

# 웨어러블 센서를 사용한 심전도 모니터링 애플리케이션 디자인

## Bounce: Designing an EKG Monitoring Application Using a Wearable Sensor through a Design Thinking Process

<b>강신실</b> Shinsil Kang 서울시립대학교 University of Seoul sinsil0918@uos.ac.kr	<b>송영수</b> Young-Soo Song 서울시립대학교 University of Seoul thddudtn2@uos.ac.kr	<b>호혜민</b> Hu Huimin 서울시립대학교 University of Seoul hyemin@uos.ac.kr	<b>정형구</b> Hyunggu Jung 서울시립대학교 University of Seoul hjung@uos.ac.kr
--	---	---	---

### 요약문

최근 심장질환 환자 수가 지속적으로 증가하는 추세를 보이고, 세계 보건기구 (WHO)에 따르면 심장질환은 세계적으로 사망률이 가장 높은 질환이다. 더불어 모바일 애플리케이션의 성공적인 대중화와 세계적인 고령화 현상 등의 이유로 현재 심장 건강 모니터링 연구는 활발하게 진행되고 있다. 하지만, 그 중 많은 연구는 타겟 사용자인 심장 질환자의 니즈를 고려하지 않았다는 한계를 갖는다. 본 논문에서는 디자인적 사고 방법론을 통해 타겟 사용자인 심장 질환자가 실제로 갖는 문제를 발견하고, 발견한 문제에 대한 해결 방법을 제안한다.

### 주제어

심전도 모니터링, 헬스케어, 모바일 애플리케이션, 디자인적 사고

### 1. 서론

전 세계 사망 원인 1 위는 심장질환이며, 심장질환은 한국인 사망원인 2 위로 국내 심장질환 사망률은 높다. 2007년부터 약 10년 동안 41.6%나 증가하였고 2012년부터 2016년까지 국내 심장질환 환자 수는 2012년 119만 9449명에 비해 139만 24명으로, 19만 명 증가했다 [1]. 앞의 통계에 따르면 심장질환은 높은 사망률의 질환으로, 심장 질환자는 높은 사망률의 위험을 안고 있다. 심장 질환자의 사망률이 높다는 점에 더불어 2000년 고령화 사회에 들어선 후 18년만인 지난해 고령인구 비중이 20%를 넘겼다. 고령사회에 진입하며 [2], 심장 건강 모니터링에 대한 관심도 높아지고 있다. 모바일 애플리케이션이 대중적으로 사용되며 그에 대한 연구도 진행되었다. 김진환과 공저자 [3]는 심전도와 맥파 센서의 제한적 계측 부위와 계측 부위에 따른 한정된 디자인, 별도의 전극을 부착해야 하는 한계점을 개선하는 연구를 했다. 그 결과, 심음을

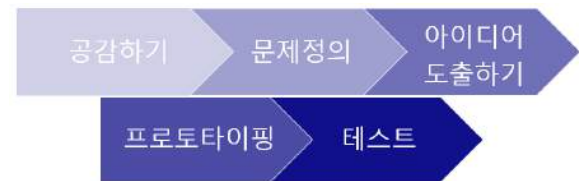


그림 1. 디자인적 사고 방법론 개요

이용한 심장 활동 상태를 모니터링하는 시스템을 제안했다. 또, 최원준과 공저자 [4]는 심장 상태 분석의 실시간성을 제공하기 위한 가용성을 확보하는 연구를 하였고, 그 결과 스마트밴드를 활용한 실시간 심장 건강 모니터링 애플리케이션을 설계했다. 하지만, 두 연구 모두 실제 심장 질환자의 니즈가 반영되지 않았다는 명확한 한계가 존재한다.

본 논문의 목표는 디자인적 사고를 통해 심장 질환자의 심장 상태 모니터링에 대한 니즈를 발견하고 문제를 해결하여 모바일 애플리케이션을 디자인하는 것이다. 또한, 본 논문은 기존의 실시간 관련 연구가 갖는 한계와 연구 질문을 제시하고, 연구 내용을 보인다. 특히 앞서 다른 연구들 [9, 10]이 제안했던 바와 같이 디자인적 사고 중 공감하기 (Empathize)를 통해 타겟 사용자인 심장 질환자의 니즈를 파악하여 문제를 정의 (Define)하고, 정의된 문제를 해결하기 위한 아이디어를 도출 (Ideate)하여 해결 방법을 제안한다 [그림 1 참고].

### 2. 관련 연구

기존 연구자들은 실시간 심장 상태 모니터링 방법을 제안하고, 제안한 방법을 평가했다.

#### 2.1 심음을 이용한 실시간 심장 활동 상태 모니터링

가장 흔하게 접할 수 있는 웨어러블 헬스케어 디바이스는 심전도 및 맥파 센서이나 심전도 맥박 센서는 계측 부위가 제한적이며, 이로 인해 디자인이 한정되고 별도의 전극을 부착해야 한다는 단점을 가진다. 이러한 단점을 극복하고자 일상생활 중

표 1. 인터뷰 참가자 개요

식별 코드	나이	성별	선정 이유
P1	57	여	순환기내과 간호사
P2	26	남	임상병리학과 전공자
P3	26	여	임상병리학과 전공자
P4	26	남	본태성 고혈압 환자
P5	30	남	부정맥 환자
P6	48	여	협심증 환자

심음의 측정을 통한 실시간 심장 활동 상태 모니터링이 가능한 심음 모니터링 시스템을 구현했다 [3]. 하지만 타겟 사용자의 니즈 도출이 없는 상태에서 연구가 진행되었다는 한계를 갖는다.

### 2.2 스마트밴드를 활용한 실시간 심장 건강 모니터링

최근 웨어러블 디바이스의 심전도 모니터링 및 분석 추론 기술은 실시간성을 제공하기 위한 높은 통신 자원 확보 문제, 하드웨어의 자원 부족, 그리고 막대한 개발 비용 문제가 존재한다. 이러한 문제를 해결하고자 더욱 간단한 알고리즘을 통해 심전도 정보를 분석하는 기법을 개발하고 시스템을 설계했다 [4]. 그러나 이 연구 또한 타겟 사용자의 니즈 파악을 기반으로 하지 않았다.

### 2.3 스마트폰을 이용한 실시간 심전도 모니터링

헬스케어 디바이스가 간소화되고 대중화됨에 따라 개인이 심전도를 측정하도록 하는 다양한 시도들이 등장했다. 한국에서도 스마트폰으로 심전도를 모니터링하는 시스템을 제안하는 논문이 일찍이 발표되었다 [5]. 외국에서도 이러한 시도들은 많았으나, 심전도 측정 디바이스의 심전도 측정 능력이나 모바일 애플리케이션의 성능에만 중점적이라는 한계가 있다 [6]. 반면에 디자인적 사고를 기반으로 하는 애플리케이션 설계 및 평가 연구는 아직 진행되지 않은 것으로 보인다.

### 2.4 인공지능 기술을 활용한 사용자 상태 모니터링

해당 연구에서는 사용자의 상태 모니터링을 위한 인공지능 딥러닝 기술에 대해 소개하였다 [7, 8]. 박철수는 시간에 따라 지속적으로 변하는 생체 신호의 특징을 좀 더 정확하게 분석하기 위해 고정된 모델이 아닌 데이터 기반으로 모델이 형성되는 End-To-End 딥러닝 모델을 심전도 스트레스 예측과 수면 상태 모니터링에 적용해 좋은 성능을 내는 모델을 제안하였다. 최상기는 심전도를 이용한 연속적인



그림 2. 위 그림은 공감지도로 왼쪽 부분에 say, do 박스에 인터뷰 대상자가 말하고 행동한 내용, 오른쪽 부분의 think, feel 박스에 인터뷰 대상자가 생각하고 느낀 내용을 보인다.

심박수 모니터링 및 당뇨 예측 가능성을 연구하였다. 하지만, 위 연구들 또한 타겟 사용자의 니즈 파악을 기본으로 하지 않는다는 한계를 갖는다.

## 3. 연구 질문

본 연구는 심전도 모니터링 애플리케이션의 잠재적 사용자들과 순환기 내과와 임상 병리학과와 전문가를 대상으로 인터뷰를 진행하고, 디자인적 사고에 의해 니즈를 파악했다. 연구에서 묻고자 하는 질문은 다음과 같다.

- |     |   |
|-----|---|
| RQ1 | 심장 질환자가 자신의 건강을 위해 갖는 니즈가 무엇일까?         |
| RQ2 | 심장 질환자가 갖는 니즈를 반영한 심장 모니터링 해결 방법은 무엇일까? |

## 4. 실험 방법

### 4.1 공감하기

여자 3 명의 관련 전문가 3 명, 환자인 잠재적 애플리케이션 사용자 3 명이다. 반구조적(Semi-structured) 인터뷰로 진행하고, 인터뷰 대상에 따라 질문 내용을 달리 했다. 환자인 잠재적 애플리케이션 사용자의 경우, 본인의 질병에 대한 고민과 기존 장비와 애플리케이션의 불편한 점을 중점적으로 인터뷰했다. 전문가의 경우, 기존 애플리케이션의 기술적인 유용성과 환자와 의사 각각에게 필요한 기능에 대하여 인터뷰했다.

표 2. 테스트 참가자 5 명(남 3, 여 2)의 평균나이는 25.4 세이고, 표준편차는 2.7 세이다.

식별 코드	나이	성별	선정 이유
TP1	24	여	심장 질환자
TP2	25	남	심장 질환자
TP3	30	남	심장 질환자
TP4	22	여	심장 질환자
TP5	26	남	심장 질환자



그림 3. HMW 브레인스토밍을 통해 10 개의 HMW 질문 중 3 개의 가장 순위가 높은 HMW 질문을 선택하는 과정을 나타낸다.

## 4.2 문제 정의하기

### 4.2.1 공감지도

인터뷰 결과로부터 니즈와 인사이트, Point of View(POV)를 정의하기 위해 공감 지도 (Empathy Map)을 작성했다. 그림 1 은 모든 인터뷰로 제작된 하나의 공감지도이다.

### 4.2.2 POV 도출

공감지도로부터 얻은 타겟 사용자의 니즈와 관련된 인사이트를 엮어 다음과 같은 한 문장의 POV 를 도출했다.

POV: 심장 질환자는 자신의 상태에 대해 늘 불안하기 때문에 항상 자신의 상태에 대한 실시간 확인 기능이 필요하다.

### 4.3 아이디어 도출하기

정의된 POV 로부터 문제 해결에 필요한 아이디어의

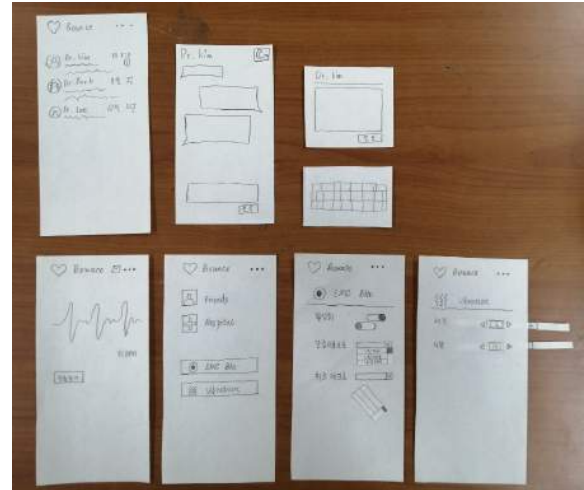


그림 4. 아이디어를 구체화하여 Low-fi 프로토타이핑으로 제작한 UI 페이지 프로토타입

방향성을 찾고자 How Might We (HMW) 브레인스토밍을 수행했다. 그 중 가장 순위가 높은 3 개의 HMW 질문을 선정했다. 각각의 가장 순위가 높은 HMW 에 대하여 해결 방법을 브레인스토밍했다. 여기서 3 개의 가장 순위가 높은 해결 방법을 선정했다. 가장 순위가 높은 HMW 3 개에 대한 가장 순위가 높은 해결 방법 3 개는 다음과 같다.

가장 순위가 높은 HMW 는 다음과 같다.

1. 어떻게 심전도 리딩을 쉽게 이해하도록 할까?
2. 어떻게 사용자의 근심을 해소할 수 있을까?
3. 편의를 위한 어떤 추가 기능을 제공할까?

가장 순위가 높은 해결 방법은 다음과 같다.

1. 심전도 데이터를 의사에게 전송하여 진료받을 수 있도록 한다.
2. 심전도 값을 자동으로 지정 병원이나 보건소로 전송한다.
3. 패드 부착 위치를 그림으로 설명한다.

### 4.4 프로토타이핑

난도별 태스크 2 개를 만든 후, 각 태스크를 수행할 수 있는 프로토타입을 제작했다. 첫 번째 태스크는 간단한 태스크로, 사용자가 애플리케이션을 이용해 원격 진료를 의뢰하여 진단 결과를 확인하는 것이다. 두 번째 태스크는 복잡한 태스크로 사용자가 애플리케이션을 조작할 수 없는 긴급 상황에서 웨어러블 디바이스 상에 외부 버튼을 이용해

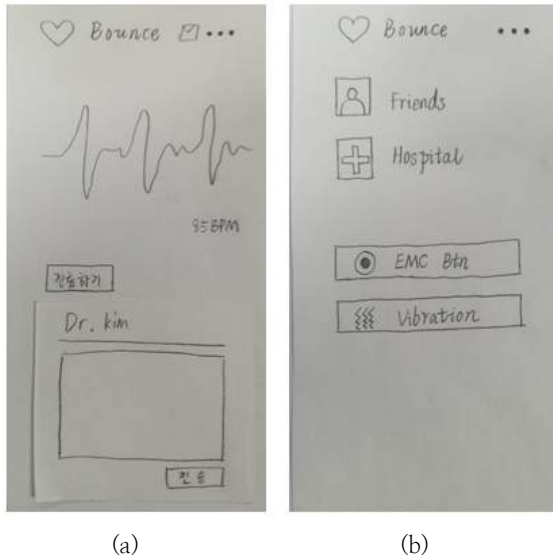


그림 5. 프로토타입의 주요 화면, 메시지 전송 기능을 담은 메인 화면 (a)와 외부 장치 및 기타 설정 진입 화면 (b)

애플리케이션이 제공하는 원격 진료 기능을 동작시켜 사용자 본인의 상황을 알리는 것이다. 프로토타입을 제작하기 위해 각각의 태스크 수행 과정을 담은 스토리보드를 작성했다.

#### 4.4.1 페이퍼 프로토타입 만들기

작성된 스토리보드를 기반으로 Low-fi 프로토타입을 제작했다. 태스크를 수행하기 위한 주요 화면은 그림 5 와 같다. 그림 5.(a)는 사용자가 메인 화면에서 진료하기 버튼을 이용해 특정 의사에게 메시지를 전송할 때의 화면이다. 사용자는 이 화면에서 첫 번째 태스크의 원격 진료를 의뢰할 수 있다. 그림 5.(b)는 외부 장치 및 기타 설정의 진입 화면이다. 조작 가능한 외부 장치는 응급 상황 요청을 위한 디바이스의 외부 버튼과 해당 애플리케이션의 메시지 답변이나 기타 동작을 위한 디바이스의 진동 모듈이다. 사용자는 이 화면에서 두 번째 태스크의 외부 버튼을 위한 설정을 할 수 있다.

#### 4.4.2 테스트

타겟 사용자인 심장 질환자 실험 참가자를 모집하여 제작한 Low-fi 프로토타입의 사용성을 평가했다. 실험에 적용된 태스크는 위에서 정의한 것과 같으며, 실험은 Wizard-of-Oz 기법으로 진행됐다 [11]. 시나리오에서 참가자의 상황과 궁극적으로 해야 하는 태스크의 목적 이외에는 실험 참가자에게 아무런 정보도 제공하지 않는다. 참가자로부터 받은 피드백은 다음과 같다.

기능은 충분하지만 설정 버튼들이 긴급용 버튼으로 느껴진다. (TP1)

메인 화면에 빈 공간이 많다. (TP2)

의사 초상화를 클릭하거나 하여 의사 정보를 얻고 싶다. (TP3)

기능은 잘 설계되어 있지만 “뒤로 가기” 같은 버튼이 없다. (TP4)

메인 화면 오른쪽 상단에 있는 설정 버튼의 모양은 사람들이 익숙하지 않다. (TP5)

### 5. 고찰

실험을 통해 얻은 연구 질문에 대한 답은 다음과 같다.

- 심장 질환자는 자신의 상태에 대해 늘 불안하기 때문에 항상 자신의 상태에 대한 실시간으로 확인하고 싶어한다.
- 심전도 분석은 전문가의 영역이므로, 환자가 언제든지 의사에게 심전도 데이터를 분석하도록 요청할 수 있도록 한다.

기존의 연구와 비교하여 본 연구가 강조하는 차별성은 타겟 사용자의 니즈를 고려한 디자인 방식을 채택했다는 데 있다. 심장 질환을 가진 사용자와 의료진과의 인터뷰를 종합하여 이들이 필요로 하는 심전도 모니터링 애플리케이션의 기능을 제공하기 위한 방식을 도출하고, Low-fi 프로토타입 고안 및 사용자 스터디를 진행한 것에 연구 동기 및 방향의 정당성이 있다고 생각된다. 본 연구에서 제시하는 디자인적 사고 방법론을 기반으로 심장 질환자가 애플리케이션을 통하여 자신의 상태에 대한 실시간 확인을 필요로 한다는 사실을 도출하고, HMW 브레인스토밍을 통해서 애플리케이션의 기능 및 UI 을 디자인한 것은 의미가 있다.

### 6. 결론

본 연구의 궁극적인 목적은 심장 질환자가 모바일 심전도 모니터링 과정에서 겪는 어려움과 니즈를 알아보고, 이에 대한 해결 방법을 제시하는 것이다. 다른 연구와 다르게 디자인적 사고를 통해 타겟 사용자인 심장 질환자와 의사와 공감하여 니즈를 파악함으로써 문제를 정의하고, 문제를 해결하기 위한 아이디어를 발전시켜 해결 방법을 제시한다. 첫 번째로 공감하기에서 전문가와 관련 인물과의 인터뷰를 진행했다. 인터뷰 결과를 공감지도로 나타내어 추론과 인사이트를 도출했다. 이를 통해 우리가 정의한 문제는 심장 질환자는 자신의 상태에

대해 늘 불안하기 때문에 항상 자신의 상태에 대한 실시간 확인 기능이 필요하다는 것이다. 이를 해결하기 위해 브레인스토밍을 수행하여 해결 방법을 도출하였다. 도출된 해결 방법은 외부 입출력 장치와 호환되는 심전도 원격 진료이다. 해결 방법을 Low-fi 프로토타이핑으로 제작하여 Wizard-of-Oz 기법을 통해 프로토타입 테스트를 진행했다.

## 7. 한계

본 연구가 갖는 첫 번째 한계점은 실제 환경에서의 테스트 결과가 없어 실용성을 검증할 수 없다는 점이다. 이는 후속 연구로 High-fi 프로토타입 구현을 통한 테스트 진행으로 검증할 수 있을 것이다. 또한, 두 번째 한계점은 제한적인 관찰이다. Wizard-of-Oz 방식으로 한 실험을 영상 등의 기록으로 남기지 않았기 때문에 관찰자가 한 명이라는 제한적 관찰이 발생했다. 이는 다음 연구에서 재수정이 필요해 보인다. 후속 연구로는 High-fi 프로토타입 구현하고, 다수의 다양한 인원에게 테스트를 받아 니즈를 파악하고, 이를 바탕으로 어떤 식으로 심전도 모니터링 애플리케이션을 설계할 것인지 디자인 가이드라인을 제시하는 것이 될 수 있을 것으로 예상된다.

## 사사의 글

이 논문은 중소벤처기업부가 지원한 '예비창업패키지 사업계획서 (비대면 분야)'의 재원으로 바운스의 지원을 받아 수행된 연구 결과입니다. [과제명: 예비창업패키지 사업계획서 (비대면 분야) / 과제고유번호: 10372137]. 또한 이 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었다 (No. 2020R1G1A1009133).

## 참고 문헌

1. 이인선, "심장질환(139만24명) 진료비 1조4천억, 방광염(165만16명) 892억 15.6배" 데일리메디팜 (2017.10.22)
2. "2025년 초고령사회 진입...40년 후엔 부양비 OECD중 최고" 뉴시스 (2019.3.28)
3. 김진환, and 노윤홍, 정도운. "심음을 이용한 실시간 심장 활동 상태 모니터링 시스템 구현." 융합신호처리학회 논문지 19.1 (2018): 14-19.
4. 최원준, and 김수동. "스마트밴드를 활용한 실시간 심장건강 모니터링 앱 설계 및 구현."

한국정보과학회 학술발표논문집 (2017): 418-420.

5. Byungkook Jeon, and Jundong Lee, Jaehong Choi, Design and Implementation of a Wearable ECG System, International Journal of Smart Home Vol. 7, 2013.
6. K. B. Jadhav and U. M. Chaskar, "Design and development of smart phone based ECG monitoring system," 2017 2nd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT), Bangalore, 2017.
7. 박철수, et al. 인공지능 기술을 활용한 사용자 상태 모니터링 데이터 분석. 방송과 미디어, 2020, 25.1: 67-74.
8. CHOI, Sang-Ki; LEE, Geo-Lyong. Heart rate monitoring and predictability of diabetes using ballistocardiogram (pilot study). *Journal of Digital Convergence*, 2020, 18.8: 231-242.
9. Kwon, M., Lee, J., Lee, W., & Jung, H. (2020, April). BYE-TAL: Designing a Smartphone App for Sustainable Self-Healthcare through Design Thinking Process. In Proceedings of the 2020 Symposium on Emerging Research from Asia and on Asian Contexts and Cultures (pp. 9-12).
10. Lee, J., Park, G., & Jung, H. (2019, June). SEEjang: Smart, Easy, and Economical Offline Shopping Assist App Development through a Design Thinking Proces (poster). In Proceedings of the 17th Annual International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services (pp. 602-603).
11. Hudson, Scott, et al. "Predicting human interruptibility with sensors: a Wizard of Oz feasibility study." Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. ACM, 2003.