



Low-tech 전자공학 기술을 활용한 기능성 융합 패션 프로토타입 개발 연구

- 의상과 동력 기술의 융합을 중심으로 -

이 현 승 · 이 재 정⁺

국민대학교 모듈형 스마트패션 플랫폼 연구센터 연구교수, 국민대학교 의상디자인학과 교수⁺

A Study on the Development of Functional Convergence Fashion Prototype Applying Low-tech Electronic Engineering Technology

- Focused on the Convergence between Garment and Motor Technology -

Hyun Seung Lee · Jae Jung Lee⁺

Research professor, Module System Smart Fashion Platform Research Center, Kookmin University
Professor, Dept. of Fashion Design, Kookmin University⁺

(received date: 2018. 1. 17, revised date: 2018. 3. 24, accepted date: 2018. 4. 15)

ABSTRACT

This study aimed to develop convergence-functional-fashion-prototypes using low-tech electric power technology in which the structure and operating principle could be easily comprehended by beginners. For this, a 15-week R&D program composed of four stages ('prototype development concept ideation', 'concept configuration and design', 'prototype development', and 'evaluation and refinement of usability') was designed, and the convergence R&D workshop was performed by two designers and one engineer. As the result, in the 1st stage, five ideas of prototypes' functional concepts were generated. Then, their effectiveness was assessed, yielding two prototype development concepts('aroma therapy-wear providing aroma therapy function for depressed people's stress relief' and 'self-EMS vest providing aerobic respiration function for people with respiratory problem') in 2nd stage. In the 3rd stage, the fashion platform and digital system were developed for both prototypes. Subsequently, in the 4th stage, the efficient usability of both of two prototypes was evaluated, and several points needed to be refined to enhance the usability. In addition, the prototypes' structures and systems were then refined by precise adjustment of locations of each devices and more precise 3D modeling and printing according to the result of the test for final completion of the development.

Key words: convergence(융합), electronic power technology(동력기술), fashion design(패션디자인), functionality(기능성), low-tech(로우 테크)

I. 서론

현대산업에서 ‘융합(convergence)’은 각 분야의 시장의 포화상황에서 정형화된 기존의 틀에서 벗어나 새로운 돌파구를 찾기 위한 화두로 떠오르고 있다(Yoon & Kang 2013, pp.303-307). 특히 2000년대 중후반부터 가시화된 IT를 중심으로 한 이중의 기술 과 산업의 융합경향은 애플과 삼성 등 국제적인 기업을 중심으로, IoT 기술이 적용된 안경이나 손목시계 형태의 패션액세서리와 디지털 기술이 융합된 wearable device의 사례와 같이, 패션과 기술의 융합 제품 개발 및 출시로 가시화되고 있다(Suh & Roh, 2015, pp.1099-1103; Yang & Kim, 2014, pp.357-363). 이러한 융합적인 콘셉트가 반영된 제품은 패션 아이템의 형태로 사용자의 가장 가까운 위치에서 기능을 제공하는 방향성에서 연구, 개발되고 있으며, 이러한 경향은 기술의 발달과 더불어 기술의존도가 높아지는 현대인의 라이프 스타일의 변화에 따라 시장의 저변확장이 가속화될 것으로 예측되고 있다(Na & Park, 2012, p.131).

이와 같은 융합적인 접근은 앞으로의 산업 트렌드를 선도할 수 있는 인재를 배출하기 위해 교육 분야에서 또한 필수적일 수 있다. IT산업의 영역이 기존의 전자제품이나 스마트폰 등에서 패션액세서리 형태의 wearable device로 저변이 확장된 사례와 같이, 현재의 제4차 산업혁명 시대에 적극적으로 대응하고 패션산업의 저변 확장의 가능성을 모색하기 위해서는, 패션디자인 교육에서 또한 공학기술의 활용법을 이해하고 이를 패션에 적용할 방안을 모색하는 다학제적인 연구가 요구된다. 디자이너가 스스로 디자인에 활용할 기술의 원리와 사용성에 관한 충분한 이해가 수반되지 못할 경우, 제품의 사용성에 문제가 발생할 수 있고, 제품의 외관이 디자이너의 심미적 관점과 관계없이 적용되는 기술에 따라 좌우될 수 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해서는 디자이너에게 또

한 전자 기술의 원리에 관한 기본적인 지식과 이해가 필요하며, 이는 상대적으로 구조 및 작동원리를 이해하기 쉬운 Low-tech를 활용한 훈련을 통해 향상될 수 있다. 현대산업을 선도하는 최첨단의 High-tech와 달리 상대적으로 기술적 레벨이 낮은 경공업제품이나 일상용품을 제조하는 기술을 의미하는 Low-tech는 산업적 혁신성을 제공하지는 않지만, 상대적으로 단순하며 기초적인 기술로 구성된다. 그 중에서도 일상에서 사용되는 세탁기나 선풍기, 믹서기 등에 사용되는 모터로 대표되는 동력기술은, 단순회전운동을 제공함에 따라 공학기술에 관한 이해가 부족한 초심자라도 상대적으로 기능 제공을 위한 작동원리를 이해하기 용이하여, 디자이너의 창의적 발상의 결과에 따라 패션과 기술의 융합에 새로운 방향성을 제시하기 위한 연구개발에 활용성이 있다.

이에 따라 본 연구에서는 디자이너가 상대적으로 구조와 작동원리를 이해하기에 용이한 Low-tech 동력기술을 활용하여, 의상의 고유기능 외에 융합적인 기능성이 부가된 패션프로토타입 개발에 목적을 두었다. 의상디자인 전공자와 전자공학전공자를 대상으로 한 15주간의 융합 패션디자인 워크숍을 통해, 의상디자인 전공자의 창의적인 시각에서 기능성을 발상하고, 전자공학 전공자의 자문을 얻어 스스로의 아이디어에 따라 기술을 선택하고 이를 실체화하기 위한 프로토타입 개발 연구를 수행하였다. 이를 위해 활용되는 기술은 디자이너가 스스로 기술의 원리 및 활용법에 관한 발상과 연구를 수행할 수 있도록 상대적으로 작동원리가 단순한 기본적인 동력기술로 Low-tech의 범위를 한정하였다.

본 연구의 과정은 다음과 같다. 첫 번째, 디지털 기술을 통해 패션제품 외의 기능성을 제공하는 융합패션제품 사례에 관한 고찰을 수행한다. 두 번째, 워크숍의 초기 단계에서 기존 사례를 참고로, 다양한 패션과 기술의 융합을 통한 기능성 아이디어 발상을 수행하고, 도출된 프로토타입 개발

아이디어를 평가하여 프로토타입 개발 아이디어를 선정한다. 세 번째, 각 디자이너는 선정된 아이디어를 개발 콘셉트로 설정하여 엔지니어의 조력을 받아 프로토타입을 개발한다. 네 번째, 개발된 프로토타입의 착용성과 사용성을 평가하여 개선사항을 도출하여 이를 수정보완한 후, 기능성 융합 패션프로토타입을 완성한다.

본 연구의 의의는 패션디자이너와 기초적인 전자공학기술의 융합방안을 모색하는 유사연구를 위한 선행자료 제시에 있다.

II. 이론적 고찰

1. Low-tech에 관한 일반적 고찰

일반적으로 현대의 산업기술은 컴퓨터, 항공기 등을 제조하는 첨단기술 지향의 High-tech와 일상 용품을 제조하는데 활용되는 경공업의 Low-tech로 분류될 수 있다(Kim, 2006, p.7; Lee, 2009, p.25). 항공기나 컴퓨터, 반도체 등의 제조에 요구되는 현대산업을 선도하는 첨단 공업기술을 의미하는 High-tech는 high technology에서 유래한 약어이며, Low-tech는 low technology의 약어로, 일반적으로 일상적인 용품 개발이나 재료에 활용되는 상대적으로 레벨이 낮은 기술을 의미한다.

Low-tech에 대한 명확한 개념정의는 아직 미비하지만 대략 다음과 같은 성격을 가지는 것으로 정의되고 있다(Kim, 2006, p.7).

첫째, 기능적 측면에서 상대적으로 첨단 기술의 전자, 전기적 요소가 적은 제품 개발에 적용되는 기술이다. 둘째, 기술력, 기술적 표준에서 상대적으로 자유롭고 디자인의 표현성이 보다 강조될 수 있는 제품 개발에 적용되는 기술이며, 셋째, 유행에 민감하지 않은 기능을 제공하는 제품에 적용되는 기술이고, 넷째, 생활과 문화의 질을 향상시키는 제품에 적용되는 기술이다(Lee, 2009, p.26). 이러한 측면에서 Low-tech가 적용된 제품은 당대의 첨단 기술이 적용되어 제품의 출시 및 순환의 주기가 짧은 High-tech가 적용된 제품과 차별성을 지닌다(Kim, 2006, p.7).

김진성(2006)은 High-tech 제품과 Low-tech의 제품의 차이점을 다음의 <Table 1>과 같이 정의했다.

상기와 같은 '단순기술의 경공업 제품', '디자이너의 자기표현성이 강한 제품', '비교적 라이프 사이클이 긴 제품', '문화 혹은 가치 지향적 제품', '본질적 기능을 추구하는 제품'이라는 정의에 따르면, Low-tech 제품은 "단순한 기술이 적용되며 제품의 사용주기가 상대적으로 길고, 디자이너의 자기 표현성이 상대적으로 강하게 반영될 수 있음에 따라 문화나 가치 지향적이며, 특정한 본질적

<Table 1> Comparison of the characteristic between High-tech product and Low-tech product

	Characteristic of High-tech product	Characteristic of Low-tech product
Feature of the product	<ul style="list-style-type: none"> · Focused on high technology · Intensified competition in the market · Short life cycle by the competition · Complex structure and component of product · Priority is in function of products 	<ul style="list-style-type: none"> · Applying simple or basic technology · Relatively long life cycle · Products focused on cultural aspect · Pursuing intrinsic function of the purpose of usage · Designers' expression is relatively emphasized
Sorts of the product	<ul style="list-style-type: none"> · Heavy industrial product such as air crafts or vehicles · Sophisticated electric products such as computers or mobile devices 	<ul style="list-style-type: none"> · Light industrial products such as simple home instruments, stationaries or table wears

(Lee, T. D., 2009, p.26)

인 기능을 제공하는 일상적인 경공업 제품”으로 볼 수 있다. 이와 같이 Low-tech는 High-tech와 같이 첨단 기술을 통해, 산업이나 현대인의 라이프스타일에 혁신을 제안하지는 않지만, 일상생활에 필수적인 제품을 재조하는데 활용됨에 따라 현대 산업의 중추적인 역할을 담당하고 있다(Kim, 2006, p.7).

본 연구에서는 현대의 전자공학 기술에서 최첨단의 기술은 아니지만, ICT와 IoT 기술과 같은 High-technology의 근간을 이루며, 디자인 전공자와 같은 초보자가 작동 구조 및 원리를 이해하기 용이한 기초적인 전자공학기술을 Low-tech로 정의하여, 패션과 전자공학 기술의 융합을 통한 새로운 기능성을 제공하는 융합 패션프로토타입 개발 연구를 수행하고자 한다.

2. 전자공학의 Low-tech 동력 기술에 관한 일반적 고찰

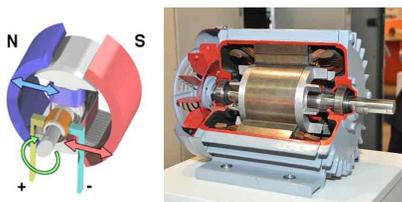
전자 공학에서의 동력 기술은 일반적으로 전기로 물리적 움직임을 발생시키는 모터(electric motor) 기술로 정의될 수 있다. 모터의 작동 원리는 금속 프레임 중앙에 위치한 금속 축을 둘러싼 구리 코일에 전류가 공급될 경우 전자석화 되어 금속 프레임 내의 좌우, 혹은 상하좌우에 위치한 영구자석 혹은 전자석의 N극과 S극과 상호반발작용을 일으킴으로써 축이 회전하기 시작하고, 모터의 축의 코일에 전달되는 전력의 흐름이 회전을 안정시키는 전자유도 현상을 일으켜 전력이 차단되기

전까지 회전운동을 지속되는 방식이다(Wikipedia, 2017.11.10.; Kim et al., 2015, pp.80-81), <Fig. 1>, <Fig. 2>. 이때 모터의 축에 공급되는 전력의 세기 및 모터 내의 자석의 자력강도, 모터의 내부구조에 따라 회전속도 및 회전에 의해 발생하는 운동에너지, 즉 ‘비트는 힘’인 토크(toque)의 강도가 조절될 수 있다(Wikipedia, 2017.11.10.). 이에 따라 모터는 전기력을 통해 운동에너지를 발생시킴에 따라 유해물질을 생성하는 내연기관과 달리 사용자와 매우 밀접한 위치에서 사용되는 도구에 활용되고 있다.

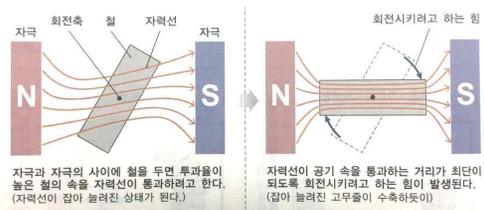
모터의 크기와 출력은 전철과 하이브리드 카(hybrid car), 전기자동차(electronic car), 중공업 제조에 활용되는 대형 로봇 팔(robot-arm)에 사용되는 고휘력 대형의 모터부터, 세탁기나 선풍기, 믹서기, 컴퓨터의 하드디스크, 카메라 렌즈에 들어가는 것과 같은 일상용 가전제품에 활용되는 중소형까지 다양하나, 작동원리는 전류에 의해 발생하는 자력을 활용한다는 점에서 동일하다.

위와 같이 제조업은 물론 일상용품까지 다양한 분야에서 활용됨에 따라 모터의 종류는 다양하나, 기본적인 Low-tech의 관점에서 본다면 모터의 작동원리에 따른 종류는, 크게 앞서 언급된 무한회전 운동 기능을 제공하는 일반형과 스텝모터(stepper motor) 형, 서보모터(servomotor) 형, 세 가지로 나누어 볼 수 있다.

스텝모터는 모터의 축에 장착된 기어구조 및 금속 프레임 내부의 상하좌우에 배치된 자석이 발



<Fig. 1> Electric motor (Wikipedia, 2017.11.10.)



<Fig. 2> Operating logic of electric motor (Kim et al., 2015, p.22)

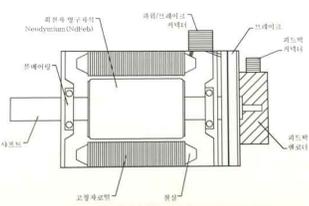
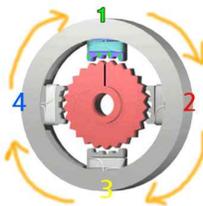
하는 강한 자기유도력에 따라 4방향으로 단계적으로 회전하여<Fig. 3>, 일반 모터에 비해 강한 토크를 발생시킬 수 있으나, 상대적으로 큰 크기와 중량, 회전각 및 속도를 조절하기 위해 외부회로 (stepper motor driver)가 요구된다(Wikipedia, 2017.10.29.).

서보모터는 모터유닛 외부에 기어박스 구조가 부가된 밀폐형 작동구조를 가지며, 일반적으로 사용되는 직류전원(AC) 형의 경우 모터 내부의 전기장의 이동방향(Fig. 4)에 따라 단방향 회전을 발생시키며, 전류의 방향을 바꿔줄 경우 진행한 역방향으로 회전한 분량만큼의 역회전 운동을 발생시킨다. 이에 따라 마이크로 컨트롤러로 제어할 경우, 사용자가 원하는 만큼의 회전각과 회전량을 조절할 수 있어, 정교한 움직임과 운동 방향성, 각도가 요구되는 로봇기술이나 카메라 렌즈 등의 분야에 사용된다(Wikipedia, 2017.9.22.),

<Fig. 5>.

패션에 있어 전자공학의 동력 기술은 일부 디자이너들의 컬렉션이나 융합 프로젝트에서 드라마틱한 패션 프레젠테이션을 위해 활용되어왔다. Hussein Chalayan은 2007 SS컬렉션에서 엔지니어이자 디자이너인 Moritz Waldemeyer와 협업하여, 동력기술에 의해 원피스드레스의 실루엣과 형태가 변화하는 One hundred and eleven을 제시하였다. 해당 원피스드레스에는 스커트 부분의 형태변화를 위한 플라스틱 레일과 와이어구조, 이를 작동시키기 위한 소형 스텝모터가 적용되었고, 이를 외부의 리모트 컨트롤러로 작동여부를 제어할 수 있도록 하였다(Violette, 2011, pp.140-141), <Fig. 6>, <Fig. 7>.

캐나다의 패션디자이너이자 교수인 Ying Gao는 자신의 2011년의 Interactive project에서 가죽 소재의 미니드레스 내부의 샤와 쉬폰 등의 장식적



<Fig. 3> Operating logic and structure of stepper motor (Wikipedia, 2017.10.29.)

<Fig. 4> Structure of servomotor (Wikipedia, 2017.9.22.)

<Fig. 5> Industrial servomotor with gear box (Wikipedia, 2017.9.22.)



<Fig. 6> One hundred and eleven, Hussein Chalayan 2012 SS. (Violette, 2011, p.140)

<Fig. 7> Inner parts of One hundred and eleven (Violette, 2011, p.141)

<Fig. 8> Interactive project Living pod, Ying Gao (Gao, 2012. n.d.)

<Fig. 9> Space dress (San Martin, 2010, pp.228-229)

구조가 마치 생물체와 같이 유기적인 움직임을 보이며 밖으로 드러나는 패션프레젠테이션이 반영된 프로토타입인 Living pod을 제시하였다. 해당 의상에는 조도센서가 장치되어 주위의 밝기에 반응하여 모터가 샤와 쉬폰 등의 장식 구조에 연결된 와이어를 당겨서 형태변화 표현이 가능하도록 하였다(Gao, 2012, n.d.), <Fig. 8>.

한편 디자이너 Teresa Almeida는 번잡한 거리나, 만원지하철 등, 착용자가 공간으로 인한 심리적 스트레스를 받을 경우, 허리 부위의 벨트와 같은 구조 내부에 마이크로 컨트롤러와 함께 내장된 수위치를 누를 경우, 스커트 내부의 소형 에어펌프(micro-ventilator)가 작동하여 원피스의 형태가 부풀어 올라 타인과 착용자 사이에 공간을 확보하여 심리적 스트레스를 완화하는 기능을 제공하는 패션 프로토타입을 제시하였다(San Martin, 2010, pp.228-229), <Fig. 9>.

Chalayan과 Gao의 접근은 전자공학의 동력기술을 패션 프레젠테이션에 있어 새로움을 전달하기 위해 활용한 사례로 볼 수 있다. 반면, Almeida의 사례는 일상에서 패션의 새로운 기능성을 구현하기 위해 동력기술을 활용한 사례로 볼 수 있다. 본 연구에서는 현대 산업의 융합경향에 대응하여 패션의 저변을 확장할 수 있는 가능성을 모색하기 위해, 표현을 위한 기술의 적용보다, 패션과 공학 기술의 융합을 통해 의상고유의 기능 외의 새로운 실질적 기능성 구현에 초점을 두고 연구를 진행하고자 한다.

Ⅲ. 동력 기술을 활용한 융합 패션 프로토타입 개발

본 연구의 융합 패션디자인 워크숍에 참여를 희망한 의상디자인 전공자(이하 디자이너) 2인과 필요 기술 및 시스템 설계에 관한 자문 및 조력을 담당하는 전자공학 전공자(이하 엔지니어) 1인을 대상으로 15주간 진행된 본 연구의 프로토타입 연

구개발 프로그램은 다음의 <Table 1>과 같이 설계되었다.

본 연구의 연구개발 과정은 선행연구(Lee, Kim, & Lee, 2016; Lee, & Lee, 2017) 결과를 토대로 효율적인 프로토타입 개발방향성 설정 연구 및 디자인 전개, 프로토타입 연구개발을 위해, 크게 '프로토타입 개발 콘셉트 발상'과 '개발 콘셉트 설정 및 디자인', '프로토타입 개발', '사용성 평가 및 개선'의 4가지 단계로 설계되었고, 주차별로 구체적인 수행임무가 배치되었으며, 개요는 다음과 같다.

첫 번째 주에는 현재 산업계의 융합경향 및 공학기술과 결합되어 디지털 기능을 제공하는 융합 패션제품에 관한 소개가 이루어지며, 이후 각 디자이너는 기능성 융합 패션프로토타입 개발 방향성에 관한 발상과 자료탐색을 수행한다.

두 번째 주와 세 번째 주에 디자이너는 융합제품사례를 수집하여 해당 사례들에 반영된 기술을 분석하고, 자신이 개발할 프로토타입의 외관 및 시스템, 이를 통해 제공될 기능성에 관한 다양한 방향성을 발상하고, 그 결과를 엔지니어와 토의하여 현실화 방안을 검토한다.

네 번째 주에는 앞선 단계에서 도출된 다양한 개발 콘셉트 아이디어를 정리하여 사용자 선호 조사를 위한 설문을 준비한다. 이는 제 3자의 객관적인 시각에서 디자이너들이 발상한 프로토타입의 기능성 아이디어의 합리성을 평가하기 위함이다.

다섯 번째 주에는 보다 객관적인 평가를 위하여 개발자와 관련 없는 불특정 다수의 학생을 대상으로 사용자 선호조사 설문을 수행하여, 각 디자이너별로 가장 높은 선호도를 기록한 기능성 아이디어를 개발 콘셉트로 선정하고, 개발 콘셉트에 적합한 기술에 관련된 리서치를 수행하여 필요 디바이스 내역을 도출한다.

여섯 번째 주와 일곱 번째 주에는 설정된 디바이스의 작동원리에 관한 튜토리얼이 이루어지고, 의상플랫폼의 디자인을 전개한다. 전개된 디자인 시안은 디바이스의 내장을 고려하여 외관은 물론

<Table 4> Outlines of the convergence fashion prototype development process

Stage	Week	Outline of specific task
Prototype development concept ideation	1	Introduction on the convergence trend and cases of the convergence fashion products.
	2-3	Research on existing cases and collecting basic information. Ideation of the function of the prototype as diverse as possible
	4	Clarifying ideas of the function of the prototype to prepare a survey to select appropriate idea.
Concept configuration and design	5	Evaluating the suitability of each idea through the survey. Configuring the functional concepts of prototypes.
	6	Introduction on technologies for the selected ideas and discussion with engineers on the usage of technologies. Generating the design variations of the each prototype.
	7	Evaluation of the design variations and extracting the point of refinement. Experiment of basic systems for each functional idea.
	8	Selecting the designs of the prototypes. Systems for the functions design and investigating the built-in way of the system into the fashion platforms.
Prototype development	9	Prototype development 01: clothes making - flat patterning and system making - electronic circuit design.
	10	Prototype development 02: clothes making - basting testing, and system experiment.
	11	Prototype development 03: clothes making - actual fabric application and system making - the location selecting of the built-in as well as investigating the way of the fixing on the inner surface of the fashion platforms.
	12	Prototype development 04: finish up the making process.
Evaluation and refinement of usability	13	Evaluating the usability of the prototypes and extracting the points of refinement.
	14	Refining the structures of the prototypes and correcting the system errors.
	15	Establish the convergence fashion prototypes and presentation.

내부구조의 적합성 또한 평가하여 지속적으로 개선한다. 또한 각 디자이너의 개발 콘셉트 별로 필요 기술의 작동원리를 실험하여 활용기술에 관한 이해도 향상을 도모한다.

여덟 번째 주에는 개선된 디자인 시안 중 심미적, 구조적으로 적합한 디자인을 선정하고, 시스템을 내장하기 위한 의복구성상의 구조 및 방법을 연구, 도출한다.

아홉 번째에서 열두째 주에는 본격적인 프로토타입 개발을 위한 패션플랫폼 및 시스템 제작이 수행되며, 각 주차별 세부 목표는 <Table 2>와 같다.

열세 번째에서 열다섯 번째 주에는 완성된 프로토타입의 착용성과 기능 사용성 평가를 수행하

여 미비한 점이 발견될 경우, 이를 개선하여, 안정적으로 기능성 사용이 가능한 융합 패션 프로토타입을 최종적으로 완성, 제시한다.

1. 프로토타입 개발 콘셉트 발상

먼저 프로토타입의 개발 콘셉트 발상의 첫 단계에서는 연구자에 의한 현대 산업의 융합경향 및 기존의 융합제품에 관한 소개가 이루어졌고, 이후 융합 패션디자인 워크숍의 방향성 설정을 위한 토의가 이루어졌다. 그 결과, 산업적 융합경향 및 기존 스마트폰과 연동되어 기능을 제공하는 웨어러블 디바이스 등의 사례를 참고하여, IT 기술 활용

에 있어 전문지식이 부족한 디자인 전공자의 입장에서 상대적으로 접근하기 용이한 기초적인 Low-tech'로 기술연구의 범위를 한정하였다. 이를 통해 스마트 폰이 제공하기 어려운 특수한 기능성을 제공하는 패션제품의 개발'을 구체적인 연구개발 방향으로 설정하였다. 이는 대부분의 엔터테인먼트 및 컴퓨팅 기능이 스마트폰과 이와 연동되는 wearable device에 의해 효율적으로 제공되고 있으므로, 이와 차별되는 패션제품의 기능성을 모색하고자 하였기 때문이다. 이에 따라 각 디자이너는 패션과 기술의 융합에 의해 실질적 기능성을 제공하는 제품사례를 수집·분석함과 함께, 개발 콘셉트의 영감을 얻기 위해 다양한 사회문화적 분야에 관한 리서치를 수행하였으며, 각 디자이너는 그 결과를 Low-tech를 활용하여 사용자에게 의상의 새로운 기능성 발상에 반영하도록 유도되었다. 그 결과, 총 5가지의 기능성 융합 패션 프로토타입의 아이디어가 도출되었으며 각 아이디어의 간략한 개요는 다음과 같다.

첫 번째 아이디어는 두 쌍이 한 세트인 Couple wear로, 무선송수신 기술을 통해 서로의 거리를 지속적으로 측정하여 일정이상 가까워질 경우, 진동과 LED 광원의 점멸을 통해 알림으로써 인과가 많은 혼잡한 곳에서 서로를 쉽게 발견할 수 있도록 하는 유희적 기능을 제공한다.

두 번째 아이디어는 Aroma therapy wear로, 심박센서를 통해 착용자의 바이탈 사인을 체크하여, 정상적인 수치를 벗어날 경우 심신 안정 효과가 있는 아로마 향을 분사하는 심신안정 기능을 제공한다.

세 번째 아이디어는 Neon-sign T shirt로, 착용자가 자신의 현재 상태나 전달하고 싶은 문구를 스마트 폰의 블루투스 문자송수신 기능을 통해 의상 시스템에 전송할 경우, 등 부위의 LED 패널에 해당 내용이 표시되는 유희적 기능을 제공한다.

네 번째 아이디어는 Solar-cell wind breaker로, 등과 어깨 부위에 태양광발전 패널이 배치되어 별

도의 보조 배터리 없이 모바일 기기를 충전할 수 있는 실용적 기능을 제공한다.

다섯 번째 아이디어는 천식 등 호흡기 질환자를 위한 Self-EMS vest로, 미세먼지 농도 상승으로 인해 도심 혹은 등산 등의 야외 활동이나, 의료기관과 접근성이 나쁜 도서산간 지역에서 호흡곤란 발작이 일어날 경우, 착용자 스스로 이에 대처하기 위한 산소호흡을 가능하게 하는 응급처치 기능을 제공한다.

각 디자이너는 상기의 내용을 정리하여 프로토타입 개발에 활용될 아이디어 선정을 위한 사용자 선호 설문조사를 준비하였다.

2. 개발 콘셉트 설정 및 디자인

앞선 단계에서 도출된 기능성 아이디어들의 유용성과 합리성을 제 3자의 객관적인 시각에서 평가하여 프로토타입 개발에 활용될 아이디어를 선정하기 위해, 교양대학의 교양과목을 수강하는 다양한 전공 및 연령층으로 구성된 학생을 대상으로 한 사용자 선호 설문조사가 수행되었다. 설문지는 다수의 인원을 대상으로 직관적인 선호조사를 수행하고자 낙서벽(Graffiti wall) 조사기법을 응용하여 A3 크기의 설문보드로 제작되었다. 설문보드는 각 디자이너 별로 그룹 지어진 5가지의 아이디어 개요 및 스티커를 붙이기 위한 공간으로 구성되었다. 평가자는 교양대학의 교양과목을 수강하는 다양한 전공과 연령층으로 구성된 학생 20인으로, 각 평가자는 보드 내의 각 아이디어의 개요를 읽은 후, 현실적으로 개발이 가능할지 여부는 무시하고, 스스로 사용해 보고 싶거나, 자신이 아니더라도 타인에게 유용할 수 있으리라 판단되는 아이디어에 1인당 1개씩 스티커를 붙이도록 하였다. 본 연구의 낙서벽 기법을 활용한 설문 결과는 다음의 <Table 3>과 같다.

사용자 선호설문조사 결과, 천식 등 호흡기 질환자를 위한 Self-EMS vest가 8표를 받아 가장 많은 평가자들에게 유용하고 합리적인 아이디어로

<Table 3> The result of user preference survey

Idea	Designer 1			Designer 2	
	Couple wear	Aroma therapy wear	Neon-sign T shirt	Solar-cell wind breaker	Self-EMS vest
Score	1	5	1	5	8

평가받은 것으로 나타났고, 그 다음으로 Aroma therapy wear와 Solar-cell wind breaker가 각각 5표 순으로 높은 선호도를 보였다. 이에 따라 각 디자이너별로 가장 높은 선호도를 기록한 Aroma therapy와 Self-EMS 기능을 본 연구의 프로토타입 개발 콘셉트로 설정하였다.

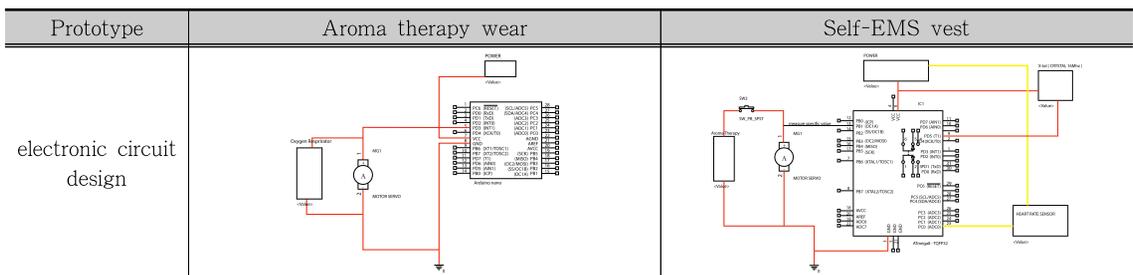
개발 콘셉트가 설정된 이후, 각 디자이너는 엔지니어와 토의를 통해 각각의 기능성 아이디어를 실체화하기 위해 필요한 기술 및 디바이스를 제어 장치와 입력장치, 출력장치, 전원장치를 선정하고, 각 기술과 디바이스의 사이즈스펙이나 무게 등의 상세내역을 조사하여 전반적인 시스템의 상세내역을 설정하였다. 이 과정에서 각 프로토타입의 기능성 개발 콘셉트가 산소나 아로마향을 분출하는 등, 기체나 액체를 이동시키는 운동에너지와 관련된 기능을 제공하는 공통점이 있으며 따라, '기체나 액체를 이동시키기 위한 운동에너지를 발생시키는 동력 기술의 활용방안 모색'이 핵심적인 시스템 연구개발의 방향으로 선정되었다.

이후 각 디자이너는 개발 콘셉트에 적합한 프로토타입의 디자인을 전개하였고, 각 프로토타입의 개발 콘셉트에 적합한 디자인을 선정하였다.

이후 각 디자이너와 엔지니어는 Adobe illustrator CS5를 활용하여 시스템의 회로도를 도안하고, 각 장치들을 의상의 착용성과 활동성에 영향을 미치지 않으면서 설계된 회로에 물리적 손상을 주지 않을 내장 방법 및 내장 위치를 구상하여 도식화에 표기하였다. 전체 시스템은 의복 내에 배치된 벨크로 라인 위에 설치되도록 함으로써 각 디바이스와 회선을 탈부착 가능하도록 하여 의상을 세탁하거나 시스템에 문제가 생길 경우, 부품을 교환하거나 프로그램 수정이 가능하도록 하였다<Table 4>, <Table 5>.

구체적인 프로토타입의 디자인 및 기능성을 위한 시스템 구성요소의 개요는 다음과 같다. 첫 번째, 착용자의 심신의 안정을 위한 Aroma therapy wear의 경우, 의상디자인 콘셉트는 아로마 향을 오래 의복내부에 잡아두고, 신체적으로도 안정감을 느낄 수 있도록 하기 위해 따뜻한 색감에 후드가 적용된 형태와 실루엣을 디자인 콘셉트로 설정하여 디자인을 전개하였다. 시스템을 구성함에 있어서는, 사용자의 바이털사인을 읽어 들여 불안정한 반응을 측정하는 기능을 구현하기 위해 디자이너는 먼저 심박에 관련된 선행연구를 고찰하였고,

<Table 4> Design of electric circuit in each prototype



사용자가 일상적인 상황에서 맥박이 비정상적으로 빨라질 경우 신체적, 심리적 불안정상태로 인식될 수 있음을 발견하였다. 이에 따라 Arduino nano를 제어장치로, 심박센서를 입력장치로, 팬과 모터가 내장되어 기체를 유동시킬 수 있는 동력장치인 에어펌프를 출력장치로, 5V 배터리를 전원장치로 설정하였다<Table 5>.

두 번째, 천식이나 호흡기 질환자를 위한 Self-EMS vest의 경우, 의상의 디자인 개념트는 해당 프로토타입의 사용목적이 도심은 물론, 의료 기관이 근처에 있지 않은 야외 활동 시 호흡곤란 발작에 대처하기 위해 다량의 산소탱크의 수납이 전제된다. 이에 따라 다수의 아웃포켓의 배치가 일반적인 아웃도어웨어 스타일을 디자인 개념트로 디자인을 전개하였다. 시스템은 사용자 스스로 호흡곤란의 전조증상을 감지할 수 있고 의료적 측면의 기능을 제공함에 따라, 산소를 지속적으로 공급하는 기능사용의 안정화에 초점을 두었다. 이에 따라 Arduino nano를 제어장치로, 사용 및 반응성이 안정적인 토글스위치를 입력장치로, 역시 산소탱크와 연결되어 산소를 이동시키기 위한 동력장

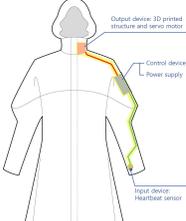
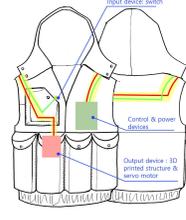
치인 에어펌프를 출력장치로, 5V 배터리를 전원장치로 설정하였다<Table 5>.

각 프로토타입의 시스템은 각 필요 디바이스의 상세 재원을 조사하고, 브레드보드를 활용하여 사전 작동실험을 수행하여 시스템의 현실화 가능성 및 선택된 디바이스가 프로토타입 개발 콘셉트 및 의복 내 내장에 적합하지 검증하였다. 그 결과 두 프로토타입의 출력장치로 설정된 동력장치인 에어펌프의 형태와 부피가 의복에 내장하기에 무리가 있는 것으로 나타나, 가장 기본적인 동력장치인 모터를 중심에 두고, 3D 프린팅 기술을 활용하여 에어펌프를 대체할 수 있는 대안적 동력전달 작동 구조를 개발하는 쪽으로 시스템 개발 방향성을 수정하였다<Table 5>.

3. 프로토타입 개발

디자인과 시스템 기초 설계가 도출된 후, 프로토타입 개발 단계에서는 의상플랫폼 제작과 시스템 개발이 병행되었다. 디자이너는 먼저 평면패턴을 도안하고, 이전 단계에서 도출된 회로도를 참

<Table 5> Design sketches and outlines of the applicable technology in each idea

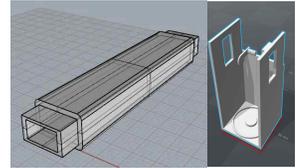
	Fashion platform design sketch	Inner velcro line placement (yellow colored lines)	Device outline			
			Control	Input	Output	Power
<p>Aroma therapy wear</p> 		arduino nano	Heart-beat sensor	air pump ↓ servo motor	5V	
<p>Self-EMS vest</p> 		arduino nano	toggle switch	air pump ↓ servo motor	5V	



〈Fig. 10〉 example images of the development of clothing platform and system of Aroma therapy wear



〈Fig. 11〉 example images of the development of clothing platform and system of Self-EMS vest



〈Fig. 12〉 example images of 3D modeling for system case 3D printing

고하여 실제 의복 내에 시스템이 내장될 위치를 조절하고, 광목가봉을 통해 시스템을 내장하면서도 의복의 자연스러운 외관을 형성하기 위한 패턴 수정작업을 수행하였다. 이후 완성된 가봉의상을 토대로 각 시스템의 구성요소가 장착될 위치와 각 디바이스 간의 거리를 측정하여 시스템회로를 제작하였다(Fig. 10), (Fig. 11).

각 디바이스를 연결하는 회선을 모두 소켓 화하여 탈부착이 가능하도록 하고, 단선 등의 파손 시 손쉽게 전선을 교체할 수 있도록 하였다. 또한 각 디바이스는 3D 프린터를 활용하여 케이스를 제작하여 시스템의 보호 및 의복 내에 장착되었을 때, 착용자가 느낄 수 있을 이물감을 완화하고자

하였다(Fig. 12). 각 프로토타입에 요구되는 특수 구조물 및 디바이스 케이스 제작을 위한 3D 모델링에는 Rhinoceros 5와 Cadian 3D 5.0프로그램이 활용되었고, 출력에는 Cubicon single +와 XYZ printing의 보급형 FDM 방식의 3D 프린터가 사용되었다.

시스템의 제어를 위한 프로그램은 제어장치로 오픈소스 기반의 arduino를 활용함에 따라, 시스템의 기능에 적합한 소스코드를 조사하고 각 사용 디바이스의 제조사가 제공하는 소스코드를 참고하여, 아두이노 16.1.10을 사용하여 시스템의 제어코드를 프로그래밍한 후, 시스템에 업로드 하였다. 해당 단계에서 완성된 의복 플랫폼과 디지털 시스

〈Table 6〉 The images of developed prototypes

Aroma therapy wear		Self-EMS vest	
Clothing platform	Details	Clothing platform	Details
 <p>Front Back</p>	 <p>Input</p> <p>Output</p>	 <p>Front Back</p>	 <p>Input</p> <p>Output</p>



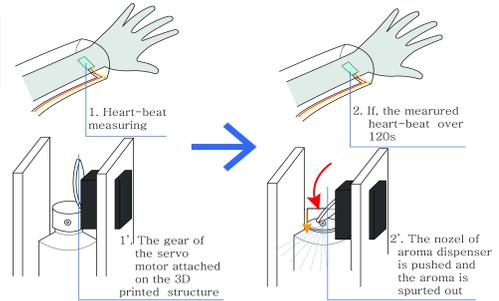
<Fig. 13> Detachable washing pad for liquid aroma



<Fig. 15> Location of output device of aroma therapy wear



<Fig. 14> 3D printed structure of aroma dispenser



<Fig. 16> The operating process of Aroma therapy wear

템을 완전히 고정하지 않고 가결합하여, 이후의 착의평가 시 문제점이 발견 될 경우, 시스템과 의상을 용이하게 분리하여 이를 수정, 개선할 수 있도록 하였으며, 완성된 각 프로토타입의 구체적인 개발 개요는 다음과 같다<Table 6>.

첫 번째 프로토타입인 Aroma therapy wear 의 상품패턴의 경우, 의상자체로도 따듯한 느낌을 전달하기 위해 난색의 인조 퍼 소재가 활용되었으며, 의복의 칼라와 후드 부분에 아로마액을 분사함에 따라 칼라부위에는 내부에 별도의 원단패치를 탈부착이 가능하도록 부착하여 세탁이 용이하도록 내부구조를 제작하였다<Fig. 13>.

시스템의 경우, 심박센서가 착용자의 심박수를 읽어 들이기 위해서는 피부에 접촉되어야 하므로, 속옷을 입는 가슴부위가 아닌 소매의 개구부의 손목 안쪽에 배치하여 직접 피부에 접촉될 수 있도록 고정하였다<Table 6>. 또한 앞선 단계의 디바이스 스펙리서치 과정에서 에어펌프의 형태와 부피가 의복에 내장되기에 부적합함이 발견됨에 따라, 시판되는 아로마 디스펜서를 활용한 구조물을 3D 프린터를 활용하여 출력하고, 이 구조물에 서보모터의 축과 연결된 기어가 디스펜서의 분사구를 직접 압박하여 아로마 향이 분무되도록 시스템의 출력장치를 제작하였다<Fig. 14>.

서보모터는 프로그램 상에서 회전하는 영역을 제한할 경우, 정확히 해당하는 각도만을 회전하고

초기 위치로 역회전하는 작동원리를 가진다. 이에 따라 작동 신호가 입력될 경우 단방향 회전운동을 반복하는 타 모터류에 비해, 아로마 디스펜서의 분사구를 정확히 필요한 분량만을 압박하여 디스펜서 구조물의 내구성을 넘어서는 압력을 주지 않으므로써 파손을 방지하기 위해 적합한 것으로 판단되어 해당 프로토타입의 출력장치로 선정되었다. 서보모터의 회전 각도는 디스펜서의 분사구에 불필요한 압력을 주지 않도록 분사구가 완전히 눌러지는 한계점을 계산하여, 모터 축에 고정된 기어가 수직으로 서있는 상태에서 120도만 아래로 회전하도록 프로그램 상에서 모터 축의 회전각을 제한하였다.

3D 프린트된 구조물과 서보모터로 구성되는 출력장치 모듈은 외부에서 보았을 때 장착여부가 드러나지 않고, 의복의 실루엣에 영향을 미치지 않도록, 상대적으로 내부 공간의 여유가 있는 칼라와 보디스의 중간지점에 배치하였다<Fig. 15>.

시스템의 전반적인 제어에는 입력장치인 심박센서가 착용자의 심박이 일상생활의 정상수치를 벗어날 때 이상 신호로 받아들여 아로마 향 분사 신호를 출력장치로 보낼 수 있도록 프로그래밍되었다. 해당센서 제작사에서 제공하는 심장박동과 연동되는 특정 코드 그래프를 참고하여, 분당 120의 박동 수 보다 높은 수치의 저항 값이 측정될 경우 기능 작동 명령 신호가 제어장치에서 출력장

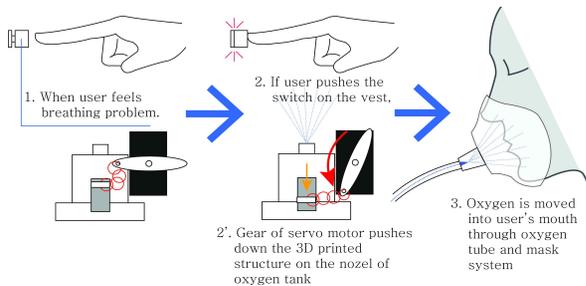
치로 전달되도록 전반적인 시스템의 작동원리를 설계하였다(Fig. 16).

두 번째 프로토타입인 Self-EMS vest의 경우, 아웃도어웨어 스타일이 디자인컨셉트로 설정되었고, 산소공급 기능의 사용시간 연장을 위해 가능한 많은 수의 대용량 산소탱크를 내장하기 위해 의복 전면부에 총 4개의 아웃포켓이 배치됨에 따라, 의상의 중량을 줄이고 자연스러운 아웃도어웨어 스타일의 형성을 위해, 해당 분야의 제품에 일반적으로 활용되는 에어 메쉬 원단을 주소재로 사용하였다(Table 6).

시스템의 경우, 에어펌프의 적용이 부적합함에 따라 3D 프린터를 활용하여 제작된 구조물에 장착된 서보모터의 기어가 물리적으로 산소탱크의 노즐을 압박하여 압축된 산소가 분사되어 호스를 통해 산소마스크를 통해 착용자에게 공급될 수 있도록 출력장치를 설계하였다. 해당 프로토타입은 휴대가 가능한 산소공급 기능을 위해 소형 압축산소탱크를 활용함에 따라, 산소탱크 노즐 및 노즐과 연결되는 3D 프린트된 구조물에 불필요한 압력을 가하지 않도록 각도조절이 용이한 서보모터가 출력장치로 선택되었다. 산소탱크의 노즐의 압력 저항도가 아로마 디스펜서에 비해 강함에 따라, 지렛대의 원리를 응용한 3D 프린트 구조와 서보모터의 기어를 오링으로 연결하여 모터의 축이 수평상태에서 아래로 60도 회전하며 오링과 연결

된 지렛대를 아래로 누름으로써 노즐이 압박되어 산소가 분사될 수 있도록 작동구조를 고안하였다(Fig. 17). 또한 사용하던 산소탱크가 고갈될 경우, 손쉽게 구조물을 탈거하여 다음 산소탱크에 장착하여 산소공급을 지속할 수 있도록 하였다(Fig 18).

해당 프로토타입은 응급의료처치를 목적으로 함에 따라, 안정적인 시스템 가동을 위해 토글 스위치가 시스템 작동을 위한 입력장치로 설정되었다(Table 6). 일반적으로 디지털 시스템에서 스위치는 +극이나 -극 중 어느 한 곳에 연결되어 전류의 흐름을 차단하거나 연결함으로써 디지털 기능이 작동제어를 수행한다. 그러나 본 연구에서 제어장치로 활용된 Arduino nano의 경우, 가로 2.5cm 세로 4cm의 소형 사이즈를 유지하기 위해 최소한의 안정 기능의 소자가 적용되어, 일상적인 가전제품의 회로에 비해 상대적으로 강제적인 전류차단이나 공급이 시스템의 회로에 내구성과 안정적인 사용성에 악영향이 있을 수 있다. 이에 따라 +와 - 양극에 100Ω 저항과 함께 스위치를 연결하여, Arduino 시스템이 물리적인 전류차단에 의해 기능 작동이 중지되는 것이 아닌, 스위치를 누르는 동작이 전기신호를 발산하여 이것을 Arduino가 기능 작동, 정지 신호로 받아들여 시스템이 프로그램에 의한 정상적인 종료 과정을 거치도록 하여 시스템의 내구성 및 사용의 안정성을



<Fig. 17> The operating process of self-EMS vest



<Fig. 18> Process of the attachment of the 3D printed structure of oxygen dispenser for self-EMS vest

확보하고자 하였다. 마지막으로 토글 스위치는 산소마스크와 함께 좌측 상단의 아웃포켓 내부에 장착하여, 자연스러운 의복외관을 형성하고자 하였다(Table 6).

4. 사용성 평가 및 개선

융합 워크숍의 마지막 단계에서는 프로토타입의 기능사용 실험 및 평가가 수행되었으며, 각 프로토타입 별로 발견된 문제점을 개선하는 작업이 수행되었다. 평가는 일반적인 신장과 체형의 사람을 대상으로 기능의 사용성과 착용성을 실험하기 위해, 두 프로토타입 모두 162cm의 25세와 171cm의 24세 여성 2인을 대상으로 이루어졌다. 사용성 평가는 두 프로토타입이 의복뿐만 아니라 디지털 디바이스를 활용한 기능성의 제공을 목적으로 함에 따라, 다음과 같은 가이드라인에 따라 수행되었다.

첫째, 프로토타입 착용시 디지털 디바이스가 내장된 각 부위의 착용감 및 활동에 지장이 없는가에 관한 의상플랫폼의 착용성 측면을 평가한다.

둘째, 프로토타입을 인체에 착용하였을 때, 내부에 디바이스가 장착 여부가 겉에서 드러나 보이는가에 관한 의상플랫폼의 심미성 측면을 평가한다.

셋째, 각 프로토타입의 시스템의 기능 활성화를 위한 입력장치의 작동 및 사용이 용이한가에 관한 시스템의 입력장치의 사용성 측면을 평가한다.

넷째, 각 프로토타입의 시스템의 출력장치를 통한 기능성이 효과적으로 제공되는가에 관한 시스템의 출력장치의 사용성 측면을 평가한다.

위와 같은 기준 하에 수행된 각 프로토타입이 인체에 착용되었을 때의 사용성을 평가하여 개선사항을 도출하고자 하였으며, 결과는 다음과 같다.

Aroma therapy wear의 시스템은 사용자가 특별한 운동을 하지 않는 일상적인 활동 상황에서 심박 수가 120이상 올라갈 경우, 이를 이상 징후로 파악하여 심신안정 효과가 있는 아로마 향을 분사하도록 시스템이 개발되었다. 이에 따라 공황

장애나 심리적 불안감을 가진 사람을 대상으로 기능사용 실험을 수행함이 이상적이나, 이러한 대상을 섭외하기에는 현실적인 무리가 있었다. 이에 따라 시스템이 활성화되는 것과 유사한 상황에서 실험하기 위해 각 평가자는 유산소운동을 수행하여 심장 박동 수를 상기와 유사한 상태로 끌어올리고 해당 프로토타입의 착용성 및 사용성 평가를 수행하였다. 두 평가자 모두 후드가 부착된 롱코트 형의 인조 퍼 소재를 활용한 의상플랫폼의 심미성, 즉 디지털 시스템을 내장함에 따른 외관의 저해요소는 없는 것으로 평가하였으나, 칼라와 가슴상단 부분에 걸쳐 내부에 장착된 서보모터와 디스펜서를 결합한 3D프린트된 출력장치 모듈의 육면체 구조가 신체와 접촉되는 가슴상단부에 압박을 느끼는 것으로 평가함에 따라, 착용성 측면에서 출력장치 모듈의 형태와 부피의 개선이 요구되는 것으로 나타났다. 또한 입력장치인 심박센서가 소매부리에 장착될 경우, 상황에 따라 의복과 신체의 접촉이 유지되지 못해 맥박 측정이 수행되지 못함이 발견되어, 입력장치인 심박센서의 장착 위치 및 착용방식에 관한 개선의 필요성이 도출되었다.

Self-EMS vest의 경우, 산소공급 시스템의 사용성을 평가함에 있어 실제 호흡기 질환자를 대상으로 함이 이상적이다. 그러나 이러한 대상을 현실적으로 섭외가 어려운 한계점이 있었음에 따라, 평가자가 코를 사용하지 않고 구강호흡만을 하도록 호흡상황을 제한하여 해당 프로토타입의 기능 활성화를 위한 입력장치와 산소공급을 위한 출력장치의 사용성이 원활한지에 초점을 두고 평가를 수행하였다.

두 평가자 모두 해당 프로토타입의 전반적인 착용성과 출력장치의 산소공급 기능의 사용성은 문제가 없는 것으로 평가하였으나, 시스템의 입력장치의 사용성 측면에서의 문제가 제기되었다. 해당 프로토타입의 경우, 자연스러운 의복 외관의 형성을 위해 기능 작동을 위한 입력장치인 토글스위치가 산소마스크를 내장하는 상단의 아웃포켓

<Table. 8> Outlines of negative aspects needed to be refined in each prototypes

Prototype	Category	Specific outline of points needed to be refined
Aroma therapy wear	Wearability	Refining the structure of the output module to relieve the physical pressure towards user's body.
	Usability of Input	Refining the location and attaching method of the input module for accurate operation of the heart beat measurement.
Self-EMS vest	Aesthetic	Refining the location of the input module for accurate system operation and the aesthetic way of the application.
	Usability of Input	

내부에 배치되었는데, 각 평가자는 사용자가 직관적으로 기능 활성화 및 비활성화를 위해 스위치를 조작하기에 불편함이 있다고 평가하였으며, 마스크가 포켓 내부에 내장된 상태에서 팔과 상체의 움직임에 따라 스위치가 눌러 시스템이 오작동 될 수 있음을 지적하였다. 해당 프로토타입이 천식이나 호흡기 질환자가 호흡곤란 발작시 산소를 공급하여 증상을 완화하기 위한 응급의료적인 측면의 기능을 제공함에 따라, 시스템 오작동에 따른 산소고갈 및 배터리 방전은 사용성에 치명적인 악영향을 미칠 수 있어, 입력장치의 사용성 측면에 있어 개선이 요구됨과 동시에, 스위치 배치 위치에 따라 자연스러운 의복 외관 형성을 위한 심미성 측면의 고려 또한 요구되는 것으로 나타났다 <Table. 8>.

상기의 평가결과를 토대로, 각 프로토타입에서 발견된 문제를 해결하기 위한 개선작업이 수행되었다.

첫 번째, Aroma therapy wear의 경우, 앞서 도출된 출력장치 모듈의 부피와 형태의 문제점을 해결하기 위해, 서보모터와 디스펜서가 더욱 근접하게 수용되고 의복에 내장되었을 때 신체를 압박하지 않도록, 기존의 3D 프린트된 구조물의 육면체 구조가 아닌 유선형 구조의 출력장치 모듈을 신규 디자인, 3D 출력하여 착용성 측면의 문제를 개선하고자 하였다. 또한 입력장치인 심박 센서의 경우, 기존의 소매부리에 내장되는 방식에서 벗어나 손목의 정맥부위에 밀착되어 지속적으로 사용자의 생체신호를 측정할 수 있도록, 별도로 모듈화하는 방안이 고려되었다. 이에 따라 손목시계 밴드를

<Table 8> The refined system outline of each prototype

Aroma therapy wear		Self-EMS vest	
Input device	Output device	Input device	Output device
			
			

3D 출력된 센서 고정모듈과 연결하여 손목에 착용하고, 소매내부에 배치된 시스템 연결 소켓에 센서모듈을 연결하여 신호를 제어장치에 전달하도록 입력장치의 사용성 문제를 개선하고자 하였다<Table. 9>.

두 번째, Self-EMS vest의 경우, 앞서 도출된 출력장치의 위치에 따른 입력장치의 사용성 측면의 문제해결을 위해 토글스위치의 부착 위치를 포켓 외부로 이동하는 것이 불가피하였다. 이에 따라 사용자가 쉽게 조작할 수 있으면서도 스위치의 부착 여부가 크게 눈에 띄지 않을 위치를 탐색하여, 소형의 토글 스위치를 산소마스크가 내장되는 상단 아웃포켓 측면에 장착하여 입력장치의 노출에 따른 해당 프로토타입의 심미성 측면의 문제를 개선하고자 하였다<Table. 9>.

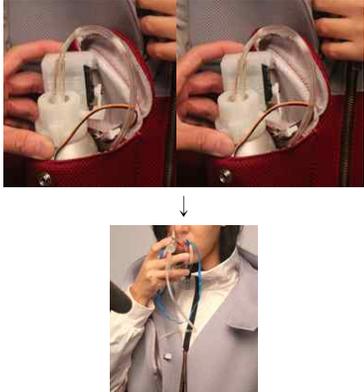
상기와 같은 과정을 통해 각 프로토타입의 의

상 플랫폼과 구조, 시스템을 개선하였으며, 각 디자이너와 엔지니어는 각 의상과 시스템을 결합하여 동력기술을 중심으로 스마트폰이 제공할 수 없는 실질적 기능성을 제공하는 융합 패션프로토타입 2종을 최종 완성하였다<Table 9>.

IV. 결론

본 연구는 현대 산업계의 IT 기술을 중심으로 한 융합경향에 따라 패션과 전자기술의 융합을 통해 의복 고유기능 외의 새로운 기능성을 제공함으로써 패션산업의 영역 확장을 모색하기 위한 융합 패션 프로토타입 개발을 목적으로 하였다. 이를 위해 기술의 구동과 작동원리에 관한 이해가 상대적으로 용이한 Low-tech 동력기술을 활용한 기능성 융합 패션 프로토타입 연구개발 워크숍이 수행

<Table 9> The established convergence fashion prototypes

Prototype	Front	Side	Back	Situation of system operation
Aroma therapy wear				
Self-EMS vest				

되었다.

본 연구의 15주간의 융합 패션디자인 연구개발 워크숍은 크게 4단계로 나누어 볼 수 있으며, 각 단계에 따른 임무 수행의 결과는 다음과 같다.

첫 번째 프로토타입 개발 콘셉트 발상단계에서는 현대의 융합산업 경향을 참고로 스마트 폰이 제공하기 어려운 기능성의 제공을 기본 방향으로 프로토타입 개발 콘셉트 연구가 수행되어 총 5가지의 프로토타입 아이디어가 도출되었다.

두 번째 개발 콘셉트 설정 및 디자인 단계에서는 객관적인 시각에서 앞서 도출된 다섯 가지의 아이디어의 필요성 및 합리성을 평가하기 위해 교양대학의 교양과목을 수강하는 다양한 배경의 학생 20인을 대상으로 설문조사를 수행하여 각 디자인별로 가장 높은 선호도를 기록한 두 가지 아이디어가 프로토타입 개발 콘셉트로서 선정되었고, 개발 콘셉트에 따른 의상 플랫폼 디자인이 수행되었다.

세 번째 프로토타입 개발 단계에서 각 디자이너는 엔지니어의 기술 자문을 받아 먼저 개발 콘셉트에 적합한 디바이스를 선택하고 작동원리를 숙지한 후, 기능성을 위한 의상 플랫폼의 구조를 개발하고 엔지니어의 조력을 받아 시스템을 제작하여 프로토타입을 개발하였다.

네 번째 평가와 개선단계에서는 일반적인 체형의 20대 여성 2인을 대상으로 각 프로토타입의 기능사용 시나리오에 따른 대안적인 상황을 연출하여, 의상플랫폼의 착용성 및 시스템의 기능 사용 실험 및 평가가 수행되었다. 그 결과를 기초로 각 프로토타입의 의상플랫폼과 시스템의 담점을 보완하여 최종적으로 총 2종의 Low-tech를 활용한 기능성 융합 패션프로토타입을 완성하였다.

본 연구에서 각 디자이너는 Low-tech 동력기술을 활용함에 있어, 모터 고유의 외전운동이 아니라, 회전으로 발생하는 운동에너지에 착안하여, 자신들이 발상한 기능성의 구현을 위해 운동에너지를 보조하거나 증폭하기 위한 출력장치의 부수적

인 형태구조를 고안하였다. 이를 통해 단순하고 기초적인 Low-tech라도 이것의 응용방안에 관한 지속적인 발상 및 특정한 기능성을 위한 시스템구조물의 디자인 연구를 통해 공학적 지식의 부족 및 기술적인 한계를 극복하여 패션에 새로운 기능성을 추가하는 융합적 결과물의 도출이 가능함이 확인되었다.

따라서 디자인과 기술의 융합을 위한 연구개발 실습이 디자인대학에서 수행이 가능하고, 이를 통해 현대의 산업 장르와 제품의 융합경향에 대응하여 패션의 저변 확장을 위한 새로운 기능성의 모색 및 다양한 분야의 특성을 패션에 접목하여 융합 제품 혹은 서비스의 창출을 위한 연구의 가능성 또한 발견되었다.

본 연구에서는 기능성 융합 패션 프로토타입의 기능성 아이디어를 평가함에 있어 보다 다양한 전공분야의 시각을 반영하기 위해 교양대학의 교양과목을 수강하는 다양한 전공과 연령층의 학생을 상대로 설문조사를 수행하였으나, 연령층이 주로 20대에 집중되어 보다 고 연령층의 선호관점이 반영되지 못한 점과, 프로토타입의 사용성을 평가함에 있어 각 프로토타입의 기능성 사용 시나리오의 맥락에 따른 대안적인 사용상황을 연출하였으나, 개발 콘셉트에서 고려된 사용상황과 일치하는 상황이나 사용자를 대상으로 실험 및 평가를 수행하지 못한 점이 한계점으로 작용하였다. 이에 따라 향후에는 패션과 전자기술의 융합에 의해 제공될 수 있는 기능성에 있어 보다 다양한 연령층과 계층에 속한 사용자의 시각에 따른 요구사항 및 보다 다양한 Low-tech를 활용한 융합 패션제품 개발 연구가 후속될 예정에 있다.

Reference

- Gao, Y. (2012. n.d.). Interactive projects Living pod. ying gao. Retrieved from <http://yinggao.ca/eng/interactifs/living-pod/>
- Kim, E. C., Moon, H. H., Park, Y. S., & Han, H. K. (2015). *Technology of motor - The revolution*

- and secret of motors viewing color images*(1st ed.). Seoul, Korea: Hanjin publishing.
- Kim, J. S. (2006). *A study of growth direction of domestic design industry about funology analysis* (Unpublished master's thesis). Jungang university, Seoul, Republic of Korea.
- Lee, H. S., Kim, Y. H., & Lee, J. J. (2016). A study on the fashion accessory design applying wearable technologies -Focusing on the aesthetic design and technological application of the image of the light-. *Journal of Korean Society of Basic Design & Art, 17*(2), pp.383-398.
- Lee, H. S., & Lee, J. J. (2011). A study on development of wearable technology based biker suits part.1. *Journal of the Korean Society of Costume, 61*(8), 63-78.
- Lee, H. S., & Lee, J. J. (2017). A study on convergence fashion design applied wearable technology -Focused on the expression of the light and transformation-. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 41*(4), 709-721
- Lee, J. H. (2014). Present and future of the smart fashion. *Fashion information and technology, 11*(-), 2-10.
- Lee, T. D. (2009). *A study on the low-tech product design development within the funology concept -Focus on the desk top stationery design-* (Unpublished master's thesis). Dongseo university, Busan, Republic of Korea.
- Na, M. J., & Park, S. C. (2012). A study on the IT technology convergence in contemporary fashion design. *Journal of the Korean Society of Design Culture, 18*(3), pp.129-140.
- 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
- Starter kits (2017, n. d.) Retrieved from <https://www.liveathos.com/collections/starter-kits/products/mens-full-body-kit-dual-core-v3>
- Yang, J. S., & Kim, J. Y. (2014). A case study of the wearable device in the new media age -Focused on the portable device-. *Journal of the Korean society design culture, 20*(2), 354-364.
- Yang, J. S., & Kim, J. Y. (2015). A case study on the fashion wearable device development. *Journal of the Korean society of design culture, 21*(2), 363-376
- Yoon, S. I., & Kang, H. S. (2013). The type and development of hybrid fashion's convergence -Focused on convergence of 21th century technology and design-. *Design Forum, 38*(-), pp.303-307.
- Violette, R. (2011). *Hussein Chalayan*(1st ed.). New York, NY, USA: Rizzoli International Publications.
- Wikipedia (2017, 11. 10.). Electric motor. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_motor
- Wikipedia (2017,9,22.). Servomotor. Retrieved from <https://en.wikipedia.org/wiki/Servomotor>
- Wikipedia (2017,10,29.). Stepper motor. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Stepper_motor