

# 2017 서울혁신챌린지

Final Round  
(24<sup>th</sup> Nov. 2017)

YEONGJOON GIL Ph.D.

Founder | CEO

**HUINNO**





## 연구 배경 및 개요

# 만성심장질환자 수



42.5%

of the Global Population(7.5B<sup>2017</sup>) is Chronic Cardiac Disease

~3.2 Billion People

<sup>1</sup>World Health Organization. A global brief on Hypertension. Geneva, Switzerland: WHO Press; 2013

<sup>2</sup>Mozzafarian D, Benjamin EJ, Go AS, et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2015 Update: a report from the American Heart Association. Circulation. 2015;e29-322.

<sup>3</sup>Heart disease and stroke statistics—2017 update: a report from the American Heart Association [published online ahead of print January 25, 2017]. Circulation.

# 만성심장질환 관련 통계 (in KOREA)

## 만성심장질환 종류

Hypertension  
고혈압

Arrhythmia / A. Fib  
부정맥 / 심방세동

Arteriosclerosis  
동맥경화

Heart Valve Problems  
심장판막질환

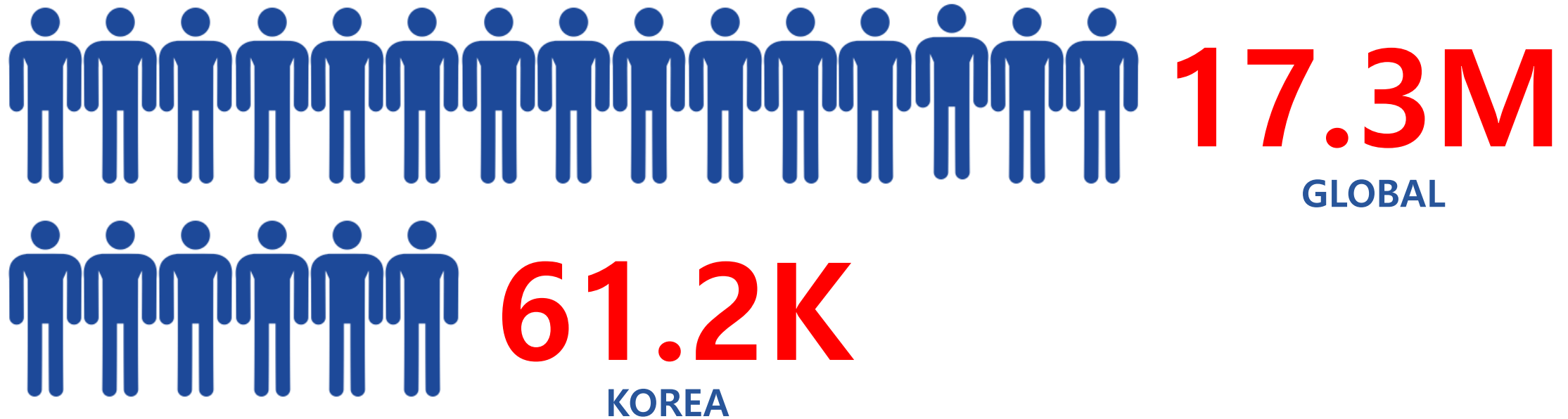
~ 1.3 M

~ 8 M

국내 만성심장질환자 수<sup>1)</sup>



# 만성심장질환 으로 인한 연간 사망자 수<sup>1)</sup>



“Atrial Fibrillation(AF) is the Leading Risk Factor for Stroke”

– Source: American Heart Association

“60세 이상 심방세동(A. Fib) 환자 93%, 뇌졸중(Stroke) 위험”

– 연합뉴스 (2017년 7월 31일)

# Reference check

## • 정욱진 교수

- 가천길병원 심혈관센터 센터장
- 대한고혈압학회 사무총장
- The Chief of Editor - Clinical Hypertension



- 60세 이상 부정맥 환자 -> 뇌경색(Stroke) 확률 93%
- 국내 전체 인구 중 A-fib 환자 7%~8% 추정
- 심방세동(A-fib)은 뇌졸중/급성심장마비와 직결된 시장 이어서 매우 중요하고 시급히 해결해야 하는 시장이다.
- LEAD I 과 LEAD II 두 가지 타입의 ECG를 동시에 측정 할 수 있다면 시장진입에 큰 장점이 될 수 있다.

## • 권혁태 교수

- 서울대학병원 가정의학과
- Center for Health Promotion/Optimal Aging
- Obesity Clinic / ICT Healthcare



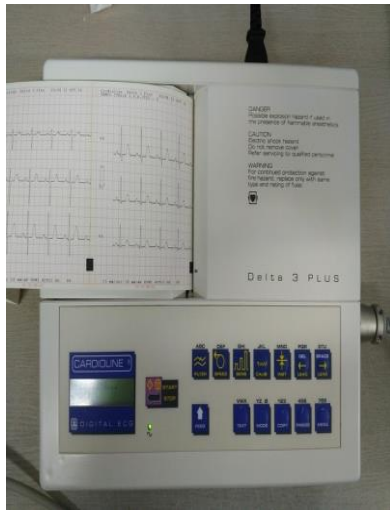
- 기존의 기기들이 대부분 single lead ECG이니까 LEAD I 과 LEAD II 동시에 측정할 수 있다면 다양한 심장질환을 진단할 수 있는 모바일 헬스케어 장치가 될 수 있다.
- A.fib이 무증상인 경우가 많으므로 도움이 될 수 있다.
- A.fib 을 포함해 대부분의 부정맥이 일시적인 증상 (transient)이기 때문에 진단이 어려운데 손목형이나 패치형의 경우, 측정 및 진단이 훨씬 용이해 진다.



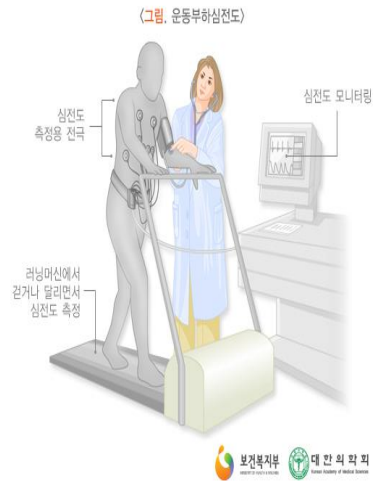
# Electrocardiograph(ECG) 관련 시장'

- **ECG is the best way to diagnosis AF** (by Eric Topol in The Scripps)  
[https://www.scripps.org/news\\_items/5555-study-launched-by-stsi-uses-wearable-sensors-to-detect-atrial-fibrillation](https://www.scripps.org/news_items/5555-study-launched-by-stsi-uses-wearable-sensors-to-detect-atrial-fibrillation)

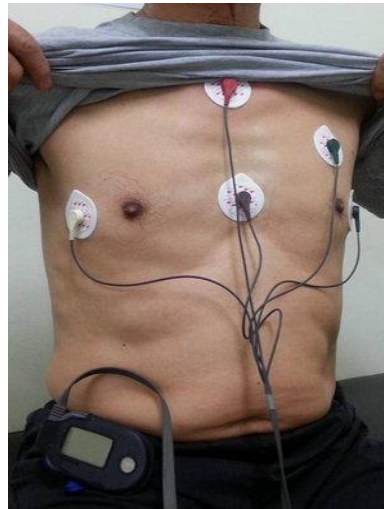
## ECG



## Exercise load ECG



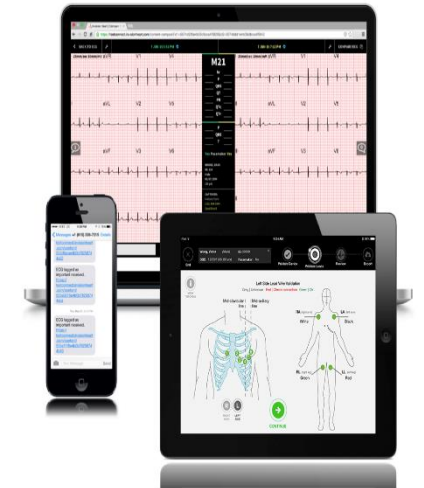
## Holter ECG



## Event ECG



## ECG data Analysis/diagnosis



1) Report for healthcare devices – Source: Korea health insurance institute in 2013

# Electrocardiograph(ECG) 관련 시장)

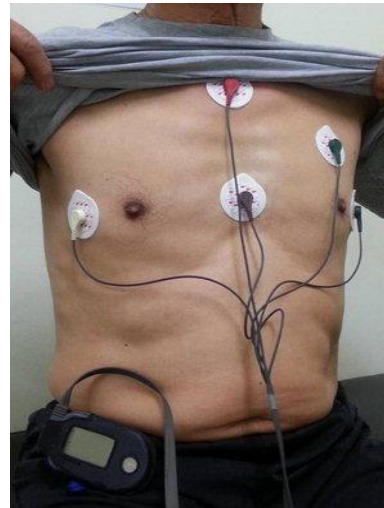
ECG



Exercise load  
ECG



Holter ECG



Event ECG



ECG data  
Analysis/diagnosis

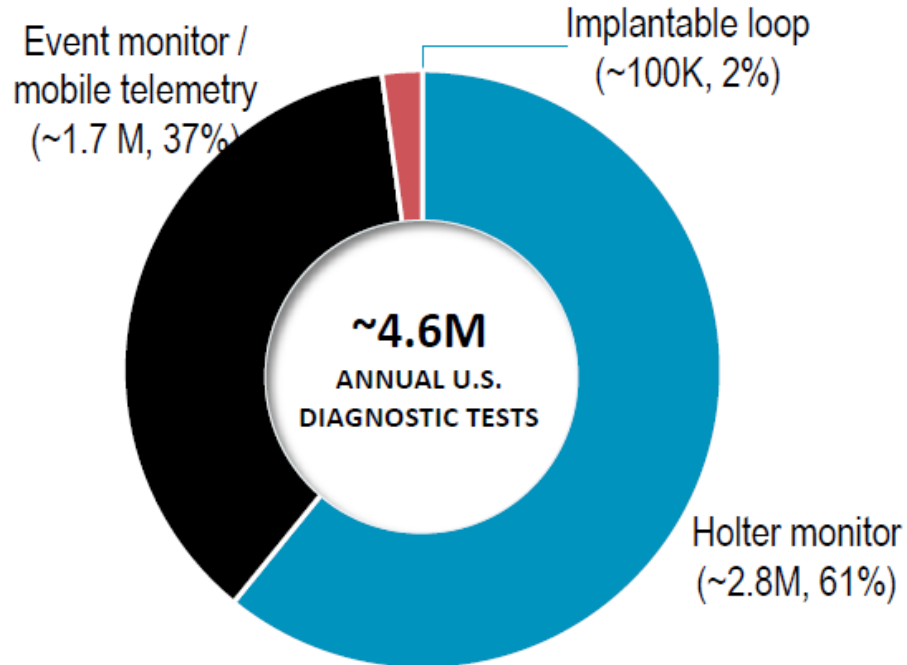


## HUINNO TARGET MARKET



# 심전도(ECG) 관련 시장<sup>1)</sup>

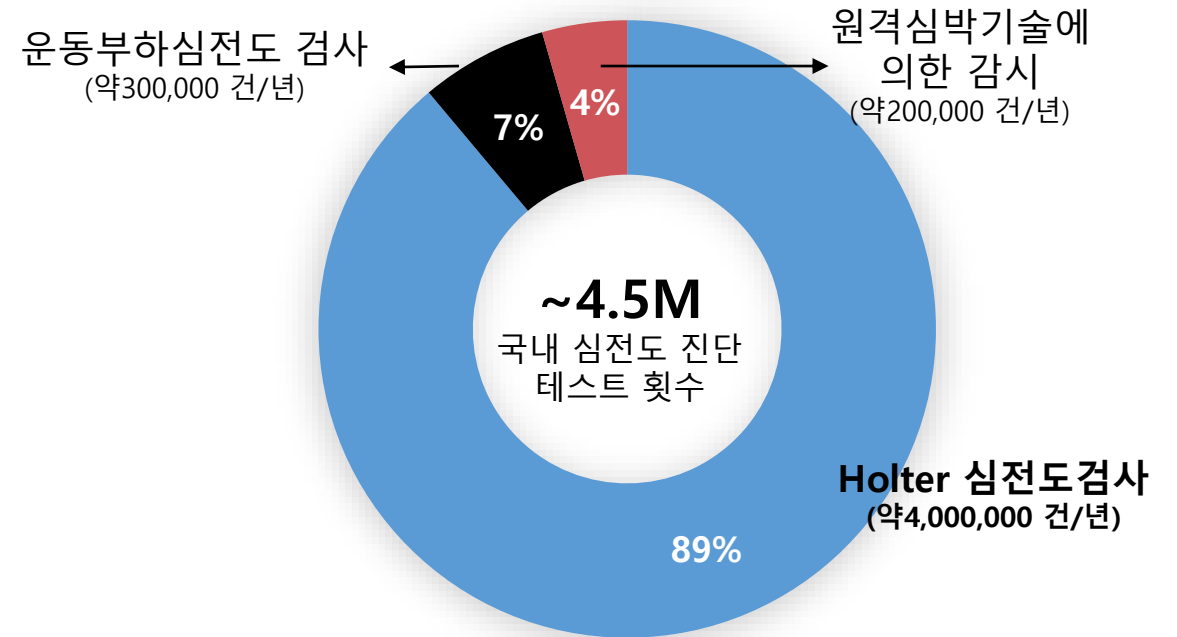
Large Existing U.S. Ambulatory ECG Market



Existing U.S. market opportunity: ~\$1.4B

Source : iRhythm Technologies, Inc.

국내 심전도 관련 시장 규모  
(HUINNO related market with Holter ECG)



국내 시장 규모: ~1,300 억 규모

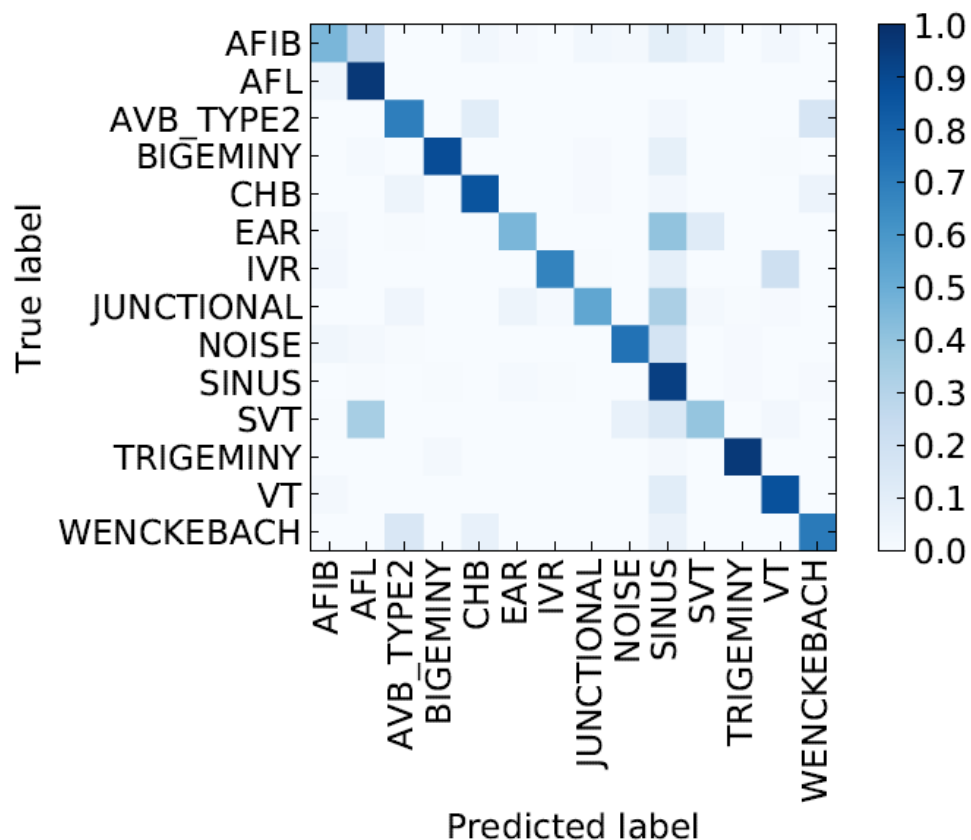
\*건강보험심평원 공시 수가 기준: Holter ECG 검사(4M) + 심전도 판독(4M)



최근 연구 동향



# 인공지능 기술을 활용한 부정맥 진단 알고리즘 개발<sup>1)</sup>



	Seq		Set	
	Model	Cardiol.	Model	Cardiol.
Class-level F1 Score				
AFIB	<b>0.604</b>	0.515	<b>0.667</b>	0.544
AFL	<b>0.687</b>	0.635	<b>0.679</b>	0.646
AVB_TYPE2	<b>0.689</b>	0.535	<b>0.656</b>	0.529
BIGEMINY	<b>0.897</b>	0.837	<b>0.870</b>	0.849
CHB	<b>0.843</b>	0.701	<b>0.852</b>	0.685
EAR	<b>0.519</b>	0.476	<b>0.571</b>	0.529
IVR	<b>0.761</b>	0.632	<b>0.774</b>	0.720
JUNCTIONAL	0.670	<b>0.684</b>	<b>0.783</b>	0.674
NOISE	<b>0.823</b>	0.768	<b>0.704</b>	0.689
SINUS	<b>0.879</b>	0.847	<b>0.939</b>	0.907
SVT	<b>0.477</b>	0.449	<b>0.658</b>	0.556
TRIGEMINY	<b>0.908</b>	0.843	<b>0.870</b>	0.816
VT	0.506	<b>0.566</b>	0.694	<b>0.769</b>
WENCKEBACH	<b>0.709</b>	0.593	<b>0.806</b>	0.736
Aggregate Results				
Precision (PPV)	<b>0.800</b>	0.723	<b>0.809</b>	0.763
Recall (Sensitivity)	<b>0.784</b>	0.724	<b>0.827</b>	0.744
F1	<b>0.776</b>	0.719	<b>0.809</b>	0.751

## 1) Cardiologist-Level Arrhythmia Detection with Convolutional Neural Networks

- Pranav Rajpurkar, Awni Y. Hannun, Masoumeh Haghpanahi, Codie Bourn, **Andrew Y. Ng** (*Computer Science*, 07<sup>th</sup> July 2017)

# iRhythm (NASDAQ:IRTC)

- \$107M IPO (Oct 20, 2016)
- 첫 번째 임상으로 뇌졸중 예방을 위한 효과 검증 실시 - 매우 효과가 큰 것으로 증명.
- 글로벌 제약사 Bayer 의 Sponsorship을 통한 심방세동 진단(SCREEN-A-Fib) 위한 임상실험을 실시
- 75세 이상 심방세동 환자 2,500을 대상으로 실시
- 최근 임상실험을 유럽으로 확대





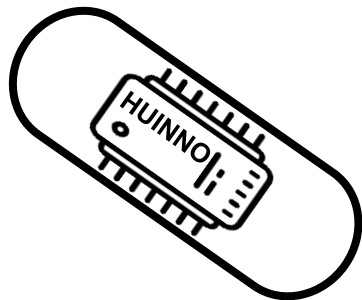


HUINNO 핵심 기술

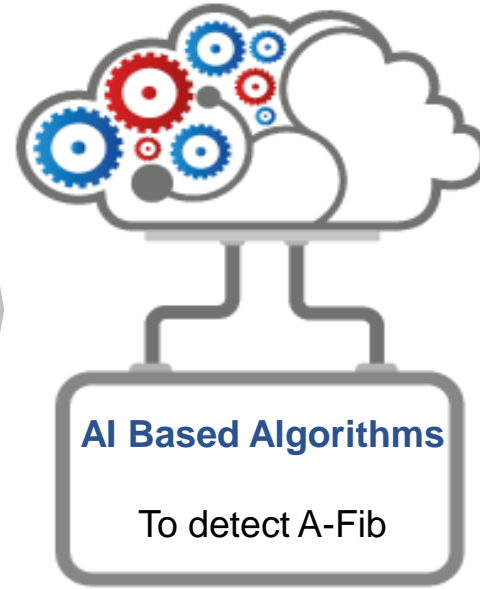
# HUINNO 핵심 기술 소개



ECG watch



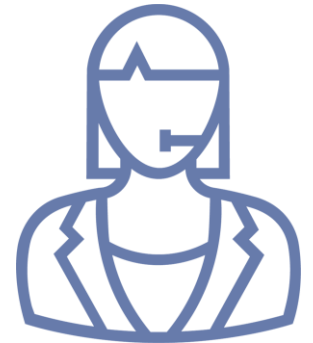
ECG patch  
(In progress)



프로토타입 개발 완료



ANALYTICS,  
MANAGEMENT,  
MAINTENANCE



COACH

Hospital, Healthcare manger,  
wellness coach



# HUINNO 핵심 기술 소개

## + Integrated

ECG를 포함한 Multiple vital sign 측정 가능

## + Instant & Continuous

접촉과 동시에 연속적인 생체신호 측정 가능

## + Clinically Accurate

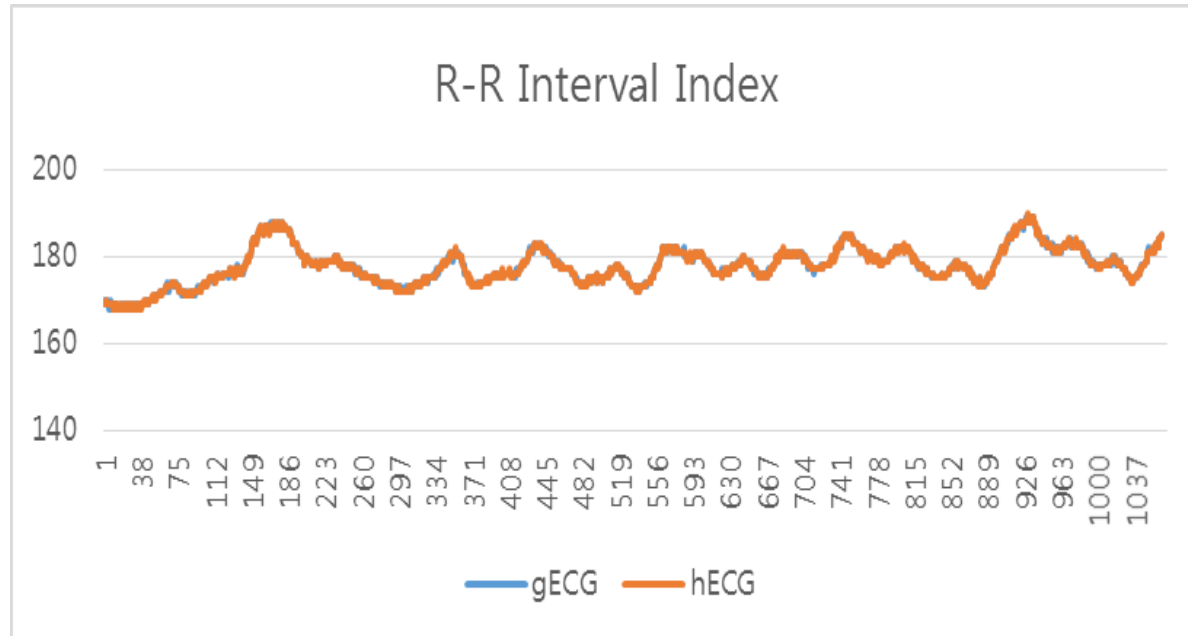
병원용 gold-standard 장비와 임상실험 후  
정확도 증명

## + Patent Protected

56여 개의 특허 포트폴리오 구축



# 심박수 임상시험결과

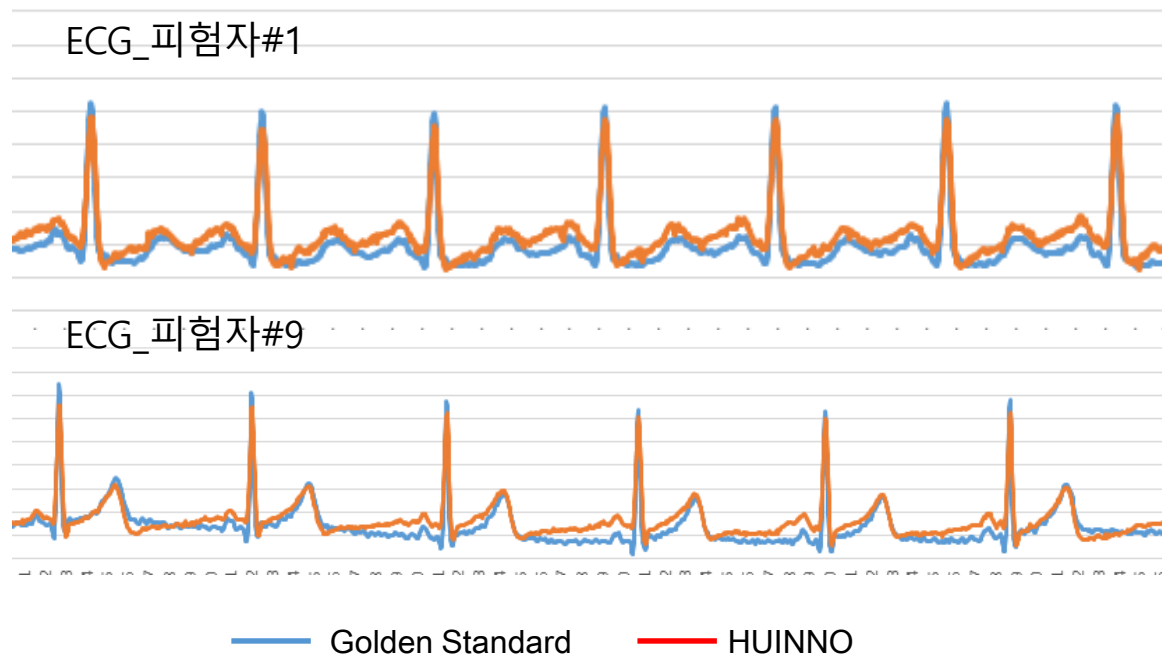


심박수(Heart Rate)는 71명 피험자 대상 임상시험의 정량평가인  
R-R intervals Correlation 분석을 통해 **99.01% 정확도** 평가.

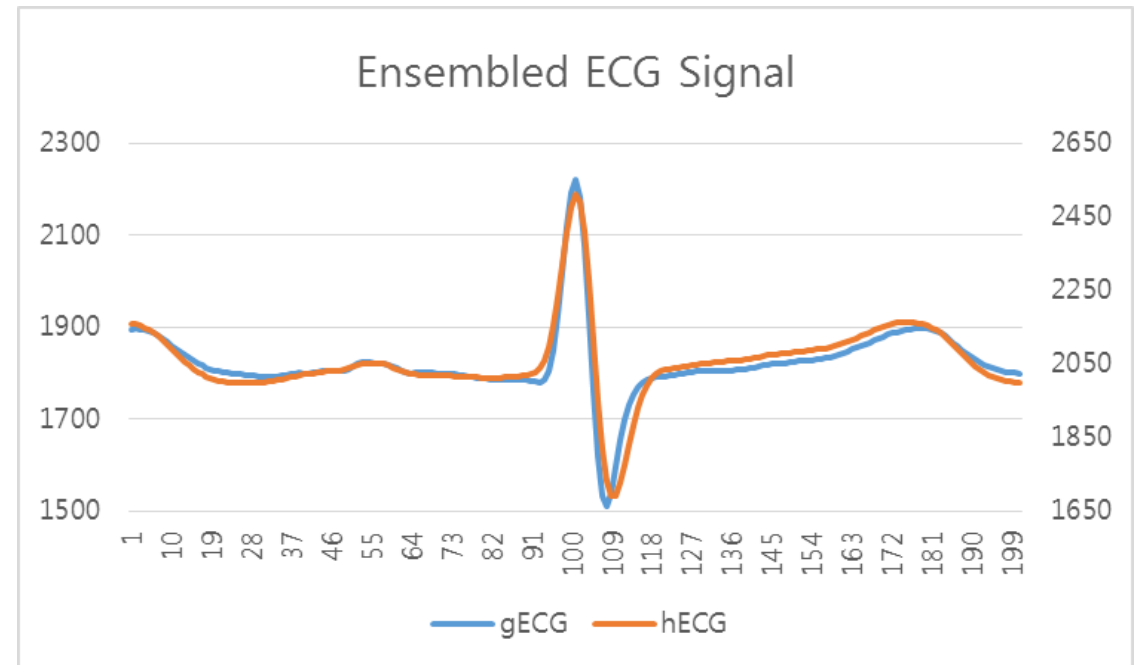


# ECG 정확도 비교 임상시험 결과

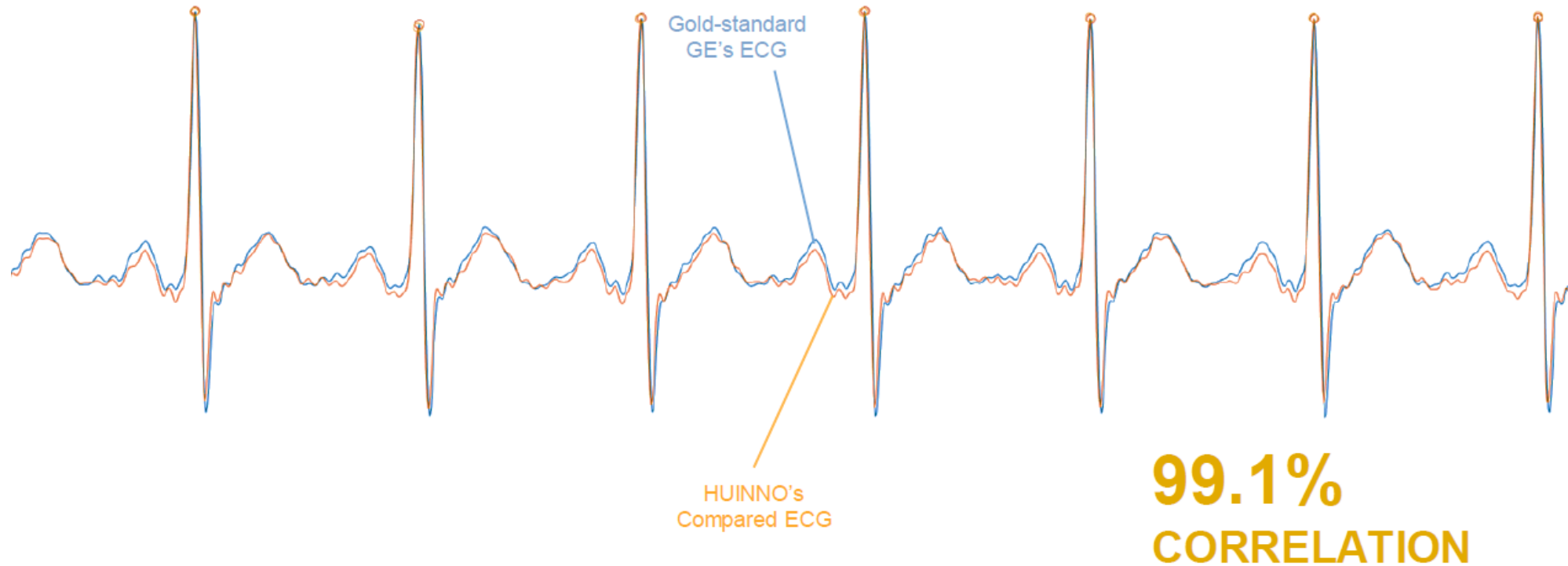
- 피험자로부터 측정한 ECG 신호 비교



- 300Hz ECG 신호를 Ensemble Averaging 한 결과



# ECG 정확도 비교 임상시험 결과



ECG 신호의 정확도는 71명 피험자 대상 임상시험의 정량평가를 통한 Ensemble Averaging 결과 **99.1% 정확도**를 가진 것으로 평가됨.





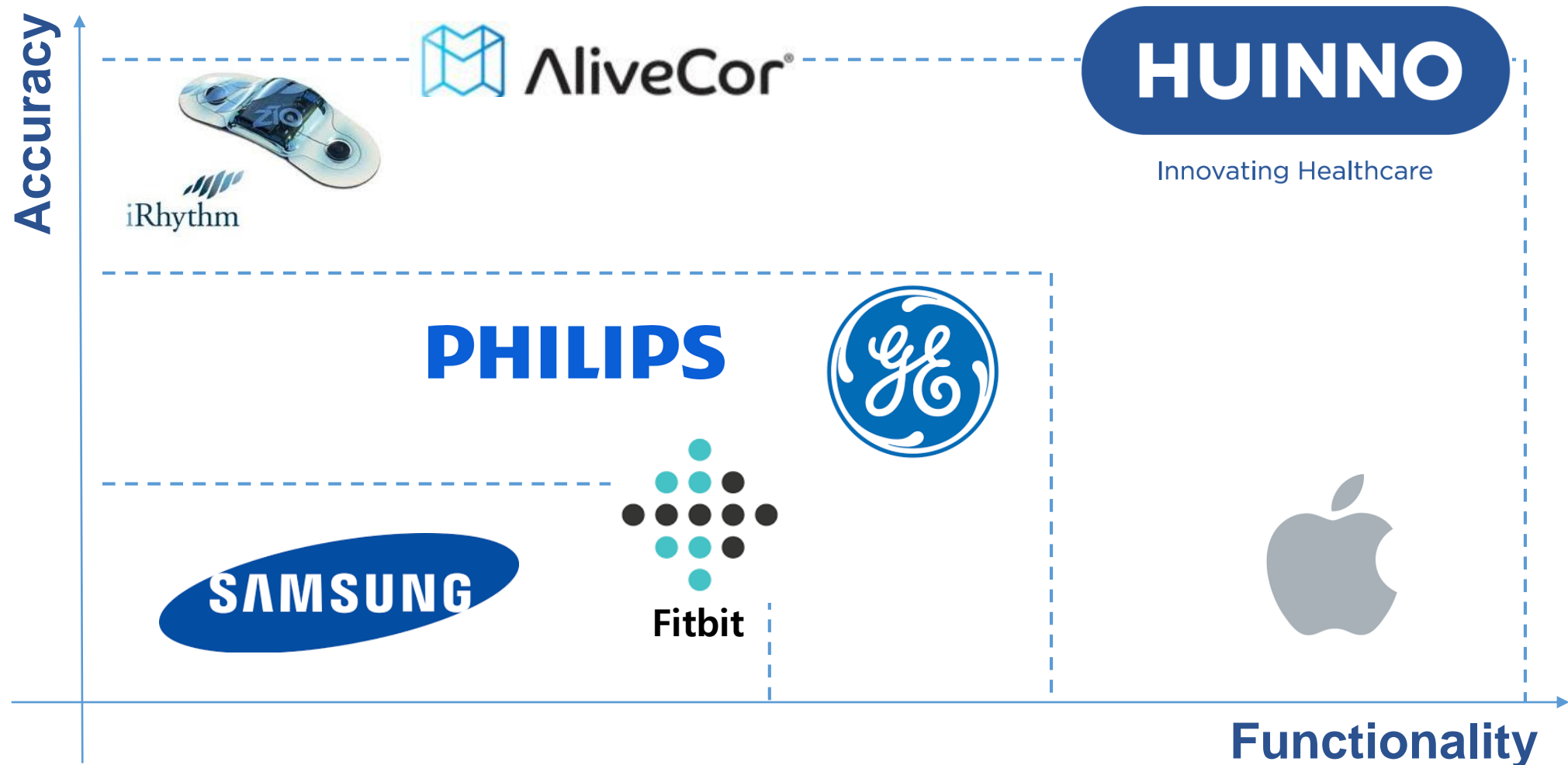
## 경쟁사와 비교 및 차이점

# 심방세동 관련 경쟁사와 차이점

	iRhythms	ALIVECOR	Apple /w Cardiogram	Fitbit	HUINNO
ECG (Channel)	Yes (Single Lead)	Yes (Single Lead)	No	No	Yes <b>(Dual Lead)</b> (LEAD II - In progress)
Base technology to detect A-Fib	ECG	ECG	PPG	PPG	Yes
Paroxysmal A.Fib	O	X	X	X	O
Blood Pressure	No	No	In progress	No	<b>Yes</b>
Form Factor	Patch	iPhone Case or Watch Band	Watch Band	Watch Band	Watch + Patch
Target industry	Medical	Medical	Fitness -> Medical	Fitness -> Medical	Medical
Wearable	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Funding status	Market Cap. (\$1.2B)	Valuation (~\$100M)	IPO (\$807B)	IPO (\$4.1B)	Series A



# 경쟁사 구도





## 프로토타입 개발 결과



# 프로토타입 제작목표 및 수행결과

## ① AI 기술 현황 조사

- 호환성이 높은 플랫폼 탐색

## ② 요구사항 분석 및 조사

- 10초 단위의 이미지 형태로 저장된 병원 ECG data 변화

## ③ 대용량 이미지 타입 생체신호 처리

- 관심영역 추출 (Interest area cropping),
- Color filtering
- Extraction of signal object
- Digitalizing

## ④ 웨어러블 디바이스 안전성/신뢰성 개선

- Watch 형 ECG 장치 F/W 시나리오 업데이트 및 수정
- iOS 기반의 Application 시나리오 업데이트 및 수정

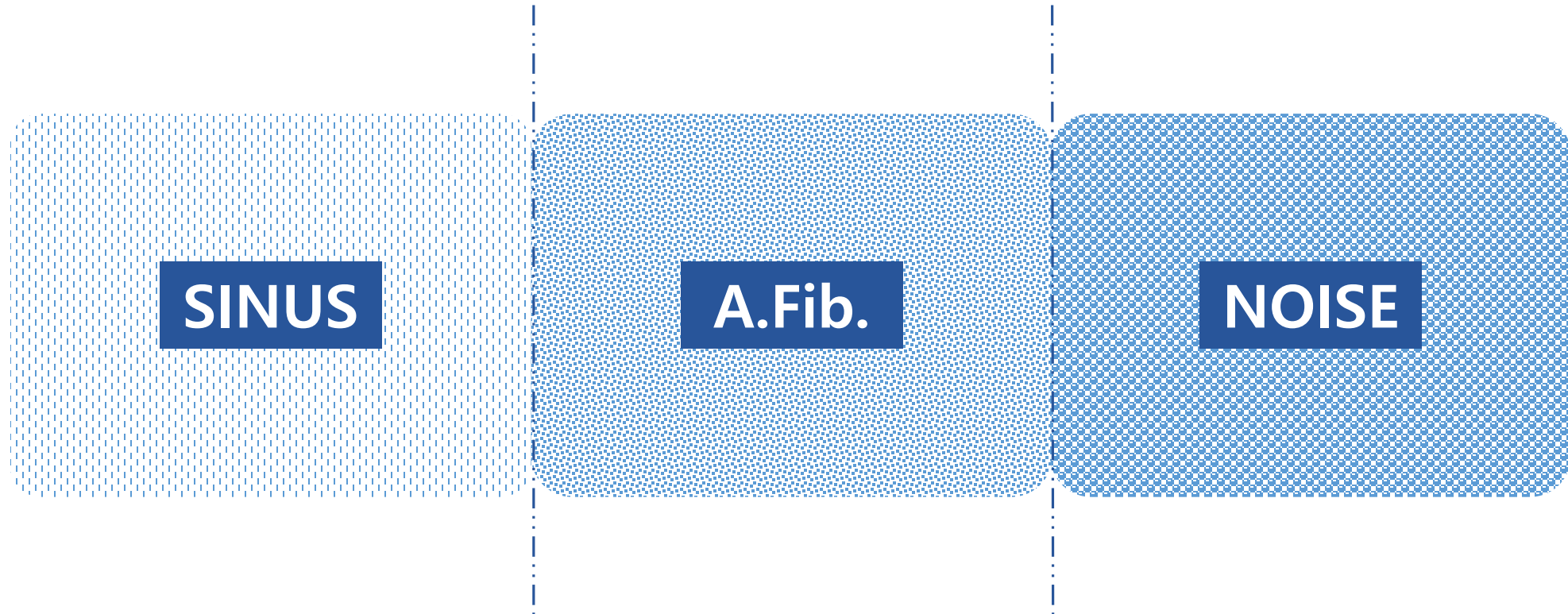
## ⑤ 인공지능 기술을 활용한 부정맥 검출 알고리즘 개발

- 개발 환경 선정
- Pre-processing
- CNN 알고리즘 설계 및 구현

## ⑥ 알고리즘 성능평가

- Training, Validation, Test

# 알고리즘 개발 목표(이상적인 성능)



# A.I. 기술 현황 조사\_개발 환경

## H/W 환경

- CPU: Intel core i5-4690(3.5GHz quad core)
- GPU: Nvidia GTX 1080(1.607GHz, 2,560 cores, 8GB)
- Memory: DDR3 16GB

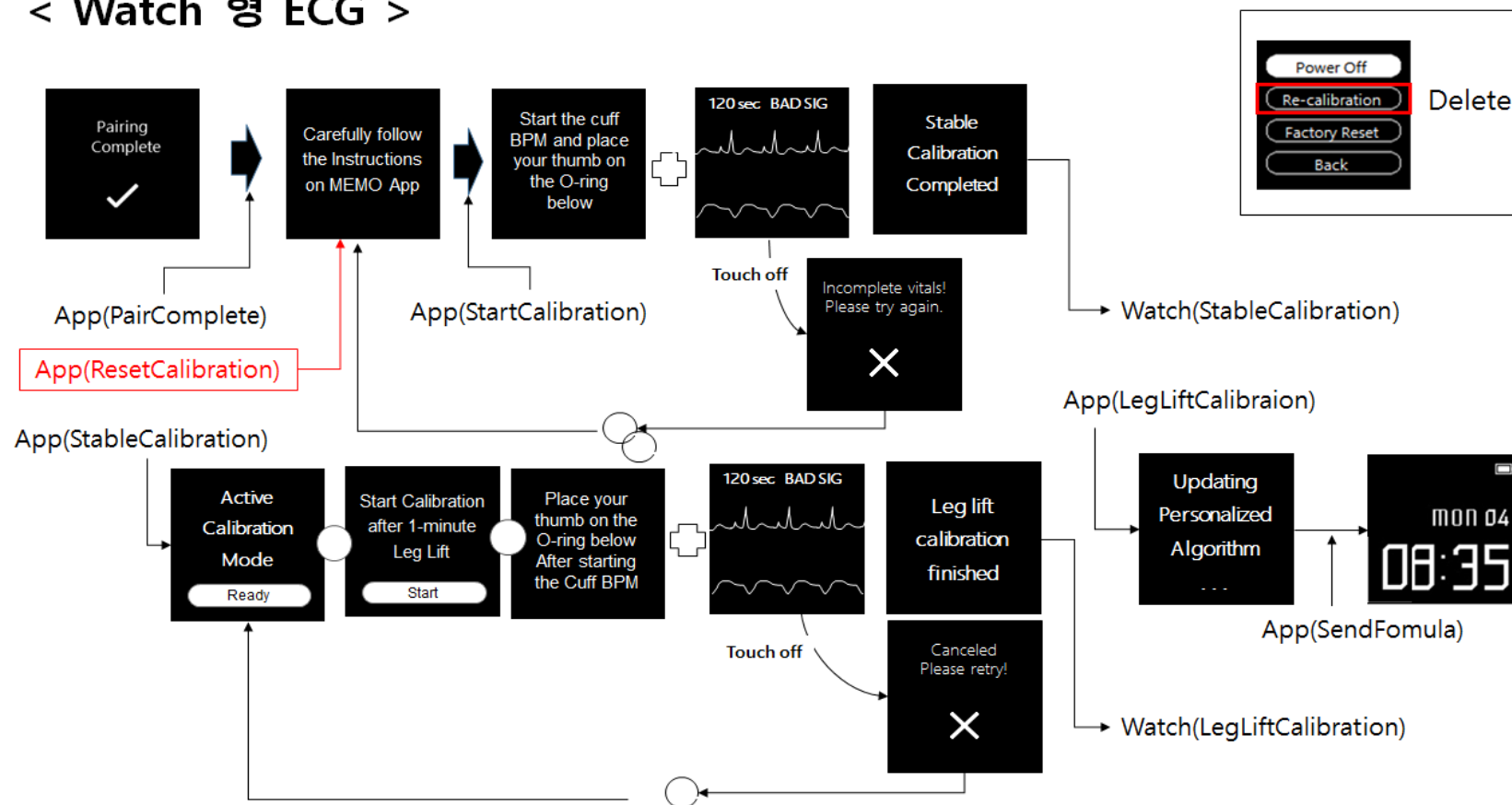
## S/W 환경

- OS: Windows 10
- Language: Python v3.5.3
- Open-source library: Tensorflow & KERAS
- IDE: Jupyter notebook & Sublime Text



# 웨어러블 디바이스 안전성/신뢰성 개선

## < Watch 형 ECG >



\*App Signal : To enable to input BP value on the application & when the user click 'NEXT' button from application

\*\* App Trigger : After finishing data transfer, when the user click 'DONE' button from application

# A.I. 기술을 활용한 부정맥 검출 알고리즘 개발

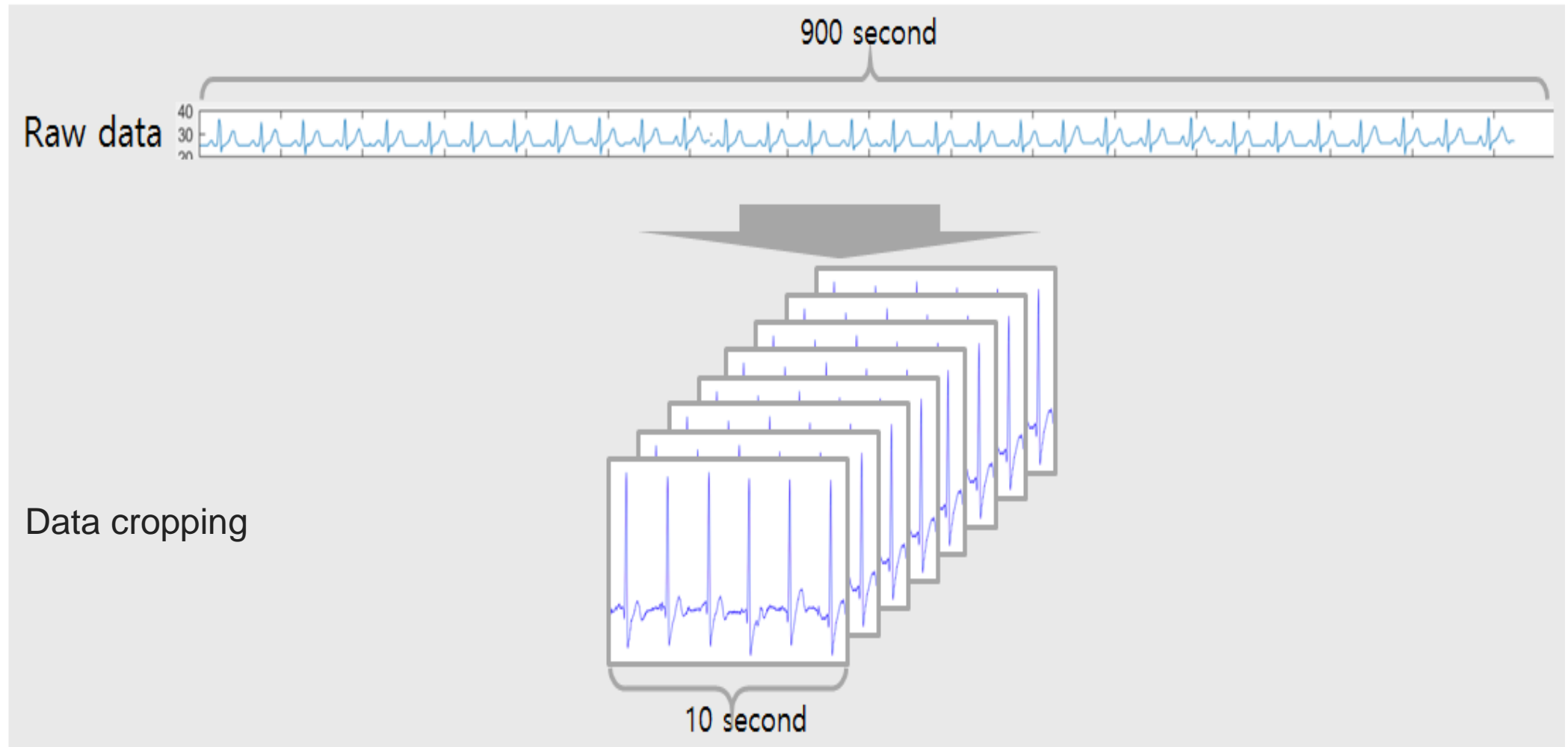
Pre-processing

ECG data 분류  
(Sinus, AF, Noise)

CNN 모델 설계 및  
구현

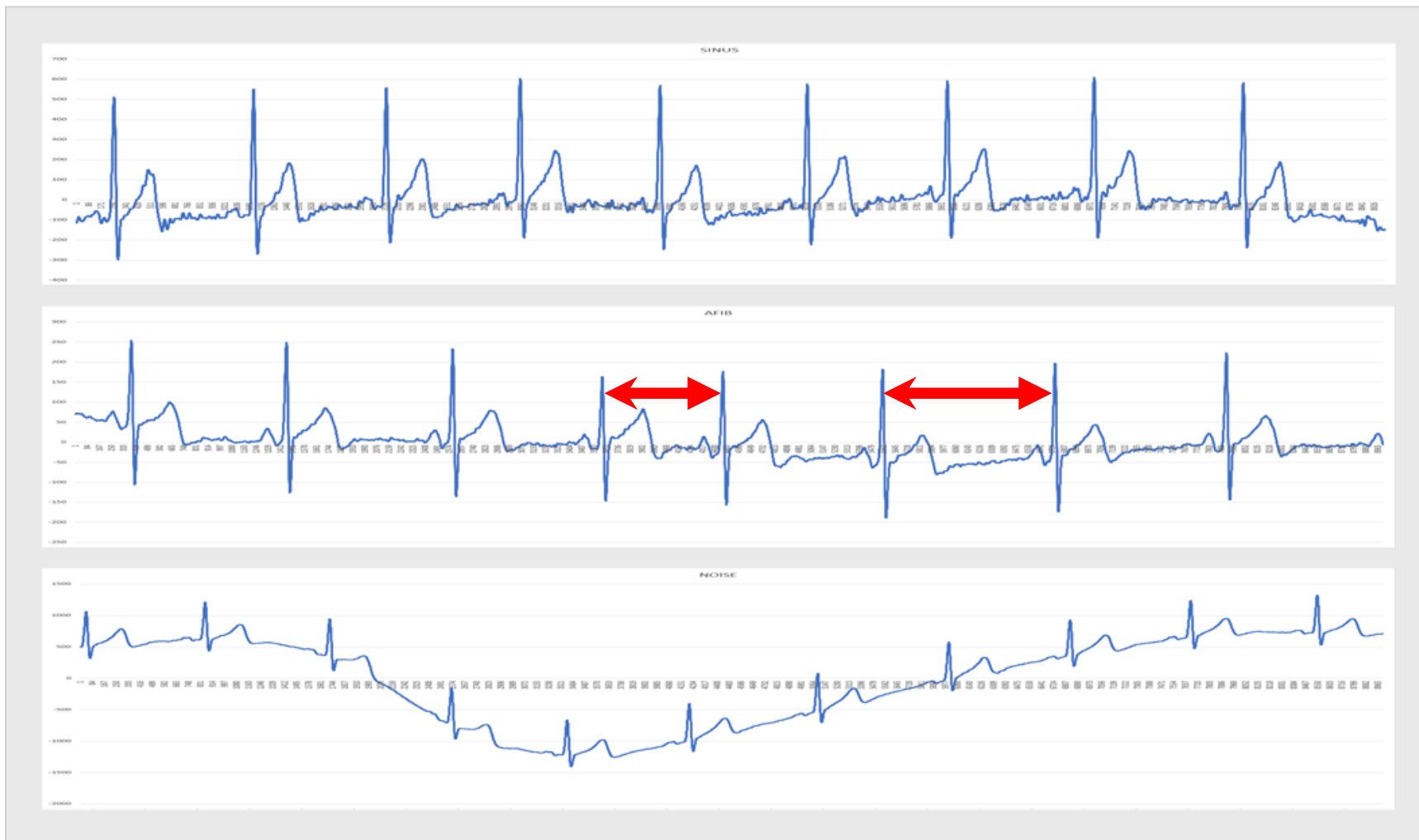
Training,  
Validation and  
Test accuracy

# Pre-processing





# Pre-processing 후 ECG data 분류



**SINUS**

**130,496**

**A.Fib.**

**22,390**

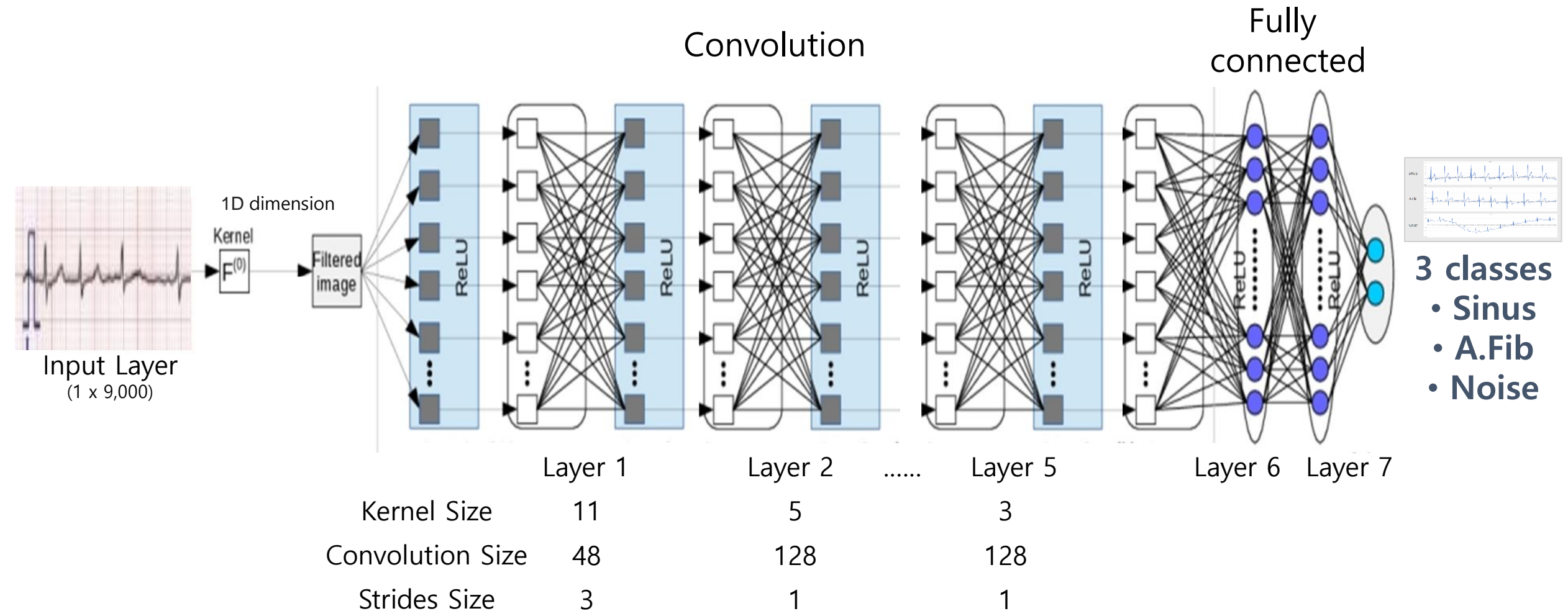
**NOISE**

**18,720**

# Supervised Learning- Data set 비율 설정

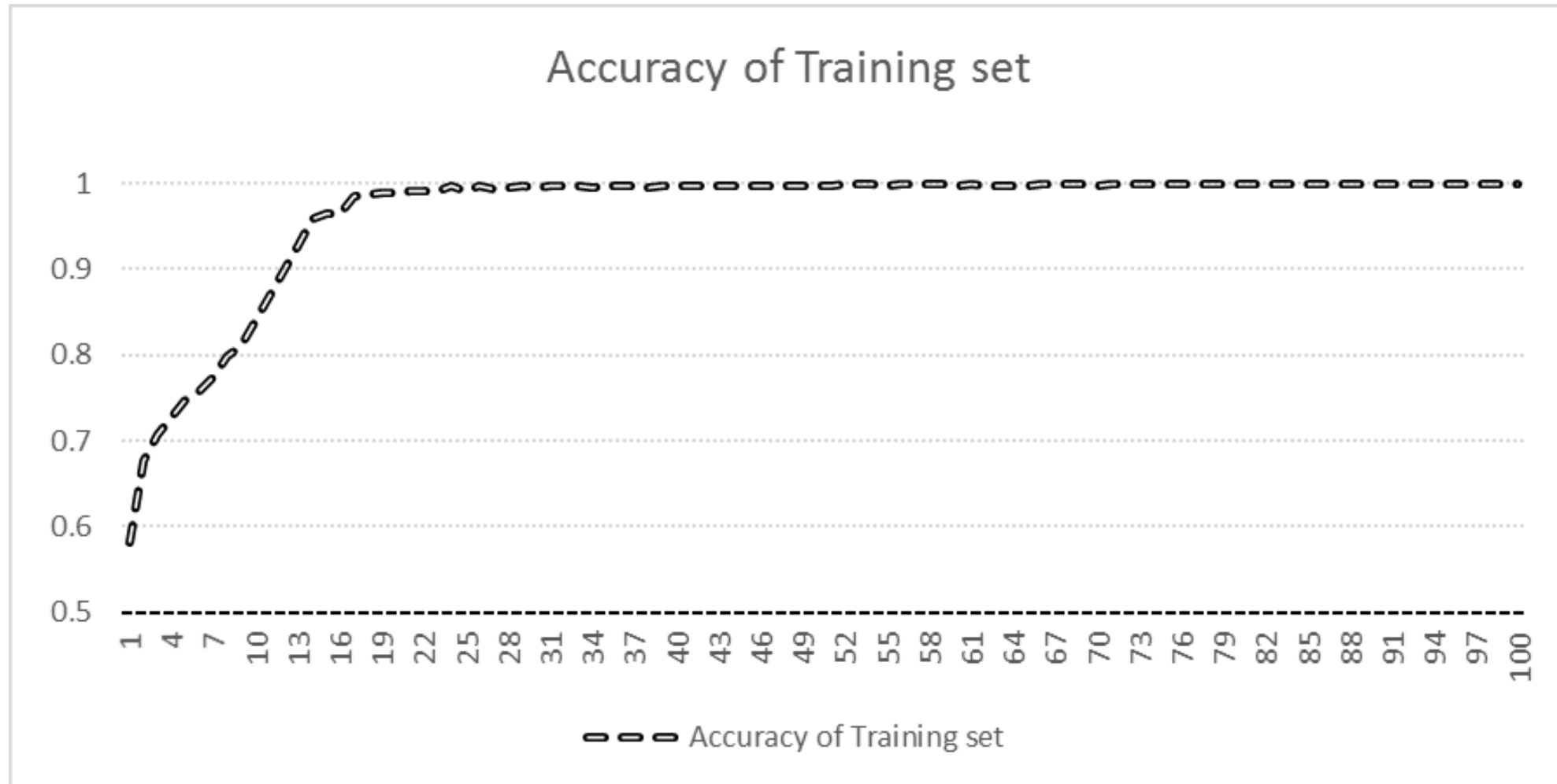
	Group	Sinus	A,Fib	Noise
Training	A group	9,000	9,000	9,000
Validation		3,000	3,000	3,000
Test	B group	3,000	3,000	3,000
Total	45,000	15,000	15,000	15,000

# CNN 알고리즘 설계 및 구현

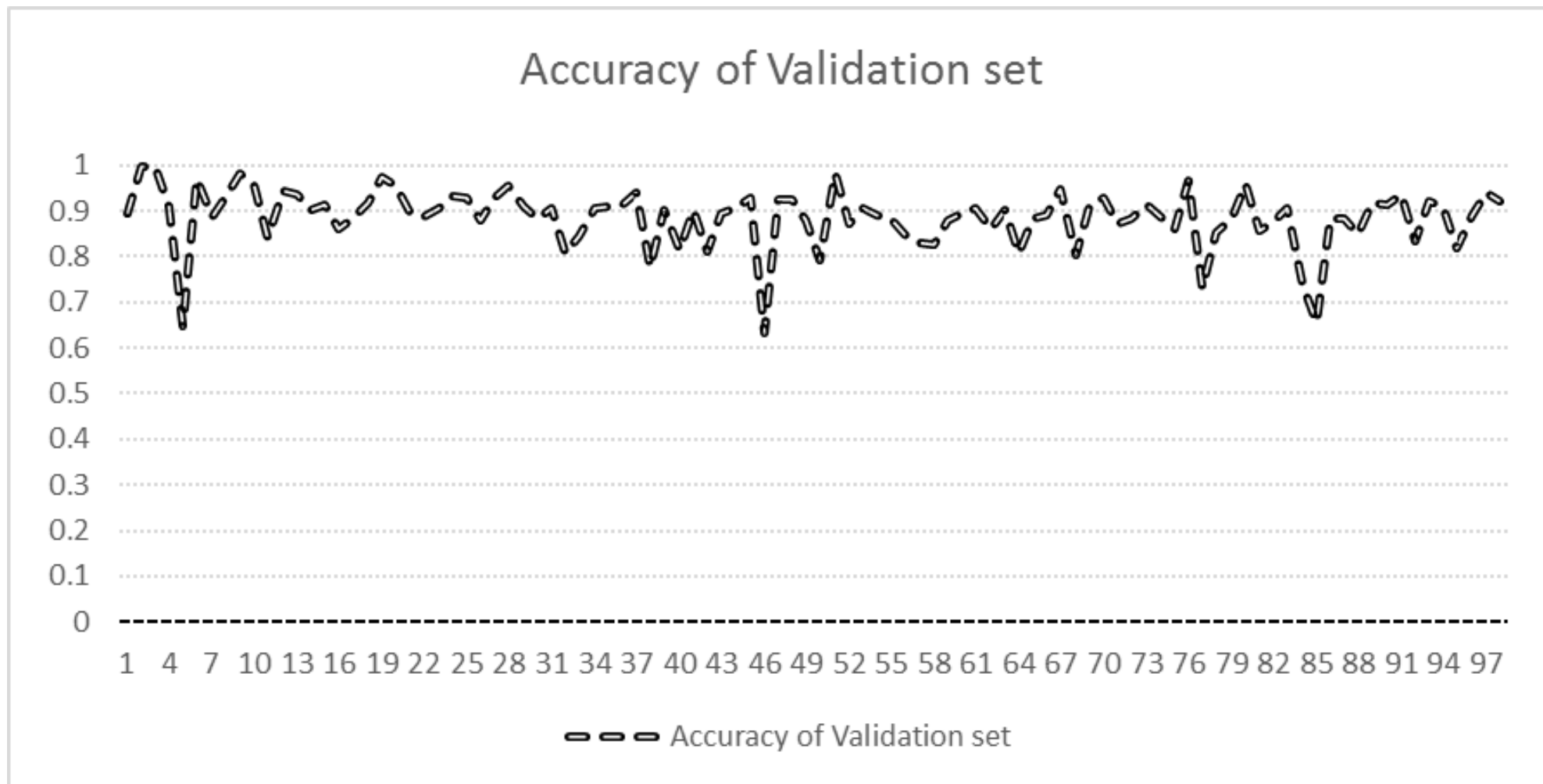




# 알고리즘 성능평가 – Accuracy of Training set



# 알고리즘 성능평가 – Accuracy of Validation set



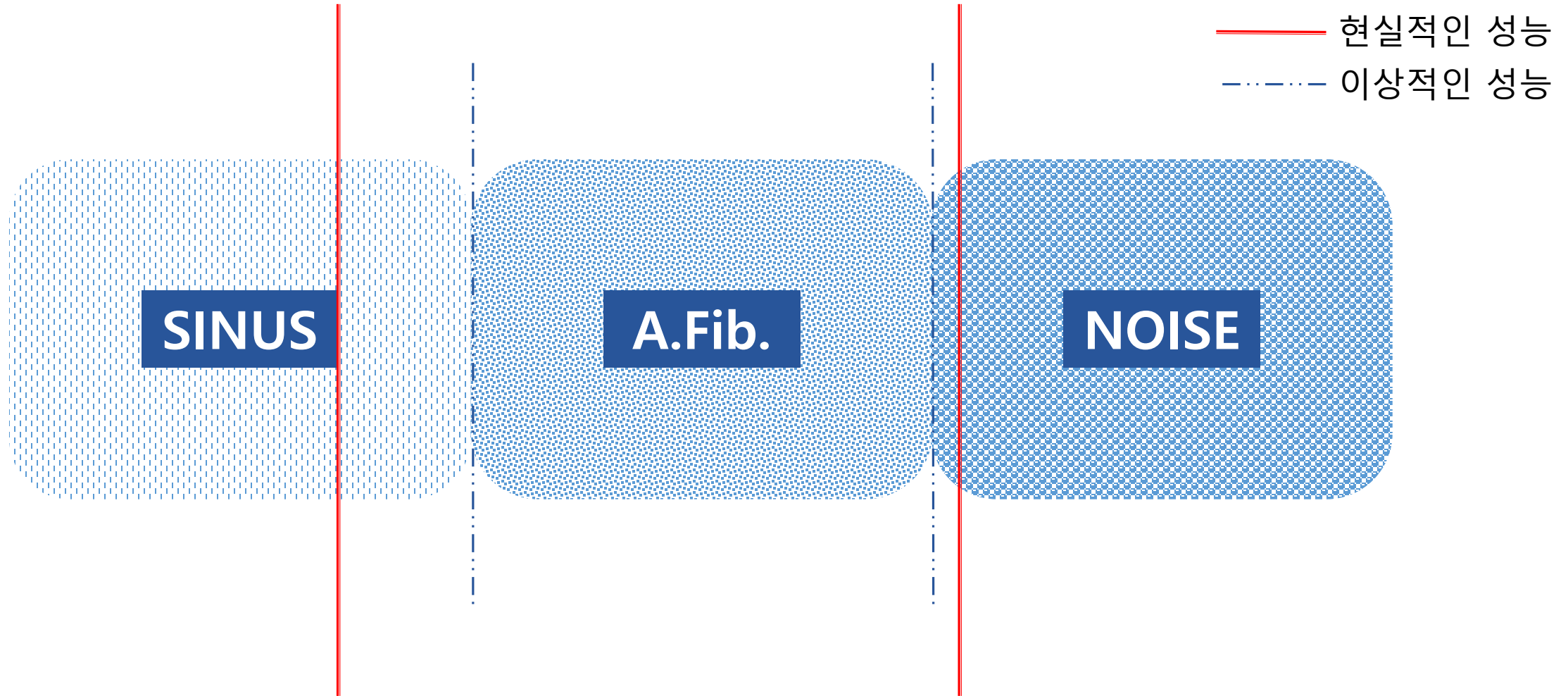
# Test accuracy with confusion matrix

		SINUS	A.FIB.	NOISE
True Label	SINUS	1,184 (39.4%)	1,745 (58.2%)	71 (2.4%)
	A.FIB.	0 (0%)	3,000 (100%)	0 (0%)
	NOISE	498 (16.6%)	30 (1%)	2,472 (82.4%)
Predicted Label				

Epoch	100 ea
Optimizer	adam
Training accuracy (E <sub>100</sub> )	99.9%
Validation accuracy <sub>Max</sub>	98.5%
Test accuracy	73.96%



# 이상적인 성능과 현실적인 성능





## 고찰 및 성과

# 예선 선정평가 결과

## 우수한 점

1. 웨어러블 기기(시계)와 심장질환 예측 분석 기술의 결합으로 효용성 있는 헬스케어 서비스 platform 구현 가능
2. 이미 임상실험을 일부 거쳤고 다량의 데이터를 확보한 것이 강점
3. 기술개발에 대한 구체성이 보이고 사업화에 대한 의지가 보임
4. 부정맥 검사를 위한 알고리즘 개발 idea 우수함
5. 현지 기술구현을 위한 데이터가 비교적 잘 갖춰져 있어 기술적 접근이 잘 이루어질 것으로 판단됨
6. 기존 사업기반이 충분하고, 목표 또한 분명함

## 미흡한 점

1. K-FDA 승인이 관건임
2. Device에 학습된 데이터 처리 및 **Data 처리를 위한 방안을 보다 구체적으로 제시**할 필요가 있음
3. 신규 개발내용은 기존기술의 응용으로, 혁신성이 다소 부족한 것으로 판단됨.
4. 사업화 시에 제품의 판매에 대한 신중한 고려가 필요하고, 타사와의 경쟁우위에 설 수 있는 전략필요
5. 핵심역량이 수집된 데이터라고 판단이 되나, **데이터 수준의 명확히 검증되지 않아 이에 대한 대책 마련도 필요**해 보임.



# Progress with partnership #01



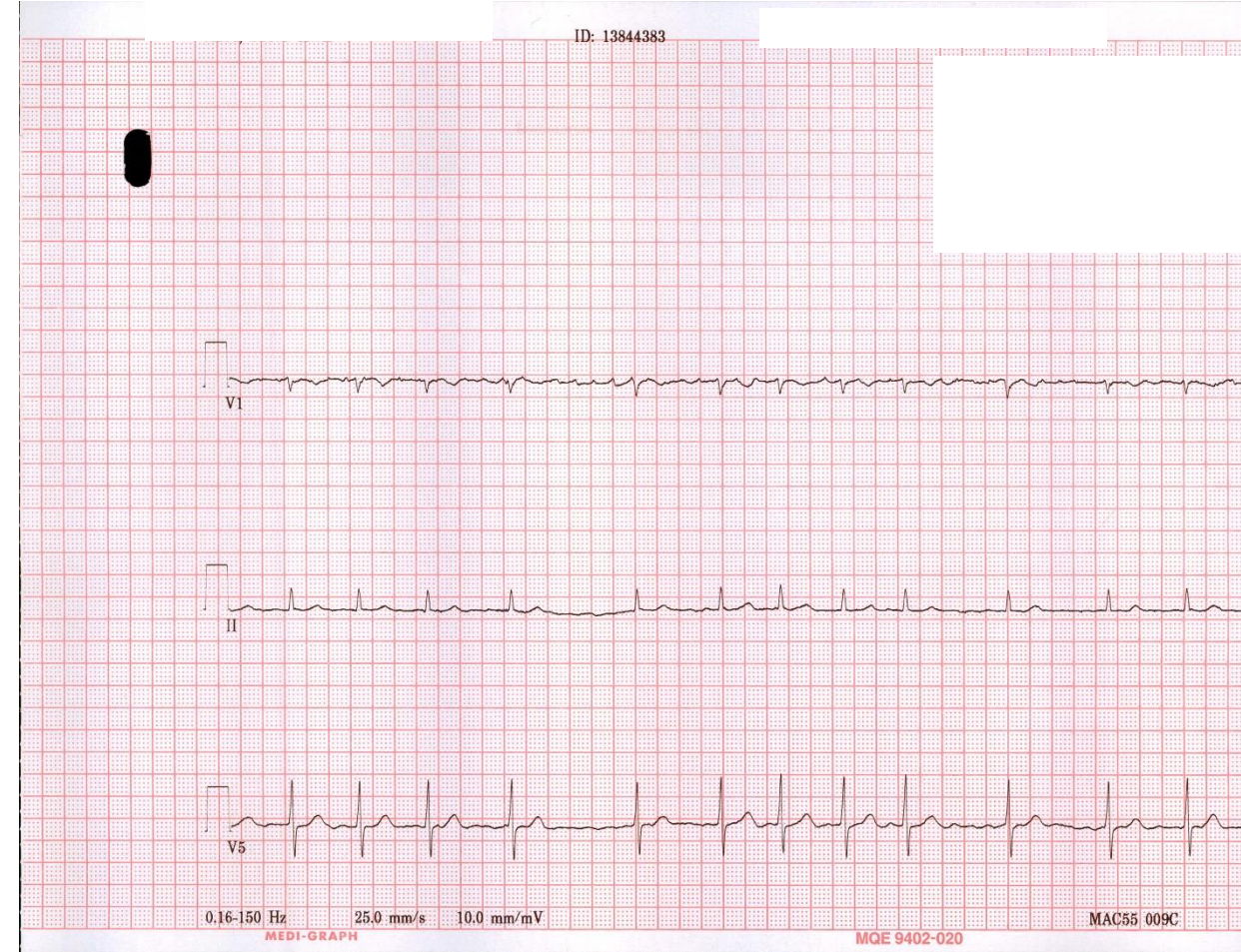
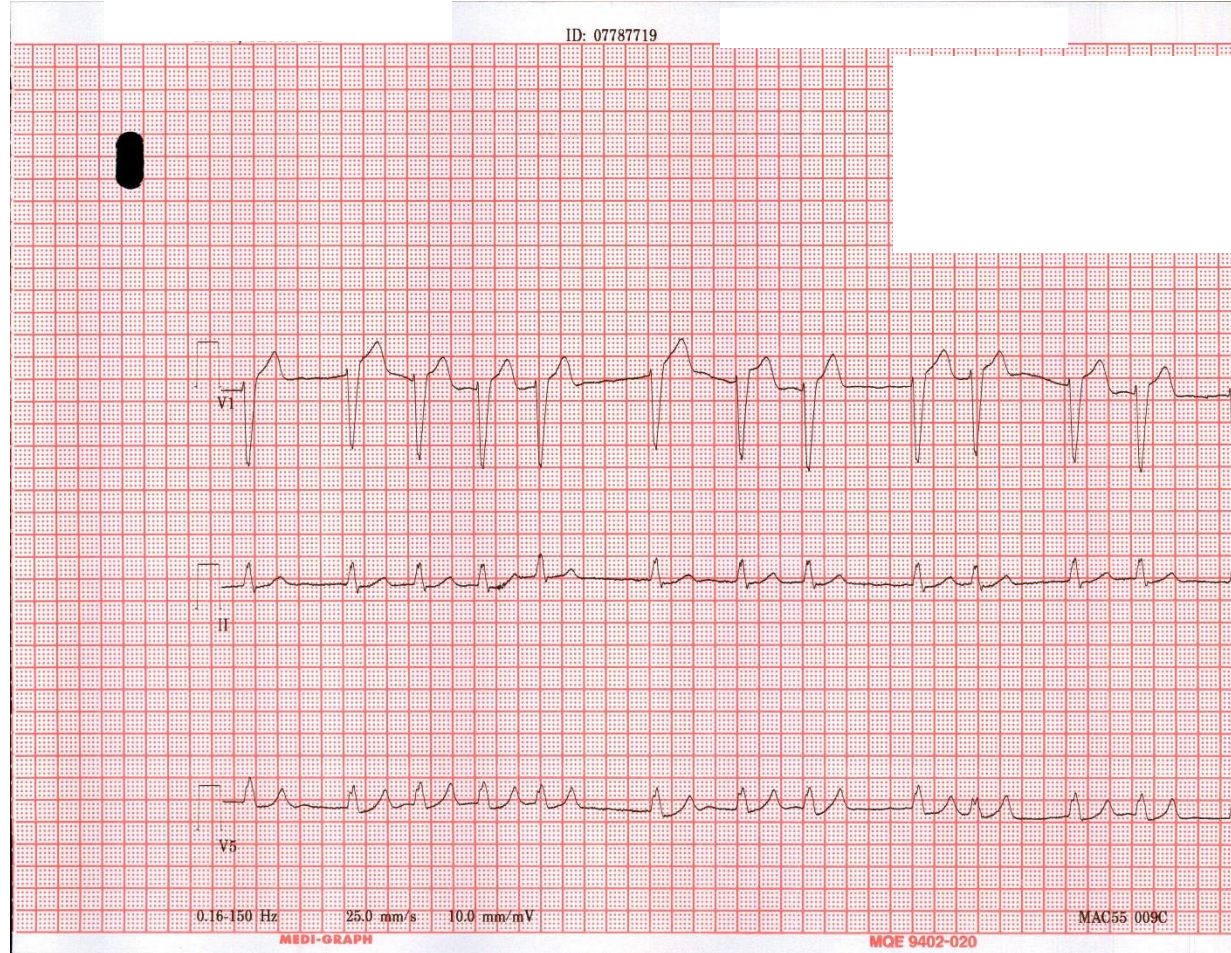
- IRB 승인 완료 연구 (201711.08)
  - 심방세동(A.Fib) 진단을 위한 인공지능 알고리즘 개발(후향적 의무 기록 연구)
- 9,000 A.Fib 데이터 + 9,000 Sinus 데이터 = 총 18,000 건
- 18세 이상 남,여 각각 4,500건 씩



- IRB 심의 제출 예정 - 심방세동 (A.Fib) 진단을 위한 인공지능 알고리즘 개발(Dec. 2017)
- 10,000 A.Fib 데이터 + 10,000 Sinus 데이터 = 총 20,000 건



# 심방세동 진단 데이터 확보



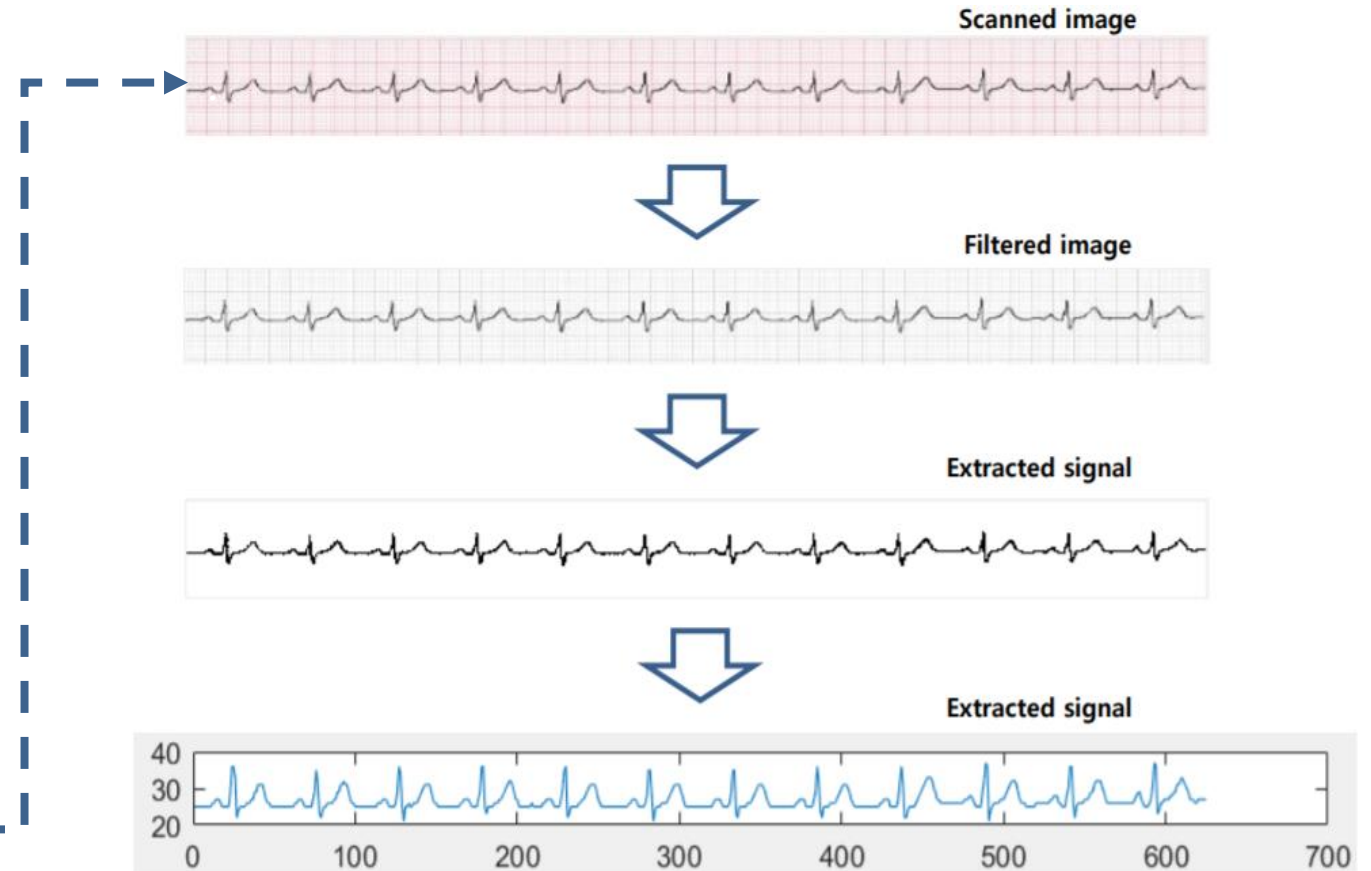
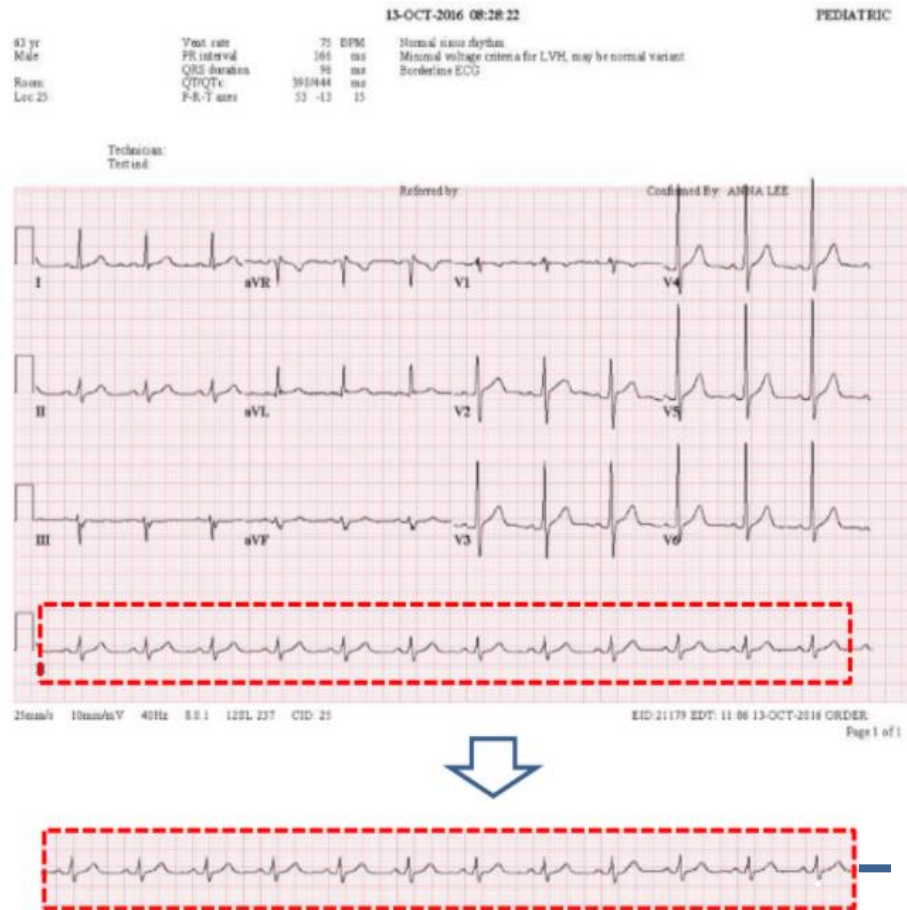


# 진단 확정된 심방세동 데이터 확보





# 대용량 이미지 타입 생체신호 처리



# Progress with partnership #02



- 금융당국, 민간보험 헬스케어 보험상품 출시 허용 (Medigate 17.11.02)
  - 스마트워치 등 웨어러블 기기나 스마트폰 어플리케이션을 활용한 보험상품 허용
- 휴이노 기기를 활용한 Underwriter 활용 검토
- 오은상 본부장/ 상품개발본부
- 오상훈 부장/ 상품개발팀



- KT와 Digital Healthcare Platform을 위한 MOU 체결 확정 (Dec. 2017)
- Medical infrastructure 가 잘 갖춰지지 않은 국가/지역을 대상하는 하는 서비스
- 김민성 팀장 / 헬스케어사업담당
- 임서현 대리 / 헬스케어사업담당



# Progress with partnership #03



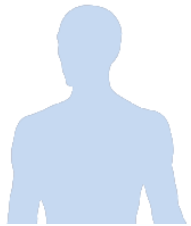
- Seoul Innovation QuickFire Challenge 본선 Final Round 진출
- 휴이노 기기를 활용한 Stoke(뇌졸중) 예방 임상실험 지원 및 투자 검토
- 홍신/ J & J Medical Devices New Ventures,
- Philip Kowalczyk, Senior Director, Johnson & Johnson Medical Devices
- 박수영/ Seoul BIOHUB



- 글로벌 Startup 행사 중 가장 큰 규모 행사인 SLUSH Helsinki 참가 확정
- KOTRA 전시장 지원 (한국 7개기업)
- 본선 진출 확정 후 글로벌 제약회사 Bayer 에서 미팅 제안 (11.30일 1:30PM)
- Dr. Tobias Thaler/ Drug Discovery, Pharmaceuticals, Labor 9



# Value Proposition



## PATIENTs

- 착용/사용 편리
- 기존 Holter ECG 대비 합리적인 비용
- Long-term ECG 측정으로 인한 뇌졸중 예방<sup>1)</sup>
- 이상징후 발견 시 즉각적인 대응 가능



## HOSPITAL

- 정확하고 축약된 정보로 Report 제공인해 의료진들의 생산성 향상
- Digitalizing 된 Long-term ECG 수집/분석해 더 정확한 진단 가능



## PROVIDER

- 분석에 소요되는 시간/비용을 획기적으로 감소
- 위험요소를 사전에 감지해 보험료율 조정가능
- 사망률 감소



## 팀 소개 및 향후 계획

# HUINNO 팀 소개

## Key Management

### 길영준, Ph.D. – Founder and CEO

- Ph.D. Thesis formed basis of company
- 15 years of experience in development of biometric sensors
- IEEE 1708 Standard association member

### 정성훈, Ph.D. – Lead of Technology

- Vision recognize and processing using deep learning
- CSO of Leafmill
- Post-Doc Researcher @PNU

### KEITH R. CARLTON – President, BD of Global

- 15+ years class II/III in healthcare and medical devices @Medtronic, Boston Scientific, and start-ups
- Co-founder and VP at Intellect Medical acquired by Boston Scientific for \$78M

## Science Board Advisor

### 정욱진, MD., Ph.D. – Cardiologist

- 가천길병원 심혈관센터 센터장
- 대한고혈압학회 사무총장
- The Chief of Editor - Clinical Hypertension

### 권혁태, MD., Ph.D. – Family Medicine

- 서울대학병원 가정의학과
- Center for Health Promotion/Optimal Aging
- Obesity Clinic / ICT Healthcare

### MAULIK MAJMUDAR, M.D – Cardiologist

- 20+ years practicing cardiologist, instructor at Harvard Medical School
- Associate Director of the Healthcare Transformation Labs at MGH
- Advisor with QUANTTUS, AliveCor, HiLabs

## Advisor

### 정운섭 – Signal Processing

- 심방세동 알고리즘 전문가
- 서울대학교 영상학과 의학석사
- 삼성전자 DMC 연구소 근무

### RAJEEV AGARWAL, Ph.D. – Algorithm

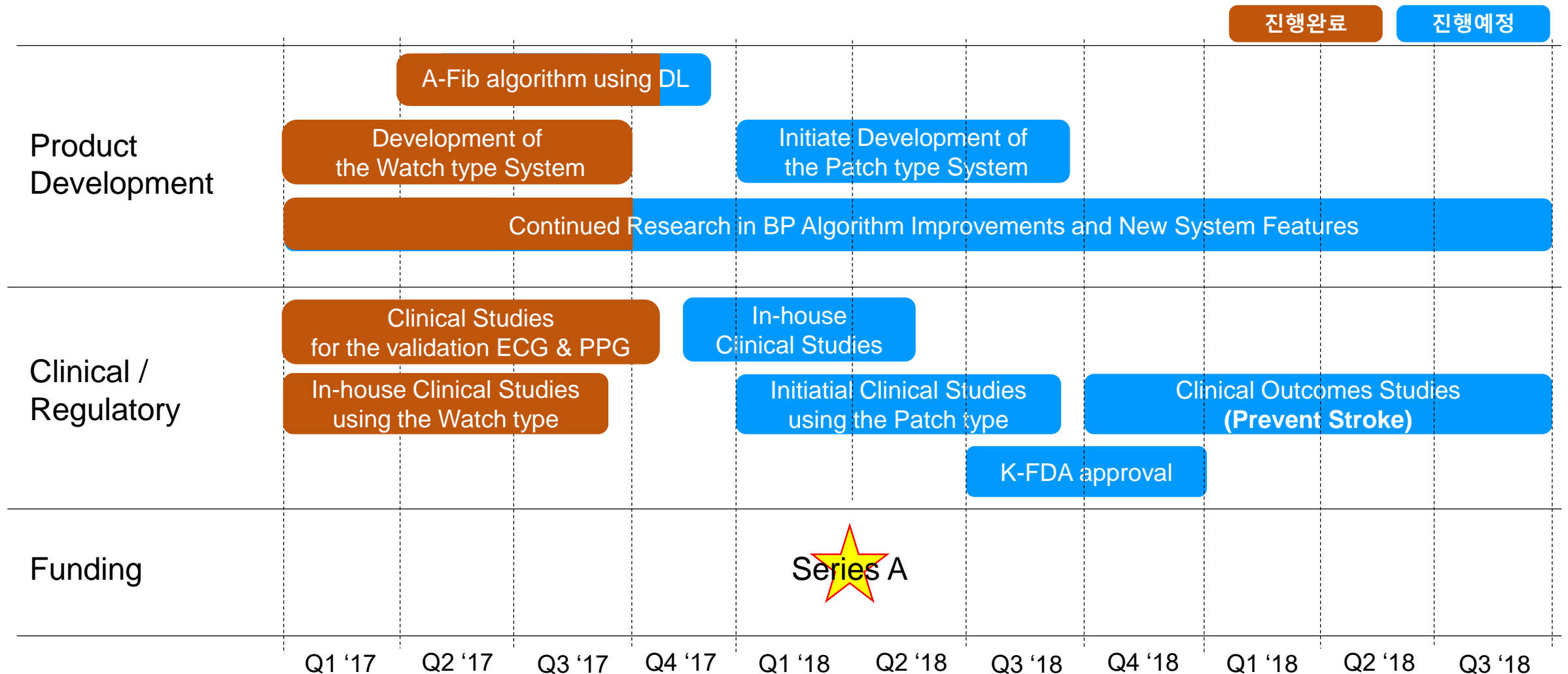
- 20+ years in applied translational research with 5+ years expertise in non-invasive BP research

### GINNY KIRBY – Clinical and Regulatory

- 20+ years class II/III clinical trials for Medtronic and multiple start-up companies



# 진행 완료 사항 및 향후 계획



# 파급효과

## 경제적인 측면

- 디지털 헬스케어를 활용할 경우 연간 2조 8159억원의 사회적 편익이 발생<sup>1)</sup>
- 궁극적으로 의료비 지출을 감소시키는 효과
- 의료기기 무역수지 개선
  - 역대 무역수지 흑자 년도가 없음

## 기술적인 측면

- Cardiovascular 의료기기 분야에서 인공지능 접목한 세계 2번째 연구 기술 확보
- 웨어러블 헬스케어 디바이스 및 원격의료에 관한 원천 기술 확보
- 예방 위주의 디지털 헬스케어 기술 선도

## 사회적인 측면

- Continuous ECG 장치를 이용해 Stroke 발생비율을 극단적으로 낮출 수 있다.<sup>1)</sup>
- 심장질환으로 인한 급사 (Sudden death) 비율을 42% 가량 낮출 수 있다<sup>1)</sup>
- 심혈관계 질환 사망률 개선
- 고용확대, 청년실업해소

# HUINNO DIRECTION & VISION

## Arrhythmia / A. Fib 부정맥 / 심방세동

- 환자 수: 1백3십만 명
- 진료비: 2조원
- HUINNO 제품 사용시  
뇌졸중 확률 급격히 감소  
가능 <sup>1)</sup>
- 2021년 국내 시장 점유율  
50%(매출 650억 원) 목표



## Hypertension 고혈압

- 환자 수: 5백8십만 명
- 진료비: 약 10조원
- 관련 사망자 수: 21% 증가
- Digital Healthcare사용시  
수축기 혈압 20mmHg 감소  
-> 사망자 수 42% 감소<sup>2)</sup>
- 2021년 국내 시장 점유율  
1% 목표



# Thank you for your attention!

Contact  
YEONGJOON GIL Ph.D.  
kyzoon@huinno.com

## HUINNO

Innovating Healthcare

This material is subject to change without notice. This document is for information purposes only. It is not, and should not be regarded as, investment advice, or as a "recommendation" regarding a course of action, including, without limitation as those terms are used in any applicable law or regulation. This information is provided with the understanding that with respect to the material provided herein (i) you are not acting in a fiduciary or advisory capacity under any contract with you, or any applicable law, or regulation, (ii) that you will make your own independent decision with respect to any course of action in connection herewith, as to whether such course of action is appropriate or proper based on your own judgment and your specific circumstances and objectives, and (iii) that you are capable of understanding and assessing the merits of a course of action and evaluating investment risks independently. No part of this document may be reproduced in any manner, in whole or in part, without the written permission of HUINNO Inc. except for your internal use.





## #. Appendix

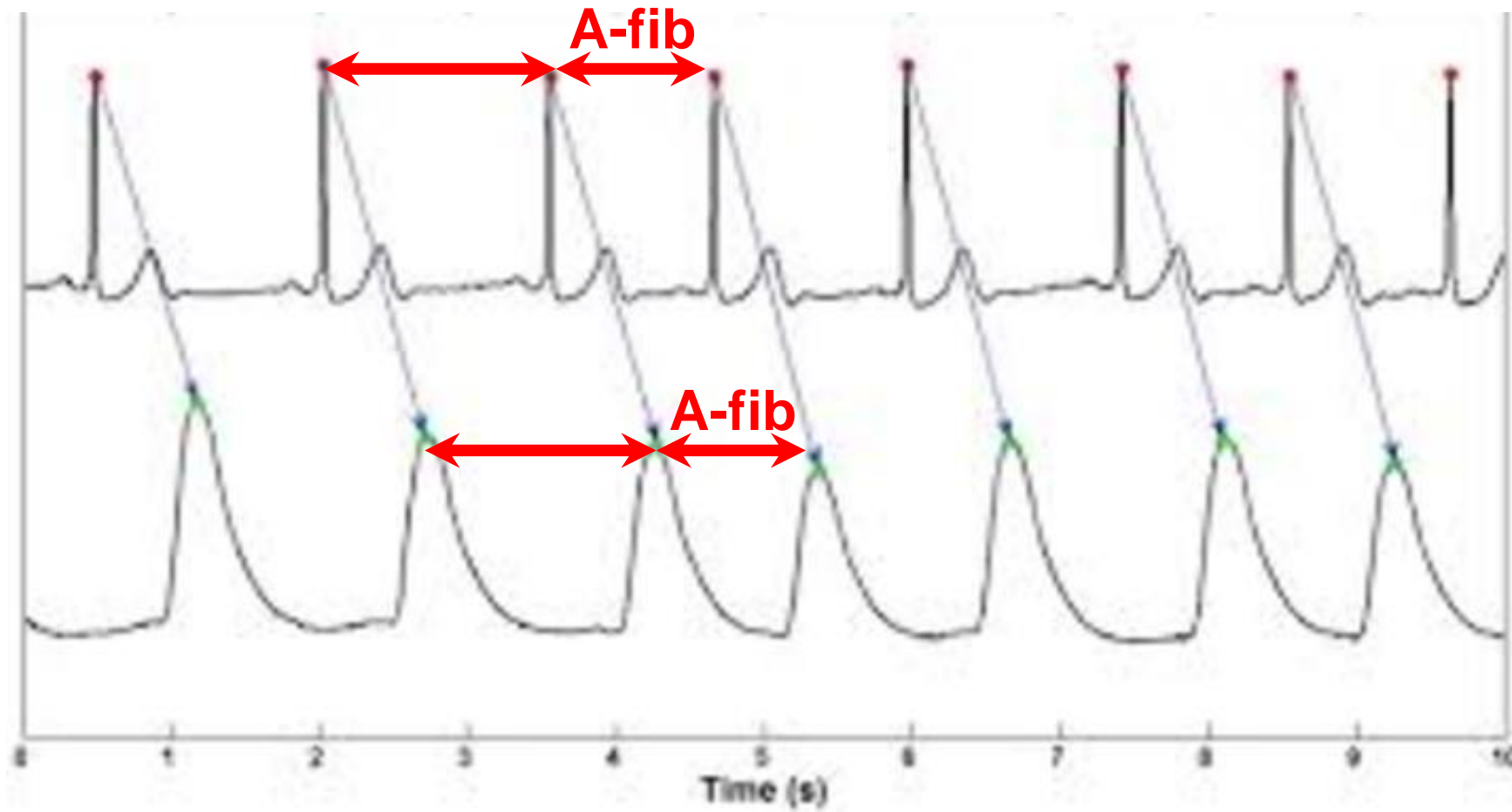
# Apple (NASDAQ:APPL)

- \$807B IPO (Dec, 1980)
- PPG 신호를 이용한 A.Fib 진단 기술을 가진  
Cadiogram 인수합병
- Apple Watch 3에 단순 건강관리 외 심혈관질환을 예측하고 관리할 수 있는 기능 추가
- A.Fib 과 정상 심장신호를 구분할 수 있는 인공지능 알고리즘을 개발
- 보험회사 애트나(Aetna)와 파트너십을 체결

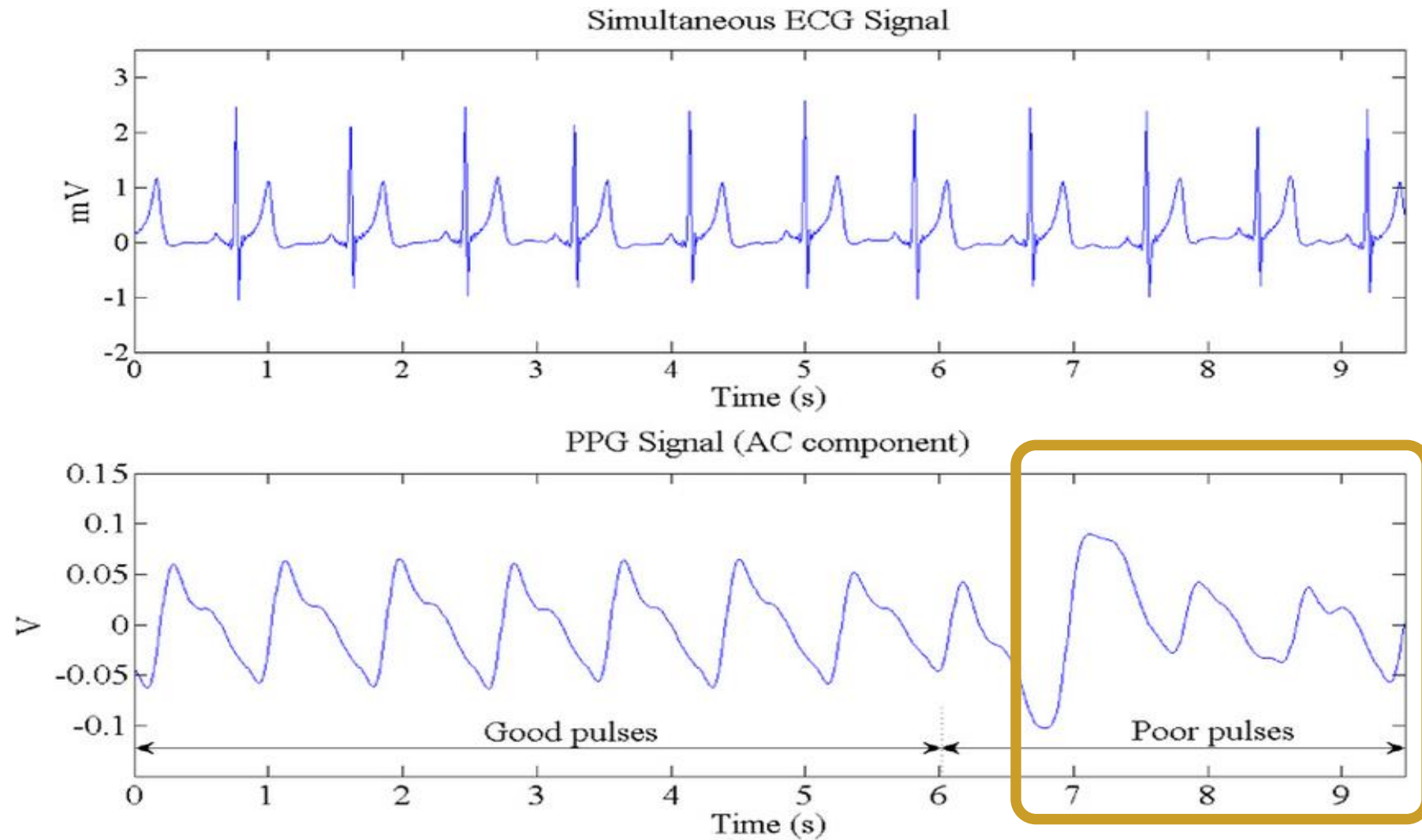




# PPG 신호를 위한 A.Fib 진단 가능성



# PPG 신호를 위한 A.Fib 진단 가능성



Poor quality

# 국내 심전도 검사비 현황 (의료보험 수가)

구분	의료보험 코드	명칭	급여 구분	단가(원)	적용 게시일	비고
수가	E6544700	심전도침상감시[1일당]	급여	13,140 (보건기관)	2017-07-01	
수가	E6545	심전도감시-24시간홀터기록[1일당]	급여	24,250 (보건기관)	2017-07-01	
수가	E6543	부하심전도검사-Treadmill Test 또는 Bicycle Ergometer[1회당]	급여	21,090 (보건기관)	2017-07-01	
수가	EX871	심전도 감시[원격심박기술에 의한 감시][1일당]	급여	31,240 (보건기관)	2017-07-01	
수가	E6541700	심전도검사-심전도기록및판독	급여	8,310 (보건기관)	2017-07-01	

건강보험심사평가원 - 진료비확인요청 대상여부 조회 사이트 (<http://www.hira.or/>)



# 향후 5개년 매출액 전망 (P&L 2019-2023)

- 2018년 K-FDA 획득
- 2019년 국내 시장 3% 점유 목표
- 2020년 국내 시장 점유율 20% 목표  
및 동남아시아 시장 진출
- 2021년 국내 시장 점유율 50%(매출 650  
억 원) 목표 및 아시아 시장 수출 확대
- 2022년 미국 시장 진출
- 2023년 미국 시장 확대 및 유럽 시장 진출

HUINNO Projected 5-Yr Revenue

