한국패션디자인학회지 제21권 4호
Journal of Fashion Design
Vol.21 No.4 (2021) pp.21-36
http://dx.doi.org/10.18652/2021.21.4.2

메이크코드를 활용한 스마트 패션 액세서리의 사용자 참여형 코딩 설계

김 현 진 · 임 호 선 · 김 혜 림+
숙명여자대학교 의류학과 박사수료
숙명여자대학교 의류학과 부교수
숙명여자대학교 의류학과 부교수+

요 약

최근 소형 전자기기의 대중화로 인해 이동성이 중요해지며 웨어러블 디바이스에 대한 수요가 증가하였고, 스마트 패션 제품이 스포츠 및 헬스케어 분야에서 주목을 받고 있다. 그러나 높은 가격대와 제한적인 사용 목적은 스마트 패션 시장의 성장을 저해한다. 이러한 단점을 보완하기 위해 본 연구에서는 사용자 참여형 디자인을 적용한 스마트 패션 액세서리를 제안하고자 한다. 사용자 참여형 디자인은 사용자가 제품 구매 및 사용 단계에서 직접 참여하는 디자인 방식으로, 제품에 대한 기능적 요구 충족 및 소비자의 개성 발현 과정으로 활용된다. 따라서, 본 연구의 목적은 일상적으로 착용이 가능한 스마트 패션 액세서리의 기초 코딩 방법을 제안함으로써 사용자가 원하는 기능을 갖는 사용자 참여형 스마트 패션 액세서리 제작에 응용할 수 있도록 하는 것이다. 이를 위하여, 사용자 참여형 디자인과 스마트 패션의 정의 및 스마트 패션에 사용자 참여형 디자인이 적용된 사례와 스마트 패션 액세서리의 주요 구성요소를 분석하였으며, 메이크코드 프로그램과 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드를 활용하여 스마트 패션 액세서리의 디자인과 코딩 과정에 능동적으로 참여할 수 있도록 하였다. 본 연구의 의의는 스마트 패션 제품의 디자인과 코딩 과정을 통해 사용자의 개성을 표현할 수 있도록 하는 동시에 사용자의 요구에 부응하는 다양한 기능을 갖춘 스마트 패션 액세서리의 코딩 방법을 제안한 데 있다. 그러나 본 연구에서는 보드에 내장된 기본 구성요소만을 활용하였기 때문에 디자인 변형이 제한적이다. 따라서 후속 연구에서는 다양한 응용 디자인 제작이 가능하도록 외장 센서 등 구성요소를 추가한 스마트 패션 액세서리 프로토타입을 제안하고자 한다. 또한 본 연구에서 설계한 기초 코딩을 바탕으로 제작한 제품의 내구성에 관한 후속 연구를 통해 일상생활에서 사용할 수 있는 대중적인 스마트 패션 제품을 개발하고자 한다.

주제어 : 스마트 패션 액세서리, 센서, 메이크코드, 아다프루트, 사용자 참여형 디자인

본 연구는 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2019S1A5A2A03047376).
+교신저자: 김혜림, khyerim@sookmyung.ac.kr
접수일: 2021년 7월 15일, 수정논문접수일: 2021년 8월 15일, 게재확정일: 2021년 9월 15일

Ⅰ. 서 론

2000년대 IT 기술의 발달로 스마트폰과 같은 소형 전자기기가 활발하게 개발되며 보편화되었고, 가격이 낮아짐에 따라 시간과 장소에 구애받지 않는 전자기기의 사용, 즉 모바일(mobile)성이 중요한 이슈로 대두되고 있다(Lee & Lee, 2019). 이러한 트렌드는 2010년대 산업의 융합 경향을 가속하며 웨어러블 디바이스(wearable device)에 대한 수요를 창출하였다(Yang & Kim, 2014). Lee(2020)의 연구에 의하면, 웨어러블 디바이스란 센서(sensor), 신소재, 그리고 연계된 다양한 디지털 테크놀로지(digital technology)가 접목된 입을 수 있는 모든 기술 기반 장치들을 의미하며, 애플(Apple)의 애플 워치(Apple watch), 구글(Google)의 구글 글라스(Google glass), 핏빗(Fitbit)의 스마트 피트니스 밴드(smart fitness band), 리바이스(Levi's)의 트러커 재킷(trucker jacket)을 비롯한 스마트 의류 제품이 이에 해당한다.

특히, 패션 분야에서는 스포츠 및 아웃도어 활동, 헬스케어 목적의 스마트 의류 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 스포츠 및 아웃도어 활동용 스마트 의류는 심장 박동 캡처 센서, 근전도 기록 센서, GPS(global positioning system)와 같은 초소형 전자기기를 의류에 부착 또는 내장하여 착용자의 운동 기량을 최대화할 수 있도록 도우며, 신체 기능에 대한 정보를 제공해 안전하게 운동할 수 있도록 돕는다(Kwon, 2017). 2008년 설립된 도르사비(Dorsavi)에서는 간호사를 비롯한 병원 근무자들의 부상을 최소화하고 안전을 보장할 수 있는 스마트 의류를 개발하였고, 아울렛 삭스(Owlet Socks), 네오펜다(Neopenda)에서는 각각 스마트 양말과 스마트 모자를 개발하여 신생아의 건강 상태를 실시간으로 모니터링할 수 있도록 하였다(Kwon, 2017). 그러나 현재 스마트 패션(smart fashion) 제품은 높은 가격대로 인하여 일반 소비자가 구입하기에 부담스러우며, 운동선수나 의료 분야 등 특수 직업군을 대상으로 제작되는 제품이 대부분이므로 지속적인 스마트 패션 시장의 성장을 위해서는 수요층 확대와 시장성 확보가 필요하다(Park, 2019).

이러한 문제점을 해소하기 위하여, 본 연구에서는 사용자 참여형 디자인을 적용하여 스마트 패션 제품의 접근성을 높이고자 한다. 사용자 참여형 디자인은 사용자가 자신의 취향을 반영하여 구매하고자 하는 제품의 디자인에 창작자 또는 사용자로서 참여하는 방식으로, 과거에는 생산자와 소비자 간 경계가 뚜렷하게 나타났다면 오늘날에는 그 구분이 모호해지면서 개인화, 맞춤화된 제품으로 표현되고 있다(Chung & Yim, 2019). 선행연구에 따르면, 패션 산업에서의 사용자 참여형 디자인은 제품에 대한 기능적 요구를 충족시킬 뿐만 아니라 소비자의 개성 및 정체성 발현의 과정으로도 활용되고 있다(Paik & Lee, 2017). 현재 아디다스(Adidas), 나이키(Nike)를 비롯한 스포츠웨어와 구찌(Gucci), 버버리(Burberry) 등 명품 브랜드에서는 소비자들이 직접 디자인 과정에 개입하여 자신의 창의성과 개성을 표현하고 있으나, 스마트 패션을 비롯한 웨어러블 디바이스 산업에서는 애플 워치의 워치 페이스(watch face)와 스트랩 교체 등 비교적 제한적인 수준의 사용자 참여형 디자인이 적용되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 제작 및 사용 과정 전반에서 사용자가 개입하는 사용자 참여형 디자인을 스마트 패션 액세서리에 적용하고자 한다. 이를 위해 스마트 액세서리의 코딩 방법을 다양하게 제안함으로써, 사용자가 원하는 기능을 갖춘 자신만의 스마트 패션 액세서리를 제작하는 데 응용할 수 있도록 하고자 한다. 본 연구에서는 초보자도 쉽게 코딩할 수 있고 가격이 저렴한 서킷 플레이그라운드 익스프레스(Circuit Playground Express) 보드를 활용하였다. 보드에 내장된 기능 중에서도 간단한 코딩과 응용 코딩이 가능한 조도 센서와 동작 센서를 선정하여 각 센서에 적합한 기초 코딩 방법을 제안하고, 본 연구에서 제안한 스마트 패

션 액세서리 이외에 다양한 디자인의 스마트 패션 액세서리 제작에 응용하는 것을 목표로 한다.

Ⅱ. 연구 방법

본 연구에서는 사용자가 자신의 개성을 표현할 수 있는 사용자 참여형 스마트 패션 액세서리를 제작할 수 있도록 기초 코딩 방법을 제안하고자 한다. 본 연구에서는 아다프루트(Adafruit) 사의 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드를 활용하여, 사용자가 마이크로소프트(Microsoft)의 메이크코드(MakeCode) 프로그램으로 보드에 내장된 조도 센서와 동작 센서 기능을 활용해 사용자가 원하는 기능과 개성을 갖춘 사용자 참여형 스마트 패션 액세서리를 제작할 수 있도록 기초 코딩 방법을 제안하고자 하며, 연구 방법은 다음과 같다.

첫째, 본 연구의 이론적 배경으로 사용자 참여형 디자인 및 스마트 패션의 개념을 조사하고, 스마트 패션 분야에서 사용자 참여형 디자인이 어떠한 방식으로 적용되었는지 분석한다. 사례 분석은 2015년 이후의 연구 논문 및 국내외 온라인 자료를 바탕으로 진행한다.

둘째, 사용자 참여형 스마트 패션 액세서리 제작에 앞서, 프로그래밍 플랫폼, 입·출력장치, 전원 장치, 센서 등 스마트 패션 액세서리를 이루는 구성요소를 조사한다.

셋째, 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드에 내장된 센서 중 조도 센서와 동작 센서를 각각 활용하여 스마트 패션 액세서리를 제작할 수 있도록 기초 코딩 방법을 제안한다. 본 연구의 목적은 코딩을 처음 접하는 초보자도 손쉽게 코딩할 수 있는 프로그램인 메이크코드를 활용하여 사용자의 접근성을 높이는 것이다. 따라서, 사용자가 본 연구에서 제안한 기초 코딩 자료를 활용하여 다양한 디자인과 용도의 스마트 패션 액세서리 제작에 응용할 수 있을 것으로 기대된다.

Ⅲ. 이론적 배경

1. 사용자 참여형 디자인

20세기 후반 IT 기술의 발달로 인하여 스마트폰과 태블릿을 비롯한 모바일 기기가 보편화되고, 소셜 네트워크 서비스(social network service)를 통해 원하는 정보를 빠르게 습득할 수 있는 사회가 도래함에 따라 소비자들의 소비 패턴에도 변화가 일었다. 전통적인 사회에서의 소비자는 기업이 대량생산을 통해 제작한 제품이나 서비스를 수동적으로 구매하는 수동적 소비를 했던 반면, 오늘날의 소비자는 개인주의적 가치와 생활양식을 중요시함에 따라 개인 맞춤형 제품 및 서비스를 선호하며, 제품을 제작하고 소비하는 과정에 적극적으로 참여하는 능동적 소비를 한다(Kim et al., 2015). 특히, 개인 맞춤형 제품은 이전에는 소수의 한정된 소비자만이 누릴 수 있는 혜택이었으나 IT 기술이 발달함에 따라 다양한 개인 맞춤형 제품 및 서비스 제공이 가능해지면서 진입 장벽이 낮아지고, 이로 인해 개인 맞춤형 제품에 대한 수요가 더욱 강화되었다(Eun, 2004; Hwang, 2005). 또한, 소비자는 제품을 구매하기 전 제품의 디자인 단계에도 관여하며 구매한 제품의 형태를 자유롭게 변형시키기도 하고 제품의 착용 방법에도 변화를 주는 등 제품과 적극적으로 상호작용함으로써 자신의 개성을 표현한다(Chung & Yim, 2019). 이러한 소비 트렌드는 과거 생산자인 디자이너와 소비자인 제품 착용자 간 뚜렷하게 나타났던 경계를 모호하게 하며 사용자 참여형 디자인이라는 새로운 형태의 디자인 개념을 출현시켰다.

사용자 참여형 디자인은 소비자, 즉 제품 사용자가 제품의 개발, 생산, 유통부터 판매까지 전반

적인 프로세스에 참여하여 기업의 동반자 역할을 하는 것으로(Lee et al., 2017), 생산 단계에서부터 소비자의 의견이 반영되어 효율적인 제품 기획이 가능하며 재고로 인한 비용 절감, 소비자의 브랜드에 대한 충성도 향상 등 긍정적인 효과를 얻을 수 있다. 패션 산업에서 사용자 참여형 디자인은 크게 '제작자로서의 참여형 디자인'과 '사용자로서의 참여형 디자인'으로 구분된다(Im & Ko, 2011).

먼저, '제작자로서의 참여형 디자인'은 D-I-Y (do-it-yourself) 방식을 통해 사용자가 직접 디자인에 참여하거나 디자인 요소 선택 과정에 관여하는 방식이 있다(Im & Ko, 2011). 사용자가 직접 원하는 제품을 제작할 수 있어 하나밖에 없는 자신만의 물건을 통해 개성을 표현하고, 디자인 과정에서 재미를 느낄 수 있다(Im & Ko, 2011). 아디다스는 2004년 '마이아디다스(MiAdidas)' 서비스를 론칭하여 신발의 갑피, 안감, 힐 컵(heel cup), 끈, 인솔(insole) 등 구성 요소별로 신발을 세분하여 고객이 직접 색상, 소재, 패턴 등을 선택하고 이니셜을 새기는 등 자신만의 아디다스 신발을 제작할 수 있도록 하였다(Kim, 2015). 나이키에서도 1999년 '나이키아이디(NikeiD)' 서비스를 론칭하고 제품의 소재, 색상 등을 고객이 직접 선택하여 자신만의 맞춤형 제품을 제작하도록 하였다(Kim, M. H., 2020). 영국의 디자이너 브랜드인 안야 힌드마치(Anya Hindmarch)에서도 나만의 가방을 만들 수 있는 빌드 어 백(Build A Bag) 컬렉션을 론칭하고 소재, 색상, 사이즈, 액세서리 등을 고객이 원하는 대로 선택하여 맞춤 제작 서비스를 선보였다(Son, 2017). 구찌는 2018년 D-I-Y 니트웨어 컬렉션을 통해 고객이 직접 색상과 소재를 선택하여 제품을 디자인하도록 했고(Heo, 2018), 버버리와 루이비통(Louis Vuitton)은 고객들이 제품에 이니셜을 새길 수 있는 서비스를 제공하고 있다(Kim, J. B., 2020; Lim, 2016). 이처럼 사용자가 제품 제작에 참여하는 디자인 방법은 창의성과 개성을 중시하는 젊은 소비자들의 흥미를 자극하고, 이들이 제품 디자인에 능동적으로 참여하도록 함으로써 새로운 경험과 창조의 즐거움을 유발한다고 볼 수 있다.

'사용자로서의 참여형 디자인'은 사용자가 제품의 사용 과정에서 얻을 수 있는 경험과 밀접한 관련이 있다. 사용자가 디자인을 자유롭게 변형해 옷을 착용함으로써 제품에 대한 능동적인 체험을 가능하게 하는 디자인들이 이에 해당한다(Im & Ko, 2011). 아크로님(ACRONYM®)의 2014년 S/S 컬렉션 재킷에는 뒷부분에 지퍼가 있어서 지퍼를 올리면 옷이 분리되고, 분리된 부분으로 가방을 통과시켜 가방을 벗지 않고도 재킷을 입는 등 디자인을 다양하게 변형시킬 수 있다(Chung & Yim, 2019). 네헤라(Nehera)의 2018년 S/S 컬렉션 드레스는 스커트 부분의 여밈을 풀면 트임이 있는 디자인이 되고, 스커트를 분리하면 심플한 디자인의 원피스 드레스로 변형된다(Chung & Yim, 2019). 페르난도 브리지오(Fernando Brizio)의 '유연성 있게 재생 가능한 옷(Flexibility Renewable Clothing)'은 흰색 드레스의 주머니에 펜을 꽂아 잉크가 번지면서 다양한 디자인을 만들 수 있다. 디자인을 변경하고 싶을 때는 언제든지 드레스를 세탁하고 재염색할 수 있다(Im & Ko, 2011). 이처럼 사용자로서의 참여형 디자인은 사용 과정에서 제품을 자유롭게 변형함으로써 사용자의 적극적인 참여를 유발하고, 그 과정에서 개인의 개성을 표현한다는 데 의의가 있다.

2. 스마트 패션

스마트 패션은 웨어러블 디바이스의 일종으로, 고기능성 섬유 소재에 센서나 GPS, 초소형 통신기기 등이 내장된 의복 형태로 구현되어 뛰어난 웨어러빌리티(wearability)를 갖는다(Jang & Cho, 2018; Lee & Jeong, 2016). 1990년대 이전에는 의복에 컴퓨터의 기능을 직접 도입하고자 하는 기술적 측면

에서의 스마트 패션이 주목을 받았다면, 1990년대 이후에는 의복 내부에 장착하여 눈에 띄지 않는 디지털 디바이스(digital device)와의 융합을 시도하였고 신체 능력 향상과 보호 등 인간 공학적 측면에서 연구가 진행되었다(Kim & Kim, 2018). 전 세계적으로 스마트 패션 산업은 2018년 11억 400만 달러에서 2024년 52억 8,500만 달러로 크게 성장하였고, 2019년부터 2024년까지 연평균성장률이 26.2%에 달할 것으로 예측되었다("Smart clothing market", 2019). 또한, 향후 5년간 국가 안보 문제 증가 및 건강에 관한 관심이 증가함에 따라 군사 방어 분야와 스포츠 및 피트니스 산업 분야에서 스마트 패션이 꾸준한 성장률을 보일 것으로 기대된다(Song, 2019).

초기에 개발된 스마트 패션 제품은 의류 제작 단계에서 전자기기를 직접 부착하는 비교적 단순한 형태로 제작되었으나, 섬유 기술이 발전됨에 따라 전도성 실이나 잉크 등을 사용해 의류에 회로를 구현하는 방식으로 변모하였고(Lee & Jeong, 2016), 2000년대 이후로는 전자기기가 부착된 단순한 구조의 제품이 아닌 스마트폰과 연동 가능한 시계, 안경, 신발, 의류와 같은 스마트 패션 제품이 주목을 받고 있으며 구글 글라스, 애플 워치, 나이키 스포츠 밴드 등 다양한 제품이 상용화되고 있다(Sung & Sung, 2015). 2010년대 후반 나노 기술의 발전으로 전자 제품과 섬유를 결합한 스마트 패션 관련 연구가 활발히 진행되고 있다. 2019년 한국과학기술연구원(Korea Institute of Science and Technology) 기능성복합소재 연구센터에서는 멍게 껍질로부터 추출한 나노 셀룰로스(nano cellulose)와 탄소나노튜브를 결합한 복합섬유로 이산화질소 센서 소재를 개발하였고, 이를 직물에 삽입하여 이산화질소를 감지하는 데 성공하였다(Lee, 2019). 또한, 2020년 KIST 광전소재연구단에서는 섬유형 트랜지스터(transistor)를 개발하여 1,000번 이상 구부리거나 접은 후에도 성능이 80% 이상 유지되며 세제를 넣은 물에 세탁한 후에도 성능이 유지됨을 확인하고, 트랜지스터를 옷감에 삽입하여 LED 전구를 구동시킬 뿐만 아니라 착용자의 심전도 신호를 증폭하여 측정하는 데 성공하였다(Choi, 2019).

그러나 스마트 패션 시장은 아직 성장 초기 단계로 대량생산이 어려워 가격이 비교적 높으며, 환자복, 군복 등 특수 목적의 기능성 의류에 주로 사용되어(Kwon, 2017) 일반 소비자들은 스마트 패션 제품을 실제로 경험하지 못한 경우가 많다(Ko et al., 2008). 더불어, 스마트 패션 제품의 특성상 장시간 지속해서 착용해야 하는 경우가 많아 전자파 발생 여부를 비롯한 안전성 검증이 필요하고(Choi, 2014) 세탁의 용이성, 착용 시 활동성, 부착된 기기의 무게로 인한 착용감 등에 관한 개선이 필요하다(Choi & Lee, 2006). 따라서, 향후 스마트 패션 시장의 성장을 위해 일상복 분야에서 연구를 진행하여 스마트 패션 제품에 대한 사용자의 접근성을 높이고, 나노 기술과의 접목을 통해 착용감과 활동성을 개선하고, 전자 부품을 탈·부착할 수 있도록 디자인하여 세탁 가능한 스마트 패션 제품을 개발하고자 하는 시도가 필요하다.

3. 스마트 패션 분야에서 사용자 참여형 디자인이 적용된 사례

현재 스마트 패션 분야에서는 '사용자로서의 참여형 디자인'이 주로 적용되어 제품의 사용 과정에서 사용자가 참여하여 다양한 디자인을 구현할 수 있도록 하고 있다. 시프트웨어(ShiftWear)에서 개발한 스마트 운동화는 운동화의 옆면을 전자 종이로 제작하고, 전용 앱을 통해 사용자가 직접 이미지를 디자인할 수도 있으며 다른 사람이 제작한 이미지를 구매할 수도 있다(Song, 2015). 타고 아크(Tago Arc)는 e잉크(e-ink) 디스플레이가 장착된 팔찌로, NFC(near field communication) 기반으로 스마트폰과 연동하고 앱을 사용해 사용자가 원하는 무

니나 문구를 적용할 수 있다(Jeong, 2015). 볼보리 타임리스(Volvorii Timeless) 스마트 구두는 옆면에 e잉크 디스플레이를 접목해 색상, 패턴을 다양하게 변화시킬 수 있도록 하였으며(Lee, 2015) 브로드캐스트 웨어(Broadcast Wear)는 LED가 부착된 티셔츠로 스마트폰이나 티셔츠 상단의 버튼을 통해 사용자가 원하는 문구나 이미지를 표시할 수 있다(Kim, J. H., 2020).

그러나 위 사례들은 전자 종이, LED와 같은 디스플레이를 통해 사용자가 디자인한 이미지나 문구를 표현하는 방법으로 한정되어 다소 좁은 범위의 사용자 참여형 디자인이 적용되었다고 볼 수 있다. 따라서, 스마트 패션 시장의 성장을 위하여 제작과 사용 과정 전반에서 사용자가 참여하는 넓은 의미의 사용자 참여형 디자인 방식을 적용할 필요가 있다. 또한 평상복 또는 생활용품 분야에서 스마트 패션 제품을 개발하여 착용성, 심미성, 경제성을 충족하는 동시에 시장성과 대중성 확보가 필요할 것으로 전망된다.

Ⅳ. 스마트 패션 액세서리의 참여형 디자인 방법을 위한 코딩 개발

본 연구에서는 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드와 메이크코드 프로그램을 활용하여 사용자가 제품의 제작과 사용 단계 모두에서 자신의 개성을 표현할 수 있는 사용자 참여형 스마트 패션 액세서리 제작을 위한 기초 코딩 방법을 제안하였다. 다양한 패션 액세서리 중, 본 연구에서는 모자와 장갑을 활용하였다. 모자와 장갑은 소비자가 쉽게 구매할 수 있고 대중적인 제품이므로 사용자 참여형 스마트 패션 액세서리에 적합하다. 또한, 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드에 내장된 센서 기능을 활용하므로 센서를 추가로 구매하지 않아도 되어 경제적이며 세탁 시 보드만 탈착하면 되므로 세탁이 비교적 간편하다.

1. 스마트 패션 액세서리의 구성요소

본 연구에서 제안하는 스마트 패션 액세서리의 센서 기능을 구현하는 데 필요한 공통적인 구성요소는 프로그래밍 플랫폼인 메이크코드, 입·출력 장치인 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드, 전원 장치인 리튬 배터리, 센서가 있으며 각 구성요소의 세부 사양은 <Table 1>에 기술하였다.

1) 프로그래밍 플랫폼 - 메이크코드

마이크로소프트 사에서 개발한 메이크코드(Figure 1)는 서킷 플레이그라운드 익스프레스를 비롯한 마이크로컨트롤러(microcontroller) 기반 장치의 프로그래밍을 간편화한 오픈소스 플랫폼으로(MakeCode,

Table 1. Specifications of components of smart fashion accessories.

Parts	Components	Details
Programming	MakeCode	Runs on all operating systems and web browsers
Input/Output	Circuit Playground Express	Weight: 8.9 g Size: 50.6 mm diameter Output: mini NeoPixel LED 10 pcs, light sensor, motion sensor, sound sensor, 1 mini speaker with class D amplifier
Power source	Lithium battery	Weight: 23 g Size: 34 mm x 62 mm x 5 mm Output: 1,200 mAh at 3.7 V
Sensor	Light sensor / Motion sensor	Weight: 0.25 g / 1.5 g

n.d.), 프로그램을 따로 다운로드할 필요 없이 모든 운영체제와 브라우저에서 작동하므로 접근성이 우수하다(Peli de Halleux, 2017). 코딩을 처음 접하는 초보자의 경우 블록 에디터(Block editor)를 사용하여 블록을 간편하게 드래그 앤 드롭(drag-and-drop)하여 코딩할 수 있고, 숙련자의 경우 자바스크립트 에디터(JavaScript editor)를 사용해 프로그래밍 언어를 입력하여 코딩할 수 있다. 본 연구의 목적은 초보자도 손쉽게 사용자 참여형 스마트 패션 액세서리를 제작하도록 기초 코딩을 설계하는 것으로, 메이크코드 프로그램을 활용하면 코딩 초보자들의 접근성을 높일 수 있을 것으로 예상된다.

2) 입·출력장치 – 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드

2005년 MIT 공학자인 리모르 프라이드(Limor Fried)는 아다프루트 인더스트리즈(Adafruit Industries)를 설립하여 다양한 연령대의 사용자들이 스마트 제품을 쉽고 재미있게 프로그래밍할 수 있도록 하였다(Adafruit, n.d.). 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드는(Figure 2) 아다프루트 사에서 가장 최근에 출시한 소형 마이크로 컨트롤러 보드로, 미니 네오픽셀(Mini NeoPixel) LED, 버튼 스위치 및 다양한 센서가 내장되어 있다. 내장된 USB 커넥터를 사용하여 컴퓨터에 연결하고, 메이크코드와 같은 프로그램으로 코딩할 수 있다. 보드에 LED와 스피커가 내장되어 있으므로 출력장치를 추가로 연결할 필요가 없어 제작 단계가 보다 간소화되고(Lim & Ahn, 2021), 초보자들을 위해 설계된 보드이므로 기존의 복잡한 프로그래밍으로 인한 진입 장벽에 대한 부담이 없어 물리적 컴퓨팅을 빠르게 시작하고 실행할 수 있다(Lady ada, 2017). 또한 보드의 테두리에 있는 8개의 입·출력 핀을 납땜할 필요 없이 전도성 실로 간편하게 연결하여 옷, 장갑, 모자, 가방 등 액세서리에 부착해 인터랙티브(interactive) 작품을 제작할 수 있다(Kang et al., 2011). 따라서, 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드를 활용한 스마트 패션 액세서리는 제작 과정에서 납땜 또는 복잡한 프로그래밍이 필요하지 않기 때문에 사용자가 전자회로도 설계 방법과 메이크코드 사용 방법에 관한 기초 교육을 받으면 본 연구에서 제안한 기초 코딩 자료를 활용하고 자유롭게 변형하여 원하는 작품을 제작할 수 있다.

3) 전원 장치 – 리튬 배터리

본 연구에서 제안한 스마트 패션 액세서리에는 파우치 형태의 리튬 배터리가 사용되었다(Figure 3). 완충 시 출력은 3.7~4.2V까지 다양하며, 총 1,200mAh의 용량을 갖는다. 2핀 JST-PH 커넥터가 배터리에 연결되어 있어 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드의 JST 잭에 연결하여 전원 장치로 사용할 수 있다(“Lithium ion”, n.d.). 또한 리튬 배터리는 휴대성이 우수하고, 전류 밀도가 크지 않아 장시간 사용해야 하는 소형 전자기기에 적합하다(Choe et al., 2007). 따라서, 리튬 배터리를 사용하면 컴퓨터에 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드를 연결하지 않은 상태에서도 전원이 공급되어 보드의 기능을 사용할 수 있으므로 스마트 패션 액세서리의 휴대성이 향상될 수 있다.

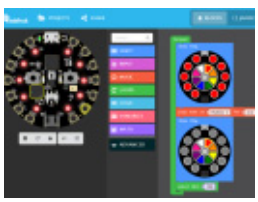

Figure 1. Microsoft Makecode.
From Peli de Halleux. (2017).
https://learn.adafruit.com

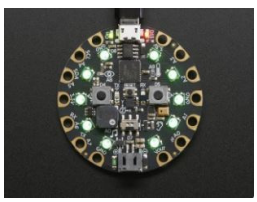

Figure 2. Circuit Playground Express.
From Lady ada. (2017).
https://learn.adafruit.com

Figure 3. Lithium ion polymer battery.
From Lithium ion polymer battery. (n.d.).
https://www.adafruit.com

4) 센서 - 조도 센서와 동작 센서

본 연구에서 제안한 스마트 패션 액세서리에는 조도 센서와(Figure 4) 동작 센서가(Figure 5) 사용되었다. 조도 센서는 주변의 밝기를 감지하는 센서로, 빛의 양에 따라서 저항값이 변하는 가변저항의 성질을 이용하여 밝기를 측정하는 원리로 동작한다. 주변 환경이 밝을 때는 저항이 1kΩ 이하이고, 어두울 때는 최대 10kΩ까지 증가하며 전기적 신호를 생성하는데("Photo cell", n.d.) 본 연구에서는 이러한 조도 센서의 특징을 활용하여 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드가 주변 밝기에 따라 다양한 디자인의 빛을 낼 수 있도록 하는 코딩 방법을 제안하였다.

동작 센서는 움직임, 기울기, 진동 등을 감지하는 센서로, 전압을 중력으로 변환하여 보드에 신호를 보낸다("Adafruit LIS3DH", n.d.). 본 연구에서 사용한 동작센서는 3개 축의 움직임을 감지할 수 있을 뿐만 아니라 자유낙하 상태도 감지할 수 있다("Adafruit LIS3DH", n.d.). 본 연구에서는 이러한 동작 센서의 특징을 활용하여 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드가 사용자의 움직임에 따라 다양한 디자인으로 빛을 낼 수 있도록 하는 코딩 방법을 고안하였다.

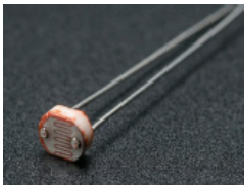

Figure 4. Light sensor.
From Photo cell (CdS photoresistor). (n.d.). https://www.adafruit.com

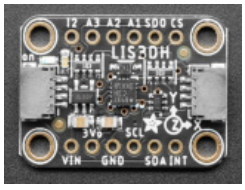

Figure 5. Motion sensor.
From "Adafruit LIS3DH". (n.d.). https://www.adafruit.com

2. 조도 센서를 활용한 스마트 패션 액세서리의 코딩 설계

본 연구에서는 조도 센서를 사용하여 주변 환경의 밝기에 따라 보드에 내장된 LED가 빛을 내는 스마트 모자 제작을 위한 기초 코딩을 제안하였다. Hong(2017)의 연구에 의하면, 영국의 사이클웨어 브랜드인 비시잭스(Visijax)는 사이클 재킷에 LED를 부착해 어두운 환경에서 빛을 내는 안전등의 역할을 하도록 하였다. 그러나 사이클 웨어는 기능성 운동복으로 디자인적 측면에서 일상적으로 착용하기에는 다소 어려움이 있다. 따라서, 본 연구에서는 일상적으로 착용이 가능한 디자인의 모자에 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드를 부착하고 조도 센서를 활용할 수 있는 기초 코딩을 통해 야간 아웃도어 활동 시 사용자를 위험으로부터 보호하고자 하였다.

1) 조도 센서가 부착된 스마트 모자 디자인

본 연구에서 제안한 코딩은 스마트 모자에 적용하였으며, 다음의 요소를 고려하여 샘플 디자인을 진행하였다. 첫째, 일상적으로 착용할 수 있어야 하고 둘째, 사용자가 착용 시 불편함을 느끼지 않아야 하며 셋째, 사용 후 세탁을 고려할 때 스마트 패션 액세서리의 구성요소를 쉽게 탈·부착할 수 있도록 디자인해야 한다. 조도 센서가 부착된 스마트 모자는 야외 활동 시 착용자의 위치를 먼 거리에서도 쉽게 식별할 수 있도록 가시성을 고려하여 모자 뒷면에 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드를 부착하도록 디자인하였고(Figure 6), 리튬 배터리가 착용자의 모발, 두피 등 신체 부위에 직접 닿지 않도록 배터리 주머니를 만들어 착용감을 개선하고자 하였으며, 탈·부착이 가능한 리튬 배터리를 연결하도록 디자인하였다(Figure 7). 이러한 디자인은 조도 센서의 기초 코딩 확인을 위한 샘플 디자인으로, 보드 부착 위치 또는 배터리 주머니 디자인과 같은 세부 요소는 사용자가 원하는 대로 다양하게 변경할 수 있다.

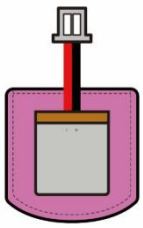

Figure 6. Illustration of battery pouch.
Captured by the author.
(September 15, 2021).

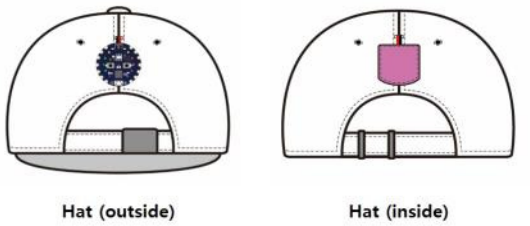

Figure 7. Illustration of smart hat with light sensor.
Captured by the author.
(September 15, 2021).

2) 조도 센서 코딩 설계

본 연구에서는 Lim and Ahn(2021)의 매뉴얼을 참고하여, 조도 센서를 활용한 스마트 모자의 기초 코딩을 설계하였다. 코딩에 앞서, 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드를 USB 케이블을 사용하여 컴퓨터와 연결한다. 메이크코드를 실행하고 'New project' 버튼을 눌러 'Forever' 블록만 있는 빈 작업 화면을 생성한다(Figure 8). 'Logic - Conditionals' 블록 목록 중 두 번째 블록인 'If then, else' 블록을 선택하고 드래그하여 'Forever' 블록 사이 공간에 넣는다(Figure 9-A). 'Logic - Comparison' 중 두 번째 블록을 선택하고 드래그해서 'If'와 'then' 사이에 있는 육각형 모양의 'true' 블록에 맞추어 넣는다(Figure 9-B).

'Input - Light level'을 선택하고 'If' 옆의 숫자 부분에 드래그하여 넣어준다. 오른쪽의 숫자 입력란에는 조도 센서가 인식할 조도 값을 사용자가 원하는 값으로 입력할 수 있는데, 본 연구에서는 조도 값을 5로 입력하였다(Figure 10-A). 착용자가 어두운 곳에 있으면 LED 전구에 불이 들어오도록 해주기 위해 'Light - Show animation' 블록을 선택한 후 'If then' 하단에 드래그하여 넣는다. LED 전구로 재생 가능한 애니메이션의 종류와 재생 시간을 사용자가 원하는 대로 선택할 수 있으며, 본 연구에서 제안한 스마트 모자에서는 sparkle 애니메이션을 500ms 동안 재생하도록 코딩하였다(Figure 10-B). 이외에도 5가지의 다양한 애니메이션을 선택하여 사용자가 원하는 대로 LED 전구에 불이 들어오도록 디자인할 수 있다.

착용자가 밝은 곳으로 이동했을 때는 LED 전구에 불이 들어오지 않도록 'Light - Clear' 블록을 선택하고 'else' 하단에 드래그하여 넣는다(Figure 11). 코딩이 마무리되면 다운로드 버튼을 눌러 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드로 명령어를 전송하고 입력한 프로그램을 실행할 수 있다(Figure 12).

메이크코드의 블록 이외에 자바스크립트를 사용해 코딩할 수도 있다. 자바스크립트로 코딩할 경우 띄어쓰기와 세미콜론(;) 등에 주의해야 한다.

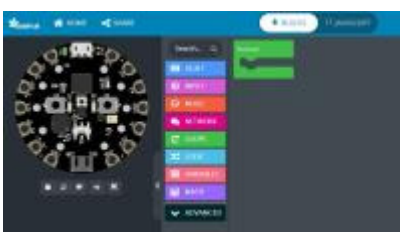

Figure 8. Creating empty workspace in Makecode.
Captured by the author. (June 11, 2021).

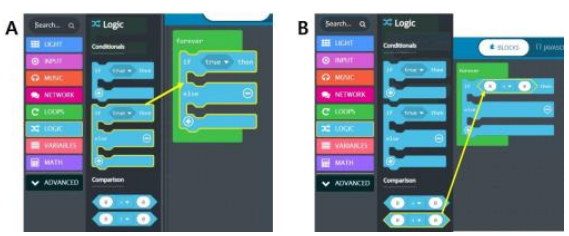

Figure 9. (A) Inserting 'If then, else' block between the empty space in 'forever' block; (B) Inserting a block between 'if' and 'then'.
Captured by the author. (June 11, 2021).

Figure 10. (A) Inserting 'Light level' block and determining the brightness value to be recognized by light sensor; (B) Inserting 'Show animation' block under 'If then' block and selecting the animation type and playback time.
Captured by the author. (June 11, 2021).

Figure 11. Inserting 'Clear' block under 'else' block.
Captured by the author. (June 11, 2021).

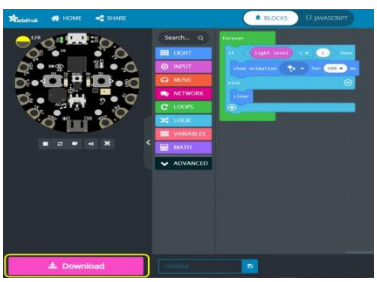

Figure 12. Downloading the light sensor coding on Circuit Playground Express board.
Captured by the author. (June 11, 2021).

```
forever(function () {
    if (input.lightLevel() < 5) {
        light.showAnimation(light.sparkleAnimation, 500)
    } else {
        light.clear()
    }
})
```

Figure 13. Javascript source of smart hat with light sensor.
Captured by the author. (June 11, 2021).

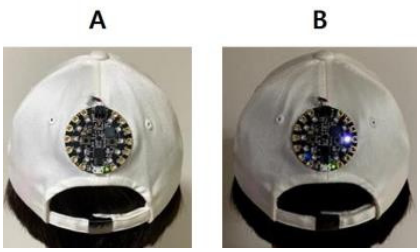

Figure 14. Smart hat in (A) bright (B) dark places.
Captured by the author. (February 9, 2021).

<Figure 13>의 자바스크립트 소스를 참고하여 입력하면 메이크코드로 코딩한 것과 동일하게 조도 센서가 작동한다. 완성된 스마트 모자는 밝은 곳에서는 LED 전구에 불이 들어오지 않고(Figure 14-A) 어두운 곳에서는 LED 전구가 반짝이며 작동하였다(Figure 14-B).

본 연구에서 제안한 스마트 모자의 기초 코딩 자료를 응용하여 사용자가 어두운 환경에 있을 때 빛을 내거나 멜로디를 재생하는 등산복, 신발(Qiu et al., 2017), 토트백(Park et al., 2021), 스마트폰 백(Park & Kim, 2020)과 같은 다양한 응용 디자인의 액세서리를 제작할 수 있다.

3. 동작 센서를 활용한 스마트 패션 액세서리의 코딩 설계

동작 센서는 인체의 동작 인식을 통해 로봇의 동작을 제어하거나(Kim & Rhee, 2014), 방향지시 등 제어 시스템(Lee, 2017), 의료 및 헬스케어 분야(Mok et al., 2017) 등 다양한 분야에서 사용되고 있다. 본 연구에서는 헬스케어 분야에 주목하여

동작 센서가 부착된 스마트 장갑 제작을 위한 코딩 방법을 제안하고자 한다. 스마트폰을 비롯한 소형 전자기기가 대중화됨에 따라 현대인들의 전자기기 사용 시간이 증가하였고, 잘못된 자세로 스마트폰을 사용하게 되어 거북목 증후군, 손목터널증후군과 같은 신체적 문제를 겪을 수 있다. 특히 Seo et al.(2019)의 연구에 따르면 손목터널증후군으로 병원을 찾는 환자의 수가 2013년 16만 7,000명에서 2017년 18만 명으로 약 7.4% 증가한 것으로 보고되었는데 이는 스마트폰의 대중화로 인하여 손목터널증후군 환자의 수가 증가한 것으로 추정된다. 따라서, 본 연구에서는 일상적으로 착용이 가능한 장갑에 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드를 부착해 내장된 동작 센서가 착용자의 손목 움직임을 감지하고 움직임에 따라 LED 전구가 다양한 색상으로 빛을 내도록 하여 착용자 스스로 손목터널증후군을 예방할 수 있도록 하는 스마트 장갑의 기초 코딩 방법을 제안하였다.

1) 동작 센서가 부착된 스마트 장갑 디자인

동작 센서가 부착된 스마트 장갑은 일상적으로 착용 가능한 디자인을 적용하고, 착용감 개선을 위해 리튬 배터리와 같은 부품이 착용자의 몸에 직접 닿지 않도록 설계하였다. 스마트 장갑도 앞서 제안한 스마트 모자와 마찬가지로 사용 후 세탁을 고려하여 탈·부착이 가능한 리튬 배터리를 연결하도록 디자인하였다. 또한, 착용자의 손목 움직임을 정확하게 파악하기 위하여 장갑의 앞면에 보드를 부착하였고, 리튬 배터리는 착용자의 손가락이나 손등에 직접 닿지 않는 위치를 선정해 부착하였으며 배터리 주머니를 만들어 착용감을 개선하고자 하였다(Figure 15). 본 연구에서 제시한 디자인은 동작 센서의 기초 코딩 확인을 위한 샘플 디자인으로, 보드 부착 위치 또는 배터리 주머니 디자인과 같은 세부 요소는 사용자가 원하는 대로 다양하게 변경할 수 있다.

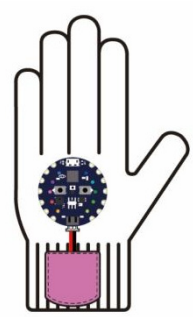

Figure 15. Smart gloves with motion sensor.
Captured by the author. (September 15, 2021).

2) 동작 센서 코딩 설계

스마트 장갑의 동작 센서는 메이크코드를 사용하여 코딩하였다. 코딩에 앞서 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드를 USB 케이블로 컴퓨터에 연결한다. 메이크코드를 실행하고 'New project' 버튼을 눌러 'Forever' 블록만 있는 빈 작업 화면을 생성한다(Figure 8). 'Input - On shake' 블록을 선택하고 'Forever' 블록의 옆에 드래그하여 놓는다(Figure 16-A). 다음으로 'Light - Show ring' 블록을 선택하여 'On shake' 블록 사이의 공간에 끼워 넣는다(Figure 16-B). 'On shake' 블록에서는 원 모양의 LED 전구를 클릭하고 중앙의 색상 팔레트를 사용하여 전구의 색상을 자유롭게 변경할 수 있다.

같은 방법으로 'Input - On shake' 선택 후 'shake' 옆의 작은 삼각형 버튼을 눌러 'tilt up', 'tilt down', 'tilt left', 'tilt right', 'face up' 등 동작 센서가 인지할 수 있는 동작을 선택하고, 사용자가 원하는 대로 LED 전구의 색상도 다양하게 변경할 수 있다. 본 연구에서는 <Figure 17>과 같이 손목이 움직이는 방향에 따라 LED 전구가 다른 색으로 발광할 수 있도록 코딩하였다. 동작 센서가 부착된 스마트 장갑은 손목의 움직임에 따라 빛나는데 움직임이 없을 때는 LED 전구가 빛나지 않고 장갑을 착용하고 손을 흔들면 LED 전구가 무지개색으로 빛난다. 손목을 위로 기울이면 파란색, 아래로 기울이면 빨간색, 왼쪽으로 기울이면 보드의 왼쪽 LED 전구 5개가

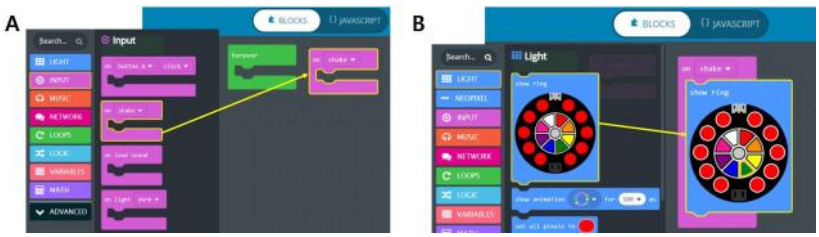

Figure 16. (A) Inserting 'On shake' block next to the 'Forever' block; (B) Inserting 'Show ring' between the empty space in 'On shake' block.
Captured by the author. (June 11, 2021).

Figure 17. Coding LED bulbs to glow in different colors depending on the direction of wrist movements: (A) on shake; (B) on tilt up; (C) on tilt down; (D) on tilt left; (E) on tilt right; (F) on face up.
Captured by the author. (June 11, 2021).

```
input.onGesture(Gesture.Shake, function () {
    light.showRing(
    `red orange yellow blue pink red pink green purple yellow`
    )
})
input.onGesture(Gesture.TiltUp, function () {
    light.showRing(
    `red red black black black black black black red red`
    )
})
input.onGesture(Gesture.TiltDown, function () {
    light.showRing(
    `black black black blue blue blue blue black black black`
    )
})
input.onGesture(Gesture.TiltLeft, function () {
    light.showRing(
    `pink pink pink purple purple black black black black black`
    )
})
input.onGesture(Gesture.TiltRight, function () {
    light.showRing(
    `black black black black black purple purple pink pink pink`
    )
})
input.onGesture(Gesture.FaceUp, function () {
    light.clear()
})
forever(function () {
})
```

Figure 18. Javascript source of smart gloves with motion sensor.
Captured by the author. (June 11, 2021).

분홍색과 보라색으로 반짝이고 오른쪽으로 기울이면 보드의 오른쪽 LED 전구 5개가 분홍색과 보라색으로 빛나도록 코딩하였다.

코딩이 끝나면 다운로드 버튼을 눌러 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드로 명령어를 전송하여 입력한 프로그램을 실행할 수 있다(Figure 12). 자바스크립트를 사용하여 코딩할 경우 <Figure 18>의 자바스크립트 소스를 참고하여 입력하면 메이크코드로 코딩한 것과 같이 동작 센서 프로그램을 실행할 수 있다.

본 연구에서 제안한 스마트 장갑의 기초 코딩 자료를 응용하여 사용자의 움직임에 따라 빛을 내거나 멜로디를 재생하는 손목 보호대, 시계, 신발(Qiu et al., 2017)과 같은 다양한 응용 디자인의 액세서리를 제작할 수 있다.

Ⅴ. 결 론

IT 기술의 발달과 더불어 전자통신 및 나노기술과 패션 산업과의 융합이 가속화되며 스마트 패션에 대한 소비자들의 관심이 증대되고 있다. 스마트 패션은 우수한 웨어러빌리티와 신체의 기능성 향상과 같은 장점으로 인하여 스포츠, 헬스케어 등의 특수 목적으로 제작된 제품이 주목을 받고 있으나 현재는 시장 형성의 초기 단계로 대중성과 안전성 확보, 착용감 및 세탁성 개선이 필요하다. 따라서, 스마트 패션 시장의 성장을 위해서는 일상생활에서 사용 가능한 제품 개발을 통해 대중성을 확보해야 하며, 나노기술을 도입하여 초소형 전자기기를 의복 내부에 장착함으로써 착용성을 개선하고, 실용성과 심미성, 경제성을 충족시키는 동시에 세탁할 수 있도록 디자인할 필요가 있다.

따라서, 본 연구에서는 일상적으로 사용 가능한 액세서리에 센서를 활용하여 스마트 패션 제품으로써의 기능성을 부여하고, 소비자의 요구에 맞춰 스마트 패션 액세서리의 기능과 디자인을 자유롭게 변형시켜 사용할 수 있도록 사용자 참여형 디자인을 접목한 제품을 제안하였다.

본 연구에서 진행한 연구 결과를 단계별로 정리하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구의 이론적 배경으로 사용자 참여형 디자인과 스마트 패션의 정의 및 사례에 대해 분석하고, 스마트 패션에 사용자 참여형 디자인을 적용한 제품 개발 사례를 조사하였다.

둘째, 스마트 패션 액세서리를 이루는 구성요소들, 즉 프로그래밍 플랫폼, 입·출력장치, 전원 장치, 센서를 조사하였다.

셋째, 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드에 내장된 조도 센서와 동작 센서를 각각 활용한 스마트 패션 액세서리 제작을 위한 기초 코딩을 설계하였다. 스마트 패션 액세서리의 디자인 과정에서는 사용자가 일상적으로 착용할 수 있도록 착용성과 실용성을 고려하였다. 코딩 과정에서는 메이크코드 프로그램을 활용하여 초보자도 원활한 프로그래밍이 가능하게 하였고, 본 연구에서 제안하는 기초 코딩 자료를 바탕으로 사용자가 다양한 응용 제품을 제작할 수 있도록 하였다.

상용화된 스마트 패션 제품의 사례 분석 결과, 기존의 스마트 패션 제품은 운동선수, 군인 등 특정 직업군을 대상으로 한 제품이 대다수이므로 추후 스마트 패션 산업의 활성화를 위해서는 본 연구에서 제안하는 스마트 패션 액세서리와 같이 대중적이고 일상적으로 착용 가능한 실용적인 제품 개발이 필요할 것으로 예상된다. 본 연구는 스마트 패션에 실용성을 더하여 일상생활에서 사용할 수 있도록 하고 사용자 참여형 디자인을 적용하여 사용자가 원하는 기능을 갖는 스마트 패션 제품을 제안하였다는 점에서 의의가 있다. 또한, 사용자 참여형 디자인을 통해 소비자가 전통적인 소비자의 역할에서 벗어나 능동적이고 창의적인 디자인 과정을 통해 제품 개발에 적극적으로 참여하고 본인의 개성을 표현할 수 있는 하나의 수단으로써 스마트 패션 제품을 사용할 수 있도록 하는 점에서 의의가 있다.

그러나, 본 연구는 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드에 내장된 기본 구성요소인 조도 센서와 동작 센서의 기능만을 사용한다는 점에 있어서 디자인 변형이 제한적이라는 한계가 있다. 따라서, 후속 연구에서는 사용자가 서킷 플레이그라운드 익스프레스 보드에 내장된 기능 이외에 다양한 응용 디자인으로 제작할 수 있도록 외장 센서와 LED 등 구성요소를 추가한 스마트 패션 액세서리 프로토타입을 제안할 필요가 있다. 또한 본 연구에서 설계한 기초 코딩 자료를 바탕으로 제작한 스마트 패션 제품의 내구성과 세탁에 관한 후속 연구를 진행하여 일상생활에서 사용할 수 있는 대중적인 스마트 패션 제품을 개발하고자 한다. 본 연구 및 후속 연구를 바탕으로 스마트 패션 산업 분야에서 사용자 참여형 디자인이 적극적으로 활용될 수 있기를 기대한다.

References

Adafruit. (n.d.). *Adafruit*. Retrieved August 12, 2021, from https://www.adafruit.com/about

Adafruit LIS3DH triple-axis accelerometer. (n.d.). *Adafruit*. Retrieved March 11, 2021, from https://www.adafruit.com/product/2809

Choe, W. U., Kim, S. S., & Lee, S. M. (2007). 리튬 이차 전지의 응용 [Applications of lithium secondary battery]. *The Magazine of the IEIE, 34*(12), 78-87.

Choi, S. Y., & Lee, J. R. (2006). A study on the customer perception for the development and application of smart clothing. *Fashion & Textile Research Journal, 8*(4), 420-426.

Choi, W. S. (2019, April 29). 세탁 가능한 전자섬유, 똑똑해진 웨어러블 제품이 눈 앞에 [Washable electronic fiber, smart wearable products in front of you]. *MT News*.

Retrieved March 10, 2021, from http://www.mtnews.net/m/view.php?idx=5900

Choi, Y. S. (2014, August). 다음 세상 키워드는 'Wearable' UX(사용자 경험) 경쟁력이 성패 가른다 [The next world's keyword is 'Wearable' UX(user experience), competitiveness determines the success or failure]. *Dong-A Business Review*. Retrieved March 10, 2021, from https://dbr.donga.com/article/view/1206/article_no/6595/ac/a_view

Chung, S. J., & Yim, E. H. (2019). Creations of interactive fashion design as 'Play'. *Journal of the Korea Fashion & Costume Design Association*, *21*(2), 43-56. doi:10.30751/kfcda.2019.21.2.43

Eun, M. J. (2004). *A study on a design process model for mass-customized design product: On the basis of internet shopping*. Unpublished mater's thesis, Yonsei University, Seoul.

Heo, Y. H. (2018, November 23). '나만의 명품' 구찌, DIY 니트웨어 컬렉션 출시 ['My own luxury', Gucci launches the DIY knitwear collection]. *FASHIONn*. Retrieved March 10, 2021, from https://www.fashionn.com/board/read_new.php?table=1006&number=26664

Hong, Y. H. (2017). *A study on improvement of performance for a smart cycling wear*. Unpublished master's thesis, Seoul National University, Seoul.

Hwang, M. S. (2005). *A study on the effects of design elements for the product personalization: With case studies on the car, PC and mobile phone*. Unpublished master's thesis, KAIST, Daejeon.

Im, H. B., & Ko, H. Z. (2011). FUN fashion design in the emotional consumption era. *Journal of the Korean Society of Costume, 61*(5), 93-105.

Jang, E. J., & Cho, G. S. (2018). Development of PU nanoweb based electroconductive textiles and exploration of applicability as a transmission line for smart clothing. *Fashion & Textile Research Journal*, *20*(1), 101-107. doi:10.5805/SFTI.2018.20.1.101

Jeong, I. J. (2015, February 13). 이잉크를 액세서리 팔찌로… '타고 아크' 등장 [E-ink as an accessory bracelet… 'Tago Arc' released]. *Digital Today*. Retrieved March 11, 2021, from http://www.digitaltoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=58110

Kang, S. R., Han, A. Y., & Kim, Y. K. (2011). A study on the design of dance costumes using Lilypad Arduino. *Journal of Fashion Design, 11*(3), 15-28.

Kim, A. R., & Rhee, S. Y. (2014). Motion control of a mobile robot using natural hand gesture. *Journal of the Korean Institute of Intelligent Systems*, *24*(1), 64-70. doi:10.5391/JKIIS.2014.24.1.064

Kim, J. H. (2015, April 9). 아디다스, 오직 나만을 위한 신발 '마이 아디다스' 론칭 [Adidas launches 'MiAdidas', an exclusive shoes for myself]. *Daily Consumer News Channel*. Retrieved March 10, 2021, from http://www.dailycnc.com/news/articleView.html?idxno=43464

Kim, J. H. (2020, February 4). [과학을읽다] 스마트의류, 웨어러블 기기의 종착점? [[Reading science] Smart clothing, the end point of wearable devices?]. *The Asia Business Daily*. Retrieved March 11, 2021, from https://www.asiae.co.kr/article/2018080714500067030

Kim, J. H., & Kim, Y. S. (2018). Application types and meanings of fashion engineering in fashion brand CuteCircuit. *Fashion & Textile Research Journal*, *20*(3), 245-256. doi:10.5805/SFTI.2018.20.3.245

Kim, M. H. (2020, March 3). 맞춤과 경제성, 두 가지 가치를 모두 잡는다면 [If you capture both fit and affordability values]. *TREND INSIGHT*. Retrieved March 10, 2021, from http://trendinsight.biz/archives/48581

Kim, Y. J., Rha, J. Y., & Lee, Y. R. (2015). ICT development and customer participation in fashion industry: Case studies using value co-creation of business model. *Fashion & Textile Research Journal*, *17*(6), 907-918. doi:10.5805/SFTI/2015.17.6.907

Ko, E. J., Sung, H. W., & Yoon, H. R. (2008). The effect of attributes of innovation and perceived risk on product attitudes and intention to adopt smart wear. *Journal of Global Academy of Marketing Science, 18*(2), 94-111. doi:10.1080/12297119.2008.9707247

Ko, H. J. (2020, May 9). 세상에 단 하나, 나만을 위한 각인 서비스 제품 4 [The only one in the world, four imprinting service products only for me]. *Wedding21 News*. Retrieved March 10, 2021, from http://www.wedding21news.co.kr/news/articleView.html?idxno=234136

Kwon, H. Y. (2017, September 26). 미국 스마트의류, 웨어러블 시장에 활력을 넣다 [U.S. smart clothing brings vitality to the wearable market]. *KOTRA 해외시장뉴스*. Retrieved March 10, 2021, from https://news.kotra.or.kr/user/globalAllBbs/kotranews/album/2/globalBbsDataAllView.do?dataIdx=160864&column

Lady ada. (2017, October 12). Adafruit Circuit Playground Express. *Adafruit*. Retrieved March 11, 2021, from https://learn.adafruit.com/adafruit-circuit-playground-express

Lee, E. J. (2020). Differing effects of perceived psychological benefits of wearable adoption by consumer age, need for cognition, and involvement. *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, *6*(1), 289-299. doi:10.17703/JCCT.2020.6.1.289

Lee, H. H. (2017). Control system of the rear turn signal based on the wearable device. *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of Communications and Information Sciences, Daegu,* 181-182.

Lee, H. S., & Lee, J. J. (2019). A study on the development of wearable smart fashion product: Focused on the construction of optimized functionalities for particular needs. *Fashion & Textile Research Journal*, *21*(2), 133-140. doi:10.5805/SFTI.2019.21.2.133

Lee, J. H., & Jeong, K. S. (2016). A study on the commercialization technology development model of U-health smart clothing:

Focused on the ECG measuring smart clothing for people in 40s to 60s. *Journal of Fashion Design*, *16*(2), 49-63. doi:10.18652/2016.16.2.4

Lee, J. H., Lee, E. H., Cho, H. S., Yang, E. K., & Kho, J. M. (2017). A case study for participatory fashion design using generative design methodology. *Journal of the Korean Society of Costume*, *67*(4), 58-70. doi:10.7233/jksc.2017.67.4.058

Lee, S. W. (2015, April 8). 원하는 디자인대로… e잉크 만난 스마트 구두 [Design what you want… Smart shoes meet the e-ink]. *Electronic Times Internet*. Retrieved March 11, 2021, from https://m.etnews.com/20150408000023

Lee, Y. H. (2019, September 3). 멍게껍질과 탄소나노튜브로 유해가스 감지하는 웨어러블 센서 만든다 [Making a wearable sensor that detects harmful gas using sea squirt shells and carbon nanotubes]. *Edaily*. Retrieved March 10, 2021, from https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=03214406622616512&mediaCodeNo=257

Lim, H. S., & Ahn, M. H. (2021). *누구나 따라할 수 있는 메이크코드를 활용한 웨어러블 테크 패션* [Wearable tech fashion using Makecode that anyone can follow]. Paju: Gyomoon.

Lim, H. W. (2016, March 6). [명품의 향기]나만의 이니셜을 새겨라… 코트에도 '모노그램서비스' 시작 [[Scent of luxury] Engrave your own initials… 'Monogram service' for coats started]. *Hankyung.com*. Retrieved March 10, 2021, from http://newslabit.hankyung.com/article/2016030604161

Lithium Ion Polymer Battery – 3.7V 1200mAh. (n.d.). *Adafruit*. Retrieved March 11, 2021, from https://www.adafruit.com/product/258#description

MakeCode. (n.d.). *MakeCode*. Retrieved August 12, 2021, from https://makecode.com/about

Mok, J. S., Lim, I. H., Kim, J. M., Choi, S., & Kang, B. G. (2017, June). Shoulder rehabilitation device using raspberry pi. *Proceedings of KIIT Conference*, *Gyeongsangbuk-do,* 148-150.

Paik, H. Y., & Lee, J. H. (2017). Personalized fashion design using data visualization method. *Journal of the Korean Society of Costume*, *67*(5), 17-30. doi:10.7233/jksc.2017.67.5.017

Park, J. H., & Kim, J. Y. (2020). A study on the development of luminous smart bag for smartphone users. *Journal of Fashion Business, 24*(1), 15-28. doi:10.12940/jfb.2020.24.1.15

Park, J. H., Kim, S. J., & Kim, J. Y. (2021). Development of smart tote bags with marquage techniques using optical fiber and LEDs. *Journal of Fashion Business, 25*(1), 51-64. doi:10.12940/jfb.2021.25.1.51

Park, S. J. (2019, November 25). 국내외 스마트 의류 개발 및 상용화 동향 [Domestic and foreign smart clothing development and commercialization trends]. *KOREA DEVELOPMENT INSTITUTE*. Retrieved March 10, 2021, from https://eiec.kdi.re.kr/policy/domesticView.do?ac=0000151200

Peli de Halleux. (2017, May 16). *Adafruit*. Retrieved March 11, 2021, from https://learn.adafruit.com/makecode/what-is-makecode

Photo cell (CdS photoresistor). (n.d.). *Adafruit*. Retrieved March 11, 2021, from https://www.adafruit.com/product/161

Qiu, H., Wang, X., & Xie, F. (2017, November). A survey on smart wearables in the application of fitness. *Proceeding of 2017 IEEE International Conference, Orlando,* 303-307. doi:10.1109/DASC-PICom-DataCom-CyberSciTec.2017.64

Seo, J. Y., Hwang, W. J., Noh, Y. H., Nam, H. S., & Jeong, D. U. (2019). Implementation of the Carpal tunnel syndrome preventive system based on wrist motion recognition. *Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea*, *56*(12), 75-82. doi:10.5573/ieie.2019.56.12.75

Smart clothing market by textile type, product type (upper wear, lower wear, innerwear, and others), end-user industry (military & defense, sports & fitness, fashion & entertainment, healthcare), and geography – Global forecast to 2024. (2019, November). *Markets and Markets*. Retrieved March 10, 2021, from https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/smart-clothing-market-56415040.html?gclid=Cj0KCQiApsiBBhCKARIsAN8o_4h7AnWkSiLTUxcaFrxahVNOA923HnPZ52jGX9RBedBa208hknQ8facaAnJeEALw_wcB

Son, H. J. (2017, June 14). 안야 힌드마치, 나만의 가방 만드는 '빌드 어 백' 출시 [Anya Hindmarch launches 'Build a bag' to make your own bag]. *Dailian*. Retrieved March 10, 2021, from https://m.dailian.co.kr/news/view/639932

Song, I. T. (2015, December 10). 디지털 스크린 탑재! 스마트 운동화 '시프트웨어' [Equipped with a digital screen! Smart sneakers 'ShiftWear']. *BIZION*. Retrieved March 11, 2021, from http://www.bizion.com/bbs/board.php?bo_table=gear&wr_id=895&page=9

Song, Y. R. (2019, October). 스포츠 및 피트니스에 대한 인식 고조, 스마트 의류 시장 성장 [Smart fashion market growth, raising awareness of sports and fitness]. *Korea Institute of Science and Technology*. Retrieved March 10, 2021, from http://tepri.kist.re.kr/?p=3832

Sung, H. W., & Sung, J. H. (2015). Research on intention to adopt smart wear: Based on extended UTAUT model. *Journal of Fashion Business*, *19*(2), 69-84. doi:10.12940/jfb.2015.19.2.69

Yang, J. S., & Kim, J. Y. (2014). A case study on the wearable device in the new media age: Focused on the portable device. *Journal of the Korean Society Design Culture*, *20*(2), 354-364.

User Participatory Coding Design of Smart Fashion Accessories Using MakeCode

Kim, Hyunjin · Lim, Ho Sun · Kim, Hye Rim+

Ph.D. candidate, Dept. of Clothing and Textiles, Sookmyung Women's University
Associate Professor, Dept. of Clothing and Textiles, Sookmyung Women's University
Associate Professor, Dept. of Clothing and Textiles, Sookmyung Women's University+

Abstract

As small electronic devices became popular, the demand for wearable devices increased and smart fashion products drew attention in the fields of sports and healthcare. However, their high price and limited purposes of use act as disadvantages, hindering the smart fashion market growth. To overcome these shortcomings, smart fashion accessories with user participatory design were proposed in this study. User participatory design is a type of design in which consumers directly involve in designing and using products to satisfy their needs and to express their individuality. Thus, this study aimed to propose a programming method of smart fashion accessories that could be applied with users' desired functions. For this, the definition of user participatory design and smart fashion, and the case of smart fashion with user participatory design were studied. Next, the main components of smart fashion accessories were analyzed. Lastly, the basic programming method of two smart fashion accessories with user participatory design were proposed. The novelty of this study was to propose the programming method of smart fashion accessories with users' desired functions. In this study, design variations are limited due to the use of basic components built in the board. As a follow-up study, a smart fashion accessory prototype with additional components such as an external sensor would be proposed to produce various applied designs. In addition, based on the basic coding designed in this study, the follow-up study would be conducted on the durability of the smart fashion products that can be used in daily life.

Key words : smart fashion accessories, sensor, MakeCode, Adafruit, user participatory design