Title

Technology Requirement for Wearable User Interface

ABSTRACT

Objective: The objective of this research is to investigate the fundamentals of human-computer interaction for wearable computers and derive technology requirements.

Background: Wearable computer can be worn anytime with the support of unrestricted communications and variety of services which provides maximum capability of information use. Key challenges in developing such wearable computers are level of comfort that users do not feel what they wear, easy and intuitive user interface. The research presented in this paper examines user interfaces for wearable computers.

Method: In this research, we have classified the wearable user interface technology and analyzed the advantages and disadvantages from the user's point of view. Based on this analysis, we issued a user interface technology to do research and development for commercialization.

Results: Technology requirements are derived to be wearable computer is commercialized.

Conclusion: The user interface technology for wearable system must start from the understanding the ergonomic aspects of the end user because user wear the system on their body. Developers do not only try to develop a state-of-the-art technology without the requirement analysis for the end user. If people do not use the technology, it can't survive in the market. Currently, there is no dominant wearable user interface in the world. So, this area might try a new challenge for the technology beyond the traditional interface paradigm through various approaches and attempts.

Application: This finding is expected to be used for designing user interface for wearable systems.

Keywords

Wearable Computer, Human-Computer Interaction, Hands-Free, Fashion ICT Fusion

1. Introduction

컴퓨터를 내 손안으로 옮겨 온 스마트폰은 인터넷이 가져온 혁명과 더불어 우리 삶의 방식을 크게 변화시켰다. 들고 다니는 것보다는 착용하고 다니는 것이 편리하다는 것은 보편적인 사실로, '휴대에서 착용으로'의 컴퓨팅 환경 변화를 이끌고 있는 웨어러블 컴퓨터(wearable computer)는 인간중심의 서비스를 실현할 수 있을 것이다.

웨어러블 컴퓨터는 안경, 시계, 의복 등과 같이 착용할 수 있는 형태의 개인용 컴퓨터를 통칭하며, 양손이 자유로운 상태에서 인간의 지적 능력을 보완하거나 증강시키기 위한 목적으로 연구개발이 진행되고 있다. 웨어러블 컴퓨터는 근본적으로 '착용한(Wearable)' 상태에서 컴퓨터를 이용해야 하기 때문에 기존 모바일 컴퓨팅 환경의 특성뿐만 아니라 착용에 따른 새로운 사용상의 특성을 고려해야 한다. 언제 어디서나 (항시성), 쉽게 사용할 수 있고 (사용자 인터페이스), 착용이 불편하지 않아야 하고 (착용감), 안전하고 보기 좋은 (안정성, 사회성) 형태로 개발되어야 한다. 또한 디바이스를 사용하기 위해 사용법을 배워서 사용하는 인터페이스가 아니라 디바이스와 융합 가능한 직관적인 사용자 인터페이스를 지원해야 한다(Son et al., 2008). 특히 인간과 가장 밀접한 위치에서 언제 어디서나 사용할 수 있어야 하기 때문에 인간과의 상호작용(Human Computer Interaction) 기술이 웨어러블 컴퓨터의 사용성과 효용성을 높이는 중요한 요소이다(Witt, 2007). 최근 들어 주변 사물이 점차 지능화되고 네트워크화되고 있는 M2M/IoT 환경에서 시공간의 제약을 극복하고 주변 컴퓨팅 자원과의 효율적인 상호작용을 위해서 웨어러블 컴퓨터를 이용한 사용자 인터페이스 기술이 사용자 중심의 디바이스 및 서비스 구현의 핵심 기술로 부상하고 있다(Son et al., 2006; Shin et al., 2010).

본 논문의 목적은 웨어러블 컴퓨터에 있어서 사람과 컴퓨터간의 상호작용 (HCI: Human Computer Interaction)을 구현하는 웨어러블 사용자 인터페이스 기술의 현황과 개발 이슈를 살펴보고 구현을 위해 필요한 핵심 요구사항을 정의하고자 한다.

2. 웨어러블 사용자 인터페이스 기술

2.1 사용자 인터페이스 기술의 진화

사용자 인터페이스 기술의 큰 흐름은 사람과 컴퓨터간의 상호작용(Human Computer Interaction) 방식을 자연스럽고 직관적으로 만들어 사용하기 쉬운 컴퓨팅 환경을 제공하는 것이다(Natural User Interface, 2015).

Figure 1 과 같이 단순히 계산 위주의 컴퓨팅 응용이 주를 이루었던 초기에는 규정된 명령어에 의한 CLI (Command Line Interface)를 사용했기 때문에 단순히 문자에 의한 정보 입출력만 가능했다. 이후 기술의 발전으로 마우스와 같이 컴퓨터에 특화된 새로운 입력방식과 시청각 정보 표현이 풍부해진 GUI (Graphic User Interface)를 제공하게 되었으나 입출력 방식이 실제 현실과는 차이가 있어 인간의 원초적인 감각에 부합하는 인터페이스를 제대로 지원하지 못했다. 현재 컴퓨팅 환경에서 지향하고 있는 사용자 인터페이스는 실제 사물을 조작하는 것과 같이 직접적이고 직관적인 인터페이스인 NUI (Natural User Interface)이다.

주사위 게임을 예로 들면, CLI 환경에서는 키보드를 사용해서 주사위 게임 실행 파일명을 입력해서 구동시키고 결과를 모니터에 문자로 얻을 수 있었으며, GUI 환경에서는 화면에 있는 주사위 게임 아이콘을 마우스 'Click'을 이용하여 구동시키고, 모니터에 그래픽으로 주사위를 표현했다. NUI 환경에서는 게임 환경까지 제공하는 기술로 주사위가 들어있는 통에 해당하는 스마트폰을 흔들면 주사위가 흔들리는 느낌과

소리를 스마트폰의 진동과 소리로 실감나게 표현해주는 게임을 할 수 있어 현실과 유사한 환경을 제공한다(Brown University, 2015).

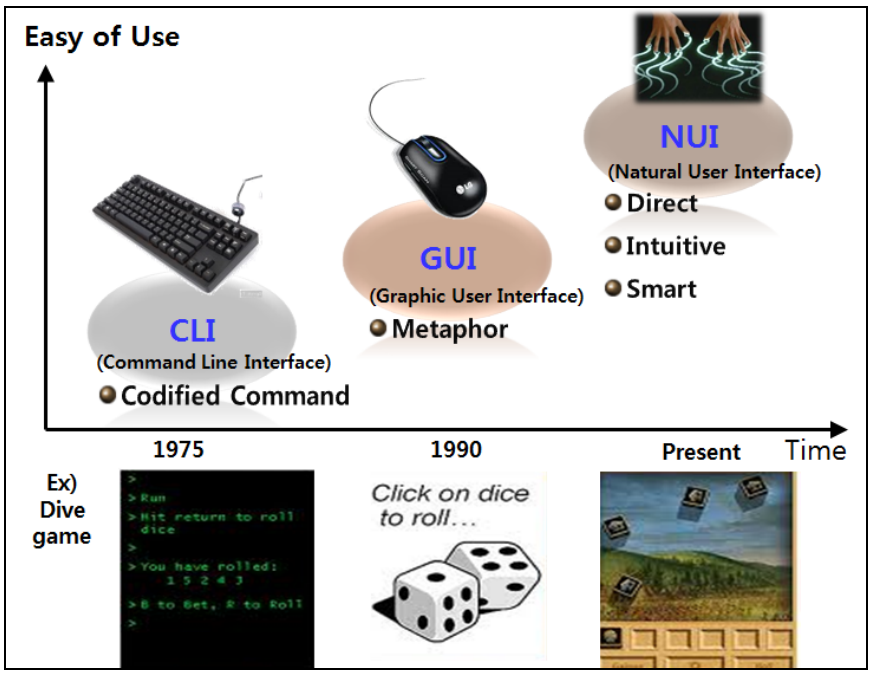
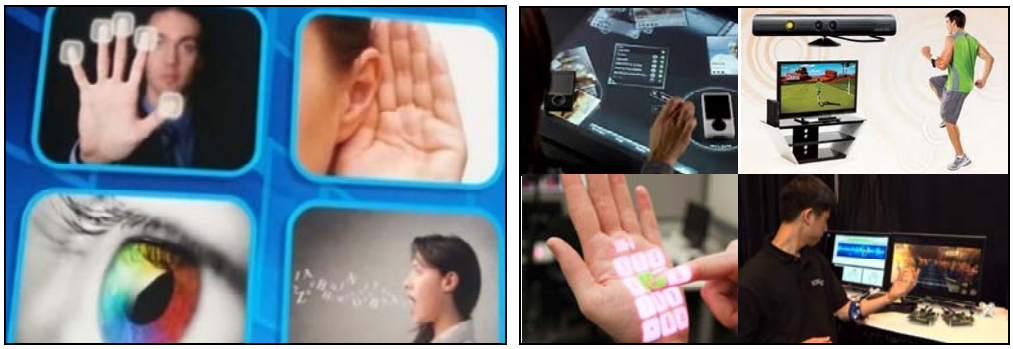


Figure 1. The evolution of the user interface technology

컴퓨터 기술 개발에 주도적인 역할을 하고 있는 인텔(Intel)과 마이크로소프트(Microsoft)는 각각 RealSense Technology (Intel Home Page, 2015), NUI (Natural User Interface) (Microsoft Research, 2015)라는 이름으로 사용자 인터페이스를 개발하고 있다(Figure 2). 이러한 연구에서는 인간의 시각, 청각, 촉각에 대응하는 감각을 컴퓨터의 카메라, 마이크, 터치패널 등으로 구현하여 인간과 인간이 대화하는 듯한 직관적이고 인간친화적인 사용자 인터페이스를 개발하고 있다. 즉, 동작인식, 음성인식, 터치인식 등을 통하여 복합적인 상황을 인식하고 이를 기반으로 사용자의 의도를 파악하여 편의성이 극대화된 컴퓨팅 환경을 제공하는 것을 목표로 하고 있다.



(a) Intel RealSense (b) MS NUI

Figure 2. Intel RealSense and MS NUI

2.2 웨어러블 사용자 인터페이스 기술 분류

현재까지 출시된 웨어러블 디바이스를 센싱성능(입력)과 정보표현성능(출력)에 따라 분류하면 (Figure 3)과 같이 크게 4 개 그룹으로 나눌 수 있다. 각 그룹별로 요구되는 사용자 인터페이스의 특성을 분석해 보면 다음과 같다.

1) Industry and Military: 웨어러블 컴퓨터 개발 초기부터 연구개발 되어온 분야로써, 수행 업무의 특성상 다량의 데이터를 정확하게 센싱하고, 이를 기반으로 다양한 형태로 수집 정보를 표현하는 능력이 필요하다.
2) Healthcare and Medical: 이 분야의 요구사항은 정보표현의 성능 보다는 사용자의 생체신호를 정확하게 검출하는 것이 가장 중요한 시스템 성능 요구사항 이다.
3) Fitness and Wellness: 이 분야는 생체신호 및 신체활동에 대한 정확한 센싱 보다는 대략적인 정보 수집 기반으로 사용자가 원하는 정보를 간략하게 전달 할 수 있으면 충분하다.
4) Infotainment: 이 분야에서는 정보의 정확도나 신뢰도보다는 다양한 콘텐츠를 사용자에게 제시할 수 있도록 화면 출력 장치가 강조되는 특성을 찾아볼 수 있다.

이러한 응용 분야별 특성을 시스템 설계 시 요구사항 정의 단계에서부터 제대로 정의해서 구현한다면, 보다 더 사용자에게 편리하고 적합한 디바이스 및 서비스를 개발할 수 있을 것이다.

Figure 3. The characteristics of the wearable user interface

2.3 웨어러블 사용자 인터페이스 기술 개발 동향

웨러러블 디바이스는 관련 기술의 소형/경량화, 저전력화 및 디자인 측면까지 고려해야 하는 융합 분야이다. 웨어러블 컴퓨터 및 사용자 인터페이스 구현을 위해 필요한 핵심 요소기술을 Gartner's 2015 Hype Cycle for Emerging Technologies (Hyper Cycle, 2015)에서 살펴보면 이미 대부분이 성숙 단계에 도달 했거나 근접에 있음을 볼 수 있다(Figure 4). 이를 근거로 판단해보면 과거에 비해 다양한 형태의 웨어러블 디바이스 상용제품 개발 가능성이 높을 것으로 예상된다. 현재 상용화 되어 있는 웨어러블 디바이스들에 적용되어 있는 사용자 인터페이스 기술은 음성인식, 제스처 인식이 대표적이면 이러한 기능을 이용하여 스마트폰의 기능을 보조하는 수단으로 활용되고 있다(Kim et al., 2014). 특히, 웨어러블 사용자 인터페이스의 대표적인 기술인 제스처 인식 기술은 Figure 4 에서와 같이 총 5 단계로 이루어진 Gartner's Hype Cycle 의 기술 성숙 단계 중 4 단계에 위치하고 있으며, 이 상태는 2~5 년 내에 상용제품의 기본 기능으로 탑재될 것으로 예측되는 기술이다.

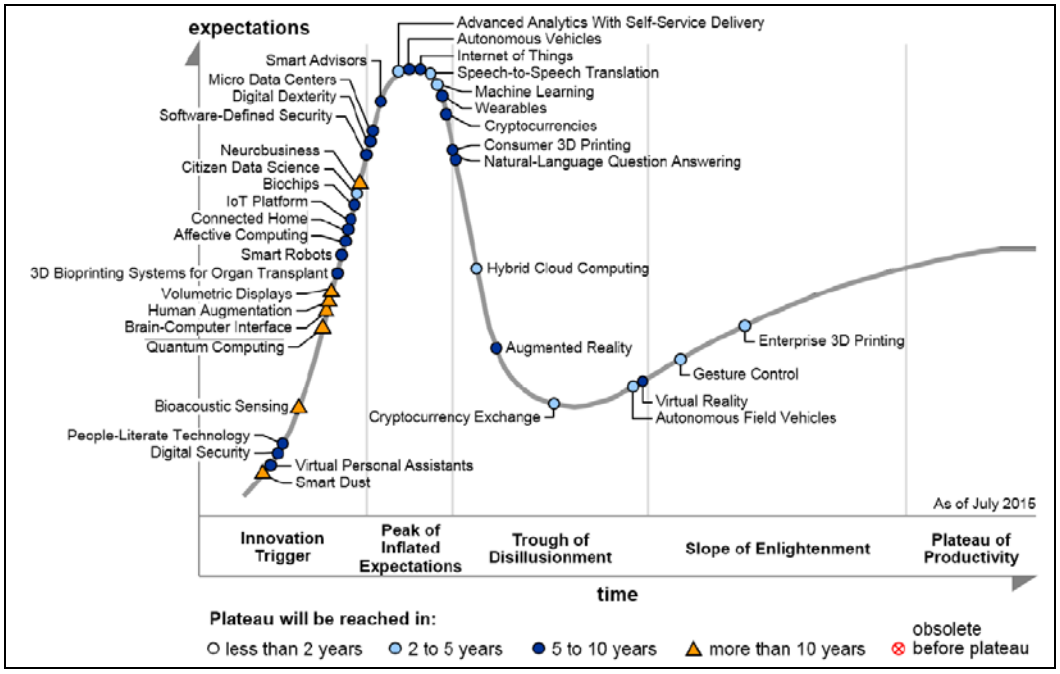


Figure 4. Hype Cycle for Emerging Technologies, 2015

본 절에서는 현재 웨어러블 시장을 대표하는 디바이스의 착용 위치를 기준으로 분류하여 사용자 인터페이스 기술을 분석한다.

2.3.1 머리 착용형 웨어러블 디바이스

인간의 시각, 청각, 후각 등 중요한 감각기관이 위치하고 있는 머리에 웨어러블 장치를 착용하고, 인간의 감각기관과 밀접한 서비스 구현을 위한 제품이 연구 개발되고 있다. 대표적으로 안경형 웨어러블 디바이스,

블루투스 이어셋, BCI (Brain Computer Interface) 디바이스 등이 있다. 특히 최근에 많은 관심을 받고 있는 Google Glass (Google Inc., 2015)와 같은 안경형 웨어러블 디바이스는 주로 HMD (Head Mounted Display) 혹은 HUD (Head Up Display)를 출력 장치로 적용하여 디바이스를 착용한 상태로 업무 또는 일상생활을 할 수 있도록 See-through 형태로 구현되고 있다. 대부분 음성 인식, 제스처 인식 혹은 장치에 마련된 버튼이나 터치 입력으로 기기를 제어한다.

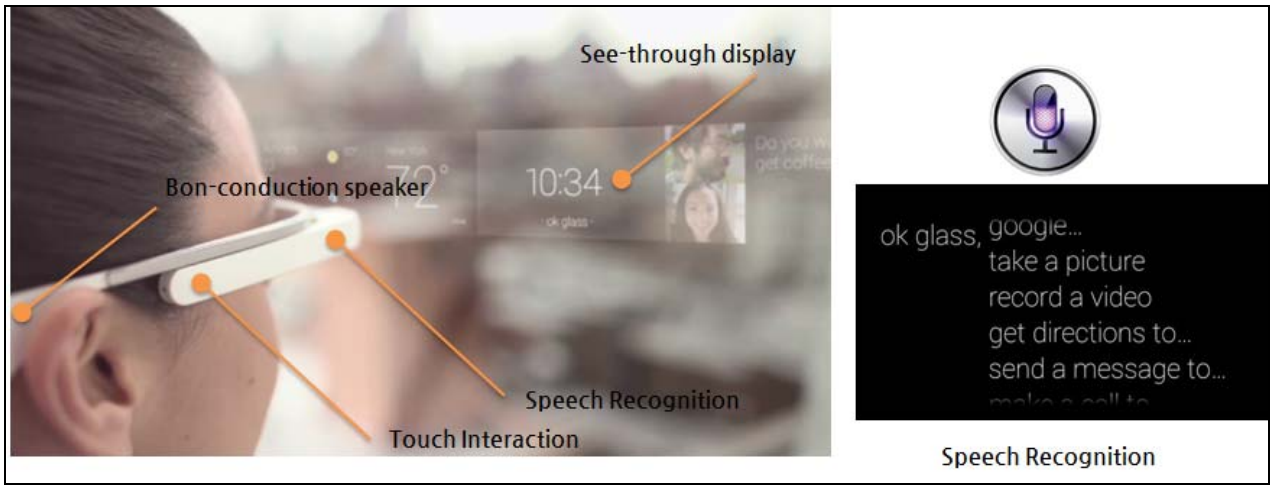


Figure 5. Google Glass

2.3.2 손목 착용형 웨어러블 디바이스

손목에 착용하는 시계, 밴드 등의 형태로 스마트폰과 연결하여 단순 입출력 기능을 지원하는 부가장치로 사용하거나, 시계를 주 기능으로 하면서 제조 회사의 특화된 서비스를 제공하는 웨어러블 디바이스를 개발하려고 노력하고 있으나 아직까지는 큰 차별화를 이루지 못하고 있다. 기본적으로 기존 시계와 비슷한 화면크기의 출력장치와 음성 인식, 터치인식 등을 기본 인터페이스로 하고 있다.

최근 들어 애플사는 iPhone 의 홈 버튼과 같은 기능의 digital crown(Apple, 2015)을 삼성은 시계에 부착된 원형 베젤(Samsung, 2015)을 통한 제어기능 등 새로운 형태의 차별화된 사용자 인터페이스를 제시하고 있으나 시장을 완전히 장악할 만한 수준의 혁신적인 인터페이스 기술은 아직 출현하고 있지 않고 있다.

밴드형 장치는 사용자의 신체활동 및 심박 등 생체신호를 측정하는 정도의 서비스 제공에 그치고 있으며, 대부분의 디바이스들이 단순한 입력 장치 수준이다. 기존의 터치 및 동작인식 기술에서 벗어난 대표적인 사용자 인터페이스 장치인 Thalmic Labs 의 MYO (Thalmic Labs Home Page, 2015)는 근육이 움직일 때 발생하는 근전도를 측정하여 기기를 제어하는 기술을 발표하였으나, 일반사용자를 위한 양산에는 연구개발이 더 필요한 상황이다.

(a) Samsung Gear S2 (b) Apple Watch

Figure 6. Samsung Bezel and Apple Digital crown

2.3.3 신체부착형(패치형) 웨어러블 디바이스

현재 주를 이루고 있는 액세서리형 디바이스의 다음 단계로 신체부착형(패치형) 웨어러블 디바이스에 대한 연구개발이 활발하게 진행되고 있다. 인간의 피부에 부착하고 심박, 체온 등 생체신호를 측정하여 건강 및 의료용으로 활용하기 위한 장치들이 주로 연구개발 되고 있다(Son et al., 2015). 현재까지는 장치의 특성상 시청각적 출력보다는 생체신호, 신체활동 등의 측정에 중점을 두고 개발이 진행되고 있으나 기술이 진보하면 피부부착형 디스플레이 및 햅틱 기능 구현도 고려해 볼 수 있을 것이다.

3. 웨어러블 컴퓨터를 위한 사용자 인터페이스 핵심 요구사항 도출

현재까지 개발된 웨어러블 컴퓨터에 적용된 사용자 인터페이스 기술의 대부분은 기존 모바일 기기에서 사용하던 것을 그대로 채용하고 있다. 하지만, 이러한 인터페이스 기능을 제공하는 장치를 늘 착용하고 다니면서 사용하기에는 불편함을 넘어 오히려 위험한 상황을 초래할 수도 있다. 예를 들어 안경형 디바이스를 착용한 사용자가 화면에 나타난 정보를 보기 위해서는 시선이 화면에 맺혀야 한다. 그렇게 되면 사용자는 전방 상황에 제대로 대처하지 못하기 때문에 위험한 상황이 발생할 수 있다. 이러한 사용상의 문제점을 해결하기 위해서는 '착용' 한다는 웨어러블 컴퓨터의 특장점을 활용할 수 있는 새로운 사용자 인터페이스 기술 개발이 필요하다.

Park et al. (2014)은 멀티터치기술이 스마트폰 대중화에 큰 기여를 했듯, 웨어러블 디바이스도 시장에서 성공하려면 다음과 같은 사용자 친화적 인터페이스 기술 개발이 반드시 필요하다고 전망하고 있다.

- 웨어러블 디바이스 핵심 인터페이스 기술로는 음성인식과 동작인식, 증강현실 기술이 유력할 것이다.
- 양손을 자유롭게 사용해야 하는 웨어러블 디바이스의 특성 상 터치기술은 제한적으로만 활용가능하며, 음성이나 동작인식 등으로 디바이스를 제어하는 것이 가장 자연스러운 방법이다.

- 증강현실은 현실 세계의 사물이나 이미지에 부가 정보를 합성해 보여주는 사용자 인터랙션 기술로 스마트 안경과 같은 웨어러블 디바이스의 핵심 기능이다.

3.1. 인간 친화적 사용자 인터페이스 기술 도출

자연스럽고 인간친화적인 웨어러블 사용자 인터페이스 기술 개발을 위해서는 인간의 감각을 최대한 활용하는 직관적인 인터랙션 방법에 대한 연구가 필요하다. 웨어러블 컴퓨터에 활용될 수 있는 인간의 감각을 활용할 수 있는 사용자 인터페이스 기술을 Figure 7 과 같이 입력과 출력으로 구분하였다.

'Input Modality'는 사용자가 컴퓨터에 명령을 내리고자 할 때 사용하는 입력방법으로, 대표적으로 음성, 생체신호, 그리고 신체활동에 의한 방법이 있다. 'Output Modality'는 컴퓨터가 사용자의 요구에 따라 표현하고자 하는 정보를 출력하는 방법으로, 대표적으로 보고(visual), 듣고(auditory), 느낄 수 있는(tactile) 인간의 감각 기관에 대응하는 출력 방법이 있을 수 있다.

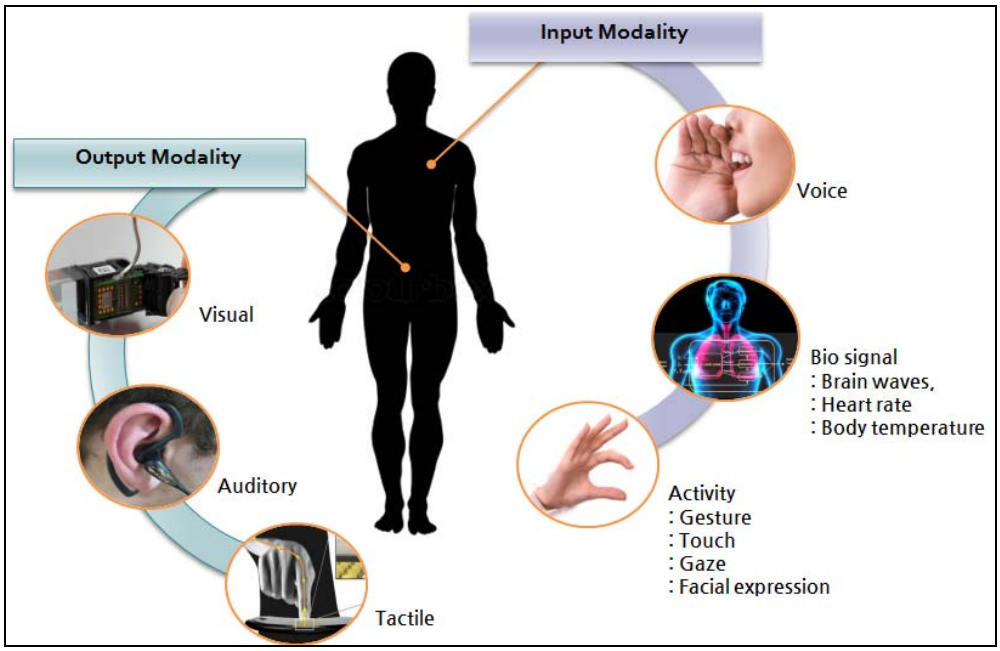


Figure 7. Type of wearable user interface

3.2. 웨어러블 사용자 인터페이스 기술 요구사항

웨어러블 컴퓨터는 일반 컴퓨터와 '착용'이라는 사용 환경 관점에서는 다르지만 사용자 인터페이스 측면에서는 둘 다 NUI 를 지향하는 기술의 흐름을 따르고 있다고 볼 수 있다. 웨어러블 사용자 인터페이스 기술은 사용자가 이질감 없이 컴퓨터를 착용하고 친구와 대화하는 듯한 인터랙션을 통해 컴퓨터가 알아서 서비스해 주는 것을 목표로 하고 있다. 하지만, 현재 기술 수준에서는 여러 가지 기술적 한계로 현 단계에서 기술적으로 구현 가능한 인터페이스를 대상으로 할 수 밖에 없다. 그러나, 웨어러블 컴퓨터에서는 착용이라는

좀 더 제한적인 환경을 고려하여 사용자 인터페이스를 고민해야 한다. 지금까지 살펴본 웨어러블 컴퓨터의 특성 및 특장점을 기반으로 웨어러블 컴퓨터 개발 단계에서 고려해야 할 사용자 인터페이스 핵심 요구사항을 다음과 같이 정리하였다.

1) Hands Free: 일상생활 중에 자연스러운 상호작용은 물론이고 작업 중에서도 웨어러블 컴퓨터를 자유롭게 사용할 수 있도록 하는 양손이 자유로운 인터랙션 방법이 필요하다.
2) Distraction Free: 스마트폰과 같은 터치 인터페이스를 제공하는 기기와 인터페이스 하기 위해서는 화면을 보고 원하는 기능을 선택하고 제어 한다. 이런 인터페이스는 일상생활 중에 사용하기에는 위험이 따른다. 따라서, 이동 중에서 편하게 사용할 수 있는 대화형 또는 생체 신호 반응형과 같은 새로운 인터랙션 방법이 필요하다.
3) 항시성: 사용자 요구에 즉각적으로 반응할 수 있는 Standby 모드를 제공해야 하며, 이러한 기능 제공을 위한 사용자와 컴퓨터간의 끊김 없는 연결 채널이 필요하다.
4) 안정성: 장시간 사용해도 신체적 피로감이 적고, 전원이나 전자파 등에 대해 인체 무해성을 보장할 수 있는 안전한 인터랙션 방법이 필요하다.
5) 사회성: 착용 또는 사용에 따른 불쾌감이나 문화적 이질감 등이 없어야 하며, 사회/문화적 통념에 부합되는 형태와 개인의 프라이버시를 보호 하면서 사용자에게 부담을 주지 않는 인터페이스가 필요하다.
6) 작은 디스플레이를 통한 정보 표현의 한계를 극복하는 새로운 출력 방식 또는 사용자에게 정보를 전달하는 새로운 인터페이스가 필요하다.

4. 결론

소비자가 요구하는 웨어러블 시스템은 양손을 자유롭게 사용하면서 이동성을 보장하고 업무를 효율적으로 사용할 수 있는 작고 편리하고 단순한 기기이다. 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. iPod 의 성공사례에서 보듯이 뛰어난 성능을 가진 복잡한 기능의 제품보다는 사람들은 단순한 기능을 가지고 있지만 사용하기 편하고 참신한 디자인의 제품을 더 선호하는 경향이 크기 때문이다. 사용자 인터페이스 기술은 사용자에 대한 인간공학적인 측면에서의 이해에서 출발해야 하며, 개발자들은 사용자에 대한 요구 사항 분석 없이 단지 첨단 기술에 대한 집착으로 새로운 시스템 개발에 주력해서는 안 된다. 사용자가 원하는 서비스를 원활하게 지원하기 위한 최적의 상호작용 기술을 개발하여 다양한 웨어러블 시스템을 인간중심의 서비스 기기로 만들기 위한 노력이 필요하다.

현재 웨어러블 컴퓨터 분야에서 시장을 완전하게 지배하는 웨어러블 사용자 인터페이스 기술은 없다. 다양한 시도와 접근을 통해 기존의 사용자 인터페이스 패러다임을 뛰어넘는 혁신적인 기술 개발을 위한 새로운 도전이 필요한 영역이라고 할 수 있다. 특히, 인간공학적인 접근을 기반으로 하는 사용자 편의성 극대화 연구가 반드시 선행되어야 할 것이다. 그러기 위해서는 인간공학, 전자/컴퓨터, 심리/인지/감성 분야 연구자들과 공동연구를 통한 학제간, 산업간 융합이 필요한 연구개발 영역이다.

References

Apple Watch Digital Crown, *Apple Inc.*, http://www.apple.com/kr/watch/watch-reimagined/ (retrieved October 6, 2015)

Glass, *Google Inc.*, https://developers.google.com/glass/ (retrieved July 7, 2015)

Hype Cycle for Emerging Technologies, *Gartner Group*, 2015.

Kim. T.H., Hwang M.G. and Jeong H.M., Present, Future and Issues of Next Generation Wearable, *Weekly Technology Trends*, NIPA, 2014.

MYO, *Thalmic Labs Home Page*, https://www.myo.com/ (retrieved June 25, 2015)

Natural User Interface, *Wikipedia*, http://en.wikipedia.org/wiki/Natural_user_interface (retrieved July 25, 2015).

NUI: Natural User Interface, *Microsoft Research*, http://research.microsoft.com/en-us/collaboration/focus/nui/ (retrieved September 8, 2015)

Park K.M., Seok W.H. and Ko S.J., The Next Smart Thing: Wearable Device, *ETRI Creative Opinion Issue Report*, 2014.

RealSense Technology, *Intel Home Page*, http://www.intel.com/content/www/us/en/architecture-and-technology/realsense-overview.html (retrieved September 15, 2015).

Samsun Galaxy gear S2 bezel, *Samsun Home Page*, http://www.samsung.com/global/galaxy/gear-s2/ (retrieved October 6, 2015)

Shin, H S., Lim, J.M., Lee, D.W., Jeong, H.T. and Cho, I.Y., Trends on HCI Technology, *Weekly Technology Trends*, NIPA, 1444, 2010.

Son, M.S., Park, J.S., Han, D.W. and Cho, I.Y., Trends on Wearable Computer Technology and Market, *Electronics and Telecommunications Trends*, ETRI, 21(2), 2006.

Son, Y.K., Kim, J.E. and Cho, I.Y., Trends on Wearable Computer Technology and Market, *Electronics and Telecommunications Trends*, ETRI, 23(5), 2008.

Son, Y.K., Kim, J.E., Son, J.M. and Jeong, H.T., Trends on Attached Wearable Computer, *Broadcasting and media magazine*, 20(2), 2015.

User Interfaces: Evolution and Revolution, *Brown University*, http://cs.brown.edu/research/ptc/relatedWork-ChinaTalks.html (retrieved September 25, 2015).

Witt, H., User interface for wearable computers, *Mobile Research Center*, 2007.