

웨어러블 컴퓨터와 미래 정보화 사회

연세대학교 한탁돈* · 이남규** · 윤형민 · 류대희

1. 웨어러블 컴퓨터의 개요

미래 정보화 사회에서는 수많은 정보가 도처에 존재하고 시시각각으로 새로운 정보가 생겨나고 있으므로 언제 어디서나 필요한 순간에 컴퓨터의 도움을 필요로 한다. 그리고 정보의 홍수로 표현되는 현대 사회에서 수많은 정보를 필요한 순간에 손쉽게 얻어내고 이용하기 위해서는 컴퓨터가 항상 인간과 밀접한 관계를 유지해야 한다. 그러므로 컴퓨터를 언제나 어디서나 필요한 순간에 이용할 수 있도록 해야 한다는 문제는 그와 연관된 과학 기술이나 사회 경제적인 면에서 매우 중요하다고 할 수 있다.

컴퓨터 과학의 다양한 기술 발달은 1990년대에 들어서 컴퓨터를 이용한 정보처리 분야에서 새로운 패러다임의 변화(paradigm shift)가 생겨나게 했다[1]. 획기적인 반도체 기술 발달은 저전력 소형 마이크로 프로세서를 설계할 수 있게 하였고, 기존에 사용되는 키보드나 마우스 입력장치 대신 한 손만 이용하는 입력이나 손을 이용하지 않는 입력 방식, 즉 음성이나 제스처(gesture)를 이용한 입력이 가능하게 되었다. 또한, 간편한 출력 장치인 헤드 마운티드 디스플레이(head-mounted display)가 개발되어 이용됨으로써 화면 출력을 위한 디스플레이 장치의 휴대가 불편 없이 가능하게 되었다. 또한, 컴퓨터가 이동 통신(mobile communication) 기술과 결합하여 어느 장소에서나 필요한 정보의 접근이 가능해 지는 단계에 이르렀다. 이렇게 다양한 기술들이 복합

적으로 융합된 컴퓨터 개념이 웨어러블 컴퓨터(wearable computer)이다.

웨어러블 컴퓨터는 핸드헬드(hand-held) 휴대용 컴퓨터보다 한 단계 앞선 기술로서 컴퓨터를 모듈별로 분해하여 각각의 모듈들을 의복 또는 신체에 분산해서 착용하는 컴퓨터 기술이다. 개인의 컴퓨터를 마치 안경이나 의복처럼 입고, 앞에 전개된 상황에 맞춰 사용자와 상호작용을 한다. 헤드 마운티드 디스플레이, 간편한 입력 장치, 근거리 개인 무선 통신망, 상황인지(context sensing)와 통신을 위한 도구를 이용하여 웨어러블 컴퓨터는 마치 머리 좋은 조수의 역할을 한다 [2]. 웨어러블 컴퓨터는 언제나 사용자와 함께 하고, 언제나 명령어 입력에 따라 필요한 동작을 수행시킬 수 있도록 준비되어 있으며, 길을 걷는 중이거나 다른 일을 하는 중에도 사용할 수 있는 특징을 가지고 있다. 그리고 웨어러블 컴퓨터는 사용자의 특별한 명령 없이도 능동적으로 앞에 전개된 상황으로부터 정보를 습득하고 그러한 정보를 이용하여 상호작용을 할 수 있는 능력을 가진다. 이러한 일들을 가능하게 하기 위하여 카메라, 센서 등이 컴퓨터와 함께 사용되며 이들을 이용하여 위치와 방향을 감지하고 분석할 수 있는 기능을 가진다[3,4]. 그림 1은 데스크탑 컴퓨터



그림 1 컴퓨터 기술의 발전 단계

* 중신회원

**학생회원

환경에서 이동 컴퓨팅을 거쳐 웨어러블 컴퓨터에 이르는 컴퓨터 기술의 발전 과정을 보여준다.

2. 웨어러블 컴퓨터의 역사 및 변천사

웨어러블 컴퓨터 개념이 포함된 최초의 연구는 1968년 Ivan Sutherland로부터 시작된다[2]. 그는 헤드 마운티드 디스플레이 설계하고, 이를 이용하여 헤드 마운티드 디스플레이 착용자가 가상 세계를 첨가한 실세계를 볼 수 있도록 하였다. 이 연구와 그의 뒤를 잇는 그 당시의 연구들은 유선으로 연결된 워크스테이션 기반이었으므로 실험실이나 특정 장소에서만 가능하다는 제약이 있었다. 그 후 웨어러블 컴퓨터에 대한 본격적인 연구는 Steve Mann에 의해 시작되었는데 1980년 이미 그는 전지기반 컴퓨터와 헬멧에 부착된 CRT, 카메라, 램프 등을 제어하기 위한 장치를 개발하여 시험하였다. 다음의 그림 2는 Steve Mann에 의해 설계된 웨어러블 컴퓨터 발전 과정을 보여주는 것으로써 초기 1980년 단지 웨어러블이 가능한 형태 버전으로부터 1990년대 전반 여러 개의 선들이 유선으로 복잡하게 얽혀진 버전을 그림으로 예시하였다. 그리고 이후 기술 발달로 인하여 컴퓨터가 점차 모듈화되고, 유선이 아닌 무선으로 웨어러블 컴퓨터의 각 구성모듈들이 연결되기 시작하면서 좀 더 향상된 형태의 1990년대 중반기 버전, 더 나아가 외형상 알아보기 힘들 정도로 착용성이 개선된 1990년대 후반기 웨어러블 컴퓨터의 모습을 보여주고 있다[5].



그림 2 Steve Mann의 웨어러블 컴퓨터와 웨어러블 컴퓨터의 발전 과정(5)

웨어러블 컴퓨터의 변천 역사와 Steve Mann은 결코 분리할 수 없는 관계이다. 그는 오랜 기간에 걸쳐 자신이 직접 설계한 경험을 가지고 다

음과 같이 1,2,3세대 웨어러블 컴퓨터를 소개하고 있다[6].

2.1 1세대 웨어러블 컴퓨터

WearComp0로 이름 붙여진 Steve Mann의 1970년대 최초 웨어러블 컴퓨터는 사진사의 조수 개념을 가지고 있었다. 이 사진사의 조수 시스템은 컴퓨터라기보다는 예술적인 이미지를 만들어 내는 카메라 기능을 수행하였다. 이후 1981년에 설계된 웨어러블 컴퓨터(WearComp2)는 금속틀 내부에 6502 마이크로 프로세서와 납-산 전지(lead-acid battery)에 의하여 전원을 공급받는 시스템이었다. 이 시스템은 제한적인 그래픽, 디지털 음성 녹음 및 녹음 재생, 음악 합성 기능을 가지고 있었다. 프로그램 명령을 입력하기 위하여 누름 버튼식 입력장치가 사용되었다.

2.2 2세대 웨어러블 컴퓨터

1세대와 다른 2세대 웨어러블 컴퓨터의 특징은 컴퓨터 모듈의 분리이다. 분산되어 있는 컴퓨터 모듈들은 서로 실제 선으로 연결되며, 연결선은 의복에 넣고 꿰매어 사용되었다.

2.3 3세대 웨어러블 컴퓨터

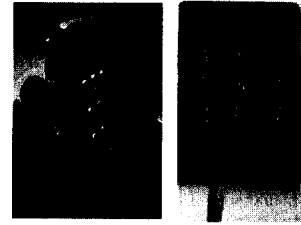
3세대 웨어러블 컴퓨터의 목표는 컴퓨터 착용자의 모습을 살펴 볼 때, 시간적으로 거의 드러나지 않는 형태를 추구하고 이러한 웨어러블 컴퓨터 설계이다.

웨어러블 컴퓨터의 연구개발은 선진국 특히 미국을 중심으로 시스템 개발과 더불어 그 응용 분야에 대한 첨단적인 연구가 진행중이다. 특히 군사, 의료, 산업 현장, 쇼핑 센터, 네비게이션 시스템 등과 같은 분야에서의 다양한 응용에 대한 연구가 활발하다. 또한 이러한 응용 분야에 웨어러블 컴퓨터를 효과적으로 적용하기 위해서는 각기 응용 분야에 적합한 형태의 웨어러블 컴퓨터 시스템의 구성이 필요하다.

3. 웨어러블 컴퓨터의 요소 기술

웨어러블 컴퓨터를 구성하는 요소 기술로는 소형 컴퓨터를 위한 저전력/소형 마이크로 프로세서 설계 기술, 기존에 사용되는 키보드나 마우스

입력장치 대신 한 손만을 이용하는 입력이나 손을 이용하지 않는 입력 방식, 즉 음성이나 제스처(gesture)를 이용하는 자연스런 입력 시스템 설계 기술, 헤드 마운티드 디스플레이와 같이 불편 없는 화면 출력과 휴대가 간편한 출력 시스템 설계 기술, 어느 장소에서나 필요한 정보의 접근을 가능하게 하는 무선 통신 기술인 모바일 통신(mobile communication) 기술 등이 포함된다. 이렇게 다양한 기술들이 복합적으로 융합된 컴퓨터 기술이 웨어러블 컴퓨터 기술이다. 다음의 그림 3은 웨어러블 컴퓨터의 요소 기술들을 나타내는 그림이다.



(ㄱ) 입력장치



(ㄴ) 출력 장치



(ㄷ) 벨트형 웨어러블 컴퓨터

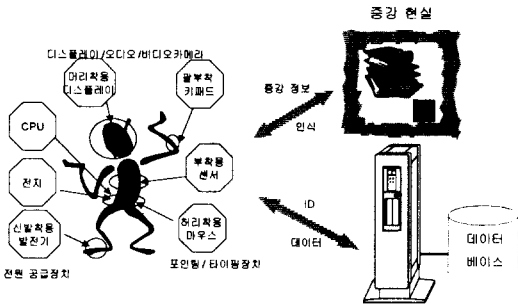


그림 3 웨어러블 컴퓨터의 요소 기술

그리고 웨어러블 컴퓨터의 요소 기술들을 복합적으로 응용함으로써 유통 지원, 군사, 의료, 의복 및 산업 각 분야에 적용하는 응용기술이 포함된다. 웨어러블 컴퓨터는 전지에 의해 동작하는 컴퓨터 시스템이므로 사용자의 신체에 부착하는 형태, 즉 벨트, 배낭, 조끼, 팔, 손목, 어깨 등에 착용하는 형태로 이동성과 손을 사용하지 않는 조작이 용이하도록 설계된다. 그림 3은 이러한 웨어러블 컴퓨터에 이용되는 입력 장치와 출력 장치, 그리고 벨트형 컴퓨터의 예이다. 웨어러블 컴퓨터는 전력 공급을 위한 전지가 들어 있는 벨트, 등에 지는 소형 컴퓨터(back pack PC), 헤드 마운티드 디스플레이, 무선 통신 모듈, 터치패드(touchpad)나 코딩 키보드(chording keyboard)와 같은 입력 장치로 구성된다. 다음의 그림 4는 웨어러블 컴퓨터의 핵심 구성 요소들의 예를 보여 주고 있다.

웨어러블 컴퓨터의 메인 컴퓨터 모듈은 전지에 의해 동작되어야 하므로 특히 저전력 프로세서가 사용된다. 현재 컴퓨터에서의 입력 방법은 키보

그림 4 웨어러블 컴퓨터의 주요 장비

((ㄱ) twiddler chording keyboard, all-fabric capacitive keyboard, (ㄴ) V8 virtual research systems, virtual vision V-Cap 1000, (ㄷ) ViA wearable computer)

드나 마우스를 이용하고 특별한 경우에는 조이스틱과 같은 외부 입력 장치를 이용하여 손으로 직접 입력하는 방식이 일반화되어 있다. 그러나 웨어러블 컴퓨터와 같은 경우 사람의 몸에 착용하는 형태이므로 기존의 키보드나 마우스를 이용한 입력 방식은 한계를 가지게 된다. 즉, 두 손을 다 사용하는 기존의 방식은 실제 응용 분야 또는 웨어러블 컴퓨터를 착용하고 작업하는 환경에 있어서는 부적합한 면이 많다. 이러한 문제점을 극복하고 다양한 환경에서의 웨어러블 컴퓨터를 활용하기 위한 연구에서 중요한 요소 기술로는 여러 가지가 있으나 중요한 연구분야 중 하나는 웨어러블 컴퓨터를 효과적으로 지원하는 주변 장치, 즉 사람의 몸짓이나 음성 그리고 소형 카메라를 통한 입력과 소형 디스플레이 장치와 같은 몸에 부착 가능한 출력 장치를 통해 출력하는 입출력

장치에 대한 연구이다. 따라서 웨어러블 컴퓨터는 기존의 입력방식의 틀에서 벗어나 음성이나 몸짓, 가상키보드 등을 자유롭게 이용할 수 있도록 외부 입력 장치의 연구개발이 필요하다. 또한 현재 컴퓨터가 사용하는 출력 장치는 모니터가 대부분을 차지한다. 하지만 웨어러블 컴퓨터 환경에서는 이러한 모니터 화면 대신 마이크로 디스플레이 기술을 이용 또는 응용하여 헤드 마운티드 디스플레이와 같이 착용 할 수 있는 출력 장치를 필요로 하게 된다. 헤드 마운티드 디스플레이는 화면이 투명한 형태(see through), 투명하지 않은 형태(non see through) 두 가지 형태가 있다. 전자의 경우에는 화면이 투명한 상태이므로 두 눈을 모두 화면을 응시하도록 설계할 수 있지만, 후자의 경우에는 화면을 바라볼 때 한쪽 눈만을 이용하게 된다.

기존의 컴퓨터와는 달리 웨어러블 컴퓨터의 입력장치에 대한 연구는 핸드프리(Hand-free)방식의 입력을 지원하여 사람이 양손을 다 사용할 수 있게끔 하여야 하고, 출력장치의 경우에는 헤드 마운티드 디스플레이보다는 안경이나 썬글라스와 같은 형태로 설계되어야 한다. 또한 컴퓨터로부터 발생하는 유해성 전자파를 효과적으로 차단하도록 하여야 하며, 안전하면서도 고성능의 배터리를 이용함으로써 컴퓨터를 착용하고 언제 어느 곳에서도 자유롭게 다양한 정보를 습득, 기록할 수 있어야 한다. 무선 통신 시스템을 이용하여 중앙 또는 다른 웨어러블 컴퓨터와의 통신을 통해 정보의 공유를 자유롭게 할 수 있게 되어야 한다. 그리고 웨어러블 컴퓨터는 각 모듈들이 분산되어 있는 형태이므로 각 모듈들의 서로 연결하는 배선이 문제가 된다. 따라서 선 문제를 해결하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 일차적으로 배선이 내장된 웨어러블 조끼가 이용되고, 이 경우 탈착식으로 만들어지거나 세탁 시에도 견딜 수 있도록 방수처리가 되어야 한다. 또한 최근에는 적외선(Infrared) 그리고 블루투스과 같은 근거리 통신 모듈을 이용하여 선 없이 각 모듈들이 서로 연결되도록 설계하고 있다.

4. 웨어러블 컴퓨터의 응용분야

웨어러블 컴퓨터의 응용 분야는 개인적인 응용 영역으로부터 기업에서 필요한 응용에 이르기까지

다양하다. 웨어러블 컴퓨터를 이용하여 복잡한 지역의 조사, 점검, 유지보수에 대한 도움을 현장에서 받을 수 있다. 그 외에도 의료 응용(수술, 검사), 방향 안내(장님, 여행자 가이드, 군사 작전), 통신(군사, 원거리 협동작업), 기억력 도움 등이 있을 수 있다. 예를 들어 한 개인이 복잡한 대형 할인 매장에서 쇼핑을 하고 있는 경우 웨어러블 컴퓨터는 현재의 위치로부터 자신이 원하는 물품을 있는 장소를 손쉽게 찾을 수 있도록 도움을 줄 수 있다. 또한 정비 기술자가 차량이나 비행기와 같은 복잡한 기계류를 수리할 때 웨어러블 컴퓨터를 이용하여 수리에 필요한 교본이나 온라인 메뉴얼을 현장에서 제공받을 수 있다.

4.1 의료 분야

의료 분야에서 사용되는 웨어러블 컴퓨터는 지속적인 감시가 필요한 환자에 이용될 수 있다. 환자에게 인체에 무해한 센서를 부착하고, 환자로부터 입수된 정보가 원격지 의사에게 전달됨으로써 즉각적인 상담이나 중요한 사항에 대한 처방을 즉시 내릴 수 있다. 응급 구조와 같은 상황에서 웨어러블 컴퓨터를 이용하여 응급 환자의 상태를 계속적으로 감시하고, 원격지 응급진료 센터로부터 환자에 적합한 응급 치료에 대한 정보를 받을 수 있다. 현재 휴대용 의료 기기 및 의료용 센서는 나날이 기술 발달과 더불어 점점 소형화되고 있는 추세이므로 이러한 휴대용 의료 기기들과 웨어러블 컴퓨터의 효과적인 통합이 필요하다.



그림 5 의료용 웨어러블 컴퓨터 응용

4.2 군사 분야

군사 목적의 웨어러블 컴퓨터는 모듈화된 첨단 전투 장비로 구성된다. GPS 시스템과의 연계를

통해 위치 탐색과 현재 군인의 상태를 모니터링 하는 장비, 야간의 작전 수행과 정보의 출력을 위한 헤드 마운티드 디스플레이와 같은 외부 입력 장치와 연결된 웨어러블 컴퓨터가 설계된다. 예로써 일종의 웨어러블 컴퓨터 시스템인 랜드워리어(Land Warrior)는 미 육군보병을 위해 개발 중인 모듈화 및 통합화된 전투시스템으로 군사용도의 웨어러블 컴퓨터이다. 총 6개의 서브 시스템으로 구성되어 있으며 보병, 레인저, 공수부대, 기계화부대 등에서 이용하기 위한 목적으로 개발 중에 있다. 2000-2001년 사이에 미 육군 보병부대에 실전배치 예정으로 개발이 진행 중이다[8].



그림 6 군사용 웨어러블 컴퓨터 응용

4.3 제조업과 조립분야

웨어러블 컴퓨터는 작업자에게 진단 소프트웨어나 데이터베이스를 작업장으로 연결시켜주는 역할을 한다. 유지보수 기록, 매뉴얼, 상품 재고 목록 등이 벨트에 착용한 컴퓨터에 내장시킴으로써 작업 능률을 높일 수 있다. 종업원들에게 작업에 대한 지식전달이나 교육에 도움을 준다. 비행기나 우주선과 같은 정밀 제조 공장에서 유지보수 매뉴얼이 항상 작업자와 함께 있게 된다.

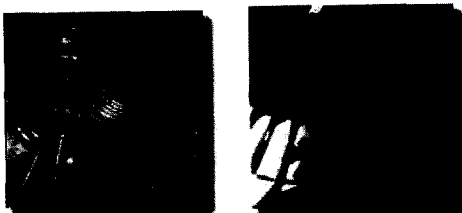


그림 7 제조업과 조립분야에서의 웨어러블 컴퓨터 응용

4.4 대형 매장에서의 분배자

대형 매장에서 웨어러블 컴퓨터를 이용하는 종업원은 상품의 비치 및 분배 시간을 크게 줄일 수 있다. 또한 고객에게는 찾고자 하는 물품이 어디에 있는지 쉽게 찾아가는 방법에 대한 정보를 제공한다.

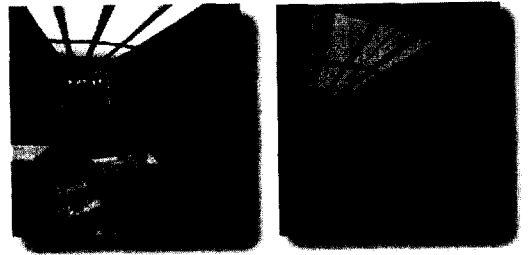


그림 8 대형 매장에서의 분배자 웨어러블 컴퓨터 응용

4.5 수중 탐사 응용

웨어러블 컴퓨터는 바다나 호수 밑의 수중 세계의 환경을 탐사하는데 이용될 수 있다[그림 9]의 WetPC[9]는 수중에서 사용하는 웨어러블 컴퓨터로써 수중 탐사 및 수중 작업을 위해 사용된다. WetPC를 착용한 잠수부는 방수가 완벽한 소형 컴퓨터와 한 손으로 제어할 수 있는 KordPad 입력장치를 사용하여 수중으로부터 데이터를 얻을 수 있다. 수경에는 디스플레이가 위치하도록 구성이 되어 있고, 수중으로부터 습득된 정보의 조사와 분석을 직접 수행할 수 있다.

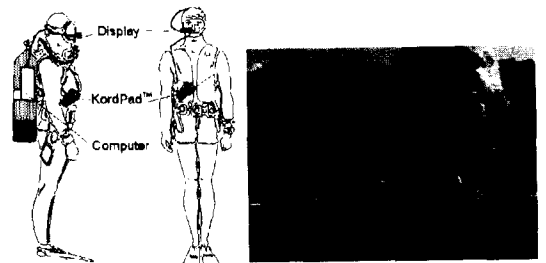


그림 9 WetPC, 수중 탐사에 이용되는 웨어러블 컴퓨터

5. 웨어러블 컴퓨터의 주요 연구 프로젝트

웨어러블 컴퓨터와 관련된 기술의 연구 개발 및 이용 실태를 살펴볼 때 국내에서는 전무하다고 말해도 과언이 아니고, 외국에서는 미국의 MIT 공과 대학의 미디어 연구실을 중심으로 카네기 멜론 대학, 조지아 공대, 오래곤 대학 등에서 활발한 연구 활동을 보이고 있다. 그리고, DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency), NASA(National Aeronautics and Space Administration)를 중심으로 실제 응용에 이용되는 웨어러블 컴퓨터를 설계하여 실험하고 있다.

5.1 MIT 대학

웨어러블 컴퓨터에 대한 본격적인 연구는 MIT 미디어 연구실로부터 시작되었다. 특히 MIT의 Steve Mann은 웨어러블 컴퓨터 연구의 선구자로 초기 웨어러블 컴퓨터 개념을 최초로 시도하였다. 주요 연구 영역은 웨어러블 컴퓨터 전역에 걸쳐있고 특히 다음과 같은 연구들 [10,11,12,13]을 중심으로 수행하였다.

5.1.1 Smart Clothing

Smart underwear, Smart eyeglasses, Smart shoes 등을 이용하여 사용자에게 "Smartness"를 제공하지는 목적을 가진 연구로 사용자의 의식적인 생각이나 노력이 없이 컴퓨팅 할 수 있다는 새로운 인식 구조물을 제공한다.

5.1.2 Wearable audio computing

사용자는 여러 가지 정보의 원천으로부터 뉴스, 날씨, 주식 등의 수많은 내용을 이용하고 있다. 수많은 정보로부터 자신이 필요한 정보를 이용하기 위해서는 사용자의 현재 작업 상황에 따라 정보를 필터링하고 알맞은 시기에 정보를 제공받는 것이다. 이러한 정보의 필터링 및 적절한 제공을 위하여 정보 이용 환경의 향상과 사용자 주변에 대한 지각과 배경 사건에 대한 감지에 대한 연구를 수행하였다.

5.1.3 Context-aware computing

데스크 탑 컴퓨터와는 달리 웨어러블 컴퓨터는 사용자가 직접 보고, 듣고, 삶의 경험을 통한 인지가 가능하다. 또한 기존에 불가능했던 물리적 환경에 대하여 사용자가 다양하게 인지할 수 있게 되었다. 이러한 특징은 사용자가 명확한 명령을 주어 수행하던 기존의 데스크탑 컴퓨터 환경보다 나은 컴퓨터 환경을 제공한다. 비디오 카메라와 컴퓨터, 센싱 시스템이 결합된 StartleCam은 동적으로 실시간 비디오, 오디오 정보를 감지하여 보여주는 상황인지(Context-aware) 시스템이다

5.1.4 Human Powered Wearable Computing

전지 사용에 대한 제약에서 벗어나 사용자의 일상 생활 속에서 자신의 컴퓨터에 필요한 에너지를 얻어보자는 연구이다. 다리의 움직임에서 비롯되는 전원의 생성에 대한 분석을 하였고, 덜 실용적이지만 호흡과 혈액 순환, 몸의 열, 손가락이나 팔의 움직임으로부터 에너지를 얻을 수 있다는 연구를 수행하였다.

5.1.5 Smart Fabric, or Washable Computing

컴퓨터는 사람들이 편안하게 입을 수 있는 의복으로 자연스럽게 통합될 수 있다. 세탁이 가능한 전도성 직물을 이용하고 데이터와 전원을 분산하여 접촉에 의한 인지 기능을 수행할 수 있다. 이를 이용하여 음악 연주를 위한 키보드와 같은 인터랙티브 전자 장치를 만들 수 있다.

5.2 카네기 멜론 대학

카네기 멜론 대학은 MIT 대학과 더불어 다음과 같은 내용을 기반으로 활발하게 웨어러블 컴퓨터 관련 연구들[1]을 수행하고 있다.

5.2.1 VuMan

카네기 멜론대학의 웨어러블 컴퓨터 시스템인 VuMan 1은 헤드 마운티드 디스플레이와 3개의 버튼 입력으로 수행되는 단순한 형태였다. 이후 VuMan 2는 플래쉬 메모리 카드를 사용하는 개선된 형태였고, 주요 응용분야는 캠퍼스 여행을 위한 네비게이션이었다. 그리고 VuMan 3은 고성능 프로세서, 캐쉬 메모리, 그리고 두 개의 PCMCIA 슬롯을 이용하여 다양한 PCMCIA 장

치를 연결할 수 있게 하였다.

5.2.2 Navigator 2

Navigator 2는 Boeing사의 항공기 검사에 적용하기 위한 멀티미디어 웨어러블 컴퓨터이다. 항공기 점검에서 발견된 각 결함의 위치와 종류가 Navigator 2에 저장된다. 주된 입력은 방법은 조이스틱으로 행해졌으며, 보조적 수단으로 음성이 함께 사용되어졌다. 이 시스템을 사용하여 항공기 현장 조사 시 검사 시간을 약 20% 절약할 수 있을 뿐만 아니라 검사 데이터 입력 시간을 크게 절약했다.

5.2.3 TIA

TIA-P는 음성 번역과 차량 유지 보수를 포함하여 SUO(Small Unit Operation) 응용 프로그램을 지원하기 위해서 설계되었다. 100MHz 486 프로세서를 포함한 핸드헬드 펜기반 시스템이다. 그리고 TIA-0은 TIA-P의 전자 기술의 향상된 버전을 사용해서 작은 크기로 설계 및 제작되어졌다. 배터리를 포함한 전체 시스템은 약 3 파운드 정도이고, 통신이 잘 안되거나 통신을 사용할 수 없는 지역을 모두 고려하여 설계되었다.

5.2.4 Metronaut

Metronaut 모바일 컴퓨터는 바코드 판독기(reader)를 사용해서 정보나 위치를 탐지하고, 네비게이션, 메시징, 스케줄링과 같은 응용 프로그램을 지원한다. Metronaut의 주요 응용은 카네기 멜론 캠퍼스의 방문자에게 스케줄과 안내를 하는 것이다. 방문자의 위치는 캠퍼스 주위의 정보 사인에 있는 바코드를 읽어서 결정되어진다. 또한 스케줄의 수정은 캠퍼스에 설치된 컴퓨팅 기반 구조와 양방향 페이지(pager)를 사용해서 수행된다.

5.2.5 MoCCA

MoCCA(Mobile Communication and Computing Architecture)는 FSEs(Field Service Engineers)를 지원하기 위해서 설계되어졌다. FSEs의 주목적은 소비자와 함께 있을 때 원격지에서 정보와 조언을 교환하기 위한 시스템이다.

5.2.6 Digital Ink

Digital Ink는 사용자가 손으로 쓰고 그리는 것을 인식해서 저장하는 컴퓨터 펜이다. 쓰고 난 후, 사용자는 팩스 번호나 E-mail뒤에 'send'나 'e-mail'이라는 단어를 간단히 쓴다. 문서는 cellular 네트워크를 사용해서 팩스머신이나 데스크탑 컴퓨터, 또는 다른 디지털 펜에 무선으로 전송된다.

5.3 조지아 공대

조지아 공대에서 수행한 웨어러블 컴퓨터 연구 중에 하나는 음식가공 현장에 웨어러블 컴퓨터를 적용하는 것이었다[14]. 음식가공 작업 현장에서 효과적인 데이터 수집을 위해 웨어러블 컴퓨터를 사용한다. 주된 목적은 핸드 프리(hands-free) 작업을 지원하고, 플랜트 매니저와 실시간으로 데이터를 공유할 수 있다. 잡음이 많은 환경에서 편리하게 오디오 대화를 가능하게 한다. 이 때 사용되는 웨어러블 컴퓨터는 휴대용 카세트 크기로 작업자는 패드가 부착된 벨트에 착용한다. 설계된 응용 프로그램과 무선 통신이 결합되어 작업자가 가상적으로 어느 곳에서나 정보를 입력하고 보낼 수 있게 한다. 마이크로폰과 이어폰을 사용해서 핸드 프리(hands-free)로 다른 일들을 수행하면서 시스템이 음성(voice) 명령을 받고 오디오 정보를 공급한다. 작은 컴퓨터 스크린을 가지는 HMD는 텍스트와 그림, 그리고 비디오를 보면서도 계속 작업을 할 수 있게 한다. 헤드셋에 장착된 작은 비디오 카메라는 원격에 있는 사람에게 작업자가 무엇을 하고 있는지 보여주고, 특별한 작업이 어떻게 진행되고 있는지를 제공해준다.

5.4 오래곤 대화

웨어러블 컴퓨터를 위한 소프트웨어 하부구조에 대한 연구[15]와 웨어러블 컴퓨터 응용을 위하여 MediWear 프로젝트를 수행하였다[16]. MediWear는 의료 목적의 웨어러블 컴퓨터 응용으로써 세 가지 응용영역으로 구분된다. 간호사를 지원하기 위한 이동 통신 "home care", 가정의 환자를 감시하기 위한 "patient wearable", 그리고 병원 외부에서 신속하게 의료요원을 지원할 수 있는 "paramedic wearable"로 구성된다.

5.5 DARPA

스마트 모듈 프로그램(smart Modules program)은 센서, 마이크로프로세서, 통신 등을 포함하는 모듈화된 패키지로 설계되었다. 가볍고 저전력을 사용하므로 전투에 적합한 특징을 가지고 있는데 전쟁터에서 병사들이 자신의 병기들을 효과적으로 제어하고 상황인지 능력을 증진시키는 기능을 가지고 있다. 스마트 모듈 프로그램은 이미지/비디오 모듈, RF/ECM 모듈, I/O 모듈, 위치 모듈과 같이 크게 4개의 개발 영역으로 구성된다. 이 프로젝트의 최종 목표는 개인과 휴대용 정보 장치(인지, 편집, 분석, 표시, 비교, 저장, 처리, 정보 전송 기능)를 스마트 모듈과 통합하는데 있는데 결과적으로 전장에서 개별 병사의 전투 능력을 극대화할 수 있다[17].

5.6 NASA

케네디 우주 센터(Kennedy Space Center)에 위치한 NASA에서 시도한 첫 번째 Body Wearable Computer(BWC)는 항공기 유류 하중 하드웨어를 시험하는데 응용되었다. 케네디 우주 센터의 특징은 도처에서 다양한 실험을 필요로 하는데 이를 지원하기 위하여 휴대성이 강조되는 BWC가 필요하다. 또 다른 BWC의 특징으로는 사용자가 FM 라디오 방식을 사용하여 무선으로 음성 통신을 수행할 수 있게 함으로써 원격지 사이에 음성 정보를 주고받을 수 있다[18].

5.7 연세대학교

연세대학교에서는 웨어러블 컴퓨터 연구를 위하여 입력 기술, 태그 기반 컴퓨팅, 지화인식, 센서, 웨어러블 패션 및 의료 분야에 적용시키기 위한 연구를 수행 중에 있다. 또한 증강현실(augmented reality), 도처의 컴퓨팅(ubiquitous computing), 만질 수 있는 정보(tangible information) 개념을 도입하고, 이를 웨어러블 컴퓨터와 혼합하여 새로운 형태의 차세대 웨어러블 컴퓨터의 개념을 설계하고 있다. 이를 효과적으로 추진하기 위하여 다음 그림 10과 같이 학제간 웨어러블 컴퓨터 연구 모임을 구성하였다.

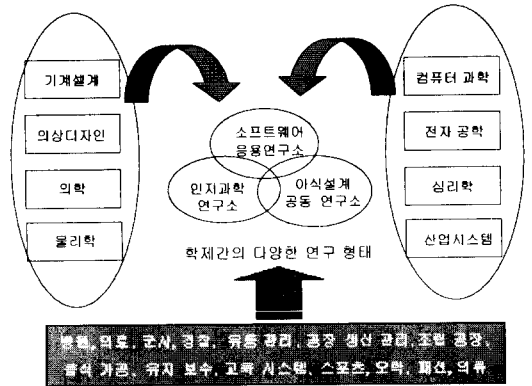


그림 10 연세 웨어러블 컴퓨터 연구 모임

6. 웨어러블 컴퓨터와 패션

앞에서 언급한 바와 같이 웨어러블 컴퓨터를 이용하여 다양한 분야에서 효과적으로 작업을 수행할 수 있지만 여전히 컴퓨터를 의복의 일부로 통합되지 않는다면 웨어러블 컴퓨터 사용은 제한적일 수밖에 없고, 심지어 착용 시 불편함을 느끼게 된다면 사용을 기피하게 될 것이다. 따라서 현재의 기술들을 이용하여 컴퓨터 및 통신기기가 전도성 직물(conductive fabric)을 이용하고, 방수처리에 의하여 직접 세탁이 가능하도록 하여 자연스럽게 일반 의복에 통합시킬 수 있게 하는 노력이 필요하다.

1997년 미국 MIT 미디어 연구실에서는 웨어러블 컴퓨터에 패션 아이디어를 부가하기 위하여 세계적인 디자인 학교들(Bunka Fashion College in Tokyo, Creapole in Paris, Domus in Milan, Parsons School of Design in New York)을 초청하여 공동으로 Beauty and Bits라는 제목의 패션쇼를 개최하였다[19]. 이 패션쇼에서는 수많은 디자인 팀과 학생들의 공동 작업으로 디스플레이, 센서, 입력 장치들과 모자, 신발, 장신구, 의류 자체를 이용하여 기능과 패션의 조화를 통한 미래 패션을 설계하는 기회를 가지게 되었다. 또한 1998년 일본에서도 Wearables Tokyo[20]라는 명칭으로 웨어러블 컴퓨터 심포지움과 패션쇼를 개최하면서 웨어러블 컴퓨터를 이용한 미래 패션의 변화에 대해 큰 관심이 부각되는 개기가 되었다.

7. 웨어러블 컴퓨터의 미래와 전망

웨어러블 컴퓨터는 컴퓨터를 마치 옷처럼 입고 다니면서 언제 어디서나 필요할 때 이용하겠다는 개념을 가지고 있다. 최근 웨어러블 컴퓨터의 중요성을 반영이라도 하듯이 세계적인 시장조사 기관인 가트너 그룹은 '정보기술 전망' 보고서에서 현재는 물론 앞으로 수년간 주목받을 유망 정보 기술 빅 10을 발표하면서 웨어러블 컴퓨터를 포함시켰다. 또한 앞에서 소개한 바와 같이 웨어러블 컴퓨터는 차세대 컴퓨터로 주목받고 있는 연구분야이며 미래 컴퓨터의 새로운 모습이라 할 수 있다. 웨어러블 컴퓨터 개발 및 그의 응용은 컴퓨터분야는 물론 물리학, 심리학, 의류학, 의학을 포함하는 다양한 분야의 학문이 서로 연관성을 가지는 차세대 미래 지향형 컴퓨터 기술로서 학제간 연구 토픽으로 개발되어야 한다. 그러나 국외에서의 지대한 관심과 연구와는 달리 국내에서는 아직 웨어러블 컴퓨터에 대한 연구가 전무하고, 최근 신문이나 잡지에 웨어러블 컴퓨터를 옷처럼 입는 컴퓨터 정도로 간략히 소개하는 데에 그치고 있으므로 국내에서도 이에 대한 관심이 필요하다. 앞으로 웨어러블 컴퓨터를 실용화하기 위해서는 컴퓨터의 소형 모듈화, 착용성 향상, 의상 디자인 개념도입, 인체에 대한 전자파 차단, 주변 인프라구축, 새로운 응용분야의 개발 등을 포함하여 앞으로 연구해야할 개선할 여지가 많다. 그러나 실제로 컴퓨터 관련 기술의 획기적인 성능 개선과 소형화추세로 보아 컴퓨터를 책상에 앉아서 사용하거나 들고 다니면서 사용하기 보다는 불편 없이 입고 다니는 웨어러블 컴퓨터 이용이 머지 않아 미래 정보화 사회에서 실현될 것으로 예측된다.

참고문헌

- [1] Wearable Computer Systems at Carnegie Mellon University, <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs.cmu.edu/project/vuman/www/home.html>
- [2] The MIT Wearable Computing Web Page, <http://wearables.www.media.mit.edu/projects/wearables/>
- [3] Steve Mann, "Wearable Computing: A First Step Toward Personal Imaging," IEEE Computer, Vol.30, No. 2, February 1997.
- [4] Steve Mann, "Wearable Computing as means for Personal Empowerment," Keynote Address for The First International Conference on Wearable Computing, ICWC-98, May 1998.
- [5] The link between cyberspace and lightspace, <http://wearcomp.org/netcam.html>
- [6] 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.
- [7] ViA II PC Computers that fit People Applications, <http://www.Flexipc.com/apps.htm>
- [8] Land Warrior, <http://www.sbcom.army.mil/programs/lw>
- [9] The WetPC(an underwater wearable in Australia), <http://www.aims.gov.au/pages/wetpc/wetpc.html>
- [10] Jennifer Healey and Rosalind Picard, "StartleCam: A Cybernetic Wearable Camera," Second International Symposium on Wearable Computers, pp42-49, October, 1998.
- [11] Thad Starner, "Human Powered Wearable Computing," IBM Systems Journal, Vol. 35, No. 3 & 4.
- [12] E. Rehmi Post and Maggie Orth, "Smart Fabric, or Washable Computing," First International Symposium on Wearable Computers." pp167-168, 1997.
- [13] MIT Wearable Computing Associated Papers, <http://wearables.www.media.mit.edu/projects/wearables/mitres.html>
- [14] L.J.Najjar, J.C. Thompson, and J.J. Ockerman, "A wearable computer for

quality assurance inspectors in a food processing plant," First International Symposium on Wearable Computers" pp163-164, 1997.

- [15] Stephen Fickas, Gerd Kortuem, and Zary Segall, "Software Organization for Dynamic and Adaptable Wearable Systems," First International Symposium on Wearable Computers, pp56-63, 1997.
- [16] Sanda Bilcar, Michael Curry, Gerd Kartuem, Ronald Toub, and Paul Joachim Walser, MediWear, <http://www.cs.uoregon.edu/research/wearables/MediWear/>
- [17] DARPA, Smart Module Program, <http://web-ext2.darpa.mil/mto/smartmod/index.html>
- [18] NASA Body Wearable Computer at Kennedy Space Center (KSC) <http://www.ksc.nasa.gov/payload/projects/borg/>
- [19] Beauty and the Bits, Fashion show at MIT Media Lab's "Wearables", http://www.intelligent-agent.com/fall_beauty.html
- [20] Wearable Tokyo, wearable computers symposium & fashion show, <http://www.nikkei.co.jp/events/ccn/wearables>, Nov. 1998.

한 탁 돈



1978 연세대학교 공과대학 전자공학과 졸업(학사)
 1983 Wayne State University 컴퓨터공학(공학석사)
 1987 University of Massachusetts 컴퓨터공학(공학박사)
 1987~1989년 Cleveland 주립대학교 교수
 1989~현재 연세대학교 공과대학 컴퓨터학과 교수
 1994 Kyoto 대학 객원교수

1996 Stanford University visiting associate professor
 관심분야: Wearable computer, HCI, ASIC 설계, 고성능 컴퓨터구조

E-mail: hantack@kurene.yonsei.ac.kr

이 남 규



1988 연세대학교 전산과학과 졸업(학사)
 1988~1993년 삼성종합기술원 연구원
 1995 연세대학교 컴퓨터학과(이학석사)
 1995~1997년 삼성전자 선임연구원
 1997~현재 연세대학교 공과대학 컴퓨터학과 박사과정 재학
 관심분야: Wearable computer, HCI, Mobile Computing, RAID

E-mail: nklee@kuerene.yonsei.ac.kr

윤 형 민



1996 연세대학교 지질학과(이학사)
 1998 연세대학교 컴퓨터학과(공학석사)
 1999~현재 (주) 3D NETWORKS 대표, 연세대학교 컴퓨터학과 박사과정
 관심분야: HCI, Wearable Computing, 3D Graphics
 E-mail: yoonhm@kuerene.yonsei.ac.kr

류 대 희



2000 안동대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)
 2000~현재 연세대학교 컴퓨터학과 석사과정 재학
 관심분야: Wearable computer, Augmented reality
 E-mail: mtlover@kurene.yonsei.ac.kr