

## LED를 이용한 e-textiles 개발과 스포츠웨어의 적용에 관하여

박진희 · 김주용<sup>†</sup>

송실대학교 유기신소재파이버공학과 조교수  
송실대학교 유기신소재파이버공학과 교수<sup>†</sup>

### Development of e-textiles using LED and application of sports wear

Jinhee Park · Jooyong Kim<sup>†</sup>

Assistant Prof. Dept. of Organic Materials and Fiber Engineering, Soongsil University  
Prof. Dept. of Organic Materials and Fiber Engineering, Soongsil University<sup>†</sup>  
(2018. 12. 21 접수; 2019. 2. 17 채택)

#### Abstract

The purpose of this study was to develop an e-textile using LEDs that can enhance visual and functional effects, and to identify their applicability to sportswear. By applying the design elements of fashion design concretely with LEDs, an e-textile design module is developed and that module is applied to the product, so LED application design can be proposed for use in a practical product. E-textiles have been divided into five categories, and their usefulness were verified by applying e-textiles to men's and women's sportswear. The product beign considered has a built-in tilt sensor, which illuminates the LEDs according to the user's movements, and allows the LEDs to be turned on or off in accordance to the user's preference. E-tattoo is a type of LED application that enhances the appearance by placing LEDs on a small area, emphasizing origin points, just like an actual tattoo. Designed with LEDs arranged in a straight line and various curved forms, e-strips can provide a function that matches the characteristics of each section of clothing or fashion item. E-wappen uses about 7-10 LEDs to give motifs a strong sense of visibility, thus adding to their vibrancy. E-panels and e-clothes were able to produce creative and high-value textures. It is also expected to be used for special purposes or bags as it is possible to produce high value-added textures that are creative and aesthetically beautiful. For instance, a progressive LED string on the straight line of female leggings can further emphasize rhythmic movements during exercise, and e-wappen also serves the purpose of nighttime protection. It is also believed that the application of dance or dance-related sportswear will make the movement of the performance more intense and lively.

*Key Words:* LED(엘이디), e-textiles(전자섬유), high visibility(고가시성), sportswear(스포츠웨어), design(디자인)

---

<sup>†</sup>Corresponding author ; Jooyong Kim  
Tel. +82-2-820-0631 Fax. +82-2-817-8349  
E-mail : jykim@ssu.ac.kr

## I. 서론

창조와 융합의 시대에 패션 분야에서도 공학 기술의 접목으로 패션 소재의 새로운 개발이 거듭되고 있는 실정이다. 이에 텍스타일에서도 종래의 섬유 차원에서 한 발 나아가, 기술을 도입한 텍스타일의 개발과 디지털 기능을 가지는 스마트한 텍스타일을 통한 패션 상품 개발이 시급한 시점이다. 가볍고 유연한 e-textile에 대한 요구가 증가하면서 Cute Circuit 브랜드와 같이 LED를 접목한 창의적인 패션 제품들이 선보이고 있고 패션과 기술과의 융합으로, 기능적, 감성적, 예술적 효과까지 추구하고 있는 추세이다. 패션브랜드 Cute Circuit은 패션을 고정된 실체가 아닌, 자유롭게 변화할 수 있는 열린 패션으로의 새로운 미의 개념화를 시도한다고 해석할 수 있다(김장현, 김영삼, 2018). 이러한 e-textiles 라고도 불리우는 디지털 의상은 의상 내부에 장착되어 있는 발광장치를 통해 발생된 빛을 외부 재질을 통해 창작자가 원하는 형태로 확산시켜 전통적인 의상보다 강한 시각적 효과를 발생시킬 수 있다. 이러한 시각적 효과의 극대화를 바탕으로 디지털 의상은 광고, 패션 등에서부터 공연 및 교육 등에 다양하게 적용되고 있으며, 매우 만족스러운 효과를 제공하고 있다고 평가된다(이동욱 외, 2011). 또한, 전자섬유(e-textiles)란 전기 또는 광신호를 생산, 저장, 전달할 수 있는 섬유형태의 전기전자 소재를 일컫는 것으로, 최근 기능성 개인보호복에 대한 관심과 스포츠레저 의류산업의 급격한 성장으로 유연전자섬유(flexible e-textiles)를 적용한 인체 밀착형 스마트웨어에 대한 관심이 증가하고 있다(정다희 외, 2017)고 한다. 이와같이, LED는 일반 의류나 텍스타일에 접목한다면, 프로그램을 다양화함에 따라 빛의 패턴과 색상 및 연출을 다양하게 할 수 있어 패션에서는 무궁무진한 가능성과 효과를 가져올 수 있는 장점이 있다. 여기에 각종 센서를 융합한다면, 주요한 하나의 패션 소재로서 그 역할을 담당할 수 있다. 이에 LED를 활용한 소형화된, 패션소재와 인체에 부담 없이 밀착될 수 있는 유연성을 확보한다면 좀 더 적극적으로 활용 할 수 있으리라 본다. 4차 산업혁명시대에 전 세계적으로 빠르게 혁신을 이루고 협업과 변화를 통해 차별화를 추구하는 현재 시점에, 이러한 텍

스타일에 기술을 접목한 스마트 텍스타일을 개발하여 국내에서도 실용적인 패션제품의 고부가가치를 창출해야할 것으로 본다.

이에 본 연구에서는, 가볍고 유연한 e-textiles 디자인을 활용하여 패션산업현장에서 좀 더 쉽게 LED를 활용하는 방법을 개발하고 패션제품과의 융합을 효율적으로 시도할 수 있도록, 이를 접목한 스마트 스포츠웨어를 개발하고 그 실용성을 제안하고자 한다.

## II. 이론적 배경

### 1. LED의 디자인적 특성과 textile에의 활용

현재까지 첨단 기술의 발달은 패션 소재의 개발에도 큰 변화를 가져왔고 패션에서도 LED를 사용하는 예가 많아졌다. 특수 소재나 컴퓨터 칩을 적용한 패션 상품이 개발되면서 다양한 디지털 기능을 실행하는 스마트 패션 디자인이 제안되고 있다. 21세기 디자인산업에서의 LED는 과학적 기술 발전과 함께 디자인의 표현 방법에 있어 창의적, 독창적, 기능적인 물리적 기능 집약적인 디자인에서 시각, 청각, 촉각, 후각의 감각을 최대한 활용하여 인간의 풍부한 감성을 표현하는 다중감각의 감성지향 디자인으로 나타나 기능성, 심미성, 상호작용, 유희성의 표현효과를 나타내고 있다(김언정, 유영선, 2011). 이는 빛이 가지는 고유의 특성인 기능성과 더불어 LED의 감성적 특성인 수만 가지의 색상과 유동적인 그래픽 패턴이 심미적인 요소로 작용하여 디자인 산업에서 브랜드 이미지를 창출하여 소비자의 마음을 움직이고, LED의 긴 수명과 환경 친화성은 고효율 저비용이라는 디자인의 경제적 가치를 창출하며 디지털 기술과 결합이 가능한 새로운 소재인 LED의 뉴미디어적 특성은 시각적, 감성적 상호작용이 가능한 디자인은 물론, 새로운 시대에 소비자들 또는 사용자에게 즐거움도 함께 주고 있다(김언정, 유영선, 2011). 따라서 LED는 21세기에 들어서 디자인 개발과 제품 생산에 적용됨으로써, 패션 상품 개발의 효율성을 높이고 있다. 이와 같이 LED로 만든 발광 직물은 1차원에서 3차원에 이르기까지 기술 융합의

도움으로 패션직물로서 새로운 역할을 이루게 될 것이다.

## 2. 패션의 디자인적 요소와 LED의 접목

### 1) 디자인 요소로서의 선(line)

패션 디자인을 표현하는 기본적인 핵심적인 요소는 선이다. 의복에서의 선은 실루엣선, 디테일, 트리밍, 구성선, 무늬 등으로 나타나고 이로 인한 시각적인 착시효과를 유도하는 등 다양한 미적 표현이 가능하다(이경희, 이은령, 2013). 한 가지 특성의 선만 사용하기도 하지만, 다양한 다른 특성의 선들이 조화를 이루며, 복합적으로 사용되어 참신하고 독창적인 디자인과 같은 효과를 표현하는데 중요한 역할을 한다(이경희, 이은령, 2013). 또한 선은 시선을 유도하여 방향을 나타내거나 분할하기도 하며 분위기나 성격을 전달하기도 하고, 위치에 대한 설명이나 착시를 일으키기도 한다. 패션디자인에서의 선의 기능은 구조적, 기능적, 장식적 측면에서 생각해볼 수 있으며, 선의 경로, 두께, 고른 정도, 연속성, 가장자리, 일관성, 길이, 방향에 따라 분류될 수 있다. 이와 같은 선의 속성에 따라 물리적 효과와 심리적 효과는 다르게 나타난다(이금희, 2015). 선은 크게 직선과 곡선으로 나눌 수 있으며, 직선은 남성적이고 강한 이미지를 표현할 수 있는 반면, 곡선은 여성적이며 부드러운 이미지를 표현할 수 있다. 이처럼, 선의 속성에 따라 효과가 다르게 나타나는 특징을 잘 활용하여 선을 이용한 LED 디자인의 모듈을 개발하여 패션제품 디자인에 활용해 보는 것은 의미가 있다고 할 수 있다. 다양한 선의 종류에 따라 LED의 접목으로 서로 다른 이미지를 강렬하게 부각시키는 효과를 기대해볼 수 있다.

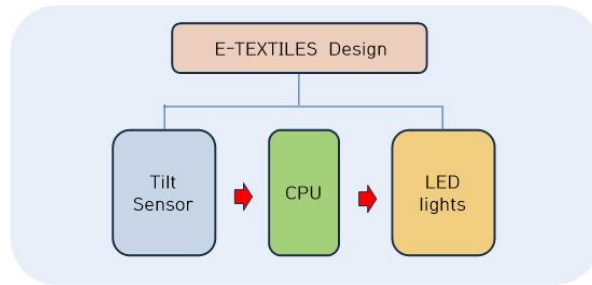
### 2) 디자인 요소로서의 타투(tattoo)

현대 서양복식에서 문신의 다양한 응용은 몸예 시술한 것만이 아닌, 소재 위에 문양화시켜 새로운 이미지를 창출하거나, 또는 문신의 기능을 할 수 있는 소재로 복식 패션에 일조를 할 디자인 기

타 제반 기능적 요소를 tattoo look이라 일컫는다. 윤정혜와 유영선(2001)은 타투패션의 발생 배경을 미의식의 변화, 에로티시즘의 부각, 이국정서의 도입, 스트리트 스타일의 대중화로 설명하였고, tattoo look은 새로운 영역에 끊임없이 도전하는 디자이너들의 창조적 노력과 재능의 결과인 동시에, 시대정신을 반영한 모드로서 그 중요도를 확인할 수 있다고 하였다. 또한, 자기충족이나 욕구와 독특한 개성 표현의 효과적인 방법으로 응용된 tattoo look은 최근 세계 도처에서 쉽게 볼 수 있으며, 스트리트 패션으로서 대중화되고 있음을 보여주고 있으며, tattoo look은 현대인의 자아 표현을 극대화하고자 하는데 그 의의가 있다고 하였다(이효진, 1999). 이처럼, 현대복식에서의 타투는 패션 작품의 종속적인 요소로서만이 아닌 독창적이고 개성적인 패션 작품으로 등장하고 있는 것이다(김미영, 이경희, 2007; 이효진, 1999)

타투를 통해 보여지는 그림들은 자신의 역사를 말하고자 하는 인간 욕구의 표현이며, 성적 매력을 극대화함으로써 이성의 관심을 얻으려는 목적의 장식적 타투는 이미 그 역사가 오래다. 따라서, 타투는 장식의 역사상 가장 오래된 에로티시즘적 표현 방법의 하나로 간주될 수 있다(윤정혜, 유영선, 2001). 대개는 타투가 인체에 직접 그려지거나 티셔츠에 프린팅 됨으로써 나타나는데, 바디페인팅이 전체적인 것인데 비해, 이것은 부분적이다. 이와 같이 타투는 패션디자인에서 개인의 기호에 맞게 부분적으로 강조하고 싶은 부위에 포인트로 장식하기에 적합한 양식이라고 할 수 있다.

1990년 이후의 타투룩 패션에서는 전통 타투 방법으로 사용되는 타투 패턴이 텍스타일의 모티프로 응용되어 나타나기도 하는데, 그 중에서도 용, 나비, 잉어, 글자, 전설 속의 창조물 등과 같은 동양의 상징적 모티브들은 tattoo look 패션에서 동양정취를 전달하는 이국적 요소로 활용된다(윤정혜, 유영선, 2001). 이외에도 스트리트 감성의 패턴들이 스타일에 적용되어 나타나기도 하였다. 이처럼 타투 패션은 미래 패션디자인에 영감을 부여할 수 있는 창의적인 패턴이 될 수 있어서, LED를 이용한 패션에서도 그 구체적인 활용 방법을 모색해 볼 수 있다. E-tattoo는 직접 인체에 새기는 번거로움을 없애고 나만의 장식을 LED



〈그림 1〉 e-textiles의 디자인 작동 과정

light로 장식해 볼 수 있어 야간에도 매력을 더할 수 있는 장점이 많다.

이러한 tattoo의 문양은 패션 트렌드라던가 또는 컨셉에 맞추어 여러 방향으로 개발 및 변이될 수 있다고 보며, 방법과 아이디어 면에서도 응용할 점이 많다(정은숙, 김향수, 2003)고 한다. 이처럼, 문신의 다양한 응용으로, 신체가 아닌 특정 소재 위에 문양으로 새로운 이미지를 구현하는데 있어서 빛의 요소를 더한 LED를 활용한다면, 또 하나의 크리에이티브 패션으로 자리 잡을 수 있을 것으로 사료된다.

### 3) 디자인 요소로서의 엠블럼(emblem) 혹은 와펜(wappen) 디자인

엠블럼은 심볼 마크(symbol mark)라고도 불리며 어떤 단체가 대표성이나 방침, 주장, 운동 등을 상징하기 위하여 만든 그림 표식인데, 특정 단체의 전형적인 표본이 되는 아이덴티티를 시각적 표현으로 나타낸 것이다(김덕용, 노정민, 2013). 이러한 엠블럼은 중세 시대 교회나 수도원에서 종교적 권위의 상징, 명문 축구 클럽이나 대학 등의 공동체의 상징, 결속이나 정체성의 의미로 발전하게 되었고, 오늘날의 엠블럼은 문장, 문양을 통칭하며 현재는 권위 있는 브랜드 이미지를 소구층에게 어필하는 디자인 요소로 고급 자동차나 전통 있는 학교, 명문 축구 클럽, 단체나 협회 또는 고급 브랜드의 시각적 가치를 높이기 위해 엠블럼을 사용하고 있다(김덕용, 노정민, 2013). 이러한 엠블럼의 디자인적인 가치를 표시하는 시각적인 부분에 LED의 빛을 추가한다면 더욱 강력한 효과를 발휘하게 될 것이다. 이는 빛의 표현 방법인 밝

기, 강약의 세기, 색상, 조명 방향 등의 변화가 시각을 통한 초감각적인 심리적 영향을 미치기 때문이다(오희경, 2016). 따라서 엠블럼의 다양한 디자인을 LED에 접목하여 그 가시적인 가치와 효과를 극대화하여, 패션에서의 엠블럼의 가치를 활용한다면, LED 패션으로 하나의 바람직한 적용 방법이 될 것이다.

창의적인 패션 디자인을 위해서는 디자인의 요소인 선, 형태, 색채, 재질, 무늬의 요소에 LED를 조화롭게 접목해야 하는데, 이 중에서 기본이 되는 디자인의 선과 형태에 집중한다면, 패션과 이질적인 LED를 좀 더 쉽게 패션디자인에 접목할 수 있을 것이라 사료된다. 이에 본 연구는 패션디자인의 디자인적 요소를 LED에 구체적으로 적용하여 e-textile 디자인 모듈을 개발하고 그 모듈을 패션 제품에 적용하여, 실용 제품에서의 LED 적용 디자인을 제안하고자 한다.




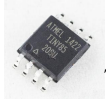
## Ⅲ. 연구 방법 및 절차

단순 발광만 되는 것이 아니라 자외선, 온도, 가스, 진동, 미세먼지, 모션, 압력, 터치, 스트레치 등에 반응하는 다양한 센서와 연동 가능한 LED를 활용하여 creative LED e-textile을 개발하고자 하였다.

### 1. 디바이스 작동 과정과 하드웨어 플랜

제품의 디바이스에는 tilt sensor가 내장되어 사용자의 움직임에 따라 LED를 발광시켜 주고, 사용자의 선택에 따라 LED의 ON/OFF를 조절할 수 있게 하였다. 하드웨어는 tilt sensor와 MCU, LED,

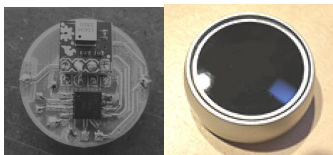
〈표 1〉 Sensor, battery, LEDs, cpu specifications

Hardware	
Sensor module	<p><b>Tilt sensor: Tilt-a-Whirl Breakout-RPI-1031</b></p>  <p>It is capable of sensing a change in orientation in four different direction. It work at either 3.3. or 5v</p>
Battery	<p><b>CR2032:</b></p>  <p>Coin, 20,0mm Lithium 3V Battery Non-Rechargeable (Primary)</p>
LED	<p><b>Use to show signal</b></p>  <p>Size: 0805 (0,8mmx0,5mm), Color: White</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0,5" (12,5mm) diameter circle PCB, 0,1" (2,5mm) total thickness</li> <li>- 5-9VDC power</li> </ul>
CPU	<p><b>Attiny85:</b></p>  <p>The high-performance, low-power Microchip 8-bit AVR RISC-based microcontroller combines 8KB ISP flash memory, 512B EEPROM, 512-Byte SRAM, 6 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers. The device achieves a throughput of 20 MIPS at 20 MHz and operates between 2,7-5,5 volts.</p>

그리고 전력을 공급하는 배터리로 구성된다. 작동 과정은 〈그림 1〉과 같다. 각 모듈의 사양과 역할은 〈표 1〉에 나타내었다.

## 2 센서 디바이스 구조 및 시스템

LED를 컨트롤하는 디바이스는 1-2mm 두께의 얇은 플라스틱 기판을 사용하여 앞쪽에는 움직임을 센싱하는 tilt sensor와 가운데에 CPU가 있고 뒷면에는 코인배터리를 홀딩할 수 있는 홀더에 배터리를 장착하고, 스위치 버튼을 눌러서 LED를 온오프 조절할 수 있는 구조로 하였다. 디바이스와 케이스는 〈그림 2〉에 나타내었다.



〈그림 2〉 디바이스와 케이스

## 3. LED를 이용한 패션 e-textiles 개발

### 1) e-tattoo(0 dimension)

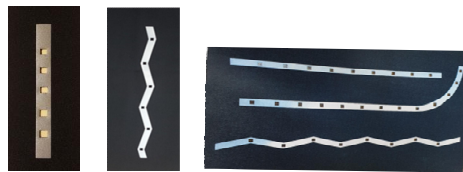
기존의 패션타투에 사용되거나 패션 아이템의 포인트로 작용할 수 있는 디자인을 작은 사이즈로 디자인하고 포인트 되는 부위에 LED를 위치하여 타투 룩의 일종으로 e-tattoo를 개발하였다. 사이즈는 약 1인치 내외의 작은 타투로서 원포인트 디자인으로 LED는 한 개를 선정하여 한 점의 역할을 하고, 디자인 포인트를 강화하는 기능을 수행하였다. 일반적인 타투와 마찬가지로, 뒤 허리나 가슴 부위나 재킷의 칼라 등 원포인트를 강조하고 싶은 디자인으로 활용 가능하였다. 개발한 e-tattoo의 디자인 예와 그 발광 이미지를 〈그림 3〉에 나타내었다.

### 2) e-strip (1 dimension)

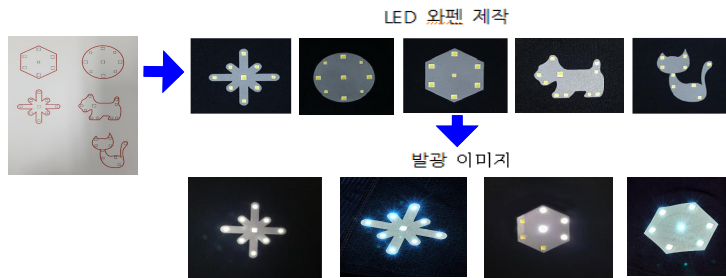
1차원은 기하학적으로 직선이나 곡선을 나타낸다. 직선 위의 점의 위치는 그 위에 원점을 지정한 다음, 방향을 주고 단위의 길이를 지정하면,



〈그림 3〉 e-tattoo 디자인과 발광 이미지



〈그림 4〉 e-strip 디자인



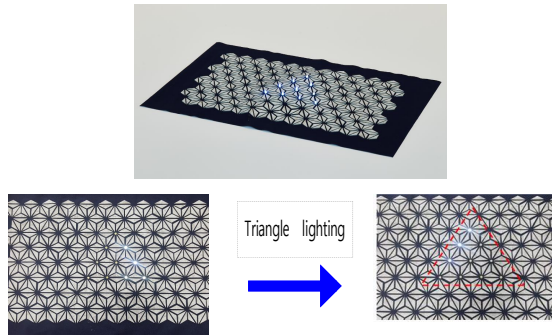
〈그림 5〉 e-wappen 디자인

직선 위의 점의 좌표인 하나의 실수로 나타낼 수 있다. 또, 곡선 위의 점의 위치도 마찬가지로, 하나의 실수로 나타낼 수 있다. 따라서 직선과 곡선은 1차원 공간이다(두산동아편집부, 1997). 이와 같이, 직선과 곡선의 형태로 LED를 배치하고 디자인한 e-strip은 의류 및 패션 아이템 각 부분에서 1차원적인 형태의 디자인을 강조하고 미화하며 라인별 특성에 맞는 기능을 부여할 수 있다. 의상에서도 인체의 곡선의 아름다움을 강조할 수 있을 뿐 아니라 e-strip에서 길이감의 차이나 두께로 착시 효과를 가져와 보다 날씬하고 길어 보이게 하거나 LED 위치나 간격으로 역동감이나 리듬감, 운동감을 부여할 수 있어 디자인적인 요소로서의 역할이 가능함을 보여주었다. 따라서, 1차원의 선과 곡선의 이미지에 LED를 접목하여 구체화하였다. 필름에 라인을 디자인하고 LED 위치를

정하여 그 사이즈대로 레이저 커팅하여 원단에 부착하였다. 〈그림 4〉는 라인별 디자인의 예를 나타내고 있다.

3) e-wappen (1.5 dimension)

와펜은 독일어로 「문장」이란 뜻이며 주로 재킷의 가슴이나 모자 등에 다는 방패 모양의 기장(記章)이나 장식 등을 말하며, 펠트 등에 자수를 한 것이 많다(편집부, 1994). 패션에서 사용하는 와펜 소재는 직조 및 자수, 고무, 가죽 등을 사용하며 독특한 문양을 장식적인 목적으로 사용하고 있는데, e-wappen은 발광 LED를 사용하여 모티브에 7-9개의 LED를 부착하여 이미지에 전체적인 포인트를 주어 강한 이미지를 부각해주고 안전이나 시인성이 요구되는 제품에 사용할 때, 보다 효



〈그림 6〉 e-panel 디자인

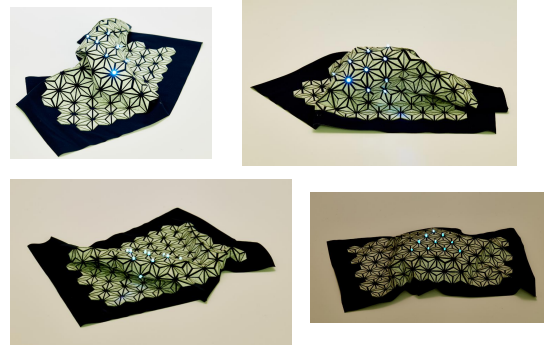
과적으로 활용될 수 있었다. 이에 디지털 감성을 주는 와펜의 디자인을 시도하여 LED를 적용하였다. 〈그림 5〉는 와펜 형태로 사용할 수 있는 여러 가지 도안에 LED를 접목한 예이다.

#### 4) e-panel (2.0 dimension)

2차원은 넓이와 높이만 있는 차원. 즉, 평면에 해당하는 것이다. 일반적으로 미술가들의 평면적인 작업이나 기하 형태 또는 깊이감이 없는 X축과 Y축을 가진 화면을 가리키는 용어이다(김일태 외, 2008). 원단에 기하학적인 형태로 커팅된 leather strip을 부착하고 원하는 부위에 LED와 함께, 기하학적인 이미지의 LED e-textile을 구성하였다. 〈그림 6〉은 그 예를 보여주고 있다. 다양한 형태의 LED로 면을 형성하여 일반 옷감의 원단 형태를 표현해주고 있어 일반 원단의 역할을 지니고 있으며, 보다 장식적인 형태를 나타내고 있다. LED와 다양한 센서를 동시에 활용한다면 특수한 기능을 수행하는 원단으로 활용될 수 있다. 또한 LED를 통한 창의적이며 미적으로도 아름다운 고부가가치의 텍스타일 제작이 가능함을 나타내었다.

#### 5) e-clothes (2.5-3 dimension)

3차원이란 일반적으로 깊이, 넓이, 높이를 대표하는 XYZ 값을 포함하는 기하학적 입체나 공간을 기술하는 데 쓰이는데, 이는 3차원 형태로서 입체감을 의미하거나 입체 효과를 나타내는 일련의 것들을 포함한다(김일태 외, 2008).



〈그림 7〉 e-clothes 디자인

여기서 e-panel의 2.0 차원과 3차원의 중간 단계로서 2차원에서 움직임에 따라 국부적으로 3차원의 형태를 구성하거나 3차원의 입체감을 표현해주는 구성을 e-clothes(2.5 dimension)으로 구성해 보았다. 〈그림 7〉은 그 예를 보여주고 있다. 위에서 제작한 e-panel에 움직임을 주고 형태를 바꾸어서 입체적인 구조와 형상을 만들면, LED 부위의 입체적인 형태는 LED 빛과 함께 3차원적인 새로운 미적 가치를 부여해 준다. 이러한 형태는 인체의 곡선이 부각되는 부위나 입체 형상을 가진 제품에 적용해서 활용한다면, LED의 빛과 색의 효과가 더욱 입체적으로 표현될 것이다. 이와 같이, 다양한 입체적인 소품이나 액세서리에 e-textile을 적용한다면 더 효과적이 되리라 사료된다.

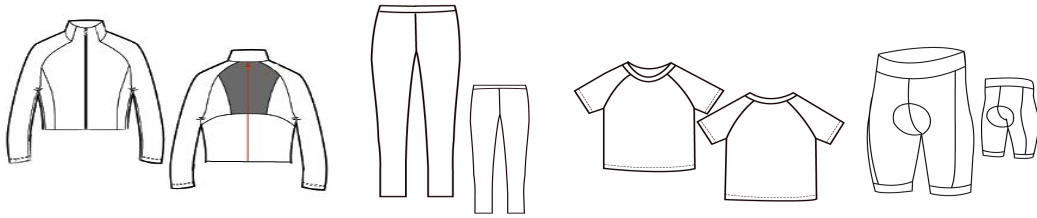
## IV. 결과 및 고찰

LED를 이용하여 개발한 e-textiles를 적용할 수 있는 스포츠웨어를 디자인하여 e-textiles의 실용화를 검토하고 제안하고자 하였다.

### 1. LED e-strip과 e-wappen을 이용한 스포츠웨어 개발

LED의 발광을 돋보일 수 있는 남성용과 여성용 스포츠웨어 한 벌씩 각각 제작하여 e-textile을 적용해 보았다. 제작한 아이템은 남성 반팔 티셔츠와 반바지로 사이클 웨어로 적용하고, 여성은 일





〈그림 8〉 여성용 재킷과 7부 레깅스 바지, 남성용 티셔츠, 반바지 디자인



〈그림 9〉 e-textile과 FPCB, 원단을 결합하는 방법

반 달리기용의 슷 재킷과 7부 레깅스에 적용해 보았다. 소재는 폴리에스터 소재로, 재킷은 신축성 있는 저지 원단을 사용하였다. 제작한 아이템들의 디자인은 〈그림 8〉에 나타내었다. 남성용 티셔츠와 반바지, 여성용 재킷에는 e-wappen을 적용하였고, 여성용 레깅스 바지에는 e-strip의 직선 형태에서 발광 LED의 간격을 점진적인 형태로 디자인해서 LED로 변화를 줌으로써, 일반직선 라인과의 차이점을 확인해 보고자 하였다. 실제 제품은 〈그림 10〉과 〈그림 11〉에 나타내었듯이, 여성용 스포츠웨어는 일상생활에서 조깅이나 요가복으로 활용가능하고 남성용은 헬스나 조깅, 사이클 등에 적용 가능한 디자인으로, 일반인이 편하게 활용할 수 있는 디자인임을 알 수 있다.

## 2. LED를 이용한 e-textile 제작

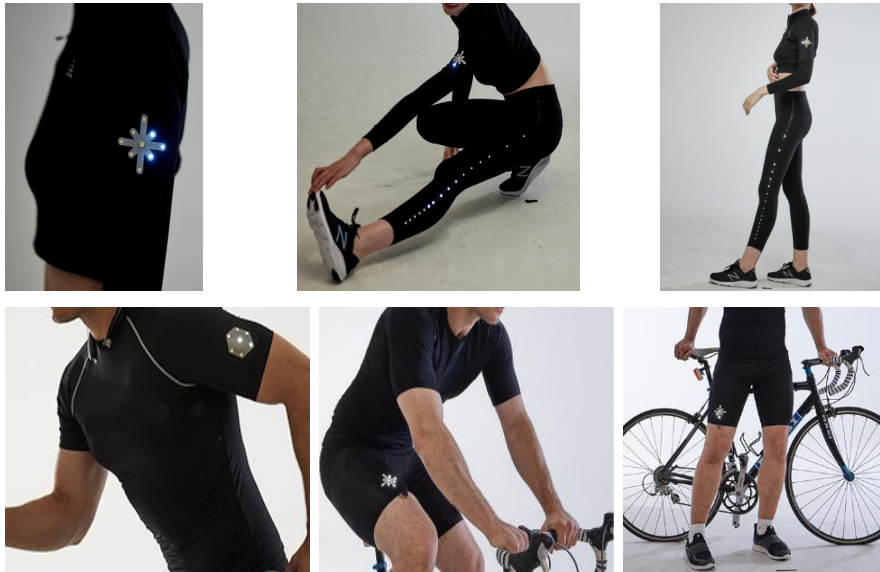
남성 티셔츠와 반바지, 여성 재킷과 레깅스 바지에, 디자인한 e-wappen과 e-strip을 레이저 커팅기로 재단한 후, 부착할 위치의 각 아이템에 표시한 후, 원단에 부착하였다. LED의 위치에 따라 펀칭한 후, LED가 부착된 FPCB(연성인쇄회로기판, flexible printed circuit board)를 핫멜트로 부착하여, 옷의 안에서 결합하였다. 〈그림 9〉는 e-wappen과 FPCB와의 결합 과정을 나타낸다. 핫멜트가 보강의 역할을 해주었고, 얇은 FPCB를 이용하여 열접착을 하기 때문에 얇고 부드럽고, 가

벼워서 움직임에 전혀 불편함을 주지 않아 일반 의류와 동일한 느낌으로 이물감을 전혀 느끼지 않게 하는 장점이 있다. 따라서 유연한 원단에 e-wappen과 e-strip을 적용하여도 외관을 헤치지 않으면서 활동하기 편한 e-textile 제작이 가능함을 확인할 수 있다.

## 3. LED를 부착한 남성용, 여성용 스포츠웨어 착장

e-textile을 적용한 개발 스포츠웨어의 착장 사진은 〈그림 10〉에 나타내었다. 여성용 스포츠웨어는 일상생활에서 조깅이나 요가복으로 활용가능하고 남성용은 헬스나 조깅, 사이클 등에 적용 가능한 디자인을 나타내고 있다. 여성용 재킷의 경우, e-wappen의 모습으로 조깅시에 야간에 안전 보호의 기능을 수행할 수 있을 정도로 시인성이 강한 이미지를 보여주고 있다. 또한 레깅스의 직선 라인의 점진적인 e-strip은 운동시의 동작에서 리드미컬한 움직임을 더 강조해 줄 수 있어 착용자를 더 돋보이게 해 주고 야간 조깅시에도 안전에 도움이 될 수 있었다. 일반적인 직선라인이지만 점진적인 LED의 점멸이나 불규칙적인 점멸은 보다 역동적이고 리듬감을 살려주어, 시각적으로 입체적인 느낌을 부여하였다. 남성 스포츠웨어에 사용한 소매쪽의 e-wappen은 달리기나 등산 등





〈그림 10〉 e-textile을 활용한 여성용.남성용 스포츠웨어 착장 모습

아웃도어 운동에서 야간 보호의 기능을 수행할 수 있었고, 바지의 e-wappen은 총 9개의 강한 시인성을 가진 LED를 적용하여 야간 사이클 웨어로 활용한다면, 주변의 차량이나 오가는 보행자들에게 좋은 가이드 역할을 할 수 있을 것이다. tilt sensor를 이용하여 움직임이 있을 때에만 LED의 발광 패턴을 발휘할 수 있게 하면, 점멸 방식을 착용자가 조절할 수 있어서 관찰자들의 입장에서는 지루하지 않은 흥미를 유발할 수 있었다. e-wappen은 LED 7-10개를 사용하였고 직선형 e-strip은 총 20개 정도의 LED를 사용하므로 LED의 발광 패턴을 다양하게 만들어 디바이스를 누를 때 마다 발광 패턴 방식을 다르게 하여 다양한 패턴 프로그램이 가능하여, 보는 착용자나 관찰자 모두에게 커뮤니케이션과 엔터테인먼트 기능을 다양하게 구현할 수 있었다. 착용자의 기호에 따라 원하지 않을 때는 LED 점멸을 꺼둘 수 있고, 얇고 유연한 FPCB를 적용하므로 움직임을 전혀 방해하지 않았으며 디바이스만 탈착한다면 세탁도 용이하여 실용 가능한 제품이 될 수 있었다.

점진적인 직선 e-strip은 댄스나 무용에 관련한 운동복에 적용하여도 동작이나 퍼포먼스의 움직임을 더 강렬하고 생동감 있게 연출해 줄 수 있을 것으로 사료되며, e-wappen 이나 e-strip 은 사이

클 바지나 티셔츠의 경우에 등판이나 바지 뒤 허리 부위에 사용한다면 더욱 활용도가 높을 것이다. 이와 같이 각 운동의 종류나 종목에 따라 특정 부위에 e-textile의 적절한 배치를 염두에 두고 개발한다면, 안전의 기능이나 운동 모션의 강조나 퍼포먼스 웨어로 기존 텍스타일에서 줄 수 없었던 새로운 차원의 기능을 부여할 수 있는 적합한 아이템이 될 수 있다. 이는 기존의 패션 소재와 텍스타일과는 차별화된 착용자의 선택에 의해 다양한 기능을 연출하고 관찰자와 소통을 할 수 있다는 점에서 스마트한 텍스타일이라 할 수 있다. 이와 같이 e-textile은 다각도로 창의적인 변화와 시도가 가능하며 착용자의 개성을 부각하고 여러 상황에 맞는 패션으로의 변신 가능성과 잠재성을 가지고 있어서, 4차 산업시대의 패션소재로서의 기능과 역할에 적합한 소재라고 사료된다.

본 연구에서는 e-strip과 e-wappen을 개발하여 남녀스포츠웨어에 적용한 예를 제안하였는데, 후속연구로는 좀 더 구체적인 스포츠 종목이나 무용 분야에 국한하여 각종 센서와 다양한 디자인을 함께 접목하여 e-textile 제품을 개발할 필요가 있다고 사료된다.

## V. 결론

본 연구는 사용자의 시각적, 기능적 효과를 높일 수 있는 LED를 이용한 e-textile을 개발하고 그 유용성을 확인하여, 스포츠웨어에서 그 활용 예를 제안해 보고자 하였다. e-textile은 5가지로 분류하여 개발하였고, 남성용, 여성용 스포츠웨어에 각각 e-textile을 접목하여 그 유용성을 확인하고자 하였다.

본 연구결과와 요약 및 연구결과로부터 도출한 결론은 다음과 같다.

### 1) e-tattoo(0 dimension)

기존의 패션타투에 사용되거나 포인트로 작용할 수 있는 디자인을 약 1인치 내외의 작은 원 포인트로 LED를 위치하여, 타투 룩의 일종으로 e-tattoo를 개발하였다. 이는 일반적인 타투와 같이 뒤 허리나 가슴 부위나 재킷의 칼라 등 원포인트를 강조하고 싶은 디자인에 활용 가능하다.

### 2) e-strip (1 Dimension)

직선 및 다양한 곡선의 형태로 LED를 배치하고 디자인한 e-strip은 의류 및 패션 아이템 각 부분에서 선의 특성에 맞는 기능을 부여할 수 있다. 인체 곡선의 아름다움을 강조하는 부분이나 e-strip에서 길이의 차이나 두께로 착시 효과를 이용하여 보다 날씬하고 길어 보이거나 LED 위치나 간격으로 역동감이나 리듬감, 운동감을 부여할 수 있어 디자인적인 요소로서의 역할이 가능함을 보여주었다.

### 3) e-wappen (1.5 Dimension)

패션에서 사용하는 와펜은 독특한 문양을 장식적인 목적으로 사용하고 있는데, E-wappen은 발광 LED를 7-10 개 정도 사용하여, 모티브 전체에 강한 시인성을 주므로 생동감과 안전보호의 역할 수행에 적합하였다.

### 4) e-panel (2.0 Dimension)

다양한 형태의 LED로 면을 형성하여 일반 옷

감의 원단 형태를 표현해주고 있어 일반 원단의 역할을 지니고 있으며, 화려한 장식적인 형태를 나타내었고 LED와 다양한 센서를 동시에 활용한다면 특수한 기능을 수행할 수 있는 장점을 가지고 있다. LED를 통한 창의적이며 미적으로도 아름다운 고부가가치의 텍스타일 제작이 가능하여 특수 용도나 소품으로의 활용에도 기대가 된다.

### 5) e-clothes (2.5~3 Dimension)

E-panel에 움직임의 주고 형태를 바꾸어서 입체적인 구조와 형상을 만들면, LED 부위의 입체적인 형태는 LED 빛과 함께 3차원적인 미적 가치를 부여해 주었다. 이러한 형태는 인체의 곡선이 부각되는 부위나 입체 형상을 가진 제품에 적용하여 제품화한다면 LED만의 빛과 색의 효과로 입체적인 조형미를 발휘할 것이다.

6) 여성용 레깅스의 직선 라인의 점진적인 e-strip은 운동시의 동작에서 리드미컬한 움직임을 더욱 강조해 줄 수 있어 착용자를 보다 돋보이게 해 주고, 야간 조깅시에도 안전에 도움이 될 수 있었다. 또한 댄스나 무용에 관련한 운동복에 적용하여도 동작의 퍼포먼스의 움직임을 더 강렬하고 생동감 있게 연출해 줄 수 있을 것으로 사료된다. 남성 스포츠웨어에 사용한 소매 쪽의 e-wappen은 달리기나 등산 등 아웃도어 운동에서 야간 보호의 기능을 수행할 수 있고, 바지의 e-wappen은 총 9개의 강한 시인성을 가진 LED를 적용하여 야간 사이클 웨어로 활용한다면 주변의 차량이나 오가는 보행자들에게 좋은 가이드 역할을 할 수 있을 것이다.

이상에서와 같이, 각 운동의 종류나 종목에 따라 특정 부위에 본 연구에서 개발한 e-textile을 적절한 배치를 염두에 두고 개발한다면, 안전의 기능이나 운동 모션의 강조나 퍼포먼스 웨어로 적합한 아이템이 될 수 있다. 본 연구는 4차 산업혁명시대에 패션과 기술의 융합 주제로, 창의적인 패션 텍스타일 개발을 통해, 실용 가능한 패션 제품 개발을 제안하는데 그 의의가 있다.

## 참고문헌

- 김덕용, 노정민. (2013). 엠블럼을 통한 브랜드 인지가 디자인 선호에 미치는 영향에 대한 연구, *기초조형학연구*, 14(6), 3-10.
- 김미영, 이경희. (2007). 타투 패션에 따른 패션 감성과 감정연구. *한국의류학회지*, 31(3), 331-342.
- 김언정, 유영선. (2011). LED의 패션디자인 적용방법과 표현특성. *한국의상디자인학회지*, 13(3), 15-29.
- 김은애, 김혜경, 나영주, 신윤숙, 오경화, 임은혁, 전양진. (2013). 패션 텍스타일, 서울: 교문사.
- 김일태, 윤기현, 김병수, 설중훈, 양세혁. (2008). 만화애니메이션사전, 서울: 한국만화영상진흥원.
- 김장현, 김영삼. (2018). 패션 브랜드 CuteCircuit에 나타난 패션 공학의 적용 유형과 의미. *한국의류산업학회지*, 20(3), 245-256.
- 두산동아편집부. (1997). *두산세계대백과사전*. 서울: 동아출판.
- 오희경. (2016). 빛을 활용한 배려: 임산부 LED 엠블럼의 효과 연구. *감성과학*, 19(4), 33-40.
- 윤정혜, 유영선. (2001). 복식에 나타난 타투 룩 패션의 표현 특성, *한국복식학회지*, 51(3), 87-98.
- 이경희, 이은령. (2013). *패션디자인 플러스 발상*, 서울: 교문사.
- 이금희. (2015). *패션디자인 감성*. 서울: 도서출판 경춘사.
- 이동욱, 오승원, 김진술, 한민수. (2011). 디지털 의상디자인을 위한 E-textiles 시각화 시스템. *한국지식정보기술학회 논문지*, 6(6), 69-76.
- 이효진. (1999). 현대 서양복식에 나타난 TATTOO에 관한 연구, *복식문화연구*, 7(4), 52-68.
- 정다희, 김소연, 손아림, 전보영, 김선영, 이주영. (2017). 전자섬유의 피부 밀착 의복 적용을 위한 인체 부위별 피부 최대변형률, *한국지역사회생활과학회지*, 28(3), 365-380.
- 정은숙, 김향수. (2003). TATTOO의 패션성에 관한 연구, *한국복식학회지*, 53(2), 153-169.
- 편집부. (1994). *패션전문자료사전*. 서울: 한국사전연구사.