

# 웨어러블 컴퓨터 기술 및 개발 동향

Trends on Wearable Computer Technology and Market

IT 융합 기술의 미래 전망 특집

손용기 (Y.K. Son)      웨어러블컴퓨팅연구팀 선임연구원  
김지은 (J.E. Kim)      웨어러블컴퓨팅연구팀 선임연구원  
조일연 (I.Y. Cho)      웨어러블컴퓨팅연구팀 팀장

## 목 차

- .....
- I . 서론
  - II . 웨어러블 컴퓨터
  - III . IT 중심의 웨어러블 컴퓨터
  - IV . 의류중심의 웨어러블 컴퓨터
  - V . 기술발전 전망

\* 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 IT원천기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [2008-F048-01, u-컴퓨팅 공간 협업을 위한 Wearable Personal Companion 기술 개발]

최근 기존 전통산업의 성장 잠재력의 한계를 극복하기 위하여 산업간 융합을 통한 새로운 산업 및 기술을 발굴하려는 다양한 노력들이 산업전반에서 전개되고 있는 실정이다. 특히 의복형태의 컴퓨터로 대표되는 웨어러블 컴퓨터는 섬유 및 의류 기술과 IT 기술과의 산업적 융합의 대표적인 분야라고 할 수 있다. 본 고에서는 새로운 성장 아이템으로 주목 받고 있는 웨어러블 컴퓨터 기술에 관하여 간략히 소개하고, 현재 웨어러블 컴퓨터 산업을 주도하고 있는 기술 접근방법별로 개발 현황 및 기술 동향에 대해 살펴본 뒤, 웨어러블 컴퓨터 기술의 발전방향에 대하여 전망해 보고자 한다.

## I. 서론

웨어러블 컴퓨터는 인간 중심의 기술 경향과 유비쿼터스 컴퓨팅(ubiquitous computing) 환경을 근간으로 하는 차세대 컴퓨팅 분야에서 그 중심에 위치한다고 말할 수 있다. 이것은 사용자와 컴퓨터 기간의 상호교감을 극대화시키는 사용자 중심(user-centric)의 인터페이스와 유비쿼터스 인프라에서 정보이용의 시공간적 제약을 극복하는 사용자의 정보 접근성 및 이동성을 증대시키는 무선 통신 기술과 시스템을 소형화·의류화·내장화·자유 변형화 하여 사람·기기·미디어 간의 경계를 허무는 하드웨어 플랫폼 기술을 지향하기 때문이다.

본 고에서는 새로운 성장 아이টে으로 주목 받고 있는 웨어러블 컴퓨터 기술에 관하여 간략히 소개하고 현재 웨어러블 컴퓨터 산업을 주도하고 있는 기술 접근방법별로 개발 현황 및 기술 동향에 대해 살펴본 뒤, 웨어러블 컴퓨터 기술의 발전방향에 대하여 전망해 보고자 한다.

## II. 웨어러블 컴퓨터

1950년대에 MIT에서 그 개념이 정립된 웨어러블 컴퓨팅은 1981년 고등학생이었던 스티브 만(Steve Mann)이 웨어러블 컴퓨터 시스템을 제시한 이후 미국 제록스사의 마크 와이저(Mark Weiser)가 제안한 유비쿼터스 컴퓨팅과 함께 차세대 컴퓨팅 분야의 핵심 개념으로 주목 받아 왔다.

착용형 혹은 의복형태의 개인용 컴퓨터를 통칭하는 웨어러블 컴퓨터는 초기에는 양손을 자유롭게 사용하면서 작업 매뉴얼을 봐야 하는 비행기 정비사를 위하여 개발되었지만, 최근에는 건강관리와 같은 의료분야, 택배 및 창고관리와 같은 물류분야 등으로 응용 범위가 확대되고 있다.

일반 사용자를 위한 범용의 웨어러블 컴퓨터는 우리가 일반적으로 입고 다니는 옷이나 액세서리와 같은 형태로 자연스럽게 착용할 수 있어야 하고, 사용자의 요구에 즉각 반응해야 하며, 기기 사용에 따

〈표 1〉 웨어러블 컴퓨터의 기본 기능[1]

기능	내용
착용감	일상생활에서 사용하는 의복, 액세서리와 같이 착용을 의식하지 않을 정도의 무게감과 자연스러운 착용감 제공
항시성	사용자 요구에 즉각적인 반응을 제공하기 위하여 컴퓨터와 사용자간 끊임없는 통신을 지원할 수 있는 채널 존재
사용자 인터페이스	인간의 신체적, 지적 능력의 연장선상에 있어야 하므로 사용자와의 자연스러운 일체감과 통합감 제공
안정성	장시간 착용에 따른 불쾌감과 신체적 피로감을 최소화하고 전원 및 전자파 등에 대한 안정성 보장
사회성	착용에 따른 문화적 이질감을 배제하고 사회 문화적 통념에 부합되는 형태와 개인의 프라이버시 보호

른 안정성을 보장해야 하고, 착용에 따른 문화적 이질감을 극복할 수 있어야 하며, 장치를 사용하는 것보다는 장치와 융합할 수 있는 사용자 인터페이스 기능을 지원해야 한다(〈표 1〉 참조). 이러한 기능을 구현하기 위한 웨어러블 컴퓨터 기술에는 하드웨어 플랫폼 기술, 사용자 인터페이스 기술, 상황인지 기술, 저전력 기술, 근거리 통신 기술 등이 포함된다. 특히, 사용자 인터페이스 기술과 하드웨어 플랫폼 기술은 양손에 자유를 부여하고 간편하게 기기를 조작할 수 있도록 하며(hands-free), 사용자의 집중을 덜 요구하는(distraction-free) 웨어러블 특성을 보다 잘 반영해야 한다. 뿐만 아니라, 사용자가 직접 착용하므로 안정성·편안함·패션과 같은 기술 외적인 사항이 기술 수용에 큰 영향을 미칠 수 있기 때문에 의류·인간공학·디자인 등 IT 이외 분야와의 기술 협력 또한 중요하다.

초기의 웨어러블 컴퓨터 기술은 기존의 컴퓨터를 모듈별로 분해하여 사용자의 몸에 적절히 분산시키는 수준의 개념적 구현에 그쳤으나, 최근에는 전자 부품산업의 획기적인 발전으로 초소형 저전력 플랫폼 설계가 가능하게 되어 액세서리와 같은 신체착용형과 의복형태의 시스템이 개발되고 있다(in-cloth 단계). 의복형태 시스템의 경우에, 딱딱한 전자부품 형태의 소자 및 장치들은 근본적으로 유연성을 갖지 못하기 때문에 의복 본래의 기능을 제대로 발휘하지

못하는 문제점이 있었으나, 전도성 실(digital yarn), 전도성 섬유(e-textile), 직물센서(textile sensor) 등과 같은 실제 직물에 가까운 소재 및 부품이 개발되면서 옷이 컴퓨터가 되는 세상도 한층 가까워지고 있다(are-cloth 단계)[1].

다음 절에서는 IT 주도 연구와 섬유 및 의류 주도 연구 내용을 중심으로 웨어러블 컴퓨터의 기술 및 개발 동향을 살펴본다.

### Ⅲ. IT 중심의 웨어러블 컴퓨터

웨어러블 컴퓨터 기술은 기존의 모바일 혹은 데스크톱 형태의 기기를 사용자가 착용하기 편하도록 재설계하여 착용형 혹은 의복형태에 가까운 시스템으로 구성하는 IT 기반의 연구에서 출발하였다.

웨어러블 컴퓨터는 요소 기술면에서 모바일 컴퓨터와 공통점이 많지만, 하드웨어 플랫폼 및 사용자 인터페이스 기술에서 차별화가 두드러진다.

#### 1. 웨어러블 컴퓨터 플랫폼

대부분의 IT 중심의 웨어러블 컴퓨터는 벨트/머리 착용형(belt/head worn), 손목/손가락/팔 착용형(wrist/finger/arm worn), 의류기반형(clothing based)과 같은 폼팩터로 개발되고 있으며, 상업용으로는 물류관리 및 건강관리 분야의 제품이 주로 판매되고 있다[2].

미국 Xybernaut사[3]에서는 1998년 이후 Mobile Assistant V, Poma, XyberKids 등을 개발하였고, ViA사[4]는 2000년에 ViA II PC를 개발하여 웨어러블 컴퓨터의 산업화 가능성을 제시했다(그림 1) 참조).



(그림 1) Xybernaut와 ViA의 웨어러블 컴퓨터

IBM에서는 1998년에 음성인식 소프트웨어인 IBM ViaVoice™과 포인팅 장치인 TrackPoint™, HMD로 구성된 웨어러블 컴퓨터를 개발하였고, 2000년에는 리눅스 운영체제가 이식된 시계형 장치를, 2002년에는 웨어러블 컴퓨터 사용자 주변의 센서를 포함한 다양한 장치와 인터넷 기반의 서비스를 연결시켜 주는 개인용 장치를 개발하였다(그림 2) 참조).



(a) Wearable Computer (b) Linux Watch (c) Personal Mobile Hub

(그림 2) IBM의 웨어러블 컴퓨터 플랫폼

Vocollect사[5]는 창고관리를 위한 음성인식기반의 웨어러블 솔루션인 Talkman series를 판매하고 있으며, 매년 높은 성장속도로 다양한 분야로 진출하고 있다.

LEX사[6]는 Voxware사[7]의 음성 솔루션을 탑재하고, 바코드 리더와 같은 다양한 장치와 연결하여 멀티모달 기술로 택배 및 창고를 관리하기 위한 HX3를, Motorola사는 창고관리와 택배분야를 위한 웨어러블 컴퓨터인 WT4000을 각각 판매하고 있다.

EuroTech사[8]는 인체공학적으로 설계하여 착



(a) Vocollect의 Talkman

(b) LXE의 HX3

(c) Motorola의 VT4000

(d) EuroTech의 ZyPad

(그림 3) 산업용 웨어러블 컴퓨터

용감이 우수한 손목착용형 웨어러블 장치인 ZyPad를 판매하고 있으며, 건강관리 및 물류, 창고관리 등으로 시장을 확대하고 있다(그림 3) 참조.

스위스 취히리 공대(ETH)[9]는 2004년에 벨트형 웨어러블 컴퓨터인 QBIC을 개발하였으며, 핀란드의 Nokia는 FPGA 기반의 손목장착형 센서 플랫폼을 2007년에 개발하여 오픈 플랫폼으로 공개하였다(그림 4) 참조.

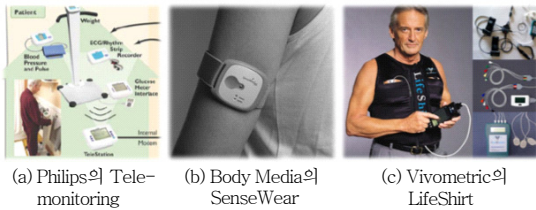


(그림 4) ETH와 Nokia의 웨어러블 플랫폼

유럽 Philips사는 가전기기 형태의 무선 계측장치(혈압계, 체중계, 혈당계, 심전계)로 환자의 생체 정보를 원격 모니터링하여 건강관리하는 원격모니터링 플랫폼(tele-monitoring platform)을 개발하였다. 이 제품 중 심전계와 혈압계는 무선으로 중앙장치와 통신하므로 집 안에서 착용하고 이동하는 것이 자유롭다.

미국 Body Media사[10]는 팔뚝에 차고 운동하면 그에 따른 칼로리를 계산하여 주는 스마트밴드(SenseWear ArmBand)를 개발하였다. 이 제품은 몸의 온도나 열 등 신체의 변화를 체크하여 운동, 휴식, 일, 잠 등의 라이프 스타일(life style)을 관리해 준다.

미국 Vivometric사[11]는 혈압, 맥박, 호흡 등 35종의 신체기능을 체크하는 센서를 내장한 조끼인



(그림 5) 건강관리용 웨어러블 장치

라이프셔츠(LifeShirt)를 개발하였다. 이 제품은 여러 복잡한 계측장치를 사용자의 편의에 맞게 옷에 배치한 제품이다(그림 5) 참조.

## 2. 입력 인터페이스 기술

컴퓨터 및 모바일 분야의 기술적 진보에도 불구하고 웨어러블 컴퓨터 환경에 적합한 사용자 입력 기술의 발전은 다소 더딘 상태로 진행되고 있으며, 범용이 아닌 특정 상황과 해당 업무 환경에 적합한 형태로 기술 개발이 이루어지고 있다.

현재 연구되고 있는 웨어러블 입력장치는 키보드 기반의 장치와 손목착용형 장치처럼 손동작에 의한 입력장치가 주류를 이루고 있으며, 산업현장에서는 음성기반의 입력 인터페이스가 널리 사용되고 있다. 이외에 영상 및 뇌파, 근전도 기반의 사용자 인터페이스 연구도 이루어지고 있다.

또한 두 가지 이상의 입력수단을 융합하여 사용자에게 다양하고 편리한 입력 인터페이스를 지원하는 멀티모달 입력 기술이 최근 시도되고 있으며, LXE사[6]는 Wearable, Voice-Dedicated Multimodal Computers 제품을 판매하고 있다.

키보드 기반의 입력장치는 L3 System사[12]의 WristPC Keyboard, Handykey사[13]의 Twiddler, Oxford 대학의 WearClam, FrogPad사[14]의 iFrog Wearable, Septembic Keyboard, I-Tech사[15]의 Virtual Laser Keyboard, WetPC[16]의 Kord Pad 등이 있다(그림 6) 참조.

그리고 다양한 센싱 기술을 이용하여 손의 움직임 인식하는 손목착용형 장치로는, 손바닥 근육의 움직임을 이용한 Senseboard Technology[17]의 Senseboard, 손가락 간의 접촉을 이용한 Kitty[18], 자이로 및 가속도센서를 이용한 삼성의 Scurry, 적외선 센서와 가속도 센서를 이용한 LightGlove[19], 장치와 손목 접촉의 정전용량성 변화를 검출하는 소니 CSL의 GestureWrist, 손가락 움직임에 의한 전달음을 이용한 Georgia Tech의 Hambone, 가속도센서 및 자이로센서, 압전센서를 이용한 제스





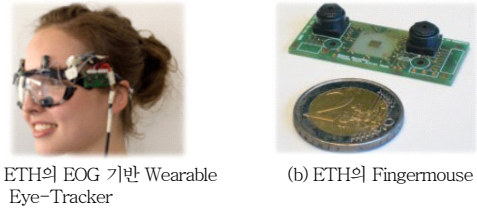
(그림 6) 키보드 형태의 입력장치



(그림 7) 손목착용형 입력장치

처 입력 장치인 한국전자통신연구원(ETRI)[20]의 WPGB와 ARC가 있다(그림 7) 참조.

스위스 ETH에서는 최근 안전도(EOG)를 이용한 웨어러블 Eye-Tracker와 소형 스테레오 카메라를 이용하여 공간상의 손가락 움직임을 좌표로 표시할 수 있는 Fingermouse를 개발하였다(그림 8) 참조.

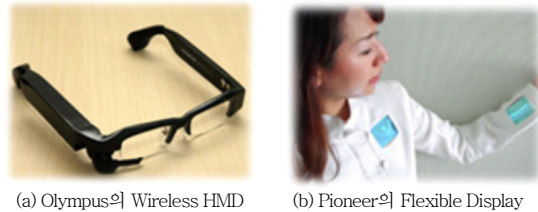


(그림 8) ETH의 웨어러블 입력장치

### 3. 출력 인터페이스 기술

웨어러블 컴퓨터에서의 사용자를 위한 출력 인터페이스 기술은 정보 표현력이 뛰어난 디스플레이 위주로 발전되었으며, 최근에는 촉각을 고려한 햅틱(haptic) 인터페이스도 활발하게 연구되고 있다.

웨어러블 디스플레이는 이동성 및 핸즈프리 특성을 고려한 HMD나 안경형 디스플레이 장치가 주류를 이루고 있으며, 기술의 발달로 플렉시블 디스플레이(flexible display)가 개발되어 옷 또는 손목형 장치에 부착되고 있다. 최근 일본 Olympus사에서는 Wireless HMD를 시제품 형태로 개발하였다(그림 9) 참조.



(그림 9) 웨어러블 출력 장치

IT 중심의 웨어러블 컴퓨터의 다양한 사례들을 살펴보면, 복잡한 컴퓨팅 기능(full-functional wearable computer)이나 만능 사용자 인터페이스보다는 해당분야에서 필요로 하는 기능만 탑재하는 제품들이 시장을 주도하고 있음을 알 수 있다[21].

## IV. 의류중심의 웨어러블 컴퓨터

웨어러블 컴퓨터 기술의 또 다른 연구방향은 섬유 및 의류 분야에서의 시도들이다.

섬유분야에서는 섬유·직물 자체가 외부 환경에 반응하는 소재의 기능성 연구 이외에 전기전자적 기능을 결합한 전도성 실, 전도성 섬유, 전도성 직물 기반의 센서 개발 및 직조 기술의 연구가 진행되고 있다. 최근 이러한 섬유분야의 노력과 의류, 패션, BT, IT 등 다양한 분야와의 결합을 통한 획기적인 의류형 웨어러블 컴퓨터의 성과물들이 발표되고 있다. 주로 신체신호측정 의류, 엔터테인먼트 의류, 에너지발생 의류 등이 개발되고 있으며 개발 사례는 다음과 같다.

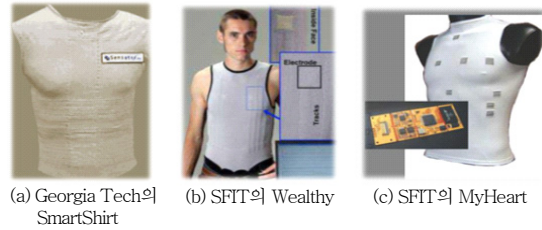
### 1. 신체신호측정 의류

유비쿼터스 헬스케어(u-healthcare)는 집에서든 밖에서든 장소에 관계없이 실시간으로 생체신호를 수집하고 건강관리 센터에 전송하여 건강 이상을 지속적으로 관찰하고 이상이 있을 시에 적절한 조치를 취하도록 하는 기술을 포괄한다. 그 동안 IT, BT 융합기술을 통한 홈 및 모바일 헬스케어 시스템이 주로 개발되었으나, 최근 착용성과 편의성을 제공하기 용이한 의류형 헬스케어 시스템이 개발되면서 헬스케어 시장이 더욱 활성화될 것으로 기대된다.

미국의 Sensatex사[22]는 Georgia Tech과 제휴하여 심장기능과 체온 등을 광섬유와 전도성 섬유로 모니터링하는 제품인 스마트셔츠(SmartShirt)를 개발하였다. 스마트셔츠는 군인, 소방관, 환자, 운동선수용으로 개발되었으며 건강상태와 위급상태를 체크하여 빠르게 대응할 수 있도록 한다.

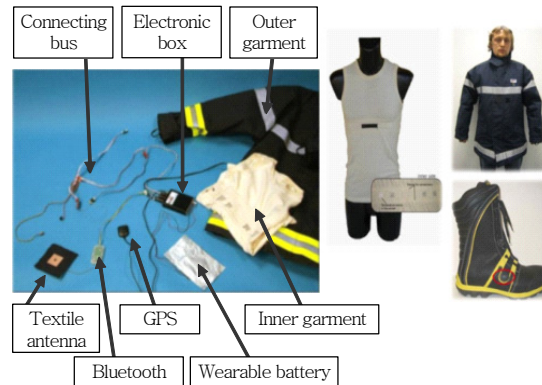
유럽연합은 SFIT 프로젝트[23]를 통해 미래 섬유기술을 선도하고 있다. 심전도와 호흡, 체온 등을 모니터링 할 수 있는 셔츠(Wealthy, MyHeart)를 개발하였고, 인체의 pH 농도, 염도, 땀의 농도와 같은 생화학적 파라미터를 지속적으로 감시하기 위한 생화학 센서 및 섬유(biotex)를 개발하였다(그림 10) 참조).

또한, SFIT 프로젝트에서는 위의 모든 결과물을 활용하는 보호복(proetex) 개발을 진행 중이다. 보호복 내피(inner garment)에는 호흡, 심박, 체온을 측정할 수 있는 직물기반 센서가 내장되어 있다. 보



(그림 10) 의류형 헬스케어 장치

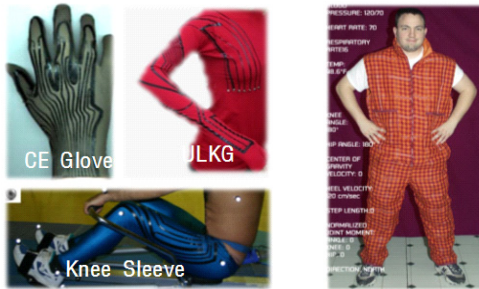
호복 외피(outer garment)에는 소방관의 움직임 및 자세, 현재 위치, 외부 온도를 측정하는 각각의 센서가 내장되어 있으며, 전원장치인 플렉시블 배터리(flexible battery)와 블루투스 모듈(blue tooth transmission)과 연동되는 저전력 직물형 안테나(textile antenna) 및 트랜시버(transceiver)가 포함되어 있다. 보호신발에는 가스센서가 있어 외부의 위험을 감지한다(그림 11) 참조).



(그림 11) Proetex의 시스템 구성, 내피, 외피, 신발

이탈리아 BioMechLab[24]에서는 환자의 관절의 움직임을 포착하기 위해 탄소와 실리콘을 이용한 센서를 내장한 장갑(CE-Glove), 바지(Knee Sleeve), 셔츠(ULKG)를 개발하였다.

미국 VirginiaTech[25]은 전도성 직물 기반의 압전 스트립(piezoelectric strip)을 이용한 관절 구부림과 가속도 센서들(accelerometers)을 이용한 모션 추정을 통하여 사람이 걷거나 뛸 때 어떻게 균형을 잡는지 연구하고 나이에 따라 사람의 걸음걸이가 어떻게 바뀌는지 알아내어 사고를 예방할 수 있는 호키슈트(Hokie Suit)를 개발하였다(그림 12) 참조).



(a) BioMechLab의 System (b) VirginiaTech의 Hokie Suit  
(그림 12) BioMechLab과 VirginiaTech의 웨어러블 장치

독일 Adidas사[26]는 Polar Electro사와 합작하여 운동 중 심박 수 등 생체신호를 측정하여 시계형 단말로 전송하고 운동량을 표시해주는 운동복을 출시하였다. 가슴 부위에 심박측정섬유와 심박기가 있는 셔츠와 밑창에 스피드 센서가 내장된 신발과 손목 시계형 컴퓨터가 하나의 키트로 구성되어 있다. 유사한 제품으로 미국 나이키사의 Nike+ iPod[27]와 Textronix사의 NuMetrex[28]이 있다.

한국전자통신연구원(ETRI)에서는 심전도, 스트레시지수, 호흡 수, 운동량 등을 측정하는 바이오셔츠(bio-shirt)[29]를 개발하였다. 이 제품은 심박수와 운동 속도가 적정 범위를 벗어날 경우 경고를 준다(그림 13 참조).



(a) Adidas+ Polar (b) Nike+ iPod (c) NuMetrex (d) ETRI의 Bio-Shirt

(그림 13) 스포츠용 웨어러블 장치

한국생산기술연구원에서는 자체 개발한 전도성사를 이용하여 심전도 측정용 디지털 가먼트(digital garment)[30]를 개발하였다.

## 2. 엔터테인먼트 의류

플렉시블 입출력 장치를 통해 정보와 오락을 동시에 즐길 수 있는 의류와 전기적 자극에 의해 색상이

변하는 전자 염료를 이용한 의류도 개발되고 있다.

CuteCircuit사[31]는 착용자에게 사랑하는 사람의 팔 압력, 피부온도, 심장 박동 등을 데이터화 하여 꼭 껴안아주는 감각을 가상으로 느낄 수 있도록 한 허그셔츠(hug shirt)를 개발하였고, 이 제품은 2006년 혁신 제품의 하나로 선정될 정도로 인기를 끌었다.

Zengna사[32]는 블루투스과 직물터치패드를 이용하여 iPod로 음악을 들으면서 동시에 핸드폰을 사용할 수 있는 iJacket을 개발하였다(그림 14 참조).



(a) CuteCircuit의 Hug Shirt (b) Zengna의 iJacket

(그림 14) CuteCircuit과 Zengna의 의류시스템

한국봉제기술연구소는 제일모직(주) 및 한국전자통신연구원과 'Smart g' 프로젝트[33]를 통해 심박 및 체온 모니터링 기능 이외에 직물터치센서 기반 MP3 플레이어 및 무전기 제어기능, 전도성사를 이용한 음원과 영상 전송기능, RFID 기능, 근거리 무선 통신 기능, 박막 스크린 및 스피커 내장 기능 등이 단순 또는 복합된 스포츠웨어와 작업복을 개발하고 있다(그림 15 참조).



(그림 15) 한국봉제기술연구소의 'Smart g' 프로젝트

한국 연세대학교 스마트의류 연구단과 다수의 산학기관이 참여하고 있는 '미래 일상생활용 스마트의류' 기술개발 사업[34]에서는 '2007 스마트의류 패션쇼'를 통해 1단계 결과물을 소개하였다. MP3 기능 의류는 라이선스 협약을 통해 iPod와도 호환될

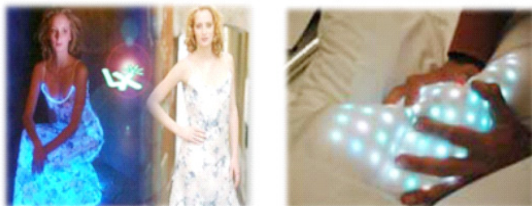


예정이며, 블루투스 기능이 내장된 헤드폰형 모자도 선보였다. 자전거 및 사이클링 의류는 온도·습도·오존지수·자외선지수 등을 체크하여 운동강도를 조절할 수 있고, 비상시에는 옷 속의 GPS를 통해 자신의 위치를 통보한 후, 옷의 LED를 켜서 멀리에서도 쉽게 발견할 수 있도록 한다. 주변기후 측정이 가능하고 추울 때는 옷 속의 발열장치를 켜서 따뜻하게 할 수 있는 스노보드 및 스키복과 사전에 입력한 대로 색채가 연속으로 변화하도록 하거나 주변 환경 및 소리에 따라 색깔이 변하는 광섬유기반 디지털컬러 의류 등도 전시되었다(그림 16) 참조).



(a) MP3 의류 (b) 스포츠 의류 (c) 디지털컬러 의류  
(그림 16) 연세대학교의 '미래 일상 생활용 스마트의류'

이보다 앞서, 이탈리아의 Luminex사[35]는 광섬유와 LED를 사용하여 세탁 가능한 발광 의류를 개발하였고, Philips사는 다색의 LED를 직물에 삽입한 'Photonic Textile'인 Lumalive을 개발하였다(그림 17) 참조).



(a) Luminex의 발광의류 (b) Philips의 Lumalive  
(그림 17) 디지털컬러 의류

Softswitch사[36]는 2005년 영국 Eleksen사를 인수한 후 ElekTex Textile Touchpads와 ElekTex Textile Buttons & Switches, Programmable Textile Touchscreen을 판매하고 있다(그림 18) 참조).



(그림 18) ElekTex 직물버튼 및 직물터치스크린

### 3. 에너지발생 의류

의류형 웨어러블 컴퓨터에서 옷 속에 내장되는 다양한 센서 및 액추에이터를 가동하고 외부 시스템과 무선통신을 하기 위해서는 저전력 기술과 전력생산 기술을 확보하는 것이 중요하다.

Zengna사[32]는 광전지 플랫폼의 소형화, 유연화와 그리고 효율극대화를 통해 휴대폰 MP3 플레이어 등 전자제품을 충전할 수 있는 재킷인 iSolarX Jacket을 개발하였다. Reusch사[37]는 장갑 착용자의 체온에 맞게 의류의 발열상태를 조절해 주는 마이크로 컨트롤 시스템이 내재된 Solaris Ski Glove를 개발하였다(그림 19) 참조).



(a) Zegna의 iSolarX Jacket (b) Rush의 Solaris Ski Glove  
(그림 19) 솔라셀을 이용한 의류

이와 같은 의류형 웨어러블 컴퓨터 연구는 기존 의복을 이루는 다양한 소재에 전도성, 발광성, 센싱 등의 전기전자적 능력을 부가하는 활동이 주로 이루어지고 있음을 알 수 있다. 그러나 이러한 웨어러블 컴퓨터는 의류의 본질적인 특성과 고유의 감성을 유지할 때 더욱 인간적인 기술로 다가갈 것이며 사람들에게 보다 쉽게 수용될 것으로 보인다. 실제로 더



지털컬러 의류는 패션을 넘어서 음성언어를 사용하는 것 이상의 감정 및 메시지를 전달하는 새로운 미디어로서의 가능성을 확인해주고 있다.

## V. 기술발전 전망

위에서 살펴본 바와 같이, 기존 섬유 및 패션과 같은 전통산업의 포화로, 새로운 비즈니스 모델 창출을 위한 IT 기술과의 융합이 가속화되고 있다. 그동안 IT 중심의 웨어러블 컴퓨터 연구들은 기기의 소형화, 무선화 및 자연스러운 사용자 인터페이스 등에 치중하였고, 의류중심의 연구들은 전도성 실, 전도성 직물, 직물센서 등의 신부품 개발 및 의류형 플랫폼 개발에 주력해 왔다. 앞으로는 보다 의류에 가까운 시스템으로 발전하고 새로운 성장 산업으로 한 단계 올라서기 위하여 기술간 장벽들을 해결하고, 웨어러블 컴퓨터의 미래 서비스 발굴을 통한 응용 영역을 확대하려는 노력이 필요하다.

지식경제부는 앞으로 스마트의류 세계 시장은 2008년 2억 달러에서 2010년 7억 달러, 2014년 70억 달러로 급격한 성장세를 보이며, 우리나라는 세계시장의 20% 이상(2008년 250억 원)을 점유해 나갈 것으로 전망된다며, 섬유와 IT 기술의 융합 촉진을 위해 2008년 6월 'New IT 전략'의 일환으로 '산업 IT 융합포럼'에 섬유분과를 만들고, 미래 먹거리가 가능한 신성장동력의 하나로 스마트 의류를 포함한 스마트 섬유를 적극 지원해 나갈 방침이라고 밝히고 있다.

웨어러블 컴퓨터 기술의 또 다른 영역에서는 의류화(are-cloth) 시스템 단계를 거쳐 인체 내장형(implantable) 및 형태 자유변형(transformable)이 가능한 시스템을 개발하기 위한 연구들을 계속하고 있다. 이러한 미래의 웨어러블 컴퓨터를 개발하기 위해서는 나노기술(NT)과의 결합이 필연적이다.

핀란드 노키아 리서치 센터와 영국 캠브리지 나노과학 센터가 공동 개발중인 모프(Morph)[38]는 종이처럼 얇고 변형이 가능한 차세대 컴퓨터이다. 미래의 웨어러블 컴퓨터는 핸드폰처럼 사용하다가

잡아 늘려 펼치면 자판으로 사용할 수도 있고, 둘둘 말아 팔찌처럼 찰 수도 있게 된다. 이는 얇고 유연한 바디는 거미줄과 유사한 3차원 메시 구조로 엮인 섬유단백질(fibril proteins)을 주 소재로 이용하는 나노기술을 바탕으로 하기 때문에 가능하다. 심지어 이물질이 묻어도 안으로 스며들지 않도록 하는 표면의 자정(self-cleaning) 능력과 주변 환경의 오염도를 측정하거나 표면전체가 태양광 전지역활을 하는 환경센싱(sensing the environment) 능력을 보유한 차세대 컴퓨터도 등장할 것으로 보인다.

웨어러블 컴퓨터는 인간과 가장 가깝게 위치할 수 있기 때문에 인간의 생체신호, 감정, 행동, 의도 등을 파악하기 용이하여 인간 중심(human centric)의 기술 구현에 있어 유리한 위치에 있다. 앞으로 IT, BT, NT, 섬유, 의류 등 여러 기술 분야가 협력하여 인간의 감성에 가깝고 사용자의 편익을 증대시킬 수 있는 진정한 기술 융합을 이룬다면 웨어러블 컴퓨터의 일상 생활화는 앞당겨질 것으로 전망된다.

## 약 어 정 리

ARC	Actual Remote Control
BT	Biotechnology
EOG	Electro-oculogram
GPS	Global Positioning System
HMD	Head Mounted Display
IT	Information Technology
LED	Light-Emitting Diode
MP3	MPEG Audio Layer-3
NT	Nanotechnology
QBIC	Q-Belt Integrated Computer
RFID	Radio-frequency Identification
SFIT	Smart Fibers & Intelligent Textiles
ULKG	Upper Limb Kinesthetic Garment
WPGB	Wearable Pointing and Gesture Band

## 참 고 문 헌

- [1] 한동원 외 2명, "웨어러블 컴퓨팅을 위한 서비스 인프라 구조," 대한인간공학회지, 제24권 제1호, 2005. 2., pp. 43-46.

- [2] Wearable Electronics System:Global Market Demand Analysis, Venture Development Corporation, 2007. 7.
- [3] Xybernaut, [www.xybernaut.com](http://www.xybernaut.com)
- [4] ViA Technologies, [www.via.com.tw](http://www.via.com.tw)
- [5] Vocollect, [www.vocollect.com](http://www.vocollect.com)
- [6] LXE, [www.lxe.com/us](http://www.lxe.com/us)
- [7] Voxware, [www.voxware.com](http://www.voxware.com)
- [8] Eurotech, [www.eurotech.com](http://www.eurotech.com)
- [9] Swiss Federal Institute of Technology Zurich, [www.ethz.ch](http://www.ethz.ch)
- [10] BodyMedia, [www.bodymedia.com](http://www.bodymedia.com)
- [11] VivoMetrics, [www.vivometrics.com](http://www.vivometrics.com)
- [12] L-3 Communications, [www.l-3com.com](http://www.l-3com.com)
- [13] Handykey Corporation, [www.handykey.com](http://www.handykey.com)
- [14] FrogPad, [www.frogpad.com](http://www.frogpad.com)
- [15] I-Tech, [www.virtual-laser-keyboard.com](http://www.virtual-laser-keyboard.com)
- [16] WetPC, [www.wetpc.com.au/html](http://www.wetpc.com.au/html)
- [17] Senseboard Technologies, [www.senseboard.com](http://www.senseboard.com)
- [18] Spiral-Wire Design KITTY finger-worn keyboard, <http://kr.youtube.com/watch?v=dFE7YyVvFUy>
- [19] Lightglove, [www.lightglove.com](http://www.lightglove.com)
- [20] I.Y. Cho 외 7명, "A Distributed Wearable System Based on Multimodal Fusion," *Proc. Int'l Conf. on Embedded Software and Systems*, 2007, pp.369-378.
- [21] 손미숙 외 3명, "웨어러블 시스템 사용자 상호작용 시장 분석 및 기술 동향," *전자통신동향분석*, 제21권 제2호, 2006. 4., pp.184-191.
- [22] SmartShirt, [www.sensatex.com](http://www.sensatex.com)
- [23] SFIT, [www.csem.ch/sfit](http://www.csem.ch/sfit)
- [24] BioMechLab, [biomech.iet.unipi.it](http://biomech.iet.unipi.it)
- [25] Hokie Suit, [www.ece.vt.edu/news/ar04/hokie.html](http://www.ece.vt.edu/news/ar04/hokie.html)
- [26] Adidas-Polar, [www.adidas-polar.com](http://www.adidas-polar.com)
- [27] Nike+ iPod, [www.apple.com/ipod/nike](http://www.apple.com/ipod/nike)
- [28] NuMetrex, [www.numetrex.com](http://www.numetrex.com)
- [29] 신승철 외 9명, "응급상황 감지를 위한 e-HEALTH 시스템의 구현," *한국정보과학회논문집*, 제31권 1권, 2004. 4., pp.322-324,
- [30] 정기수, "디지털가먼트 개발 동향," *염색가공*, Vol.1, 2006, pp.55-63.
- [31] CuteCircuit, [www.cutecircuit.com](http://www.cutecircuit.com)
- [32] Ermenegildo Zegna, [www.zegna.com](http://www.zegna.com)
- [33] 한국봉제기술연구소, [www.sewtec.re.kr](http://www.sewtec.re.kr)
- [34] 연세대학교 스마트의류 기술개발연구소, [www.smart-clothing.org](http://www.smart-clothing.org)
- [35] Luminex, [www.luminex.it](http://www.luminex.it)
- [36] Softswitch, [www.softswitch.co.uk](http://www.softswitch.co.uk)
- [37] Solaris ski glove, [www.reuschusa.com/](http://www.reuschusa.com/)
- [38] Morph 컨셉, [www.youtube.com/watch?v=IX-gTobCJHs](http://www.youtube.com/watch?v=IX-gTobCJHs)