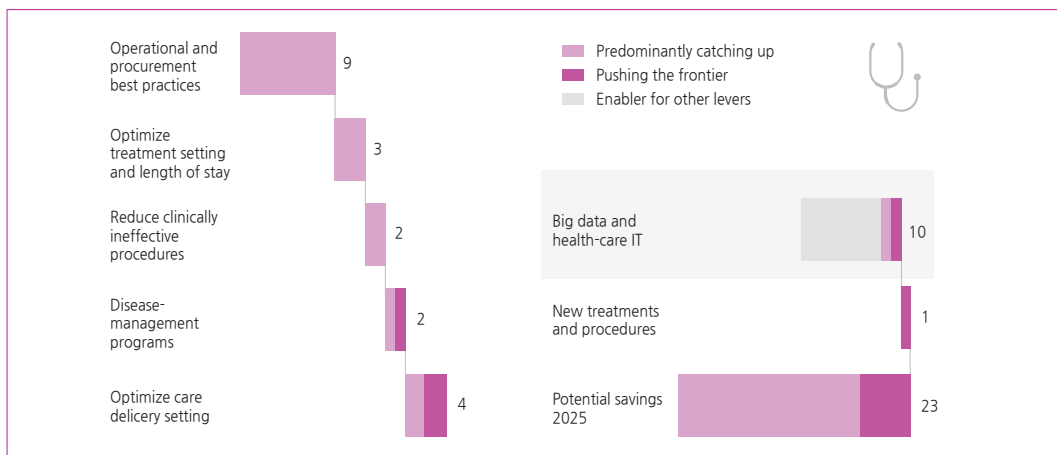
- 인디애나 대학 Casey Bennett 의 연구에 따르면, 진단시 AI 알고리즘을 활용할 시 진단성과는 41.9% 향상되고, 의료비는 58.5% 절감된다는 연구결과를 발표^{2 1)}



출처 : Casey Bennett(2013)

〈그림 14〉 AI 알고리즘의 의료비 절감

- 2025년 전체 23%의 의료비 절감 중 약 절반인 10%는 빅데이터와 첨단IT기술에 기인할 것으로 조사됨



출처 : Mckinsey(2015)

〈그림 15〉 빅데이터와 헬스케어 IT기술의 의료비 절감

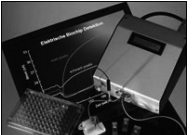
| 보건의료 AI 실현의 가능성 |

① ICT 인프라

- ② 우리나라 ICT 인프라는 세계 최고 수준으로, 타산업과의 융합을 가속화하면서 집중 투자를 하여 지능 정보사회 선도적 위치 선점 가능

2 1) Casey Bennett(2013)

〈표 5〉 의료기술과 타기술의 융합 분야 예시

융합유형	사례	내용
의료기술 + IT	 Bioinformatics (생물정보학)	• 인간의 게놈 정보를 분석하고 그 생물학적 의미를 밝힘(이를 맞춤의학에 활용)
의료기술 + NT	 생체신호 측정	• 나노기술을 응용하여 생체신호를 측정하거나 조절하는 제품 개발(나노 구조체를 이용하여 분자수준에서 생체 물질을 검출하는 기술을 개발하여 정확하고 빠른 진단 실시)
의료서비스 + IT	 U-헬스케어/스마트케어	• 의료서비스와 IT 기술을 융합하여, 의사와 환자의 원격 진료 혹은 환자의 실시가 가능한 서비스
의료서비스 + 로봇	 수술 로봇	• 로봇기술과 의료서비스를 융합하여, 수술실에서 집도의의 명령에 따라 수술을 보조하거나 가이드 역할을 해주는 로봇. 의사를 대신하여 수술과정의 전체 혹은 일부 수행

출처 : 구 지식경제부(2010), 「대한민국 산업」기술비전 2020-융합신산업」 발췌 및 재가공

- 국제전기통신연합(ITU)이 2016년 일본 히로시마에서 발표한 정보통신기술발전지수(이하 ICT 발전지수)에서 조사대상 167개국 중 한국이 1위를 차지
- * ICT 발전지수는 전년도 각종 정보통신기술 관련 통계를 바탕으로 각 국가의 ICT 발전정도를 평가한 것으로, 국가 간 ICT 역량을 비교·분석하는 가장 공식력 있는 지표로 활용

② 의료장비 보유수준

- 우리나라의 CT, MRI, PET 등 고가의 진단 및 검사 영상장비 보유수준이 OECD 평균보다 월등히 높고, 세계 최상위권
- 인구 백만명당 영상장비 보유대수를 보면 2014년 현재 CT의 경우 37.09대로 OECD 평균('13년) 25.6대 보다 높고, MRI는 24.5대로, OECD 평균('13년) 14.6대보다 두 배 가까이 많은 편^{2 2)}

〈표 6〉 우리나라 병원의 영상시스템 보급 수준

이름	의미	한국현황
PACS	의료영상 디지털 솔루션	보급률 세계 1위
EMR	전자 의무 기록 시스템	보급률 세계 1위
SCM	의료 공급 관리 시스템	세계 최선두
CDSS	임상 의사 결정 지원 시스템	세계 선두

출처 : 한국경제(2012.10.22.)

2 2) 남인순 의원실(2015.09.22.)

③ 풍부한 의료 데이터

- 우수한 병원 시스템을 통해 연간 수백만 명의 환자진료가 가능하며, 다양한 양질의 임상정보 획득 가능
 - 병원의 우수한 디지털 솔루션을 통해 의료정보의 효율적, 경제적 보관, 전송, 조회 가능
 - 전국민 건강정보 DB(건보공단, 심평원), 국가 Biobank의 67만명 생체시료, 높은 수준의 의료정보화, 관련 R&D 투자 등 개인 맞춤형 의료 인프라 탁월
 - * 건보공단을 통해 100만명(전국민의 2%)에 대한 정제·검증된 코호트 데이터공개
 - * 복지부 산하 건강보험심사평가원 '빅데이터센터 마스터플랜' 발표
 - * '포스트 게놈 다부처 유전체 사업'('14~'21년, 총 5,788억 원)을 통해 한국형 유전체 정보 라이브러리 구축(질본), 보건의료빅데이터 R&D 신규 추진('16년 19억 원) 등 관련 R&D 적극 투자 중

〈표 7〉 보건의료분야 공공 빅데이터 현황

구분	보유기관	내용	공개여부
건강보험 포본 코호트 DB ¹⁾	국민건강 보험공단	- 자격DB : 건강보험가입자 및 의료급여수급권자의 성, 연령대, 지역, 사회경제적 변수, 장애, 사망관련 등 - 진료DB : 요양급여 청구자료로서 진료, 상병, 처방 관련 변수 - 건강검진DB : 검진 주요결과 및 문진에 의한 생활습관 및 행태관련 자료 - 용양기관DB : 요양기관 종별, 설립구분, 지역, 시설, 장비, 인력관련 자료	제한적 공 개
환자 데이터셋 ²⁾	건강보험 심사평가원	- 건강보험 청구자료를 기초로 진료개시일 기준 1년 간 진료 받은 환자대상의 표본 데이터	제한적 공 개
한국 인체자원 ³⁾	질병관리 본부	- 공여자로부터 기증받은 인체유래물(DNA, 조직, 혈액, 뇨 등)과 임상(진단명, 수술명, 병리조직검사결과, 혈액검사 등), 역학(성별, 생년월일, 음주력, 흡연력 등) 및 유전(SNP, CNV, Exome 등) 정보	제한적 공 개
지역보건 의료정보	사회보장 정보원	- 전국 보건기관(보건의료원, 보건소/지소, 보건진료소)의 보건사업 및 행정업무, 전자 의무 기록 및 진료관련(진료내역 및 검진 결과 등) 정보	미공개
지역사회 건강조사	질병관리 본부	- 지역 보건의료계획수립 및 보건사업 평가 활용 지표로서, 건강행태, 건강검진 및 예방접종, 질병이환, 의료이용, 사고 및 중독, 활동제한 및 삶의 질, 보건기관 이용, 사회 물리적 환경, 심정지, 교육 및 경제활동 등	공 개
국민건강 영양조사	질병관리 본부	- 국민의 건강 및 영양 상태에 관한 현황 및 추이 파악 - 신체계측, 비만, 고혈압 등 검진조사, 흡연 음주, 비만 및 체중조절, 신체활동 등 건강설문조사, 식품 및 영양소 섭취현황, 식생활행태, 식이보충제 등 영양조사	공 개
한국의료 패널	한국보건사회 연구원	- 개인의 건강수준, 의료이용 및 의료비 지출 요인, 건강행태, 의료욕구, 보건의료서비스 수요행태 변화분석 - 사회경제적 특성, 의약품 구매, 경제활동, 건강수준, 의약품 복용행태, 민간의료보험, 건강기능식품, 건강행태 등	공 개

자료 : 1) 포본코호트DB 사용자 매뉴얼, 국민건강보험공단

2) <http://www.hia.or.kr/dummy.do?pgmid=HIRAA070001000410> 2015-07-08 15:15 인출

3) <http://www.cdc.go.kr/CDC/contents/OdckContentView.jsp?cid=61074&menuIds=HOME001-MNU1136-MNU1826-MNU1830> 2015-07-08 10:12 인출

출처 : 이연희(2015)

④ 세계적 수준의 AI 영상인식 기술력

- 글로벌 기회선점을 위한 국내기업들의 시도가 다양화되고 있으며, 특히 영상인식 및 분석 기술은 세계적
기업과 비교가 가능할 정도로 우수
 - 이미지넷이 주최하는 2015 이미지 인식 기술대회(ILSVRC)에서 머신러닝 스타트업 루닛(Lunit)이 주요 경연
항목 중 객체 위치 식별(Object localization)분야에서 5위에 오르며 선전

- 디지털 의료 데이터가 풍부한 우리나라는 딥러닝 영상 진단 분야에서 유리한 입지를 차지할 수 있을 것으로 예상
- 현재 전세계적으로 의료 관련 인공지능 기술의 상용화로 수익을 내고 있는 곳은 없음^{2 3)}
 - * IBM왓슨은 실제현장에서는 아직까지 제한적으로 활용 중 : 메모리얼 슬론 케터링 암 센터(Memorial Sloan Kettering Cancer Center)와 MD 앤더슨 암센터(University of Texas MD Anderson Cancer Center) 등에서 왓슨을 활용하고 있지만 전체 종양내과 전문의가 다 사용하는 것이 아니라 일부만 활용^{2 4)}

III 의료 AI 기술의 사례

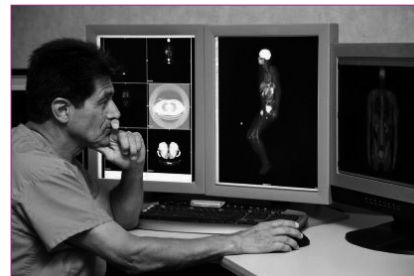
| 특허분석을 통해 본 활용사례 |

특허분석은 출원일을 기준으로 1980년부터 2014년까지 한국, 미국, 일본 및 유럽에 출원(등록) 공개된 특허를 대상으로 WIPSON DB를 이용하여 검색·분석함

- 특허 분석에 비추어 볼 때, 인공지능 기술을 접목한 보건의료 기술은 진료, 의약개발, 의료서비스, 의료정보 등에서 다양하게 활용될 것으로 예측
 - ① (진료) 의료 데이터 등의 복합 정보로부터 환자를 진단하고, 이를 기초로 수술, 치료 등을 수행
 - ② (의약개발) 빅데이터를 분석함으로써 부작용이나 약리기전을 예측·분석하고, 최적화된 임상시험을 도출
 - ③ (의료서비스) 개인별 유전자 정보와 결합한 정밀 의료 및 ICT와 결합한 스마트 의료
 - ④ (의료정보) 보건의료에 관련된 각종 데이터를 수집하고, 이를 기반으로 새로운 정보를 생성하여 제공

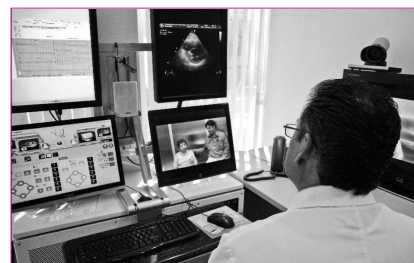
○ 질병 진단 인공지능 보조 의사 시스템

- (기술) 환자의 의학 데이터를 기반으로 머신러닝, 인공 신경망 등을 적용
- (적용) 환자의 종양, 심혈관 질환, 흉부 질환 등을 진단하여 임상 의사에 의한 의료영상 판독에 인공지능을 이용한 진단 소견 보완
- (장점) 정확한 진단 및 오진 방지



○ 인공지능 기반 개인 맞춤형 의료 시스템

- (기술) 지놈 시퀀싱(Genome Sequencing)을 통해 획득된 개인의 대용량 유전정보를 기반으로 데이터 마이닝, 인공 신경망 등을 적용
- (적용) 유전자 이상과 관련된 질환을 탐색
- (장점) 유전정보와 질환 간의 연관성 예측 가능



2 3) 청년의사(2016)

2 4) IBM 최고기술책임자 인터뷰(2016)

○ 인공지능 기반 진단치료·재활치료 시스템

- (기술) 인공 신경망 기술 기반으로 디바이스 등을 통해 획득된 데이터를 학습
- (적용) 환자의 진단 치료, 재활치료 등에 활용
- (장점) 유전정보와 질환 간의 연관성 예측 가능



○ 인공지능을 활용한 신약 개발 시스템

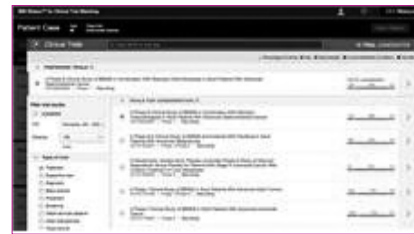
- (기술) 대용량 의료 데이터를 인공지능 기술로 분석
- (적용) 임상시험을 최적화시키고 부작용이나 약리기전을 예측·분석
- (장점) 신약개발의 기간을 단축



이미지출처 : Google

○ 신약 임상시험용 환자 모델링 시스템

- (기술) 머신러닝 알고리즘을 통해 임상연구 데이터 및 임상시험 관련 문서 등의 임상연구 데이터를 학습·분석
- (적용) 타겟 약물과 유사한 성숙 약물(mature drug)을 식별하여 신약 임상 시험에 적합한 환자를 식별하여 매칭
- (장점) 복잡한 임상시험 요건 간소화하고 방대한 임상시험 정보의 정밀하게 검토할 수 있으며 임상시험 성공률을 증가



이미지출처 : IBM

○ 빅데이터 기반 개인 건강관리 서비스

- (기술) 헬스기기를 통해 개인의 건강데이터를 수집하고 온라인으로 저장 하고 공유하며, 머신러닝 알고리즘을 통해 건강데이터에서 특정 패턴을 식별
- (적용) 질환의 정밀진단
- (장점) 개인 맞춤형 건강관리



이미지출처: MS Health

〈표 8〉 IP History 분석을 통해 본 AI 기술 활용분야

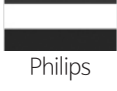
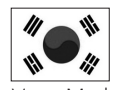
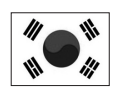
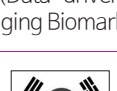
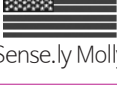
분야	기술명	내용
진단·검출 분야	질환 검출을 위한 일반 인공 신경망 기술	- 전립선암, 직장결장암, 유방암 등 암 질환 관련하여 인공 신경망을 이용한 암 질환 조기 발견 AI 기술 - 유전자에 의해 유발되는 질환을 진단하기 위한 인공 신경망을 이용한 유전 질환 진단 AI 기술 - 이미지 데이터를 인공 신경망으로 분석하여 용종, 협착증, 자궁내막증을 검출하기 위한 인공 신경망을 이용한 질환 감별 AI 기술
	일반진단/스크리닝/테스트를 위한 일반 인공 신경망 기술	- 임신 진단, 호흡 패턴과 같은 일반 진단, 진단 스크리닝, 진단 테스트를 위한 특허들이 출원 - 환자의 병력 또는 임상 데이터 등을 수집하여 상기 데이터에 기초한 변수를 식별하기 위해 인공 신경망을 이용한 정확성이 높은 의료 변수 식별 기술
	임상결정 보조 및 지원을 위한 지식발견 데이터마이닝 기술	- 치료의 우선순위 결정의 보조 자료, 질병모델링 생성을 위한 기초 자료, 고품질 정보 탐색에 대한 특허가 출원
	질환 검출을 위한 MLP 알고리즘이 적용된 인공 신경망 기술	- 인공 신경망을 이용하여 녹내장, 심혈관질환, 심장질환, 후두암, 유전질환 등을 검출하되, AI 기술에 관련된 여러 알고리즘 중 MLP (Multi Layer Perceptron) 알고리즘을 사용하여 데이터를 트레이닝 - 데이터의 분석 시간을 줄이고 보다 정확한 진단 결과를 도출하는 특허
	질환 검출을 위한 RBF 알고리즘이 적용된 인공 신경망 기술	- 인공 신경망을 이용하여 녹내장, 심혈관질환, 심장질환, 폐암포성 등을 검출 - RBF(Radial Basis Function) 알고리즘을 사용하여 데이터를 트레이닝함으로써 데이터의 분석 시간을 줄이고 보다 정확한 진단 결과를 도출하는 특허가 검색
치료분야	진단치료/재활치료를 위한 일반 인공 신경망 기술	- 환자의 상태를 진단하고 진단 결과를 기초로 환자의 수면 장애 호흡 또는 심장발작을 치료하며, 이에 인공 신경망을 이용한 환자의 진단 치료 기술
의약 분야	약물 부작용의 감지 및 분석을 위한 일반 데이터 마이닝 기술	- 데이터 마이닝 기법을 통해 약물의 부작용을 분석하고, 이에 따른 부작용을 분류 및 예측하거나 환자와 약물 간의 부작용 정보를 매칭시키는 특허 - 약물을 복용하는 환자의 안정성 향상을 위해 데이터 마이닝 기법을 이용한 약물 부작용 예측 기술
	치료제 내성 예측을 위한 일반 인공 신경망 기술	- 약물을 투약하는 환자의 유전자 정보를 기초로 인공 신경망을 이용하여 내성을 예측하며, 이에 인공 신경망을 이용한 유전자 정보에 기초한 치료제 내성 예측 기술을 연구방향
	약제 투여량 최적화를 위한 일반 인공 신경망 기술	- 환자의 특성 정보, 예를 들어 유전자 정보 등을 기반으로 최적화된 약제 투여량을 인공 신경망을 통해 추정하는 것을 기술적 특징
사전예측 분야	예후 예측을 위한 디시전트리 알고리즘이 적용된 데이터마이닝 기술	- 컴퓨터를 이용하여 소정 질환의 임상 화학 검사치로부터 해당 질환에 대한 예후를 예측하는 모델 - 디시전트리(decision tree, 결정트리) 알고리즘을 적용하며, 이에 디시전트리(decision tree) 알고리즘이 적용된 데이터마이닝 기술을 이용한 예후 예측 모델 생성 기술
	예후 예측을 위한 일반 인공 신경망 기술	- 인공 신경망을 이용하여 예후 데이터를 추출하여 환자의 예후를 예측하며, 이에 인공 신경망을 이용한 예후 예측 기술
사후관리분야	리스크평가/예후평가를 위한 일반 인공 신경망 기술	- 피험자의 위험 요소를 인공 신경망을 통해 분석하여 임상 리스크를 식별하거나 평가하는 특허가 검색된 것을 볼 때, 인공 신경망을 이용한 임상 리스크 식별 및 평가 기술

출처 : 한국보건산업진흥원/한국지식재산전략원(2016)



| 언론보도를 통해 본 활용사례 |

〈표 9〉 언론보도를 통해 본 활용사례

분야	기술명	내용
진단·검출 분야	 IBM Watson	각종 임상 자료를 결합해 일종의 보조 의사 시스템 개발(존슨앤드존슨) 중양외과 전문의가 암환자에게 개별 맞춤 진료를 제공할 수 있도록 게놈 연구 프로그램 설계(뉴욕게놈센터)
	 Enlitic	이미지 데이터를 딥러닝 기법으로 분석하고 질병을 판정하는 시스템 개발
	 Ginger.io	MIT가 개발한 첨단 예측 모델을 적용하여 우울증과 분노조절장애 같은 정신질환을 진단하고 치료하는 서비스 개시
	 지치외대 White Jack	의료기기 5곳이 함께 개발한 진료지원 AI 시스템 약 8천만 건의 의료데이터뱅크를 활용하여 AI(화이트잭)에 환자의 증상 등을 입력하면 유력한 병명과 확률을 계산
	 Philips	인텔리스페이스포털, MRI, CT, 초음파 등 의료영상 정보를 종합적으로 분석하는 68개의 어플리케이션 탑재
	 Zebra Medical Vision	딥러닝 기술을 활용해 CT 검사나 X선 사진 등의 데이터베이스에서 대량의 익명 의료영상 데이터를 바탕으로, 한 장의 CT 검사에서 질병을 특정하는 기술을 개발
	 Vuno Med	아산병원과 미래창조과학부 프로젝트로 폐 영상 진단 분석 알고리즘 개발을 진행하고 있으며, 현재 초기모델 테스트 단계임 '15년 이미지넷(ImageNet)대회 Classification분야 5위 차지
	 Lunit DIB (Data-driven Imaging Biomarker)	머신러닝을 이용하여 디지털병원수출조합과 공동 개발한 이미지 인식기술 결핵분야에서 정확도(AUC)가 96%로 매우 높은 기술
	 Saltlux Adam	자연어 처리, 시맨틱 검색 전문기업으로 한국어 이해, 추론이 가능한 기술로 IBM의 왓슨과 유사하고 자연어 처리능력이 높은 AI 플랫폼 개발
치료분야	 IBM Watson	애플의 다양한 스마트 기기를 통해 건강정보를 축적하고 왓슨이 통찰력 있는 치료조언 제공(애플)
	 Sense.ly Molly	간호사의 아바타로 고급 음성인식 기능을 갖춰 환자와 음성 커뮤니케이션을 통해 환자를 간호함

분야	기술명	내용
의약 분야	 Google Deepmind Health	대량의 환자정보를 학습한 AI가 환자맞춤 치료제 제시
	 Insilico Medicine	AI 기반 제약 업무를 위해 '16년 3월 Pharma.AI 사업부를 신설하고 특정 질환의 예측과 특정 의약품 개발
	 도쿄대	왓슨을 이용해 암 치료법 개발(의과학연구소)
	 Standigm	데이터기반 머신러닝을 이용한 신약개발과정 단축 기술을 개발 아스트라제네카 주최 림챌린지(약물효능예측대회)에서 1위
사전예측 분야	 Google Deepmind Health	환자의 소변, 혈액, 타액, 눈물 등에서 질병 유전자 정보를 수집, AI 기술로 분석하여 개인맞춤 질병 예방법 안내
	 Lumiata	메디컬 그래프를 통한 질환 발생의 예측·분석과 증상·치료절차·투약 과정을 연계한 정보서비스에 착수
사후관리분야	 Google Deepmind Health	딥러닝 기술과 알고리즘을 바탕으로 실시간 혈당측정기, 건강관리 플랫폼, 유전자분석 등 평소 건강상태와 적절한 대응방법을 알려주는 기술
	 MedAware Solutions	AI 기술을 통해 처방오류 문제를 실시간으로 모니터링하여 환자를 안전하게 보호하고 헬스케어 비용을 절감
	 Wellframe Solution	AI 기술을 활용한 모바일 기반의 헬스케어관리 플랫폼을 개발하고 의로서비스 전달체계 개선을 위한 차세대 인프라 구축
	 AiCure	AI 기반의 약복용 알림 서비스를 제공
	 Softbank Pepper	체성분 분석, 건강검진 결과 등을 AI 로봇, 페퍼가 인식, 월·연간 누적 결과를 바탕으로 고객의 현재 건강상태를 설명해주는 카운슬러로서의 활용 사업을 추진 중

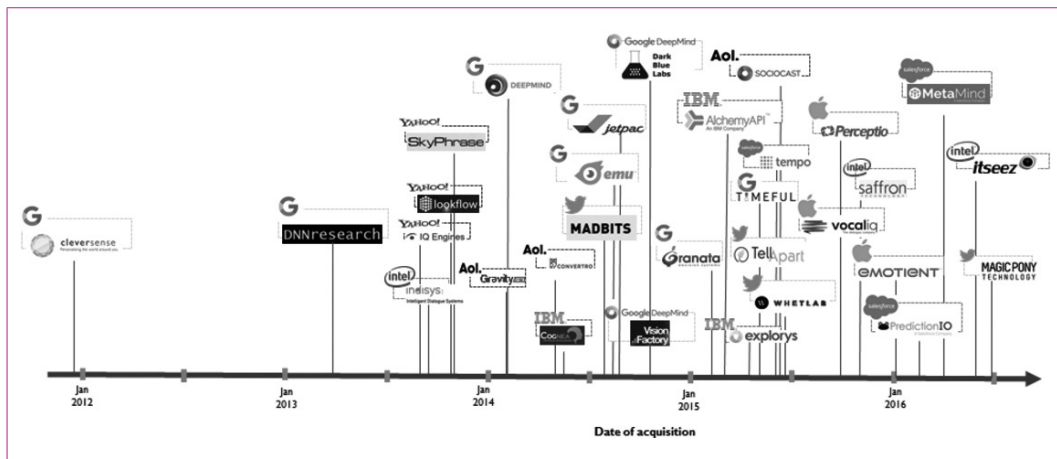
IV

결론 및 시사점 : 당면과제

| 기술적 측면 |

○ **(AI 스타트업 투자 강화)** AI 스타트업을 대상으로 전주기에 걸친 체계적 투자전략을 통해 국내 AI 생태계의 변화와 혁신 동인 부여

- 대규모·전방위 AI R&D 집중투자(Top-down)보다는 다양한 전문성을 바탕으로 하는 AI 스타트업 투자의 비중을 높이고(Bottom-up), 정부는 이들의 R&D 위험요소를 분담(Risk-sharing)하는 멘토의 역할로 자연스러운 창업여건 조성
- 글로벌 AI 기업들은 양질의 기술력을 갖춘 AI 스타트업에 대상으로 본격적인 인수경쟁을 펼치고 있으며, 점차 심화되는 양상
 - * 구글은 3명의 인지신경과학자가 창업한 영국 AI 스타트업 ‘딥마인드 테크놀로지’를 4억달러(약 4천800억원) 가량을 들여 2014년에 인수하기 시작하면서 AI 연구에 본격 투자(구글은 2011년 이래 현재까지 9개의 스타트업 추가 인수)
 - * IBM은 Watson 개발 이후, 지속적으로 AI 스타트업을 인수하면서 부족한 기술력을 확보(Cogenea(가상어시스턴트 기술 보유), Explorys(의료데이터 분석 및 예측기술 보유), AlchemyAPI(자연어처리 클라우드플랫폼 보유))



출처: CB Insight(2016), "The Race For AI: Google, Twitter, Intel, Apple In A Rush To Grab Artificial Intelligence Startups"

〈그림 16〉 국내 AI 헬스케어 시장 규모 전망

○ **(차별화된 R&D 방향설정)** AI에 대한 국민의 기대수준 대비 국내 기술 및 인프라가 전반적으로 미흡하여 경쟁력 확보가 시급하나 단기간에 자체적인 역량 향상은 요원한 실정

- AI 기술의 자체 개발보다는 글로벌 협력체계 속에서 기술확보 시기를 앞당기고 국내에 최적화된 R&D 모색 필요
 - * 한-미 AI 기술격차 4년(미국(100) 한국(75))^{2 5)}
 - * 국내 강점기술 분야: 이미지 인식기술, 자연어 처리, 시맨틱 기술 등

2 5) IITP(2015)

- 단시일내 추적이 어려운 경우, 원천 기술 확보 대신 기개발 기술을 활용한 한국인 맞춤형 의료기술 및 의료 서비스를 신속 개발
- * 2004년 개발된 AI 유방암 보조진단기기 R2는 서양인 데이터 기준으로 인해 한국인에 적용불가하여 진출 실패^{2 6)}

| 산업적 측면 |

- ◎ **(의료데이터 표준화)** 불확실성이 존재하는 국내 의료데이터를 분명하고 정확하게 구분(label)된 표준 데이터로 개선하여 AI 기술의 학습 여건 마련
 - 단일 의학용어체계(ontology) 마련으로 의료데이터 항목의 공통화 및 표준화 연계 필요
 - * 현재 우리나라는 2014년 마련된 한국보건의료표준용어(KOSTOM)를 사용하고 있지만 WHO의 국제질병·사인분류(ICD)와 차이가 있어 의사마다 각기 다른 언어로 소통^{2 7)}
 - * 미국은 Intermountain Health Care(IHC) 다양한 시스템을 하나의 시스템처럼 운영하기 위하여 표준화된 의사소통 시스템 개발
 - 진료 기록 시 의사마다 표현방식, 기록방법이 다양하므로 의료데이터의 정보화 방법 및 추가 검증방안 마련 필요
 - * 의료·실험기기마다 다른 형식(format)의 데이터 생산
 - * 개인정보보호에 따른 데이터의 비개방성 심각
- ◎ **(관련규정 및 가이드라인 보완)** 국내에서 의료 AI 기술이 개발되고 활용되고 위해서는 미흡한 관련 규정 개선^{2 8)}이 절실하며 의료계가 주도할 필요성 증대
 - AI 기술이 의료현장에 활용되기 위해서는 수가(酬價)를 받거나 비급여 인정이 필요하나 현재로서는 의료기기 허가를 받아야 가능
 - * AI 소프트웨어를 위한 관련법이 없는 상황에서 기존의 법적 기준 적용 난해
 - AI는 의사의 진단과 처방을 ‘보조’하는 기능적 역할로서 수행할 가능성이 높으므로 진료과정의 모든 상황을 가정한 가이드라인 필요
- ◎ **(AI 의료기기 허가심사)** 식품의약품안전처 식품의약품안전평가원은 인공지능과 의료용 빅데이터를 적용해 개발되는 의료기기의 안전관리 기본방안 마련 예정(2016년 10월)^{2 9)}
 - 식약처는 정보통신(IT)업계를 비롯한 산업계, 관련 학계, 의료기관 등의 전문가들로 구성된 전문가 협의체를 꾸려 운영할 계획이며, 협의체는 관리에 나설 의료기기의 범위와 분류 기준을 정한 뒤 어떤 방식으로 안정성을 평가할지 어느 수준을 안전하다고 판단할지 등의 기준 제시 방침

2 6) 한국경제(2016.03.17)

2 7) 이병기(2016.06.16.)

2 8) 청년의사(2016.03.24.)

2 9) 연합뉴스(2016.04.21.)

〈표 10〉 인공지능의 보건의료 분야 규제사항

절차	주요 기능	관련 규제
데이터 수집 (IoT)	개인 생체 데이터 수집	비식별 개인정보/수집/활용 Opt in Opt out (개인정보보호법, 공공기관 개인정보법, 의료법 제20조, 제21조, 제23조, 시행규칙 제16조)
수집 & 분석 (Cloud/Big data)	개인 생체데이터 분석을 통한 지시	클라우드 규제, 물리적 분리, 위치 규제 (개인정보보호법, 공공기관 개인정보법, 의료법 제20조, 제21조, 제23조, 시행규칙 제16조)
가치 창출 (A.I)	개인별(보유 질병, 운동량, 수면) 관리	원격 의료 (의료법 제34조) 병원정보 전달 (의료법 제20조, 제21조, 제23조, 시행규칙 제16조)
최적화 (기술융합)	개인별 맞춤 건강 관리	의료기기 복합인증 신속인증 (의료기기법 제2조, 제6조, 제15조, 제16조, 시행규칙 제24조의2) 개인화 의료 분류 (국민건강보험법 제4조)

출처 : 이민화(2016)

| 사회적 측면 |

- ① **(AI 의료사고 대비)** 자율성이 높아진 AI의 의료분야 상용화 가능성이 높아지면서 AI의 판단이나 결과의 책임 소재, 사용자 보호, 환자 안전 등 관련 범위와 역량에 대한 논의 필요³⁰⁾

* AI기반의 의료행위는 고혈압, 당뇨병, 지질대사 이상 등 수치로 확인할 수 있는 디지털적 질환에는 유효하나, 우울증, 정신분열증, 갱년기장애, 자율신경실조증, 통증, 마비, 현기증, 피로, 냄새 등 수치로 확인할 수 없는 아날로그적 질환에는 불안정³¹⁾

- ② **(의료불평등 해소 노력)** AI 기술은 의료의 질 향상 및 의료비 절감의 효과를 가져올 수 있으나, 기존의 의료불평등(health-care disparities)을 심화시키거나 새로운 불평등을 생산할 수도 있으므로, 인간 본위의 AI 기술을 위한 국가적 노력 필요

- AI 기술 기반 의료서비스가 고비용 로봇치료로 변질되거나, AI 기술로 개인 의료데이터를 분석하여 잠재적 환자의 보험 배제 및 고액의 보험료 요구 등의 형태로 사회적 문제 발생 우려

- ③ **(사회적 수용성 제고)** AI 기술이 미래의료의 주된 인프라가 되는 것은 명백한 시대적 흐름이며, 향후 법적 안전장치 등에 대한 사회적 논의와 공감대 형성, 법률과 제도에 대한 연구 및 체계 정비 등이 요구됨을 의미

- 최근 최정상급 바둑기사와 AI 프로그램 간의 대결에서 AI 기술이 보여준 통찰과 직관에 국민들은 막연한 불안과 공포심을 보이며 낮은 사회적 수용성을 나타냄

- 윤리적 문제를 가지고 기술적용의 단계에 들어갈 때 사회적 딜레마에 대해서는 특히나 더 사회학적인 논의가 요구³²⁾

- AI 기술이 주는 혜택과 부작용에 대해 기술적·인문학적으로 정확하게 예측하고 이를 국민에게 투명하게 공개해야 하며, 사회 전반의 논의과정에 이르기까지 전문가의 역할 필요

* AI 관련 제도적·정책적 이슈의 범위에는 다양한 이슈들이 포함

30) 데일리메디(2016.02.27.)

31) nature. (2015). Robotics: Ethics of artificial intelligence.

32) 차영화(2016)



출처: 김윤정, 윤혜선(2016)에서 재가공

〈그림 17〉 AI 기술의 활용과 발전을 위한 제도 및 정책 이슈

■ 참고문헌

- Bower, Joseph L. & Christensen, Clayton M., (1995). "Disruptive Technologies: Catching the Wave", Harvard Business Review, January/February
- CB Insights., "Artificial Intelligence Explodes: New Deal Activity Record For AI Startups" 2016.06.20
- CB Insights. "The Race For AI: Google, Twitter, Intel, Apple In A Rush To Grab Artificial Intelligence Startups" 2016.06.29.
- CB Insights. "From Virtual Nurses To Drug Discovery: 65+ Artificial Intelligence Startups In Healthcare" 2016.05.25
- Casey Bennett. (2013). "how a simple machine learning algorithm could simultaneously improve behavioral healthcare outcomes while reducing cost". Indiana University.
- Dan LeSueur. "5 Reasons Healthcare Data Is Unique and Difficult to Measure". HealthCatalyst. (2016)
- Frost&sullivan. "From \$600 M to \$6 Billion, Artificial Intelligence Systems Poised for Dramatic Market Expansion in Healthcare". 2016.01.05
- Jim Adams et al. (2015). "2015년의 의료서비스와 모델". (임동홍 감수). IBM 기업가치연구소
- McKinsey&Company. (2015). "Global growth: Can productivity save the day in an aging world?".
- Nature. "Robotics: Ethics of artificial intelligence". 2015.05.27

- OECD. (2015). OECD Health Data 2015.
- Priya Kumar Shah et al. (2003). "Missed Non-Small Cell Lung Cancer: Radiographic Findings of Potentially Resectable Lesions Evident Only in Retrospect". Radiology Vol. 226. No 1.
- Stewart Brand. (2009). "Whole Earth Discipline". Viking Penguin.
- Yutaka Matsuo. (2015). 『인공지능과 딥러닝』. (박기원 옮김). 동아엠앤비. (원서출판 2015).
- 김민구. (2006). 수렵·농경시대엔 심장병 드물었다. 『주간조선』, 1909호.
- 김윤정, 윤혜선. (2016). "인공지능 기술의 활용과 발전을 위한 제도 및 정책 이슈". ISSUE PAPER 2016-07. 한국과학기술기획평가원.
- 김재필, 나현. (2016). "인공지능(A.I), 완성이 되다." 『디지애코 보고서』. KT경제경영연구소
- 김준상, 변상규. (2016). 『상상이 실현한 세상 무한성장사회』. 에이지이십일.
- 대한의사협회(KMA). (2016). "2015년 보건 의료 주요현안". 『정책자료집』.
- 박정우. (2016). "인공지능 헬스케어: 새로운 고부가 서비스 창출 기대". 『KISTI 마켓리포트』 2016-10. 한국과학기술정보연구원.
- 방승양. (1991). "제6세대 컴퓨터를 향한 첫발". 『과학동아』 3호
- 오정연. (2012). "빅데이터 시대, AI의 새로운 의미와 가치". 『IT & Future Strategy』, 제7호, 한국정보화진흥원
- 윤찬영. (2015) "U-Healthcare 모니터링 시스템 모델에서의 응급 메시지 처리에 관한 연구". 『한국통신학회논문지』, 제33권, 제12호.
- 이병기. '인공지능을 이용한 헬스케어 및 의료정보 빅데이터 활용과 표준화 방안'. 한국미래기술교육연구원 세미나 발표 2016.06.16.
- 이성호, 설라영, 김은희, 김석관(편). (2015). 『신기술 발전에 따른 산업 지형의 변화 전망과 대응 전략, 제2권 인지컴퓨팅』. 과학기술정책연구원.
- 이수영. (1998). "한국 뇌연구의 추진방향", 『과학사상』 24호(1998년-봄), 범양사
- 이연희. (2015). "보건복지분야 공공빅데이터의 활용과 과제". 『보건복지포럼』, 2015년 9월호(통권 제227호). 한국보건사회연구원.
- 이정아. (2015). "사이버물리시스템(CPS) 기반의 사회시스템 최적화 전략". IT & Future Strategy(7호), 한국정보화진흥원
- 이종구. (2005). "우리나라 건강증진 사업의 현황 및 향후 정책과제". 대한임상건강증진학회 춘계학술대회.
- 이형직, 류법모, 임수중, 장명길, 김현기. (2014). "빅데이터 지식처리 인공지능 기술동향". 한국전자통신연구원
- 장성원, 정동영, 조용권, 최진영, 이치호, 최은정, 김동민, 전상인(편) (2013), "미래산업을 바꿀 7대 파괴적 혁신기술". 『CEO information』, 제894호. 삼성경제연구소.
- 전해영. (2016). "국내외 스타트업 현황과 시사점". 『VIP Report』 16-16호. 현대경제연구원



- 조두연. (2013). “일차의료에서 약물유전체학의 이해와 임상적용”. 『가정의학』 Vol. 3, No. 4. 한국가정의학회
- 진석용. (2016). “인공지능의 자율성”. 『LGERI 리포트』. LG경제연구원
- 차영화. (2016) “뇌과학 시대와 인지사회학: 체화된 인지를 중심으로”. 한국사회학회.
- 최계영. (2015). “인공지능: 파괴적 혁신과 인터넷 플랫폼의 진화”, 『KISDI Premium Report』. Vol. 15-05. 정보통신정책연구원.
- 최희열, 민윤홍. (2015). “딥러닝 소개 및 주요 이슈”. 『정보처리학회지』. Vol. 22, No. 1. 한국정보처리학회.
- 허순임, 김미곤, 이수형, 김수정(편). (2009). “미충족 의료수준과 정책방안에 대한 연구”. 한국보건사회연구원
- 하원규, 최남희. (2015). 『제4차 산업혁명. 콘텐츠하다.』
- 남인순 의원 보도자료. CT·MRI 고가 영상장비 관리 강화해야. (2015.09.22.)
- 국민건강보험공단. “암 오진 중 폐암 오진 피해 가장 많아”. 한국소비자원. 2015.04.20.
- 최윤섭. “의료계에 도입될 인공지능, ‘스카이넷’일까 ‘시리’일까”. 『청년 의사』. 2016.03.24.
- 한국보건산업진흥원, 한국지식재산전략원. (2016). “보건의료 분야 AI 특허동향 조사”.
- 연합뉴스, “인공지능 진료 문제없을까?...식약처, 안전관리방안 모색”. 2016.04.21.
- 데일리메디, 병원도 머신러닝, 의료사고 나면? 2016.02.27.

- ◎ 집필자 : R&D기획단 이관용, 김진희, 김현철
- ◎ 문의 : 043-713-8402
- ◎ 본 내용은 연구자의 개인적인 의견이 반영되어 있으며, 한국보건산업진흥원의 공식견해가 아님을 밝혀둡니다.
- ◎ 본 간행물은 보건산업통계포털(<http://www.khiss.go.kr>)에 주간단위로 게시되며 PDF 파일로 다운로드 가능합니다.



KHISS
보건산업통계시스템
www.khiss.go.kr