

## 신기술 에 설

# 스마트 의류 : 의류와 컴퓨터의 만남

### 목 차

1. 서 론
2. 스마트 의류의 정의
3. 스마트 의류의 연구 동향
4. 스마트 의류와 차세대 인터페이스 기술
5. 결 론

정 기 삼  
(용인송담대학)

## 1. 서 론

1940년대 세계 최초로 전자기술을 이용한 컴퓨터인 에니악(ENIAC)이 발명된 이후, 인류는 그동안 꿈꾸어 왔던 많은 과학적인 업적을 달성할 수 있게 되었다. 획기적인 계산 능력에 고무된 과학자들은 인공지능의 출현을 꿈꾸어 왔으며 인간과의 자유로운 의사소통의 시대를 맞이하기 위하여 다양한 분야에서 많은 연구를 진행하여 왔다. 20세기 말 산업계에서는 무어(Moore)의 법칙과 황(Hwang)의 법칙으로 대변되는 속도와 용량의 경쟁이 가속화되었고 그 결과 비약적인 발전을 이루었다. 그러나 팔목할 만한 속도 경쟁의 성과에 비해 HCI(Human-computer interaction) 분야에 대한 큰 변화는 감지되지 않았다. 개인용 컴퓨터가 대중화되기 시작한 1990년대 초까지는 컴퓨터와 인간이 주로 키보드를 통하여 소통하였다. 1990년대 중반 GUI(graphical user interface) 기반의 시스템이 일반화 되면서 우리는 새로운 의사소통의 방법을 익히게 되었다. 인터페이스의 편이성으로 인하여 연구와 업무 용도로만 사용되어 오던 컴퓨터가

우리 생활 속의 문화 영역으로 들어오게 된 것이다. 최근의 터치 디스플레이 장치의 등장은 컴퓨터와 소통하기 위한 새로운 장을 열었다. 터치 인터페이스 기술이 처음 등장하였을 때에만 해도 사람들은 기존의 사용 방식을 벗어나지 못하고, 새로운 기술을 마우스와 키보드의 대체물로 간주하여, 2차원 평면에서 원하는 위치를 선택하거나 (pointing an object) 키보드나 마우스를 누르는 (pushing the button) 동작을 구현하기에 급급했다. 그러나 2007년에 등장한 아이폰(iPhone, Apple사, 미국)은 기존의 누르는 인터페이스에서 벗어나, 쓰다듬고 흔들고 손가락을 튕기는 동작을 가지고 컴퓨터와 소통을 시작한 것이다. 물론, 이러한 기술들이 애플사가 최초로 시작한 것은 아니었고 많은 HCI 연구자들의 노력이 통합된 것이었지만 일반인들은 아이폰을 통하여 새로운 소통 방법을 익히게 되었다. 아이폰은 HCI 분야 뿐만 아니라 모바일 컴퓨팅 분야에도 많은 영향을 끼치게 되었다. 새로운 스마트폰 시대가 도래하게 되었고 이는 그동안 많은 학자들이 꿈꾸어 왔던 웨어러블 컴퓨팅(wearable computing) 시대의 대중화를 알리는 신호탄이 되었다.

1966년 미국의 메사추세츠 공과대학(MIT)의 Ed Thorp와 Claude Shannon이 최초의 웨어러블 컴퓨터[1]를 선보인 이래 국내외 많은 연구기관이 웨어러블 컴퓨팅 분야를 연구해 오고 있다. 토론토 대학(University of Toronto)의 Steve Mann 교수는 웨어러블 컴퓨터를 “사용자 개인의 사적인 공간(personal space)속에 내재되어 사용자에게 의해 컨트롤되고 항상 동작(접근가능)하면서 상호작용 할 수 있는 컴퓨터”라고 정의하였다[2]. 그는 또한 웨어러블 컴퓨터의 3가지 동작 모드(mode)와 6가지 속성(attribute)을 다음과 같이 제시하였다.

Operational modes of wearable computing

- Constancy
- Augmentation
- Mediation

The six attributes (six signal paths) of wearable computing

- UNRESTRICTIVE to the user
- UNMONOPOLIZING of the user's attention
- OBSERVABLE by the user
- CONTROLLABLE by the user
- ATTENTIVE to the environment
- COMMUNICATIVE to others

Steve Mann 교수의 관점을 확장하여 해석해보면, 웨어러블 컴퓨터는 단순히 착용가능하고 작은 컴퓨팅 디바이스가 아니라, 언제나 사용자에게 서비스를 베푸는 환경이며 정보통신 인프라에 접근할 수 있도록 도와주는 미디어라고 할 수 있다. 더 나아가 그는 휴대형 컴퓨터나 PDA는 일상적인 삶의 일부가 되는데 실패하였다고 주장하면서 이를 해결하기 위한 방안으로 스마트 의류(smart clothing)를 제안하였다[3].

이보다 앞서 미디어 학자인 Marshall McLuhan은 1968년 그의 저서[4]에서 “컴퓨터는 의류의 중요한 부분이 될 것이고 이것은 인간의 중추신경계의 확장이 될 것”이라고 예언한 적이 있다. 이러한 스마트 의류에 대한 예상들은 유비쿼터스 시대(ubiquitous era)의 도래로 인하여 현실화 되고 있다. 학자들과 산업계는 지난 10여년간의 시행착오를 통하여 유비쿼터스 기술이 정보통신이나 전자공학의 전유물이 아닌 환경과 생활 과학임을 깨달았다. 기술의 발달로 컴퓨터는 점점 더 소형화 되어 시야에서 사라지기 시작 하였고, 무선 통신 인프라의 발달은 모바일 환경에 익숙한 디지털 유목민(digital nomad) 문화를 탄생시켰다.

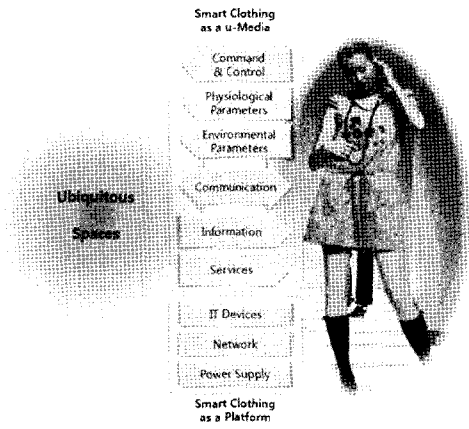
본 논문에서는 미래의 디지털 유목민이 입을 의류는 유비쿼터스 환경에서 어떠한 기능을 할 것이고 이러한 기능을 구현하기 위하여 어떠한 기술이 필요할 것인지에 대하여 살펴보고자 한다.

## 2. 스마트 의류의 정의

스마트 의류는 “기능성 소재와 전자기술이 결합하여 환경 적응성 및 기능을 강화한 의류”라고 정의할 수 있다. 스마트 의류 또는 스마트 섬유를 연구하는 많은 학자들은 “smart” 또는 “intelligent”의 의미를 환경을 감지하고 상황에 반응하는 것으로 보았다[5]. 이것은 유비쿼터스 컴퓨팅 영역에서 말하는 “모든 사물과 사물이 서로 통신하고 반응하며 인간에게 서비스를 하는 것”을 의미한다고 할 수 있다. 1990년대 활성화된 웨어러블 컴퓨팅 기술에 관한 연구나 과거 정보통신부의 주도하에 시행되었던 “차세대 PC 사업”이 정보통신 분야의 학자와 산업체가 중심이 되어 웨어러블 디바이스를 개발하기 위해 노력하여 왔다면 스마트 의류에 관한 연구는 섬유 및 의류, 그리고 인간 중심의 연구라고 할 수 있다. 물론, 이러한 두 가지 영역의 연구는 인간에게 새로운 정보통신 환경과 인터페이스를 제공

한다는 공동의 목표를 추구하고 있다. 때문에 최근에는 두 학문 간의 경계가 거의 사라져 다양한 분야의 학자들이 다학제적 연구를 추진하고 있으며 이는 매우 바람직한 방향이라고 할 수 있다.

스마트 의류의 기능을 크게 환경과의 소통 채널인 미디어(media) 기능과 정보통신 객체 간의 인터페이스를 담당하는 플랫폼(platform) 기능으로 구분할 수 있다(그림 1 및 표 1 참조).



(그림 1) 유비쿼터스 환경에서 스마트 의류의 기능

유비쿼터스 공간에서 신체에 직접 접촉하거나 가장 가까이 있는 사물은 의복이다. 의복은 신체영역(body area, personal area)과 환경을 구분 짓는 경계이다. 스마트 의류는 의도적 또는 무의식적인 동작과 생리적 정보를 감지하여 착용자에게 직접 제공하거나 외부에 전송하게 될 것이다. 또한 외부의 정보나 서비스를 인간에게 전달하거나 통신의 전달자 역할도 하게 된다. 즉, 유비쿼터스 시대에서 의류라는 사물은 사람과 환경을 이어주는 미디어 또는 게이트웨이(gateway) 역할을 하게 될 것이다[6]. 여기서 미디어의 역할은 정보나 서비스의 단순 통과(bypass) 기능만을 의미하는 것이 아니다. 예를 들어 동작 정보는 키보드나 마우스를 대신하여 사람의 의도나 명령으로 변환되기도 하고 건강

상태나 감성을 표현 할 수 있는 정보로 변환 될 수 있다[7]. 동작정보는 여러 환경 정보와 결합하여 상황인지(context awareness) 정보로도 활용이 가능하다.

또 다른 스마트 의류의 기능은 휴대폰이나 MP3와 같이 다양한 휴대용 정보통신 디바이스의 플랫폼이다. 각종 장비의 사용을 편리하게 하는 인터페이스를 제공할 뿐만 아니라 통신과 전원의 문제를 해결하여 줄 수도 있다.

사용 용도에 따라 일부 요소의 차이는 있겠지만 미래의 스마트 의류는 위의 두 가지 기능을 적절히 조화 시켜가며 발전 할 것으로 기대된다.

<표 1> 스마트 의류의 기능 및 응용

구분	기능	역할
Smart Clothing as a u-Gateway	Command & Control	- 키보드, 마우스 등 입력장치 역할 - 동작인식을 통한 입력 등
	Physiological Parameter	- ECG, EMG, EEG 등 생체 신호 - 건강, 감성, 스트레스, 활동량 등
	Environmental Parameters	- 온도, 습도, 조도 등 자연 환경 변수 - 상황, 위치, 소음 등 인위적 환경 변수
	Communication	- 휴대전화, 무선 데이터 통신 등
	Information	- 무선인터넷, 디지털 방송 등
	Services	- 위치기반 서비스, 상황 인지 서비스 등
Smart Clothing as a Platform	IT Devices	- 휴대전화, MP3등 디지털 디바이스의 편리한 사용을 위한 플랫폼
	Network	- 디지털 디바이스 간의 통신 - 센서 네트워크, PAN 등
	Power Supply	- 스마트 의류 환경 내의 모든 사물에 대한 전원 공급 - Micro-Power Generation

### 3. 스마트 의류의 연구 동향

우리가 살고 있고 앞으로 살아가야 할 미래에는 정보 소통의 대상이 컴퓨터만이 아니라 환경과 사물이 될 것이다. 유비쿼터스 기술이란 근본적으로 사물과 사물이 정보를 주고 받고, 인간과 사물이 소통하는 환경을 만드는 것이다. 미래의 스마트 의류는 사용자의 의도뿐만 아니라 유비

쿼터스 공간에서 필요로 하는 정보를 생성하고 가공하여 전달할 것이다. 그리고 스마트 의류는 유비쿼터스 환경이 제공하는 다양한 서비스를 인간에게 제공하게 될 것이다. 이를 현실화하기 위해서는 인간과 환경이 서로 자연스럽게 소통할 수 있는 기술이 필요하다. 키보드나 마우스처럼 기계로부터 강요받는 인터페이스가 아닌 인간 중심의 인터페이스이어야 하고, 환경이 제공하는 서비스도 정보만을 전달하는 것이 아니라 아닌 건강과 감성 중심의 서비스가 되어야 한다. 이러한 필요성으로 인하여 1990년대 말부터 많은 국가에서 스마트 의류 관련 연구를 진행하여 오고 있다. <표 2>는 전 세계적으로 수행하였거나 진행되고 있는 스마트 의류 관련 프로젝트 사례를 나타낸 것이다. 가장 적극적인 지원을 하는 국가는 유럽 연합(EU)이다. 표 2에서 볼 수 있듯이, 유럽 위원회(EC: European Commission)의 주도하에 스마트 의류와 관련된 많은 프로젝트가 수행되었거나 진행 중에 있다.

미국의 “Wearable Motherboard” 프로젝트는 스마트의류에 대한 전세계인 관심을 이끌어낸 대표적인 사례이다. 조지아 공과대학(Georgia Institute of Technology)의 Jayaraman 교수가 중심이 되어 국방 및 민수용의 다양한 제품을 개발하였다. <표 1>에 나타난 사례 이외에도 싱가포르, 인도 등 많은 국가들이 정부의 지원 받아 다양한 프로젝트를 진행하고 있다.

국내의 대표적인 스마트 의류 관련 과제는 지식경제부의 지원으로 수행된 “미래 일상생활용 스마트 의류 기술 개발(2004~2009)” 이다. 이 과제에서는 전도성 섬유, 광섬유, 텍스타일 센서와 같은 소재 개발과 더불어 MP3 의류, 건강 기능 의류 등 다양한 스마트 의류가 개발되었다. 현재에는 “나노 섬유 기술 기반의 웰니스 의류 시스템 개발” 과제가 지식경제부의 지원으로 2009년부터 5년 계획으로 진행 중에 있다.

이 외에도 2000년대 이후 필립스, 나이키, 아디다스 등 산업계에서 활발한 연구와 개발을 진행

<표 2> 세계적으로 진행된 스마트 의류 프로젝트 사례

국가	프로젝트명
EU (EC Projects)	MyHeart( <a href="http://www.hitech-projects.com/euprojects/myheart">http://www.hitech-projects.com/euprojects/myheart</a> ) - Fighting cardiovascular diseases by preventive lifestyle & early diagnosis (2004~2007)
	BiOTEX( <a href="http://www.biotex-eu.com">http://www.biotex-eu.com</a> ) - Bio-Sensing Textiles to Support Health Management (2005~2008)
	PROETEX( <a href="http://www.proetex.org">http://www.proetex.org</a> ) - Protection e-Textiles: MicroNanostructured fibre systems for Emergency-Disaster Wear (2006~2010)
	STELLA( <a href="http://www.stella-project.eu">http://www.stella-project.eu</a> ) - Stretchable Electronics for Large Area Applications (2006~2010)
	OFSETH( <a href="http://www.ofseth.org">http://www.ofseth.org</a> ) - Optical Fibre Sensors Embedded into technical Textile for Healthcare (2006~2009)
	CONTEXT( <a href="http://www.context-project.org">http://www.context-project.org</a> ) - Contactless sensors for body monitoring integrated in textiles (2006~2008)
	MERMOTH - Medical Remote Monitoring of Clothes(2003~2006)
	SYSTEX( <a href="http://www.system.org">http://www.system.org</a> ) - Coordination action for enhancing the breakthrough of intelligent textile systems (e-textiles and wearable microsystems) (2008~2011)
U.S.A.	Wearable Motherboard™( <a href="http://www.smartshirt.gatech.edu">http://www.smartshirt.gatech.edu</a> ) - Smart Shirt(1996~1998)
Hong Kong	Nanotechnology Centre for Functional and Intelligent Textiles and Apparel Smart Textile Development: Shape Memory Fabrics/Garment

하고 있으며 일부 제품의 경우 상용화가 완료되어 시판되고 있어 스마트 의류가 우리의 생활 가운데 서서히 스며들고 있다.

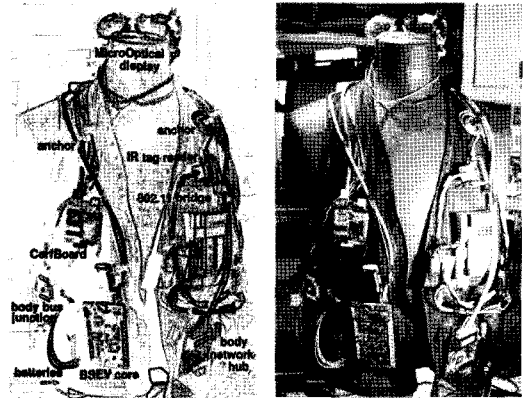
#### 4. 스마트 의류와 차세대 인터페이스 기술

스마트 의류의 미디어 기능이 사람과 유비쿼터스 환경간의 인터페이스라면 플랫폼 기능은 의복안의 유비쿼터스 객체간의 인터페이스라고 할 수 있다. 의류 환경에서 이러한 기능을 구현하기 위한 재료로 기존의 전자 부품이나 시스템을 그대로 사용하기는 어렵다. 가장 이상적인 재료는 섬유와 물성과 전자적 기능을 동시에 가지고 있는 재료가 필요하다. Zhang and Tao는 이러한 기능을 할 수 있는 똑똑한 직물(intelligent textile)을 다음과 같이 구분하였다. “passive smart textiles”[8]는 단순히 정보를 전달하거나 환경을 감지할 수 있는 기능성 섬유와 직물을 의미한다. “active smart textiles”[9]는 환경을 감지할 수 있을 뿐 만 아니라 외부 자극에 반응하기도 한다. 이것은 센서 기능과 함께 액츄에이터 기능을 가지고 있고 할 수 있다. 마지막으로, “very smart textiles”[10]는 “active smart textiles” 보다 한걸음 더 나아가 상황에 대하여 적응 할 수 있는 능력을 가진다. 즉, 다시 말하자면, 센서와 액츄에이터 이외에 마이크로프로세서와 같은 지능형 사물이 존재하고 지능형 에이전트(intelligent agent)가 내장되어 상황의 변화에 따라 적절한 서비스를 제공하는 것을 말한다. 유비쿼터스 컴퓨팅에서 말하는 똑똑한 사물(smart object)의 개념과 유사하다. 스마트 의류 기술은 똑똑한 섬유와 직물을 활용하여 다음과 같은 차세대 인터페이스를 구현할 수 있을 것으로 기대된다.

##### 4.1 Electro-Textile 인터페이스

스마트 의류의 기능 중 플랫폼 기능은 다양한 디지털 디바이스 간의 연결이나 신체영역에서

산재한 센서간의 인터페이스를 위해 필수적으로 요구된다. (그림 2)에 나타난 바와 같이 미국 MIT Media Lab의 Human Dynamics Group에 의해 제안된 MIThril[11]은 이러한 플랫폼의 대표적인 사례라고 할 수 있다.

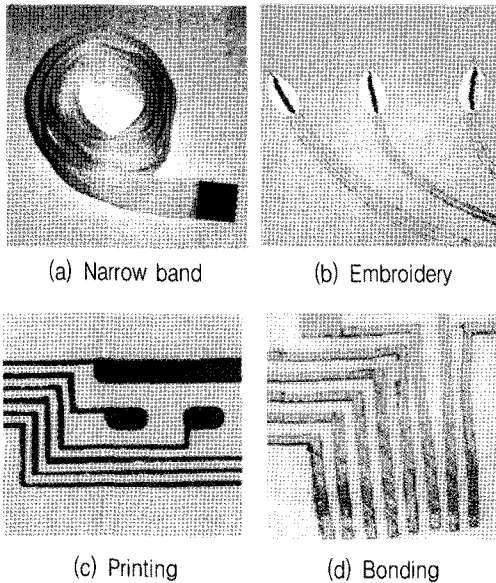


(그림 2) 웨어러블 플랫폼의 사례(MIT의 MIThril vest)

출처 : <http://www.media.mit.edu/Wearables/mithril/photos.html>

그러나, (그림 2)에서 볼 수 있듯이 복잡한 선들은 일상적인 의류 환경에는 부적합하다. 이 문제를 해결하기 위하여 무선 전송 기술을 사용하면 센서의 위치에 대한 제약이 적고 선에 의한 불편함을 줄일 수 있다. 그러나 각각의 객체에 별도의 전원이 필요하게 되어 배터리 및 전원 공급 대책이 필요하며 잡음과 인체에 대한 EMI (electromagnetic interference) 대책이 요구된다. 스마트 의류에서는 전선을 섬유와 같은 물성을 지닌 스마트 섬유로 대체함으로써 이러한 문제를 해결하고 있다. 최근 다양한 전기 전도성 섬유가 개발되고 있으며 일부 제품은 상용화되어 있다. 또 다른 문제점은 제조 공정의 차이점이다. 일단 이러한 재료가 확보 되더라도 섬유나 의류에서 플랫폼을 구성하기 위해서는 제조 공정이 의류 제조 공정과 유사하여야 한다.

(그림 3)은 스마트 의류에서 플랫폼을 구성하기 위한 기술의 사례이다. 밴드형(narrow band)



(그림 3) 스마트 의류에서 플랫폼을 구성하기 위한 기술의 사례

직물은 전자산업에서 사용하는 플랫폼 케이블(flat cable)의 기능을 담당한다. 여러 가닥의 전도성 실을 평행으로 직조하거나 전도성 천을 가늘게 잘라 평행으로 회로를 구성한다. 신축성이 있는 전도성 실을 사용하게 되면 사용자의 착용감을 향상시키고 활동에 대한 제약을 줄일 수 있다. 커넥터의 경우, 전자제품의 규격에 맞는 제품을 사용하는 것이 일반적이다. 자수(embroidery) 기법도 손쉽게 도입할 수 있는 방법 중 하나이다. 자수용 CAD를 이용하여 전자회로를 설계하고 전도성 실을 이용하여 전자 자수기로 손쉽게 회로를 구성할 수 있다. 프린팅 기법은 현재 많은 연구가 진행되고 있는 분야이다. 잉크에 금속 나노 입자나 탄소와 같은 전도성 물질을 혼합하거나 폴리아닐린(polyaniline)과 폴리프로필렌(polypropylene)과 같은 전도성 고분자를 이용하여 직물 표면에 프린팅 함으로써 회로를 구성할 수 있다. 현재 상용화가 추진된 사례로 있지만 외부의 물리적인 힘에 의한 균열이나 내세탁성이 취약한 문제가 있어 이를 해결하기 위한 노력

이 요구된다. 위의 문제점에 대한 현실적인 대안 중 하나가 접착(bonding) 방법이다. 예를 들어, 전기 전도성이 뛰어난 무전해도금 직물을 원하는 패턴으로 잘라 직물이나 의류에 부착하는 방식이다. 프린팅 기법에서 발생하는 문제를 완전히 해결할 수는 없지만 제조가 용이하고 프린팅에 비하여 우수한 내구성을 가지고 있다. 이 외에도 섬유 공정이나 의류의 봉제공정에서 사용하는 모든 기술이 응용될 수 있다.

## 4.2 텍스타일 센서 기술

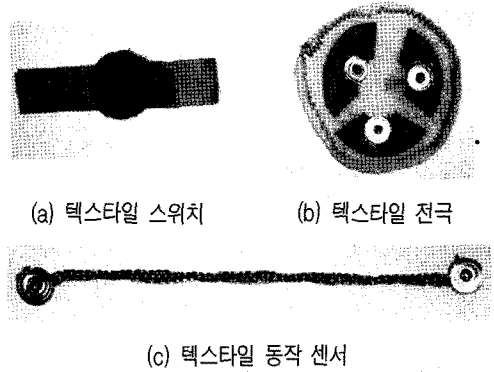
지난 10여 년간의 스마트 텍스타일 연구는 많은 진보가 있었지만, 아직도 진정한 섬유 물성을 가지고 있는 센서는 그리 많지 않다. 대부분의 센서는 물질의 고유한 성질을 이용하여 제작한다. 예를 들어 온도의 변화에 따라 길이나 색상이 변화하는 섬유가 있다면 텍스타일 센서로 사용할 수 있을 것이다. 일반적으로 전자산업에서 사용하는 센서는 딱딱하고 크기가 크거나 인체에 유해한 물질을 함유하고 있어 의류에 바로 사용하기에 어려운 경우가 많다. 따라서 텍스타일 센서로 사용하기 위해서 다음과 같은 가공이 필요하다. 첫째는, 가장 이상적인 방법으로, 유연성을 확보하기 위하여 센서 물질을 섬유나 필름 형태로 가공하는 것이다. 센서 물질이 필라멘트 형태로 방적이 가능하다면 2차 가공을 통하여 텍스타일 센서를 제조할 수 있을 것이다. 현재 전기방사(electro-spinning) 기법을 이용하여 스마트 텍스타일 센서를 제작하기 위한 많은 연구가 진행 중에 있다[12]. 필라멘트 형태로 가공하지 않더라도, 센서 물질을 유연한 필름의 형태로 가공할 수 있다면 스마트 의류에 적용이 가능하다. 두 번째 방법은 섬유나 직물에 센서 물질을 코팅하는 방법이다. 센서 물질을 이용하여 방적이거나 직조가 어려울 경우에 이 방법을 고려해 볼 수 있다. 세 번째 방법은 직물의 3차원 구조를 이용하는 방법이다. 예를 들어 스포츠 의류에서 일반

적으로 사용되는 직물의 3-layer 구조는 전자 부품의 센서나 트랜지스터의 구조와 유사하다. 중간 층에 센서 물질이나 스위칭 물질을 삽입하고 상/하층에 전극을 구성하면 센서 또는 입력장치의 기능을 할 수 있다. 편직물과 같이 신축성이 있는 구조의 직물을 이용하면 신장과 수축을 할 때 발생하는 구조적인 변화를 이용하여 센서를 제작할 수도 있다. 마지막으로 전자제품에 사용하는 센서 중에서 아주 작은 센서를 활용하는 방법이다. 앞서 밝힌 바와 같이, 가장 이상적인 텍스타일 센서는 직물 자체가 능동적으로 자극에 대하여 전기를 발생시키거나 전류의 흐름에 변화를 주는 것이다. 그러나 현재의 기술로는 이러한 기능을 가지는 직물을 구하기가 쉽지 않다. 따라서 착용자를 너무 불편하게 하지 않은 정도라면 전자 소자와 섬유 소재를 적절하게 혼용하여 사용함으로써 최고의 기능성을 구현하는 것도 검토해야 한다[6].

(그림 4)는 섬유 재료를 이용하여 제작된 센서의 사례를 나타낸다.

스위치는 컴퓨터나 기계와 인터페이스를 위한 가장 기본적인 소자이다. 모바일 장비의 스위치나 키패드를 의류 표면으로 끌어낼 수 있다면 좀 더 자유로운 인간-기계 인터페이스(MMI: man-machine interface)가 가능할 것이다. 가장 간단한 구조의 텍스타일 스위치는 일반적인 스위치와 유사한 구조를 가진다. 전도성 직물 사이에 두꺼운 직물로 공간을 확보하는 구조이다. 좀 더 정교한 텍스타일 스위치로 압저항 물질(piezoresistive material)을 활용하기도 한다. 대표적인 사례로는 ElekTex 제품군(Peratech, 영국)을 들 수 있다. 이 제품은 독자적으로 개발한 QTC(quantum tunnelling composite)[13]라는 압저항 물질을 활용하였으며 직물위에 키패드 뿐만 아니라 마우스, 터치패드 기능도 구현이 가능하다. 이러한 기술은 새로운 HCI 환경을 제공할 수 있다. 의류의 특정

부위를 부드럽게 터치하거나 쓰다듬는 동작을 통하여 디지털 환경과 소통 할 수 있는 것이다.



(그림 4) 텍스타일 센서의 사례

전도성 섬유로 제작된 전극이 내의에 임베딩되어있다면 무구속, 무자각 상태에서 생체신호를 지속적으로 측정할 수 있을 것이다. 생체신호를 측정하는 1차적 목표는 각 신호의 발생 부위나 메카니즘에 따라 특정 질환을 진단하는 것이다. 생체신호는 진단 목적 이외에도 2차 가공을 통하여 내재된 정보의 추출할 수 있다. 예를 들어, 심전도(ECG)는 심장의 부정맥(arrhythmia)과 같은 심장질환을 진단하기 위한 대표적인 신호이다. 동시에 심전도를 이용하여 심박동변이(heart rate variability, HRV) 분석을 하면 자율신경계 활동을 분석할 수 있고 호흡에 관한 정보를 추출할 수 있다[14]. 뇌파(EEG)는 뇌 질환을 진단하는 목적으로도 사용하지만 사용자의 정신적인 안정상태를 알려 주기도 한다[15]. 근전도(EMG)는 근육의 긴장 정도를 알 수 있을 뿐만 아니라, 재활치료의 효과를 판정하거나 당뇨병성 신경병증(diabetic neuropathy)을 진단하는데도 사용된다. 이러한 기술들은 유비쿼터스 공간에서 사용자의 건강과 감정 상태를 고려한 매끄러운 서비스(seamless service)를 제공하는데 매우 유용할 수 있다.

동작 센서는 사용목적에 따라 신체의 여러 부위에서 감지가 가능하며 다양한 용도로 사용될 수 있다. 만보계와 같이 전반적인 활동량이나 칼로리 소모량을 추정할 수 있고, 특정 동작을 인식함으로써 정보통신 환경과 서로 소통할 수 있다[16]. 이 센서 역시 100% 섬유 재질로 제작되었기 때문에 아무런 이질감 없이 의류에 적용이 가능할 것이다.

위의 사례는 이외에도 스마트 의류 기술을 활용하여 구현할 수 있는 차세대 인터페이스 응용은 매우 다양하다.

### 4.3 텍스타일 액츄에이터 기술

센서가 시스템의 입력 부분이라면 액츄에이터는 시스템의 최말단에서 실질적인 서비스를 제공하는 출력 장치이다. 의류가 이러한 시스템의 출력 기능을 할 수 있다면 인간에게 새로운 인터페이스를 제공할 수 있다. 대표적인 예로 형상기억물질(shape memory material)을 활용한 응용을 들 수 있다. 형상기억물질은 온도에 따라 변형되는 재료와 전기자극에 따라 변하는 재료로 나눌 수 있다. 온도에 따라 변형되는 재료는 SMA(shape memory alloy)와 SMP(Shape Memory Polymers) 등이 있다. SMA나 SAP는 사용 목적에 따라 수동제어를 하기도 하고를 능동제어도 가능하다. 환경 온도의 변화에 따라 어떤 동작을 수동적으로 하는 경우에는 적절한 변형 온도를 가지고 있는 재료가 필요하다. 예를 들어, 의류 내부 온도가 상승하면 환기를 위한 틈을 넓혀주는 동작을 하는 의류를 설계할 때 이러한 재료를 사용할 수 있다. 최근에 주목 받고 있는 또 다른 방식의 형상기억물질은 전기활성고분자(EAP: electroactive polymer)이다[17]. EAP는 비교적 낮은 전압에서도 변형이 일어나기 때문에 촉각 디스플레이나 인공근육의 재료로 사용되고 있다. 이것은 온도의 변화가 필요 없고 전기적으로 제어가 가능하다는 점에서

SMA와 SAP 보다 활용도가 높을 것으로 기대된다.

이외에도 온도 조절 기능의 의류, 유연한 디스플레이, 광섬유를 이용한 색상변화 의류 등 다양한 연구와 개발이 진행 중에 있다.

## 5. 결론

현재의 스마트 의류 기술은 우리가 입고 있는 옷으로 하여금 키보드와 마우스의 역할을 대신할 수 있게 만들었다. 입고 있기만 하면 건강 정보를 측정할 수 있고, 파티장에서는 주변 음악에 따라 옷 색깔이 변하기도 한다. 착용자가 쾌적감을 느끼는 온도를 유지하기 위하여 섬유 자체가 온도를 조절하기도 하고 치마의 길이를 늘였다 줄였다 할 수 있다. 대부분의 기술들이 초보적인 단계이고, 착용했을 경우 어느정도 불편함을 감수해야 하지만 사회의 요구에 부응하기 위하여 한걸음씩 나아가고 있다. 미래의 컴퓨터는 인간과 소통하는 과정에서 키보드나 마우스에 전적으로 의존할 것 같지는 않다. 그리고 단순히 인간의 명령만을 반복수행하거나 정형화된 데이터를 입력받아 양식에 맞는 결과만을 출력하는 기계도 아닐 것이다. 인위적인 명령과 정형적인 데이터 이외에도 착용자의 생체정보, 환경정보, 상황정보 등이 의복을 통하여 수집, 전달, 처리 될 것이다. 만약 컴퓨팅 기능을 가진 디지털 디바이스가 의복 속에 장착되거나 임베딩 된다고 가정하면 의복의 역할은 필연적으로 변화하게 될 것이며, 많은 인터페이스가 우리가 일상적으로 착용하고 있는 의복을 통하여 이루어지게 될 것이다. 가장 자연스럽게 인간에게 불편함을 주지 않는 인터페이스를 구현하기 위해서는 정보통신 전문가뿐만 아니라 다양한 영역의 연구자들의 협조가 필요하다. 20세기의 과학기술의 발전은 학문을 계층화 시키고 세분화 시켰다. 학문이 세분화 될수록 기술의 깊이가 깊어졌지만 다른 학문과의 벽도 점점 높아진 것이 사실이다. 21세기



에는 학문의 깊이만으로 해결하기에는 너무도 복잡한 문제가 많이 있다. 스마트 의류 분야는 학문 간의 융합 없이는 존재 자체가 불가능한 연구 분야이다. 이렇게 학문 간의 융합은 기술의 깊이를 심화시킬 뿐만 아니라 영역을 넓게 만들어 준다. GUI와 터치 기술이 정보 산업을 완전히 변화시켰듯이 전자, 정보, 섬유, 의류 등이 질적이고 다양한 기술의 융합은 새로운 디지털 문화를 창조하는데 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

### 참고문헌

- [1] <http://www.media.mit.edu/wearables/lizzy/timeline.html>
- [2] <http://wearcomp.org/wearcompdef.html>
- [3] Steve Mann, "Smart clothing: Wearable Multimedia Computing and Personal Imaging to Restore the Technological Balance Between People and Their Environments, Proceedings of the Forth ACM International Conference on Multimedia '96, Nov. 18-22, Boston, pp.163-174, 1996
- [4] Marshall McLuhan, War & Peace in the Global Village, Bantam, 1968
- [5] Sharon Baurley, "Interactive and experiential design in smart textile products and applications", Personal and Ubiquitous Computing, 8, 274 - 281, 2004
- [6] Gilsoo Cho, Smart Clothing: Technology and Applications, pp. 89-113, CRC Press, 2009
- [7] R. W. Picard, "Affective computing", M.I.T Media Laboratory Perceptual Computing Section Technical Report No. 321, MIT Press, Cambridge, USA, 1995
- [8] Zhang, X. and Tao, X. (2001). Smart textiles: Passive smart, Textile Asia, June, pp. 45-49.
- [9] Zhang, X. and Tao, X. (2001). Smart textiles: Active smart, Textile Asia, July, pp. 49-52.
- [10] Zhang, X. and Tao, X. (2001). Smart textiles: Very smart, Textile Asia, August, pp. 35-37
- [11] <http://www.media.mit.edu/Wearables/mithril/>
- [12] Xianyan Wang, Christopher Drew, Soo-Hyoung Lee, Kris J. Senecal, Jayant Kumar, Lynne A. Samuelson, "Electrospinning technology: A novel approach to sensor application", Journal of Macromolecular Science, Part A, Vol.39, 10, pp. 1251 - 1258, 2002
- [13] <http://www.peratech.com/qtcmaterial.php>
- [14] Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, "Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use", Circulation, Vol.93, No5, pp.1043-1065, 1996
- [15] Horlings, R., Datcu, D. and Rothkrantz, L., "Emotion recognition using brain activity", Proceedings of 9th International Conference on Computer Systems and Technologies and Workshop for PhD Students in Computing, ACM New York, NY, USA, 2008

- [16] Moonsoo Sung, Keesam Jeong, Gilsoo Cho,  
"Establishing a Measurement System for  
Human Motions Using a Textile-Based  
Motion Sensor", Human-Computer  
Interaction, Part III, HCII 2009, LNCS 5612,  
pp.784 - 792, 2009
- [17] Yoseph Bar-Cohen, Kwang J. Kim,  
Hyook Ryeol Choi, John D. W. Madden,  
"Electroactive polymer materials", Smart  
Materials and Structures, 16, 2007

### 저자약력



정 기 삼

1988년 연세대학교 전기공학과(학사)  
1990년 연세대학교 전기공학과(석사)  
1997년 연세대학교 전기공학과(박사)  
1997년~1999년 LG-EDS 시스템 CALS&CIM연구소  
선인연구원  
1999년~현재 용인송담대학 의료정보시스템과 교수  
관심분야 : 의료공학, 의료정보, 스마트 의류, 웨어러블  
컴퓨터, 감성과학  
이 메 일 : ksjeong@ysec.ac.kr