

웨어러블 디바이스를 이용한 기능성 스마트 재킷 개발 및 평가

이 정 란[†]

부산대학교 의류학과

Development and Evaluation of Smart Jacket with Embedded Wearable Device

Jeong Ran Lee[†]

Dept. of Clothing & Textiles, Pusan National University
(2007. 7. 16. 접수)

Abstract

As global interest in clothing spreads over the smart clothing which arouses high added-value in the apparel industry, this study is to develop a smart jacket with an electrically-vibrating device maintaining excellent appearance and comfort. The vibrating device has a massage function that could relieve muscle pain near shoulders and neck. The purposes of this research are to develop jacket pattern for men in their thirties considering body shapes and fashion trend, to develop a wearable device that is composed of motor and controller and integrate it into a jacket, and to assess the external appearance and functional satisfaction of the smart jacket through the wearing test.

The results are as follows:

1. In order to develop an appropriate jacket pattern for men in their thirties, several patterns were assessed for their fitting comfort. The final pattern was completed after making alterations some parts, and showed high satisfaction as 3.6(on a five-point scale) in all categories.
2. A vibrating device was developed by connecting motor, controller, battery and switch. Developing this device, focus was maximizing the strength of motor and minimizing the heat generated from motor and controller. Snaps were placed between inner and outer cloth of jacket so that the vibrating device could be easily attachable and detachable. The motor was located around Trapezius where muscles often get stiff. A switch was designed to be used in selecting the modes of Strong, Weak, and Cross Tapping.
3. The wearing test was conducted to examine outer appearance, comfort for motion, and functionality of the smart jacket. The results of assessing outer appearance showed that the location for attaching the vibrating device was not noticeable but looked natural, and there is almost no change in outer appearance when the vibrating device operates. The result of assessing comfort of action revealed that wearer's satisfaction was high in all categories about activity, wearer's comfort, etc. The result also showed that wear's satisfaction for effects of vibrating massage, easiness in using the device, heat generation was not less than 3.5 in all categories except a category about noise.

Key words: Smart clothing, Wearable device, Jacket, Vibrating device; 스마트 의류, 웨어러블 디바이스, 재킷, 진동 장치

[†]Corresponding author

E-mail: ljrj@pusan.ac.kr

본 논문은 2005년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국
학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2005-
041-C00523).

I. 서 론

스마트 의류는 직물이 외부 자극을 감지하고 반응하는 ‘소재의 기능’과 의복에 부착되는 장치의 ‘기계적 기능’을 결합하여 얻어지는 새로운 개념의 의류이다. 단지 몸에 부착하는 수준이 아니라 부착된 기기(Wearable Device)들이 소형으로 옷 속에 내장되어 별도로 휴대하지 않아도 되고, 특히 의류 자체가 착용자에게 필요한 기능을 알아서 수행한다는 점에서 기존의 기능성 의복과는 그 개념이 다르다.

1990년대부터 개발되기 시작한 스마트 의류는 2000년대에 들어와서 본격적인 의류 형태를 갖추면서 발전하였으며, IT 분야의 고부가가치 추세에 따라 그 개발 속도가 점점 가속화될 것으로 전망된다. 최근 들어 각종 디지털 장치가 소형화와 휴대화로 집약되면서 이를 의류에 통합시켜 착용자의 라이프스타일과 소비자 수요에 따라 엔터테인먼트, 비즈니스, 건강관리보조, 스포츠 등의 다양한 영역으로 적용하려는 연구가 이루어져 왔다(조하경 외, 2006). 그러나 스마트 의류는 아직 일반인들에게 널리 상용화되지는 않은 상태로, 이를 상품화하기 위해서는 기술적 측면 못지않게 인간의 감성적 요구를 충족시키기 위한 패션 중심의 현실적인 접근이 필요하다. 즉 ‘의복’이라는 점에 초점을 맞추어서 착용감을 더욱 향상시키는 방향으로 기능과 패션을 동시에 만족시킬 수 있는 스마트 의류가 개발되어야 한다.

외국의 경우, 스마트 의류는 비즈니스 재킷의 패드에 기술 장치를 통합시켜 기능성 및 문제점을 조사한 것(Dunne & Ashdown, 2005), 비즈니스 수트에 입, 출력 장치를 연결한 e-SUIT(Aaron & Barrie, 2002) 등 일상생활의 업무 기능을 높이기 위한 것에서부터 온도조절장치, 야간 불빛장치, 생리적인 모니터링 장치 등 웨어러블 기술이 접목된 다양한 의류 아이템이 있다(최선운, 이정란, 2006). 반면, 국내 연구는 대부분이 외국의 개발 동향에 관한 조사(박희주, 이주현, 2002; 안영무, 2003; 이주현, 2004)이고, 실제로 기능성과 기술이 접목된 스마트 의류의 개발은 초기 단계이다. 최근 개발된 스마트 의류로는 119 구급대원을 위한 패트를 재킷이나 생체 모니터링을 위한 바이오셔츠 등이 있으며(“스마트 의류 상용화 시대 성큼”, 2007), MP3, GPS가 장착된 의복도 선보였다.

따라서 본 연구에서는 국내의 스마트 의류 연구가 외국 동향 파악의 수준에서 벗어나, 외형에서는 기존의 의복 아이템이나 스타일을 유지하면서 고기능을

부여하는 스마트 의류의 가능성을 제시하고자 한다. 이를 위해 개발할 의복의 형태는 전기적 진동 장치를 웨어러블 디바이스로 하는 남성 재킷이다. 재킷은 장시간 고정된 자세로 앉아서 컴퓨터 작업 등의 경직된 업무를 수행하는 직장인들이 주로 착용하는 아이템으로, 각종 심지가 부착되어 외관의 틀이 잡혀져 있으므로 기계적 장치를 삽입하였을 때에도 외관의 변형이 덜하고, 안감으로 싸여져 있어서 여러 장치들이 겹으로 드러나지 않도록 제작할 수 있으며 걸감과 안감 사이에 탈 부착이 가능하도록 설계할 수 있다. 전기적 진동 장치의 기능은 직장인들이 많이 경험하는 스트레스로 인한 어깨와 목, 등의 근육통, 만성피로 증후군의 해소에 도움이 될 수 있도록 목과 어깨를 중심으로 안마기능이다.

지금까지 개발된 스마트 의류의 진동 장치는 e-Suit의 경우, 호출이나 알림의 신호를 위해 어깨 패드에 이용되었으며, Joy Dress에서는 진동 패드를 원피스의 여러 부위에 부착해 건강과 에너지를 공급하는 수단으로 활용되었다(<http://www.samsungdesign.net>). 그러나 Joy Dress는 컨트롤러가 커서 손에 들고 사용하므로 기기장치가 밖으로 드러나 완벽한 통합이 이루어지지 못하였으므로 본 연구에서는 진동 장치의 기능과 자연스러운 통합에 유의하고자 한다. 또 다른 연구의 초점은 웨어러블 디바이스를 통합한 의복에 대해 외관과 기능성 및 의복으로서의 실용성에 대한 평가의 기준을 만들고 이를 통하여 스마트 의류의 실용화 가능성을 확인하는 것이다.

연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 첫째, IT에 관심이 높으면서 경제활동이 활발한 30대 남성을 대상으로 체형과 유행에 적합한 재킷을 설계한다.
- 둘째, 착의실험을 통해 모터와 컨트롤러를 중심으로 한 웨어러블 디바이스를 개발한 후 이를 재킷에 통합시킨다.
- 셋째, 개발된 스마트 재킷의 외관 및 기능성을 평가하여, 의복의 만족도 및 실용성을 검증한다.

II. 연구방법 및 절차

30대 남성을 대상으로 체형과 유행의 경향에 적합한 실험복 정장 재킷을 설계하고, 모터와 컨트롤러, 스위치를 중심으로 한 진동 장치를 개발하였다. 개발된 진동 장치를 설계된 실험복에 통합하여 스마트 재

킷을 완성한 후 이에 대해 착의평가를 실시하였다.

1. 연구대상 및 실험복 정장 재킷 설계

1) 대상

재킷 개발을 위한 대상으로는 디지털 환경에 친밀하면서 정장 재킷을 많이 착용하는 30대 사무직 중사 남성들로 정하였다. 선행연구(황영미, 이정란, 2006)에 따르면 연령대별 스마트 의류에 대한 조사에서 30대가 스마트 의류에 대해 가장 흥미롭다고 하였으며(79%), 업무 및 생활 속에서 필요한 기능의 의류를 직접 구매하여 사용할 의사가 있다는 응답이 55%로 높게 나타났다. 또한 30대는 스마트 의류 중에서도 건강관리용 의복에 관심이 높았으며, 아이템으로는 온열장치나 진동 안마 기능이 내장된 슈트의 개발에 호감이 큰 것으로 나타났다. 따라서 30대 남성을 대상으로 진동 장치가 통합된 재킷 개발 및 평가를 위해 사이즈 코리아에서 명시하고 있는 평균 체형에 해당하는 50명을 의도표집(산업자원부 기술표준원, 2005)하여 그 중 착의평가를 위한 10명을 선정하였다(표 1).

2) 소재

실험복 재킷의 걸감은 트렌드를 감안한 춘추용 울 소재로 하였다. 안감과 주머니감은 전자파 차단 섬유를 사용하여 전기적 진동 장치를 부착함으로써 발생될 전자파 문제를 해결하며 동시에, 일상생활 속에서 접할

수 있는 전자 기기들로 인한 전자파를 차단하도록 하였다. 실험복 재킷 걸감 소재의 물성은 <표 2>, 전자파 차단 안감 소재의 재질 및 기능 사양은 <표 3>과 같다.

3) 재킷 패턴

대학 교육에서 사용되고 있거나 연구된 재킷 패턴 3개(남윤자, 이형숙, 2003; 유경진, 이정란, 2002; 허동진 외, 2001)를 선정하여 제작한 후, 평균 치수의 피험자 5명을 대상으로 착의평가를 하였다. 이 중 디자인 및 피트성이 가장 우수한 패턴을 채택하였고, 만족도가 낮은 것으로 파악된 부위는 2회의 착의보정을 거친 후 최종 실험복 패턴을 완성하였다.

최종 패턴을 위한 착의평가항목으로는 앞 14항목, 뒤 7항목, 소매부위에 관한 문항 7항목 및 전체적 외관에 관한 문항 1항목으로 총 29항목으로 구성하였다. 평가방법은 전체적인 실루엣에 중점을 두면서 각 검사항목마다 만족하는 정도에 따라 5점 척도방식으로 표기하고 구체적인 내용을 직접 평가지에 기입하도록 하였다. 평가는 의복패턴에 전문적인 지식을 가진 의복구성 전공자 10명으로 하였다.

2. 진동 장치의 설계

1) 진동 장치의 구성

진동 안마기능이 내장된 스마트 재킷을 위한 진동 장치로써 모터와 콘트롤러, 스위치 및 전지는 전문가

<표 1> 착의실험 피험자의 평균 신체치수

(n=10, 단위: cm)

	연령 (세)	키	몸무게 (kg)	가슴 둘레	허리 둘레	엉덩이 둘레	겨드랑 앞벽사이길이	겨드랑 뒤벽사이길이
평균	35.3	173.9	72.3	97.6	83.4	97.6	37.3	40.4
표준편차	2.3	1.1	2.7	1.9	1.4	0.7	0.8	1.2
최대값	38	175	75	100	85.5	99	38	42
최소값	31	172	68	95	82	97	36	38.5

<표 2> 실험복 걸감 소재의 물성

명칭	섬유혼용 (%)	중량 (g/m ²)	조직	두께 (mm)	밀도		강도(kg)	
					경사	위사	경사	위사
원단	울100	253	능직	0.668	83	74	35	34

<표 3> 전자파 차단 안감 소재의 기능

재질 및 구성	폴리에스테르에 니켈, 구리, 니켈을 3차에 걸쳐 1/1000mm로 초박막 무 전해 도금 처리
기능	- 70dB(99.99%) 이상의 전자파 차단 효과 - 순동의 향균(99.9%) 및 살균 작용 - 가공성, 유연성이 뛰어남

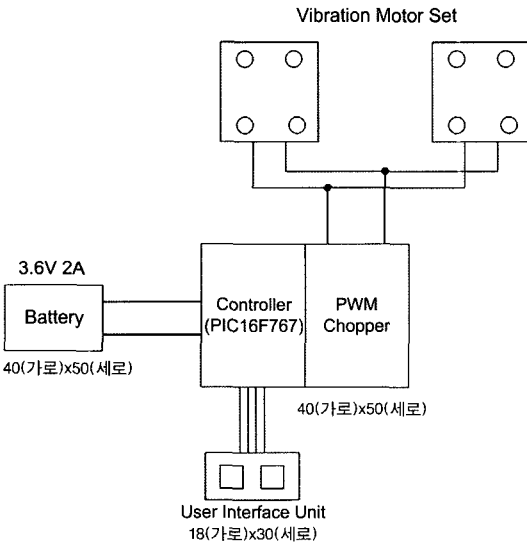
에 의뢰하여 기존에 개발되어 있는 모터(오리엔텍사)와 전지를 활용하여 용도에 맞도록 수정, 보완 과정을 거쳐 개발하였다. 이 때, 구성하는 기계부품들은 최소한의 부피와 무게를 갖도록 하여 재킷에 부착 시 착용자의 활동성에 지장을 주지 않도록 하였다. <그림 1>은 진동 장치의 전체 구성도이다.

진동 모터는 예비실험을 통하여 착용시 이물감을 느끼지 않으면서 진동의 강도나 안마 기능의 효과가 큰 것으로 선정하였으며, 그 크기는 직경 12mm, 두께 3.4mm로, 정격용량 0.24W, 정격전압은 3V인 코인형 진동 모터이다. 진동 모터의 구조와 내부 형태는 <그림 2>와 같다.

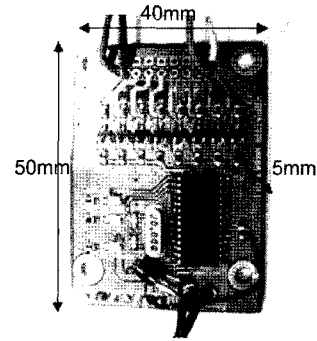
컨트롤러는 진동 장치를 제어하기 위한 것으로, 진동모터의 입력전압을 조절하는 마이컴부에는 스위치

에서의 입력을 인식하는 회로와 전지의 전압을 모터에 인가하는 초퍼(Chopper) 부분으로 이루어진다. 이 초퍼의 펄스폭으로 모터의 진동 크기를 조절하게 된다. 컨트롤러에서 사용한 마이컴, PIC 16F767은 Micro-Chip사의 CMOS Flash 기반 8bit 마이크로 컨트롤러로써 이 마이컴의 특징은 11개의 10bit A/D(Analog to Digital) 컨버터와 3개의 16bit 타이머, 3개의 Capture/Compare/PWM, Serial Peripheral Interface(SPI), 2개의 Comparator, 내부 RC 발진기와 저전력 Oscillator를 가지는 것이며, 여러 응용분야에 사용할 수 있는 저전력 고성능 마이크로 컨트롤러이다. 안정된 동작을 위하여 외부에 20Mhz의 Oscillator를 부착하였고 입력전원의 고주파 노이즈(Noise) 저감을 위해 바이패스 캐패시터(Bypass Capacitor)를 부착하였다. 최종 완성된 컨트롤러의 크기는 가로 40 mm, 세로 50mm, 두께 5mm이다 (그림 3).

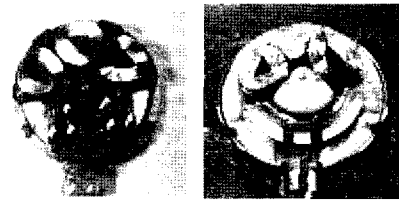
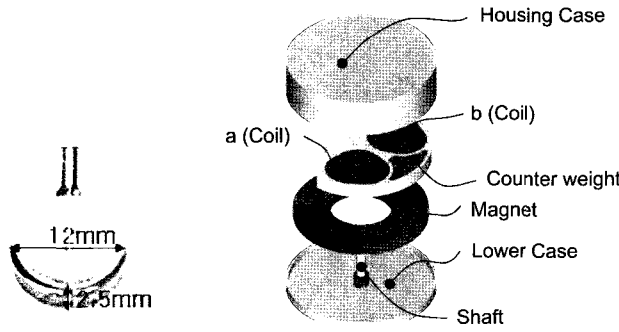
스위치는 리셋(Reset)과 모드 전환(Mode change)의 두 버튼으로 구성하였다. 전환 할 수 있는 모드는 세 가지로 구분되는데, 입력전압의 99%(3.56V)로 구동되어 진동의 크기가 가장 강한 모드1과 입력전압의



<그림 1> 진동 장치의 구성도



<그림 3> 컨트롤러



<그림 2> 모터의 구조와 내부 형태

80%(2.88V)로 구동되어 진동의 크기가 모드1보다 약하게 구동되는 모드2, 그리고 모터가 두 부분으로 나뉘어 강한 모드와 약한 모드가 교대로 구동되는 모드3으로 구성된다. 진동 장치 2set의 제어를 위해 연결되어져 있어 네 개의 버튼으로 이루어진 최종 완성된 스위치의 크기는 가로 60mm, 세로 18mm, 두께 8mm로 <그림 4>에 실물 사진을 나타내었다

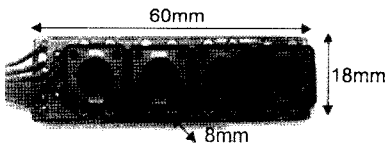
진동 장치의 작동을 위한 전지는 1.2V, 용량 2000mAh의 니켈수소 전지 세 개를 직렬로 연결하여 사용하였다. 충전하여 반복 사용이 가능하여 경제적이며 단락 스위치가 있어서 폭발 위험성이 없다. 충전기를 사용하여 두 시간으로 충전 완료할 수 있고, 한번 충전으로 0.25W의 모터 8개를 2시간 이상 구동 가능하다. 전지와 컨트롤러를 연결하는 커넥터는 최대한 크기가 작은 것을 선택하여 부착, 부피감을 줄였다. 최종 완성된 전지의 크기는 가로 45mm, 세로 50mm, 두께 15mm이며 무게는 100g으로, <그림 5>는 전지와 커넥터 및 충전기의 모습이다.

2) 실험복 재킷 내에 진동 장치 통합

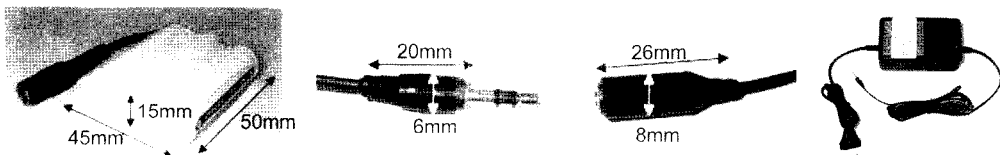
개발된 진동 장치를 재킷 외관의 변형이 없고 착용감과 활동성이 저하되지 않는 범위 내에서 진동의 효과가 극대화될 수 있는 등세모근 위치에 장착되도록 모터의 간격을 조절하는 예비실험을 거쳐 3~5.5cm 간격으로 정교하게 실험복 재킷 안에 부착하였다.

3. 스마트 재킷에 대한 만족도 평가

진동 장치가 부착된 재킷에 대한 착의실험을 실시하여 외관과 동작 기능성에 대한 만족도 및 기능에 대한 만족도를 알아보았다.



<그림 4> 스위치



<그림 5> 전지, 커넥터 및 충전기

1) 피험자

착의실험을 위한 피험자는 사이즈 코리아에서 구정한 평균 사이즈에 해당하는 바른 체형의 30대 남성 10명으로 구성하였다.

2) 평가단

외관에 대한 평가단은 의류구성 전공인 10명으로 구성하였다.

3) 평가내용

외관은 선정된 피험자에게 재킷을 착용시켜 평가단들이 5점 척도로 평가하고 구체적인 내용을 평가지에 직접 기입하도록 하였다. 평가항목으로는 앞, 옆, 뒤의 전체적 외관 및 재킷의 여유감, 진동 장치가 외관상 드러나지 않도록 잘 통합되었는지의 여부 등, 총 21분항으로 구성하였다.

활동성은 피험자에게 스마트 재킷을 착용시켜 하루 동안 일상생활을 하게 한 후, 동작 시 느끼는 착용감을 직접 평가하게 하였다. 특히 직무 중에 많이 반복되는 동작을 중심으로 활동성을 평가하였다. 평가항목으로는 재킷 내부에 진동 장치를 부착함에 따른 불편함과 전체적인 착용감, 진동 장치가 부착된 것에 대한 심리적 거부감 등, 총 10분항으로 구성하였다.

진동 장치의 기능 만족도 평가를 위해 10명의 피험자에게 일상생활 중 3회 이상(1회당 15분) 진동 장치를 작동 시켜보게 한 후, 진동 장치의 기능성에 대한 만족도를 평가하였다. 평가항목으로는 진동 장치의 작동시 안정성과 기능에 대한 만족도, 진동 장치의 탈, 부착에 따른 세탁의 편리성 등 총 10분항으로 구성하였다.

전자파 차단 능력은 진동 장치를 작동 시켰을 때 전자파로 인한 인체에 해가 없는지를 검토했고 동시에 스마트 재킷 내에 사용된 전자파 차단 안감의 성능을 검증하기 위하여 EMI(전자파 장애) 측정을 실시하였다. 측정기(EMCIS EMI ANALYZER EA-2100 9kHz~300MHz)는 전기제품의 전원라인이나 신호라인에서 발생하는 전자파를 분석하기 위한 장치로 측정봉(SCAN

EM-HQC)을 이용하여 측정된 전자기 파형을 주파수 분석기(SPECTRUM ANALYZER NS-30 9kHz~3.0GHz)로 관측하였다. 실험방법으로는 먼저, 진동 장치만을 작동시켜 발생하는 전자파를 측정하고, 진동 장치를 재킷 내에 부착하여 작동 시 발생하는 전자파를 측정 한 후, 이를 서로 비교하였다.

4) 결과분석방법

평가단과 피험자가 느끼는 만족도를 5점 평점 척도를 이용하여 응답하도록 하였다. 결과분석방법은 SPSS 12.0 프로그램을 사용하여 각 문항에 대한 평균값과 표준편차를 구하였다.

III. 연구결과 및 고찰

1. 실험복 재킷 설계

1) 패턴 설계

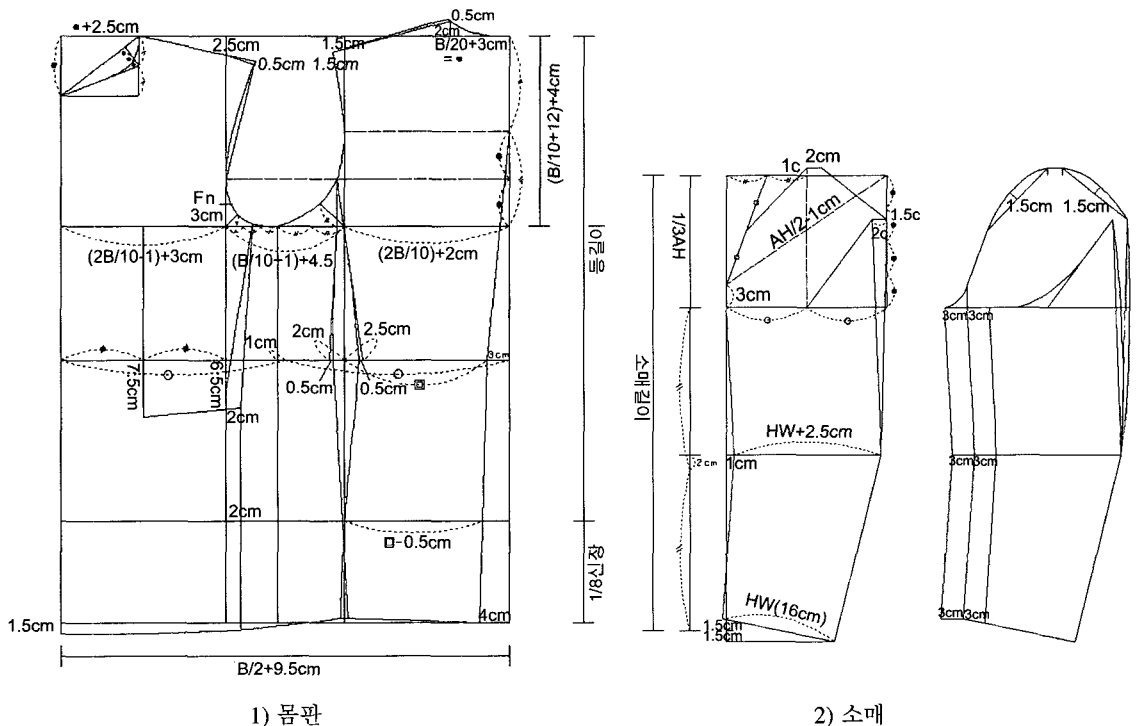
예비착의평가를 통해 가장 높은 점수를 받은 남운자, 이형숙식 패턴(2003)을 기초로, 만족도가 낮은 부위의 착의 보정을 거친 후 최근 유행 경향에 적합한

최종 실험복 패턴을 완성하였다. 착의평가에서 드러난 불만족한 요인은 여유량이 과도한 점이므로 앞품과 뒤 품에서 0.5cm씩 감소시켰으며, 옆품에서는 1cm, 가슴 둘레와 허리둘레에서도 0.5cm씩 여유를 줄였다. 그러나 진동 부위가 너무 끼지 않도록 진동깊이에 1cm의 여유를 더하여 최종 실험복 재킷의 패턴 제도 방식은 뒤품은 $2B/10+2cm$, 앞품은 $(2B/10-1)+3cm$, 옆품은 $(B/10+1)+4.5cm$, 진동깊이는 $(B/10+12)+4cm$ 로 하였다.

소매는 큰 소매와 작은 소매의 여유량을 2cm씩 감소시키고 소매부리는 1cm를 늘렸다. 소매진동에서는 앞 진동은 0.2cm, 뒤 진동은 0.5cm 연장하여 자연스러운 소매곡선을 만들 수 있도록 하였다. 제도 시 필요 치수항목은 사이즈코리아의 평균 치수를 중심으로 키(172cm), 가슴둘레(97.5cm), 허리둘레(83cm), 엉덩이둘레(96cm), 소매길이(62cm)였다.

2) 실험복 재킷 착의평가

완성된 최종 실험복 패턴을 적용한 실험복 재킷을 제작하여 평균 치수의 피험자 5명을 대상으로 외관착의평가를 실시하고 항목별 평균 점수, 표준편차를 산출하여 맞춤새를 확인하였다. 그 결과, 허리 다트 위



<그림 9> 실험복 재킷의 제도

치와 분량, 앞뿔, 허리둘레, 엉덩이둘레 여유분, 어깨선 등 앞 부위 14항목에서 3.7로 평가되었다. 또한 뒤와 소매에 관련된 14개 항목에서도 3.7의 점수를 보여 모든 항목에서 비교적 만족도가 높은 것으로 나타났다.

2. 진동 장치 및 스마트 재킷의 개발

진동 장치를 개발하는 과정에서 중점을 둔 부분은 진동 안마 기능의 극대화를 위하여 진동 모터의 강도를 최대한으로 하고 그로 인해 발생하는 진동 모터와 컨트롤러의 발열을 최소화하는 것이었다. 따라서 컨트롤러 부분의 최대 온도가 40°C 이상 넘지 않도록 진동 모터의 입력전류를 제한하는 저항의 크기를 조정하여 진동의 크기 한계를 결정하였다. 그리고 저항은 병렬로 연결하여 전류를 분산함으로써 급격히 온도가 증가하는 것을 방지하여 발열이 적고 진동 모터의 강도는 강하게 얻을 수 있었다.

1) 진동 장치 개발

개발된 진동 장치를 재킷 외관의 변형이 없고 착용감과 활동성이 저하되지 않는 범위 내에서 진동의 효과가 극대화될 수 있는 위치로 선정하여 수차례의 예비 실험을 거쳐 실험복 재킷 안에 부착하였다. 예비 실험에서 진동 모터는 진동의 강도를 중심으로 크기를 결정한 후 부착할 모터의 개수에 대한 실험을 실시하였다. 고정판의 면적을 고려하여 모터를 6개, 8개, 10개로 변화시키며, 구동력을 평가한 결과, 모터의 개수가 10개인 경우는 제한된 전지의 용량으로 인하여 효과가 낮았으며, 6개와 8개일 때는 착의감에 큰 차이는 없었으나 8개인 경우 진동 효과가 조금 더 큰 것으로 나타났다.

(1) 진동 장치 통합 부위 결정

진동 안마 장치가 놓여질 위치는 활동에 지장을 주지 않으면서 최대의 진동 안마 효과를 얻을 수 있도록 직장인들의 스트레스로 인한 근육의 뭉침이 가장 심한 등세모근 부위를 정하였다. 스위치는 손쉽게 닿아서 버튼을 누를 수 있는 부위이면서 외관상으로는 눈에 드러나지 않는 재킷의 안주머니 입구로 위치를 정하였고, 전지는 재킷을 입을 상태에서 커넥터로 분리하여 교체하기 쉽도록 안주머니 속으로 넣기로 결정하였다. 따라서 재킷의 내부를 살펴보거나 외관상으로도 일반 정장 재킷과 전혀 차이점이 없도록 진동 장치의 통합 부위를 결정하였다.

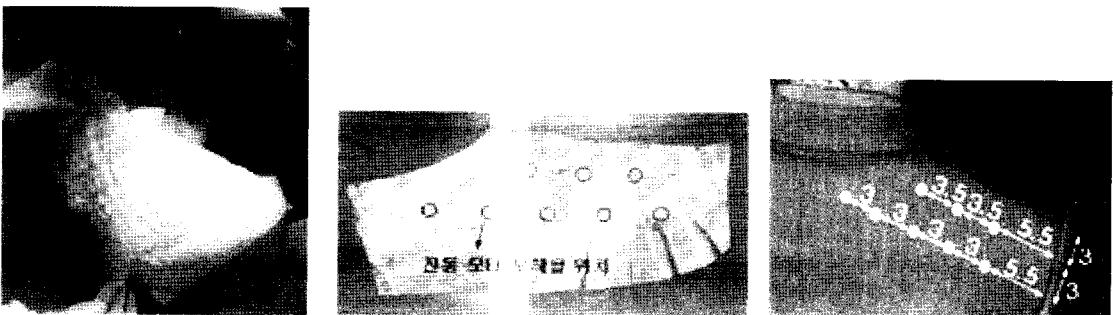
(2) 고정판 제작

진동 모터가 부착되는 면 소재 고정판의 패턴을 개발하기 위하여 사이즈 코리아에서 제시한 좌우 어깨 각도 21°의 평균 치수 피험자 3명을 대상으로 한지를 인체에 직접 붙여 어깨 형태를 얻었다. 이는 진동 모터가 부착될 고정판을 어깨에 밀착시켜 안마 기능의 효과를 높이기 위하여 필요하다면 고정판을 입체적인 형태로 제작하기 위함이었다. 그러나 입체로 얻어진 한지의 어깨 형태를 진동 모터가 부착될 위치를 중심으로 절개하여 평면으로 전개한 결과 <그림 6>처럼 다투 분이 거의 없었으므로 고정판은 평면으로 제작하였다. 전선 및 컨트롤러가 함께 부착될 수 있도록 어깨에서부터 상반신 앞으로 내려오는 고정판의 형태와 크기를 결정하였다.

(3) 모터 부착

모터는 면 소재 고정판에 붙이기 쉽도록 접착제를 이용하여 작고 얇은 투명 필름을 모터 뒷면에 붙였다. 필름조각의 양끝 모서리에 바늘구멍을 뚫어 투명사로 바느질하여 모터를 고정판에 부착하였다(그림 7).

고정된 진동 모터에 전선과 컨트롤러를 연결하여



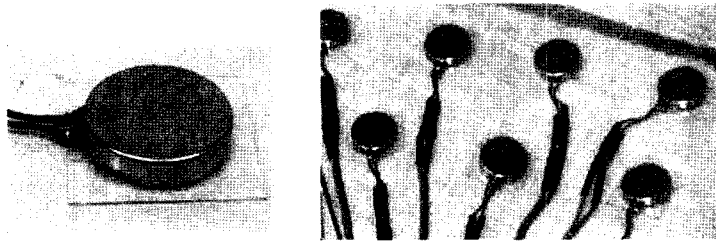
<그림 6> 어깨 형태 얻는 실험모습 및 진동 모터 부착될 위치

고정판에 부착하고, 다시 콘트롤러에 전지와 스위치를 연결하였다. 이때 전지는 부피가 작은 커넥터를 이용하여 분리가 가능하도록 연결하는데, 이는 재킷을 착용한 상태에서 진동 장치를 재킷에서 분리시키지 않더라도 전지를 쉽게 충전하여 교체할 수 있도록 하기 위함이다. 개발된 진동 장치의 실물 모습은 <그림 8>과 같다. 진동 모터 8개가 1set로 이루어져 재킷의 양쪽 어깨 부분에 연결된 모습이다. 먼 소재 고정판에 기계 부품들의 부착이 끝난 뒤, 얇고 가벼운 매쉬 소재를 이용하여 덮어 싸서 모터와 콘트롤러, 전선이 외부로 드러나지 않도록 마무리 하였다. 완성된 진동

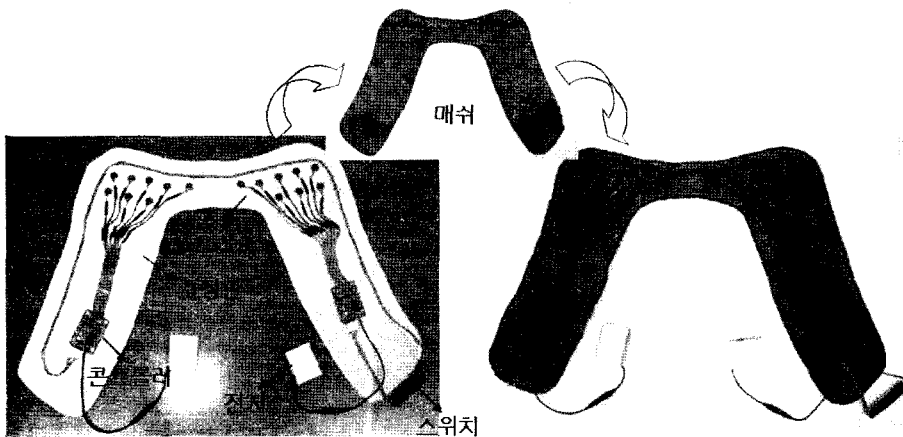
장치의 크기는 53x38cm, 두께는 최대 8mm이며, 전지를 제외한 무게는 60g이다. 재킷에 고정 시킬 때에는 매쉬 소재 쪽이 인체에 맞닿도록 하여 모터의 진동이 최대한 신체에 큰 효과를 줄 수 있도록 하였다.

2) 진동 장치 통합을 통한 스마트 재킷의 개발

매쉬 소재로 덮어 완성 한 진동 장치는 어깨 부위를 중심으로 재킷의 걸감과 안감 사이에 고정시켰다. 걸감과 안감의 연결 부위에 숨은 지퍼를 달아, 지퍼를 열면 걸감과 안감이 벌어져 그 속에 진동 장치가 부착될 수 있도록 하였다. 이때, 진동 장치에 스냅을



<그림 7> 모터에 필름지 부착 모습

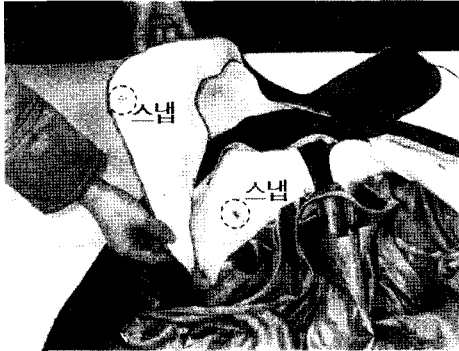


<그림 8> 진동 장치의 실물



<그림 9> 숨은 지퍼를 이용한 재킷의 내부 모습

사용함으로써 부피감에 영향을 주지 않고 세탁 시 손쉽게 분리하거나 필요에 따라 진동 장치를 교체할 수 있으며 진동 장치 없이 일반 정장 재킷으로 착용할 수 있는 등 실용성을 높일 수 있다. <그림 9>는 걸감과



<그림 10> 스냅을 이용한 진동 장치 부착

안감의 연결 부위를 숨은 지퍼로 처리하여, 지퍼를 열면 걸감과 안감 사이가 벌어지는 재킷의 내부 모습이고, 그 속에 스냅을 이용하여 진동 장치를 재킷 내부에 부착하는 모습을 <그림 10>에 나타내었다.

강, 약, 교차 두드림 조절이 가능하도록 설계된 스위치는 오른쪽 안주머니 입구 안쪽에 부착하도록 전선을 배치하여 손가락으로 손쉽게 누를 수 있지만 외부로는 노출이 되지 않도록 하고<그림 11>, 전지는 재킷을 입은 상태에서 커넥터로 분리하여 교체하기 쉬운 위치인 안주머니 속으로 들어가도록 호주머니감 안쪽에 작은 단추구멍을 내어 전지와 연결되는 커넥터를 호주머니 속으로 빼낸다(그림 12).

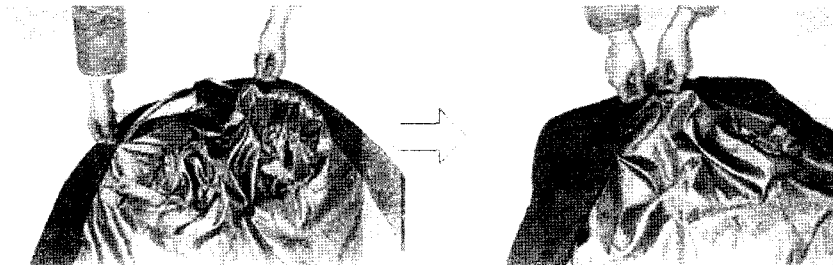
<그림 13>은 스위치 및 전지를 포함한 모든 진동 장치를 재킷에 부착한 후, 걸감과 안감 사이에 연결된 숨은 지퍼를 닫아 진동 장치가 통합된 모습을 나타내었다. 이로써 재킷의 내부는 일반 정장 재킷과



<그림 11> 스위치의 부착 과정



<그림 12> 전지의 부착 과정



<그림 13> 숨은 지퍼를 닫아 진동 장치 부착 완료

외관상 전혀 차이점이 없다는 것을 알 수 있다. 완성된 스마트 재킷의 실물을 착용한 모습을 <그림 14>에 나타내었다.

<그림 15>는 착용자가 진동 장치의 사용을 위하여 실제로 스위치를 누르고 전지를 교체하는 모습이다.

3. 스마트 재킷에 대한 만족도 평가결과

진동 장치가 부착된 스마트 재킷의 외관에 대한 만족도 및 착용에 따른 활동성과 진동 안마 기능에 대한 만족도를 알아보기 위하여 착의실험을 실시한 결과는 다음과 같다.

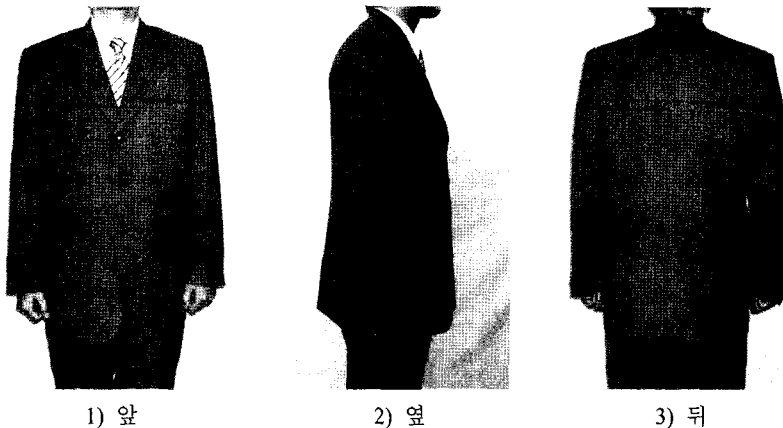
1) 외관 평가결과

피험자 10명의 외관 평가항목별 평균점수, 표준편차를 산출하여 맞춤새를 확인한 결과 전체 평균점수는 3.9였으며, 모든 항목에서 3.6 이상의 만족도가 확인되었다. 특히 진동 장치의 작동 시 외관의 변화가

눈에 띄지 않고 자연스러우며, 진동 장치의 부착 부위가 외관상 드러나지 않고, 재킷의 내부를 살펴보았을 때, 진동 장치가 눈에 띄지 않고 자연스러운 것으로 나타나 본 연구에서 개발된 스마트 재킷이 진동 장치의 부착으로 인한 외관상의 문제는 전혀 없는 것을 알 수 있었다(표 4).

2) 활동성 평가결과

동일한 피험자 10명으로 하여금 진동 장치가 부착된 스마트 재킷을 착용하고 일상생활에서 착용자가 직접 느끼는 착용감 및 활동성을 평가하게 하였다. <표 5>에 나타난 점수는 높을수록 쾌적하거나 활동이 적합함을 나타낸다. 즉 콘트롤러, 전지, 스위치 등 장치 부착 후의 재킷 각 부위의 여유량, 재킷 내부에 있는 진동 장치가 몸을 누르는 압박감 여부, 진동 장치가 재킷 내부에 있다는 사실에 대한 심리적 거부감 등을 조사하였는데 장치로 인한 무게감이 3.5로 나타났으며, 여유량과 착용감에서는 3.8~4.5로 높은 점수를 보



<그림 14> 재킷 실물 착의모습



<그림 15> 진동 장치를 사용하는 모습

<표 4> 외관 평가결과

구분	평가 항목	평균	표준편차
앞 (외부)	1. 앞품의 여유량	3.66	0.68
	2. 허리둘레의 여유량	3.60	0.75
	3. 어깨선의 위치	3.80	0.62
	4. 앞진동돌레션	3.77	0.62
	5. 앞판의 전체적인 여유량	3.67	0.74
	6. 앞판의 전체적인 외관	3.82	0.58
	7. 진동 장치 부착 부위의 외관상 자연스러움	4.18	0.76
	8. 진동 장치의 작동 시 외관의 변화	4.44	0.56
옆 (외부)	9. 옆면의 전체적인 외관	3.92	0.65
	10. 진동 장치 부착 부위의 외관상 자연스러움	4.20	0.75
	11. 진동 장치의 작동 시 외관의 변화	4.46	0.54
뒤 (외부)	12. 뒤품의 여유량	3.66	0.67
	13. 허리둘레의 여유량	3.71	0.59
	14. 어깨선의 위치	3.81	0.63
	15. 뒤진동돌레션	3.60	0.69
	16. 뒤판의 전체적인 여유량	3.61	0.63
	17. 뒤판의 전체적인 외관	3.64	0.66
	18. 진동 장치 부착 부위의 외관상 자연스러움	4.09	0.89
	19. 진동 장치의 작동 시 외관의 변화	4.45	0.58
내부	21. 스마트 재킷 내부의 자연스러움	4.40	0.52
전체 평균		3.91	0.32

<표 5> 활동성 평가 결과

평가 항목	평균	표준편차
1. 활동하기에 가슴둘레의 여유량	4.50	0.53
2. 활동하기에 허리둘레의 여유량	4.30	0.82
3. 활동하기에 진동둘레의 여유량	4.10	0.99
4. 활동하기에 소매통의 여유량	4.20	0.92
5. 활동하기에 어깨부위의 착용감	3.70	1.06
6. 진동 장치로 인한 무게감	3.50	1.18
7. 진동 장치로 인한 몸을 누르는 압박감	3.80	1.14
8. 진동 장치가 몸에 닿는 거슬림	3.60	1.17
9. 전체적인 착용감	3.80	0.63
10. 진동 장치가 재킷 내부에 있다는 사실에 대한 심리적 거부감	3.80	0.79
전체 평균	3.94	0.33

<표 6> 기능성 평가결과

평가 항목	평균	표준편차
1. 진동 안마 기능의 효과	3.80	0.63
2. 안마되는 위치의 적합성	3.50	0.85
3. 진동 장치의 스위치의 on/off 작동	4.50	0.53
4. 진동 장치의 스위치 모드 전환	4.40	0.52
5. 모터의 작동 원활성	4.70	0.48
6. 1회 충전 시 배터리 용량에 따른 사용 시간	3.90	0.88
7. 진동 장치의 열	4.30	0.67
8. 진동 장치의 소음	3.00	1.05
9. 전체적인 진동 장치 작동의 원활성	4.40	0.52
10. 진동 장치 탈, 부착의 편리성	4.20	0.79
전체 평균	4.07	0.52

였다. 이를 통해 본 연구의 진동 장치는 활동성에 무리가 없으며, 기계적 장치에 대한 저항감이나 심리적 불편함은 크지 않은 것을 알 수 있었다.

3) 진동 장치의 기능 만족도 평가결과

평균 치수의 피험자 10명을 대상으로 진동 장치가

부착된 최종 스마트 재킷을 착용시켜 일상생활 중, 진동 장치를 3회(1회당 15분) 이상 작동시켜 진동 안마 기능에 대한 만족도를 평가하게 하였다. 그 결과, 진동 안마 장치의 소음에 관한 항목(3.0)을 제외한 모든 항목(진동 안마의 효과, 진동 장치 작동의 원활 여부, 열 발생 여부 등)에서 3.5 이상으로 평가되었고, 전체 평균점수는 4.1로 높은 평가를 받았다(표 6). 특

히, 본 연구에서 주안점이었던 진동 장치의 탈, 부착 방법에 관한 문항 또한 4.2로 나타나 만족도가 높음을 알 수 있었다. 그러나, 진동 장치의 사용 시 모터의 소음이 여전히 해결되어야할 문제로 남아 안마 기능을 위한 저소음 모터로의 대체가 필요함을 알 수 있었다.

4) 스마트 재킷의 전자파 차단 능력 평가결과

전자파 인체보호기준으로는 단위 체중당 흡수전력(Specific Absorption Rate: SAR)의 전신 평균치가 0.4W/Kg을 초과하지 않도록 하고 있다. 국내의 전자파 인체보호기준은 휴대폰, 무전기, PDA 등 3GHz 이상의 고주파를 사용하는 무선단말기기를 대상으로 하고 있으며 이들은 일반적으로 단위 체중 당 흡수전력의 전신 평균치가 1W/Kg을 초과한다(김남, 1997). 하지만 본 연구에서 개발한 진동 장치는 일반 전자장치로 진동 장치에서 발생하는 고주파가 10MHz 이하로 단위 체중 당 흡수전력의 평균치가 0.1W/Kg를 초과하지 않아 인체에 거의 영향이 없다. 본 연구에서

는 인체의 안전을 위해서 미미한 전자파라도 극소화하고자 전자파 차단 안감을 사용하였다. <그림 16>은 전자파 측정기기를 이용하여 진동 장치와 스마트 재킷 각각의 전자파를 측정하는 모습이다.

<그림 17>은 진동 장치만 작동시킬 때 발생하는 전자파 파형과 전자파 차단 안감이 사용된 스마트 재킷에 부착된 진동 장치를 동작시킬 때 발생하는 전자파 파형을 비교한 모습이다. 진동 장치에서 발생하는 전자파는 5.5MHz 대역의 크기가 -19.22dB로 검출되었으며, 진동 장치를 스마트 재킷에 삽입하여 전자파를 측정한 결과는 5.5MHz 대역의 크기가 -0.55dB로 현저히 줄어들었다.

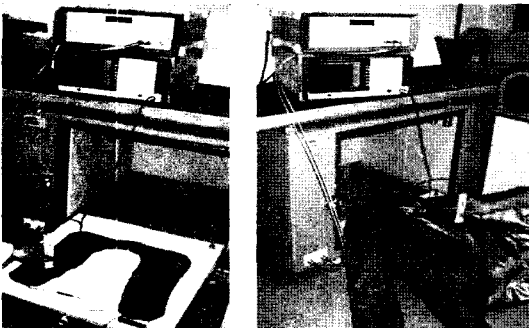
IV. 요약 및 결론

IT 분야의 고부가가치 추세에 따라 스마트 의류는 그 개발이 활발해질 것으로 전망되며, 이를 상품화하기 위해서는 스마트 의류의 착용감을 향상시키고, 감성적 요구를 충족시키기 위한 측면의 연구가 필요하다.

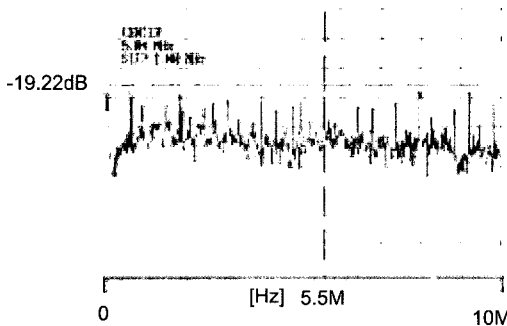
본 연구는 일상복에 웨어러블 디바이스를 활용하여 외관의 변화가 없는 스마트 의류를 개발하는데 목표를 두었으며, 이를 위해 스마트 의류에 대한 관심이 높게 나타난 30대 남성을 대상으로 진동 장치를 통합한 스마트 재킷을 제시하고, 외관 및 활동성, 기능성에 대한 만족도를 평가하였다.

연구를 통한 결과는 다음과 같다.

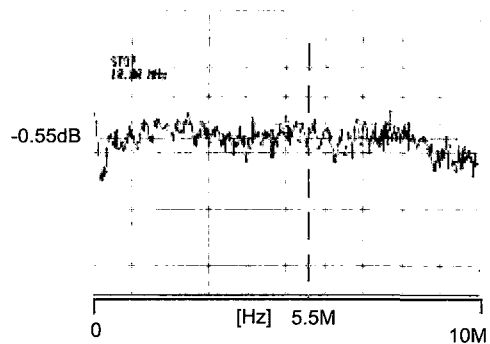
1. 30대 남성에게 적합한 재킷 패턴을 설계하기 위하여 국내 패턴을 대상으로 피트성을 평가하고, 남윤자, 이형숙식 패턴을 기초로 만족도가 낮은 부위의 착의 보정을 거친 후 최근 유행 경향에 적합한 약간



<그림 16> 전자파 측정기기와 측정모습



1) 안감 사용 전



2) 안감 부착 후

<그림 17> 전자파 차단 안감 사용 전 후 전자파 파형 비교

의 피트성이 있는 최종 재킷 패턴을 완성하였다.

2. 웨어러블 디바이스는 먼 소재에 모터, 전선, 컨트롤러, 전지, 스위치를 연결한 진동 장치로, 이를 개발하는 과정에서 중점을 둔 부분은 진동 안마 기능의 극대화를 위하여 진동 모터의 강도를 최대로 하고 진동모터와 컨트롤러 부분의 발열을 최소화하는 것이었다. 컨트롤러 부분의 최대 온도가 40°C 이상 넘지 않도록 하기 위해 진동 모터의 입력전류를 저항의 크기로 조정하여 진동의 크기 한계를 결정하였다. 진동모터가 부착되는 먼 소재 고정판은 한지를 인체에 직접 붙여 어깨 형태를 얻었으며, 고정판의 면적을 고려하여 모터를 6개, 8개, 10개로 변화시키며, 구동력을 평가한 결과, 전지의 용량을 고려할 때 8개인 경우 진동 효과가 큰 것으로 나타났다. 진동 장치는 작 탈이 가능하게 하고 재킷 속으로 삽입 시, 외형의 변화가 없도록 하였다. 이를 위해 재킷의 겹감과 안감의 연결 부위에 숨은 지퍼를 달아 지퍼를 연 후 스펀을 이용하여 진동 장치를 부착하였다. 스펀으로 고정시키는 경우는 외형적으로 변화가 없고 재킷의 세탁 시 분리가 쉬우며, 진동 장치에 이상이 생긴다면 쉽게 교체할 수 있는 것이 장점이다. 진동모터의 위치는 근육의 붕침이 심한 어깨 부근으로 하였고, 강, 약, 교차 두드림 조절이 가능하도록 설계된 스위치는 오른쪽 안주머니 입구 안쪽에 부착하였다. 전지는 재킷을 입을 상태에서도 커넥터로 분리하여 교체하기 쉬운 위치인 안주머니 속으로 들어가도록 하였다.

3. 스마트 재킷의 외관 및 활동성, 기능에 대한 만족도를 알아보기 위하여 착의실험을 실시하였다. 외관평가 결과, 진동 장치의 부착이 자연스러운가, 진동 장치의 작동 시 외관이 자연스러운가 등에서 만족도가 높게 평가되었다. 활동성 평가결과에서는 활동을 위한 여유량 및 착용감 모든 항목에서 만족도가 높았으며, 진동 안마 기능의 만족도 평가결과에서는 진동 안마 장치의 소유에 관한 항목을 제외한 모든 항목(진동 안마의 효과, 진동 장치 작동의 원활함, 열 발생 여부 등)에서 높이 평가되었다. 특히 진동 장치의 탈, 부착 방법에 대해서도 만족도가 매우 높았으며, 전자파 차단 안감을 사용함으로써 진동 장치에서 발생하는 전자파는 매우 미미하였다. 그러나 진동 장치의 사용 시 모터의 소음이 해결되어야 할 문제로 남아 안마 기능을 위한 저소음 모터 등의 개발이 필요함을

알 수 있었다.

본 연구에서 제시된 진동 안마 기능의 스마트 재킷은 추후 기계적 장치의 보안을 통해 그 기능을 더 높이고자 하며, 최근 국내의 스마트 의류의 활발한 연구 개발의 흐름에 부합하여 다양한 연령층과 대상을 위한 스마트 의류 개발에 도움이 되기를 기대한다.

참고문헌

- 김남. (1997). *전자파가 인체에 미치는 영향 및 인체보호기준 연구*. 서울: 한국부선국관리 사업단.
- 남윤자, 이형숙. (2003). *남성복 패턴메이킹*. 서울: 교학연구사.
- 박희주, 이주현. (2002). 동작인식형 디지털 웨어의 의류 상품화 가능성 탐색과 디자인 프로토타입의 제안(I). *한국감성과학회 춘계학술대회 논문집*, 366-372.
- 안영무. (2003). 이는 컴퓨터의 개발 실례. *섬유기술과 산업*, 7(1), 18-27.
- 유경진, 이정란. (2002). 남성정장 상의원형 설계에 관한 연구. *한국의류학회지*, 26(1), 62-73.
- 이주현. (2004). 일상생활용 디지털 의류. *섬유기술과 산업*, 8(1), 11-18.
- 산업자문부 기술표준원. (2005). *제5차 한국인 인체치수조사 자료*. 과천: 산업자문부 기술표준원.
- 스마트 의류 상용화 시대 성큼. (2007, 5. 3). *어패럴뉴스*. 자료 검색일 2007, 5. 25, 자료출처 <http://www.samsungdesign.net>
- 조하경, 이주현, 이종근, 이명호. (2006). 센서 기반형 스마트 의류의 디자인 개발을 위한 탐색적 연구-생체 신호 센서 기술에 기반한 건강관리용 의류를 중심으로-. *감성과학회지*, 9(2), 141-150.
- 최선윤, 이정란. (2006). 스마트 의류 활용을 위한 소비자 인식 조사. *한국의류산업학회지*, 8(4), 420-426.
- 황영미, 이정란. (2006). 스마트 의류 개발을 위한 소비자 선호도 조사-연령별 비교를 중심으로-. *한국패션비즈니스학회지*, 10(4), 131-139.
- 허동진, 나미향, 이정순, 김정숙, 정복희. (2001). *산업패턴설계*. 서울: 교학연구사.
- Dunne, L. E. & Ashdown, S. P. (2005). Expanding garment functionality through embedded electronic technology. *Journal of Textile and Apparel Technology and Management*, 4(3), 1-11.
- Smart Wear의 개발 동향과 향후 전망. (2004, 8. 16). *리포트*. 자료검색일 2006, 3. 7, 자료출처 <http://www.samsungdesign.net>
- Toney, A. & Mulley, B. (2002). Minimal social weight user interactions for wearable computers in business suits. *Proceeding of the 6th International Symposium on Wearable Computers(ISWC'02)*, 57.