

청년 AI · Big data 아카데미 8기

스트레스 관리를 위한

생체 신호 기반의 홈 IoT 시스템

A반 2조 BIoT

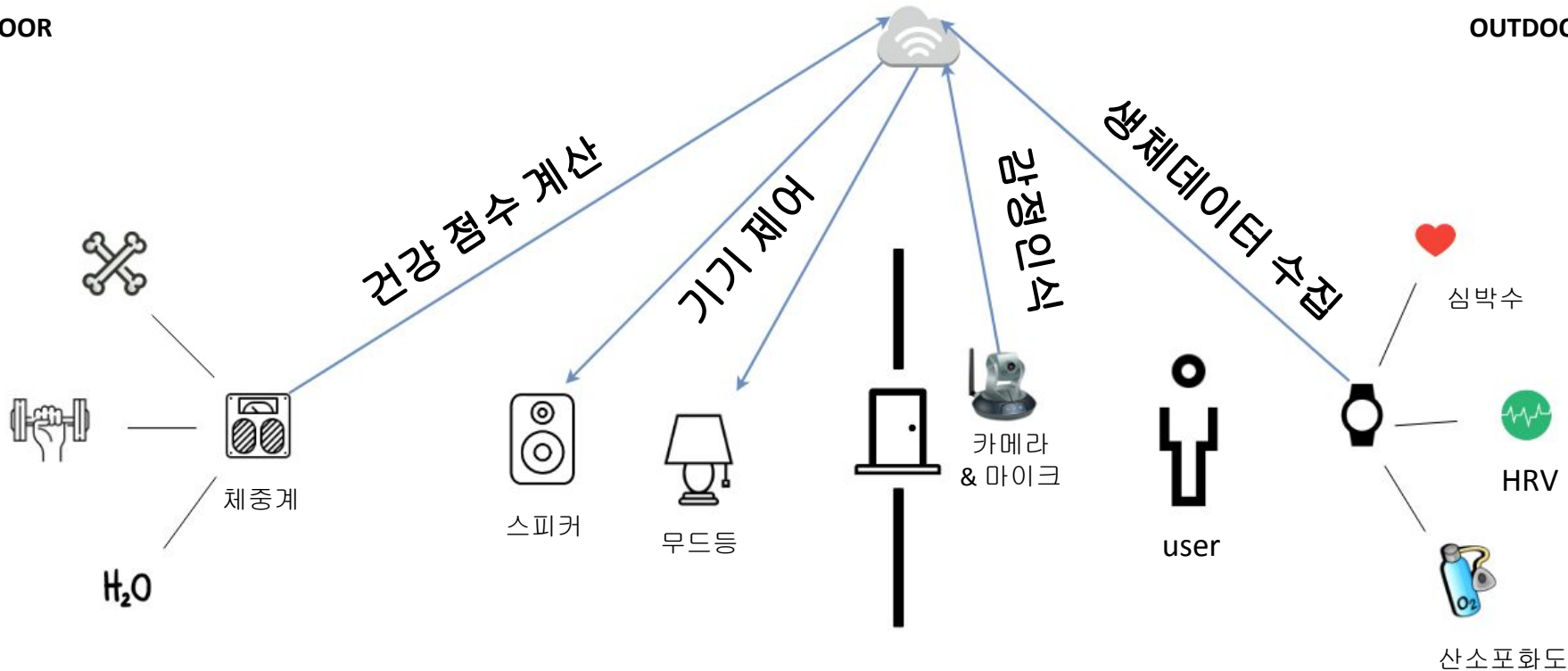
# 목차

1. 전체 구상도
2. 시나리오
3. 스트레스 관리의 목적
4. 관련 논문(HRV, 산소포화도, 빛, 음악과 스트레스)
5. 얼굴인식/감정분석
6. HRV dataset

# 전체 구상도

INDOOR

OUTDOOR



# 시나리오

## INPUT 1



스마트밴드(제작)

- 심박변이도(HRV)
- 심박수
- R-R interval
- 산소포화도



얼굴인식/ 감정분석

- 행복, 슬픔, 중립 등  
(positive / negative)

스트레스 판별  
(1~3단계로 구분)

다음 기준을 사용

- 심박변이도(HRV)
- 심박수(HR)
- 표정(감정)



## INPUT 2

음성인식

- 스트레스에 따라  
음악 재생여부 질문

## 스트레스 완화를 위한 서비스



무드등(제작)

감정에 따라 색상 변화  
(우울할 때, 주황색 빛 등)



음악 재생

- 심신 안정을 위한 노래
- 행복감유지해주는 노래  
등

스트레스지수  
감소  
스트레스 완화

# 스트레스 관리의 목적

누적 스트레스를 관리하여 현대인의 건강을 챙기는 것이 목표

## 만성 피로를 유발하는 누적 스트레스

- 사람의 기대 수명이 높아지고 있는 추세이지만 현대인들의 삶의 질은 하락
- 만성피로의 원인은 누적되는 스트레스에 의한 피로
- 만성 피로 증후군 환자들의 특징적인 증상으로 초기 독감과 유사한 증상이 갑자기 나타나기도 하며 하루 아침에 활동 불능의 상태에 이르기까지 함.



## 스트레스로 인한 생리적인 변화를 측정하기 위해 생체 신호를 측정

- 스트레스 인자에 노출되면 인체는 이에 저항 혹은 적응하기 위해서 교감신경계를 활성화하고 부교감신경계의 작용을 억제하려고함.
- 그 결과로 혈압 및 심장 박동수의 증가, 근육의 긴장, 위와 장의 운동 감소 등과 같은 생리적 변화를 보임.

# HRV(심박변이도) 관련 논문

## Influence of Mental Stress on Heart Rate and Heart Rate Variability(2009)

Table 1: Comparing HR and HRV across different conditions

	Rest	Mental task
Mean RR (ms)	0.816 ( $\pm 0.13$ )	0.790 ( $\pm 0.13$ )*
Mean SD	0.0496 ( $\pm 0.0174$ )	0.0452 ( $\pm 0.0134$ )
Mean pNN50 (%)	18.6 ( $\pm 14.8$ )	14.2 ( $\pm 12.6$ )*
Mean LF/HF	2.55 ( $\pm 1.94$ )	3.14 ( $\pm 2.68$ )

\* indicates a significant difference between the rest and mental task conditions

◆ R-R interval, pNN50 에서 유의미한 차이가 발견됨

- ① Mean RR: average heart beat period in ms
- ② Mean pNN50: average of NN50(number of consecutive RR intervals that differ more than 50ms)

## The effect of mental stress on heart rate variability and blood pressure during computer work(2004)

**Table 1** Means (SD) of systolic (SBP), diastolic blood pressure (DBP) ( $\Delta$  values, i.e. differences from baseline), and heart rate variability, i.e. low frequency (LF), high frequency (HF), and LF/HF ratio during work and prolonged breaks (Rest 1, Rest 2, Rest 3) ( $n=12$ ). IS Introductory session, SS stress session, CS control session

Variable and condition	IS	Rest 1	SS	Rest 2	CS	Rest 3
LF (Hz)	1,299 (992)	1,664 (808)**	1,391 (1028)	1,663 (544)**	1,250 (738)	1,459 (624)**
HF (Hz)	1057 (542)	1,766 (1,092)**	1,131 (718)	2,048 (1,687)**	1,542 (1,041)*	1,662 (1,177)**
LF/HF-ratio	1.45 (0.82)	1.16 (0.74)**	1.57 (1.09)	1.18 (0.73)**	1.26(0.95)*	1.16 (0.77)**
SBP (mmHg)	43.3 (22.3)	34.5 (25.3)**	37.9 (23.0)	30.0 (22.4)**	44.3 (23.2)	32.9 (18.7)**
DBP (mmHg)	12.7 (11.4)	10.3 (15.9)**	12.1 (13.1)	8.9 (14.5)**	18.0 (12.9)*	11.4 (14.1)**

\*Significant difference between SS and CS

\*\*Significant difference between rest periods and the three work sessions,  $P < 0.05$

◆ 스트레스 상황에서  
HF ↓ & LF/HF ↑

# HRV(심박변이도) 관련 논문

생리신호변화의 분석을 이용한 스트레스 인덱스 도출(2002)

$$\text{Stress Level 1 : } HR = 1.02 \times HR_{ref}$$

$$\text{or } SCR = 1.17 \times SCR_{ref}$$

$$\text{Stress Level 2 : } HR = 1.05 \times HR_{ref}$$

$$\text{or } SCR = 1.34 \times SCR_{ref}$$

$$\text{Stress Level 3 : } HR = 1.10 \times HR_{ref}$$

$$\text{or } SCR = 1.68 \times SCR_{ref}$$

스트레스를 받으면 교감신경계가 자극된다  
→ 심박수가 빨라진다.

스트레스 클리닉에서의 HRV 활용과 해석(2015)

감소된 심박변이도 = 좋지 않은 생리적 건강 상태



증가된 심박변이도 = 좋은 생리적 건강 상태



그림 1-1 심박변이도와 생리적 건강 상태: 개념적 모식도

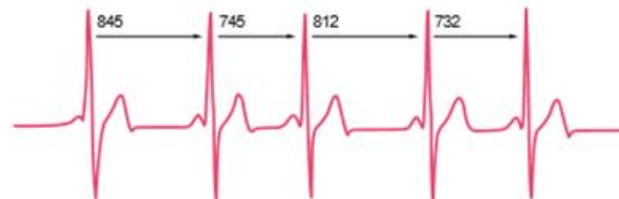
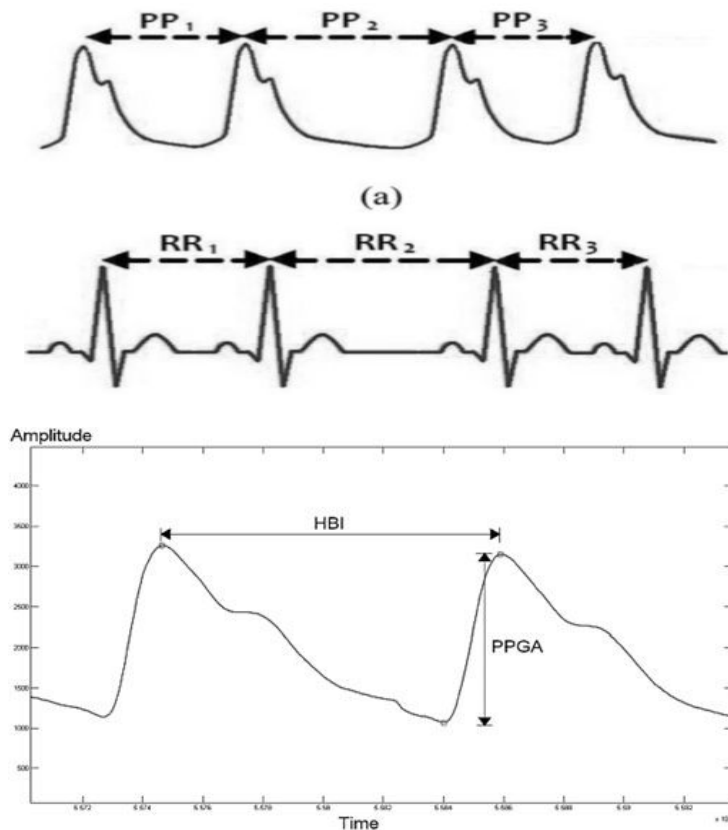


그림 1-2 심박변이도: 심박에서 개별 박동과 박동 사이 간격의 연속적인 변이를 분석한 것

# 산소포화도 관련 논문



- photoplethysmography(PPG)는 조직의 미세 혈관 층에서 혈액량 변화를 감지하는 데 사용하는 기술로 PPG 센서는 산소포화도의 변화를 결정하는 데 사용된다.
- PPG에서 산소포화도 신호의 최고점을 감지하기 위해 최대 기울기를 사용하였으며 다음의 방정식으로 최고점을 계산할 수 있다.

$$Y(n) = X(n+1) - X(n)$$

[Psychological stress index]

- HBI는 인접한 최고점 사이의 시간 간격
- 아래 식을 통해 PSI 값을 계산할 수 있다.

$$PSI = 100 \times (1 - 0.7 \times PPGA_{norm} - 0.3 \times HBI_{norm})$$



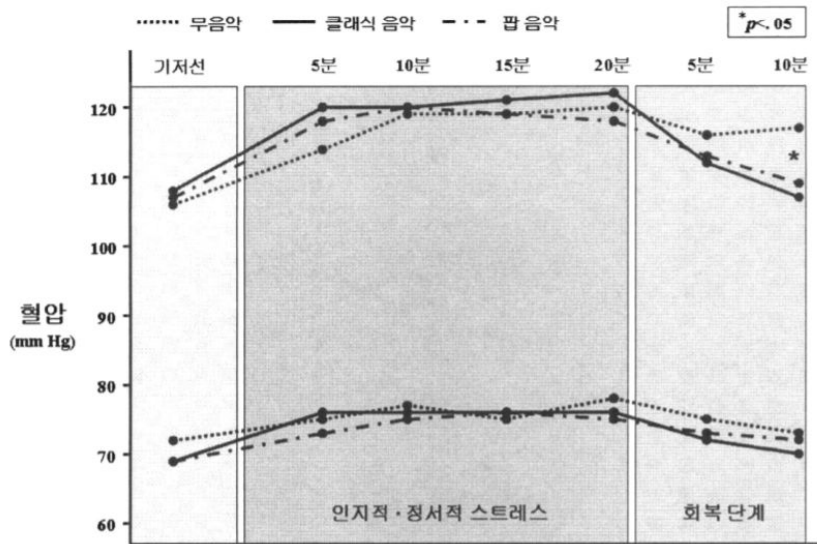
# 빛 이용한 심리치료 관련 논문

빛의 색	빛 치료 효과
오렌지(Orange)	회복, 탄력, 따뜻함을 나타냄 식욕 촉진, 신장 치료, 기관지염, 천식, 호흡기 질환, 개양, 경련 치료효과가 있음 우울증과 의욕 상실, 자살 방지를 도움
블루(Blue)	사람을 차분하게 하고 긴장을 완화 맥박감소, 호흡을 깊게 유도, 체온을 떨어뜨림 피곤한 심신의 회복력을 높임 두통, 피로, 긴장, 불면증, 두려움 치료 후두염, 편도선염, 두통치료, 다임리트 등에 효과적임 머드름을 마가하는 아크네스(p, acnes) 박테리아를 죽이는 활성산소 활성화
레드(Red)	에너지 발산, 흥분, 불안과 긴장 증가 에피네프린(아드레날린) 분비를 통한 혈압상승, 맥박 수 증가, 호흡이 가빠짐, 혈액흐름 빨라짐, 혈액순환 개선 머드름, 습진, 거머, 번혈에 좋음 성호르몬 및 성장 호르몬을 활성화시킴 아이디어를 창안하는데 좋은 색임
그린(Green)	평화, 침착, 진정 효과, 스트레스 해소 눈의 피로와 집중력 향상에 효과적 인체에 유익한 신경매사 작용 혈액 히스타민 수치를 줄여 혈관을 팽창시키며 피부 손상 시 다량으로 분비되면서 붉르게 호전 혈액순환, 전염병, 심장병, 신장 치료 고통과 긴장을 줄여 주는데 가장 좋은 색
브라운(Brown)	안정감을 주는 색으로 세로토닌의 합성을 촉진해 만성피로감을 완화시킴 프로스타글란딘의 형성을 촉진하여 자궁, 폐, 신장 등의 정상적인 활동에 영향을 줌 인간의 수면, 면역력 등을 좌우하는 트립토판(아미노산의 일종)을 증가시킴
핑크(Pink)	사람을 긴장하게 하며 열기를 식히고 수렴성 부갑상선을 자극하고 감성선을 억제 혈액을 정화하고 식세포(백혈구)나 조직 내의 세포 또는 박테리아를 먹고 전염을 막아주는 백혈구(구)를 생성시키며 지혈효과가 있음 근육 경장을 촉진하고 호흡기 기능을 증진시키며 최면제와 같이 고통을 느끼지 않게 함
바이올렛(Violet)	배장, 상부의 뇌와 눈을 자극 림프관과 심근, 운동신경을 약화시킴 정신질환의 증상을 완화시킬 뿐 아니라 감수성을 조절하고 배고픔을 덜 느끼게 하고 백혈구를 조성하며 미온 균형을 유지시킴

“붉은 색이 자율신경계의 교감신경을 촉진하고,  
푸른 빛은 부교감 신경을 촉진한다.  
따라서 빛이 생화학적인 시스템에 작용하여  
치료효과를 이끌어낼 수 있다”는 내용의 논문.

이를 통해, **무드등**을 제작하여 스트레스 완화효과

# 음악과 스트레스 관련 논문



스트레스 상황 종료 10분 후  
음악(클래식,팝)을 들은 피험자의 수축기 혈압이,  
음악을 듣지 않은 피험자의 수축기 혈압보다  
낮아짐.  
유의한 차이가 관찰

# HRV 이용한, 감정에측 관련 논문

심전도 데이터 수집 후,  
감정유발 전,후의 심장박동 간격(RR Interval)  
데이터를 추출하여 저장

감정에측 모형을 개발하기 위해  
11가지 심박변이도 변동비를 입력, **Valence**와  
**Arousal**을 출력으로 인공신경망 모형 생성.

이를 응용하여, 심전도 데이터를 이용해  
**stress**를 예측하는 인공신경망 모형 제작.

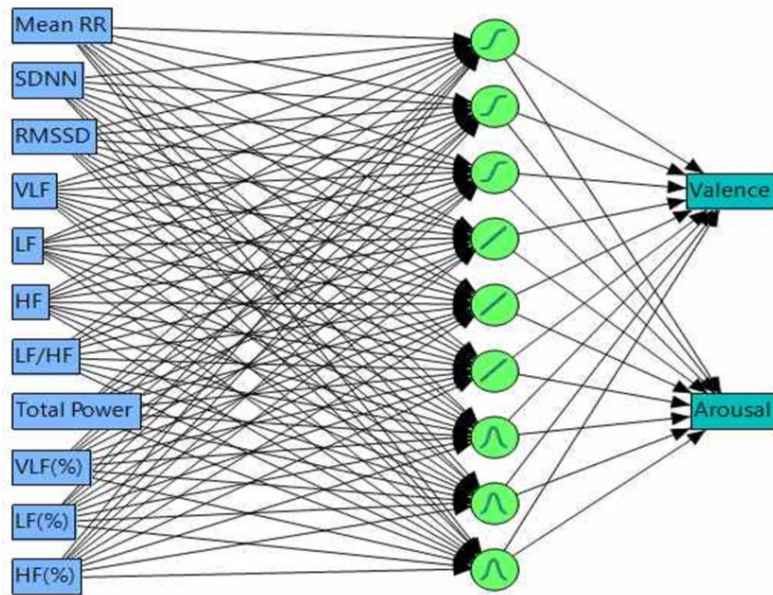
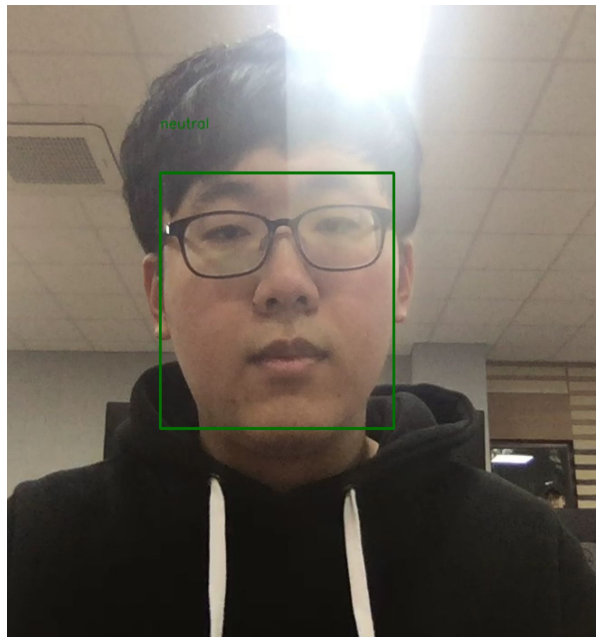


그림 3. 감정에측을 위한 인공신경망 모형  
Fig. 3. Neural network model for emotion prediction

# openCV - 얼굴인식/감정분석



주된 사용 모듈:

**tensorflow**(딥러닝을 위한 오픈소스 라이브러리),  
**Dlib**( C++의 복잡한 소프트웨어를 만드는 도구와 기계학습 알고리즘을 포함한 현대의 C++ 툴킷),  
**keras**(케라스는 사용자가 손쉽게 딥 러닝을 구현할 수 있도록 도와주는 상위 레벨의 인터페이스)

# Heart Rate Variability(HRV) dataset

## “ Thermal Comfort and Stress Recognition in Office Environment”

- 논문의 데이터는 일반적인 사무(예 : 보고서 작성, 프리젠테이션, 이메일 읽기 및 정보 검색)를 하는 25 명의 피실험자들을 대상으로 한 실험 결과임.
- 각 참가자는 세 가지 다른 근무 조건을 겪음.
  - 1\_ NO STRESS : 피실험자는 최대 작업 기간을 알지 못함. 시간에 대한 압박이 없음
  - 2\_ TIME PRESSURE : 작업 완료 시간을 기존 시간의 2/3로 단축시킴.
  - 3\_ INTERRUPTION : 참가자들은 할당 된 작업 중에 8 개의 이메일을 받았음. 일부 이메일은 자신의 작업과 관련이 있지만 다른 이메일은 작업과 관련이 없고 참가자들은 특정 행동을 하는 것을 요청받았음.

# Heart Rate Variability(HRV) dataset

논문에서 활용된 실제 dataset을 바탕으로 스트레스 지수 도출 모델 생성

## Thermal Comfort and Stress Recognition in Office Environment

RMSSD	LF	HF	LF_HF	HF_LF	condition
15.555	1009.249	15.5226	65.01805	0.01538	no stress
12.964	690.1133	2.108525	327.2966	0.003055	interruption
16.305	1298.223	13.76973	94.28091	0.010607	interruption
15.72	1005.982	18.18191	55.3287	0.018074	no stress
19.214	1421.782	48.21582	29.48787	0.033912	no stress
9.966	151.1451	11.02746	13.70625	0.072959	no stress
10.644	483.1145	1.489796	324.2824	0.003084	no stress
9.4777	437.8781	28.91345	15.14444	0.066031	no stress
14.632	1003.316	20.75779	48.33443	0.020689	interruption
12.015	522.3103	2.572459	203.0393	0.004925	no stress
14.143	653.7106	45.56666	14.34625	0.069705	time pressure
16.358	1109.179	8.920651	124.3383	0.008043	no stress
11.988	615.8265	49.65838	12.40126	0.080637	no stress
10.288	405.0194	30.34714	13.34622	0.074928	interruption
19.303	1293.066	57.01103	22.68098	0.04409	no stress
17.438	781.7556	254.974	3.066022	0.326156	no stress
14.756	820.4457	13.05212	62.85922	0.015909	no stress
17.746	1632.399	52.7508	30.94549	0.032315	no stress
10.975	747.1193	17.37855	42.9909	0.023261	time pressure
14.034	774.771	40.04765	19.34623	0.05169	interruption
8.846	292.8639	13.71397	21.35515	0.046827	no stress
8.4278	296.1448	9.918353	29.85826	0.033492	no stress
14.786	960.5523	42.08593	22.8236	0.043814	time pressure

- train data : 369290 개, test data : 41034개
- 36개 feature 중 6개의 feature 선택
  - **RMSSD** (Root Mean Square of the Successive Differences) : 인접한 NN간격의 차이에 대한 제곱의 합을 평균하여 이에 대한 제곱근으로 표현한 것이다.
  - **HF(High frequency band)** : 고주파대는 0.15-0.4 Hz 사이의 주파수영역으로서 호흡 주기와 연관된 심박변이와 연관되어 있어서 호흡부정맥이라고도 불린다. 이것은 부교감신경계의 활동에 의해서 조 절된다.
  - **LF(Low frequency band)** : 저주파대는 0.04-0.15 Hz 사이의 주파수영역으로서 교감 신경계와 부교감신경계 모두에서 조절을 받는다.



# 추후계획

분야	제목	내용
영상처리	얼굴인식/감정분석	7가지 감정(기쁨, 슬픔, 분노, 놀람 등) 세분화
음성인식	음성 발생 및 음성 인식	텍스트를 자연스러운 음성으로 발생/ 음성 인식
하드웨어	스마트 밴드	부품조립 / 3D모델링으로 케이스 제작
하드웨어	무드등	조명 갓 구매 / LED 색상 제어
데이터분석	심박변이도 데이터	수집한 데이터 전처리 알고리즘 고안
모델	모델 생성	스트레스 지수 산출 모델 생성 및 업데이트

# Thank U for listening!!