

2021년 IT21

Global Conference

Human in SW, SW in Human

Session 4-2

인공지능 헬스케어

이현규 교수 (인하대학교)



우리는 모든 것이 디지털화 되고 있어 데이터가 넘쳐나고, 인공지능이 사회전반에 영향력을 발휘하는 시대에 살고 있다. 인공지능 기술이 큰 영향력을 행사할 수 있는 디지털 헬스케어 분야에서 인공지능 관련 상용 서비스는 어느 방향으로 나아가고 있는지 소개한다. 그리고 혁신적인 디지털 헬스케어 산업의 비즈니스 모델의 현주소와 이를 대하는 우리의 자세에 대해서도 생각해본다.

▶ 약 력

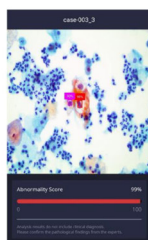
2010년	인하대학교 컴퓨터정보공학과 학사
2017년	인하대학교 컴퓨터정보공학과 석박사통합
2017년	인하대학교 인간중심컴퓨팅연구소 박사후연구원
2018년	LG전자 소재/생산기술원 선임연구원
2019년~2021년	두에이아이(주) 연구소장
2021년~현재	인하대학교 의예과 조교수

▶ 관심분야 의료인공지능

인공지능 헬스케어

- 21.06.11(Fri)
- 인하대학교 이현규

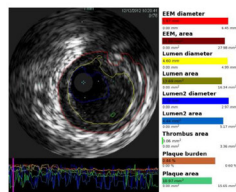
연구분야



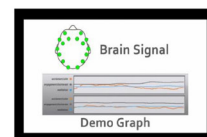
Cytology



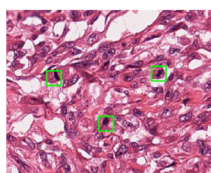
DNA



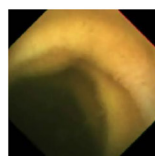
IVUS



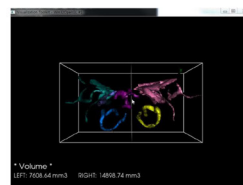
EEG signal



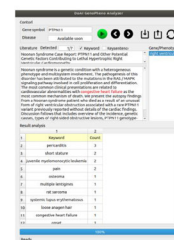
Pathology



Wireless capsule endoscopy

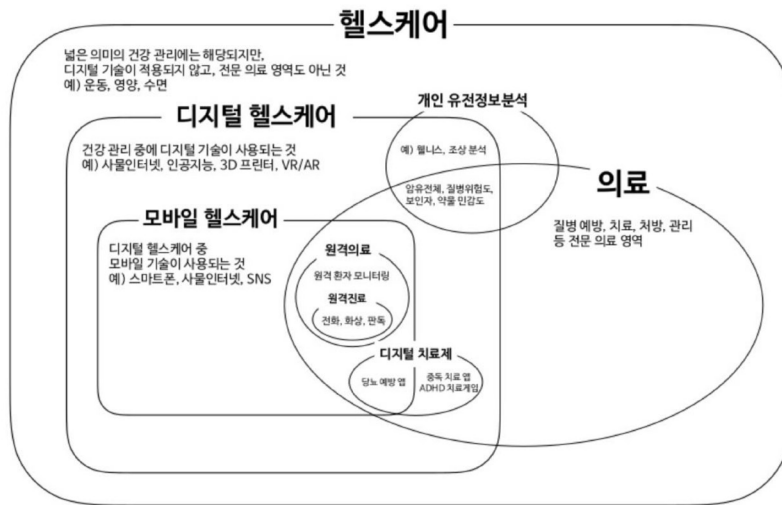


3D visualization



Keyword extraction using NLP

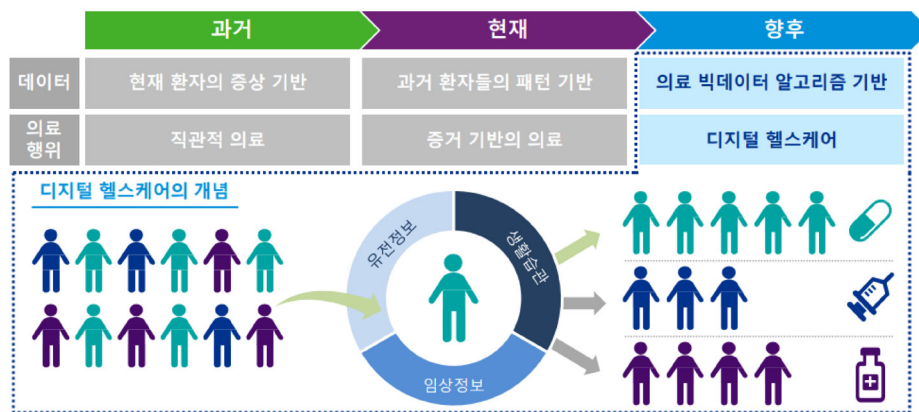
디지털 헬스케어



"[발표자료] 의료의 미래, 디지털 헬스케어 + 의료시장의 특성", 최윤섭의 헬스케어 이노베이션, <https://www.yoonsupchoi.com/2019/06/28/digital-health-ppt/>

3/47

치료방식의 변화와 디지털 헬스케어의 개념



Source: 한국개발연구원(KDI)

4/47

디지털 헬스 관련 투자

FUNDING, DEALS, AND DEAL SIZE 2013-2020

ROCK
HEALTH

TOTAL VENTURE FUNDING

OF DEALS



Note: Includes U.S. deals >\$2M; data through December 31, 2020
Source: Rock Health Funding Database

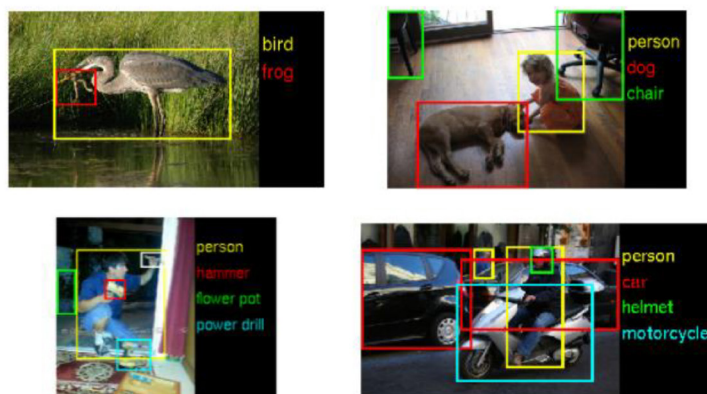
PRESENTATION © 2021 ROCK HEALTH

"2020 Market Insights Report: Chasing a new equilibrium", ROCK HEALTH, <https://rockhealth.com/reports/2020-market-insights-report-chasing-a-new-equilibrium/>

5/47

INHA UNIVERSITY

ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC)

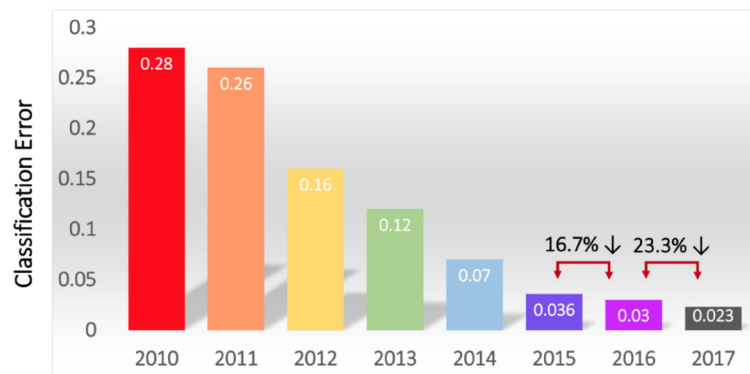


6/47

INHA UNIVERSITY

인공지능의 성능 향상의 예

Classification Results (CLS)



"ImageNet Winning CNN Architectures (ILSVRC)", Deep Learning Computer Vision by Bulent Siyah, <https://www.bulentsiyah.com/imagenet-winning-cnn-architectures-ilsvrc>

7/47

INHA UNIVERSITY

AI Challenge in RSNA(Radiological Society of North America)

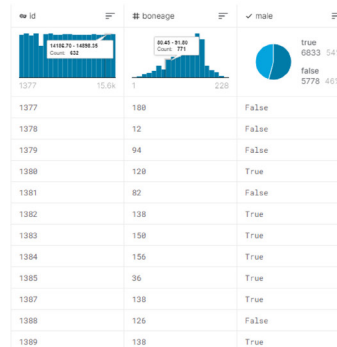
- 2017 – Pediatric Bone Age Challenge
- 2018 – Pneumonia Detection Challenge
- 2019 – Intracranial Hemorrhage Detection
- 2020 – Pulmonary Embolism Detection

8/47

INHA UNIVERSITY

AI Challenge in RSNA(Radiological Society of North America)

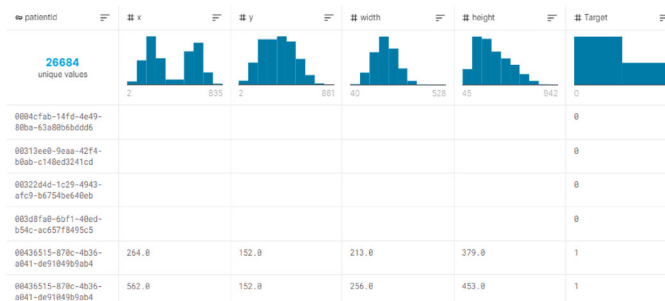
- 2017 – Pediatric Bone Age Challenge
- 2018 – Pneumonia Detection Challenge
- 2019 – Intracranial Hemorrhage Detection
- 2020 – Pulmonary Embolism Detection



9/47

AI Challenge in RSNA(Radiological Society of North America)

- 2017 – Pediatric Bone Age Challenge
- **2018 – Pneumonia Detection Challenge**
- 2019 – Intracranial Hemorrhage Detection
- 2020 – Pulmonary Embolism Detection



10/47

AI Challenge in RSNA(Radiological Society of North America)

- 2017 – Pediatric Bone Age Challenge
- 2018 – Pneumonia Detection Challenge
- **2019 – Intracranial Hemorrhage Detection**
- 2020 – Pulmonary Embolism Detection



ID	# Label
4516818 unique values	
ID_aec8e68b3_intraventricular	0
ID_aec8e68b3_subarachnoid	1
ID_aec8e68b3_subdural	0
ID_aec8e68b3_any	1
ID_4d9209c7c_epidural	0

11/47

AI Challenge in RSNA(Radiological Society of North America)

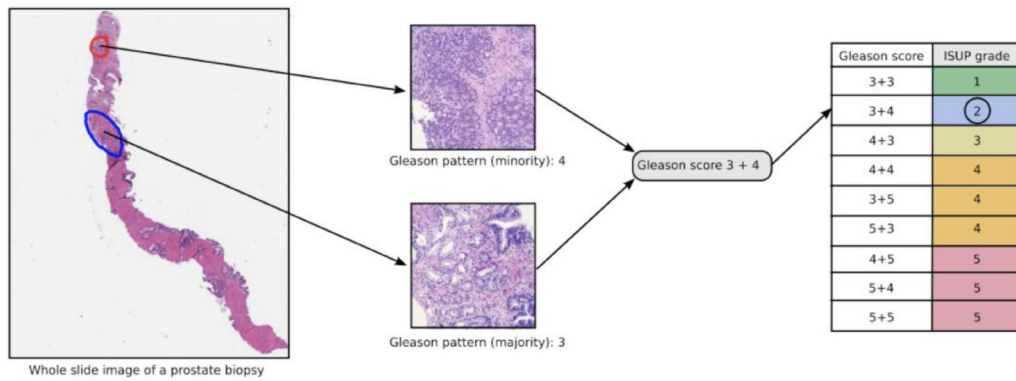
- 2017 – Pediatric Bone Age Challenge
- 2018 – Pneumonia Detection Challenge
- 2019 – Intracranial Hemorrhage Detection
- **2020 – Pulmonary Embolism Detection**



12/47

Pathology challenge

2020 - Prostate cANcer graDe Assessment (PANDA) Challenge



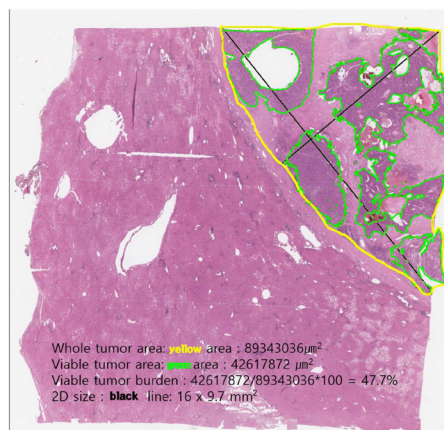
13/47

INHA UNIVERSITY

Pathology challenge

2019 - Pathology AI Platform (PAIP) 2019

Liver Cancer Segmentation



14/47

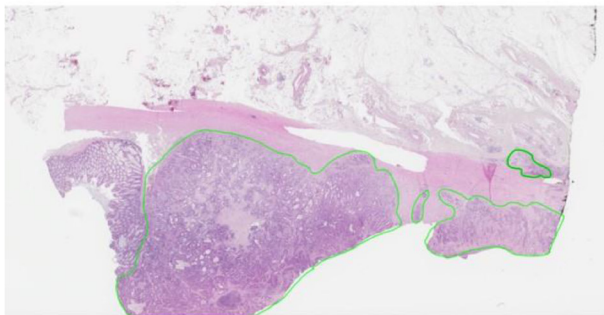
INHA UNIVERSITY

Pathology challenge

2020 - PAIP 2020

Training Data Example

- (1)+(2) Whole Slide Image with Annotation
※ Whole Tumor Area : Closed Section by Colored Line
- (3) MSI Classification : MSS (provided by csv format)



Organizers

SNUH

KOREA
UNIVERSITY

UNIST



PROMPT
TECHNOLOGY

UminTec



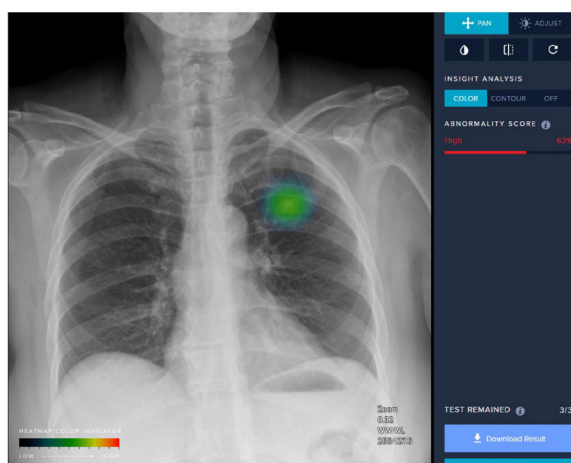
보건복지부
Ministry of Health and Welfare
This research project is funded by
the Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea.

15/47

INHA UNIVERSITY

Medical AI applications

Chest X-ray

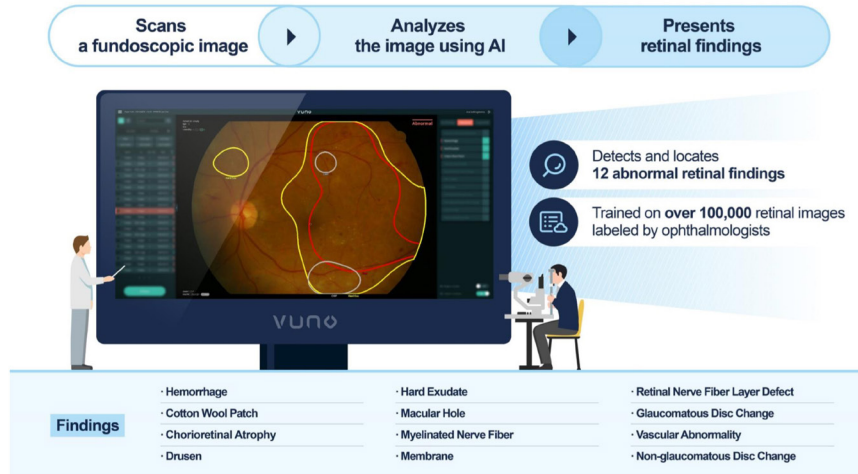


16/47

INHA UNIVERSITY

Medical AI applications

Fundus



17/47

Medical AI applications

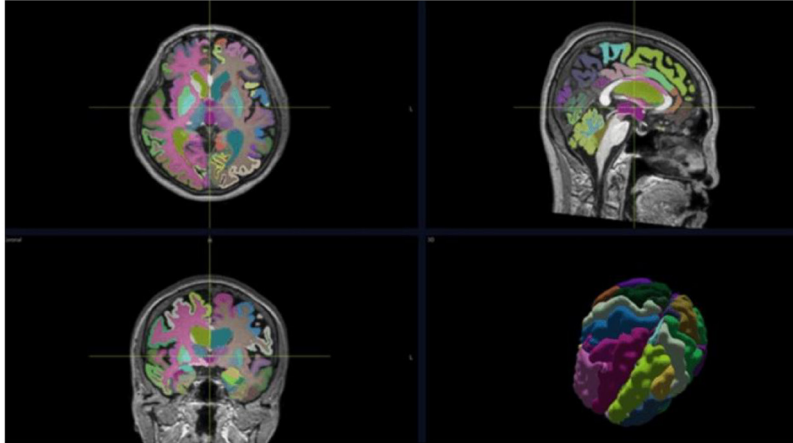
BoneAge Estimation



18/47

Medical AI applications

▪ MRI



19/47

INHA UNIVERSITY

Medical AI applications

▪ Voice EMR

서울성모·은평성모병원, 음성인식 EMR 국내 최초 공개

조 박선혜 기자 | © 입력 2019.11.01 06:07 | 댓글 0



스타트업 '퍼즐에이아이'와 2년간 공동 개발...다양한 의료 환경에서 음성 인식 가능

▲20일 서울성모병원에서 열린 'CMC Digital Transformation' 박람회 포스트에서 주요 인사들이 Voice EMR에 대한 시연을 참관하고 있다. (좌부터) 대통령 직속 4차산업혁명위원회 정병규 위원장, 기술직책인 상임이사 손희송 주교, 임인택 보건복지부 보건산업정책 국장.

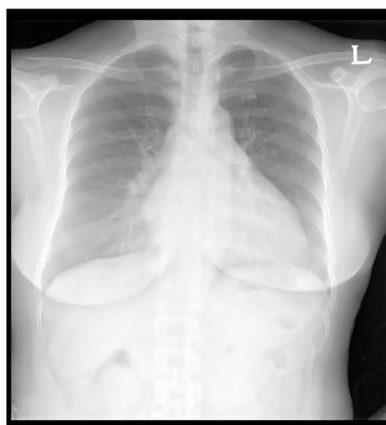
PERPUL AI

20/47

INHA UNIVERSITY

Medical AI applications

▪ Data generation



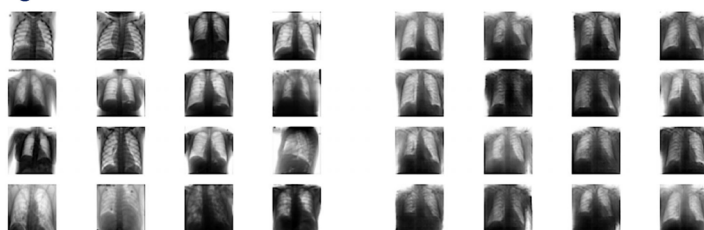
[<https://www.youtube.com/watch?v=Gk9JycyAlSI>]

21/47

INHA UNIVERSITY

Medical AI applications

▪ Data generation



[CovidGAN: Data Augmentation Using Auxiliary Classifier GAN for Improved Covid-19 Detection, IEEE Access, 2020.]

		A				B		
Dataset	Class	Precision	Recall	F1-score	Support	Accuracy (%)	Sensitivity(%)	Specificity(%)
Actual Data (CNN-AD)	Covid-CXR	0.89	0.69	0.78	72	85	69	95
	Normal-CXR	0.84	0.95	0.89	120			
	Macro-average	0.87	0.82	0.84	192			
	weighted-average	0.86	0.85	0.85	192			
Actual data + Synthetic Augmentation (CNN-SA)	Covid-CXR	0.96	0.90	0.93	72	95	90	97
	Normal-CXR	0.94	0.97	0.96	120			
	Macro-average	0.95	0.94	0.94	192			
	weighted-average	0.95	0.95	0.95	192			

22/47

INHA UNIVERSITY

Medical AI applications

- BoneAge Estimation

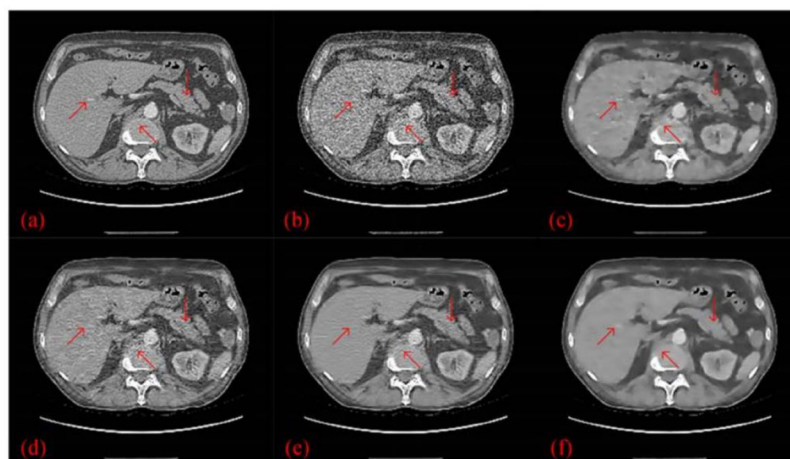


23/47

 INHA UNIVERSITY

Medical AI applications

- Image transformation



24/47

 INHA UNIVERSITY

Medical AI applications

Biomarker identification

Treatment recommendation

Survivability prediction

A Machine Learning Approach for Identifying Gene Biomarkers Guiding the Treatment of Breast Cancer

Ashraf Abou Tabi^{1*}, Abedalrhman Alkhateeb^{2*}, Waguih ElMaraghy¹, Luis Rueda² and Alloune Ngom³

¹ Department of Mechanical, Automotive and Materials Engineering, University of Windsor, Windsor, ON, Canada, ² School of Computer Science, University of Windsor, Windsor, ON, Canada

Class	Number of samples	Number of genes after filter feature selection
Living and Radio (LR)	132	1771
Deceased and Radio (DR)	19	227
Living and Hormone (LH)	20	80
Deceased and Hormone (DH)	6	20
Living and Surgery (LS)	130	1771
Deceased and Surgery (DS)	40	197
Total	347	4066

Node	SVM Linear	SVM Polynomial	SVM RBF	Bayesian Naive Bayes	Random Forest
DH VS. Rest	98.41%	98.68%	97.35%	99.47%	100%
DR VS. Rest	94.46%	95.78%	91.56%	96.3%	100%
LH VS. Rest	89.47%	92.4%	88.3%	92.4%	100%
DS VS. Rest	75.65%	77.23%	79.06%	75.92%	97.9%
LR VS. LS	77.1%	74.81%	76.72%	76.34%	80.9%

	DH	DR	LH	DS	LR and LS
Genes	AKIP1	ASXL1	DA874553	ICOSLG	C14orf166
	FGF16	WIP1	AKT1S1	SAR1A	ZFP91
	AA884297	ASAP1	CPPED1	PRPS1	BU753119
	CDC42BPG	ZNF121	BLP	FBRSL1	ARPC3
	UPF3B	METTL2A	ARFGAP2	INPP5F	OSTC
	FAM114A1	FAM170B	VAMP4	SFMBT2	AI376590
	OR2G6	BG944228	CT47A1		OR2B3
	ANKLE1	PDCD7	CLASRP		DSCAM
	MGA	ATL1	CD36		
	C14orf145	TRPC5			
		FOSB			
		AL71228			

25/47

Federated Learning



26/47

Federated Learning

MNIST

Experiments	AUROC ^b (95% CI)	F1-score (95% CI)	Precision (95% CI)	Recall (95% CI)
CML ^c	0.999 (0.999-0.999)	0.981 (0.978-0.983)	0.981 (0.972-0.989)	0.981 (0.971-0.989)
Basic FL ^d	0.997 (0.996-0.998)	0.946 (0.941-0.950)	0.945 (0.929-0.959)	0.945 (0.930-0.959)
Imbalanced FL	0.995 (0.994-0.995)	0.921 (0.917-0.927)	0.920 (0.904-0.937)	0.920 (0.903-0.937)

MIMIC-III

Experiments	AUROC ^b (95% CI)	F1-score (95% CI)	AUPRC ^c (95% CI)	Precision (95% CI)	Recall (95% CI)
SOTA ^d	0.857 (0.837-0.875)	0.944 (0.938-0.950)	0.505 (0.451-0.558)	0.973 (0.967-0.979)	0.773 (0.907-0.927)
Basic FL ^c	0.850 (0.830-0.869)	0.944 (0.938-0.950)	0.483 (0.427-0.537)	0.975 (0.969-0.980)	0.797 (0.906-0.926)
Imbalanced FL	0.850 (0.829-0.869)	0.943 (0.937-0.949)	0.481 (0.426-0.535)	0.981 (0.976-0.986)	0.714 (0.897-0.918)

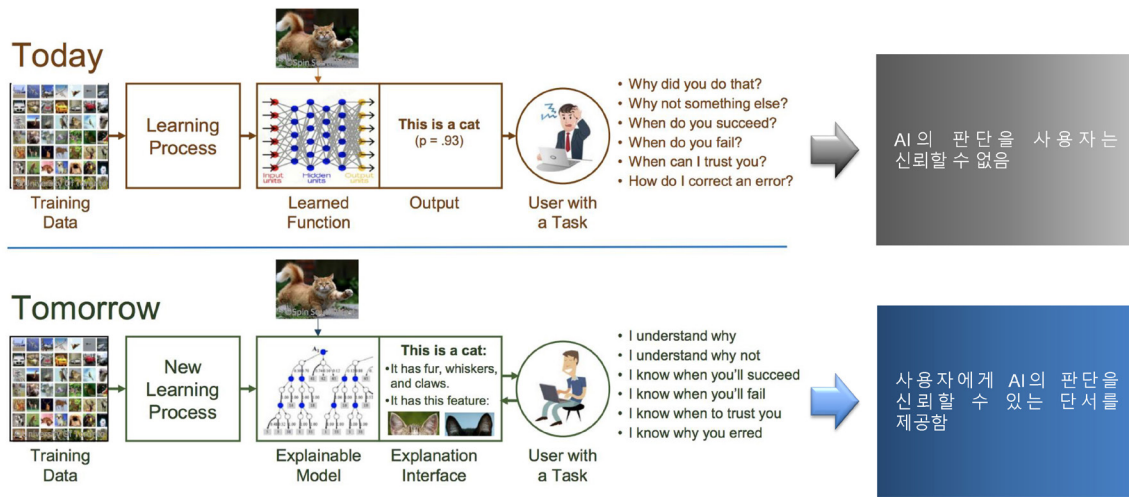
ECG

Experiments	AUROC ^b (95% CI)	F1-score (95% CI)	Precision (95% CI)	Recall (95% CI)
Benchmark	0.954 (0.930-0.978)	0.814 (0.655-0.910)	0.820 (0.672-0.943)	0.814 (0.640-0.936)
Basic FL ^c	0.938 (0.860-0.978)	0.807 (0.651-0.931)	0.823 (0.645-0.942)	0.795 (0.660-0.925)
Imbalanced FL	0.943 (0.883-0.977)	0.807 (0.635-0.902)	0.830 (0.650-0.935)	0.788 (0.626-0.905)

27/47

INHA UNIVERSITY

Explainable AI (XAI)



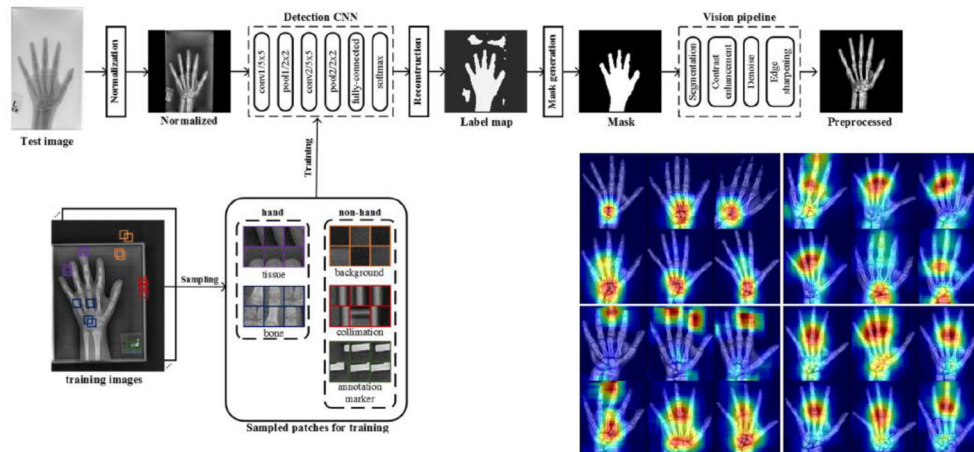
28/47

INHA UNIVERSITY

Explainable AI (XAI)

Attention map

- Fully Automated Deep Learning System for Bone Age Assessment, Journal of Digital Imaging, 2017



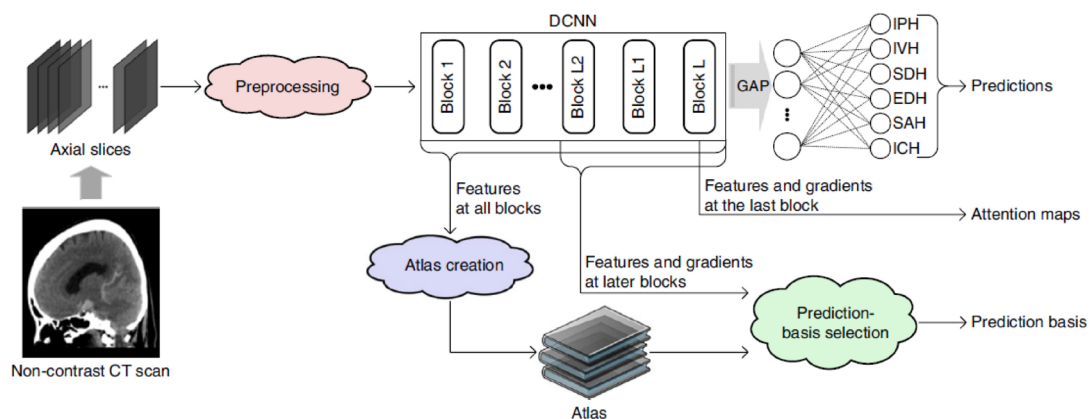
29/47

INHA UNIVERSITY

Explainable AI (XAI)

Similar Image Retrieval

- An explainable deep-learning algorithm for the detection of acute intracranial haemorrhage from small datasets, Nature Biomedical Engineering, 2019

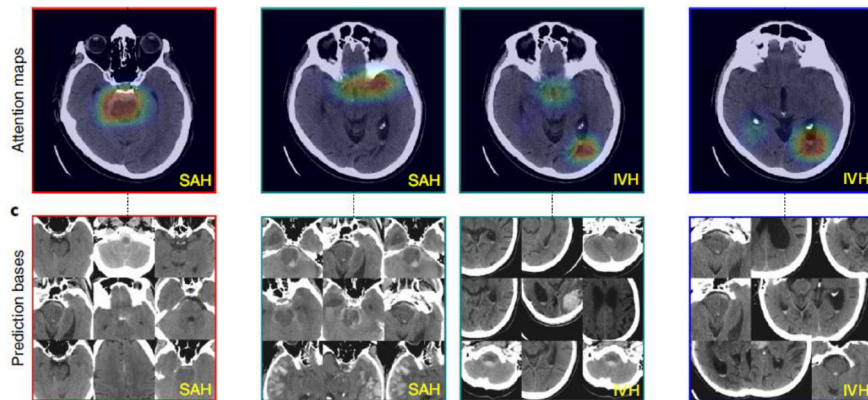


30/47

INHA UNIVERSITY

Explainable AI (XAI)

- **Similar Image Retrieval**
 - Prediction basis
 - Small dataset: 904 cases



31/47

INHA UNIVERSITY

디지털 헬스케어 비즈니스

32/47

INHA UNIVERSITY

혁신 기술의 대중화



2009

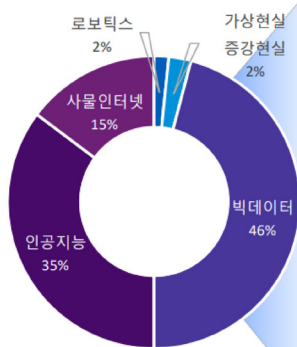


2016

33/47

INHA UNIVERSITY

의료 데이터의 종류 및 동향



Source: 한국정보화진흥원

구분	관리자	설명	동향
개인 유전정보	유전체 분석 서비스 업체	1인당 약 30억 개의 유전자 염기서열 정보 존재 - 개체 간 약 0.1%의 차이 존재	- 유전체 분석비용은 2000년대 초 9,000만 달러였으나, 2017년 100 달러로 하락 2016년 기준 79,110건의 유전체 정보 분석 프로젝트 완료
개인건강 정보	개인	스마트폰 앱 또는 IoT 디바이스로 수집되는 Life-log*(예: 수면패턴 등)	다양한 디바이스와 서비스 증가
전자 의무기록	의료 기관	환자의 모든 진료정보를 전산화하여 입력, 저장, 관리하는 형태(예: 진단정보, 처방자료, 저장결과 등)	전세계적으로 디지털화가속
국민 건강정보	공공 기관	자격 및 보험료, 진료내역, 건강검진결과, 의료급여 등	한국은 단일 건강보험체계를 갖고 있다는 특수성으로 인해 국민의 건강 관련 빅데이터가 공공기관에 집중

Source: 과학기술정책연구원, KDB 산업기술리서치센터 자료, 삼성KPMG 경제연구원 재구성
Note: Life-log는 개인의 일상생활 활동에 관한 모든 데이터를 의미함

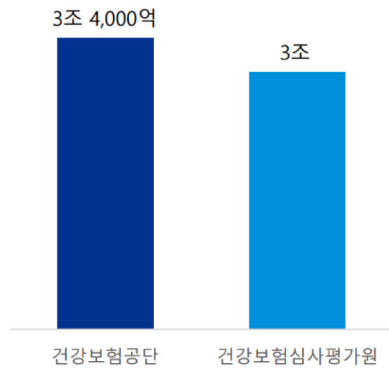
34/47

INHA UNIVERSITY

세계 최고 수준의 의료 빅데이터와 IT 인프라를 보유한 한국

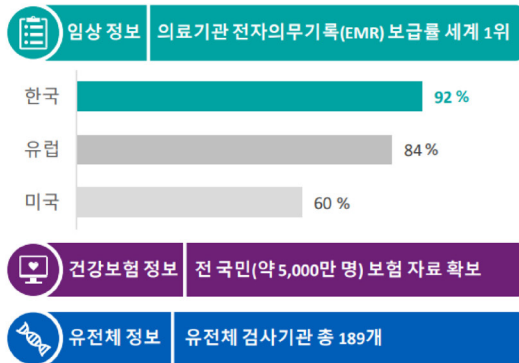
>> 국내 공공의료 빅데이터 수

(단위: 건)



Source: 건강보험공단, 건강보험심사평가원
Note: 누적기준

>> 국내 보건의료 데이터 현황



35/47

INHA UNIVERSITY

의료인공지능 서비스는?



2021

왜?

36/47

INHA UNIVERSITY

의료인공지능 연구를 어렵게 하는 요인

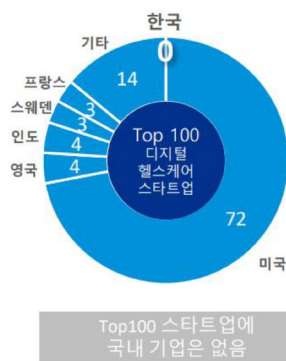


37/47

INHA UNIVERSITY

글로벌 시장에서 한국 디지털 헬스케어 기업

>> 글로벌 디지털 헬스케어
스타트업 누적 투자액
Top100 기업의 국적



>> 글로벌 디지털 헬스케어 스타트업 누적 투자액
Top100 기업의 국내 진입 가능 여부

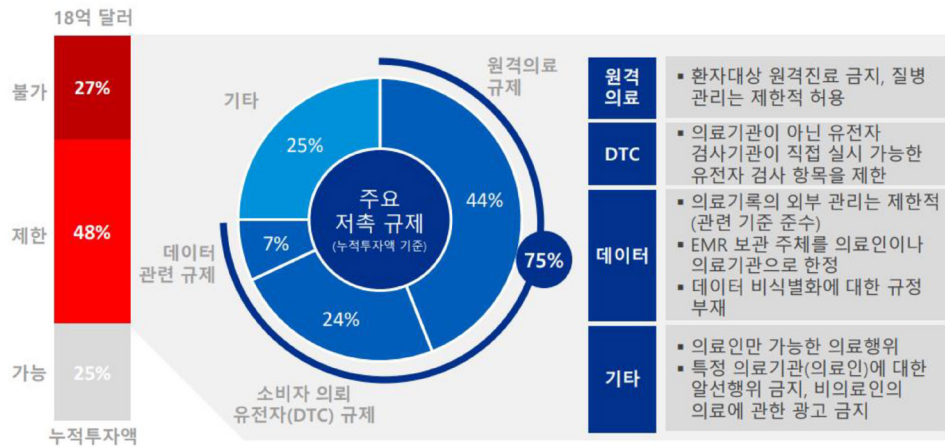


Note: 2014년 이후 설립된 스타트업을 대상으로 함
Source: Pitchbook, KPMG Analysis, TEK&LAW 법률 검토

38/47

INHA UNIVERSITY

글로벌 디지털 헬스케어 스타트업에 제한하는 주요 규제

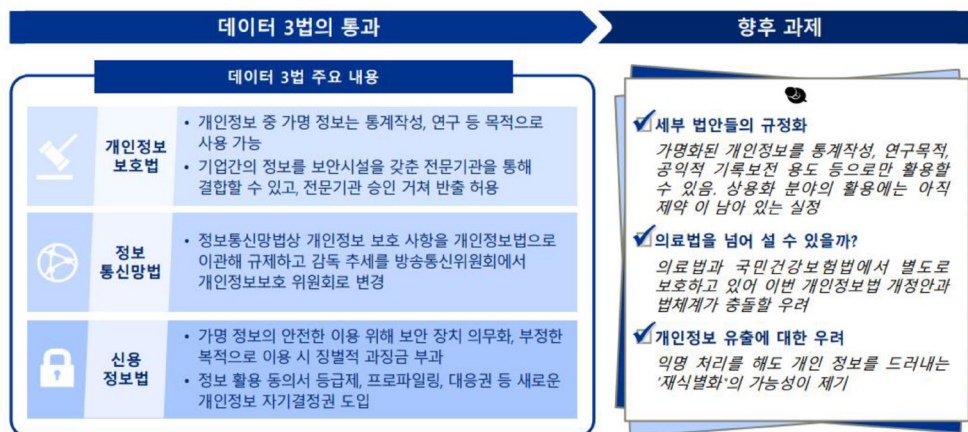


Note: 2014년 이후 설립된 스타트업을 대상으로 함, 원격의료 와 데이터 규제에 동시에 저축되는 스타트업은(3개 사) 주요 서비스에 따라 데이터 혹은 원격의료 규제 저축으로 분류하여 계산함
Source: Pitchbook, KPMG Analysis, TEK&LAW 법률 검토

39/47

INHA UNIVERSITY

데이터 3법 주요 내용 및 향후 과제



Source: 국회 각 상임위원회, 언론보도 종합, 삼정KPMG 경제연구원 재구성

40/47

INHA UNIVERSITY

디지털 헬스케어 비즈니스

왜 디지털 헬스케어 사업이 험난하다고 말할까?



규제 & 인증?



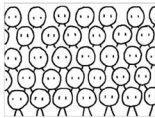
건강보험심사평가원



41/47

INHA UNIVERSITY

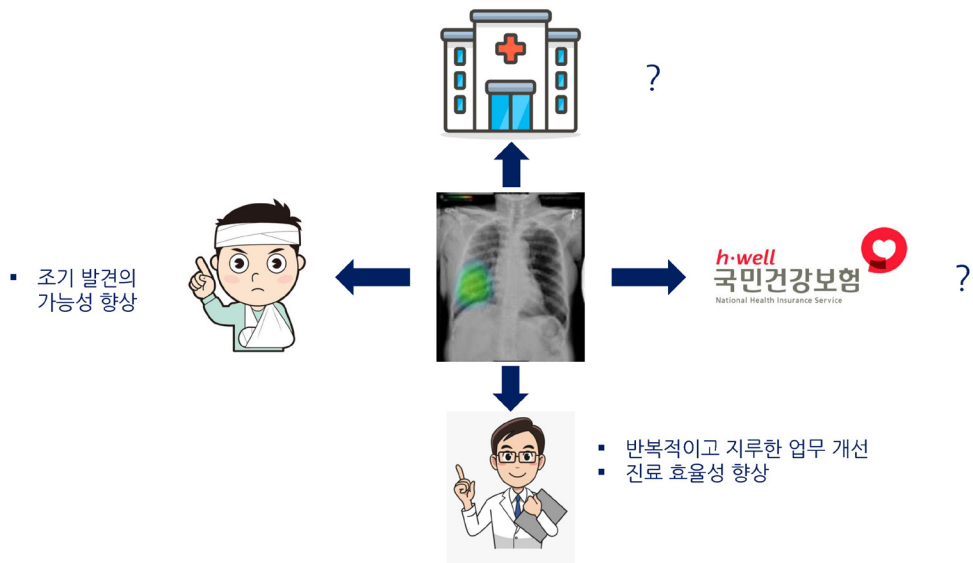
선별검사 대 확진검사

	선별검사	확진검사
		
		
	민감도	민감도 특이도

42/47

INHA UNIVERSITY

디지털 헬스케어 비즈니스의 예



43/47

INHA UNIVERSITY

혁신적 의료기술의 요양급여 여부 평가 가이드라인

[표4] 기존급여 확인 및 신의료기술평가 후 요양급여비용 보상 형태

구분	세부내용	포함 예시	비고
Level 1	• 진료업무 효율 증가를 통해 주로 의료기관의 부가적 이익창출 또는 간접비용 감소효과 도출이 가능한 기술	Category A Category B	별도보상 미해당
Level 2	• 기존 행위와 유사한 수준의 진단능력을 보이는 기술 • 기존 행위 중 일부 능력은 상당한 개선이 있으나 전체적으로 기존 행위 유사 수준	Category C1 Category C2	별도보상 미해당
Level 3	• 기존 행위 대비 현저한 진단능력의 향상 • 새로운 진단적 가치 창출 또는 치료효과성	Category C2 Category D	별도보상 고려*
Level 4	• Level 3에 더해 비용효과성을 입증한 경우	Category C2 Category D Category E	별도보상 고려

44/47

INHA UNIVERSITY

지불의 주체



- 기존 행위 대비 현저한 진단 능력 향상
- 치료 효과성
- 비용 효과성



- 매출증대
- 비용 절감, 생산성 향상



- 민망함을 덜 수 있는 영역
 - 주문형 처방 서비스
 - 발기부전, 조루, 탈모, 피임 등
 - 검사 서비스
 - 성병, 임신
- 웰니스
 - 미용, 운동, 다이어트

45/47

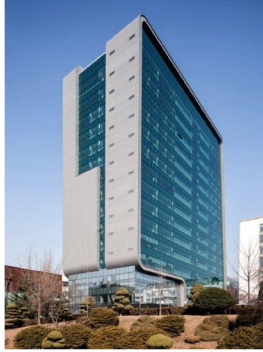
INHA UNIVERSITY

디지털 헬스케어 사업을 하려면...

- 지불의 주체는 누구인가?
- 그들에게 어떤 혜택(이익)을 줄 수 있는가?

46/47

INHA UNIVERSITY



경청해주셔서 감사합니다. 🐼



hglee@inha.ac.kr