

○스마트 임신부복 (Lily Kickee):  
태아의 태동을 감지하여 시각적으로 보여주는 웨어러블 장치  
Smart Maternity Wear (Lily Kickee):  
A Wearable Device Sensing and Visualizing Fetal Movements

**전 빈**

**Jeon Been**

성균관대학교 휴먼 ICT 융합학과  
Dept. of Human ICT  
Convergence,  
Sungkyunkwan Univ.  
wjsqsl208@skku.edu

**박상후**

**Park Sanghoo**

성균관대학교 휴먼 ICT 융합학과  
Dept. of Human ICT  
Convergence,  
Sungkyunkwan Univ.  
jjansuni82@skku.edu

**조재원**

**Cho Jaewon**

성균관대학교 휴먼 ICT 융합학과  
Dept. of Human ICT  
Convergence,  
Sungkyunkwan Univ.  
ina0914@skku.edu

**배병철**

**Bae Byung-chull**

성균관대학교 인터랙션사이언스학과  
Dept. of Interaction Science,  
Sungkyunkwan Univ.  
byungchull@gmail.com

**조준동**

**Cho Jun-dong**

성균관대학교 휴먼 ICT 융합학과  
Dept. of Human ICT Convergence,  
Sungkyunkwan Univ.  
jdcho07@gmail.com

**요약문**

본 연구는 스마트 임신부복으로써 태아의 태동을 감지하여 시각적으로 보여주는 웨어러블 컴퓨터를 제작하고 사용자 평가까지 함을 목적으로 한다. 프로토타입 제작에 앞서 사전조사를 하였고, 그 결과를 토대로 태동을 알려주는 직관적인 모습을 태아의 발자국 모양으로 형상화하였다. 릴리패드 아두이노, 전도성 실, 압력센서 그리고 다양한 LED 를 사용하여 프로토타입을 제작하고 그 이후 사용자 평가를 진행하였다. 50 명을 대상으로 만족감, 착용감, 실용성, 직관성 그리고 공감 정도 평가를 한 결과, 스마트 임신부복을 착용한 후 태아와의 공감 정도가 높아졌다는 점에서 본 연구는 의의가 있다.

**ABSTRACT**

This study purposed to develop smart maternity wear, which is a wearable computer that senses and visualize fetal movements, and to evaluate its usability. Before making the prototype, we

conducted a preliminary survey and, based on the results, visualized fetal movements intuitively in the form of fetal footprint. The prototype was built with Lilypad Arduino, conductive thread, pressure sensor, and various LED's, and then its usability was tested. When satisfaction, fitness, practicality, intuitiveness, and sympathy were evaluated with 50 participants, the use of the smart maternity wear was found to enhance the level of empathy and increase communication among the family members.

**주제어**

스마트 임신부복, 태동, 웨어러블 장치, 릴리패드 아두이노

**서론**

2014 년도에 개봉한 영화 her[1]를 살펴보면, 인간의 삶의 곳곳에 자연스럽게 침투한 웨어러블 컴퓨터의 모습을

보여주고 있다. 영화에서는 딱딱한 디지털 형식의 컴퓨터 OS 가 아닌, 감성적이고 아날로그적인 모습으로 표현되고 있다. 현재 시중에서 많이 개발되고 있는 웨어러블 컴퓨터를 보면, 사용자에게 단순한 데이터를 집약하여 보여주거나, 약간의 생활패턴의 변화를 보여주는 형식으로 개발되고 있는 추세임을 고려하여, 본 연구에서는 데이터 중심의 웨어러블 컴퓨터가 아닌, 사용자에게 감동과 정서교감을 줄 수 있는 디바이스를 개발하고자 하였다. 따라서 사람이 태어나기 전 태아단계에서 산모와 태아와의 첫 번째 교감(Interaction)이라고 할 수 있는 태동을 산모를 비롯하여 그 주변 사람들도 모두 함께 느낄 수 있도록 시각화하여 표현해주는 스마트 의상을 제작하게 되었다.

본 연구에서는 먼저 관련연구로서 태동과 웨어러블 컴퓨터 그리고 릴리패드 아두이노에 대하여 서술하고, 프로토타입 제작과정에 앞선 사전조사 결과를 분석하여, 이를 반영한 프로토타입 제작 및 사용자성 평가 결과 분석을 바탕으로 향후 연구에 대한 방향을 설정하고자 한다.

## 관련 연구

### 태동(Fetal movement)

태동과 관련한 논문을 살펴보면, 일반적으로 태동은 자궁 내 태아의 움직임에 지칭하는 말로, 조음파 상 임신 7~8 주경부터 관찰되며 임신부는 보통 18~20 주부터 태동을 감지할 수 있으며, 태동은 태아 생존의 신호이자 태아의 안녕을 반영하는 것으로 간주됨을 알 수 있다 [2]. 빠르면 임신 7 주부터 태동은 시작되어, 임신 20~30 주가 되면 전체적인 태아의 움직임이 체계화되면서 휴지기-활동기의 주기를 보이게 되며, 이 후 임신 36 주경까지 점점 성숙하게 된다 [3,4]. 이 시기에 산모는 태아 운동의 80~85%를 감지하고 운동 종류의 변화도 감지할 수 있다 [5]. 산모가 태동을 인식하여 기록하는 검사방법이 태아상태를 어느 정도 평가할 수 있는 좋은 검사방법 중 하나라고 알려져 있다 [6]. 많은 연구에서 태동의 기록은 사산을 유의하게 감소시킨다고 하였으며 [7], 산모가 인지하는 태동이 감소하면 임신의 결과가 좋지 않고, 심각한 산전 합병증과 사망률의 위험이 증가 된다고 알려져 있다 [8]. 반면, 태동은 산모와 태아간의 의사소통 형성의 기초가 되므로 [9], 임신 중 태동을 인지하는 것은 산전과 산후 애착행위 모두에 긍정적인 관련이 있다 [10].

### 웨어러블 컴퓨터

웨어러블 컴퓨터에 관한 본격적인 연구를 시작한 스티브 맨(Steve Mann)은 웨어러블 컴퓨터를 “사용자의 사적 공간에 위치한 장비로서, 걷거나 다른 활동을 하면서도 언제나 접근해 명령과 실행을 할 수 있는 컴퓨터”라고 정의 내렸다 [11]. 기술과 인간의 교집합에 위치한 웨어러블 컴퓨터는 입력된 정보에 대해 사용자 맥락에 상응하는 처리 결과를 선보임으로써 상호작용을 이어나갈 수 있도록 하고, 이동성, 휴대성을 바탕으로 군사 [12], 산업[13]과 같은 극한 상황에서도 직관적인 정보 처리가 가능하게 하며, 나아가 입출력 장치의 소형화, 다양화로 인해 웨어러블 컴퓨터 기술과 패션[14]의 만남이 이뤄질 수 있어, 일상생활 속 교류 및 인간간의 상호 작용성을 강화할 수 있다 [15].

이러한 웨어러블 컴퓨터의 특성을 입산부복으로 도입하게 된다면, 상호작용적인 기능을 수행하여 실시간으로 태동을 주변사람과 같이 느낄 수 있어, 산모와 태아만의 상호작용이 아닌 주변인들과의 상호작용 강화에 영향을 줄 수 있을 것으로 예상된다.

### 릴리패드 아두이노(Lilypad Arduino)

미국 MIT 레아 뷰크리(Leah Buechley) 교수팀에 의해 개발된 릴리패드 아두이노는 웨어러블 의류, 전자 섬유 등을 위해 고안되었다 [16]. 릴리패드의 전체적인 모습은 [그림 1]과 같다. 릴리패드 아두이노는 전자 섬유용 전도성 실을 이용해 설계된 꽃잎 모양의 마이크로 컨트롤러 보드이다. 전원 공급장치와 센서 등을 직물에 부착해 사용할 수 있는 지름 5cm 정도의 원형 보드로서[17] 의류, 액세서리를 포함한 모든 물체에 간편하게 컴퓨터 기능을 담아낼 수 있다. 다양한 센서를 통해 속도, 빛, 거리 등이 입력되어, LED, 진동, 스피커 등을 통해 출력할 수 있으며, 높지 않은 부품 가격과 오픈 소스를 통해 프로그램 코드를 쉽게 공유할 수 있는 장점을 지니고 있다. 릴리패드 아두이노는 작은 사이즈와 가벼운 무게로 컴퓨팅 기능을 훌륭하게 수행할 수 있기 때문에 다양한 의상과 비교하더라도 착용성에 아무런 문제가 없다. 또한, 보드 자체의 디자인으로 충분한 미적 표현이 가능해 의상 디자인에 손색이 없다.

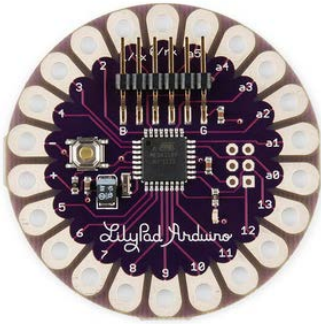


그림 1. 릴리패드 아두이노

릴리패드 아두이노를 활용한 예로는 인터랙티브 무대의상, 자전거 패치, 웨어러블 팔찌 등 의상에 여러 가지 릴리패드 아두이노 센서를 사용하여 다양한 아이디어 상품을 만들고 있다 [18]. 특히 직물에 부착하는 것이 용이하여 스마트웨어(Smart Wear) 뿐만 아니라, 스포츠웨어, 일상복에 이르기까지 활용범위가 확대되고 있다 [19]. 따라서 본 연구에서는 태아의 태동을 감지하여 시각적으로 보여주는 스마트 임신부복(Lily Kickee)을 제작함에 있어 릴리패드 아두이노를 활용하는 것이 가장 효율적이라고 판단하였다.

### 프로토타입 제작

#### 사용자 요구조사 및 결과

프로토타입을 제작함에 앞서, 서울시내에 위치한 돌잔치 전문 레스토랑에서 총 50 여명의 기혼여성과 미혼여성을 대상으로 사전조사를 시행하였다. 사전조사 대상자의 분포를 살펴보면, 총 50 명중에 41 명(82%)의 요구조사 응답자가 만 20 세 이상~만 40 세 미만의 여성이었고, 39 명(78%)의 응답자가 임신 경험을 가지고 있었으며, 태아의 초음파검사를 해본 경험이 있는 대상자도 마찬가지로 39 명(78%)으로 나타나 임신 경험을 가진 응답자는 전원 초음파 검사 경험이 있는 것으로 나타났다. 또한 임신경험을 가지고 있는 사람 외에 5명(2%)의 응답자가 본인이 임신을 하지 않았음에도 태동을 간접적으로 느낀 것으로 분석된다. 임신부복을 구매할 때 가장 중요시 생각하는 것에 대한 조사에는 가장 많은 응답자인 32 명(64%)의 응답자가 편안함이 가장 중요하다고 하여 임신부복을 구매함에 있어 실용성을 가장 중요시함을 알 수 있었다. 이 외에도 12 명(24%)의 응답자는 전자파 차단 기능성에 대해

중요시 하였고, 기타의견으로는 디자인을 중요시 여긴다는 소수의 의견이 있었다. 이를 반영하여 본 연구에서는 임신부복을 제작함에 있어 최대한 편안한 느낌이 들도록 신축성 있고 가벼운 소재로 제작함을 최우선으로 하였으며, 이에 더하여 태아에게 전류를 조금이나마 차단할 수 있도록 전자파차단의 소재를 안감으로 활용하였다.

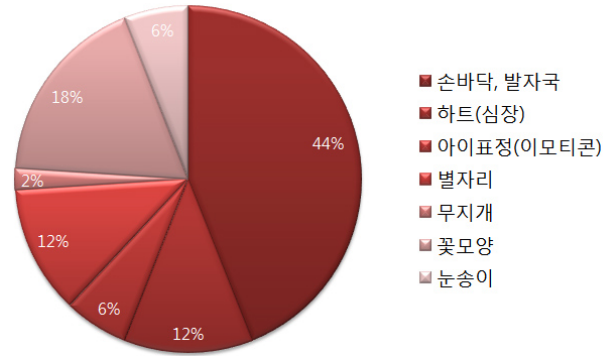


그림 2. 태동에 따른 LED 모양 요구조사

마지막으로 태아의 태동을 나타내는 모습으로 어떤 형상이 가장 직관적일지에 대한 조사에는 가장 많은 응답자인 22 명(44%)의 응답자가 손바닥 혹은 발자국 형상을 제시하였다. 그 다음으로 9명(18%)의 응답자는 꽃 모양으로 제시하였고, 6 명(12%)의 응답자는 하트(심장)모양과 별 모양으로 제시하였다. 분석한 결과를 원형분포도로 나타낸 것은 [그림 2]와 같다. 따라서 이번 연구에서는 태아의 태동을 가시적으로 보여주기 위한 LED 모양으로 가장 많은 응답이 나온 발자국형상으로 프로토타입을 제작하게 되었으며, 향후 연구에서는 이외에도 기타의견으로 제시되었던 하트모양, 별 모양, 꽃 모양 등 다양한 모양으로 스마트 의류를 발전시켜 나가고자 한다.

#### 프로토타입 (Lily Kickee)

Lily Kickee 임신부복은 태아가 태동을 하는 위치(오른쪽, 중앙, 왼쪽)를 알 수 있도록, 세 가지 부위로 나누어 각각 압력 센서와 LED 를 설치하였다. 위의 [그림 3]은 태아와의 인터랙션에 대한 프로토타입 사진이다. 입력은 태동을 압력센서로 감지하고, 출력은 임신부가 착용한 스마트 의류로 각 위치(오른쪽, 중앙, 왼쪽)의 태동으로 인한 압력에 따른 LED 색과 빛의 세기, 시간을 부여하여 LED 가 점점 더 화려하게 출력 하도록 프로그래밍 하였다. 하드웨어 구성은 LilyPad Arduino 328 Main Board, 압력센서, NeoPixel Ring - 12 x WS2812 5050 RGB LED,

LilyPad LED, 3.7V Lipo 충전지를 사용하였다. LED의 구성은 발자국 모양으로 각 위치에 LED를 달아 태아가 발을 차고 있는 느낌을 줄 수 있게 구성하였다. 각 위치에서 태아의 태동을 압력센서로 받아 입력된 저항 값에 따라 다르게 나타내어 산모와 태아와의 소통뿐만 아니라 가족 간 소통으로 소통의 폭을 넓히기 위해 태동을 가시화하였다.



그림 3. 프로토타입 사진

알고리즘 구성은 태동을 각 압력센서의 저항 값에 따라 LED의 색과 빛의 세기, LED가 켜지는 시간을 각각 다르게 부여하여 LED 순서에 맞게 출력하도록 구성하였다. 오른쪽, 중앙, 왼쪽 압력센서에 따른 프로그래밍을 같게 하여 균일한 압력센서 수치에 따른 LED의 색과 세기를 같게 설정하였다. 입력 받은 저항 값이 적을수록 LED의 색은 Blue→Green→Red 순서로 점차 밝게 구성하였고, 지연시간은 태동시간과 유사하게(짧게) 설정하였다. 반대로 입력 받은 저항 값이 클수록 LED의 색은 Red→Green→Blue 순서로 점차 밝게 구성하였고, 지연시간은 태동시간과 유사하게(길게) 설정하였다.

#### 디자인 프로세스

아래 제시된 프로세스는 아이디어 회의를 통해 컨셉이 결정되고 이에 따라 본격적인 프로토타입 제작과정을 중심으로 정리되었다. 아래의 프로세스를 통해 구현된 스마트 임신부복의 컨셉은 앞서 언급한 바와 같이 태동으로 인한 압력센서에 따른 발광기능을 구비한 웨어러블 의류에 관한 것으로, 착용자뿐만 아니라 주변 사람들도 태아의 활동상태를 알려주고 상호작용할 수 있는 스마트 의류에 관한 것이다. 우리는 이를 구현하기 위한 가장 효과적인 매개체로 빛에 주목하였다. 태아의 움직임(태동)을 인지하고

이를 빛으로 표현하기 위해 LED와 압력센서가 사용되었다. 이에 따라 결과적으로 태동에 따라 빛의 세기가 변화하여 엄마와 태아와의 인터랙션 뿐만 아니라 주위 사람과의 인터랙션을 할 수 있는 발광 스마트 의류가 제작되었다. 구체적인 프로세스는 다음과 같다.

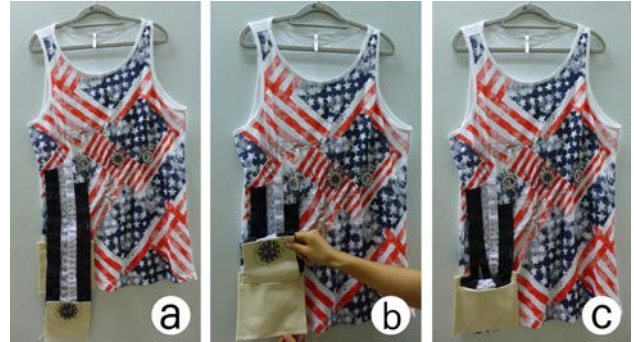


그림 4. 안감 사진: 중앙처리장치를 안감 주머니에서 빼낸 모습(a), 중앙처리장치를 안감 주머니에 넣는 과정(b), 중앙처리장치를 안감 주머니에 넣은 모습(c)

우선 임신부복 디자인에서 착안하여 원피스를 구입하였다. 원피스의 안감은 인체의 안전을 위해서 미미한 전자파라도 차단하고자 전자파 차단 안감을 사용하였다. 전자파차단 소재를 적용함으로써 태아의 태동을 안전하게 가시화 할 수 있게 하였다. [그림 4]과 같이 전원을 ON, OFF 하는 스위치는 안감 주머니에 위치시켜 사용자에게 편안함과 실용성을 강화하였다.

아두이노의 프로그래밍은 오른쪽, 중앙, 왼쪽 압력센서와 LED가 연동되는 각각의 중앙처리장치 별로 따로 프로그래밍 작업을 하였으며, LED를 작동시키기 위해 기본적으로 각 압력센서를 받아들이는 저항 값이 150 이하인 경우에는 LED 빛이 열게, 지연시간을 태동시간과 유사하게 발자국 모양으로 LED가 들어오도록 코딩 하였다. 이에 따라 압력센서의 저항 값이 150보다 클 경우, LED 빛이 밝게 들어오도록 하였고, 지연시간을 태동시간과 유사하게 발자국모양으로 LED 빛이 들어오도록 코딩 하였다.

LED 패턴 디자인을 함에 있어, 사용자인 임신부에 초점을 맞춰 태아의 움직임을 직관적으로 표현할 수 있도록 태동이 잦은 위치에 압력센서와 LED를 부착하였다. 이를 위해 [그림 5]와 같이 태아의 발자국 모양으로 형상화하였다.

릴리패드 회로를 구성함에 있어서는 전도성 실을 활용하였는데, 이 과정에서는 무엇보다 전도성 실이 서로 겹치거나 엉키게 될 경우 전력 공급에 문제가 발생하므로 최대한 양극(+)과 음극(-)부분의 실이 서로 겹치지 않도록 주의하였다. 따라서 실제로 바느질을 시작하기 전에 간단한 회로스케치를 디자인하여 의상을 만들었다.

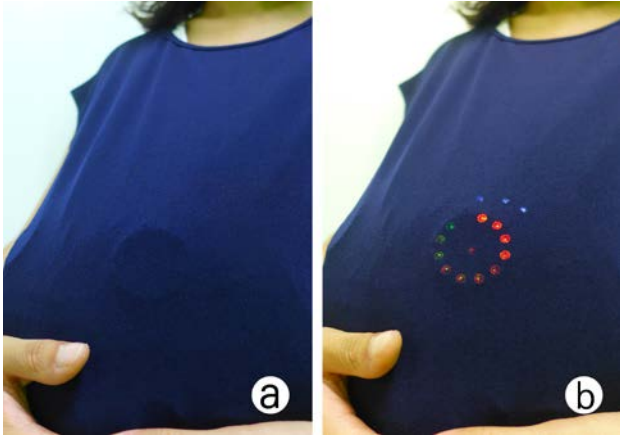


그림 5. LED 패턴 디자인: LED 가 꺼진 모습(a), LED 가 켜진 모습(b)

센서로서 사용된 압력센서는 누르는 힘의 강도에 따른 저항 값의 변화로 눌림 여부나 힘의 크기를 측정할 수 있는 기능을 갖고 있다. [그림 6]은 압력센서를 통해 들어오는 신호로 LED 가 제어되는 Lily Kickee 구조의 모습이다. 압력센서를 이용해 태동으로 인한 압력센서의 저항 값의 변화를 체크하여 LED 가 반응한다. 압력센서의 설치위치는 세 가지 부분으로 나누어 태동이 흔히 일어나는 배의 오른쪽, 중앙, 왼쪽 부분에 부착하였다.

본 연구에서는 실제 임신부복 원피스를 구입하여 안감을 전자파차단 소재 의류로 덧대는 형식으로 구현하였으며, 위의 [그림 7]과 같이 LED 와 기타 전자회로 부품이 바로 눈에 띄지 않도록 하기 위해 전자파차단 소재를 한 겹 더 덧대는 방식을 선택하였다. 또한 착용자의 움직임을 방해하지 않고 활동성과 착용감을 높이기 위해, 안감 포켓에 전원 공급장치가 있어, 전원을 공급하여 태동으로 인한 발광 스마트 의류를 제어할 수 있게 하였다.

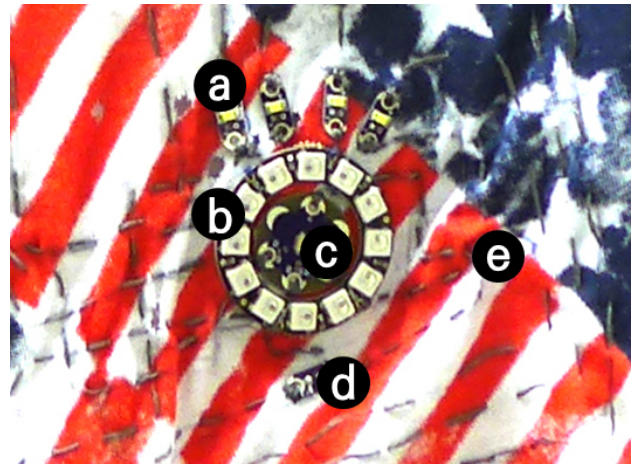


그림 6. Lily Kickee 구조: LilyPad 백색 LED (a), NeoPixel Ring LED (b), LilyPad RGB LED (c), 압력 센서 (d), 전도성 실 (e).



그림 7. 최종 프로토타입: 평소의 모습(a), 중앙 LED 가 켜진 모습(b), 오른쪽 LED 가 켜진 모습(c)

#### 사용성 평가 및 결과분석

태동의 움직임을 압력센서를 이용하여 측정하고, 움직임이 발생할 때마다 LED 불빛이 예상했던 대로 반응하는지 확인하고자 간단한 테스트를 진행하였다. 또한 이 테스트를 통해 착용자의 움직임에 대한 만족도, 착용감, 실용성, 직관성, 공감정도에 대해 사용성 평가를 실행하였고, 더 나아가 실제 적용가능한지를 판단해 보고자 하였다. 실험대상자로는 총 50 명의 결혼을 앞두고거나 이미 결혼을 한 대학교 석 박사 과정의 여성을 대상으로 사용성 평가를 학교 강의실 두 곳에서 진행하였다. 제 1 강의실에서는 실험 대상자 전원을 대상으로 Lily Kickee 시연 데모 동영상을 보여주어 어느 정도 발자국 모양이 직관적인지 7점 척도로 평가하였다. 발자국 모양에 대한 직관성 평가는 ‘발자국 형상을 직관적으로 알아보기 힘들다’는 1 점에서 ‘발자국 형상을 직관적으로 알아보기 좋다’ 7 점으로 조사하였다.

이후에 제 2 강의실에 한 명씩 입장하여 Lily Kickee 를 실제로 착용한 후 만족도 평가에 대한 문항에서는 ‘매우 만족스럽지 않다’는 1 점에서 ‘매우 만족스럽다’ 7 점으로 평가 하였고, 착용감 평가에 대한 문항에서는 ‘매우 불편하다’는 1 점에서 ‘매우 착용감이 좋다’ 7 점으로 7 점 척도로 평가하였다. 마지막으로 다시 제 1 강의실에서 전원을 대상으로 Lily Kickee 에 대한 전반적인 실용성 평가에 대한 문항에서는 ‘매우 실용적이지 않다’는 1 점에서 ‘매우 실용적이다’ 7 점으로 평가 하였고, 태아와의 공감(Interaction)정도 평가에 대한 문항에서는 ‘태아에 대한 애정도의 변화가 없다’ 1점에서 ‘태아에 대한 애정도가 매우 높아졌다’ 7 점으로 7 점 척도를 활용하여 조사하였다. 이에 대한 결과를 정리하면 [표 1]과 [그림 8]과 같다.

표 1. 사용성 평가 결과 표

	평균	표준오차	표준편차	분산
만족도	6.04	0.133	0.946	0.896
착용감	6.16	0.100	0.710	0.504
실용성	6.04	0.139	0.988	0.978
직관성	5.84	0.190	1.345	1.811
공감정도	6.18	0.084	0.597	0.559

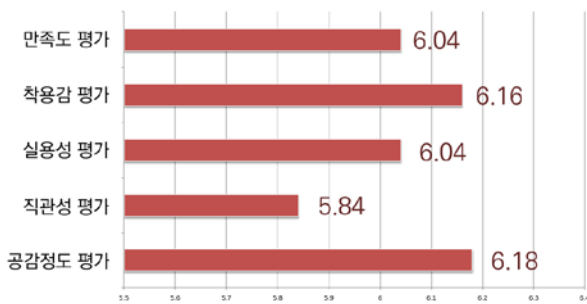


그림 8. 사용성 평가 결과

사용성 평가는 여성으로만 대상으로 하였기 때문에 그 대상자 표본 분포는 모두 여성이었으며, 총 50 명중에 43 명(86%)의 응답자가 만 20 세 이상~만 40 세 미만의 여성이었다. 사용성 평가 대상자 표본 분포를 살펴보면, 총 50 명중에 36 명(72%)의 응답자가 임신경험을 가지고 있었다. 본 연구에서는 사용성 평가 결과와 상위평가 분포를 함께 분석하였다. 사용성 평가 시 7 점 척도를 사용하였으므로, 상위평가 기준 점수를 6 점 이상으로 잡아 6 점 또는 7 점으로 평가한 실험대상자의 수를 따로

상위평가 분포로써 분석하였다. Lily Kickee 의 전반적인 만족도 평가는 7 점 척도로써 평균적으로 6.04 가 나왔고, 상위 평가자는 전체 실험대상자 50 명중 41 명(82%)이 상위평가인 6 점 이상으로 평가하였다. Lily Kickee 를 직접 착용하였을 때의 착용감 평가는 7 점 척도로써 평균적으로 6.16 이 나왔고, 이에 대한 상위 평가자는 전체 실험대상자 50 명중 41 명(82%)이 상위평가인 6 점 이상으로 평가하였다. 또한, 일상생활에서도 실제 사용할 수 있는 실용성에 대한 평가는 7 점 척도로써 평균적으로 6.04 가 나왔고, 이에 대한 상위 평가자는 전체 실험대상자 50 명중 39 명(78%)이 상위평가인 6 점 이상으로 평가하였다. 태아와의 공감 정도가 어느 정도 변화에 대한 평가는 7 점 척도로써 평균적으로 6.18 로 평가되었고, 이에 대한 상위 평가자는 전체 실험대상자 50 명중 44 명(88%)이 상위평가인 6 점 이상으로 평가하였다. 반대로 사용자 요구조사에서 태아의 태동을 가시적으로 보여 주기 위한 LED 모양으로 가장 많은 응답이 나온 발자국에 대한 직관성 평가는 7 점 척도로써 평균적으로 5.84 로 낮게 나왔고, 이에 대한 상위 평가자는 전체 실험대상자 50 명중 28 명(56%)이 상위평가인 5 점 이상으로 평가하였다. 분석해 보면, 공감 정도가 가장 높은 평가(6.18)를 받았으며, 그 뒤를 이어 착용감(6.16)이 두 번째로 높은 결과가 나왔다. 이는 스마트 임신부복을 착용하기 전보다 착용한 후의 태아와의 공감 정도가 높아졌음을 알려주는 결과이면서 착용자의 움직임을 방해하지 않고 활동성과 착용감을 높여준다는 것을 알려주는 결과라고 해석할 수 있다. 반면, 직관성 평가는 5.84 로 가장 낮은 평가 결과가 나왔는데, 그 이유는 첫째, 태동을 시각화하여 보여주는 디바이스에 대하여 사용자가 아직은 생소함을 가지고 있어서 태동이 시각화되는 점에만 주목한 나머지 전체적인 형상은 짧은 시간 안에 파악하지 못한 것으로 보인다. 둘째, 태아의 태동을 가시화함에 있어 지역적인 부분을 다양한 색상으로 나타내어 사용자가 전체적인 형상을 파악함에 있어, 어려운 점이 있었을 것으로 파악된다. 마지막으로, LED 회로설계를 간략화하는 과정에서 세 개의 발가락으로 표현하였는데 실제 인간의 발가락이 다섯 개임을 고려하여, 체화된 인지의 관점에서 부적절한 면이 있었던 것으로 보여진다. 이는 발자국 모양의 한계로 인한 문제이므로 향후 연구로써 좀 더 발자국 모양에 맞게 디자인할 예정이다.

## 결론 및 발전방향

본 연구는 웨어러블 컴퓨터 기술을 활용하여 태동으로 인한 발광기능을 통해 가시화하여 착용자 뿐만 아니라 주변 사람에게 태아의 활동상태를 알려주어 태아와 산모 및 주변 가족 간의 소통(Interaction)을 가능하게 하여 공감대를 형성하게 함을 목적으로 하였다.

사용자 중심의 제품 디자인을 위하여 프로토타입 제작에 앞서 50 명을 대상으로 한 사전조사 결과를 토대로 태동을 알려주는 직관적인 모습으로 태아의 발자국 모양을 가시화하여 보여주기로 결정하였다.

그 핵심기술로써 스마트 의상제작에 최적화 되어있는 릴리패드 아두이노와 전도성 실, 압력센서, 다양한 LED 를 사용하여 프로토타입을 제작하였다. 그리고 프로토타입을 바탕으로 실제로 50 명의 대상을 토대로 만족감, 착용감, 실용성, 발자국 모양의 직관성, 태아와의 공감 정도 평가를 7 점 척도를 통해 결과를 분석하였다. 분석 결과는 착용 후에 태아와의 공감 정도 평가는 7 점 척도로써 평균적으로 6.18 로 가장 높은 결과가 나왔고, 발자국모양의 직관성 평가는 7 점 척도로써 평균적으로 5.84 로 가장 낮은 결과가 나왔다.

하지만, 본 연구를 진행하는 과정에서 한계점들을 발견할 수 있었다. 그 한계점으로는 첫째, 임산부와 태아의 신체적 안정성에 대한 고려이다. 해당 제품을 반복적으로 사용할 경우에 나타날 수 있는 직간접적인 장기적 효과에 대해서는 아직 실험을 하지 못하였기 때문에 향후 연구에서는 이와 관련한 검증이 필요하다. 둘째, 사용성 평가 방법에 대한 한계점이다. 평가 대상에 있어서 아직 안전성이 검증되지 않았기 때문에 실제 산모를 대상으로 실험을 할 수 없었고 따라서 사용성 평가 결과가 과거에 임신경험을 가졌던 대상자의 경우에는 과거의 경험을 바탕으로 추론을 한 결과에 지나지 않았고, 아직 임신경험이 없는 대상자의 경우에는 신체적, 심리적 경험이 없기 때문에 이미지 시각화의 경험을 확대 해석할 여지가 있었다. 따라서 향후 연구에서는 먼저 본 기기의 안전성을 먼저 검증한 후에 실제 임산부를 대상으로 사용성 평가를 진행할 예정이다. 마지막으로 본 기기의 지속가능성에 대한 평가가 이루어지지 않았다. 본 기기를 단순히 재미적 요소로써 일회적으로 사용할 지, 아니면 헬스케어 기기의 일종으로써 지속적으로

착용할 때 사용 이익이 있는 지에 대한 검토가 필요하며, 이에 대한 다각적인 검토를 향후 연구에서 진행하도록 하겠다.

## 사사의 글

이 논문은 2014 년도 산업통상자원부의 ‘창의산업융합 특성화 인재양성사업’의 지원을 받아 연구되었음. (과제번호 NO000717)

본 연구는 한국연구재단에서 지원을 받아 Brain Korea 21 Plus Project 의 연구결과로 수행되었습니다 (과제번호: 10Z20130000013)

## 참고 문헌

1. Movie ‘her’ official homepage  
<http://www.herthemovie.com>.  
(최종 확인일 : 2014.09.05)
2. Tveit, Julie Victoria Holm, Saastad, Eli, Stray-Pedersen, Babill, Bordahl, Per E., Flenady, Vicki, Fretts, Ruth, and Froen, J. Frederik. Reduction of late stillbirth with the introduction of fetal movement information and guidelines - a clinical quality improvement. BMC PREGNANCY AND CHILDBIRTH 9, 32 (2009).
3. Sjostrom, K, Valentin, L, Thelin, T, and Marsal, K. Maternal anxiety in late pregnancy: effect on fetal movements and fetal heart rate. EARLY HUMAN DEVELOPMENT 67, 1-2 (2002) 87-100.
4. Froen, and JF. A kick from within - fetal movement counting and the cancelled progress in antenatal care. JOURNAL OF PERINATAL MEDICINE 32, 1 (2004) 13-24.
5. Tveit, Julie Victoria Holm, Saastad, Eli, Stray-Pedersen, Babill, Bordahl, Per E., Flenady, Vicki, Fretts, Ruth, and Froen, J. Frederik. Reduction of late stillbirth with the introduction of fetal movement information

- and guidelines - a clinical quality improvement. BMC PREGNANCY AND CHILDBIRTH 9, 32 (2009).
6. Matsubara, Shigeki, Kuwata, Tomoyuki, Fukui, and Stephanie. Fetal movement count may prevent fetal death as early as 26 weeks. ACTA OBSTETRICIA ET GYNECOLOGICA SCANDINAVICA 92, 12 (2013) 1426-1426.
  7. Winje, Brita Askeland, Roislien, Jo, Froen, J., and Frederik. Temporal patterns in count-to-ten fetal movement charts and their associations with pregnancy characteristics: a prospective cohort study. BMC PREGNANCY AND CHILDBIRTH 12, 124 (2012).
  8. Svare, J. A., Schmidt, H., Hansen, B. B., and Lose, G. Bacterial vaginosis in a cohort of Danish pregnant women: prevalence and relationship with preterm delivery, low birthweight and perinatal infections. BJOG-AN INTERNATIONAL JOURNAL OF OBSTETRICS AND GYNAECOLOGY 113, 12 (2006) 1419-1425.
  9. Carter-Jessop, L, Franklin, LN, Heath, JW, Jimenez-Irizarry, G, and Peace, MD. Abstinence education for urban youth. JOURNAL OF COMMUNITY HEALTH 25, 4 (2000) 293-304.
  10. Vreeswijk, Charlotte M. J. M., Maas, A. Janneke B. M., Rijk, Catharina H. A. M., and van Bakel, Hedwig J. A. Fathers' Experiences During Pregnancy: Paternal Prenatal Attachment and Representations of the Fetus. PSYCHOLOGY OF MEN & MASCULINITY 15, 2 (2014) 129-137.
  11. Steve Mann (1998). Definition of "Wearable Computer". ICWC-98, Fairfax VA.
  12. Park, S, and Jayaraman, S. Smart textiles: Wearable electronic systems. MRS BULLETIN 28, 8 (2003) 585-591.
  13. Yang, Allen Y., Jafari, Roozbeh, Sastry, S. Shankar, and Bajcsy, Ruzena. Distributed recognition of human actions using wearable motion sensor networks. JOURNAL OF AMBIENT INTELLIGENCE AND SMART ENVIRONMENTS 1, 2 (2009) 103-115.
  14. Cho, Gilsoo, Lee, Seungsin, and Cho, Jayoung. Review and Reappraisal of Smart Clothing. INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMAN-COMPUTER INTERACTION 25, 6 (2009) 582-617.
  15. Assad-Kottner, Christian, Hakeem, Abdul, Fontenot, Eudice, and Uretsky, Barry F. "Tele-Mentoring": An Interventional Procedure Using a Wearable Computer First-in-Man. JOURNAL OF THE AMERICAN COLLEGE OF CARDIOLOGY 63, 10 (2014) 1022-1022.
  16. Buechley, Leah, and Eisenberg, Michael. The LilyPad Arduino: Toward wearable engineering for everyone. IEEE PERVASIVE COMPUTING 7, 2 (2008) 12-15.
  17. Arduino  
<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLilyPad>. (최종 확인일 : 2014.09.05)
  18. Adafruit <http://www.adafruit.com>. (최종 확인일 : 2014.09.05)
  19. Feng, Beibei; Pao, Wing Yi; Wu, Anna; Li, Hercy Chi Kong; Li-Tsang, Cecilia Wai Ping; Are "Smart Pressure Monitored Suits" "Smarter" than Conventional Garments in Clinical Applications? , HONG KONG JOURNAL OF OCCUPATIONAL THERAPY, Vol. 23, No. 2, DEC 2013.