

# 웨어러블 컴퓨팅 연구(Wearable Computing) 최신 동향

발행인 \_ 이재열 \_ 전남대학교 산업공학과 \_ jaeycol@chonnam.ac.kr

## 1. 서론

과거 데스크탑 컴퓨터 중심의 상호작용 및 가시화에서 최근에는 다양한 스마트 기기상에서 이러한 일들이 가능하게 되었으며 앞으로는 웨어러블 컴퓨팅 환경으로 확대가 될 것으로 예측되고 있다. CAD/CAM 뿐만 아니라 최근에는 모바일 AR/VR 관련 연구가 활발히 진행되어 몇몇 우수한 연구결과는 상용화가 되어 가상설계, 생산, 의료, 마케팅 및 엔터테인먼트 분야에 폭넓게 활용되고 있다.

바록 현재 CAD/CAM 분야와는 거리가 있어 보일지 모르지만 조만간 스마트기구나 웨어러블 컴퓨팅 연구결과가 다양한 형태의 가시화나 상호작용에 활용될 것이다. 이번 기사의 내용은 IEEE Pervasive Computing 저널의 웨어러블 컴퓨팅 관련 2편의 논문을 발췌한 것이다. 1편은 웨어러블 컴퓨팅 연구의 최근 동향이며 ISWC 2010에서 전시되거나 발표된 연구결과를 기술하고 있으며 다른 1편은 눈의 움직임에 따른 HCI에 관한 내용을 기술하고 있다.

## 2. ISWC 2010: 웨어러블 컴퓨팅 최신 연구동향

IEEE 웨어러블 컴퓨터 국제 심포지움은(ISWC 2010) 서울 코엑스에서 개최되었으며 전자섬유, 마디(Body)센서, 웨어러블 능동형 인식, 모바일 기술에 관

련된 세계각국의 연구결과들이 선보였다. 이번 국제 심포지움은 관련 논문 및 포스터들, 신기술에 대한 설명, 디자인 콘테스트, 그리고 전공 박사 들의 포럼으로 구성되었으며 새로운 미세진동(Microvibration) 능동형 센서를 활용한 섬유 기반의 직접회로와 웨어러블 컴퓨팅 기술들에 대한 논의를 진행하였다.

### 2.1 섬유기반 웨어러블 시스템

첫번째 심포지움은 최신 섬유기술을 주제로 이루어졌다. KAIST의 반도체 시스템 연구소의 이슬기씨와 참여 연구원들은 섬유에 전자 칩을 통합하는 기술인 평면 패션회로기판 (Planar-Fashionable Circuit Board, P-FCB)에 관한 연구 결과를 발표하였다. 그들은 섬유 소재로 만들어진 MP3를 (그림 1) 팔에 두르는 형태로 개발하여 섬유에 전자 칩을 여러 겹으로 통합하여 구성하였다. 또한, 섬유를 소재로 만들어진 MP3에 대한 응력 및 세척에 대한 테스트 결과를 통해 연구에 대한 실용화의 가능성을 보여주었다.

조지아 공대(Georgia Institute of Technology)의 Scott Gilliland와 그의 동료들은 전도성 실로 수놓은 자수 무늬를 통해 만들어진 워치 형태의 GUI 몇 가지를 선보였다. 마이크로 프로세스 컴퓨터와 연결된 형태의 Swatchbook(의류 제작에 쓰이는 수 백 여 점의 원단

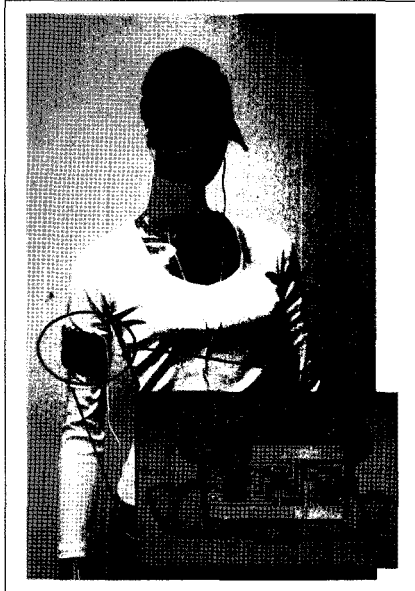


그림 1. A demonstration of multilayered circuit printing on plain fabric. The application integrates a textile-based MP3 player in an armband

을 작은 크기로 잘라 샘플로 배열한 책자)을 이용하여 각 샘플에 대한 상호작용 평가를 하였다. 실험결과, 새로운 하이브리드 감압식(Resistive)-정전식(Capacitive) 터치 센서는 직물의 유연성에 높은 내성을 보여주었다. Daniel Kohlsdorf과 Thad Stamer는 모든 손가락이 진동을 느낄 수 있게 만들어진 촉감 형장감을 통해 피아노를 배울 수 있는 수동형 햅틱 교육 기술에 관한 기술을 선보였다. 촉감 형장감은 장감에 연결된 진동판을 통해 피아노의 멜로디 키를 누름으로써 사용자에게 피아노 키를 기억하게 만드는 학습효과를 준다.

심포지엄에서 최우수 논문상을 수상한 ETH Zurich의 웨어러블 컴퓨팅 그룹(Wearable Computing Group)의 Christoph Zysset 및 연구원들은 (그림. 2) 직물 단계의 전자 부품을 직조할 수 있는 직조 기술을 선보였다. 직조 과정은 통합 회로 및 섬유로 절단하는 접착 패드를 사용하는 박막 스트림을 사용한다. 그들은

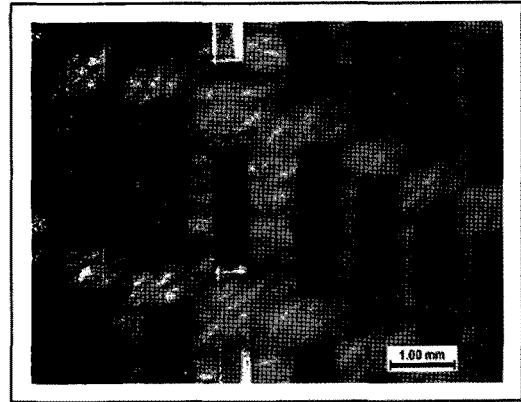


그림 2. A close-up of a temperature sensor on an e-fiber. The sensors were woven into the fabric using a commercial fabrication process

드레이프성(Drapability, 옷감을 늘어뜨렸을 때 자연스러운 주름이 잡히면서 부드럽게 늘어지는 성질), 기계적 안정성, 온도센서가 임베디드된 셔츠의 세탁력을 평가하기 위하여 상업용 직조 프로세스를 사용하였다.

## 2.2 웨어러블 애플리케이션

심포지엄에서 발표된 몇몇 연구는 새로운 형태로 웨어러블 애플리케이션 가능성을 보여주었다. 대만국립대학교(National University of Taiwan)의 I-Chun Liu와 연구원들은 중국인들의 특징인식과 블로그 마이닝 기술을 접목하여 새로운 정보를 제공하는 웨어러블 애플리케이션을 소개하였다. 이 애플리케이션은 레스토랑의 알람판 이미지를 획득하여 사용자에게 메뉴를 추천해준다. 이 시스템은 캐릭터 인식을 90%의 정확도를 보여주었으며 음식 블로그들에서 추출한 추천 정보에 대한 평균 70%의 정확도 결과를 보여주었다.

Donald Patterson와 Mohan Singh은 착용할 수 있는 경량화된 가속도계 기반 시스템을 소개하였다. 이 시스템은 뇌성 마비 증상을 미리 예측하기 위하여 뇌성 마비 위험이 있는 유아 몸의 움직임을 모니터링한다. 개발한 시스템은 전문가들이 뇌성마비를 진단하는 것처럼 유아에게 무의식적인 움직임이 발생하는 지점

을 발견할 수 있다. 시스템의 유용성을 판단하기 위하여 병동에서 집중 치료를 받는 10명의 아이들의 양팔과 양 다리에(그림 3) 가속도계 센서를 착용시켜 실험하였다. 제안된 방법은 유아들의 뇌성마비 상태를 모니터링 하는데 유용함을 보여주었다.

다른 연구를 살펴보면, Thomas Holleczeck 와 EHZ Zurich 동료들은 GPS 및 자이로 센서가 부착된 시스템이 스노우보더들의 훈련에 유용한지 여부를 분석하였다. 시스템은 스노우보더의 방향과 비끄러짐 여부를 판단하며 여러 개의 실제 스키 슬로프에 적용해본 결과 안정적인 결과를 보여주었다.



그림 3. Accelerometer-based system to capture cramped-synchronized general movements (CSGMs). An infant in the intensive care unit is wearing four accelerometer to spot characteristic CSGMs for diagnosing cerebral palsy (뇌성마비)

### 2.3 웨어러블 센싱

웨어러블 기술을 통한 인식과 감지할 수 있는 기술 또한 소개되었다. 인텔 연구소의 Giuseppe Raffa, Santa Clara, 그리고 한국 과학 기술원은 배터리에 민감한 웨어러블 디바이스를 개발할 수 있는 저전력의 제스처 알고리즘 기술을 발표하였다. 연구는 8시간 정도의 배경데이터들과 5,000개의 제스처 데이터를 이용하였으며 움직임 감지, 템플릿 매칭 알고리즘들과 비교 평가하였다. 실험결과 제안한 기술은 최근 기술에 비해 전송 및 계산 속도가 개선되면서도 유사한 결과를 보여주었다

막스플랑크연구소(the Max Planck Institute)의 Ulf

Blanke 와 the Technical University Darmstadt 의 Bernd Schiele은 기존의 활동 지식을 다른 환경에 전달하여 재훈련에 대한 낭비를 줄일 수 있는 방법을 제안하였다. 그들의 연구는 활동 인식을 통한 계층화된 접근 방식이 훈련된 활동을 다시 사용하는데 도움이 된다는 것을 입증하였다. 이를 실험하기 위하여 망치질, 톱질, 드릴 또는 가구 제작을 위한 복합적인 활동들(선반 장차 또는 관련된 활동) 등을 중심으로 확인하였다

카를스루에공과대학(Karlsruhe Institute of Technology)와 브라운슈바이크공과대학(the Technical University Braunschweig)의 Dawud Gordon 및 연구원들은 활동 인식 시스템에 활용가능성이 많은 새로운 센서를 소개하였다. 일반적인 활동 인식 상황(그림 4)에서 3 차원 가속도계와 비교되는 작고 저렴한 미세진동 센서를 이용하였다. 새로운 센서는 가속도계가 덜 반응하는 구간에서 주파수 영역에서 특별한 감도를 보여주면서 약간의 추가비용으로 고주파 활동에 대한 인식을 개선시킬 수 있었다.

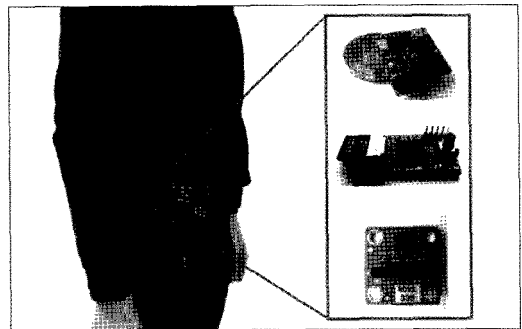


그림 4. The evaluation setup for a novel low-power microvibration sensor. Deployed in activity-recognition scenarios, the small, inexpensive sensor performed well against a 3D accelerometer

### 3. 눈의 움직임 활용 Human-Computer Interaction

눈을 통한 HCI는 1990년 초창기에 이미 시작이 되었다. 사람의 눈을 통하여 컴퓨터를 제어하기 위해서는 눈의 응시(Gaze)로부터 필요한 정보를 추출해야 한

다. 특히 과거에는 모든 장비가 움직이지 못하도록 한 곳에 고정시킨 후 설치되었지만 최근에는 웨어러블 컴퓨팅 기술의 발전으로 모바일 Eye Tracking 기술 및 장비가 보급되기 시작하였다. 그림 5는 Tobii Technology가 최근에 개발한 Tobii Glass로 비디오기반의 Eye Tracker로 일반 안경 프레임에 결합된 형태를 지니고 있다. 이 시스템은 안경, 작고 주머니에 착용 가능한 비디오 프로세서, 그리고 데이터 저장장치로 구성되어 있다.

하지만, 큰 문제점은 비디오 정보를 처리하기 위해서는 상당한 프로세싱 파워가 필요로 하며, 모바일 Eye Tracker의 경우 상당한 용량의 배터리가 필요하다. 일반적으로 2-4시간 정도 사용이 가능한 것으로 알려져 있다. 최근에는 눈의 움직임을 효과적으로 처리하여 운용시간을 늘리려는 연구가 활발히 진행되고 있으며, 안구전도 (EOG, Electrooculography) 방법이 한 예에 해당된다. EOG는 눈 주위에 전극을 붙인 후 눈의 움직임에 따라 발생하는 전위장 (Electric Potential Field)

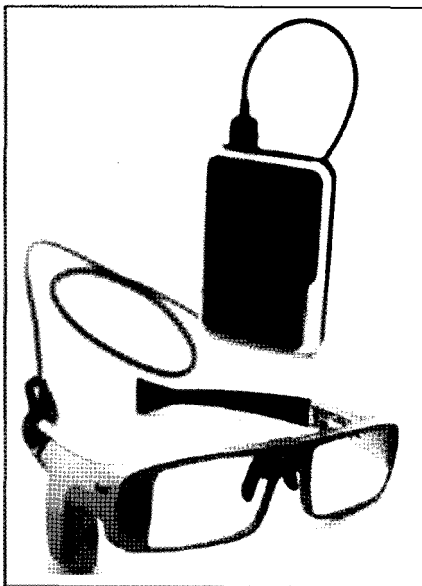


그림 5. Tobii Glasses. This recently release video-based eye tracker is the first system to fully integrate into an ordinary glasses frame (photo courtesy of Tobii Technology)

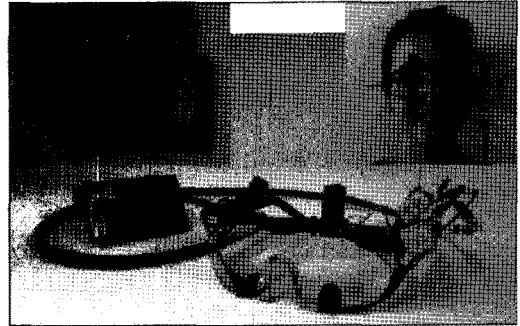


그림 6. Wearable electrooculography (EOG) goggles. The Swiss ETH Zurich developed these goggles to track relative eye movements by measuring changes in the electric potential field around eyes

의 변화를 측정한다. 이러한 변화를 분석하면 저전력으로 상대적인 눈의 움직임을 추적할 수 있다 (그림 6).

## 4. 결론

본 기사에서는 웨어러블 컴퓨팅의 최신 연구결과를 살펴보았다. 서론에서 언급했듯이 비록 현시점에서 CAD/CAM 분야에 바로 적용이 되지는 못하겠지만 미래에는 다양하게 활용이 될 것으로 판단한다. 섬유에서부터 눈의 움직임을 추적하는 연구까지 웨어러블 컴퓨팅 기술은 머지않아 우리의 생활 깊숙이 파고들 것으로 생각되며 CAD/CAM, 디자인, 협업, 가상/증강 현실 등에 활용이 가능한 연구도 곧 볼 수 있으리라 기대한다.



본 기사는 전남대학교 이재열 편집위원이 "Kristof Van Laerhoven, "ISWC 2010: the latest in wearable computing research, IEEE Pervasive Computing, Vol. 10, No. 1, pp. 8-10, 2011"와 "Bulling, A. and Gellersen, H. "Toward mobile eye-based human-computer interaction, IEEE Pervasive Computing, Vol. 9, No. 4, pp. 8-12, 2010을 일부 발췌 및 요약하여 번역하였으며 IEEE Pervasive Computing 저널의 연락처는 다음과 같다.

Dr. Roy Want (Editor-in-Chief)

Intel Research

2200 Mission College Blvd.

Santa Clara, CA 95052-8119

roy.want@intel.com