

## 정보화 사회와 착용형 컴퓨터의 전망

한탁돈\*\* · 정철호\*\* · 김기섭\* · 이남규\*\* · 이충규\*

### 1. 서 론

현대 정보화 사회의 특징은 효용가치가 높은 정보를 적은 획득 비용으로 이용할 수 있다는 것이다[1]. 특히 컴퓨터와 미디어, 그리고 정보통신 기술의 발달은 정보의 획득 비용을 최소화하며 다양한 정보를 쉽게 통합 및 가공하여 보다 효용 가치가 높은 정보를 생산할 수 있게 해준다. 이렇게 생산된 정보는 다시금 최소 비용으로 제공되므로 비용대 효용성이 높은 고품질의 신정보를 생산하는 토대가 된다. 정보화 사회에서는 이러한 비용과 효용간의 순환적 구조가 형성되므로 정보의 운용과 확산이 더욱 활발해진다. 또한 정보의 가공과 생산, 교환 그리고 관리를 위하여 다양한 미디어 기술들이 발달하게 되므로 그 결과 멀티미디어 정보가 등장하게 되었다.

각종 정보통신과 미디어 기술의 발달은 언제 어디서나 인간 사이의 상호작용을 가능하게 만들었다. 이 덕분에 인간은 시공간의 제약을 벗어나 보다 빠르고 직접적인 커뮤니케이션을 누리게 되었다. 또한 각종 멀티미디어 기술들은 시각과 문자를 통한 정보 교환과 습득에 의존하던 인간에게 정보량이 풍부하고, 실제감이 큰 디지털 매체를 공감각적으로 제공하고 있다.

정보화 사회에서는 다양한 상황 하에서 여러 가지 사건들과 정보들이 실시간에 발생하며 신속한 처리를 요구하므로, 이를 위하여 다양한 컴퓨터 기술과 제품들이 개발되고 있다. 특히 휴대전화와 개인정보단말기(PDA)와 같은 휴대용 단말기가 더욱 보편화하고 있으며 기능도 더욱 강력해지고 있다. 또한 스마트폰이나 IMT2000에서 볼 수 있듯이 유무선통신과 멀티미디어 정보처리 기술이 통합되어 멀티미디어 정보 제공의 필요성이 증대되고 있다. 심지어 가전기기조차도 단순한 기능에서 벗어나 인터넷이나 멀티미디어 단말기로 이용되는 등 점차 정보기기와의 경계가 희미해지는 추세이다. 즉, 모든 기기가 정보기기화하고 있으며 이들이 서로 네트워크를 형성하여 다양한 정보 교환과 처리를 하는 경향을 보이고 있는 것이다.

착용형 컴퓨터는 이러한 상황에 대응하여 네트워크 환경을 기반으로 복합적인 멀티미디어 정보를 인간이 쉽게 이용하고 처리하기 위한 것이다. 또한 일반적인 환경뿐만이 아니라 의학, 항공기 제조와 같이 복잡하고 전문적 지식이 요구되는 분야, 군사분야와 같이 정보가 신속하게 처리되어야 하는 특화된 영역에서도 사용되고 있다. 착용형 컴퓨터는 HUD(Head Up Display), 간편한 입력 장치, 근거리 개인 무선 통신망, 상황인지(context sensing) 모듈과 통신 기기로 구성되어

\*연세대학교 컴퓨터과학·산업시스템공학과 미디어시스템 연구실

\*\* (주) 칼라젯미디어

마치 유능한 비서처럼 역할을 수행한다[2].

이 글에서는 착용형 컴퓨터의 전반적 현황을 소개하고 그 미래를 전망해보고자 한다. 그를 위해 먼저 2장에서 착용형 컴퓨터의 개념과 역사, 3장에서는 그 요소 기술을 소개한다. 이어서 4장과 5장에서는 착용형 컴퓨터의 응용분야와 연구 현황을 살펴보고, 마지막으로 향후 착용형 컴퓨터의 미래를 전망하면서 글을 맺고자 한다.

## 2. 착용형 컴퓨터의 개념과 역사

멀티미디어 정보를 다양하게 처리하는 것은 현재의 휴대 단말기만으로는 한계가 있다. 착용형 컴퓨터는 휴대용 단말기보다 진화된 개념으로서, 다양한 환경과 상황에서 여러 가지 멀티미디어 정보들을 실시간에 처리하기 위한 목적으로 개발되고 있는 기술과 제품이다. 상황에 따라 여러 종류의 정보를 실시간에 처리하기 위해 컴퓨터를 포함한 입출력 장치를 마치 안경이나 의복처럼 착용 또는 휴대하고, 사용자와 보다 적극적인 상호작용을 하여 그에 적합하게 정보를 처리하는 것이 착용형 컴퓨터의 특징이라고 할 수 있다.

경우에 따라 착용형 컴퓨터는 개인 음성기기, 영상 디스플레이가 부착된 휴대형 기기와 음성 인식 기기, 무선 네트워크 기기 등의 조합으로 이

루어질 수 있다[3]. 그러나 장치들은 사용환경이나 용도에 따라 가감되거나 변화되어질 수 있으므로 단적으로 어떠한 장치들이 필요하다고 정의하기란 어렵다.

### 2.1 착용형 컴퓨터의 역사

MIT 미디어 랩에서는 착용형 컴퓨터의 역사에 대해 중세의 안경이나 망원경, 그리고 주머니 시계와 같은 장치들의 발명을 포함하여 기술하고 있다. 이렇듯 착용성이라는 점에 주목한다면 1960년의 특허인 헤일리그(Heilig)의 HMD(Head Mounted Display)형 스테레오 TV도 착용형 컴퓨터의 일종이라고 할 수 있다. 이것은 음향과 진동 기능 등의 공감각적 인터페이스를 제공하는 착용형 제품이기 때문이다. 그러나 컴퓨터를 이용한 정보의 입출력을 기준으로 한다면, 1961년에 MIT의 에드 소프(Ed Thorp)와 클라우드 샤논(Claude Shannon)이 만든 룰렛게임 예측기를 비로소 본격적인 착용형 컴퓨터의 시초라고 할 수 있다. 이 기계는 네 개의 버튼으로 이루어진 아날로그 컴퓨터로서 룰렛바퀴의 속도를 측정하고 결과를 예측하는 기능을 수행했다[4].

보다 현대적인 착용형 컴퓨터 제품은 1966년에 이반 서덜랜드(Ivan Sutherland)가 만들어낸 컴퓨터기반 HMD이다. 이 제품은 반사경과 두 개의 소형 CRT를 사용하여 영상을 보여주고, 이에 3D 와이어 프레임 투영하는 제품으로 정보가 부가된 증강현실과 가상현실 개념을 구현하였다[5]. 이러한 연구 이후에도 착용형 컴퓨터의 구성 요소라고 할 만한 키보드, 카메라, 워크맨, 영상기기 등이 개발되었지만, 그 수준은 미약했다.

착용형 컴퓨터의 구체적인 형태와 특징은 스티브 만(Steve Mann)이 1970년대에 개발한 사진장비 제어용 배낭형 컴퓨터(Backpack-mounted com-

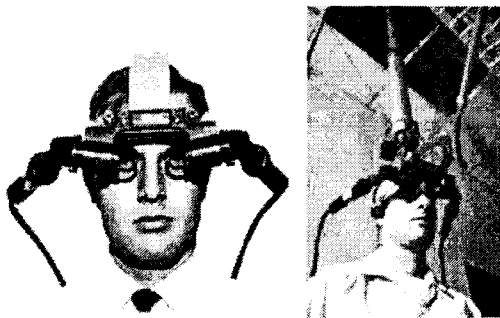


그림 1. Ivan Sutherland의 HMD

puter to control photographic equipment)에서 찾아볼 수 있다. WearComp0라는 이름의 이 제품은 휴대가 가능하다는 점과 컴퓨터를 통한 정보의 처리와 입출력이 이루어진다는 점에서 착용형 컴퓨터의 구체적인 모습을 보여 주었다. WearComp0란 조명을 이용하여 다양하게 빛과 노출을 사물에 비추는 일종의 증강현실 기법을 사용하여 예술적인 사진을 얻기 위한 장치이었다. 스티브 만은 이후 음성 장치, 컴퓨터 장치, 전력장치 등을 개선하고 다양한 착용형 컴퓨터 개념을 정립하면서 WearComp 시리즈를 계속적으로 만들었다.

이와 함께 다른 연구자들도 각자 다양한 분야에서 본격적인 착용형 컴퓨터의 사용을 위한 연구들을 해왔고, 그 결과 1997년 이후에는 착용형 컴퓨터 국제 심포지엄(International Symposium on Wearable Computer) 행사가 해마다 개최되어 많은 연구자들이 연구 성과를 공유하고 있다. 또한 산업과 군사 분야 등에서 구체적인 착용형 컴퓨터 제품들이 활용되고 있다.

## 2.2. 착용형 컴퓨터의 세대별 특징

착용형 컴퓨터 분야의 선구자라고 할 수 있는 스티브 만은 연구를 지속적으로 행하면서 그 결과물들을 분석하여 착용형 컴퓨터를 세대별로 분류하였다. 그에 따르면 이전부터 1981년까지를 1세대, 82년부터 80년대 말까지를 2세대, 80년대 중반부터 현재까지를 3세대로 구분하였고, 2000년 이후를 4세대로 보았다. 각 세대별 착용형 컴퓨터의 특징은 [표 1]과 같다. 다만 4세대는 개념이 정립된 것이 아니라 미래를 예측한 것을 기술한 것임을 주의할 필요가 있다. 또한 2세대와 3세대도 완전히 단절된 것이 아니라 시기상 혼재하고 있다.

스티브 만의 이 세대별 구분은 그 자신의 연구

에 기반한 것이므로 전적으로 정확하다고 일반화할 수는 없지만, 어느 정도 착용형 컴퓨터의 전체적인 윤곽을 설득력 있게 보여주고 있다. 1세대의 착용형 컴퓨터는 디자인이 투박하고 응용분야나 기술적인 면에서 정립되지 않았지만, 시간이 지남에 따라 소형화된 고성능 프로세서와 입출력 장치들의 개발, 그리고 정보통신 기술들이 발전으로 인해 여러 응용분야에서 사용할 수 있게 되었다. [그림 2]에서 볼 수 있듯 1990년대 후반의 착용형 컴퓨터는 일반적인 안경이나 시계처럼 소형화되어 그다지 특별한 장치인 것처럼 보이지 않는다. 미래에는 응용분야에 따라 더욱 소형화되고, 입는다는 것을 의식하지 않고 일상적으로 사용될 것으로 예상된다.

## 3. 착용형 컴퓨터의 요소 기술

착용형 컴퓨터는 탁상형 컴퓨터나 이동 단말기를 이용하는 것과는 달리 정보를 입출력하는 것이 이상의 의미를 가진다. 그것은 인간이 장치들을 착용하고 실제와 가상의 정보를 동시에 다루기 때문이며, 이로 인해 기존과는 다른 문제들과 효과들이 발생하게 된다. 즉, 단순히 한 가지 미디어만 입력받는 것이 아니라 여러 가지 멀티미디어 정보들이 복합적으로 입력되고 처리된다. 그 결과 인간의 모든 감각기관이 동시에 영향을 받고 활동을 하게 되므로 보다 공감각적인 정보처리가 가능하게 된다. 따라서 착용형 컴퓨터는 인간 감각을 확장시켜서 주위 환경과 더 활발한 상호작용을 일으키는 도구라고 할 수 있다.

이렇듯 복잡하고 막대한 양의 정보를 인간이 심리적인 부담을 느끼지 않게 하기 위해서는 상황과 목적에 알맞은 편리한 인터페이스가 요구되며, 그 인터페이스들은 정보의 입력과 출력을 쉽고 다양하게 처리할 수 있어야 한다. 그리고 이를

표 1. 스티브 만의 WearComp의 세대별 구분(8)

	제 1 세대	제 2 세대	제 3 세대	제 4 세대(예측)
시 기	이전 - 1981	1982 - 80년대말	80년대 중반-현재	2000년대 이후 미래
스티브 만의 제품	WearComp0, 1, 2	WearComp3	WearComp4,5,6,7	-
장비 형태	일체형 장비 무겁고 귀찮음	분산된 장비 전선이 내장된 의복	전도성 섬유가 포함된 (옷감자체가 회로임)	전도성 섬유로 전체구성 (신경조직화 가능성)
착 용 성	단기 착용 직립자세 야외용 안테나 사용	장기 착용 앉거나 서있을 수 있음 실내/실외 가능	거의 상시 착용 행동 및 장소 제약 없음(수중 제외)	항상 착용 가능성 장소 제약 없음
사용 분야	조명 예술 (Light Painting)	개인 다큐멘터리 등	범용	신체 삽입 영상 메모리 (기타 많은 분야)
가동 시간	수 분	수 시간	수 일	수 년
외 관	착용한다는 개념에 어울리지 않음	패션화 (퍼포먼스 예술)	자연스러움 (눈에 띄지 않음)	완벽히 감추어짐 (금속탐지기로 감지)
프로세서	Relay, MSI, 6502 (Hand assembly code)	8085 프로세서 (Intel)	(V)LSI 또는 80*86 (DOS, NOS, Linux)	생체 프로세서
정보 표현	증강현실 (Light Painting)	증강현실	Mediate reality (reality의 축소/수정)	Mediate perception
통 신	통신중계국 기반	인터넷	WWW (Wearable Wireless Webcam)	다양한 다른 사람들 (텔레파시와 유사함)
대상 집단	누구에게도 호소력 없음	예술가, 주변부 집단	공학도, 과학자, 취미가, 연구자들	광범위한 영역의 사람들
아이디어에 대한 반응	미쳤다/터무니없다	기묘하지만 흥미롭다	미래지향적	일반화/당연한 것



그림 2. 스티브 만의 WearComp 시리즈(7)

위해 장기간의 사용을 위한 전력장치 기술과 효율적이고 강력한 프로세서가 필요하다. 또한 새로운 인터페이스가 인간의 인지적인 관점에서 편안하게 사용될 수 있도록 본 여러 학문의 성과가 함께 하여야 한다.

일반적으로 볼 때, 착용형 컴퓨터의 요소 기술은 기계적으로 크게 입력장치, 출력장치, 감지장치(sensor), 전력 장치, 그리고 통신장치로 나눌 수 있다[9]. 그리고 이에 더해 사용자에게 보다 편리한 정보 처리환경을 제공하기 위하여 여러 정보 처리 기술들과 응용 기술, 그리고 인터페이스 기술들이 접합될 필요성이 있다.

### 3.1 입력 장치

착용형 컴퓨터의 입력장치들은 인간이 정보를 착용형 컴퓨터에 입력하는 장치들이다. 착용형 입력 장치들은 이동성과 다양한 환경을 고려해서 정보의 입력이 간편하고 용이하여야 한다. 가장

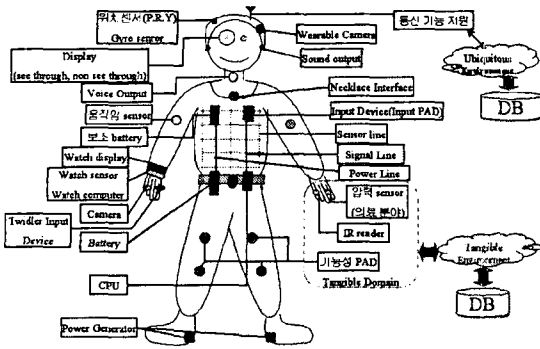


그림 3. 착용형 컴퓨터의 구성(9)

이상적인 것은 손이 자유로운 상태에서 쉽게 정보입력을 할 수 있는 입력장치들이다. 입력장치는 종류에 따라 정보를 직접 입력하는 방식과 인간의 동작, 음성 등을 인식하여 정보로 변환하는 방식, 그리고 일반적인 화상이나 음향을 기록하는 방식으로 분류할 수 있다.

3.1.1 직접 입력 방식

착용형 컴퓨터에서 직접 입력 방식은 일반적으로 사용하는 마우스와 키보드를 대신하여 화면상의 위치를 지정하거나 문자 정보를 입력할 수 있도록 만들어진 제품들이다. PDA용 스크린 키보드, 소형 키보드, 키패드, 터치 패드, 직물 키패드 등이 이에 해당한다. 이런 착용형 컴퓨터형 제품들은 소형화라는 기본적 특징을 공유하고 있으며, 한 손으로 다룰 수 있게 하거나 유연한 재질을 사용하여 휴대성과 착용성을 개선토록 설계하고 있다.



(a) 트위들러[10] (b) 코드패드[11] (c) 스마트 키패드[12,13,14]

그림 4. 직접 입력 방식 장치

PDA를 위한 스크린 키보드나 소형 제품이 많이 양산되고 있지만, 본래 착용형 컴퓨터를 위해 디자인된 것이 아니므로 두 손을 사용해야 한다는 단점이 있다. 착용형 컴퓨터에 적합한 형태로 설계된 직접 입력 방식의 장치로 가장 대표적인 제품은 트위들러(Twiddler)이다. 트위들러는 한 손만으로 포인팅 장치와 단추들의 조합을 이용하여 마우스와 키보드의 기능을 하는 장치이다. 즉, 엄지로는 포인팅 스틱과 ALT, CTRL 등의 기능을 사용하며, 다른 네 손가락으로는 버튼을 조합하여 숫자와 문자를 입력할 수 있도록 설계되어 있다[10]. 수중에서 사용할 수 있도록 제작된 WetPC의 입력장치인 코드패드(Kord Pad)도 이와 유사하게 한 손만으로 메뉴와 기능 선택 등의 정보를 입력할 수 있다[11].

이 외에 주목할 만한 것으로는 전도성 섬유를 이용하여 직물형태로 설계한 MIT의 스마트 키패드(Smart keypad)가 있다. 이는 직물 전도성 자판(All-fabric conductive keyboard), 혹은 자수패드(Embroidered keypad)라고도 하는데, 장치가 가볍고, 옷 등에 부착이 쉬우며 심지어 세탁까지 가능하다. 또한 키패드보다 많은 정보를 입력할 수 있는 스마트 키보드도 연구되었다[12-14].

3.1.2 인식에 의한 정보 입력 장치

직접 입력 방식이 주로 패드나 버튼을 사용하는데 비해 인식에 의한 정보 입력 장치들은 주로 문자 인식이나 제스처 인식 등의 방법을 사용한다. 이런 장치들로는 온라인 문자인식 장치, 실시간 제스처 인식, 음성인식 장치 등을 들 수 있다.

온라인 문자인식 장치들은 이미 PDA용으로 널리 사용되고 있는데, 이와 같은 종류로는 필기체 인식 방법과 3COM사의 팜파일럿(Palm Pilot) 제품에 적용된 그래피티(Graffiti) 인식 방법이 있다. 그래피티는 그래피토(Graffito)의 복수형으로

본래 유적등에서 발견되는 문자나 그림을 의미하지만, 컴퓨터 분야에서는 일반 문자의 자소를 간략한 형태로 재설계하여 인식이 쉽고, 빠르게 필기할 수 있도록 한 문자집합을 뜻한다. 필기체 혹은 그래피티 인식 방법과 스크린 키보드 방식을 비교할 때, 초보자들은 스크린 키보드 방식을 선호하지만 숙련자들은 필기체 인식 방법을 더 선호한다고 한다[15].

제스처 인식은 주로 사람의 손의 움직임을 인식하여 정보를 입력하는 방법을 사용한다. 자신의 움직임을 인식하는 경우에는 데이터 글러브(Data Glove)를 사용하며, 다른 사람의 움직임을 인식할 경우에는 카메라가 많이 이용된다. 데이터 글러브는 손가락이나 손의 움직임을 감지하거나 제스처 인식을 통하여 정보를 입력할 수 있다[16]. [그림 5]의 (c)는 머리에 장착한 카메라로 자신의 손 움직임을 인식하여 이를 영어로 번역하여 입력하는 모습이다[17]. 제스처 인식은 가상현실 환경에서 인터페이스나 청각장애인용 수화 인식 서비스로 많이 활용된다.

음성 인식은 가장 이상적인 정보 입력 방법 중의 하나이다. 착용형 컴퓨터에 적용한다면 손의 사용이 자유롭게 되므로 더욱 유용할 뿐만 아니라 장애인들을 위해 좋은 정보입력 방법으로서 제공될 수 있다. 음성 인식은 오래 전부터 주목을 받아온 연구 분야이며 추가조회 전화 서비스, 가전제품 작동 등에서 실용화되어 사용 중에 있다. 그러나 여전히 많은 컴퓨터 자원을 필요로 하고, 실생활에서 만족할 만한 성능을 제공하지 못하고 있기 때문에 지속적인 연구와 개발이 필요한 분야이다[18].

### 3.1.3. 화상 및 음성 입력 장치

앞에서 언급한 장치들은 메뉴와 기능을 선택하거나 문자 위주의 정보를 입력하기 위한 것들이다. 이에 더해 동영상, 정지영상, 그리고 음향



(a) 그래피티 인식기[19] (b) 데이터 글러브[20] (c) 소형 카메라[17]

그림 5. 인식에 의한 정보 입력 장치

등을 입력하고 기록하는 수단으로 비디오 장치와 오디오 장치를 이용한다. 물론 이런 장치들은 제스처나 음성을 입력받을 수 있으므로 인식에 의한 정보 입력 장치로 함께 분류될 수 있다. 그러나 특별한 정보처리를 요구하지 않으며, 구조화가 어려운 화상, 음성, 영상 정보를 단순히 입력받는다는 점에서 기능적인 관점에서 별도로 구분하였다.

### 3.2 출력 장치

착용형 컴퓨터의 출력장치로는 디스플레이 장치, 음향 장치, 촉감 장치 등이 있다. 이중 디스플레이 장치로는 HMD(Head Mounted Display), HUD, 소형 스크린, 대형 프로젝터 등이 있다. HMD는 이 중에서 가장 관심을 받는 장치인데 크게 투과(See-through)형과 비투과형(Non see-through)이 있다. 투과형은 빛이 디스플레이를 투과하므로 눈으로 실세계의 사물을 볼 수 있는 상태에서 여러 가지 디지털 정보를 디스플레이 위에 출력한다. 이런 종류는 주로 증강현실(AR:Augmented Reality)이나 AV(Augmented Virtuality)를 표현하는 경우에 사용된다. 반면 비투과형은 가상현실(VR:Virtual Reality)용으로 몰입감을 높이기 위하여 실세계 대신 화면만을 볼 수 있게 하는 경우가 많다. HMD 제품들 중에는 한쪽만 디스플레이가 달려있는 것도 있으며, 기본적으로 투과형이지만 가리개를 장착하면 비

투과형으로 사용할 수 있는 것도 있다. 또한 비투과형에 카메라를 장착하여 실세계를 카메라 영상으로 볼 수 있도록 하는 제품도 있다.

HUD는 일반적으로 시야 앞에 있는 유리나 화면에 추가적인 정보를 비춰주는 장치를 의미한다. 이 중에서 잘 알려진 것이 전투기나 자동차의 조종석 앞의 유리에 홀로그램 기법을 사용하여 정보를 출력해주는 것이다. 근래의 HMD/HUD 제품들은 소형화되어 일반 안경에 아주 작은 디스플레이를 장착하여 잘 드러나지 않게 설계된 것들도 많다.

음향 장치로는 일반적인 이어폰이나 헤드폰 등 이외에 3차원 음향기기를 별도로 의복등에 부착하도록 설계된 제품들이 연구되고 있다.

촉감형 장치로는 데이터 글러브와 점자출력기, 진동장치 등이 있다. 데이터 글러브는 각 부분에 압력장치를 부착하여 쥐거나 집는 동작을 할 때 손가락에 촉각을 느끼게 해준다. 시각장애인의 경우 정보를 시각적으로 인식할 수 없기 때문에 촉감생성기를 설계하거나 인터넷의 HTML 문서를 브레일리 라이트 40(Braille Lite 40)이라는 점자출력기를 이용하여 사용자에게 제공하는 연구가 진행되었다[21]. 이외에 진동 기기도 출력장치로 사용할 수 있는데, 휴대전화의 진동모터, 가정용 게임기의 진동패드 등이 이에 해당한다. 진동 기기는 주로 이용자에게 어떤 신호를 해주거나 가상 현실, 게임, 실감영화 등에서 몰입감을 높이

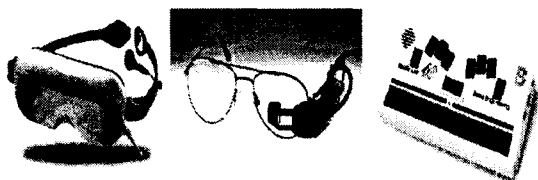
기 위해 사용한다. 예를 들어 게임상에서 경주용 자동차에 시동이 걸리면 패드를 통해 사람의 손에 진동을 전달하여 마치 실제로 차에 승차한 듯한 느낌을 주게 된다.

### 3.3 통신장치

착용형 컴퓨터에서의 통신은 사용자가 착용한 각종 장비 사이의 통신과 사용자와 외부간의 통신으로 크게 구분할 수 있다. 착용형 컴퓨터에서 각종 장비 사이의 정보전송 문제는 결국 케이블 문제로 이어진다. 프로세서 장치, 디스플레이, 음향장치, 전력장치, 외부 통신 장치와 입력장치간에 연결된 통신선로는 착용성에 커다란 지장을 주는 존재라고 할 수 있다. 근래에는 이를 해결하기 위해 이미 살펴본 바와 같이 전도성 섬유를 옷감 안에 넣어서 선로로 이용하기도 한다. 또는 각 모듈간에 무선으로 정보를 송수신하고자 하는 연구가 이루어지고 있는데 근거리, 원거리 무선통신을 위해 라디오주파수(RF:Radio frequency) 방식, 적외선 방식(IR:Infra-red), CDMA(Code Division Multiple Access) 방식 등이 이용된다.

착용형 컴퓨터에서 특화되어 통신장치로 많이 연구되고 있는 분야로 PAN(Personal Area Network)이 있다. PAN은 개인용 통신망으로서 휴대 정보 단말기와 무선통신 모듈을 이용하여 필요한 정보를 송수신할 수 있도록 구성되거나 신체, 혹은 인체내의 소금물 성분을 전도체로 이용하여 장비들이 미세한 신호를 송수신하여 정보를 교환할 수 있도록 설계된다. 인체를 전도체로 사용할 경우 두 사람이 악수를 할 때 서로가 가진 카드형 컴퓨터들이 서로의 신호를 송수신하여 명함정보를 교환할 수도 있다[25,26].

근래에는 근거리 통신용으로 블루투스(Bluetooth) 기술이 조명을 받고 있다. 미국의 IBM과

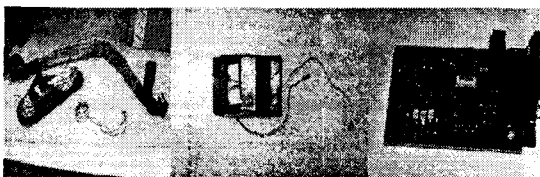


(a) 음향장치 일체형 HMD[22] (b) 안경형 HMD[23] (c) Braille Lite40[24]

그림 6. 착용형 컴퓨터의 정보 출력 장치

인텔, 핀란드의 노키아, 스웨덴의 에릭슨, 일본의 도시바 등이 1998년 5월에 미국, 일본에서 결성하였고, 현재 3Com, 마이크로소프트, 모토롤라 등 수백 개의 기업이 블루투스SIG(Special Interest Group)에 참여하여 기술과 제품 개발을 하고 있다. 블루투스 기술은 근거리(10~100m)에서 데이터와 음성 통신용으로 사용하는데, 장치가 작고 저렴하며 전력 소모량이 작아서 휴대 단말기와 네트워크 접속 장치, 그리고 프린터, 헤드셋, PC 카드와 같은 주변장치들간의 데이터 교환에 적합하다는 장점이 있다[27,28].

착용형 컴퓨터는 장비간, 사람간, 그리고 주변 환경과 실시간 상호작용을 끊임없이 한다. 즉, PAN, LAN, WAN 등으로 구성된 편재컴퓨터 환경(ubiquitous computing environment)에서 착용형 컴퓨터가 운용되는 것이다. 그러므로 가전제품을 포함한 다양한 정보기기와 서로 정보를 주고 받을 수 있으며, 새로운 장소로 이동시 사용자의 컴퓨터와 주변 환경부의 정보기기가 서로의 존재를 인식하여 상호간 원활하게 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 이런 서비스를 제공하기 위하여 JAVA와 JINI 등의 미들웨어도 연구되고 있다.



(a) PDA형 무선 PAN(IBC-Intrabody Communication)[25] (b) MIT의 PAN 카드[26]

그림 7. PAN 제품

### 3.4 센서장치

착용형 컴퓨터에서 센서장치는 넓게 보면 입력 장치에 해당하지만, 앞에서 언급한 입력장치들이 직접적으로 정보를 입력하는 것에 반해 주로 상황

을 감지(context awareness)하거나 코드 매체를 인식하여 정보를 입력하거나 표현할 때 사용한다는 점에서 차이가 있다. 착용형 컴퓨터에서 사용되는 센서로는 자이로센서(Gyro Sensor), 코드/태그 인식기, GPS(Global Positioning System) 수신기, 압력센서, 온도센서, 광센서, 음향센서 등이 있다. 이 중에서 자이로센서와 코드/태그 인식기, 그리고 GPS는 가장 널리 사용되고 있다.

코드/태그 인식기는 만지고 이동이 가능한 코드(code)와 태그(tag) 형태의 만질 수 있는 미디어(tangible media)를 인식하는 장치의 하나로서 이미지 기반 인식기와 RF-ID 인식기들이 이 범주에 해당한다. 코드와 태그는 정보량을 조절할 수 있고, 정보의 저장과 침삭도 가능하므로 일반 입력 방식보다 빠른 정보처리가 가능하며, 연계된 정보를 쉽게 가져올 수 있다. 예를 들어 동물원에서 그림 옆에 있는 코드/태그를 인식하면, 데이터베이스로부터 해당 동물에 관련한 멀티미디어 정보를 그 양에 관계없이 조회할 수 있게 된다.

이미지 기반 인식기는 바코드나 2차원 코드 등을 스캐너, 광센서 등으로 인식하여 정보를 컴퓨터에 입력해주는 방법을 사용한다. 주로 흑백으로 이루어져 있으며 PDF-417이나 QR코드처럼 정밀한 2차원 코드의 경우에는 많은 정보를 담고 있는 반면, 값비싼 전용 인식기를 사용해야 한다는 단점이 있다. 따라서 많이 보급된 화상채팅용 PC 카메라를 이용하여 인터넷과 연결한 코드 인식 방법이 개발되고 있으며 일본 소니사의 사이버코드와 한국 (주)칼라짚미디어의 컬러코드가 이에 해당한다. 사이버코드는 흑백 코드로서 데이터 영역과 코드영역 표시셀, 그리고 방향 탐지 막대로 이루어져 있다. 컬러코드는 4가지 색상 혹은 3가지 회색조로 이루어져 있고 코드 안에 방향탐지와 오류검증기능이 내장된 것이 특징이다 [29,30].



RF-ID 시스템은 태그와 인식기, 데이터 입력 장치와 소프트웨어로 구성된다. 태그는 RF-ID 시스템의 핵심으로서 모양이나 크기 인식 범위 등에서 다양하게 제작되어 사용되고 있다. RFID의 특징 중 다른 입력 센서들과 구별되는 것은 정보의 운반, 입력, 수정 등이 수시로 이루어질 수 있다는 것이다. 그 때문에 현재 자동차, 사람의 인식, 방범 시스템, 물류 운반 및 추적 등 다양한 분야에서 사용되고 있다[33].

자이로센서는 관성의 변화를 측정하여 인식하는 기술로서, 센서가 회전시 그 속도와 각도(각속도)를 측정하여 방향의 변화를 탐지한다. 따라서 3개의 축을 연결하면 3차원의 움직임을 탐지할 수 있다. 착용형 컴퓨터에서는 주로 HMD에 탑재하여 머리의 움직임을 탐지하거나 데이터 글로브에 부착하여 제스처 인식이나 가상현실을 이용한 게임 등에 사용한다[31,32]. 또한 HMD에 시선을 추적하는 센서가 부착되어 인간의 눈의 움직임을 인식하여 그에 적합한 정보를 제공할 수도 있다.

근래에는 위성을 이용한 3차 측량 방식으로 위치를 판단해주는 GPS 수신기가 소형화되고 상용화되어 PDA등에 장착되고 있다. GPS 서비스는 크게 일반인에게 제공되는 SPS(Standard Positioning Service) 방식과 군사용인 PPS(Precise Positioning Service)이 있다. SPS는 PPS와 달리 SA(Selective Availability) 기능이 포함되어 있어서 정확도가 떨어지도록 조정되어 있으므로 약

30~100m까지 오차가 발생할 수 있다. 그 때문에 정확한 위치 판단을 위해서는 다른 센서들의 보조가 필요하다[34].

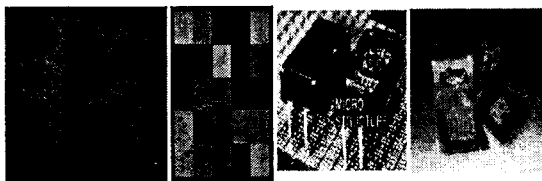
### 3.5 프로세서 장치와 전력장치

착용형 컴퓨터의 정보처리 능력을 좌우하는 가장 중요한 부분은 프로세서 장치와 전력장치이다. 프로세서와 전력은 불가분의 관계에 있는데, 프로세서 장치의 성능이 높아질수록 이에 따른 전력 소모량 또한 매우 극심해진다. 그러나 멀티미디어 정보가 대부분을 차지하는 착용형 컴퓨터에서는 고성능 프로세서와 전력 장치가 필수적이다. 프로세서 장치는 그 성능에 따라 PDA부터 소형 노트북에 이르기까지 매우 다양하며, 전력과 비용 문제만 해결된다면 보다 고성능의 프로세서 장치를 사용할 수 있다.

이에 반해 전력장치는 용량이 문제시되는데, 현재 노트북이나 PDA의 경우 수 시간을 사용할 수 있을 정도이므로 실용화하려면 더 많은 노력이 경주되어야 하는 분야이다. 이의 일환으로 사람의 신발에 발전장치를 부착하여 걸을 때마다 전력을 발생시키고, 이를 직접 이용하거나 축전지에 충전하려는 연구가 이루어지고 있다[35].

### 3.6 인터페이스 및 기반 기술 연구

HCI는 인간과 컴퓨터 간의 인터페이스와 상호작용을 연구하는 학문이다. 착용형 컴퓨터는 인간이 착용해야 한다는 점과 다양한 입출력 정보 기기를 통해 인간의 감각을 확장한다는 점에서 그 상호작용성의 중요성이 일반적인 컴퓨팅 환경에 비해 매우 크다. 즉, 착용형 컴퓨터의 장치와 기술들은 인간의 감각을 직접적으로 자극 혹은 지배하며, 단순히 정보를 전달하는 것이 아니라 처리한 실제와 가상의 다양한 정보를 부가하게 된다.



(a) 소리 사이버 코드[29] (b) 컬러코드[30] (c) 자이로센서[31] (d) RF-ID[33]

그림 8. 각종 센서들

예를 들어 비투과형 HMD의 경우, 가상현실(VR)을 사람에게 제공하며 실세계를 차단하여 가상세계에 대한 몰입감을 극대화할 수 있다. 그 반면, 1인칭 게임 사용자는 시각적으로는 움직이지만 사람의 평형감각 기관인 세반고리반은 가만히 있으므로 이로 인한 감각의 불일치로 어지럼증이나 구토 증세를 느낄 수 있다[36]. 또한 이런 신체적 증상이외에도 지나친 몰입감으로 인해 심리적, 사회적 문제가 발생할 수도 있다. 그러므로 사람의 신체기관에 직접 맞닿아있는 착용형 컴퓨터의 인터페이스는 사용자의 편리성 연구와 함께 다양한 분야가 연계된 학제간 연구가 필요한 부분이기도 하다. 착용성을 위한 인체공학 등과 지각의 문제를 해결하기 심리학, 의학, 철학, 언어학 등의 분야, 소재와 실용성을 위한 물리학, 화학, 의류학, 실용디자인 등이 컴퓨터과학과 함께 요구된다.

#### 4. 착용형 컴퓨터의 응용 분야

착용형 컴퓨터의 응용 분야는 매우 다양하다. 착용형 컴퓨터를 이용하여 대규모 생산라인에서 제품의 문제를 조사하고, 점검, 유지보수에 대한 도움을 중앙 시스템의 관리자로부터 현장에서 원격으로 받을 수 있다. 그 외에도 의료 응용(수술, 검사), 방향 안내(시각장애인, 여행자 가이드, 군사 작전), 통신(군사, 원거리 협동작업), 기억력 보조 등이 있을 수 있다. 예를 들어 한 개인이 복잡한 대형 할인 매장에서 쇼핑을 하고 있는 경우 착용형 컴퓨터는 현재의 위치로부터 자신이 원하는 물품이 있는 장소를 손쉽게 찾을 수 있도록 도움을 줄 수 있다. 또한 정비 기술자가 차량이나 비행기와 같은 복잡한 기계류를 수리할 때 착용형 컴퓨터를 이용하여 수리에 필요한 교본이나 온라인 메뉴얼을 현장에서 제공받을 수 있다[37].

#### 4.1 의료 분야

착용형 컴퓨터는 의료 분야에서 원격지 진료, 환자상태 모니터링, 증강현실을 이용한 수술 등에서 사용된다. 의료 분야는 효과적인 각종 센서 장치들이 많이 개발되어 있으며 소형화되고 디지털화되고 있다. 또한 일부는 환자의 몸에 부착하거나 삽입하여 항상 이를 감지할 수도 있다. 따라서 착용형 컴퓨터와 함께 사용할 때 그 효율성은 더욱 커진다.

#### 4.2 군사 분야

미육군에서 사업중인 랜드 워리어 프로그램(Army's Land Warrior Program)이 대표적인 예이다. 디스플레이와 야간센서, 음향기기로 구성된 통합 헬멧(integrated helmet assembly), 배낭 컴퓨터(backpack computer), 배터리와 GPS, 각종 보호대 및 군장 등으로 구성되어 있으며, OICW(Objective Individual Combat Weapon)라는 개인용 신형무기에는 레이저추적 장치가 있어 이를 이용하여 직접 조준하지 않아도 공격할 수 있는 기능이 있다. 이 프로그램은 2000년까지 완료 예정이었으나 무게와 비용 등의 이유로 2004년에 실용화 예정에 있다. 현재 벌어지고 있는 아프가니스탄 전쟁에서는 이런 무기 중 일부가 실제로 운용 중인 것으로 알려져 있다[38,39].

#### 4.3 제조업과 유통, 판매

착용형 컴퓨터는 작업자에게 불량 여부 감지기능과 상품의 유지보수 기록 및 사용자 매뉴얼, 작업지시 사항 등을 실시간으로 제공하여 작업과 교육에 도움을 준다. 보잉사나 나사(NASA)의 경우가 대표적이다. 또한 대형 매장에서 종업원은 착용형 컴퓨터를 이용하여 상품의 비치 및 분배

시간을 크게 줄일 수 있다. 또한 고객에게는 찾고자 하는 물품이 어디에 있는지 쉽게 찾아가는 방법에 대한 정보를 제공할 수도 있다.

#### 4.4 수중 탐사 및 환경 생태 조사에 응용

WetPC는 수중에서 사용하는 착용형 컴퓨터로써 수중 탐사 및 수중 작업을 위해 사용된다. WetPC를 착용한 잠수부는 방수가 완벽한 소형 컴퓨터와 한 손으로 제어할 수 있는 Kord®Pad 입력장치를 사용하여 수중으로부터 데이터를 얻을 수 있다. 수경에는 디스플레이가 위치하도록 구성이 되어 있고, 수중으로부터 습득된 정보의 조사와 분석을 직접 수행할 수 있다. 또한 날로 심각해지는 환경 문제를 해결하기 위한 환경 실태 조사 등의 다양한 연구에도 사용될 수 있다[11].

### 5. 착용형 컴퓨터 연구 및 개발 현황

착용형 컴퓨터와 관련된 기술의 연구 개발 및 적용에 대한 연구는 미국의 MIT 미디어 랩, 조지아 공대, 오리곤 주립대 등에서 활발하며, 여타 기업체나 연구소에서도 활발한 연구가 진행 중이다.

#### 5.1 MIT Media Lab.

MIT 미디어 랩에서는 차세대 착용형 컴퓨터 연구의 플랫폼으로 착용형 컴퓨터의 응용 분야에 대한 접근을 주로 HCI적 관점에서 시도하고 있



(a) 미육군 Land Warrior[38]                      (b) WetPC[11]

그림 9. 착용형 컴퓨터의 응용 분야

다. 특히 미스릴 프로젝트(MIThril Project)는 인간적 요소, 하드웨어와 소프트웨어 기술 등 다양한 분야의 연구를 통합하여 의사소통, 실시간 자료의 전달 등의 어플리케이션 프로토타입등을 개발함으로써 새로운 컴퓨팅 환경을 제시하고 있다[4].

#### 5.2 조지아 공대

조지아 공대에서는 주로 중앙의 컴퓨터에서 공장 생산라인의 작업자에게 실시간으로 작업을 내리거나 교육을 함으로써 공장내 어디에 있던 작업을 쉽게 수행할 수 있도록 하는 시스템을 연구하고 있다. EPPS(Electric Performance Support System)라고 불리는 이 시스템은 유지보수 작업을 주 대상으로 잡고 있으며, 관련 연구로 FAST(Factory automatin support technology)라고 불리는 특성화된 EPPS가 있다. FAST는 크게 두 분야로 나뉘어 진다. 첫 번째는 EPPS에서 필요한 정보를 모으고 준비하는 과정이고 다른 하나는 이렇게 모여진 자료들을 효과적으로 전송시키기 위한 연구인데, 현재 두 번째 과정을 중점적으로 연구 중에 있다[40].

#### 5.3 오리곤 주립대

착용형 컴퓨터의 디자인과 함께 공동작업 분야와 모바일 컴퓨팅 인터페이스를 대상으로 하는 연구가 진행 중에 있다. 관련 연구로 웨어러블 커뮤니티(Wearable Communities), Proem, 웨어러블 어시스턴트(Wearable Assistant) 등이 있다. 웨어러블 커뮤니티는 일상생활에서 만나는 사람들과의 대인관계를 보조하는 기능을 컴퓨터가 수행하도록 설계하고 있다. Proem은 사용자간의 공동작업을 위해 모바일 네트워킹 환경을 제공하는 연구이며, 웨어러블 어시스턴트는 시각 능력이 손상된 사람을 위해서 GPS를 이용한 개인의 위

치등의 정보를 제공해주고 도움이 필요한 경우 이를 알려주는 기능을 제공하기 위해 설계되었다[41].

#### 5.4 미국방위고등연구계획국(DARPA:Defence Advanced Research Project Agency)

DARPA에서 연구되는 스마트 모듈 프로그램(Smart Modules Program)은 센서, 마이크로프로세서, 통신 등이 모듈화된 패키지로 구성된다. 이는 경량이고 저전력을 사용하는 특성을 가지고 있으므로 전투수행에 적합하다. DARPA에서는 전장에서 병사들이 자신의 병기들을 효과적으로 제어하고 상황인지 능력을 증진할 수 있도록 하기 위해 착용형 컴퓨터를 연구하고 있다. 이를 위해 전자공학, MicroElectroMechanical Systems (MEMS), 포토닉스(Photonics)를 기반으로 각종 통신, 디스플레이, 착용형 전술정보 시스템(Wearable Tactical Information Assistants) 등의 하드웨어와 소프트웨어를 개발 중에 있다[42].

#### 5.5 미항공우주국(NASA)

우주 왕복선은 한번의 비행 이후 다시 사용되지 위해서 항상 많은 작업들이 필요하게 된다. 이 과정에는 비행선의 유지보수 및 비행선 외부의 고온 절연 타일의 손상된 위치 파악 등이 포함된다. 우주 산업에 있어서 방대한 정보에의 빠른 접근은 필수적 요소이다. 이를 위해 HUD(Head Up Display)와 BWC(Body Wearable Computer)가 개발하였고 이를 이용하여 유지보수 작업을 진행하고 있다[43].

#### 5.6 VIA PC

사람의 일상 생활에 다양하게 사용될 수 있도

록 사용하기 쉽고 휴대하기 간편한 착용형 컴퓨터들을 연구하여 그 모델을 제시하였다. 소방관을 위한 인명구조용, 공장에서 제조 공정상의 문제해결용, 공항 안내 서비스용, 측량, 작업 진행사항 및 자재 관리, 그리고 비행기의 유지/보수 등에 대한 사례 등이다[44].

#### 5.7 Levi's의 착용형 컴퓨터

이동 단말기나 mp3플레이어 등의 장치들을 자켓등의 의복에 부착하거나, 시계나 귀걸이, 반지 등의 장신구에 컴퓨팅 기능을 내장시킴으로써 무선 통신을 이용해 PDA, 휴대전화, 탁상형 컴퓨터 등과 연동하여 사용할 수 있도록 디자인하였다[45].



(a) MIT[4] (b) 조지아공대[40] (c) NASA[43] (d) VIA-PC[44] (e) 미래형 장비[46]

그림 10. 착용형 컴퓨터 연구 사례

#### 5.8 연세대학교 웨어러블 컴퓨터 연구 커뮤니티

연세대학교에서는 착용형 컴퓨터 연구를 위하여 입력 장치로서의 이미지 기반 태그 인식 기술과 센서 기술, 스마트 패션 및 재료, 무선 통신기술 등의 요소 기술을 착용형 컴퓨터에 적용시키기 위한 연구를 수행 중에 있다. 이를 위하여 증강현실의 연구, 편재 컴퓨팅 환경(Ubiquitous Computing Environment)을 위한 플랫폼 구축, 만질 수 있는 정보 인터페이스(Tangible Information Interfaces) 등의 개념을 도입하였고, 제반 기술을 착용형 컴퓨터 기술과 혼합하여 새로운 형태의 차세대 착용형 컴퓨터의 개념을 설계하고 있으며 다양한 적용 분야의 확대와 어플리케이션 개발

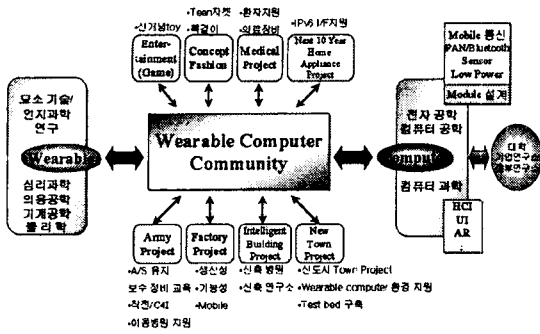


그림 11. 연세대학교 웨어러블 컴퓨터 연구 커뮤니티 중에 있다. 이를 위해 심리, 물리, 의류, 기계, 전자, 의학 등의 학제간 연구가 착용형 컴퓨터 연구 그룹을 중심으로 이루어지고 있으며 현재 세 차례의 워크숍을 통해 연구성과를 공유하고 있다.

### 6. 착용형 컴퓨터의 전망

착용형 컴퓨터가 주목을 받는 이유는 단순히 정보통신의 기술이 발전했기 때문만은 아니다. 인터넷과 같이 상호작용이 활발한 정보통신 환경과 멀티미디어라는 변화된 미디어 양식들이 사회적, 문화적으로 커다란 변화를 주고, 심지어 인간의 사유 체계까지 영향을 주기 때문이다. 한 예로 멀티미디어는 책과 달리 정보를 구조화하여 전달하지 않고, 시각과 청각 등을 이용하여 공감각적으로 제공하기 때문에 이성보다는 감각을 먼저 자극하게 된다.

또한 하이퍼텍스트로 대표되는 디지털 매체는 그 특성상 선형구조나 구조적인 매체가 아닌 비선형적인 매체이기 때문에 접근 순서나 방법에 따라 사용자들에게 모두 다른 경험을 제공할 수도 있다. 이러한 정보와 매체의 차이는 과거의 절차 처리 방식 언어를 대신하여 현재에는 객체지향적인 이벤트 중심(event driven) 프로그래밍 언어가 자리잡은 것에서도 쉽게 알 수가 있다. 이런 상황에서 쉽게 대응할 수 있는 것이 바로 착용형 컴퓨터

개념이다.

다양한 환경에서 무작위로 실시간에 일어나는 많은 종류의 정보를 비순차적으로 처리해야 하는 현시대 상황은 인간에게 새로운 패러다임을 요구하게 되었다. 무선통신과 인터넷 환경에서 항상 정보와 상호작용을 요구하는 업무 환경이 그러한 변화를 이끌고 있으며, 그 결과 개인용 휴대 단말기 제품들이 등장했고, 이들은 점차 기능을 통합하여 착용형 컴퓨터의 형태로 진화되고 있다. 현재 착용형 컴퓨터는 특수분야에서 제한적으로 사용하고 있지만, 점차 일반인들의 생활용품 형태로 바뀌고 있다. 최종적으로는 스티브 만의 전망과 같이 착용형 컴퓨터라는 것을 의식하지 않고 사용할 정도로 변화할 것이다.

그러나 착용형 컴퓨터는 단순히 컴퓨터 정보통신 기술과 기계들의 접합만으로 이루어지지 않는다. 착용형 컴퓨터는 인간의 경험 공간을 확장시키며, 인지능력과 처리능력의 한계를 손쉽게 뛰어넘을 수 있는 좋은 도구이다. 반면에 잘못 설계된 착용형 컴퓨터는 심리적, 인지적으로 혼란시키고 육체적으로 무리를 주게 될 수도 있다. 그러므로 연구와 개발을 위해서는 단순히 컴퓨터 기술만이 아니라, 바뀐 정보통신 환경에서 편안한 인터페이스를 제공할 수 있도록 인문학과 자연과학, 그리고 실용학문 등이 폭넓게 연계될 필요성이 있다. 실제로 MIT 미디어 랩 등에서는 그런 노력들이 이루어지고 있지만, 국내에서는 아직 웨어러블 컴퓨터에 대한 연구가 드물고, 단순히 장비를 분산시켜 옷처럼 입는 것 정도로 간략히 소개하는 데에 그치고 있는 점이 아쉽다.

현재 일본의 파이오니어사가 소네 프로젝트를 진행하고 있고, 히타치에서도 올해 공장근로사용으로 상용화될 착용형 컴퓨터를 연구하고 있다. 특히 패션 디자이너 소네 미치의 이름을 딴 소네 프로젝트는 의류타운으로서의 명성을 되찾으려

는 기후현 지방정부의 재정적 지원을 받아 진행 중이다. 소네 프로젝트는 휴대폰이나 PDA, 랩톱, 무선 데이터 네트워크 시스템, MP3 음악 플레이어 등을 통합하고, 유연한 소재의 디스플레이를 장착하여 진정한 의미에서 입을 수 있는 상용화된 제품을 연구하고 있으며 결과적으로는 미디어 패션을 창조하고자 하는 의도로 이루어지고 있다[47].

올해 독일 하노버에서 열렸던 Cebit에서는 사이버노트(Xybernaut Co.)사가 착용형 컴퓨터를 상용 판매하여 큰 관심을 얻었다. 펜티엄III 칩을 사용하는 이 착용형 컴퓨터의 가격은 3,000유로(360만원대)이며, 무게가 900g이다. [48]. 이런 사례들은 착용형 컴퓨터들이 상용화되어 보급되는 단계라는 것을 보여준다.

물론 여전히 착용형 컴퓨터를 실용화하기 위해서는 장비의 소형화, 인간공학적 착용성 향상, 인지심리학적으로 편안한 정보의 입출력 장비 개발, 상용화를 위한 패션화, 전자파 등 의학적 검증, 빠르고 저렴한 네트워크 환경 구축 및 PAN 서비스 개발 등 향후에 진행되어야 할 연구과제는 매우 광범위하고 많다. 그럼에도 불구하고 컴퓨터 기술과 관련 기술들이 비약적으로 발달하고 있기 때문에 머지않아 몇몇 분야부터 매우 간편하고 실용적인 착용형 컴퓨터가 등장하고, 곧 대중화될 것으로 예측된다. 이를 통해 인간은 자신의 능력을 보다 확장시키고 빠른 정보통신 환경에서 편리한 생활을 누릴 수 있을 것이다.



(a) 소네프로젝트[47] (b) 사이버노트[48] (c) 패션화한 착용형 컴퓨터[49]

그림 12. 착용형 컴퓨터의 현재와 미래

## 참 고 문 헌

- [1] 배식한, "인터넷, 하이퍼텍스트 그리고 책의 종말," pp.31-32, 책세상, 2000.
- [2] MIT Wearable Computing Web Page, <http://wearables.www.media.mit.edu/projects/wearables/>
- [3] Jennifer J. Ockerman, Amy R. Pritchett, "Preliminary Investigation of Wearable Computers for Task Guidance in Aircraft Inspection", Second International Symposium on Wearable Computers, pp.33-40, October, IEEE Computer Society, 1998.
- [4] MIT Wearable Computing Web Page, "A brief history of wearable computing," <http://www.media.mit.edu/wearables/lizzy/timeline.html>
- [5] Ivan Sutherland, "A head-mounted three dimensional display, In Proc. Fall, Joint Computer Conference", pp.757-764, 1968.
- [6] Sun Microsystems Web Page : Ahead of the pack: Ivan Sutherland, <http://www.sun.com/960710/feature3/alice.html>
- [7] The link between cyberspace and lightspace, <http://wearcomp.org/netcam.html>
- [8] Steve Mann, "An historical account of the 'WearComp' and 'WearCam' inventions developed for applications in 'Personal Imaging'," First International Symposium on Wearable Computers, pp.66-73, 1997.
- [9] 한탁돈, "Wearable Computer의 현황과 한국 IT의 접목," Wearable Computer 3차 Workshop 자료집, pp.29-48, 연세대학교, 2001.
- [10] HandKey website : Twiddler, <http://www.handykey.com/site/twiddler2.html>
- [11] WetPC Web Page, <http://wetpc.com.au>
- [12] MIT Wearable Computing Web Page : all-fabric conductive keyboard, <http://web.media.mit.edu/~rehmi/fabric/index.html>
- [13] Maggie Orth, Rehmi Post, Emily Cooper, "Fabric computing interfaces," Proc. of the conference on SIGCHI 98, pp.331-332, April, 1998.

- [14] MIT Wearable Computing Web Page : Smart Jacket, <http://web.media.mit.edu/~joep/SpectrumWeb/captions/Jackets.html>
- [15] 에릭 버그만 엮음, 정선화역, "포스트 PC시대의 정보기기 디자인," pp111-137, 안그래픽스, 2001.
- [16] Annelies Braffort, "A gesture recognition architecture for sign language," Proc. of the second annual ACM conference on Assistive technologies, Vancouver, pp.102-109, April 1996.
- [17] Alex Pentland, "Perceptual user interfaces: perceptual intelligence," Communications of the ACM, Volume 43 Issue 3, pp.35-44, ACM Press, March 2000.
- [18] 대덕대학교 컴퓨터 정보통신 계열 웹사이트 : 음성인식기술(IVR)의 개념, <http://internet.ddc.ac.kr/final/hp-2139/it/음성인식.htm>
- [19] Palm Pilot Web Page, <http://www.palm.com>
- [20] Essential Reality Web Page : p5 Glove, <http://www.essentialreality.com/products.html>,
- [21] 박찬용, 장병태, "시각장애인을 위한 인터넷 웹 브라우저 개발," HCI'99 학술대회, pp.819-823, 한국정보과학회 HCI 연구회, 1999.
- [22] Olympus America Web Page : HMD\_FMD-250W, <http://www.olympusamerica.com>
- [23] Microoptical corporation Web Page : eyeglasses display, <http://www.microopticalcorp.com>
- [24] 4Access Web Page : Braille Lite40, <http://www.4access.com/>
- [25] Kurt Partridge, Bradley Dahlquist, Alireza Veisheh, "Empirical measurements of intrabody communication performance under varied physical configurations", Proc. of the 14th annual ACM symposium on UIST01, pp.183-190, November, 2001.
- [26] MIT PAN(Personal Area Network) Web Page, <http://web.media.mit.edu/~bigjoe/pan/>
- [27] Tom's hardware Korean Web Page, <http://www.tomshardware.co.kr/business/00q3/000907/bluetooth-01.html>
- [28] Bluetooth Web Page : <http://www.bluetooth.com/tech/works.asp>
- [29] Jun Rekimoto, Yuji Ayatsuka, "CyberCode: designing augmented reality environments with visual tags", Proc. of DARE , Elsinore, Denmark, pp.1-10, ACM Press, NY, 2000.
- [30] ColorZip Media Inc. Web Page, <http://www.colorzip.com>
- [31] 삼성전기 사이트, <http://www.sem.co.kr>
- [32] Texas Instrument Web Page, <http://www.ti.com>
- [33] 3D Tracker-Interactive Imaging System : x-viewer, <http://www.iisvr.com/>
- [34] GPS Korea Web Page, <http://www.gpskorea.co.kr/GPS/Gps.htm>
- [35] John Kymissis, Clyde Kendall, Joseph Paradsio, Neil Gershenfeld, "Parasitic Power Harvesting in Shoes", Second International Symposium on Wearable Computers, IEEE Computer Society, Pittsburgh, Pennsylvania, pp.132-139, October, 1998.
- [36] George E. Warren Jr., 김정훈역, "HMDs, The ultimate hardware for P/C simulation pilots?", <http://airwar.hihome.com/sim/hmd/hmd.htm>
- [37] ViA II PC Computers that fit People Applications, <http://www.Flexipc.com/apps.htm>
- [38] Naver Offworld Colony : Land Warrior, <http://myhome2.naver.com/2019ad/frame1.htm>
- [39] Washington Post Web Page : High-Tech Gear To Get Workout In Afghanistan, <http://www.washtech.com/news/govtit/13127-1.html>
- [40] Georgia Tech Research Institute Web Page, <http://wearables.gatech.edu>
- [41] University of Oregon Web Page, <http://www.cs.uoregon.edu/research/wearables/>
- [42] DARPA Web Page, <http://www.darpa.mil/mto>
- [43] NASA Web Page : <http://science.ksc.nasa.gov/payload/projects/bcrg/shuttle.html>
- [44] VIA-PC Web Page : <http://www.via-pc.com>
- [45] "Wearable Computers", PC Advisor, pp.154, May, 2001.
- [46] Neil Kleinman, "Next Generation of Wearable Computers", Pen Computing, pp32-33, May,

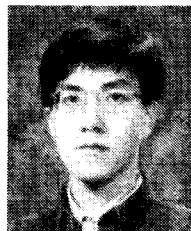
2001.

- [47] 전자신문, "[e월드]일본-PC·PDA·옷 '미디어 패션' 실용화 눈앞," 2.18. 2002, "http://www.etimesi.com/news/detail.html?id=200202180005"
- [48] 전자신문, "<여기는 세빛2002>이모저모" 3.20, 2002., "http://www.etimesi.com/news/detail.html?id=200203190074"
- [49] Charmed Technology Web Page : Brave New Unwired World Fashion Shows, http://www.charmed.com



한 탁 돈

- 1978년 연세대학교 공과대학 전자공학과 졸업(학사)
- 1983년 Wayne State University 컴퓨터공학(공학석사)
- 1987년 University of Massachusetts 컴퓨터공학(공학박사)
- 1987년~1989년 Cleveland 주립대학 조교수
- 1994년 Kyoto 대학 객원교수
- 1996년 Stanford University visiting associate professor
- 1989년~현재 연세대학교 공과대학 컴퓨터학과-산업시스템공학과 교수
- 2000년~현재 (주)칼라짚미디어 대표이사
- 관심분야 : Wearable computer, HCI, ASIC 설계, 고성능 컴퓨터구조
- E-mail : hantack@kurene.yonsei.ac.kr; hantack@colorzip.com



정 철 호

- 1994년 연세대학교 통계학과 졸업(이학사)
- 1998년 연세대학교 컴퓨터학과 졸업(공학사)
- 2001년 연세대학교 대학원 컴퓨터학과-산업시스템공학과 졸업(공학석사)
- 2000~2001 (주)칼라짚미디어 연구개발팀 선임연구원
- 2002년~현재 연세대학교 컴퓨터학과-산업시스템공학과 박사과정 재학
- 관심분야 : Wearable Computer, HCI, Data Analysis
- E-mail : bright@kurene.yonsei.ac.kr



김 기 섭

- 2001년 연세대학교 물리학과 졸업(이학사)
- 2001년~현재 연세대학교 대학원 컴퓨터학과-산업시스템공학과 석사과정 재학
- 관심분야 : Wearable Computer, HCI, Embedded System, JAVA Middleware
- E-mail : kskim@kurene.yonsei.ac.kr





이 남 규

- 1988년 연세대학교 전산학과 졸업 (학사)
- 1988년~1993년 삼성종합기술원 연구원
- 1995년 연세대학교 컴퓨터과학 (이학석사)
- 1995년~1997년 삼성전자 선임연구원
- 2001년~연세대학교 컴퓨터과학-산업시스템과 공학박사
- 2000년~현재 (주)칼라쥬미디어 연구개발팀 이사
- 관심분야 : Wearable computer, HCI, Mobile Computing, RAID
- E-mail : nklee@kuerene.yonsei.ac.kr



이 충 규

- 2001년 중앙대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)
- 2001년~현재 연세대학교 컴퓨터과학-산업시스템공학과 석사과정 재학
- 관심분야 : HCI, Wearable Computing, Embedded System
- E-mail : lcg2004@kurene.yonsei.ac.kr