

웨어러블 시스템 사용자 상호작용 시장 분석 및 기술 동향

The Trend of Technology and Market of HCI for the Wearable Systems

손미숙 (M.S. Sohn)

스마트인터페이스연구팀 연구원

박준석 (J.S. Park)

스마트인터페이스연구팀 팀장

한동원 (D.W. Han)

차세대PC연구그룹 그룹장

조일연 (I.Y. Cho)

웨어러블컴퓨팅연구팀 팀장

목 차

-
- I. 서론
 - II. 웨어러블 시스템
 - III. 웨어러블 시스템 구성
 - IV. 웨어러블 시스템 입출력 장치
시장 동향
 - V. 웨어러블 시스템 사용자
상호작용 방법
 - VI. 결론

본 고에서는 웨어러블 시스템의 개념에 대해 간략히 소개하고 시스템을 구성하는 기술에 대해 살펴본다. 웨어러블 시스템 기술 중에서 최근 많은 관심을 모으고 있는 사용자 상호작용 방법(Human Computer Interaction)에 대한 시장동향 분석과 더불어 현재 시도되고 있는 다양한 상호작용 방법의 사례를 살펴봄으로써 웨어러블 시스템을 위한 성공적인 사용자 상호작용 모델에 대해 알아본다.

I. 서론

상호작용 기술은 인간과 시스템간의 커뮤니케이션에서 특정 업무를 수행하기 위해 물리적인 입/출력 장치를 사용하는 방법과 사용자와 장치간의 논리적인 대화 채널을 말한다. 즉 사용자(user), 업무(task), 입출력 장치(input/output device)가 상호작용 기술의 기본적인 구성요소라고 할 수 있다. HCI 분야에서 중점을 두고 있는 것은 일 자체의 수행이나 시스템의 성능 향상보다 시스템과 사용자간의 커뮤니케이션의 유용성과 효율성을 높이는 데 있다 [1]. 따라서 HCI 연구는 사용자와 시스템 사이의 정보전달을 좀 더 빠르고, 좀 더 자연스럽고, 좀 더 편리하게 하는 방법에 대한 고찰이며 사람들이 시스템을 어떻게 이해하고 어떻게 사용하는지에 대한 연구와 이에 대해 시스템이 어떻게 반응하는가에 대한 연구라고 할 수 있다.

이를 위해 상호작용 연구의 방향은 어떤 기술, 하드웨어를 개발하고 이것을 사용자에게 적용시키려는 기술 중심적인(technology-push) 방식보다는 먼저 사용자의 특성, 요구 사항을 분석한 후 사용자의 요구(demand-pull)에 부합하여 이에 상응하는 기술을 개발하는 사용자 중심(human-centric)으로 접근해야 한다. 하지만 기존의 대부분의 인터페이스 기술은 사용자의 요구에 기반하기보다는 먼저 기술을 개발하고 이를 사용자에게 이용하도록 요구하는 기술중심적인 접근법이 지배적이었다. 그러나 최근 HCI 분야에서는 보다 사용자에게 편리한 기술, 기계가 아니라 사용자가 중심이 되는 기술에 대한 다양한 연구가 시도되고 있다.

본 고에서는 차세대 PC 영역에서 주목을 받고 있는 웨어러블 시스템에 대한 간략한 소개와 웨어러블 시스템을 위한 입출력 장치의 시장 분석, 시장에 출시된 형태 외에 대학이나 연구소에서 개발하고 있는 다양한 사용자 상호작용 기술에 대해 알아봄으로써 웨어러블 시스템 시장의 성장 방안에 대해 알아본다.

II. 웨어러블 시스템

1960년대 MIT에서 시작된 웨어러블 시스템의 개념은 초기에는 막대한 분량의 매뉴얼을 보면서 작업해야 하는 비행기 정비사와 같이 양손을 자유롭게 사용하기 위한 업무 분야에서 먼저 도입되었다. 최근 운송, 영업, 국방, 의료 분야 또는 보통의 일상생활에 이용할 수 있는 형태로 응용 범위가 넓어지고 있지만 현재까지는 특정 분야에만 한정된 틈새 시장을 형성하고 있으며 향후 시장이 성장하기까지는 5~10년의 시간이 걸릴 것으로 예상된다[2].

PDA, 휴대폰과 같은 핸드헬드 장치(handheld device)와 웨어러블 시스템은 사용자의 이동성을 보장한다는 측면에서 비슷한 장치로 간주될 수 있다. 그러나 핸드헬드 장치는 말 그대로 특정 업무를 수행하기 위해 정보기기 단말이나 장치를 손에 들고 조작하는데 비해 웨어러블 시스템의 목적은 양 손을 자유롭게(hands-free) 하면서 해당 업무를 수행하는 데 있다고 할 수 있다.

웨어러블 시스템 솔루션은 크게 3가지 영역으로 구분되는데 (1) 운송, 물류, 국방, 영업, 제조 등의 일반 산업용 솔루션, (2) 생체신호 모니터링 솔루션, (3) 오디오, 비디오, 게임, 인터넷, LBS 등의 정보전송과 엔터테인먼트를 위한 infotainment용 솔루션으로 크게 구분된다.

일반 산업용 웨어러블 시스템의 경우 상품보관, 운송/유통 마켓에서 주로 성장을 주도하고 있으며, 2007년도에는 2억7천만 달러 규모로 성장할 것으로 전망되고 있다. 생체 신호 모니터링을 위한 웨어러블 시스템의 경우 2007년 2억6천만 달러 규모로 성장할 것으로 예상되며 infotainment 영역은 현재 초기 시장 형성 단계에 있다[3].

물류 시스템에 사용한 사례로, Fedex의 경우 화물 수령 시 무선 인터넷을 이용해 그 자리에서 항로나 적하 계획을 세워 수송 준비를 하고, 운송이 시작되면 화물이 지금 어디를 지나고 있는지 실시간으로 파악한다. 외근 업무가 많은 영업 사원의 경우 도착한 이메일을 읽어주거나 거래처까지 가는 길이 담긴

지도를 서버로부터 전송 받을 수 있다.

시계 제조 업체인 스와치의 경우 RFID 칩을 내장한 시계를 상용화하여 스키 리프트나 수영장 같은 리조트 시설에서 줄을 서지 않고 문을 통과하는 것만으로도 자동적으로 요금이 계산되도록 하였다.

국방 분야의 경우, 실제 전투 상황에서 웨어러블 장비를 착용함으로써 생기는 이점이 두드러지지 않아 웨어러블 솔루션의 적용이 더디게 진행이 되고 있지만 미국 육군에서는 사병이나 지원 부대가 몸에 붙일 수 있는 컴퓨터를 개발하여 아프가니스탄과 이라크전에 실제 활용한 것으로 알려져 있다. 군사용 웨어러블 시스템의 경우 보안상의 이유로 공개가 잘 되고 있지 않지만, 이스라엘 Tadiran Spectralink [4]사는 V-RAMBO라는 손목 착용형 전투 모니터링 제품을 소개한 바 있다. 미 육군의 Land Warrior 와 Future Force Warrior(FFW)[5]는 각종 센서와 착용형 컴퓨터를 병사들에게 장착하여 전투 상황 인지 능력을 증강시키고자 하는 프로그램이다(그림 1) 참조). 또한 미 해군에서는 1996년부터 조지아텍과 연계하여 전투상황에서 관통감지(penetration alert), 생체 신호 모니터링을 위한 wearable motherboard (smart shirt)를 개발하고 있다.

생체 신호 모니터링의 경우 헬스/피트니스 분야에서 다양한 제품을 소개하고 있으며, 스포츠용품



(a) Nike Triax CV-10 Heart Rate & Speed Monitor Watch



(b) Adidas Project Fusion System

(그림 2) 생체 신호 모니터링 웨어러블 시스템

제조업체인 나이키와 아디다스에서는 생체 신호 솔루션 업체인 Polar Electro와 연계하여 사용자의 생체 신호를 모니터링하는 신발, 운동복, 시계 형태의 웨어러블 시스템을 소개한 바 있다(그림 2) 참조). Infotainment 영역은 현재 태동기에 있는 단계로 대학과 산업체에서 웨어러블 시스템을 이용하여 다양한 콘텐츠를 제공하기 위한 시험적인 서비스를 진행 중이다.

Ⅲ. 웨어러블 시스템 구성

웨어러블 시스템을 구성하는 기술은 다른 컴퓨팅 기술과 유사하다. (1) 기반 기술: 무선 칩, 패키징, 전원관리, 열관리 (2) 디바이스/컴포넌트 기술: 마이크로프로세서, 메모리, 전원 공급, 키보드/입력 장치, 바코드 스캐너, 디스플레이, 모바일 컴퓨터, 프린트 (3) 소프트웨어 기술: 운영 체제, 미들웨어, 장치 관리/보안, 음성 인식, 애플리케이션 (4) 웨어러블 솔루션 기술: 벨트/머리 착용형, 손목/손가락/팔 착용형, 의복 내장형 장치로 구성된다[3].

웨어러블 시스템은 외향적 형태와 기능에 의해서 <표 1>과 같이 크게 4가지 종류, 머리 착용형, 손/팔 착용형, 의복 내장형, 기타 형태로 구분된다[3].

웨어러블 시스템의 신체 부착 형태는 벨트형태, 손목/손가락 착용형, 옷 내장형, 머리 착용형 순으로 사용자 선호도를 나타내었다[3]. 카네기 멜론 대학의 웨어러블 그룹에서는 사람의 움직임에 고려하여 웨어러블 오브젝트를 위치시키기 적합한 신체 부위 선정에 관한 연구를 진행한 바 있다. 사람의 신체



(a) V-RAMBO Wrist Video System



(b) 공군용 Microclimate Cooling Garment



(c) 육군용 Future Force Warrior

(그림 1) 군사용 웨어러블 시스템

〈표 1〉 웨어러블 시스템 형태와 대표적인 업체

형태	회사(제품 명)
(1) 머리 착용형 (Head-mounted) 주로 허리에 메인 시스템이 있고 HMD를 통해 정보를 보여주거나 헤드셋의 마이크 로폰을 통해 음성인식을 하는 시스템	- Symbol Technologies (MC9060 Voice Directed Solution) - Vocollect(Talkman) - Voxware(VLS-410) - Xybernaut (Mobile Assistant) - Vocera - Microvision - Quantum3D
(2) 손목, 손가락, 팔 착용형 (Wrist/Finger/Arm-mounted) 손목에 장착하는 키보드나 손가락 바코드 스캐너 타입	- Symbol Technologies (WSS1000/1060) - Metrologic
(3) 의복 형태(Clothing-based) 내장 컴퓨터 전원장치 혹은 전자기기를 의복 형태로 구성	- NetworkAnatomy (Gauntlet)
(4) 기타(Other) 배낭 형태, 목에 걸치는 형태, 기타 형태	- Intermec (SF51 Cordless Scanner) - Vocera (Communications Badge) - NetworkAnatomy

부위 중에서 활동중에도 움직임이나 구부러짐 등의 큰 변화가 없는 부위, 표면적이 넓은 대표적인 신체 부위로 목 칼라 부위, 상박의 뒷부분, 팔뚝, 흉곽 앞, 옆, 뒤, 허리, 엉덩이, 허벅지, 정강이, 발 등 부위를 선정한 바 있다[6].

사용 환경의 경우 실내나 실외 한 곳에 국한되어 사용하기보다 실내와 야외 환경 모두에서 사용할 수 있는 시스템을 원했으며 웨어러블 시스템을 통해서 전송, 수신하고자 하는 정보는 데이터, 음성, 오디오, 비디오, 오디오/비디오, 기타 순으로 웨어러블 시스템을 데이터 전송용으로 사용하고자 하는 요구가 많았다. 웨어러블 시스템에 사용할 무선 통신의 종류는 802.11 b/a/g, Bluetooth, Zigbee 등으로 나타났다[3].

IV. 웨어러블 시스템 입출력 장치 시장 동향

웨어러블 시스템에 대한 개념이 소개된 지 많은 시간이 지났고 그 동안의 빠른 컴퓨터 시스템 기술

의 발전에도 불구하고 웨어러블 시스템이 느린 시장 성장을 보이고 있는 이유는 웨어러블 시스템을 사용함으로써 생기는 이점을 효과적으로 부각시키지 못했기 때문이다. 즉 다수의 사용자들을 유인할 만한 웨어러블 킬러 애플리케이션의 부재와 불편한 사용자 상호작용 기술, 즉 입출력 방법이 기술 수용 장벽으로 작용하고 있다. 데스크톱 컴퓨터가 대중화된 이후 대표적인 사용자 인터페이스인 키보드, 모니터와 같은 입출력 장치에 lock-in 되어 있는 사용자에게 새로운 형태의 입출력 장치는 다소 불편하게 느껴질 수 있다. 또한 데스크톱과 같은 제한적인 환경 내에서 사용하는 것이 아니라 웨어러블 컴퓨팅 환경이라는 사용자의 이동성을 보장, 강조하는 환경에서는 특정 상황과 업무에 따라 입출력 방법도 달라져야 하기 때문에 해당 업무 영역에 적합한 형태로 입출력 장치가 개발되고 있다.

현재 시장에 출시되고 있는 웨어러블 시스템을 위한 입력 장치 방법은 음성 입력 방식, 바코드 스캐너 방식, 터치스크린, 변형된 키보드 형태(스마트 섬유 기반의 촉감 키보드, 손목착용형 키보드, 부분 키보드 형태) 등이 있으나 판매량이나 시장 성장률은 낮은 편이다. 2006년 웨어러블 시스템 입력 장치 시장 규모는 2억2천만 달러로 전망되고 있으며 사용자 선호도 조사에서는 터치 스크린, 바코드 스캐너, 음성 입력, 키보드, 기타 센서 순으로 선호도를 보였다[3].

출력 장치의 경우 사용자의 손을 자유롭게 하면서 이동성을 지원해야 한다는 요구사항을 가지는데, 현재 출시되고 있는 출력 장치의 형태는 HMD, 안경형 디스플레이, 태블릿 디스플레이, 플렉시블 디스플레이, 손목착용형 디스플레이가 소개되고 있다. 가장 보편적인 시각적 출력장치는 손목이나 팔에 착용하는 디스플레이 형태이며 HMD나 안경형 디스플레이가 다소 시장 성장 전망이 있으나 크기, 무게를 줄이고 전력 소모를 줄여야 한다는 문제점이 남아 있다. HMD나 안경형 디스플레이의 경우 시장 수요는 군사용이나 차량 유지보수 작업, 외과의사용 등의 아주 제한된 영역에서만 채택될 가능성이 높

다. 2006년 웨어러블 시스템의 출력 장치 시장은 1억6천만 달러로 전망되고 있으며 출력 장치의 경우 태블릿/노트패드, 플렉시블, 안경형, HMD형, 기타 순으로 선호도를 나타내었다[3].

현재 웨어러블 시스템이 전체 정보기기 시스템 시장에서 차지하는 비중은 미약하다. 웨어러블 시스템을 사용함으로써 얻을 수 있는 장점을 부각시킬 수 있는 킬러 애플리케이션의 등장과 보다 편리한 상호작용 방식이 개발된다면, 현재 웨어러블 시스템 기술에 대한 연구는 하고 있으나 제품 출시는 하고 있지 않는 메이저 기업들, Panasonic, Nokia, HP, Philips 등의 시장 참여를 적극적으로 유도할 수 있을 것으로 전망된다.

V. 웨어러블 시스템 사용자 상호작용 방법

사용자 상호작용 기술에 대한 연구는 웨어러블 시스템 환경에서 더욱더 중요하게 부각되고 있다. 웨어러블 시스템 환경에서 시스템은 사람의 옷, 모자, 신발, 안경, 벨트, 시계, 액세서리, 또는 네트워크에 연결된 다양한 주변 기기로 편재되면서 마우스, 키보드, 모니터와 같은 기존의 입출력 장치는 더 이상 사용자와 시스템간의 효율적인 인터페이스로 활용되지 못하기 때문이다. 몸 주위에 편재된 다양한 형태의 시스템이 사람과 직접 혹은 네트워크를 통해 다른 주변 시스템과 서로 상호작용 하게 되는 웨어러블 시스템 환경에서는 내구성이 강하면서 고성능의 작고 가벼운 시스템을 만드는 것 이상으로 인간과 시스템간의 자연스러운 의사 소통 능력을 제공하는 기술이 중요하다. 이를 위해 텍스트, 음성, 제스처 등의 명시적인 의사 소통 방법에 대한 연구 외에 일상생활에서 행해지는 다양한 암묵적인 행위를 파악하여 인터페이스로 활용하는 방안, 획일화된 인터페이스가 아니라 사용자의 사용 습관을 고려한 적응형 인터페이스 등에 대한 다양한 연구가 시도되고 있다.

본 장에서는 현재 소개되고 있는 웨어러블 시스템을 위한 다양한 입출력 방법에 대한 사례들을 살펴보고 향후 어떠한 상호작용 기술이 사용자의 요구 사항에 부합할 것인지에 대해 알아본다.

Intermec Technologies[7]사에서는 2005년 블루투스를 이용한 SF51이라는 무선 바코드 스캐너를 출시하였다(그림 3) 참조).



(그림 3) Intermec의 SF51 Cordless Scanner

Microvision[8]사에서는 자동차 산업현장과 군사용으로 see-through 형태의 머리 착용형 디스플레이 Nomad를 판매하고 있다(그림 4) 참조).



(그림 4) Microvision의 Nomad Display Systems

9.11 테러 이후 다양한 통신 채널을 이용해 즉각적이고 연속적인 데이터 접근을 보장하는 재난 대응, 보안 관련 통신 시스템을 만드는 Network Anatomy[9]사에서는 2005년 누르면 10마일 내에 있는 누구에게나 알람 신호를 보낼 수 있는 손목 착용형 웨어러블 무선 장치인 Wristlet을 소개한 바 있으며, Commander Gauntlet이라는 휴대폰, 양방향 무선, GPS, LED가 포함된 hands-free 통신 디바이스를 개발하고 있다(그림 5) 참조).



(그림 5) NetworkAnatomy사의 Wristlet 장치와 Commander Gauntlet

데이터 캡처 시스템을 개발하고 있는 Symbol Technologies[10]에서는 창고 관리자의 작업 효율을 높이기 위해 음성 인식, 바코드 스캐닝, 영상, 키보드 입력 등 다양한 데이터 캡처 기술을 탑재한 MC9060 솔루션을 판매하고 있다(그림 6) 참조.



(그림 6) MC9060 Voice-directed Solution

이 외에도 Vollect[11]과 Voxware[12]에서는 물류 작업을 돕기 위한 음성 인식 기반 웨어러블 솔루션인 Talkman 시리즈와 VoiceLogistics 솔루션을 각각 판매하고 있다.

Vocera[13]에서는 자주 움직이고 작업 행동 반경이 넓지만, 실시간으로 상호간에 통신이 이루어져야 하는 병원, 호텔과 같은 장소에서 사용하기 위해 착용형 인스턴트 음성 인식, 호출 시스템인 Communication Badge를 판매하고 있다(그림 7) 참조.



(그림 7) Vocera Communication Badge

키보드 형태의 입력 장치는 L3 System의 Wrist-PC Keyboard[14], Handykey사의 Twiddler[15], FrogPad사의 iFrog Wearable[16], VBK사의 Virtual Keyboard[17] 등이 있다(그림 8) 참조.



(그림 8) 키보드 형태의 입력 장치

그 밖에 다양한 센싱 기술을 이용해 손가락의 움직임을 인식하여 입력 수단으로 사용하는 사례로, 손가락 움직임 패턴을 인식하는 Senseboard[18], 광원과 가속도센서를 이용한 LightGlove[19], 가속도 센서와 자이로센서를 이용한 삼성 Scurry[20], 미리 할당된 손가락 키를 이용한 입력 방법인 Kitty Project[21], 손가락 버튼 조합을 이용한 스탠포드 대학의 ThumbCode[22], 이미지 센서를 이용해 손가락 끝의 움직임을 인식하는 한국정보통신대학교의 FeelTip[23], 소니 CSL의 레키모토가 개발한 GestureWrist와 GesturePad[24] 등이 있다(그림 9) 참조.

위의 다양한 사례에서 보듯이 웨어러블 시스템을 위한 상호작용 방법은 음성 입력, 손 움직임을 이용한 입력, 착용형 디스플레이 출력 형태, 음성 출력 등의 형태로 나타나고 있다. 상용화된 모델의 경우 물류작업, 병원, 국방분야 등 특수한 업무에 활용하기 위한 것이 대부분으로 복잡한 컴퓨팅 기능과 상호작용 방법보다는 해당 업무에 필요한 기능만을 탑재한 단순한 기능 위주의 제품이 시장에서 경쟁력을 얻고 있음을 알 수 있다.



(그림 9) 손가락의 움직임을 이용한 입력 방법

VI. 결론

“양복, 모자, 구두, 안경, 액세서리 등 네트워크에 연결될 수 있는 각종 웨어러블 기기의 등장은 인간의 감각을 확장시키고 기억을 풍부하게 할 뿐만 아니라, 다른 사람들과의 원활한 교제를 가능케 하고, 스스로의 몸과 마음의 상태를 다스리는 것도 가능하게 할 것이다.”라고 웨어러블 커뮤니티 창시자인 MIT 미디어랩의 샌디 팬트란트 교수는 말한 바 있다[25]. 향후 웨어러블 컴퓨터가 위와 같이 고수준의 인공지능을 갖추고 암묵적인 상호작용 방식으로 인간과 소통하는 시스템으로 발전할 수도 있지만, 현 단계에서 소비자가 요구하는 웨어러블 시스템의 기능은 좀 더 단순하다고 할 수 있다. 양손을 자유롭게

게 사용하면서(hands-free computing) 이동성을 보장하고 업무를 효율적으로 사용할 수 있는 작고 편리한 기기를 요구하고 있다. Full-Functional Wearable Computer에 대한 요구보다는 특수한 영역의 특화된 컴퓨팅 기능만을 위한 “Part-time Wearability” 기능을 갖춘 웨어러블 솔루션이야말로 웨어러블 시스템 시장 성장의 견인차 역할을 하게 될 것으로 보인다.

무엇보다 웨어러블 시스템의 경우 사용자가 직접 착용한다는 점에서 시스템의 성능이나 기술적인 측면 외에 안정성, 편안함, 패션, 디자인적인 측면이 사용자의 기술 수용에 크게 영향을 미칠 것으로 보인다. iPod의 성공사례에서 보듯이 뛰어난 성능을 가진 복잡한 기능의 제품보다는 사람들은 단순한 기능을 가지고 있지만 사용하기 편하고 참신한 디자인의 제품을 더 선호하는 경향이 크기 때문이다.

HCI 기술의 중심은 최종 사용자에 대한 이해에서 출발하며, 개발자들은 사용자에 대한 요구 사항 분석 없이 단지 첨단 기술에 대한 집착으로 새로운 시스템을 개발하는 데에만 주력해서는 안 된다. 유비쿼터스 환경의 중심에 있는 웨어러블 컴퓨팅 시스템은 완전히 새로운 기술이라기보다는 기존의 PC나 PDA와 같은 휴대용 단말의 기능을 특정 서비스를 위해 몸 주위로 분산시킨다는 개념[25]이 강하기 때문에 해당 서비스를 지원하기 위한 최적의 상호작용 기술을 활용하여 다양한 웨어러블 시스템을 사람 중심으로 융화시키기 위한 노력이 필요하다. 현재 웨어러블 상호작용 기술은 그 어느 것도 완성된 최종 형태의 인터페이스에 대한 표준이 없으므로 다양한 시도와 접근을 통해 종래의 인터페이스 패러다임을 뛰어넘는 새로운 도전이 필요한 영역이라고 할 수 있다.

약어 정리

HCI	Human Computer Interaction
HMD	Head Mounted Display
LBS	Location Based Service

용 어 해 설

▶ HCI ◀

HCI는 컴퓨터 작동시스템이 인간과 상호작용할 수 있게 컴퓨터 작동시스템을 디자인, 평가, 완성하는 과정을 다루며 이 과정을 둘러싼 중요 현상들에 대해서도 연구하는 학문

▶ 웨어러블 시스템 ◀

사용중에 신체에 착용하도록 디자인된 작은 휴대용 컴퓨터 혹은 진보된 형태의 전자기기

참 고 문 헌

- [1] R.J.K. Jacob, J.J. Leggett and B.A. Myers, R. Paush, "An Agenda for Human-computer Interaction Research: Interaction Styles and Input/Output Devices," Behavior and Information Technology, Vol.12, No.2, 1993.
- [2] Hype Cycle for Human-Computer Interaction, Gartner, 2005.
- [3] Wearable Systems: Global market demand analysis, 2nd Edition, VDC 2005.
- [4] <http://www.tadspec.com>
- [5] <http://www.natick.army.mil/soldier/wsit/>
- [6] F. Gemperle, N. Ota, and D. Siewiorek, "Design of a Wearable Tactile Display," *Fifth Int'l Symp. on Wearable Computers(ISWC'01)*, 2001.
- [7] <http://www.intermec.com>
- [8] <http://www.microvision.com>
- [9] <http://www.networkanatomy.com>
- [10] <http://www.symbol.com>
- [11] <http://www.vocollect.com>
- [12] <http://www.voxware.com>
- [13] <http://www.vocera.com>
- [14] <http://www.l3sys.com>
- [15] <http://www.handykey.com>
- [16] <http://www.frogpad.com>
- [17] <http://www.virtual-laser-keyboard.com>
- [18] <http://www.senseboard.com>
- [19] <http://www.lightglove.com>
- [20] <http://www.sait.samsung.co.kr>
- [21] <http://www.kittytech.com>
- [22] <http://boole.stanford.edu/thumbcode>
- [23] <http://hci.icu.ac.kr>
- [24] <http://www.csl.sony.co.jp>
- [25] 상상력의 천국, MIT 미디어랩, 청어람 미디어, 2004.