

[Original Article]

## Design and development of fabric-type fitness band

Dawun Jeong, Sojung Lee\*, Chae-Ryung Kwon\*, Ihwa Park\*\*,  
Seowon Heo\*\*, and Dong-Eun Kim\*\*\*\*†

Master's Course, Dept. of Fashion Industry, Ewha Womans University, Korea  
Doctor's Course, Dept. of Fashion Industry, Ewha Womans University, Korea\*

Undergraduate Course, Dept. of Fashion Industry,  
Ewha Womans University, Korea\*\*

Associate Professor, Dept. of Fashion Industry,  
Ewha Womans University, Korea\*\*\*

### 직물형 피트니스 밴드 디자인 및 개발

정다운 · 이소정\* · 권채령\* · 박이화\*\* · 허서원\*\* · 김동은\*\*\*\*

이화여자대학교 의류산업학과 석사과정, 이화여자대학교 의류산업학과  
박사과정\*, 이화여자대학교 의류산업학과 학사과정\*\*,  
이화여자대학교 의류산업학과 부교수\*\*\*

Received July 27, 2018  
Revised August 20, 2018  
Accepted August 25, 2018

† Corresponding author  
(dekim@ewha.ac.kr)

#### ORCID

Dawun Jeong  
<http://orcid.org/0000-0002-1522-6702>  
Sojung Lee  
<http://orcid.org/0000-0003-1258-9900>  
Chae-Ryung Kwon  
<http://orcid.org/0000-0002-7190-7027>  
Ihwa Park  
<http://orcid.org/0000-0003-4338-8888>  
Seowon Heo  
<http://orcid.org/0000-0001-5539-7453>  
Dong-Eun Kim  
<http://orcid.org/0000-0003-1431-9736>

This work was supported by  
the "Convergence Female  
Talent Education Project for  
Next Generation Industries"  
through the MSIP and  
NRF(2015H1C3A1064579).

#### Abstract

This study aims to contribute to the development of sports wearables. It was conducted by a convergence team of professionals in the fashion industry, kinesiology and sports studies, and computer science and engineering. The purpose of the current study was to design and develop a fabric-type fitness band for a sensor to measure acceleration during jump rope exercises. Computer science and engineering professionals developed the Arduino board and sensor, kinesiology and sports studies provided the necessary exercise protocol, and the fashion industry professionals developed the band. First, a fitness band preference survey was completed by men and women between the ages of 20 and 50. Typical uses of the band included tracking exercise amount as measured by the number of steps taken and calories burned. Strap watch closure, a single color and achromatic color, and soft and smooth touch materials were preferred as band design. Second, two fabric-type fitness bands were designed and developed. Design 1 had a 3-dimensional pocket for the sensor, bright blue color, and stretch binding around the edges and for a loop. Design 2 had a flat pocket for the sensor, achromatic color, mesh binding around the edges and two metal loops. Both designs had Velcro as a closure. Third, wear testing of both bands with the sensor were conducted of 15 women in their 20s. They wore the bands during jump rope exercises. Both bands generally satisfied the participants. The Design 2 band was slightly more satisfying than the Design 1 band.

*Keywords: smart band(스마트 밴드), fitness band(피트니스 밴드), wearable device(웨어러블 디바이스), jump rope(줄넘기), convergence research(융합연구)*

## I. Introduction

웨어러블 디바이스(wearable device)는 ‘착용할 수 있는 전자기기’로 단순히 몸에 착용하는 액세서리가 아니라, 사용자가 인체에 착용하여 소통할 수 있는 전자기기를 의미한다(Seo, 2015). 웨어러블 디바이스는 형태에 따라 크게 3가지로 나눌 수 있는데, ‘포터블(portable)’ 형태는 휴대가 가능한 안경, 시계, 팔찌 형태의 디바이스로 제작되며, ‘어태처블(attachable)’ 형태는 패치와 같이 피부에 직접 부착할 수 있도록 제작되며, ‘이터블(eatable)’ 형태는 신체에 직접 이식하거나 복용하는 형태로 제작된다(Kim, 2014). 이중 ‘포터블’ 디바이스가 가장 보편적으로 사용되는데, 시계, 팔찌의 형태로 손목에 휴대하는 스마트 밴드, 피트니스 밴드가 가장 대중적이다.

시중에서 판매되고 있는 스마트 밴드 또는 피트니스 밴드는 스텝치, 타이머 등 시계의 기능뿐만 아니라, 음성통화, 메시지 확인 및 전송, 음악 재생, 날씨 정보 수신 등 스마트폰을 간편하게 대체할 수 있는 기능을 한다. 또한 운동량 측정, 이동경로 및 거리 측정, 신체 신호 측정 등 건강관리 기능이 내장되어 있어 운동 시에도 유용하게 사용할 수 있다. 스마트 밴드 및 피트니스 밴드는 일반적으로 손목이나 발목 중 한군데에만 착용하는데, 운동의 종류가 다양하고 사용되는 신체 부위가 다름에도 불구하고, 착용되는 신체 부위가 한군데로 한정되어 있다. 이에 따라 밴드의 디자인이 제한적이며 운동의 종류에 따라 적합한 운동 코칭을 할 수 없을 것으로 판단된다.

따라서 본 연구의 목적은 피트니스 밴드 착의 실태를 조사하여 체육전공 전문가의 견해 및 의견에 따라 인체공학적인 피트니스 밴드를 개발하기 위한 기초자료를 확립하고, 운동능력 측정을 위한 직물형 피트니스 밴드 프로토타입을 개발하는데 있다. 본 연구팀은 체육과학부, 의류산업학과, 컴퓨터공학과로 구성된 융합 연구팀으로 IT기반 기능성 웨어러블 밴드 개발을 목적으로 연구를 수행하였다. 컴퓨터공학과는 자체적으로 스포츠 수행 향상 및 교정을 위한 센서와 안드로이드 어플리케이션을 개발하며(Kim et al., 2017), 체육과학부는 운동 훈련을 위한 동작별, 근육별 최적 자세 정보를 구축하고, 의류산업학과는 센서를 안정적으로 운동 시 착용시킬 수 있는 피트니스 밴드를 개발한다.

본 연구의 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 스포츠 밴드, 스마트 밴드, 스마트 워치 등 다양한 기능성 밴드의 착의실태를 조사하여 피트니스 밴드 개발을 위한 기초자료를 제공한다.

둘째, 착의실태 조사 결과와 전문가 의견을 바탕으로 줄넘기 운동을 위해 사용할 수 있는 피트니스 밴드를 디자인하고, 프로토타입을 개발한다.

셋째, 개발된 피트니스 밴드를 착용한 후 줄넘기 운동을 실시하여 착용감을 검증한다.

## II. Background

### 1. Smart band market

2009년 아이폰의 출시로 스마트폰의 보급률이 급격하게 증가하였으며(Son, Lee, & Cho, 2014), 다양한 어플리케이션의 출현과 함께 활발한 온라인 활동이 이루어졌다(Lee, 2017). 스마트폰이 사람들의 일상 생활에 보편화됨에 따라 스마트폰 시장은 성숙기에 접어들었으며, 이에 스마트폰과 쉽게 연동이 가능한 웨어러블 디바이스(wearable device)가 급속하게 성장하고 있다(Son et al., 2014). 웨어러블 디바이스란 신체에 착용할 수 있는 전자기기로 컴퓨팅 기능을 수행하는 행위 및 어플리케이션 모두를 포함하며(MIT Media Lab, n.d.), 몸에 지니고 다닐 수 있어 언제 어디서나 편리하게 사용자와의 커뮤니케이션이 가능한 ‘착용하는 전자기기’를 의미한다(Kang, 2015). 웨어러블 디바이스 시장은 2015년 300억 달러 규모에서 2026년 약 1천 500억 달러 규모로 성장할 것으로 전망되며(Kim, 2017), 또한 차세대 스마트 기기로서 향후 스마트폰을 대체할 모바일 기술로 주목받고 있다.

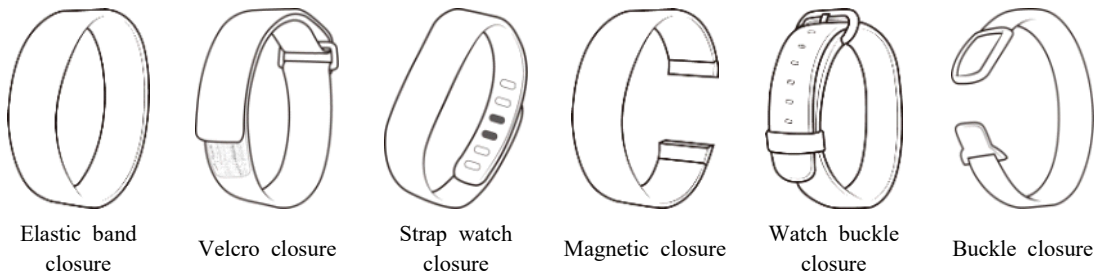
웨어러블 디바이스 중 스마트 밴드가 2016년 기준으로 약 50%의 점유율을 차지하여 가장 높은 점유율을 보였다(Choi & Kim, 2017). 최근 건강에 대한 관심도가 증가하면서 웨어러블 디바이스의 헬스케어 분야의 서비스가 집중되고 있다(Park & Kim, 2014). 헬스케어 기능은 사용자의 운동기록을 저장 및 분석하고, 정확한 동작을 위한 피드백을 주기도 하여 수요량이 증가하여(Kwon, Yoon, & Lee, 2006), 스포츠 및 피트니스, 헬스케어 및 의료 분야의 기기가 전체의 61%를 차지하고 있다(Kim, 2013).

이처럼 운동기록과 신체 건강에 대한 정보를 저장

하고 분석하는 웨어러블 디바이스는 대부분 시계나 밴드의 형태로 신체에 착용하도록 되어 있는데, 그 중 손목은 생체 신호를 감지하면서 디바이스를 조작하기 쉬운 위치이다. 또한 신체 부위 중 가장 휴대성이 좋은 위치이며, 기능성 액세서리로 장식효과도 뛰어나 패션 아이템으로 부상하고 있다(Suh & Roh, 2015). 시판되고 있는 웨어러블 디바이스의 현황을 조사하여 실태를 분석한 결과, 스마트 밴드, 피트니스 밴드, 스마트워치는 각 기능의 목적에 따라 크게 라이프 스타일, 의료 및 재활, 피트니스 제품군으로 분류된다. 라이프 스타일 제품군은 주로 스마트워치로 샤오미의 미밴드, 삼성전자의 Charm, Fitbit의 Charge와 Alta 등과 같이 스마트폰 연동을 통한 시계 및 알람, 전화, 문자 등의 알림 기능과 심박측정, 걸음 수 측정 등 피트니스 기능을 한다. 의료 및 재활의 제품군으로는 Quell의 Quell, Recovery Force의 S.M.A.R.T 등이 있는데, 신경자극 센서를 내장하여 통증을 완화하는데 도움을 주거나 혈액순환을 개선시키는 기능을 한다. 피트니스 제품군은 Nike의 Fuel Band, Smash의 Smash 등이

있는데, 스포츠와 운동에 중점을 두어 운동 목표량 설정, 연습 동작 분석 및 동작 정보 제공, EMG 센서를 활용한 근육 관찰, 운동 자세 및 강도를 측정하는 등의 기능을 수행한다.

용도에 따라 밴드의 여밈의 형태는 엘라스틱밴드, 벨크로, 스트랩 시계밴드, 자석, 시계 버클 그리고 버클 형태로 나눌 수 있다(Fig. 1). 라이프 스타일 제품군은 대부분 스트랩 시계밴드나 시계 버클 형태로 일상생활에서 착용하는 의복과 자연스럽게 어울리는 형태가 주를 이루고 있다. 의료 및 재활 제품군은 주로 벨크로 형으로 디자인되어 있으며, 피트니스 제품군은 주로 엘라스틱 밴드나 벨크로, 스트랩 시계밴드 형태로 디자인되어 있는데, 의료 및 재활 제품군과 피트니스 제품군의 경우, 생체 신호를 파악하거나 운동 시 밴드의 움직임 최소화하기 위해 인체에 밀착시킬 수 있는 형태로 제작되어야 한다(Fig. 2 and 3). 이와 같은 이유로 인체에 밀착시켜 고정시킬 수 있는 신축성 직물로 밴드가 제작되고 있는데, 직물형 밴드는 착용이 쉽고 옷처럼 변형이 자유로우며, 땀을 흡수할 수



<Fig. 1> Band closure type



<Fig. 2> Fabric-type band: Medical band  
From Quell. (n.d.). <https://www.quellrelief.com>



<Fig. 3> Fabric-type band: Fitness band  
From GYMWATCH. (n.d.). <https://store.gymwatch.com>

있다는 장점을 가지고 있다.

## 2. Wearable device research

웨어러블 디바이스에 대한 연구 동향을 살펴보면 2000년대 중반에 웨어러블 컴퓨터, 웨어러블 디바이스, 웨어러블 헬스케어 제품 등에 대한 연구가 이루어지기 시작했다. 이는 2000년대 후반 스마트폰이 등장하고 보급률이 급격하게 증가함에 따라 이에 대한 연구가 활발해진 것으로 사료된다. 웨어러블 디바이스에 대한 선행연구를 살펴보면 주로 연구 및 기술개발 동향에 대한 연구, 웨어러블 디바이스 활용에 대한 연구, 시스템 설계 및 개발에 대한 연구가 주로 이루어지고 있다. 본 연구는 인체에 착용하여 휴대하는 웨어러블 디바이스의 디자인 및 착용감에 대한 연구이므로 손목과 발목에 착용되는 밴드형 디바이스의 디자인과 착용성에 대한 선행연구 위주로 살펴보았다.

스마트워치와 스마트 밴드를 중심으로 웨어러블 디바이스 제품에 관한 Lee and Oh(2015)의 연구에서 스마트워치와 밴드는 무게, 크기, 외관 스타일 등 디자인적 취약점을 가지고 있어 신체와 어우러져 하나의 패션으로 완성되어야 하며, 디자인, 가격, 사용자가 원하는 다양한 콘텐츠 확보 등에 대한 연구가 이루어져야 한다고 하였다.

뉴실버세대를 대상으로 한 Lee and Oh(2016)의 선행연구에서 스마트밴드 사용자를 대상으로 인터뷰를 실시한 결과, 스마트 밴드 착용 시 한 손으로 혼자 손목에 착용하기 힘들며, 미적 감각과 디자인 만족도 중 형태, 색상, 재질 등에서는 전반적으로 만족스럽지만 소재의 경우, 재질이 딱딱해 손목부위가 불편하다고 응답하였다.

Lee(2017)는 웨어러블 디바이스의 기본 기능을 연구하였는데, 일반 의복 및 액세서리처럼 착용감과 무게감이 의식되지 않게 일상생활에서 착용할 수 있도록 자연스러워야 하며, 장시간 착용하더라도 신체 부위의 피로감과 불쾌감이 적으며, 전자파에 대해서도 안정성이 보장되어야 하는 것으로 나타났다. 뿐만 아니라 착용함에 있어서 사회적인 통념에 부합하여야 하며, 개인의 사생활을 보호할 수 있어야 한다. 의료용 스마트웨어를 개발한 연구도 있는데, Lee and Um(2009)의 연구에서는 생리통 완화를 위한 스마트 의복을 개발하는 연구를 하였다.

## III. Methods

### 1. Fitness band preference survey

본 설문조사는 20~50대 남자, 여자를 대상으로 운동 시 밴드 착용 경험의 유무, 주로 사용하는 밴드의 종류 및 기능, 형태, 소재의 중요도, 맞춤새 및 디자인 만족도와 선호도 등을 조사하여 현재 피트니스 밴드의 문제점을 파악하여 본 융합연구를 위한 피트니스 밴드를 개발하기 위한 기초자료를 수집하기 위해 실시하였다. 2017년 4월 5일부터 6월 8일까지 남자, 여자 150명을 대상으로 설문지를 회수하였으며, 이 중 밴드 개발에 필요하다고 생각되는 문항을 선정하였다.

본 설문지는 조사대상자의 일반적 특성에 관한 문항 4개, 운동, 라이프 스타일에 관한 문항 4개, 밴드 관련 문항 12개, 밴드 형태 및 선호도에 관한 문항 11개, 그리고 착용하는 밴드에 대한 기타 의견을 묻는 문항으로 구성되었다. 수집된 자료는 SPSS 21.0 for Windows를 사용하여 처리하였으며, 기술통계, 빈도 분석, 교차분석을 실시하였다.

### 2. Fitness band design and development

운동 밴드 착의실태 설문조사 결과와 체육과학부 팀의 전문가의 의견에 따라 줄넘기 운동을 위해 손목용과 발목용으로 사용가능한 피트니스 밴드 디자인을 개발하였다. 형태와 여밈의 차이를 둔 최종 2개의 밴드를 개발하기 위해서 디자인 제안을 여러 번에 걸쳐 수정, 보완하였고, 최종으로 선정된 2개의 디자인의 프로토타입을 제작하였다.

### 3. Wear testing

본 연구에서 최종으로 제작된 밴드 디자인 두 가지의 착용만족감은 팔, 다리목의 움직임의 변화량이 확실히 잘 보여지는 줄넘기 운동을 통해 검증하였다. 연구 대상자는 운동하는데 이상이 없는 20대 여성 15명으로 선정하였다. 실험은 2018년 1월 29일~2018년 2월 2일까지 체육과학부 팀과 의류산업학과 팀의 관리하에 진행되었다. 연구대상자들의 의상은 민소매와 무릎위로 올라오는 타이즈 팬츠 착용으로 통제하였고, 줄넘기 운동 시 맨발로 실시하였다.

실험 전 준비 운동으로 팔, 다리를 움직이는 간단한 스트레칭을 실시하였으며, 발목과 어깨관절을 풀

어주어 운동 시 무리가 가지 않도록 하였다. 개인의 신체 사이즈에 맞는 줄넘기의 길이를 선택하여 줄넘기 운동을 개인의 역량에 맞게 연습하였고, 메트로놈 박자 120에 맞춰 일정한 속도에 맞게 줄넘기 운동을 연습하였다. 손목과 발목에 밴드를 착용하고 줄넘기 운동을 1세트 당 20회씩 실시하고, 총 2세트로 진행하였다. 줄넘기 운동을 끝난 후 착용감 평가지 작성을 하였다.

착용감 평가지는 연구대상자의 일반적인 특성에 관한 문항 4개, 운동, 라이프 스타일에 관한 문항 4개, 밴드 착용 유무에 관한 문항 1개, 그리고 사용하고 있는 밴드에 관한 문항 3가지로 공통질문을 물어보았고, 착용한 피트니스 밴드에 관해서 디자인 만족도와 맞춤새 만족도, 소재만족도, 착용감 만족도에 대한 문항을 비롯해 밴드의 디자인에 대한 자유로운 의견을 기입하는 문항으로 구성하였다. 수집된 착용감 평가지 자료는 SPSS 21.0 for Windows를 사용하여 분석하였으며, 기술통계, 빈도분석, Wilcoxon Signed-Rank test를 실시하였다.

## IV. Results and Discussion

### 1. Fitness band preference survey

운동 밴드를 개발하기 위하여 밴드 착의실태 설문 조사를 실시하였다. 전체 문항 중에서 밴드개발을 위한 설문문항을 선정하였고, 그에 따른 결과를 나타냈다.

#### 1) General information on the respondents

설문조사에 응답한 150명의 평균 나이는 28.75세로 그 중 남자는 77명(51.3%), 여자는 73명(48.7%)으로 나타났다. 남자 응답자의 평균 키는 175.92cm, 여자는 162.29cm로 나타났고, 남자의 평균 몸무게는 72.06kg, 여자의 평균 몸무게는 52.36kg으로 나타났다.

운동 시 밴드 착용 경험의 유무에 관한 문항에 ‘착용 경험이 있다’고 응답한 사람이 150명 중 33명(22.0%)으로 117명(78.0%)은 착용경험이 없는 것으로 나타났다. 그 중에서 남자 응답자는 23명, 여자 응답자는 10명으로 나타났다.

#### 2) General information on the fitness band

밴드를 착용하지 않는 이유를 살펴보았을 때 43.3%

가 ‘필요성을 느끼지 못해서’라고 응답하였고, 그 다음은 32.7%가 ‘밴드에 대해 잘 알지 못해서’라고 나타났다(Table 1). 기타 의견으로는 ‘애플워치는 가격대가 있고 다른 제품들은 정보가 부족하다’라는 의견이 있었다.

밴드 착용 경험이 있는 사람을 대상으로 한 문항 중 주로 착용하는 밴드의 브랜드를 자유롭게 기입하는 것으로 문항을 구성하였는데, 샤오미 미밴드가 9명(31.0%)으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 fitbit이 5명(17.2%)이 응답하였다. 나이키, 삼성, 애플워치는 각각 3명(10.3%)의 동일한 응답률을 보였다(Table 2).

밴드의 착용 횟수는 주 1~3회라고 응답한 사람이 전체 33명중 33.3%로 가장 높게 나타나, 밴드 착용 경험이 있는 사람들은 자주 착용하는 것을 알 수 있다. 또한 밴드에 소비하는 비용은 5만원 미만이 36.3%로 가장 높게 나타났다(Table 3).

주로 착용하는 밴드의 기능으로는 전체 33명 중 57.5%가 운동량 측정(걸음 수, 칼로리 소모량 등)으로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로는 신체 신호 측정(심박수, 수면분석 등) 15.1%, 신체 측정(체중, 체지방 등)이 12.1%로 나타났다(Table 4).

착용하는 밴드의 형태로는 스트랩 시계밴드로 전체 33명중 48.4%의 높은 응답률을 나타냈으며(Table 5), 착용하는 밴드의 선호 이유로는 ‘주변에서 많이 사용하고 있어서’라고 응답한 사람이 전체 24.2%로

<Table 1> Reasons for not wearing the band (N=113)

Item	n	%
I do not exercise.	6	5.3
Insufficient function and design	1	0.8
Uncomfortable to wear the band	10	8.8
Expensive price	7	6.1
I do not feel the needs.	49	43.3
I do not know about the band well.	37	32.7
Nobody around wears the band	1	0.8
Other	2	1.7
Total	113	100.0

Multiple response question.

<Table 2> The brand of the band typically worn  
(N=29)

Item	n	%
Fitbit	5	17.2
Gear S3	1	3.4
Nike	3	10.3
NoBrand	1	3.4
Xiaomi Mi Band	9	31.0
Samsung	3	10.3
Sony	1	3.4
Apple Watch	3	10.3
COA	1	3.4
I do not know	2	6.8
Total	29	100.0

<Table 3> Expense spent on the band  
(N=33)

Item	n	%
Under ₩50,000	12	36.3
₩50,000 to under ₩100,000	2	6.0
₩100,000 to under ₩150,000	6	18.1
₩150,000 to under ₩200,000	7	21.2
₩200,000 or more	6	18.1
Total	33	100.0

<Table 4> The functions of the band typically worn  
(N=33)

Item	n	%
Track fitness (heart rate, sleep, etc.)	5	15.1
Track weight (weight, body fat etc.)	4	12.1
Track exercise amount (count step, calories burned, etc.)	19	57.5
Exercise coaching	1	3.0
Communication (text message, calls, etc.)	2	6.0
Watch	1	3.0
Other	1	3.0
Total	33	100.0

<Table 5> The closure of the band typically worn  
(N=33)

Item	n	%
Elastic band closure	3	9.0
Velcro closure	4	12.1
Strap watch closure	16	48.4
Magnetic closure	0	0.0
Watch buckle closure	8	24.2
Buckle closure	2	6.0
Total	33	100.0

Refer to the images on <Fig. 1>.

나타났고, 그 다음으로는 ‘기능이 우수해서’, ‘가격이 적당해서’가 21.2%로 나타났다(Table 6).

또한 밴드를 주로 착용하는 부위로는 손목이 전체 33명중 93.9%로 가장 높게 나타났는데, 그 중 남자 응답자가 21명(95.4%), 여자 응답자가 10명(90.9%)으로 나타나 남녀 모두 높게 나타났다. 손목에 가장 많이 착용하기 때문에 스트랩 시계 밴드형태를 주로 사용하는 것으로 판단된다.

주로 착용하는 밴드의 만족도에 대한 조사 결과는 <Table 7>과 같다. 항목별 비슷한 응답률을 보이고 있으나, 그 중 ‘운동 시 밴드 착용부위의 땀 배출이 잘 이루어진다’의 항목에서 평균 2.97로 비교적 낮은 만

<Table 6> Reason to wear the band typically worn  
(N=33)

Item	n	%
I like the design	5	15.1
Good function	7	21.2
Used by many people around	8	24.2
Reasonable price	7	21.2
Widely known brand	5	15.1
Widely known product	1	3.0
Recommended by friends	0	0.0
Other	0	0.0
Total	33	100.0

<Table 7> Evaluation of the band typically worn

(N=33)

Item	Mean (S.D.)
The band color is satisfactory.	3.67 (.64)
The band closure is satisfactory.	3.70 (.68)
The overall band design is satisfactory.	3.64 (.69)
The band touch is satisfactory when it is worn.	3.52 (.61)
The sweat around the band area is eliminated well from the body during exercise.	2.97 (1.01)
The physical activities are not disturbed due to the good elasticity of the band.	3.21 (.65)
The overall material of the band is satisfactory.	3.39 (.74)
The band wearing location is suitable.	3.88 (.78)
The band wearing location during exercise is suitable.	3.76 (.83)
Feelings of wearing the band is satisfactory.	3.55 (.71)
Feelings of wearing the band during exercises is satisfactory.	3.45 (.71)
The band size is suitable.	3.73 (.76)
It is easy to adjust the band size.	3.61 (.86)
The overall band fit is satisfactory.	3.61 (.70)

Scale 1: strongly disagree, 2: disagree, 3: neutral, 4: agree, 5: strongly agree.

족도를 보이고 있다. ‘밴드의 신축성이 우수하여 신체 활동에 영향을 주지 않는다’ 항목이 그 다음으로 낮은 만족도를 보인 것으로 보아, 개발될 밴드는 땀 배출이 잘 이루어지고 신축성이 우수한 소재를 사용해야 할 것으로 사료된다.

3) Fitness band preference

본 설문에서 밴드 착용 경험의 유무에 상관없이 밴드의 선호도에 대한 문항을 물어보았다. 선호하는 밴드의 여밈 형태는 스트랩 시계밴드가 42명(29.7%)으로 나타났고, 선호하는 밴드 착용 부위 또한 손목이 97명(68.3%)으로 주로 착용하는 밴드의 여밈 형태의 결과 및 착용 부위와 일치하게 나타났다(Table 8 and 9).

선호하는 밴드의 색상과 소재의 기능에 대한 조사 결과, 가장 높게 선호하는 색은 단색과 무채색으로 나타났고, 배색이 있거나 무늬가 있는 것, 화려한 색이 있는 것은 비교적 선호하지 않는 것으로 나타났다(Table 10).

선호하는 밴드 소재의 기능에 대한 조사 결과, 모든 항목에서 평균 4점에 가까운 점수로 중요도가 높게 나타났는데, 그 중 ‘가벼운 경량성’이 평균 4.46으로 가장 높게 나타났다. ‘잘 늘어나는 신축성’ 항목은

<Table 8> Preferred band closure

(N=141)

Item	n	%
Elastic band closure	30	21.2
Velcro closure	22	15.6
Strap watch closure	42	29.7
Magnetic closure	14	9.9
Watch buckle closure	23	16.3
Buckle closure	10	7.0
Total	141	100.0

Refer to the images on <Fig. 1>.

<Table 9> Preferred band location

(N=142)

Item	n	%
Upper arm	27	19.0
Lower arm	6	4.2
Wrist	97	68.3
Waist	6	4.2
Thigh	1	0.7
Ankle	5	3.5
Total	142	100.0

<Table 10> Preferred band color and material

Item		Mean (S.D.)
Color (N=137)	I prefer the band with a single color.	4.07 ( .75)
	I prefer the band with color combinations.	2.89 ( .96)
	I prefer the band with achromatic color.	3.79 ( .90)
	I prefer the band with print design.	2.32 ( .99)
	I prefer the band with loud color.	2.30 (1.08)
Material (N=141)	Fast absorption and drying	4.04 ( .84)
	Breathability	4.18 ( .71)
	Elasticity	3.94 ( .84)
	Lightweightness	4.46 ( .61)
	Pilling and abrasion resistance	4.20 ( .74)
	Antimicrobial and antiodor	4.34 ( .66)
	Durability after washing	4.13 ( .86)
	Stain resistance	4.18 ( .72)

Scale 1: strongly disagree, 2: disagree, 3: neutral, 4: agree, 5: strongly agree.

비교적 낮은 점수가 나타났지만, 3.93점으로 신축성 항목 또한 중요하게 생각하는 소재의 기능인 것을 알 수 있다.

선호하는 밴드의 소재의 촉감으로는 전체 140명 중에서 96명(68.5%)이 부드러운 촉감이라고 응답하였고, 그 다음으로는 매끄러운 촉감이 38명(27.1%)으로 나타나 밴드를 착용했을 때 뻣뻣하거나 까끌한 촉감은 선호하지 않는 것을 알 수 있고, 기타 의견으로는 ‘땀과 뒤섞여 피부를 쓸리지 않게 하는 소재’로 부드럽고 매끄러운 촉감을 선호하는 것과 의견이 일치하는 것을 알 수 있다(Table 11).

<Table 11> Preferred touch of the band material  
(N=140)

Item	n	%
Soft touch	96	68.5
Stiff touch	5	3.5
Smooth touch	38	27.1
Prickly touch	0	0.0
Other	1	0.7
Total	140	100.0

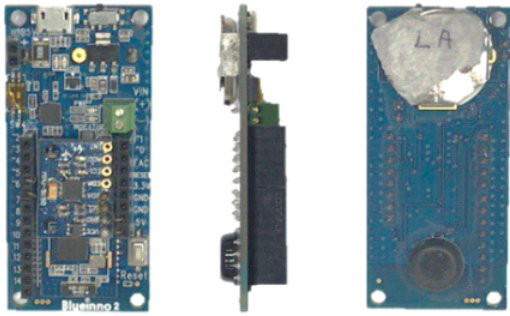
## 2. Fitness band design and development

### 1) Design ideation

본 연구는 체육과학부, 의류산업학과, 컴퓨터공학과로 구성된 팀이 수행한 융합연구로써 컴퓨터공학과에서 제작한 아두이노 보드 및 9축 센서에 맞는 밴드를 디자인하기 위하여 밴드 착의실태 조사 결과 및 체육과학부 소속 전문가의 의견을 수렴하여 의류산업학과에서 밴드를 디자인하였다.

컴퓨터공학과에서 사용한 아두이노 보드 및 9축 센서의 크기는 가로 3cm, 세로 6.5cm, 두께가 1cm로 구성되어 있는 큰 크기의 센서라는 제한점이 있다(Fig. 4). 따라서 큰 크기의 아두이노 보드 및 센서를 포함하면서도 운동에도 적합한 우수한 디자인의 피트니스 밴드를 개발해야 한다는 요구사항이 있다. 센서는 운동 시 오른쪽, 왼쪽의 밸런스를 맞추어 제대로 된 운동을 하도록 하는 컴퓨터공학과에서 개발한 어플리케이션과 연동되었다. 이 센서는 어플리케이션-센서 간 1:1 통신이 아닌 1:N 통신이 실시간으로 가능하여 줄넘기 운동 시 양팔과 양발의 가속도 차이를 측정 운동의 정확성을 판단할 수 있도록 하였다. 따라서 의류산





<Fig. 4> Arduino board and sensor

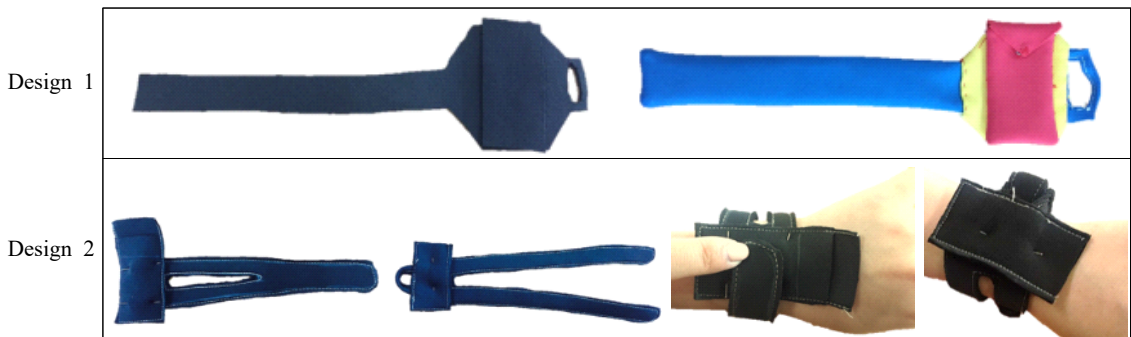
업학과에서 개발하는 밴드는 양팔과 양발에 운동수행 시 흔들림이 없이 안정적으로 착용할 수 있어야 한다. 시중에 판매되는 피트니스 밴드는 전반적인 운동량과 시간 등을 측정하는 기능이 대부분이지만, 본 연구의 피트니스 밴드는 실시간으로 운동 동작에 대한 정보를 수집하는 센서를 포함하기 때문에 밴드 착용 시 움직임에 대한 안정감이 중요한 요건이다.

착의실태 조사결과, 소비자들이 주로 착용하는 밴드의 형태는 스트랩 시계밴드로, 시중에 나와 있는 스트랩 시계밴드는 주로 실리콘과 같은 고무소재로 이루어져 있다. 이와 같은 밴드는 움직임에 대한 안정감과 고정력이 부족하다고 판단된다. 또한 착의실태 조사에서 밴드의 땀 배출이 잘 이루어지지 않고 신축성이 우수하지 않다고 느끼는 것도 이와 같은 밴드 소재의 영향을 받은 것으로 해석된다. 반면에 의료 및 재활 제품군과 피트니스 제품군에서 사용되는 직물형 밴드는 인체에 밀착시켜 고정시킬 수 있는 신축성이 있으며, 착용이 쉽고 옷처럼 변형이 자유로우며, 땀을 흡수할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 또한 시중에

판매되고 있는 운동코칭의 기능을 가진 밴드는 손목, 발목 모두 수용하고 있지 않으며 손목에만 착용한다고 하더라도 사람마다 치수가 다르기 때문에 모두를 수용할 수 없다. 반면에 벨크로 여밈으로 이루어진 직물형 밴드 같은 경우 손목과 발목에 크기를 조정하여 모두 수용이 가능하고, 무늬나 색으로 디자인 요소를 더할 수 있다.

디자인 발상을 위하여 아이디어 스케치를 하였고, 이를 연구자가 직접 샘플로 제작하여 형태와 크기, 스트랩의 치수를 정하였다(Fig. 5). 디자인 1에서는 시계 처럼 보일 수 있도록 팔각형 판 형태에 센서를 끼울 수 있는 포켓을 만드는 디자인을 고안하였다. 벨크로 여밈으로 고정을 하고 원단으로 고리를 만들어 끼워 손목을 감싸는 형태로 디자인 스케치를 하였다. 색은 젊은 소비자와 추후에 줄넘기를 하는 어린 아이들까지도 사용할 수 있는 밝은 색으로 고안하였다.

디자인 2는 센서를 넣을 수 있는 포켓을 만들고, 그 의 크기에 맞는 스트랩을 연결하는 디자인을 고안하여 자체 샘플 두 가지를 만들었다. 첫 번째 자체 샘플은 센서가 들어가는 포켓에 한 줄의 스트랩을 연결하는 것으로 스트랩은 센서 포켓에 직접적으로 달리는 쪽의 폭은 넓고 여밈의 끝으로 갈수록 좁아지는 형태이다. 스트랩에 가로의 얇은 구멍을 내주었는데, 이는 손목에 들렸을 때 스트랩 두께로 인해 투박해 보일 수 있는 점을 감소시키며, 땀을 배출하기 위한 목적이다. 두 번째 자체 샘플은 센서가 들어가는 포켓에 두 줄의 스트랩을 연결하는 것으로 스트랩을 손목에 고정하기 위해 센서 포켓에 두 줄의 스트랩이 들어 갈 수 있는 고리를 달았다. 색은 착의평가에서 가장 선호하는 것으로 나타난 단색의 무채색 계열로 고안하였다.



<Fig. 5> Self-made sample

## 2) First band prototype

아이디어 스케치와 자체 샘플제작을 통해 수정, 보완할 점을 선정하여 디자인 1과 디자인 2의 1차 프로토타입 샘플을 제작하였다(Fig. 6).

디자인 1에 대한 자체 제작 샘플을 착용했을 때 여밈이 불편하고 고정력이 약하다는 의견이 나타났다. 이에 여밈의 방향을 수정하고 스트랩부분에 벨크로를 봉제하고, 센서가 부착되는 면에 고리를 달아서 여밈을 고정하는 디자인으로 수정하였다. 센서가 들어갈 포켓은 센서가 부착되는 부분을 팔각형으로 하여 단조로운 디자인을 피했고, 포켓의 크기는 가로 6.5cm, 세로 3.7cm로 결정하였다. 포켓 안의 센서가 흔들리지 않도록 고정장치로 스펀지를 달았다. 또한 밴드 전체에 파이핑 처리를 하여 깔끔한 느낌을 줄 수 있도록 하였다. 소재는 두께 1.5mm의 시접을 주지 않아도 울퉁퉁이 없는 네오프렌 소재를 사용하였다. 네오프렌은 신축성 소재로 발포 네오프렌 시트 양면에 니트가 라미네이트된 것으로 최근 패션소재로 많이 사용되고 있다(Choi, Jeon, & Kim, 2007). 네오프렌은 내약품성, 내후성, 내열성, 내마모성 등이 우수하며, 특히 신축성, 탄력성이 좋고 가벼워서(Kang, Lee, & Kim, 2012) 밴드에 적합한 소재라 판단되어 주 소재를 네오프렌으로 선정하였다. 반면 피부와 닿는 부분에는 메쉬 소재를 사용하여 흡습성과 통기성을 부여할 수 있도록 하였다. 색은 다크블루, 스카이블루로 선정해서 밝은 느낌을 주고자 하였다.

디자인 2는 두 개의 자체 샘플 중에서 스트랩이 두 줄로 되어 있는 디자인을 최종 디자인으로 선정하고 수정 및 보완하였다. 밴드 착용 결과, 최종 선정된 디

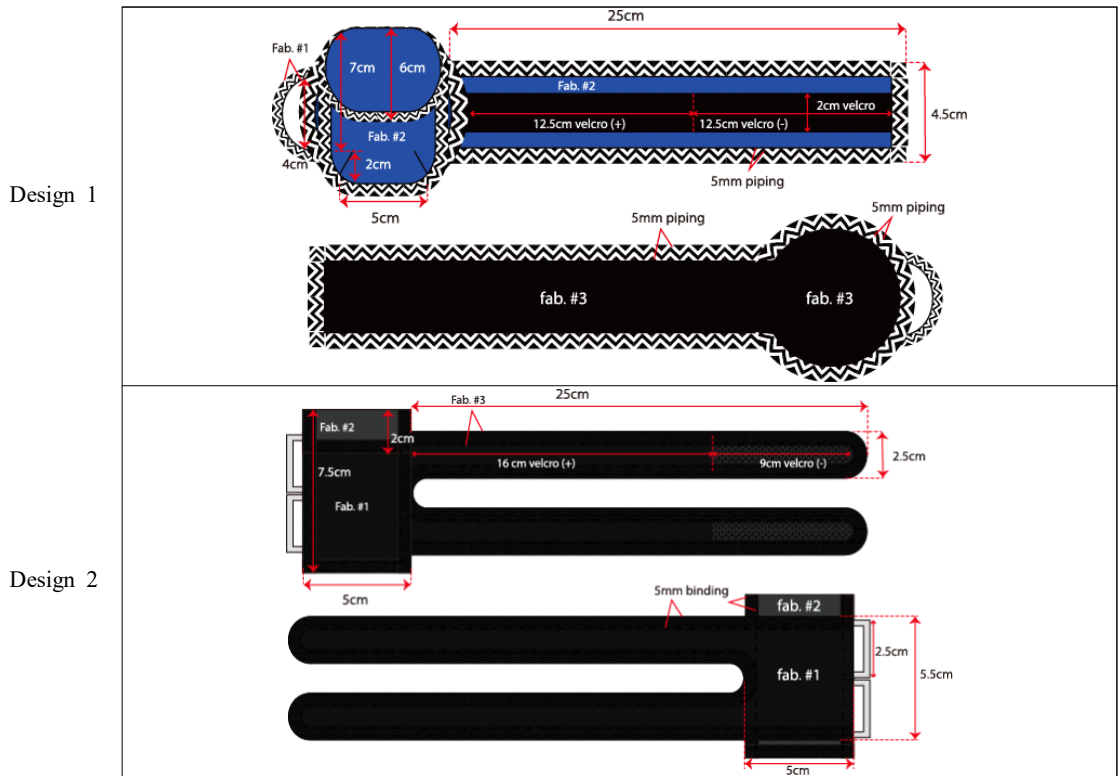
자인은 직물로 제작된 고리에 두 줄의 스트랩을 교차시켜 착용하는 형태로 고리가 늘어나 착용감이 좋지 못하였다. 이에 착용감 및 고정력을 높이기 위하여 직물이 아닌 금속 고리를 사용하며, 두 개의 스트랩을 각각 고정할 수 있도록 고리를 2개로 보완하였다. 스트랩의 고정을 위해 스트랩의 앞면에 (+), (-)의 벨크로를 봉제하였으며, 손목둘레에 따라 자유롭게 착용이 가능하도록 (+)의 벨크로를 더 길게 설정하였다. 포켓의 크기는 가로 5cm, 세로 7.5cm로 센서의 가로 3cm, 세로 6.5cm, 두께 1cm를 고려하여 포켓 내에서 흔들리지 않으며, 센서를 넣고 뺄 때 편하도록 최소한의 여유를 주었다. 밴드에 사용한 소재는 에어프렌이라고 불리는 우수한 신축성과 통기성을 갖고 있어 땀 배출 및 착용감이 쾌적한 합성고무에 타공형태로 이루어진 네오프렌 소재를 사용하였다. 사전 설문조사 결과, 단색이면서 무채색 계열을 선호하는 것으로 조사되어 무채색의 검정, 회색을 본 디자인에 적용하였다. 소재의 시접이 두꺼워지는 것을 방지하기 위해 모든 시접은 5mm 너비의 바인딩으로 처리하도록 보완하였으며, 바인딩은 10mm의 메쉬 접밴드를 사용하여 포켓, 스트랩에 적용하였다.

## 3) Final band prototype

1차 프로토타입 샘플을 통해 체육과학부 전문가의 의견을 반영하여 수정 사항을 도출하였다. 최종 디자인 도식화 및 최종 디자인 프로토타입 샘플은 다음(Fig. 7 and 8; Table 12)에 구체적으로 나타내었다. 디자인 1과 2 모두 제 7차 한국인인체치수조사 성인 남녀 20세에서 69세까지의 평균 손목둘레 15.5cm와



<Fig. 6> First prototype sample of design 1 and design 2



<Fig. 7> Final band: Flat sketch



<Fig. 8> Final band prototype

평균 발목 최대둘레 24.5cm를 참고하여 밴드의 전체 길이를 조정하였다. 디자인 1과 2 모두 최종 디자인의 스트랩 길이는 포켓이 놓이는 부위를 제외하고 손목과 발목용 모두 25cm로 정하였다.

디자인 1은 봉제과정에서 원단의 두께에 의해 모서

리 부분의 봉제가 깔끔하게 되는 것이 힘들어 팔각형으로 디자인한 센서 주머니의 모서리가 둥글게 되어 의도했던 각이 있는 팔각형의 모양이 나오지 않아 이를 원형의 판 모양으로 변경하였다. 평면 패턴으로 인해 입체적인 기기가 수용되는 것이 힘들기 때문에 포

<Table 12> Final design development

Design 1	Color	Blue and black colors
	Design	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3-dimensional pocket for sensor</li> <li>• One wide strap with fabric loop</li> <li>• Binding with pattern finish</li> <li>• Velcro closure</li> </ul>
	Fabric	• Hole type neoprene
Design 2	Color	• Black and gray colors
	Design	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Square shaped flat pocket for sensor</li> <li>• Two straps with metal rings</li> <li>• Mesh binding finish</li> <li>• Velcro closure</li> </ul>
	Fabric	• Hole type neoprene

켓의 전반적인 사이즈를 좀 더 크게 변경하고, 입체감이 있는 포켓 모양으로 수정하였다. 또한 심미성을 고려하여 센서 포켓의 뚜껑을 곡선으로 마무리하였다. 1차 샘플 제작 결과, 흡습성 및 통기성이 우수한 메쉬 소재를 안감에 사용했지만 원단의 두께감으로 인해 착용 시 불편하다는 의견이 있어 디자인 1 또한 타공된 얇은 네오프렌 원단으로 변경하였다. 또한 밴드의 스트랩부분이 파이핑을 사용했을 때 너무 두꺼워지는 현상이 발생하여 파이핑에서 바인딩으로 변경하였으며, 무늬가 들어간 바인딩을 선정하여 심미성을 높이고자 하였다. 동일한 바인딩 소재로 손목에 고정시키는 용도인 루프를 만들어 운동 시에도 더 견고할 수 있도록 만들었다.

디자인 2는 1차 샘플 결과, 검정색 사용면적이 회색 사용면적에 비해 많아 심미성에서 다소 떨어지는 것으로 판단되었다. 이에 최종 디자인은 회색 비율을 더 늘리는 것으로 수정하였다. 디자인이 운동 활동 시 전반적으로 만족스럽다는 체육과학부 전문가의 의견을 반영하여 그 외에는 추가로 수정하지 않았다 (Table 12).

3. Wear testing

연구대상자의 나이는 최소 20세에서 최대 25세로 나타나 평균 나이는 23.33세이고, 평균 키는 163.88cm, 평균 몸무게는 57.36kg으로 나타났다. 착용감 평가에 참가한 연구대상자 전체 15명 중 14명이 주로 하는

운동이 ‘있다’라고 응답하였다. 주로 하는 운동의 종류로 ‘걷기’가 높게 나타났으며, 웨이트 트레이닝, 스쿼트가 뒤를 이어 높게 나타났다. 이것은 ‘걷기’ 항목이 착의실태 조사에서 ‘주로 하는 운동의 종류’로 높은 응답률을 보였던 결과와 일치한다.

연구대상자 15명 중 66.6%(10명)가 1주에 1~3회 운동을 한다고 응답하여 연구대상자 대부분이 운동을 자주 하는 것을 알 수 있었다. 15명 중 13명(86.6%)이 운동 시 밴드의 착용 경험이 없다고 답하였는데, 이에 따른 이유는 43.7%가 ‘필요성을 느끼지 못해서’라고 응답하여 착의실태 조사 결과와 일치한다(Table 13).

밴드 착용 경험이 있는 사람은 사용하고 있는 피트니스 밴드 제품으로 ‘fitbit alta’ 제품과 사용하고 있는 스마트 밴드 제품으로 ‘삼성 기어핏2’라고 답하였다. 사용하고 있는 밴드의 기능으로는 운동량 측정(걸음 수, 칼로리 소모량 등)과 통신 기능(문자, 전화 등)이 내제되어 있는 기능의 밴드를 사용하는 것으로 나타났으며 ‘1주에 4회 이상’ 착용하는 것으로 나타나 착용을 하는 사람들은 거의 매일 착용하는 것을 알 수 있다.

밴드 디자인 1과 디자인 2에 대한 착용감 평가를 실시하였다. 착용한 밴드의 디자인 만족도와 소재 만족도, 맞춤새 만족도 및 착용감 만족도 등을 5점 척도 평가를 통해 2개의 디자인을 비교하였다(Table 14). 디자인 만족도는 ‘밴드의 길이가 적당하다’ 항목을 제외한 모든 항목에서 디자인 2가 평균 점수가 비교적 높게 나타났다. 밴드의 색상은 무채색을 위주로 디자인

<Table 13> Reasons for not wearing the band

(N=16)

Item	n	%
I do not exercise.	0	0.0
Insufficient function and design	0	0.0
Uncomfortable to wear the band	4	25.0
Expensive price	0	0.0
I do not feel the needs.	7	43.7
I do not know about the band well.	5	31.2
Nobody around wears the band	0	0.0
Other	0	0.0
Total	16	100.0

&lt;Table 14&gt; The satisfaction level of the band

(N=15)

Item		Mean (S.D.)		Wilcoxon Z
		Design 1	Design 2	
Design <sup>1)</sup>	The band color is satisfactory.	3.27 (1.22)	3.87 ( .99)	-1.979*
	The band closure is satisfactory.	3.67 ( .97)	4.07 ( .70)	-1.396
	The band width satisfactory.	4.00 ( .92)	4.07 ( .96)	-.289
	The band length is satisfactory.	4.00 ( .84)	3.87 ( .83)	-.707
	The sensor location is satisfactory.	3.93 ( .79)	4.00 ( .75)	-.312
	The appearance of the band pocket is satisfactory.	3.33 (1.23)	4.00 ( .75)	-1.815
	Overall design is satisfactory.	3.40 (1.12)	3.73 (1.10)	-1.072
Material <sup>1)</sup>	The band touch is satisfactory when it is worn.	3.73 ( .88)	4.00 ( .65)	-1.414
	The sweat around the band area is eliminated well from the body during exercise.	3.87 ( .83)	3.53 ( .64)	-1.508
	The physical activities are not disturbed due to the good elasticity of the band.	3.67 (1.11)	3.87 ( .83)	-.371
	The overall material of the band is satisfactory.	3.87 ( .74)	4.00 (1.06)	-.513
Size <sup>2)</sup>	Band width	3.20 ( .56)	2.93 ( .45)	-1.342
	Band length	3.00 ( .37)	3.13 ( .64)	-1.342
Weight <sup>3)</sup>	Band weight	2.80 ( .56)	3.00 ( .53)	-1.134

\*  $p < .05$ 

1) Scale 1: strongly disagree, 2: disagree, 3: neutral, 4: agree, 5: strongly agree.

2) Scale 1: too short, 2: short, 3: suitable, 4: long, 5: too long.

3) Scale 1: very light, 2: light, 3: suitable, 4: heavy, 5: very heavy.

한 ‘디자인 2’가 ‘디자인 1’보다 높은 만족도를 보였는데 이는 착의실태 조사 시 ‘단색을 선호한다’가 가장 높은 선호도를 보인 것과 일치하는 것으로 판단된다. 밴드의 여밈은 ‘디자인 2’가 4.07점으로 디자인 1(3.67)보다 높게 나타났는데, 디자인 2의 여밈에서 금속 고리를 사용한 것이 더 안정감이 있고 견고하여 높은 만족도를 준 것으로 사료된다.

밴드의 맞춤새 만족도에 대해 알아보하고자 5점 척도를 통하여 밴드의 폭(너비)과 길이를 평가하였다. 3점 ‘적당하다’를 기준으로 1점에 가까울수록 짧음을, 5점에 가까울수록 길다는 것을 의미한다. 그 결과, 밴드의 맞춤새는 밴드의 폭(너비)과 밴드의 길이 항목에 대한 것으로 전반적으로 두 개의 디자인 모두 3.0과 유사한 값을 보인 것으로 볼 때 너비와 길이가 적당하다고 평가하는 것으로 알 수 있었다. 유의하지는 않았

으나 밴드의 폭(너비)은 디자인 1이 3.20으로 디자인 2(2.93)보다 평균값이 약간 높은 것으로 볼 때 너비를 약간 넓게 평가한 것으로 나타났다. 반면, 밴드의 길이는 디자인 2를 약간 길게 평가한 것으로 나타났다. 최종 디자인 프로토타입 샘플의 실제치수와 맞춤새 만족도 결과를 비교해 보면, 실제로 밴드의 총 너비가 더 넓은 것은 2.5cm 너비의 스트랩이 두 줄인 디자인 2(두 줄 사이 간격 포함 총 5.5cm)이나 디자인 1(4.5cm)이 더 높다고 응답하였다. 이를 통해 연구대상자들은 밴드의 너비를 총 너비가 아닌 한 줄의 스트랩 너비로 인식하여 평가하였다는 것을 알 수 있다. 두 디자인의 밴드의 길이는 25cm로 동일하나, 디자인 2를 좀 더 길게 평가하였다. 이는 두 줄의 스트랩으로 된 디자인 2의 길이가 시각적으로 좀 더 길게 느껴졌기 때문으로 사료된다.

소재 만족도를 평가한 결과, ‘운동 시 밴드 착용부위의 땀 배출이 잘 이루어진다’ 항목을 제외한 모든 항목에서 디자인 2의 소재 만족도는 높게 나타났다. 그러나 대부분의 항목에서 평균 점수를 보았을 때 만족스럽지 못한 항목은 없는 것으로 나타나 개발된 두 개의 밴드 디자인 모두 소재부분에서 높은 만족도로 긍정적인 결과를 얻을 수 있었다.

운동 시 개발된 밴드의 무게감을 알아 보기 위해 밴드의 중량에 관한 질문을 하였다. 그 결과, ‘디자인 1’ 밴드의 중량은 평균 2.80으로 나타났고, ‘디자인 2’는 3.00으로 나타나 ‘디자인 1’이 비교적 가벼운 것으로 나타났다. 이는 밴드 디자인에서 ‘디자인 2’가 금속 고리를 사용했기 때문으로 사료된다.

<Table 15>는 개발된 밴드를 착용하고 운동을 했을 때의 착용감 만족도를 나타낸 결과이다. ‘밴드의 사이즈가 적절하다’ 항목을 제외한 모든 항목에서 ‘디자인 2’가 높은 만족도 결과를 보이고 있다. ‘디자인 2’의 밴드 사이즈 만족도가 ‘디자인 1’에 비해 만족도가 낮게 나타난 것은 ‘디자인 1’의 여밈 고리는 ‘디자인 2’에 비해 비교적 약하게 느껴지지만, 개인이 원하는 만큼 늘려서 손목에 맞게 고정할 수 있기 때문이라 사료된다.

밴드 착용감 실험을 통해 개발된 밴드를 착용하면서 불편했던 점이나 개선해야할 점 등을 인터뷰로 함께 조사하였다. 디자인 1은 센서를 넣고 뺄 때 용이하

게 하고 단조로움을 피하기 위해 입체 포켓으로 디자인하였지만, 포켓의 크기가 너무 커 센서가 고정이 되지 않고 포켓 내에서 센서의 움직임이 느껴져 운동 시 불편하다고 하였다. 다양한 연령층과 성별을 수용하기 위해 선정한 푸른 계열의 밴드 색상과 밴드 곁에 둘러진 패턴의 조합이 신선하고 경쾌한 느낌이 든다고 한 연구대상자가 있는 반면, 오히려 색상이 너무 튀어 부담스럽다는 의견이 있었다. 디자인 1의 경우, 스트랩을 고정시키기 위해 포켓주머니에 달려 있는 고리에 끼워 벨크로를 착용해야 하는 여밈 방식인데, 연결된 고리가 패브릭으로 되어 있어 오래 사용한다고 생각하면 금방 헐거워지기 때문에 고정력이 떨어질 것 같다고 하였다. 또한 피부에 닿는 면이 다소 까칠까칠한 느낌이 든다고 하였다. 그렇지만 소재나 땀 배출에서는 긍정적인 것 같다고 하였다. 디자인 2는 센서 포켓이 디자인 1에 비해 플랫폼하고, 스트랩이 두 줄로 된 디자인이 특징인데, 착용감이 좋고 안정감이 있다고 하였다. 무엇보다 스트랩이 두 줄이고 고정할 때 금속 고리가 있어 자주 착용하더라도 쉽게 헐거워질 것 같지 않다는 의견이 있었다. 그리고 두 줄의 스트랩을 벨크로로 부착할 때 X자로 크로스해서 고정할 경우, 이 부분이 고정력을 더 높여주어 운동 시 흘러 내리는 느낌이 다소 덜하다고 하였다. 그러나 끈 길이가 조금 긴 듯한 느낌이 들기 때문에 이를 조절할 수 있는 부가적 디자인이 요구된다. 색상부분에 있어서

<Table 15> Satisfaction level on the band

(N=15)

Item	Mean (S.D.)		Wilcoxon Z
	Design 1	Design 2	
The band wearing location is suitable.	4.13 (.35)	4.33 (.48)	-1.732
The band wearing location during exercise is suitable.	4.13 (.35)	4.13 (.74)	.000
The sensor location when the band is worn is suitable.	3.80 (.77)	4.33 (.48)	-1.930
The sensor location during exercise is suitable.	3.80 (.77)	4.27 (.79)	-1.633
Feelings of wearing the band is satisfactory.	3.87 (.83)	4.00 (.75)	-.577
Feelings of wearing the band during exercises is satisfactory.	3.87 (.83)	3.93 (.88)	-.277
The band size is suitable.	4.13 (.95)	3.87 (.74)	-1.027
It is easy to adjust the band size.	3.87 (1.12)	4.20 (.86)	-1.026
The overall band fit is satisfactory.	3.67 (1.11)	4.13 (.74)	-1.393

Scale 1: strongly disagree, 2: disagree, 3: neutral, 4: agree, 5: strongly agree.

는 무채색이어서 오히려 좋다는 의견이 있는 반면, 너무 칙칙하고 보통 검정색 밴드를 선호하지만, 발목에는 검정색 이외의 다른 색이 있는 것도 좋을 것 같다는 의견이 있었다. 땀을 많이 흘릴 정도의 운동을 하게 된다면 땀 배출이 원활할 것 같지 않고, 탄력이 좀 더 있는 소재라면 좋을 것 같다는 의견이 있었다. 의견 중 외관상 여밈이 벨크로가 좋았다고 한 의견이 있었는데 시계 형태를 써보니 정확히 자기 팔목에 맞는 구멍이 없으면 너무 쪼이거나 험령하다고 한 것을 보아 벨크로를 사용한 것에 대한 만족도가 높은 것으로 평가된다.

## V. Conclusion

본 연구는 체육과학부, 의류산업학과, 컴퓨터공학 과로 구성된 융합연구로, 컴퓨터공학과에서 개발한 아두이노 보드 및 9축 센서에 맞는 밴드를 디자인하고자 운동 밴드의 착의 실태를 조사한 것과 융합연구팀의 의견을 바탕으로 밴드를 디자인하였다. 또한 디자인 개발한 밴드가 인체공학적인 밴드의 기능을 하는지 알아보려고 줄넘기 실험을 통해 착용감 및 디자인 평가를 실시하였다. 연구결과에 따른 결론은 다음과 같다.

조사대상자 중 운동 시 밴드를 착용하지 않는 사람들은 그 이유로 필요성을 느끼지 못하거나 밴드에 대해 잘 알지 못해서라고 응답하였는데, 이는 밴드가 필요하다고 생각이 들면 착용할 가능성이 높고, 그에 따른 밴드의 순기능을 알리는 것이 중요하다고 판단된다. 반면, 밴드를 착용하는 사람들은 ‘운동량 측정(걸음 수, 칼로리 소모량 등)’을 위해 밴드를 착용하는 것으로 나타났고, ‘스트랩 시계밴드’를 사용하는 것으로 나타났다. 착용하고 있는 밴드를 선호하는 이유는 ‘주변에서 많이 사용하고 있어서’, ‘가격이 적당해서’, ‘기능이 우수해서’와 같았고, ‘디자인이 마음에 들어서’라는 이유는 큰 비중을 차지하고 있지 않아 시중에 판매하고 있는 운동 밴드의 디자인이 제한적이라고 판단된다. 주로 착용하는 밴드의 만족도 평가에서 ‘운동 시 밴드 착용 부위의 땀 배출이 잘 이루어진다’에 대한 항목에서 낮은 만족도를 보이고 있는데, 소재의 선택이 중요하여 디자인 개발 밴드에서 소재 선택의 비중을 높게 해야 하는 근거로 제시된다. 운동 밴드의

착용 유무에 관계없이 ‘스트랩 시계밴드’ 형태를 선호하였고, ‘손목’ 부위에 착용하는 것을 가장 선호하였다. 색상은 단색과 무채색 계열을 선호하여 남녀노소가 구분되지 않고 무난히 잘 어울리는 색이 선호되는 것으로 생각된다. ‘부드러운 촉감’과 ‘매끄러운 촉감’을 선호하여 운동 시 방해가 되지 않는 느낌을 선호하고, ‘가벼운 경량성’ 소재를 선호하는 것으로 나타나 땀 배출이 잘 이루어지고 가벼우면서 촉감이 부드러운 소재를 선정해야 된다고 판단된다.

이와 같은 조사를 바탕으로 두 가지 다른 디자인의 밴드를 개발하였다. 디자인 1은 센서를 보다 쉽게 넣고 뺄 수 있도록 입체적으로 포켓을 만들어 밴드를 구현하였다. 색상은 블루계열로 밴드 부위별로 색을 다르게 주어 단조로운 디자인을 벗어나고자 하였다. 벨크로 여밈으로 손목에 착용했을 때 고정하기 위해 포켓위치에 바인딩 소재의 고리를 달아서 고정할 수 있도록 하였다. 소재는 신축성이 높고 바람이 잘 통하는 네오프렌으로 가볍고 운동 시 방해가 되지 않도록 하였다. 디자인 2는 디자인 1에 비해 센서를 넣을 수 있는 포켓이 입체적이지 않지만 포켓 내에서 센서의 움직임이 최소화되어 움직일 때 센서의 움직임이 느껴지지 않도록 디자인하였다. 색상은 단색과 무채색이라고 한 것을 반영하여 검정과 회색을 배색으로 하였고, 벨크로 여밈으로 마무리 하였다. 손목과 발목에 착용한 후 고정력을 높이기 위해서 금속고리를 달아 오래 착용하더라도 헐거워지지 않도록 하였다.

이 두 가지 밴드를 사용하여 줄넘기 실험을 한 결과, 두 가지 밴드가 모두 전반적으로 만족스러운 것으로 타나났지만, 디자인 2의 만족도가 디자인 1보다 다소 높은 경향으로 나타났다. 구체적으로 디자인 2가 디자인 1보다 밴드의 색상이 만족스럽고 여밈이 만족스럽다고 하였다. 밴드의 폭(너비)의 경우 두 밴드 모두 만족스럽게 나타났다. 디자인 1은 ‘밴드의 길이가 적당하다’ 항목에서 디자인 2에 비해 약간 높은 만족도를 보였고, 외관상 센서 위치나 센서포켓의 만족도는 디자인 2가 더 높았다. ‘밴드의 색상이 만족스럽다’ 항목에서 유의차가 크게 나타난 것을 제외하고 전체적인 디자인의 만족은 크게 차이가 없는 것으로 나타났다. 소재는 전반적인 소재 만족도, 촉감, 신축성 관련 항목에서 디자인 2가 더 우수하게 나타나 소재 부분에서 디자인 1보다는 디자인 2가 만족스러운 것

으로 판단된다. 하지만 땀 배출관련 항목에서는 디자인 1의 만족도가 약간 높게 나타났다. 디자인 1이 더 가볍게 느끼는 것으로 나타나 이는 금속 고리의 유무에 따른 차이라고 사료된다. 밴드의 착용부위의 위치, 밴드의 센서 내장 위치, 밴드의 착용감, 밴드의 사이즈 조정 용이성, 전반적인 맞춤새 관련 만족도 항목은 디자인 2가 더 높은 만족도를 보여 전반적으로 디자인 2의 만족도가 높은 경향이 나타났다. 밴드 사이즈에 대한 만족도는 디자인 1이 디자인 2보다 약간 높은 경향이 나타나, 디자인 1의 사이즈 조절이 더 효과적인 것으로 사료된다.

본 연구는 소비자의 의견과 융합연구팀의 의견을 반영하여 두 가지 직물형 밴드를 디자인하고 개발했다는 것에 의의가 있다. 개발한 밴드는 줄넘기 운동에 구체적으로 적용하여 사용 가능성을 평가하였으며, 더 나아가 근력 운동과 같은 다른 종류의 운동 활동에도 활용할 수 있을 것이다. 본 연구의 결과는 피트니스 밴드 개발을 위한 기초자료로 사용될 수 있으며, 직물형 피트니스 밴드의 상용화를 위해 기여할 수 있을 것으로 사료된다. 뿐만 아니라 크기가 큰 기기 및 센서를 수납하여야 하는 의료용 스마트 밴드 등에 활용될 수 있다.

그러나 본 연구는 크기가 큰 아두이노 보드 및 9축 센서에 맞는 밴드를 개발함에 따라 센서 포켓의 크기도 증가하여 줄넘기 운동 시 손목회전 동작에 영향을 줄 수 있다는 한계점이 있으므로 추후 연구에서는 센서 및 센서 포켓의 축소화가 이루어져야 할 것으로 사료된다. 또한 본 연구에서 스트랩 시계형의 여밈형태를 가장 선호하는 것으로 나타났으나, 직물형 밴드로 개발하기 위해 여밈을 벨크로로 선정하였다. 벨크로 여밈을 사용한 본 프로토타입은 다양한 둘레의 손목 및 발목에 착용이 가능할 수 있는 장점이 있는 반면, 벨크로로 인한 밴드 소재의 손상 및 영킴 현상이 발생할 수 있는 제한점이 있다. 본 연구에서 진행된 착의 평가는 개발된 두 가지 디자인의 스마트 밴드에 대해서만 실시하였으므로 시판 제품의 착용감에 대한 후속연구가 필요하다.

## References

Choi, J.-I., Jeon, D.-W., & Kim, J.-J. (2007). A study

of elasticity fabrics expressed on fashion style. *Journal of Fashion Business*, 11(4), 92-100.

Choi, S.-H., & Kim, S.-I. (2017). A study on the factors affecting the purchase of healthcare smart bands. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(7), 175-181. doi:10.15207/JKCS.2017.8.7.175

GYMWATCH. (n.d.). STRENX by GYMWATCH - Sensor (Rushing Red). Retrieved July 24, 2018, from <https://store.gymwatch.com/3/strenx-by-gymwatch-sensor-rushing-red>

Kang, B.-K., Lee, B.-B., & Kim, S.-H. (2012). Design development for the ocean & leisure industry. *The Journal of the Korea Contents Association*, 12(10), 116-127. doi:10.5392/JKCA.2012.12.10.116

Kang, J. Y. (2015). Study on the content design for wearable device: Focus on user centered wearable infotainment design. *Journal of Digital Design*, 15(3), 325-333.

Kim, I. H. (2017, September 13). 웨어러블 디바이스 세계 시장 규모 꾸준한 성장세 [The steady growth of the wearable device in the world market]. *The Korea Industry Daily*, Retrieved September 13, 2017, from <http://www.kidd.co.kr/news/196128>

Kim, J. H., Lee, E. J., Chung, S. H., Han, J.-H., Cho, H.-Y., & Lee, H. J. (2017, December). Self-training healthcare system using multi-communication wearable devices. *Proceedings of Korea Software Congress 2017, Busan*, 1792-1794.

Kim, M. H. (2013, August 29). 2세대 피트니스 웨어러블 격돌... 아이리버 온 vs 미스핏 샤인 [2nd generation fitness wearable crash...iriverOn vs Misfit Shine]. *Etnews*, Retrieved July 13, 2018, from <http://www.etnews.com/201308290482>

Kim, Y. J. (2014, March 3). 스마트폰 경쟁 속 ‘웨어러블’ 새 수익원으로 급부상 [‘Wearable’ becomes the emerging profit source among the smartphone competition]. *The DigitalTimes*, Retrieved July 13, 2018, from [http://www.dt.co.kr/contents.html?article\\_no=2014030302012231759002](http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2014030302012231759002)

Kwon, J.-Y., Yoon, J.-C., & Lee, I.-K. (2006, July). Perceptual motion feature analysis and its appli-



- cations. *Proceedings of Korea Computer Graphics Society Summer Conference, Anmyeondo, Chungcheongnam-do*, 180-184.
- Lee, H.-J. (2017). *A study on low-power wrist band system for relaying smart phone incoming information*. Unpublished master's thesis, Honam University, Gwangju, Korea.
- Lee, H.-J., & Oh, H.-S. (2015). A study on wearable device products: Focused on the smart watch and smart band. *The Treatise on the Plastic Media*, 18(2), 239-244.
- Lee, H. J., & Oh, H. S. (2016). A study on wearable device fashion products for the new silver generation: Focus on user experience. *Journal of Korean Society of Design Science*, 29(4), 99-107. doi:10.15187/adr.2016.11.29.4.99
- Lee, W.-J., & Um, S.-H. (2009). R & D of smartwear built-in TENS device for relief of dysmenorrhea. *The Research Journal of the Costume Culture*, 17(2), 320-329. doi:10.29049/rjcc.2009.17.2.320
- MIT Media Lab. (n.d.). What's a wearable?. *MIT Media Lab*, Retrieved July 13, 2018, from <http://www.media.mit.edu/wearables>
- Park, H. J., & Kim, H. S. (2014). Case studies and development on wearable healthcare design: Mainly with diverse types of user perspectives. *Journal of Digital Design*, 14(3), 135-144.
- Quell. (n.d.). Main Page. Retrieved July 24, 2018, from <https://www.quellrelief.com>
- Seo, S.-K. (2015). *A study on user preference for design of smart watch*. Unpublished master's thesis, Kookmin University, Seoul, Korea.
- Son, H.-J., Lee, S.-W., & Cho, M.-H. (2014). Influential factors of college students' intention to use wearable device: An application of the UTAUT2 model. *Korean Journal of Communication & Information*, 68, 7-33.
- Suh, S.-E., & Roh, J.-S. (2015). A study on smart fashion product development trends. *The Research Journal of the Costume Culture*, 23(6), 1097-1115. doi:10.7741/rjcc.2015.23.6.1097