

---

# 돌 형태의 휴대용 생체신호 측정 인터페이스의 경험적인 평가 및 분석

## An Empirical Evaluation of Stone-shaped Physiological Sensing Interface

최아영, Ah-Young Choi\*, 우운택, Woon-Tack Woo\*\*

---

**요약** 최근 센싱 인터페이스의 소형화 및 경량화, 휴대형 컴퓨팅 자원의 성능 증가, 근거리 무선 통신 기술의 발전과 함께 휴대할 수 있는 생체신호 측정 인터페이스의 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 기존의 생체신호 측정 장치는 다채널 센싱, 무선 통신을 지원하는 방법의 개발에 초점이 맞추어져 있었다. 본 논문에서는 미래형 홈 환경에서 일상적으로 사용자의 생체신호를 획득하기에 용이한 돌 형태의 휴대형 생체신호 측정 인터페이스를 제안하고 경험적인 평가 방법으로 분석한다. 제안한 돌 센싱 인터페이스는 센싱하는 동안 사용자에게 심미감과 편안함을 주는 동시에 센싱의 안정성 및 신뢰성을 보장하여 실용적으로 사용할 수 있도록 한다. 심미감과 센싱 편안함을 만족하기 위해 사용자 중심의 디자인 기법을 적용하여 반복적으로 사용성 테스트를 진행하고 구조를 구체화 하였다. 또한, 안정적으로 센싱을 하기 위해 실험을 통해 움직임과 잡음에 최소한의 영향을 받는 센싱 위치를 선정하고 이를 센싱 인터페이스에 적용하였다. 향후 제안된 생체신호 측정 인터페이스는 미래형 홈 환경에서 다양한 건강관리 모니터링 시스템에 유용하게 사용될 수 있다.

**Abstract** Recently researchers have studied mobile physiological sensing device. However, previous works focused on multiple and real time physiological sensing method, instead of aesthetic shape of sensing devices, sensing comfort during monitoring and sensing reliability against the hand motion artifact. In this work, we propose a stone shaped physiological sensing device to monitor the physiological status in a daily life which maximize the aesthetic feeling and sensing comfort and sensing reliability. We proposed stepwise user centered design process for user centric physiological sensing device and evaluated appropriate sensing positions against the hand motion artifacts and pressure from sensors. From the usability test and experiments, we verified the proposed sensing device provides the aesthetic appeals, sensing comfort and sensing reliability. We expect that this work can be applied in the various health care applications in near future.

**핵심어:** *Stone-shaped Physiological Sensing Device, Stepwise User-centered Design Process, Empirical Evaluation*

---

본 연구는 문화체육관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 문화콘텐츠기술연구소육성사업의 연구결과로 수행되었음.

\*주저자 : 광주과학기술원 정보통신공학과 박사과정 e-mail: achoi@gist.ac.kr

\*\*교신저자 : 광주과학기술원 정보통신공학과 교수 e-mail: wwoo@gist.ac.kr

## 1. 서론

건강한 삶에 대한 관심이 증가하면서 미래형 홈 환경에서 사용가능한 휴대형 생체신호 센싱 장치가 활발하게 연구되고 있다[1]. 사용자가 의식하지 않은 상태에서 생체 신호를 측정하기 위해 손잡이나 화장실 변기, 욕조 등에 센싱 인터페이스를 내장하여 건강상태를 측정하는 시스템에 대한 연구가 진행되었다[2]. 또한, 휴대형으로 손목시계 형, 장갑 형, 반지 형의 센싱 인터페이스도 개발되었다. 그러나 기존의 생체신호 센싱 장치는 초소형, 저전력의 컴퓨팅 환경에서 동작하며, 무선 통신을 지원하고, 동시에 다채널 생체 신호 획득 및 수집이 가능하게 하는 기술적인 측면에 초점이 맞추어져 있었다. 미래형 홈 환경에서 사용하기 위한 건강상태 측정 장치는 홈 환경과 잘 어울리면서 심미적 기능을 만족하며, 사용자가 장시간 모니터링 하는데 불편이 없어야 한다. 또한 기존의 센싱 장치는 제한적인 환경에서 센싱을 하도록 고안되어 있었으나 움직임이나 외부 노이즈의 영향을 적게 받으며 강건하고 안정적인 생체신호 센싱 방법 또한 필요하다.

기존의 휴대형 센싱 인터페이스는 다음과 같은 특징을 지닌다[3-9]. 기존의 손목시계 형 혹은 밴드 형 생체 신호 계측 센싱 인터페이스는 일상생활을 하는 동안 방해 없이 생체 신호를 계측할 수 있다는 장점이 있으나, 센싱 지점의 고정되어 어려워 움직임 등에 영향을 받는 단점을 가지고 있다. 센싱 지점의 고정화를 위해 탄력이 있는 소재의 밴드로 센싱 부위를 고정하는 방법이 주로 사용되고 있는데 장기간 착용하는 경우 센싱 지점에 무리가 생기는 단점이 있다. 또한 센싱 인터페이스의 무게로 인해 오랜 시간 사용을 하는 경우 사용자에게 무리를 주는 경우가 있다. 따라서 장기간 측정 시에도 사용자가 사용하기 편하며 안정적으로 측정이 될 수 있는 센싱 인터페이스의 개발이 필요하다.

본 논문에서는 미래형 홈 환경에서 일상적으로 사용자의 생체신호를 획득하기에 용이한 돌 형태의 휴대형 생체신호 측정 인터페이스를 제안하고 경험적인 평가 방법으로 분석한다. 돌 형태의 인터페이스는 이전 연구에서 개발한 것을 활용하였다[10]. 제안된 돌 형태의 센싱 인터페이스는 반복적인 사용자 조사를 통해 홈 환경에서 센싱 하기 편리한 형태로 디자인 되었으며, 심미적인 기능도 만족이 되도록 하였다. 또한 생체 신호 측정 시에 기존의 손목시계 형에 비해 움직임이나 센싱 압력에 안정적으로 측정이 될 수 있도록 센싱 인터페이스를 배치하여 장시간 사용하는 경우 안정적으로 측정이 가능하도록 하였다. 사용자의 경험적인 평가를 통해 손목시계 형 인터페이스를 대조군으로 하여 사용자가 느끼는 심미성에 대한 만족도, 편안함에 대한 만족도를 조사하여 제안한 센싱 인터페이스의 유용성을 확인하였다.

실용적인 차원과 유희적인 차원으로 사용자 경험 요소를 구체화하여 분석한 결과 돌 형태의 센싱 인터페이스의 경우

단순하고 사용하기 편한 디자인을 가지고 있어, 센싱 인터페이스라는 생각이 들지 않으면서 홈 환경에서 자연스럽게 사용할 수 있는 형태임을 확인할 수 있었다. 또한, 제안한 인터페이스는 장기적인 경우 보다는 단기적으로 측정을 하는 경우 사용자에게 만족감을 줄 수 있으며, 늘 착용하는 형태 보다는 필요한 순간에 측정을 하는 것이 유용한 홈 환경에서 적합한 센싱 방법임을 확인하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되었다. 2장에서는 사용자 중심의 휴대형 생체 신호 센싱 인터페이스 디자인 및 센싱 인터페이스 구성 방법에 대해서 소개한다. 3장에서는 제안한 돌 센싱 인터페이스의 구현된 내용에 대해서 기술하였으며, 4장에서는 실험을 통해 제안된 돌 센싱 인터페이스가 심미성, 편리성 및 안정성을 만족하는지 살펴보았다. 마지막으로 5장에서는 결론을 내리고 향후 과제에 대해서 소개한다.

## 2. 돌 형태의 생체 신호 측정 인터페이스

### 2.1 사용자 중심의 인터페이스 외형 디자인

센싱 인터페이스를 구상하기 위해 [그림 1]과 같이 사용자 중심적인 휴대형 생체 신호 센싱 인터페이스 디자인 방법을 적용하였다[11]. 반복적인 사용성 테스트를 통해 단계 별로 사용자의 의견을 적용하여 디자인을 구체화 하였다. 첫 번째 사용자 조사를 통해서 잡는 형태와 방법을 구체화 하고 2차 조사에서는 버튼과 센싱 지점, 전원부 등을 구상하였다. 마지막으로 사이즈와 전체적인 색을 결정하여 디자인 하였다.

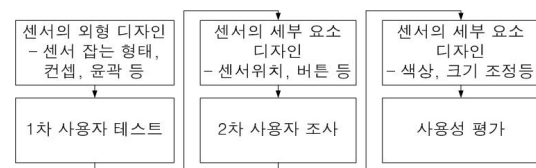


그림 1. 사용자 중심의 반복적 디자인 프로세스

1차 조사에서는 휴대형 생체 신호 측정 센싱 인터페이스의 범위를 손에 쥌 수 있는 형태로 제한하여 기존에 출시되어 있는 휴대형 제품의 외형을 분석하였다. 분석 방법은 포지셔닝 맵을 사용하여 제품의 외형적 측면과 색상 측면에 대한 분석을 하였다. 본 논문에서는 사용자에게 가장 친밀감 및 편안함을 주는 제품군인 따뜻하고 부드러운 느낌의 외형과 색상을 지닌 제품군을 선택하였으며, 포지셔닝 맵의 기초 조사를 기반으로 전체적인 컨셉을 잡았다. 전체적인 외형을 만들기 위해서 1차 사용자 조사를 통해 잡는 형태를 구체화 하였다. 다양한 잡는 형태의 모습을 조사한 뒤 두 축으로 각 잡는 형태를 구분하였다. 센싱의 안정성을 확보하기 위한 요소로 센싱 인터페이스와 접촉되는 센싱 인터페이스 면적을 한 축으로 두었고, 센싱 장치의 휴대성을 다른 한 축으로 두

었다. 두 요소를 가장 적절하게 반영하는 센싱 인터페이스 외형을 선택하였다. 다음으로 센싱 인터페이스의 위치, 버튼의 형태를 구체화 하였다. 생체 신호의 안정적인 센싱을 위해서는 센싱 인터페이스의 위치가 중요하다. 실험을 통해 움직임과 압력에 영향이 적은 센싱 인터페이스 위치를 선택하여 적용하였다. 또한 다양한 사용자가 사용할 수 있도록 센싱 인터페이스를 배치할 때 손의 크기 및 손가락 길이의 제약이 가장 적은 지점을 선택하였다.

초벌 프로토타이핑이 된 센싱 인터페이스를 이용하여 사용자에게 2차 조사를 실시하였다. 2차 조사에서는 제안된 측정 센싱 인터페이스의 심미적인 측면, 사용성 측면과 센싱의 안정성 및 정확성 측면에서 제안된 센싱 인터페이스가 어느 정도 유용한지 주관적인 사용자 의견을 수집하였다. 분석 결과 실제 홈 환경에서 활용하기 위한 요구사항을 크게 심미적, 사용성, 센싱 안정성 측면에서 도출하였다. 심미적인 측면에서는 센싱 인터페이스라는 느낌이 들지 않게 측정이 가능했으면 좋겠다는 의견이 있었다. 사용성 측면에서는 장기간 사용을 위해서는 제품의 재질이 가벼운 재질로 구성되어야 하며, 땀에 영향을 받지 않도록 표면이 구성되어야 한다는 요구사항이 있었다. 또한 동작여부를 알려주는 LED가 필요하며, 사용자가 직관적으로 센싱 인터페이스를 잡고 센싱할 수 있도록 디자인이 되었으면 좋겠다는 의견이 있었다. 센싱의 안정성 측면에서는 센싱하는 부분에 이물감이 없도록 하기 위해서 센싱 인터페이스 돌출 정도를 완만하게 설계해야 하며, 안정적인 센싱을 위해 손가락보다는 손바닥 부위를 사용하는 것으로 요구사항이 수집되었다. 수집된 요구사항을 기반으로 하여 센싱 인터페이스의 외형을 구성하였다. 수집된 사용자 요구사항은 [표 1]과 같다.

표 1. 휴대용 생체 신호 센싱 인터페이스 디자인 요구사항 분석

문제점	요구사항
시간이 지날수록 무거움	가벼운 재질의 제품으로 구성
장기간 센싱을 하는 경우 손에 땀으로 인해 센싱이 어려움	땀에 영향을 받지 않는 방수 재질 표면 구성
센싱 위치가 튀어나와 센싱하는 동안 불편함을 느낌	센서 돌출 정도를 완만하게 설계
장기간 손가락에 붙은 센서를 유지하기가 어려움	손가락 보다는 손바닥 등의 접촉면이 넓은 부분을 활용
사용자에 따라 손의 모양이 달라 길이를 조절이 필요함	사용자 간 차이가 적은 위치에 센서가 놓이도록 해야 함
배터리를 끼고 빼는데 불편함이 없어야 함	센싱 인터페이스의 뒷면에 배터리 탈착이 가능하도록 설계
센싱이 진행중인지 아닌지 사용자가 알기 어려움	LED를 이용하여 전원부, 통신부의 상태를 나타냄
스위치를 켜고 끄는데 어려움	잡는 동안만 센싱이 가능
사용자가 직관적으로 센싱 인터페이스를 사용하는 방법을 알았으면 함	센서 주변에 굴곡을 주는 장식을 통해 직관적으로 인지하게 함
센싱 위치를 고정하는 것이 어려움	가장 움직임이 적은 위치에 센싱 인터페이스를 배치함
센싱장비라는 생각이 들지 않게 보기에도 아름다웠으면 좋겠음	돌에 메타포를 얻어 생체 신호센싱 인터페이스를 디자인 함

## 2.2 다채널 생체 신호 측정 인터페이스 설계

생체 신호 측정 센싱 인터페이스는 피부전도도, 맥파, 체온을 동시에 측정하고 블루투스로 통신을 하여 블루투스가 내장된 휴대용 장치를 통해 신호를 획득 및 처리가 가능하도록 설계되었다. 피부전도도 측정을 위해 제안한 센싱 인터페이스에서는 Ag-AgCl전극을 활용하였다. 맥파의 경우 작고 가벼운 광전관식 혈류 센서를 이용하여 휴대용으로 사용이 가능하도록 하였다. 체온 센서의 경우 센서 변화가 온도 변화에 민감한 센서를 적용하였다. 생체 신호 획득을 위한 하드웨어는 다음 [그림 2]와 같이 구성되어 있다.

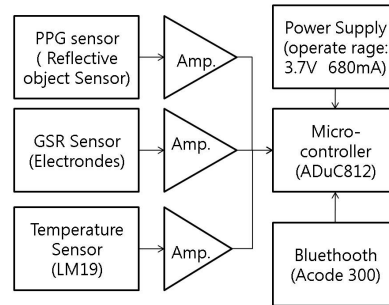


그림 2. 돌 형태의 생체 신호 센싱 인터페이스 구성도

신호 전송 및 획득의 통신 포맷은 3가지 신호를 순차적으로 보내기 위한 방안으로 구성되었다. 통신 포맷은 CR(Carriage Return), GSR H/GSR L, PULS H/ PULS L, TEMP H/TEMP L로 구성되어 있으며 단위는 니블이다. CR 니블은 초기 통신 시작을 알리는 비트이며 본 논문에서는 0x0D를 CR 비트로 사용하였다. GSR H에서 데이터 전송은 상위 니블은 ADC의 채널, 하위 니블은 ADC의 12bit 중 상위 4bit를 나타낸다. 따라서 전송되는 데이터 포맷은 0x2X 과 같다. GSR L은 ADC의 12bit 중 하위 8bit를 나타내며 데이터 표현을 위한 나머지 부분을 포함한다. 데이터는 총 12bit로 표현이 된다. 각 신호는 각 니블의 상위 4bit 값을 보고 확인할 수 있으며, 본 센싱 인터페이스에서는 임의로 2, 3, 4로 설정하였다. Sampling rate은 Nyquist 샘플링 이론에 따라 100Hz로 상정하였다. 센싱 인터페이스로부터 정보 획득 후 블루투스로 연결된 처리단에서는 신호를 획득, 필터링, 특징 추출의 단계를 거쳐 생체 신호 분석을 진행한다.

센싱 인터페이스의 안정성을 지원하기 위해 본 논문에서는 센싱 방법에 따른 차이와 센싱 지점에 따른 차이를 실험을 통하여 결정한다. 센싱 인터페이스의 특성상 맥파를 측정하는 광전식 혈류 측정기는 손끝 혹은 귓볼 등의 영역에서 신호가 수집이 되는 특성이 있으며 움직임이나 압력에 따라 변화가 크다[12]. 따라서 본 논문에서는 움직임, 압력에 따른 변화가 적으며, 남녀노소 다양한 사용자에게 적용이 가능

한 센싱 위치를 실험을 통해 선정하였다. 피부전도도와 체온의 경우 움직임에 따라 센싱 부착 부위가 안정적으로 측정되도록 하는 부위를 선정하였다.

### 3. 구현 결과

사용자 중심적인 디자인을 통해 다음 [그림 3]과 같은 4가지 타입의 센싱 인터페이스의 형태를 도출하였다. 손에 쥐거나 잡을 수 있는 형태는 크게 마우스 형태, 바 형태, 조이스틱 형태, 돌 센싱 인터페이스 형태 등이 있으며, 센싱 장비와 손과의 접촉 면적과 휴대성에 초점을 두어 각 형태 별로 분류하였다. [형태 1]은 마우스 형태로 바닥에 센싱 인터페이스를 두고 사용할 수 있는 형태이다. 손 전체로 센싱 인터페이스를 잡을 수 있게 디자인 하였다. [형태 2]는 변형된 조이스틱 형태로 엄지의 위치를 위쪽에 배치하였다. [형태 3]은 돌 형태의 센싱 인터페이스로 디자인 하였으며 정면에 엄지를 배치하도록 하였다. [형태 4]는 막대기 형태로 잡을 수 있는 것에 초점을 맞추어 프로토타이핑 하였다.

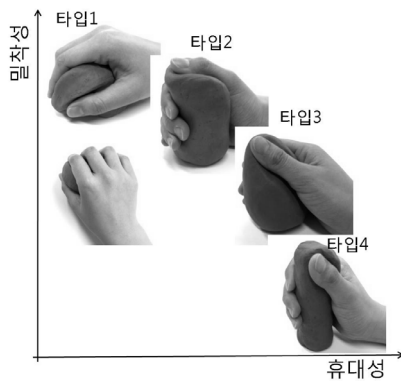


그림 3. 외형 디자인을 위한 평가 요소

[그림 3]에서 도출한 타입들을 통해서도 2차 사용성 평가를 통해 센싱에 적합한 타입을 선정하였다. 조사 대상자로는 20~30대 남녀 각 10명을 조사하였다. 각 형태에 대한 사용성 테스트 결과 심미적인 기능과 개념적인 측면을 만족하는 디자인으로 [형태 2]와 [3]을 다수의 사용자가 선호하였고, 그중에서 형태가 일관된 메타포를 지닐 수 있는 3번 디자인을 선택하였다. 사용자 조사를 통해 심미적인 측면, 사용적 측면에서 고려해야 할 사항을 도출하였다. 디자인을 프로토타이핑 하기 위하여 캐드 프로그램을 통해 도면을 작성한 뒤 모델링 하였다.

최종적으로 제작된 센싱 인터페이스의 모형은 [그림 4]와 같다. 전체적으로 돌 센싱 인터페이스의 컨셉에 맞추어 돌 형상으로 제작이 되었다. 센싱 인터페이스의 전체적인 형태뿐 아

니라 센싱을 하는 부분도 원형으로 만들어 최대한 곡선의 이미지를 살려 디자인 하였다. 센싱 인터페이스 하드웨어는 맥파를 측정하기 위한 PPG(Photo Plethysmo Graphy)센서, 피부 전도도를 측정하기 위해 2개의 전극을 갖는 센서, 체온을 측정하기 위해 체온 측정 센서를 사용하였다. 시스템의 샘플링 레이트는 100Hz이며, 인터페이스 사양은 블루투스 v1.1, 19200bps의 속도로 무선으로 생체 신호 처리단에 전송된다.



그림 4. 돌 형태의 생체 신호 측정 인터페이스 구현 결과

### 4. 실험 및 분석

생체 신호 계측 센싱 인터페이스를 실험하기 위해 아래와 같은 환경에서 실험을 실시하였다. 센싱 인터페이스는 두 가지 종류의 센싱 인터페이스를 이용하여 제안한 돌 형태의 생체 신호 계측 센싱 인터페이스의 유용성을 관찰하였다. 비교 대상으로 손목시계 형 센싱 인터페이스를 [그림 6]과 같이 사용하였다. 피험자는 총 12명 중 여성 7명, 남성 5명으로 구성이 되었으며, 학문적인 배경은 공학 관련 분야 사람이 6명, 디자인 관련 분야 3명, 학문적인 배경이 없는 3명으로 구성이 되었다. 피험자의 평균 나이는 34.5세이다. 실험으로는 제안된 센싱 인터페이스가 사용자에게 어느 정도의 만족감과 심미감, 편안함을 주는지 실용적인 차원과 유효적인 차원에서 분석하였으며, 센싱하고 사용하기에 편안하고 이물감이 없는지를 측정 시간을 달리하여 조사하였다. 실험 절차는 다음과 같다. 피험자의 개인 신상 정보와 기본적인 정보를 사용하여 초기 조사를 진행하였다. 이 단계에서 평소 손목시계를 사용하는지 등을 조사하여, 제안한 센싱 방법의 친숙한 정도를 확인하였다. 또한 사용자의 학문적인 배경과 나이, 성별 등을 조사하였다.



손목시계형(착용형)

들형(휴대형)

그림 5. 사용자의 경험적 평가에 활용된 센싱 인터페이스

첫 번째 사용자의 경험적 평가로 센싱 인터페이스의 외형에 대한 심미적인 만족도를 평가 하였다. 사용자에게 생체신호 계측용 센싱 인터페이스를 사용하기 전에 눈으로 보고 제안된 센싱 인터페이스와 다른 센싱 인터페이스 군을 비교하며 심미적인 느낌에 대한 만족도를 1~5의 값으로 나타내도록 하였다. 1은 가장 만족도가 떨어지는 경우를 나타내며, 5는 가장 만족을 하는 경우를 나타낸다. 실험 결과 둘 형태의 측정 인터페이스의 평균 만족도는 3.83으로 손목시계 형 센싱 인터페이스에 비해 높은 만족도를 나타내었다. ANOVA 적용 결과 각 센싱 인터페이스 간 만족도는 유의미한 차이가 있었음을 확인할 수 있었다( $p=0.039 < 0.05$ ).

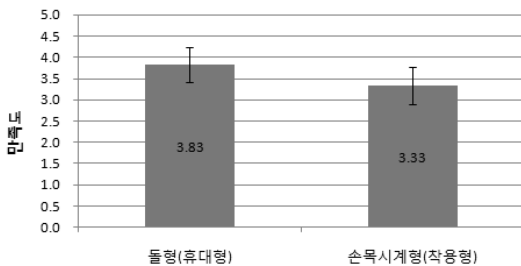


그림 6. 타입별 생체신호 측정 센싱 인터페이스에 따른 12명의 피험자의 평균 만족도(1: 매우 나쁨, 5: 매우 좋음)

위에서 조사한 타입별 심미적인 만족도를 세분화 하여 분석하기 위해, 1명의 사용자를 대상으로 Hassenzahl 등이 제안한 실용적인 차원과 유희적인 차원으로 사용자 경험 요소를 구체화한 방법을 적용하였다[13]. 조사에 사용된 경험적인 평가 척도는 실용적인 차원에서 이해성(Comprehensible), 단순성(Simple), 신뢰성(Trustworthy), 친근성(Familiar)를 적용하였고, 유희적인 차원에서 독창성(Original), 심미성(Aesthetic), 동기성(Motivating)을 적용하였다. 만족도의 크기는 1~7까지로 세분화하였으며, 반대되는 말을 설문지의 양 극단에 배치하여 만족도를 구하는 방법을 적용하였다.

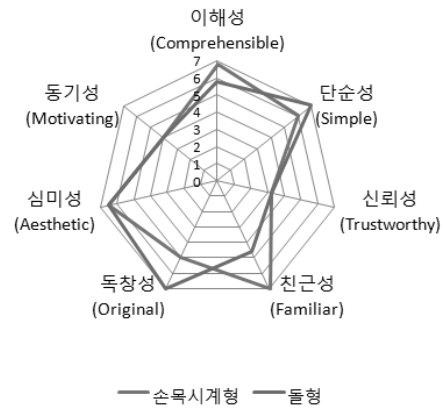


그림 7. 센싱 인터페이스 타입에 따른 실용적, 유희적 측면의 한 사용자의 경험 평가 예시(1: 매우 나쁨, 7: 매우 좋음)

센싱 인터페이스의 타입에 따른 실용적, 유희적 차원에서 분석은 [그림 7]과 같다. 착용이 가능한 손목시계 형 센싱 인터페이스의 경우에는 기존에 사용자가 사용하던 인터페이스를 따르고 있으므로, 사용자의 이해를 돕기 쉬웠으며 친근하게 활용할 수 있는 장점이 있음을 확인할 수 있었다. 휴대가 가능한 들 형태의 센싱 인터페이스의 경우 독창적인 측면과 단순한 측면에서 손목시계 형 보다 높은 만족도를 나타냄을 확인할 수 있었다. 두 가지 센싱 인터페이스가 센싱을 하는 동안 사용자에게 주는 전반적인 만족감에는 큰 차이가 없음을 확인할 수 있었고, 이 사용자의 경우에는 심미적인 측면에서도 큰 차이가 없음을 확인할 수 있었다.

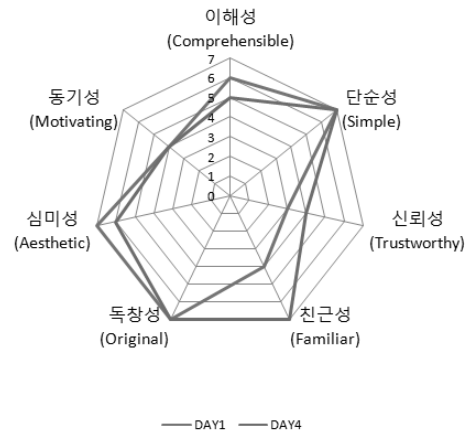


그림 8. 들형(휴대형) 센싱 방법의 시간에 따른 실용적, 유희적 측면의 한 피험자의 경험 평가 예시(1: 매우 나쁨, 7: 매우 좋음)

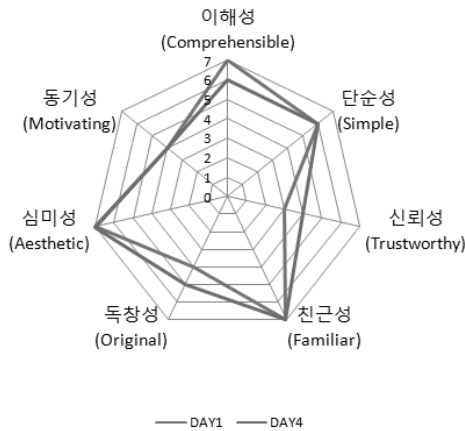


그림 9. 손목시계 형(착용형) 센싱 방법의 시간에 따른 실용적, 유희적 측면의 한 피험자의 경험 평가 예시 (1: 매우 나쁨, 7: 매우 좋음)

다음으로 각 센싱 인터페이스의 시간에 따른 만족도 변화를 [그림 8], [그림 9]과 같이 분석하였다. 지각된 심미성이 경험의 기간에 영향을 미친다는 김소령 등의 연구를 토대로 시간의 변화에 따른 심미적, 실용적 만족도를 조사하였다 [14]. 둘 형태의 센싱 인터페이스 경우에는 시간이 흐를수록 친근성과 신뢰성이 증가함을 확인할 수 있으며, 사용 후 인터페이스가 익숙해짐에 따라 심미성과 이해성의 정도가 감소됨을 확인할 수 있었다. 또한, 손목시계 형 인터페이스의 경우 시간이 흐를수록 이해성의 정도가 감소하였으며, 신뢰성의 정도가 증가함을 확인할 수 있었다. 실험을 통해 실용적인 차원과 유희적인 차원으로 사용자 경험 요소를 구체화하여 분석한 결과 돌형 인터페이스의 경우 단순하고 사용하기 편한 디자인을 가지고 있어, 센싱 인터페이스라는 생각이 들지 않으면서 홈 환경에서 자연스럽게 사용할 수 있는 형태임을 확인할 수 있었다. 또한, Hassenzahl 등의 연구에서 실용적인 차원과 유희적인 차원에서 단순성(Simple)과 독창성(Original)은 음의 상관관계를 갖는다고 하였는데, 본 연구에서는 양의 값을 나타내고 있다[13]. 즉, 소프트웨어 프로그램과 달리 센싱 인터페이스의 경우에는 단순하면서 독창적인 요건이 충족 될 수 있으므로, 센싱 인터페이스 디자인에 적합한 판단 기준이 필요함을 확인할 수 있었다.

두 번째 사용자 실험으로 센싱 인터페이스를 단기, 장기 사용했을 때 센싱 인터페이스 종류에 따른 센싱 이물감과 편안함에 대한 만족도 조사를 하였다. 실험에서 장기는 1분간의 센싱을 의미하며, 단기는 5분간의 센싱을 의미한다. [그림 10]과 같이 센싱 인터페이스를 잡았을 때 느끼는 편안함의 정도는 돌형의 센싱 인터페이스가 상대적으로 높게 측정이 되었다. 시간이 흐를수록 상대적으로 센싱 편안함은 감소하였으나, 손목시계 형은 시간이 지나도 만족도에 큰 차이가 없음을 확인할 수 있었다. 장시간, 오랜 기간 동안 센서를 사용하는 경우, [그림 8]와 같이 시간이 흐를수록 심미적인 만족도가

떨어짐을 확인할 수 있었고, 이와 함께 센싱의 편안함에 대한 만족도도 함께 떨어짐을 확인할 수 있었다. 만일 손목시계 형 센싱 인터페이스의 경우와 같이 심미적인 기능이 시간의 흐름에 따라 유지가 되면, 사용자의 만족도도 어느 정도 유지가 되었다. 김소령 등의 연구 결과에서도 심미성이 사용기간이 늘어날수록 유용성과 사용 편의성에 미치는 영향이 감소하다고 분석 한 것과 동일한 맥락에서 해석할 수 있다[14].

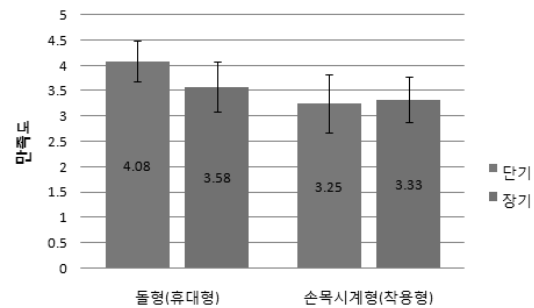


그림 10. 사용기간에 따른 센싱 편안함에 대한 피험자의 평균 만족도(1: 매우 나쁨, 5: 매우 좋음)

센싱 이물감은 센싱하는 위치에서 센싱 인터페이스가 있다는 느낌을 받는지, 느낌을 받는다면 그 느낌이 싫지는 않은지 등에 관련한 사항을 [그림 11]와 같이 조사하였다. 손목시계 형의 경우에는 다른 센싱 인터페이스 형태에 비해 사용자에게 대한 만족도가 낮았으며 시간이 오래 지날수록 만족도는 증가 하였으나 만족도의 절대 값은 큰 변화가 없었다.

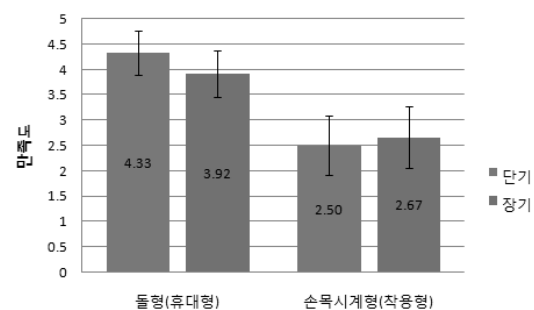


그림 11. 시간에 따른 센싱 이물감에 대한 피험자의 평균 만족도 (1: 매우 나쁨, 5: 매우 좋음)

두 번째 실험을 통해 장기보다는 단기적으로 둘 형태의 센싱 인터페이스를 활용하는 경우가 유용함을 확인할 수 있었다. 이러한 특징을 통해 착용형이 유리한 이동형 환경보다 필요한 순간에 측정을 하는 것이 유용한 홈 환경에서 생체신호를 모니터링을 하는 경우 적합한 센싱 방법을 제공함을 확인할 수 있었다.

## 6. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 미래형 홈 환경에서 사용하기 위한 돌 형태의 휴대형 생체 신호 계측 센싱 인터페이스의 사용자 경험을 실용적인 측면과 유희적인 측면에서 분석하였다. 최근의 제품 개발에서도 요구하고 있는 것과 같이, 생체 신호 센싱 인터페이스에도 감성적인 디자인 및 센싱 방법이 요구되고 있으며, 이를 위하여 돌 형태의 센싱 인터페이스가 실용적이면서 유희적인 기능을 만족할 수 있는 센싱 인터페이스임을 실험을 통해 확인할 수 있었다. 추후 연구로는 미래형 홈 환경에서 활용 가능한 어플리케이션을 통해 제안한 센싱 인터페이스가 유용함을 보일 것이다. 또한 경험적인 평가를 일반화하기 위해 다수의 사용자를 토대로 분석하고, 사용자 간 만족감을 느끼는 인지의 정도가 다른 점 등을 고려하기 위한 방안을 고려할 것이다. 이를 바탕으로 실험적인 평가에서 만족도로 추출된 각 요소간의 연관관계를 분석하여 센싱 인터페이스 디자인에 고려가 되어야 하는 요소들을 도출할 것이다.

## 참고문헌

[1] Korhonen, I. Parkka, J. and Van Gils, M. (2003). Health monitoring in the home of the future. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, Vol. 22, No. 3, pp.66-73.

[2] Tamura, T. Togawa, T. Ogawa, M. and Yoda, M. Fully automated health monitoring system in the home. *Med. Eng. Phys.*, Vol.20, No.8, pp. 573-579. 1998.

[3] Kao, W. C. Chen, W. H. Yu, C. K. Hong, C. M. and Lin, S. Y. (2005). Portable Real-Time Homecare System Design with Digital Camera Platform. *IEEE Trans. Consumer Electron.*, Vol. 51, No.4, pp. 1035-1041.

[4] Ryoo D. and Bae, C. (2007). Design of The Wearable Gadgets for Life-Log Services based on UTC. *IEEE Trans. Consumer Electron.*, Vol. 53, No. 4, pp. 1477-1482.

[5] R. Matthews, McDonald, N. Hervieux, P. Turner, P. and M. Steindorf. (2007). A Wearable Physiological Sensor Suite for Unobtrusive Monitoring of Physiological and Cognitive State. In *Proc. of IEEE EMBS 2007*, pp.5276-5281.

[6] Picard R. W. and Scheirer, J. (2001). The Galvactivator: a glove that senses and communicates skin conductivity. In *Proc. of the 9th International Conference on Human-Computer Interaction*.

[7] Rhee, S. Yang, Boo, and Asada, H. (2001). Artifact-Resistant Power-Efficient Design of Finger-Ring Plethysmographic Sensors. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, Vol. 48, No. 7, pp.795-805.

[8] Anliker, U. Ward, J. A. Lukowicz, P. Troster, G.

Dolveck, F. Baer, M. Keita, F. et al.. (2004). AMON: A Wearable Multiparameter Medical Monitoring and Alert System. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, Vol. 8, No. 4, pp. 415-427.

[9] Sung, M. and Marci, C. (2005). Wearable feedback systems for rehabilitation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, Vol. 2, No. 17.

[10] 최아영, 박고은, 우운택 (2008). BioPebble: 개인화된 해석을 지원하는 돌타입 휴대용 생체 신호 측정 센서. *Proc. of KHCI2008*, 1권, pp.13-18.

[11] Norman, D. A. and Draper, S. W. eds., (1986). *User Centered System Design*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N.J..

[12] Hayes, M. J. and Smith, P. R. (1998). Artifact reduction in photoplethysmography. *APPLIED OPTICS*, Vol. 37, No. 31, pp.7437-7446.

[13] Hassenzahl, M. Platz, A. Burmester, M. K. Lehner. (2000). Hedonic and Ergonomic Quality Aspects Determine a Software's Appeal. *CHI Letters* 2, 1, pp. 201-208.

[14] 김소령, 김지현, 이인성, 김진우 (2009). What is beautiful is usable이 항상 유지되는 것인가?: 심미성이 사용자 경험요소에 미치는 영향에서 사용기간의 조절효과에 대한 실증적 연구. *Proc. of KHCI2009*, 1권, pp.776-784.



**최아영**

2000년 3월~2004년 2월 이화여자 대학교 정보통신학과 졸업(공학사). 2004년 9월~2005년 8월 광주과학기술원 정보통신공학과 졸업(공학석사). 2005년 9월~현재 광주과학기술원 박사과정.

관심분야는 생체 신호 처리 및 해석, 착용형 컴퓨팅, 맥락 인식, 감정인식, 인간-컴퓨터 상호작용임.



**우운택**

1985년 3월~1989년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1989년 3월~1991년 2월 포항공과대학교 전기전자공학과 졸업(공학석사). 1991년~1992년 삼성종합기술원 연구원. 1993

년~1998년 Univ. of Southern California(USC) Electrical Engineering- Systems전공(공학박사). 1999년~2001년 ATR MIC Lab, 초빙 연구원. 2001년~현재 광주과학기술원 정보통신공학과 교수. 관심분야는 3D 컴퓨터 비전, 증강/혼합현실, 인간-컴퓨터 상호작용, 감정인식, 맥락인식 컴퓨팅, 유비쿼터스 컴퓨팅 등임.