

창의설계 4 Proposal

IT 융합공학과 20160034 김재현

2021.02.25.

기술지도: 김형함 교수님

RFP 주제

CITD-2021-1-DK-1

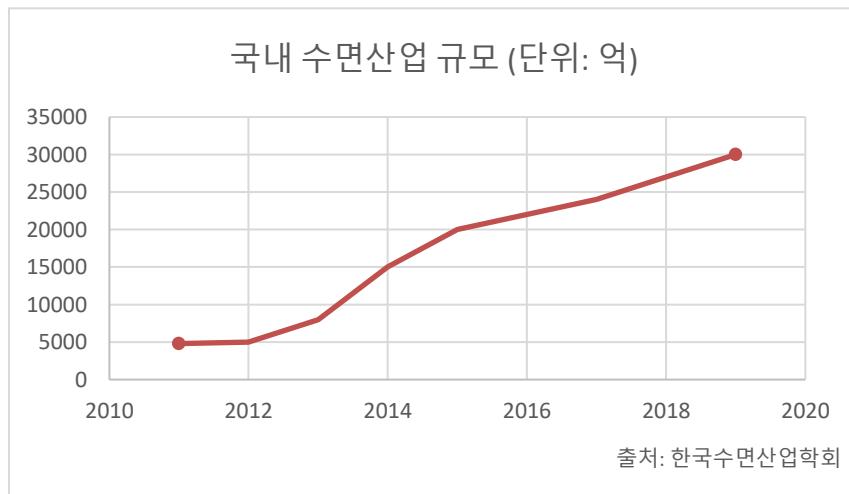
Sleep Well

수면 중 자세 측정을 통한 피드백 시스템

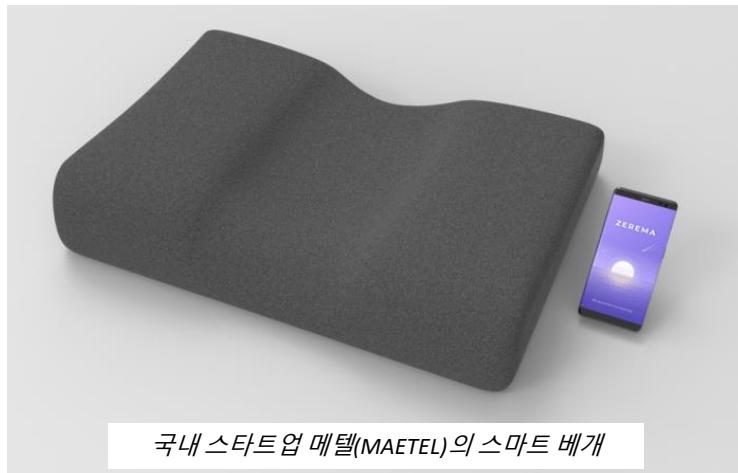
연구 개요

수면은 삶의 1/3 을 차지하는 활동으로서 인간이 일상생활을 할 수 있도록 육체적, 정신적 피로를 회복시켜준다고 알려져 있다. 대한수면연구학회에 따르면 일반적으로 성인은 평균 7-8 시간, 어린이의 경우 9-10 시간의 수면을 필요로 하는데, 이 시간 동안 신체를 충분히 회복시키지 못하면 정상적인 생활을 이어 나감에 차질이 생기며, 학습능력, 업무능력 등 인지능력이 감퇴하고 장기적으로는 수면 질환을 야기시키기도 한다. 통계에 따르면 한국인의 39.6%는 수면장애를 가지고 있으며 65%가 수면 부족을 겪고 있다.

신조어 '슬리포노믹스'란 수면(sleep)과 경제학(economics)를 합친 단어로서 현대인들의 질 높은 수면에 대한 수요가 높아지면서 형성된 시장을 지칭한다. 국내 수면시장 또한 가파른 성장세를 거쳐 2019년 3 조원을 넘어섰다.



슬리포노믹스 시장은 일반적으로 경제의 발달과 함께 인간의 기본적인 욕구가 충족된 후 더 나은 수면 품질을 추구할 때 성장하는 '선진국형 산업'으로서 미래 성장 가치가 높은 산업 중 하나이다. 따라서 많은 기업들이 관련 산업에 뛰어들어 관련 상품을 시장에 출시하고 있는데 특별히 현대사회는 과학기술의 발달로 사물인터넷(IoT) 디바이스들을 활용한 헬스케어 서비스들이 활발히 시장에 출시되고 있는데, 수면에 대한 현대인들의 수요가 높아짐에 따라, 과거와 같이 수면 질병의 사후 치료에만 초점을 맞추지 않고 예방과 관리를 통한 사전 예방에 초점을 맞춘 다양한 서비스들이 등장하고 있다. 과거에는 불면증 치료를 도와주는 수면유도제 시장이 수면산업의 대부분이었다면 최근에는 수면 보조 역할을 수행하는 제품들의 등장으로 산업의 다각화가



국내 스타트업 매탈(MAETEL)의 스마트 베개

이루어진 상태이다. 하지만 슬리포노믹스 산업의 특성 상 구체적인 피드백을 주는 제품군들은 가격대가 높게 형성되어 있으며, 저렴한 가격대의 경우 일차원적인 점검만 제공하고 있는 형태이다. 본 프로젝트에서는 종래의 수면 관련 서비스들이 가지고 있는 문제점들을 분석하고 소비자의 입장에서 구체적인 피드백을 받을 수 있으며 사용성이 높은 IoT 디바이스를 설계해보고자 한다.

연구 동기

항상 잠이 많아 시도 때도 없이 눈꺼풀과의 싸움을 견뎌야 하는 경우가 많았다. 고등학교 때는 수업시간에 졸았고, 대학에서는 늦잠 자는 일이 비일비재 했으며 군대에서는 야간 경계가 너무 힘들었다. 수면을 적게 하는 편도 아니었는데, 어떤 이유로 나는 잠이 많은 것인지 항상 의문이었고, 자연스럽게 다양한 수면 테크닉에 관심을 가지게 되었다. 잠을 적게 자는 것으로 유명한 나폴레옹의 '나폴레옹 수면법'부터 여러 차례 나누어서 잠을 자는 '에디슨 수면법', 반대로 잠을 매일 10 시간씩이나 자는 '아인슈타인 수면법', 특수부대원들이 사용한다는 '특수부대 수면법' 등 여러 수면에 대해 알게 되었으며, 알게 된 수면법들을 스스로에게 적용시켜보며 조금이라도

수면의 품질을 높여보고자 노력했었다. 또한 다양한 스마트워치들의 대중화로 나 또한 여러 스마트워치들을 직접 구매해 사용해 볼 수 있었는데, 특별히 수면 상태를 점검해 주는 기능이 놀라웠다.



삼성 갤럭시핏2 를 활용한 수면 측정 결과

단지 손목에 차는 것만으로 수면의 깊이; REM 수면, 깊은 수면, 얇은 수면, 깨 상태를 분석할 수 있고 이를 의료 데이터들을 활용해 약간의 피드백을 줄 수 있다는 것에 왜 지금까지 수면에 과학적으로 접근하지 않았을까 하는 생각이 들었다. 그래서 시중에 상용화가 된 수면의 품질 향상에 도움을 주는 기술 기반 제품들의 출시 현황을 조사해보았고, 그들의 기능과 사용자 편의성을 종합적으로 살펴보았다. 침대부터 주변 시설까지 전체 시스템을 판매하는 경우도 있었고, 간단히 휴대폰 어플리케이션 만을 가지고 피드백을 주는 상품도 있었다. 몇 개의 어플리케이션을 이용해 일주일간 사용자로서 경험을 쌓아보았는데, 단순히 휴대폰을 침대 위에 올려놓은 것에 대비해 상당한 수면 사이클 측정 정확도를 보여주었다. 이 외에도 많은 제품들이 심박, 호흡과 같은 생명활동의 변화에 초점을 두고 출시가 되어 있었다. 나의 경우 수면에 들 때 자세에 많은 신경을 쓰는 편이고, 입대 이후 거의 줄어들었지만 수면 중에 자세를 많이 바꾸다 떨어지기도 해왔는데, 안타깝게도 제품들 중에서 수면 자세에 초점을 두고 진단해주는 것은 드물었다. 따라서 이번 설계를 통해 수면 자세를 추적하여 수면 품질과의 관계를 밝히고, 물리적인 피드백을 통해 수면 중 더 효율적인 수면을 위한 시스템을 개발해보고자 한다.

관련 연구

1. 휴대폰 어플리케이션

- A. 런타스틱 슬립베터 - <https://apple.co/3c0JF9n>, 무료

침대의 진동을 이용해 수면 시간 패턴 분석을 통해 숙면도, 수면시간, 주기 등을 분석해주는 어플리케이션이다. 달의 단계에 따른 상관관계를 분석해주는 기능이 있다. 간편한 사용성을 가지고 있으나 단순 분석만 진행하고 구체적인 피드백을 주지 못한다.

- B. Sleep as Android - <https://bit.ly/38hhqC9>, 무료

마찬가지로 침대의 진동을 이용해 수면 시간 패턴 분석을 통해 숙면도, 수면시간, 주기 등을 분석해준다. 빛의 조도 또한 기록을 해주며, 웨어러블 디바이스를 연동시키면 심박수 혹은 심전도 또한 같이 분석할 수 있다. 또한 특징으로 코골이나 잠꼬대를 하는 경우 녹음이 되어 모니터링 할 수 있도록 도와준다.

- C. 굿슬립 - <https://apple.co/3bjrYTj>, 3900 원+인앱결제

Binaural Beats 를 활용한 뇌파 조절을 통해 수면을 유도하는 어플리케이션이다. Binaural Beats 는 양쪽 귀에 약간의 주파수 차이가 나는 소리를 들려주는 것인데 이를 통해 뇌파가 조절되는 것을 이용했다. Binaural Beats 는 현재까지 과학적으로 검증된 사실은 아니다. 단점으로는 양쪽 귀에 이어폰을 항상 착용해야 한다는 점이 있다.

- D. Sleep Cycle - <https://apple.co/3kJrSYg>, \$29.99/1year

침대의 진동을 이용해 수면 시간 패턴 분석을 통해 숙면도, 수면시간, 주기 등을 분석해주는 어플리케이션이며, 추가로 기상 시간대를 설정하면 약한 수면일 때 알람을 울려주는 기능이 탑재되어 있다. 자체적으로 판단한 수면 품질을 근거로 날씨, 수면시간과 수면 품질의 상관관계를 분석해주며 분석 결과를 토대로 피드백을 받을 수 있다. 직접 정확도를 측정해본 결과(스마트 워치 기준) 높은 '수면 주기 분석력'을 보여주었다. 휴대폰을 항상 침대 위에 충전기를 연결한 상태에서 두어야 한다.

2. 디바이스

A. Smart Watch 류

Fitbit, Galaxy Watch, Mi Band 와 같은 제품군들에서 자체적으로 수면 분석을 제공한다.

가속도 센서와 자이로 센서를 통해 움직임을 검출하고, PPG 센서 혹은 심박 센서를 통해 심박수와 심박 변이를 판단한다.

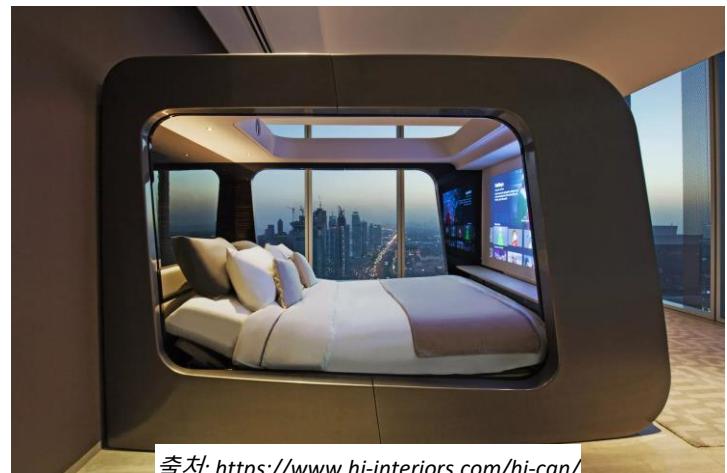


현재 가장 정확한 수면 분석 방법은 수면다원검사를 통해 뇌파, 안전도, 심전도 등을 확인하는 것인데, 임상에 따르면 Smart Watch 들의 평균 수면 효율 측정 정확도는 평균 78%로 알려져 있으며, 수면의 깊이(REM, N1, N2)를 구분하는 정확도는 50~60%로 알려져 있다ⁱⁱ. 이는 적은 센서를 활용하기 때문에 발생한 결과로 예상된다.

B. Smart Bed 류

침대 프레임과 매트리스에 IoT 기술을 접목시킨 제품들이다. 주로 매트리스 각도 조절과 수면 품질 분석 기능을 모두 가지고 있다.

다음은 Hi Can 사의 Smart Bed 인데, 공기 순환을 통한 숙면 유도, 전면의 디스플레이를 통해 조도 조절과 서라운드 스피커를 통한 음향 조절 시스템이 갖춰져 있다. 사용자가 코골이를 하는 경우 이를 감지해 매트리스의 각도 조절을 실행하고



코골이를 완화하도록 도와준다. Hi Can 사의 제품가격은 약 \$60,000 이다. 매트리스 조절기능만 탑재한 타사 제품군(Rest Smart Bed)의 경우 \$3,999~\$7998 사이의 가격대가 형성되어 있다.

C. Smart Pillow

베개와 기술의 융합을 활용한 수면 제품은 코골이 방지에 초점을 맞춘 제품들이다. 다음은 아마존에서 \$84.99 에 판매되고 있는 ZEEQ 사의 Smart Pillow 이다.



출처: [amazon.com – ZEEQ smart pillow](https://www.amazon.com/ZEEQ-smart-pillow/dp/B01HJLWV1U)

코골이는 기류가 좁아진 기류를 지나며 진동으로 인해 소리가 나는 것이 원인이 된다. 단순 코골이만 있는 경우도 있지만 1/3 이상이 수면 무호흡증을 동반하는데, 이는 일상생활에 큰 영향을 준다. Smart Pillow 는 사용자의 코골이를 감지하여 베개에 진동을 통해 자세를 바로잡도록 도와준다. 또한 베개를 통해 수면 중 움직임을 감지할 수 있다. 부가적인 기능으로 휴대폰과 연동해 음악을 재생할 수 있으며 수면 품질 기록이 가능하다.

D. Dream Light – 수면 안대

수면 안대는 빛이 차단되지 않은 환경에서 많은 사람들이 찾는 제품 중 하나이다. 이에 드림라이트 사에서는 단순히 안대의 기능만 하는 것이 아닌 수면을 도와주는 스마트 안대를 개발했다. 심박 센서와 자이로 센서를 활용해 사용자의 수면 중 움직임을 판단한다. 오렌지 색 빛을 이용해 수면을 유도하고 푸른 빛을 이용해 쾌적한 기상을 도와준다. 또한 안대 양쪽의 4 방향 스피커를

통해 수면에 도움이 되는 음악을 재생해 주며 이는 휴대폰과 연동될 수 있다. 사용자의 수면 중에는 눈 주변에 적외선을 쏘아주어 혈류를 증가시키는데 제품 설명에 따르면 이는 수면 품질 개선에 도움이 된다고 한다.



출처: dreamlight.tech/

E. Somnox Sleep Robot

많은 문화권에서는 잘 때 안고 자기 위한 도구들이 존재해 왔다. 우리나라의 경우 '죽부인'이 그 역할을 하고 있다. 이에 네덜란드의 슬립테크 스타트업인 솜녹스(Somnox)에서는 일명 스마트 죽부인을 개발해냈다.



출처: <https://somnox.com/>

약 2kg 정도에 €499 가격인 솜녹스는 호흡 조절법이라는 기법을 통해 수면의 품질을 향상시켜 준다. 이산화탄소 센서와 AI를 활용해 사용자의 수면 상태를 확인하고, 사용자의 안정시 심박수와 호흡법을 학습한다. 솜녹스는 사람이 숨쉬는 것처럼 공기가 기체 안으로 출입하며 크기가

변화하는데, 사용자의 수면 상태와 비슷한 패턴을 보여주며 숙면으로 이끈다. 또한 스피커가 내장되어 있다.

3. 관련 특허 및 논문

수면 산업 전반에 다양한 특허가 존재하는데, 창의설계 4의 주제와 관련이 있는 특허들로 요약

A. 심タン도를 신호를 이용한 심박 검출 방법 및 그 장치

심タン도 센서를 통해 수집한 심タン도 신호를 이용해 심박 검출 방법을 제안

B. 무구속 수면상태 판단 장치

압전 센서, 압력 센서를 활용해 무구속 상태로 수면 중 심박 및 호흡 성분을 검출하고 이를 분석해 수면 상태에 대한 지표를 판단

C. 수면상태 감지를 위한 침대 시스템

침대 프레임, 베이스보드, 헤드보스, 매트리스를 통해 사용자의 체온, 뇌파, 심박수 및 움직임을 감지하여 응급 상황이 발생할 시 이를 신속하게 처리할 수 있도록 함

D. 키넥트 센서를 이용한 수면자세 확인방법

키넥트 센서를 이용해 수면 상태에서의 자세변화를 확인

E. Learning-based pose estimation from depth maps

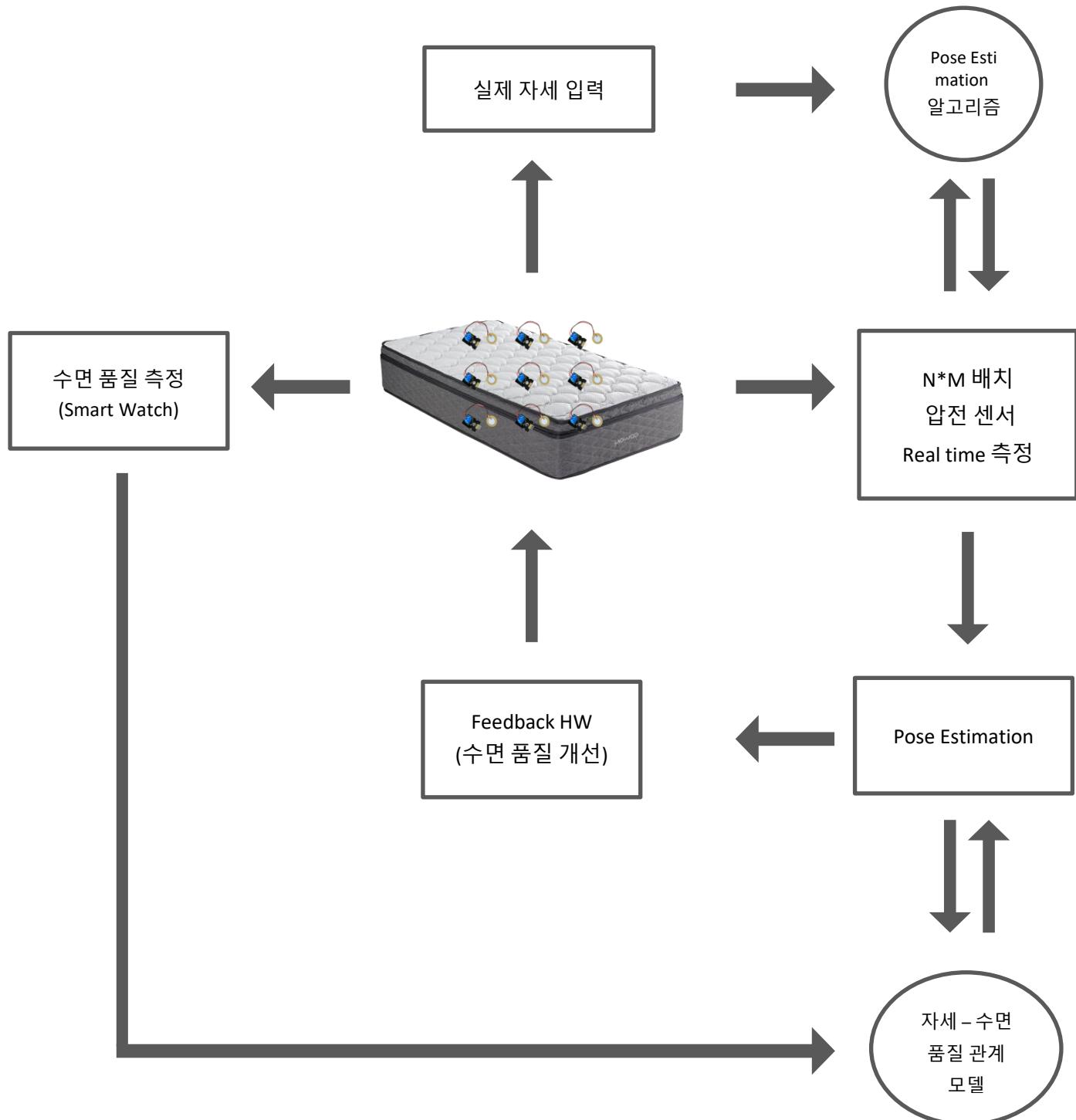
Depth map 으로부터 사람의 자세 변화를 추출해 냄

F. System and Method to Monitor and Assist Individual's Sleep

침대에 마이크, 조도 센서, 공기 질 측정 센서 등을 부착해 사용자의 수면과 상관관계를 찾음

연구 목표

창의설계 4 의 목표는 매트리스의 라즈베리파이와 압전 센서들로 수면 자세를 분석하고 수면 품질과의 관계를 딥러닝을 통해 분석하여 최적의 수면 자세를 유도하는 시스템을 구축해보고자 한다.



1. Software 부분

- A. 다양한 자세로 침대에 누워 있을 때 이를 압전 센서로 static pressure 데이터를 수집한다. 이를 통해 압전 센서 값을 통해 자세를 판단할 수 있는 알고리즘 개발한다.
- B. Smart Watch(Galaxy Fit)의 SDK 를 요청해 수면 raw data 를 얻는다. 수면 data 와 사용자의 수면 중 A 를 통해 기록된 수면 자세의 관계 모델을 개발한다.
- C. 수면 자세를 변경해야 할 경우, 적절한 방법을 통해 feedback 을 줄 수 있는 알고리즘을 개발한다.

2. Hardware 부분

- A. 라즈베리파이와 grid 형태로 매트리스와 매트리스 커버 사이에 부착된 압전센서를 통해 매트리스 부분별 가해지는 압력 값을 얻어낸다.
- B. 수면 자세를 변경해야 할 경우, 적절한 방법을 통해 feedback 을 줄 수 있는 하드웨어를 구성한다.

3. Feedback System

- A. 스마트워치의 진동을 이용한 feedback
 - 카카오톡 플러스친구 api 를 활용해 자세 변경이 필요한 경우 라즈베리파이에서 스마트워치로 반복적인 메시지를 송신한다. 스마트워치에서는 메시지를 수신할 경우 진동을 통해 feedback 을 주고, 사용자의 자세 교정을 유도한다.
- B. 진동모터를 이용한 feedback
 - 라즈베리파이에 진동모터를 직접 연결하여 자세 변경이 필요한 경우 진동모터를 통해 물리적인 feedback 을 주고, 사용자의 자세 교정을 유도한다.

연구 계획

다음은 각 주차별 예상 목표이다. 두 번의 Demo 를 중심으로 주요 일정을 잡았다.

Week	Plan
1, 2	Proposal 완성
3	물품 주문, Galaxy Fit SDK 요청 및 수면 품질 테스트
4	HW-압전센서를 이용한 data 수집
5	HW-압전센서를 이용한 pose estimation 개발
6	HW-압전센서를 이용한 pose estimation 개발
7	중간 발표 demo 준비
8	중간 발표
9	수면 자세 – 품질 Model data 수집
10	수면 자세와 품질 Model 개발
11	수면 자세와 품질 Model 개발
12	수면 자세를 통한 FeedBack 시스템 구축
13	시스템 완성 및 피드백 보완
14, 15	최종 발표 demo
16	Final Report 완성

다음은 예상 예산과 필요 물품 목록이다.

구매처: mechasolution.com/

품명	가격(원)	수량	총 가격(원)
라즈베리파이 4B	79750	1	79750
라즈베리파이 GPIO 40 핀 케이블 및 코볼러 모듈	2200	1	2200
브레드보드	880	1	880
샌디스크 microsd 32GB	8800	1	8800
10mm 코인형 진동모터	1100	3	3300
10mm 피에조 앤리먼트	770	15	11550
40 핀 커넥터 M-M (10cm)	990	1	990
40 핀 커넥터 M-F (30cm)	1100	3	3300
5V 3A DC 어댑터	5500	1	5500
막대저항 1M옴 20 개	550	1	550
막대저항 10K옴 20 개	550	1	550
막대저항 100옴 20 개	550	1	550
라즈베리파이 아머 케이스	13600	1	13600
Total			131520

ⁱ 균로환경조사: 수면장애(2017) 한국산업안전보건공단

URL: https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=380&tblId=DT_380002_K006&conn_path=12

ⁱⁱ Are Sleep Trackers Accurate? The Conversation

URL: <https://bit.ly/30lotoY>