

웨어러블 컴퓨팅 환경에서 청각 피드백을 통한 웨어러블 기기의 정보 디스플레이

Information Display of Wearable Devices through Sound Feedback of Wearable Computing

박영현, Younghyun Park, 한광희, Kwanghee Han

연세대학교 심리학과 인지공학심리 연구실

요약 웨어러블 컴퓨팅의 지속적인 발전과 함께, 이들이 지원하는 기능은 점점 다양화되고 전문화되었다. 하지만 기기의 종류와 기능이 늘어나면서 각 기기의 상태를 확인하는 작업 자체가 복잡하고 불필요한 시간을 소요하기도 한다. 또한 이를 시각 디스플레이에만 의존하면, 디스플레이 크기의 한계와 더불어 시각적인 과부하가 발생할 수 있다. 본 연구에서는 이러한 문제를 극복하기 위해 웨어러블 각 기기의 상태정보 피드백으로서 소리를 이용하였다. 실험의 순서는 먼저 시각정보에 더하여 청각정보를 추가적으로 제시하는 방식의 유용성을 검증한 다음, 기기 특정한 청각 아이콘(Auditory Icon)의 효과를 확인하였다. 청각정보의 유용성을 확인하는 단계에서는 참가자에게 특정 기기의 위치와 그 상태에 관한 정보를 시각 디스플레이를 통해 제시하면서, 조건에 따라 다양한 형태의 청각 디스플레이를 제시하고 기기 및 상태정보 확인에 소요되는 시간을 측정하였다. 시각디스플레이의 방식은 다양하지만, 본 연구에서는 사람의 몸을 나타내는 그림 위에 기기가 장착된 위치를 붉은 점으로 표시하고, 그 상태를 텍스트로 표시하는 방식(실험 1)과 텍스트를 통해 기기의 종류와 상태를 알려주는 방식(실험 2)을 적용하였다. 기기 확인에 소요되는 반응시간을 기록한 실험결과는 시각디스플레이를 통해서만 제시하는 조건보다 시각디스플레이와 청각디스플레이를 동시에 제시하는 조건에서 나온 수행을 보여주며, 정보의 내용이 일정 범위 내에서 구체적으로 제시될 수록 수행이 증가하는 경향을 보여주고 있다. 이어지는 기기 특정한 청각 아이콘의 효과를 확인하는 단계에서는, 소리의 높낮이를 통해 기기의 위치를 표현하는 대신, 소리만 듣고 기기가 무엇인가를 알려줄 수 있도록, 참가자 평정을 통해 기기 특정한 청각 아이콘을 선정하고, 이를 상태정보 디스플레이에 추가하였다. 기기의 수와 제시조건은 앞선 실험과 동일하였으며, 역시 기기 및 상태정보 확인에 소요되는 반응시간을 체크하였다. 실험결과는 이전의 실험과 비슷하게 시각과 청각 디스플레이의 중복제시 조건에서 높은 수행을 보였으며, 청각 아이콘의 사용으로 인한 수행의 증가도 확인할 수 있었다. 실험 2에서는 추가적으로 청각 디스플레이의 내용에 대한 주관적인 평정을 실시 하였는데, 기기 특정한 청각 아이콘은 참가자에게 편의성, 효용성, 적합성, 확산도에서도 높은 점수를 얻었다. 이러한 결과는 청각 피드백을 이용한 정보의 디스플레이는 착용자의 시선을 자유롭게 함으로써 일상생활의 수행을 높이고, 웨어러블 컴퓨터 디스플레이 크기의 제약을 해결하는 방법이 될 수 있는 동시에 주관적인 사용성 측면에서 발전가능성이 있음을 보여준다.

핵심어: 웨어러블 기기, 청각디스플레이, 청각 아이콘(Auditory Icon), 이어콘(Earcon), Representational Sound

1. 서론

웨어러블 컴퓨터는 개인화된 컴퓨터에 대한 이상과 궤를 같이한다고 볼 수 있다. 퍼스털 컴퓨터라고 이름 붙여진 현재의 컴퓨터는 그 사용자가 누구이건 간에 거의 비슷한 기능을 지원한다[8]. 반면 웨어러블 컴퓨터는 개인의 신체상황을 점검하여 위험여부를 알려주는 방향[11], 개인의 일정을 검색하여 알려주거나, 다른 방식으로 개인의 능력을 증강시켜 주는 방향[6][7] 등 개인화의 방향으로 발전해왔다. 그럼에도 초기 발전단계의 경우, 이러한 웨어러블 컴퓨터의 쓰임새는 여러 물리적, 경제적 한계로 인해 일반인 대상의 일상생활 용도보다 특수한 업무상황들에 한정되었다. 그에 비해 지속적인 연구가 진행되어온 현재에 있어서는 웨어러블 컴퓨터

가 스포츠 산업, 엔터테인먼트 산업들과 결합하여 상용화되어가는 모습을 보이고 있다[9].

웨어러블 컴퓨터가 포함시켜야 할 대상이 증가하고, 사람들의 기대가 점점 높아가면서 그에 따르는 여러 웨어러블 기기도 점점 더 많이 필요하게 되었다. 연세대학교의 스마트 의류 연구를 예를 들면, 음악, 통신, 센싱(기온, 습도, 자외선, 체온, 신체 산성도), 발열, 발광 등의 기능들을 제공하고 있는데, 이들은 각각 mp3 플레이어, 모바일폰, 기온·습도·자외선·체온·신체 산성도 각각의 센서들, 발열판, 광섬유 등의 장치들을 필요로 한다[1]. 게다가 이러한 장치들 하나 하나는 각각 여러 수준의 정보를 제공하게 된다.

기존의 웨어러블 컴퓨터들이 공통으로 가지고 있는 문제는 이러한 상당한 양의 정보들이 대부분 시각 디스플레이를

통해서만 제시되고 있다는 점이다. 시각 디스플레이의 형태는 HMD(Head-Mounted Display)[10]나 손목에 장착된 소형 스크린의 형태를 비롯하여 여러가지가 있을 수 있지만, 이들은 풍부한 양의 정보를 제시하기에는 크기에 있어서 한계를 가지고 있다.

이 외에도 웨어러블 컴퓨터를 다른 업무를 지원해주는 기능을 중심으로 고려한다면, 정보를 받아들이는 데에 쓰이는 인지적 부하를 최소화할 필요가 있다. 지원의 개념이 아니더라도 웨어러블 컴퓨터는 기본적으로 옷의 속성을 가지고 있기 때문에, 사용자의 움직임을 방해해서는 안된다[5]. 디스플레이 화면에 주의를 두게되면 이를 착용한 사람은 화면에 시선을 빼앗기게 되므로 착용자의 움직임을 제한하거나 사고를 유발하게 될 것이다. 그러므로 웨어러블 컴퓨터상에서의 정보의 제시는 다른 작업을 방해하지 않는 방향의 형태가 되어야 한다.

본 연구는 청각 디스플레이를 통하여 웨어러블 컴퓨터가 가지고 있는 정보제시의 한계를 극복하고자 진행되었다. 주변의 환경과 그 안에 존재하는 수많은 대상들을 지각하는데 있어서 시각은 중추적인 역할을 하지만, 청각, 촉각 등의 감각이 더해지면 시각적인 정보처리는 더 빠르고 정확해진다[3]. 특히 청각은 그 자체만으로도 상당한 정보의 전달이 가능하다. 그동안 청각적인 정보 디스플레이는 시각 디스플레이의 보조적인 도구로 사용되어왔는데, 예를들면 MS사의 윈도우 운영체제에서는 시각정보에 더하여 청각 정보를 피드백의 형태로 중복적으로 제시함으로써 그 이득을 취하고자 하였다. 하지만, 청각 디스플레이는 데스크탑과 같이 안정된 상황보다는 디스플레이 화면이 작고, 이동중에 사용하는 경우가 많은 웨어러블 컴퓨터에 더욱 필요한 것이다. 두 가지의 연속되는 실험을 통해 본 연구가 증명하고자 하는 것은 우선 청각적인 정보 디스플레이가 중복적인 정보의 제시로 인해 방해가 되기 보다는 이득이 된다는 점, 이러한 청각 정보가 실제 상황에 적용되었을때, 웨어러블 기기의 각 상태정보를 전달할 수 있고 때로는 시각정보를 배제한 채 청각정보만으로도 수행에 지장이 없이 기기의 상태정보를 전달할 수 있다는 점, 그리고 이러한 청각 정보는 수행에 있어서의 이득과 동시에 착용자의 지각된 사용성 혹은 주관적 만족감에도 이득을 준다는 점이다. 본 연구는 참가자로 하여금 다양한 형태의 시·청각적인 정보를 통해 현재 제시되는 정보가 어느 기기의 것인지, 그리고 그 정보의 내용이 무엇인지를 보고하도록 하고, 그 수행을 양적으로 평가하여 청각 디스플레이의 효용을 측정하였다. 또한 본 실험은 웨어러블 기기가 하나의 통합된 형태로 디스플레이 되는 상황을 전제로 하였음을 밝혀둔다.

2. 실험 1

청각 디스플레이를 통해 정보를 중복제시하는 방안에 대한 우려는, 그 효과가 이득이 보다는 수행에 방해가 되지 않을까 하는 점이다. 실제로 정보의 적절치 못한 중복제시는 오히려 피로를 증가시킬 수 있다. 그러므로 첫번째 실험의 목적은 시각 디스플레이 중심의 웨어러블 컴퓨팅의 환경을 구성하고, 여기에 청각 디스플레이를 추가함으로써 이득의 여부와 그 정도를 측정하는 것이다.

2.1 참가자 및 도구

연세대학교에서 심리학 전공수업과 교양수업을 듣는 학부생 10명이 실험에 참가하였다. 이들은 실험을 통해 실험크레딧을 부여받았고, 이는 수업평가에 반영되었다.

이들은 웨어러블 기기 대신 실험용으로 만들어진 플렉서블 스위치 여섯개를 양쪽 어깨, 허리, 무릎 부분에 장착하였고, 참가자가 이 스위치를 누르면 반응정보가 유선으로 컴퓨터에 전송되었다. 참가자가 스위치를 누르는 것을 ‘참가자가 기기의 위치를 지각하였다’ 혹은 ‘참가자가 기기의 종류를 지각하였다’는 것으로 가정한다.

시각디스플레이는 17인치 모니터를 사용하였는데, 여기에 제시되는 자극은 가로 6cm, 세로 12cm의 사람모양의 그림이 이용되었고, 이 그림에는 실험참가자의 몸에 부착된 스위치와 동일한 위치에 빨간색 점이 표시되어있다. 이 점 옆에는 글자채 Xirod, 폰트크기 16로 기기의 상태정보가 표시되어 있다.

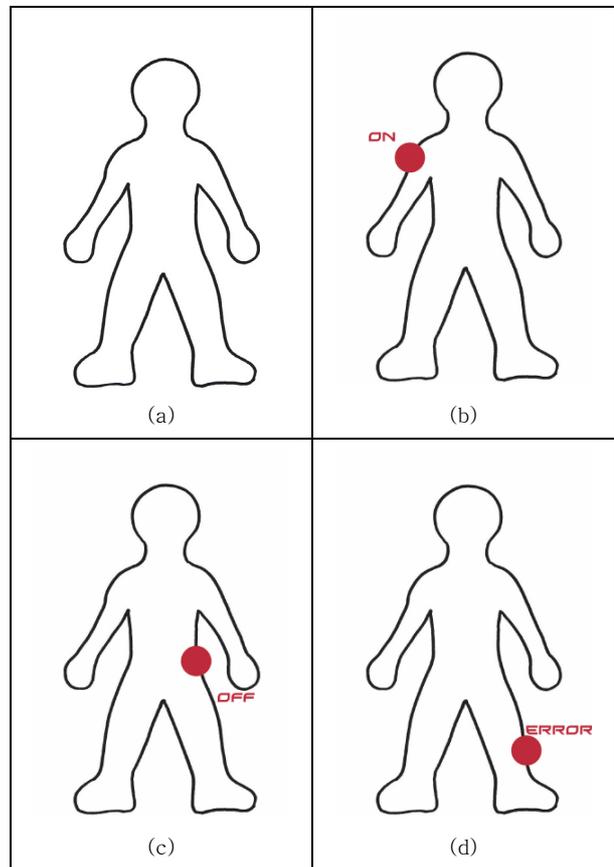


그림 1. 실험에 사용된 시각 디스플레이의 예. (a)의 그림을 기본으로 하여 어깨, 허리, 무릎 각각 양쪽에 표시를 하였고, 이들은 다시 ON, OFF, ERROR의 세가지 종류로 제시된다.

그림 1의 (b), (c), (d)와 같이 기기의 위치에 따라 기기도 여섯가지로 나누었고, 기기의 명칭은 따로 지정하지 않았다. 상태는 실험 조건의 외적 타당도를 높이기 위해, 일반적으로 대부분의 기기가 가지고 있는 전원ON, 전원OFF, 작동 ERROR 세가지로 요약하였다.

청각 디스플레이는 이어폰을 통해 제시되었는데 이 소리 자극은 피아노 음색을 사용하여 제작되었다. 실험 조건에 따

라 이어폰의 왼쪽, 오른쪽 혹은 동시에 제시되었으며, 음정 및 음의 구성도 조건에 따라 달라졌다.

2.2 절차

실험은 실험참가자가 실험의 목적과 절차에 관한 설명을 들은 다음 동의서를 작성하는 것으로 시작하였다. 실험자는 우선 실험에 사용되는 시각자극과 청각자극을 미리 보여주거나 들려주면서 각각의 자극이 말하고자 하는 내용을 설명하였다. 참가자가 해야 할 일은, 시각 혹은 청각 디스플레이가 제시되면 그에 해당하는 위치의 스위치를 손으로 누른 후, 그 기기의 상태를 구두로 보고하는 것이다.

실험조건은 네가지로 나누어지는데, 공통적으로 청각 디스플레이가 제시된 후 시각 디스플레이가 연이어 제시된다. 첫 번째 조건은 지속시간 1000ms를 가지는 피아노 음색의 G₄ 음이 양쪽 이어폰에서 동시에 제시됨으로써, 청각 디스플레이는 시각 디스플레이에 대한 예고로서의 역할만 하는 조건이다(조건 1). 두 번째 조건에 사용된 소리는 조건 1의 것과 동일하지만, 기기의 위치가 자신의 코를 기준으로 왼쪽에 장착되어 있으면 왼쪽 이어폰에서만, 오른쪽에 장착되어 있으면 오른쪽 이어폰에서만 제시됨으로써 기기의 좌우위치에 대한 정보를 알려주도록 하였다(조건 2). 세 번째 조건은 사용된 음을 G₃, G₄, G₆의 세 옥타브 수준으로 나누었는데 이들은 각각 몸의 상중하 위치를 의미하는 이어콘[2]이고, 또한 조건 2와 같이 좌우정보도 가지고 있다(조건 3). 네 번째 조건에 사용된 소리는 단순히 지속시간 1000ms의 단음이 아니라 각각의 소리가 상태를 설명하는 이어콘의 역할을 하게 된다. 전원 ON의 경우 C-G, 전원 OFF의 경우 G-C, 작동 ERROR의 경우 G-G로 구성되었는데, 좌우의 정보는 조건 2, 3과 동일한 방식으로 제시하는 것이고, 상하의 정보는 조건 3과 같이 옥타브의 변화를 통해 제시하는 조건이다. 예컨대 어깨위치에 부착된 기기의 상태가 전원 ON이라면 이에 해당하는 소리자극은 C₆-G₆, 허리위치에 부착된 기기의 상태가 전원 OFF라면 소리자극은 G₄-C₄, 무릎위치에 부착된 기기의 상태가 작동 ERROR라면 소리자극은 G₆-G₆가 되는 것이다(조건 4).

표 1 각 조건에서 소리가 가지고 있는 정보의 종류. 실험에서 그림 1의 정보에 추가적으로 제시된다.

조건	좌우정보	상하정보	상태정보
1	X	X	X
2	○	X	X
3	○	○	X
4	○	○	○

이들은 몸에 부착된 각 스위치의 위치를 숙지한 후, 각 조건 안에서 6회로 구성된 연습시행을 통해 실험 조건들에 익숙해지도록 하였고, 본시행은 순서를 무선회하여 각 조건 내에서 18회 실시하면서 반응시간을 측정하였다. 반응시간은 시각 디스플레이가 제시되는 순간을 기준으로 하였다.

2.3 결과

그림 2에서 보여주는 것처럼, 실험결과 각 조건간 반응시간의 차이는 유의미하였다. $F(3, 602) = 298.32, p = .00$

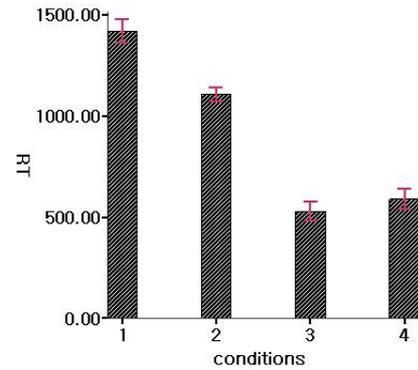


그림 2. 실험 1의 각 조건별 반응시간의 분포

각 조건간의 세부적인 관계를 보기 위해 사후분석을 실시한 결과 조건 3과 조건 4는 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았고, 나머지 조건들은 각 조건별로 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 기기의 상태를 두로 보고하는 수행은 오류가 거의 없었으므로 무시하였다.

이러한 결과는 청각 디스플레이를 통한 기기의 위치 정보 제시의 유용성을 입증하는 것으로 해석할 수 있고, 청각 디스플레이를 통해 기기의 상태정보를 전달하는 방식도 반응시간의 손실없이 효과적임을 증명하는 것이다.

3. 실험 2

실험 2에서는 청각 디스플레이의 유용성에 대한 실험 1의 결과를 좀더 실제상황에 근접하게 적용해본다. 실험 1이 실제상황의 환경과 다른 점은 기기의 위치가 자연스럽지 못하다는 점, 기기의 위치를 중심으로 기기를 인식해야 한다는 점인데, 이를 위해 실험 2는 현재 연세대학교 스마트의류 연구소에서 상용화를 준비하고 있는 개념을 기반으로 하여 이러한 청각 디스플레이의 유용성을 확인하고, 그 방향을 가늠해 볼 것이다. 이에 더하여 실험 2에서는 실험 1의 실험상의 문제점도 수정하였는데, 시각 디스플레이가 청각 디스플레이 이후에 제시되면서 참가자가 시각 디스플레이를 주시할 충분한 준비시간을 주게되고, 시각 디스플레이가 제시되면서 반응시간을 체크하기 시작하기 때문에 정보제시 형태의 복잡성에 의한 수행의 저하가 나타나지 않을 수 있다. 따라서 실험 2에서는 시각 디스플레이와 청각 디스플레이를 동시에 제시함으로써 반응시간에 대한 오염가능성을 제거하였다.

3.1 참가자 및 도구

연세대학교에서 심리학 전공수업과 교양수업을 듣는 학부생 21명이 실험에 참가하였다. 이들은 실험을 통해 실험크레딧을 부여받았고, 이는 수업평가에 반영되었다.

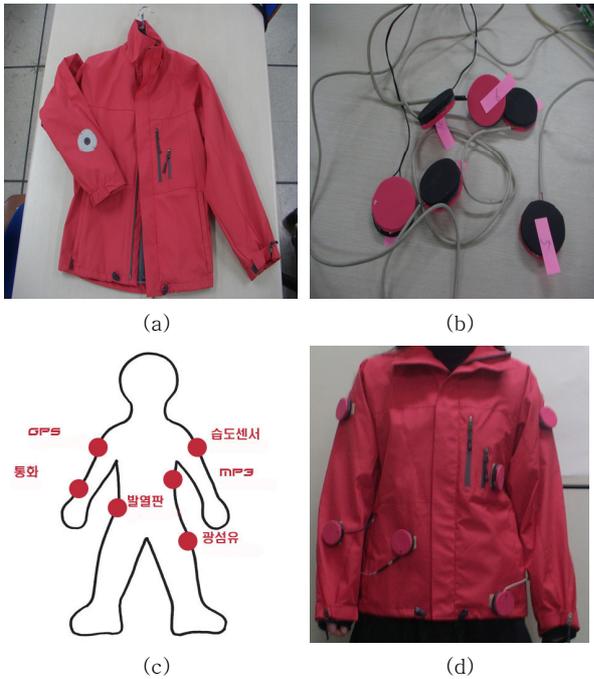


그림 3. 실험 2에 사용된 도구들과 그 배치형태. (a)는 실험에 사용된 등산복 플랫폼, (b)는 실험 1에서도 사용된 플렉서블 스위치, (c)는 (b)의 스위치가 배열된 형태, (d)는 실제 스위치를 플랫폼에 배치하고 플랫폼을 착용한 모습

연세대학교 스마트의류 연구소에서는 등산용 의류, 조강용 의류, 파티용 의류, 일상생활 의류 등 여러 컨셉을 개발 중인데[1], 본 실험의 플랫폼으로는 등산용 의류를 선택하였다. 등산용 의류를 범용실험도구로 사용하기 위해 다른 장치들은 제거하고 실험 1에서 사용된 스위치를 부착하였다.

또한 실험에 적용된 기기의 종류는 현재 연세대학교 스마트의류 연구소에서 계획하고 있는 기능을 중심으로 선택하였다. 현재 등산복에서 지원하고 있는 MP3 player, 발열, 습도센서에 더하여 파티용 의류에서 제공하는 발광(광섬유), 그리고 현재 지원하고있지 못하지만, 다른 제품군에서 적용되고 있는 GPS, 모바일 통신 기능을 더하였다. 상태정보는 역시 각 기기에서 공통적으로 가지고 있는 전원 ON, 전원 OFF, 작동 ERROR로 한정하였다.

이러한 기기 및 기기의 상태 정보를 전달하기 위한 시각 디스플레이의 형태는 실험 1과 달리 텍스트로 만들어진 자극을 사용하였다. 그림을 통해 기기의 위치와 상태를 알려주는 방식은 직관성면에서 장점이 있으나, 착용자가 그림을 통해 정보를 인식하기 위해서는 제시된 그림을 심적회전을 거쳐 자신의 몸과 일치시켜야하므로 시간이 소요되거나, 좌우를 잘못 판단하는 방해요소가 될 수 있기 때문에 실험 외적인 방해요소로서 혼동의 여지가 없는 텍스트를 이용하였다. 17인치 모니터에 글자체 Xirod, 폰트크기 16으로 제시하였다.

청각 디스플레이는 실험 1과 동일하게 이어폰을 통해 제시하였고, 이에 사용된 소리 자극은 상태정보일 경우 실험 1과 동일한 피아노 음색을 사용하였지만, 기기정보일 경우에는 각 웨어러블 기기를 표상할 수 있는 다양한 음색의 청각 아이콘[4]을 제작하여 사용하였다.

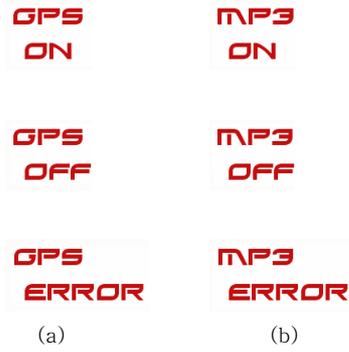


그림 4. 실험에 사용된 시각 디스플레이의 예. (a)는 GPS의 상태 표시, (b)는 MP3 player의 상태표시. 이러한 방식으로 여섯가지 기기의 상태를 표시하였다.

3.2 절차

실험은 실험참가자가 실험의 목적과 절차에 관한 설명을 들은 다음 동의서를 작성하는 것으로 시작하였다. 실험자는 우선 실험에 사용되는 시각자극과 청각자극을 미리 보여주거나 들려주면서 각각의 자극이 말하고자 하는 내용을 설명하였다. 참가자가 해야할 일은, 시각 혹은 청각 디스플레이가 제시되면 그에 해당하는 위치의 스위치를 손으로 누른 후, 그 기기의 상태를 구두로 보고하는 것이다.

실험에 사용된 조건은 네가지인데, 처음 두 조건은 시각 디스플레이의 형태가 텍스트라는 점을 제외하고 실험 1에서 사용된 조건 1, 조건 2와 동일하다. 조건 3에 쓰인 청각 디스플레이는 기기의 상태를 알려주는 자극과 기기의 종류를 알려주는 자극으로 나누어지는데, 이때 기기의 종류를 알려주는 자극(청각아이콘)이 배경음으로 제시되면서 상태를 알려주는 자극(이어콘)이 제시된다. 지속시간은 200ms이며, 배경음이 시작된지 50ms이 지나면 상태음이 시작된다.



그림 5. 실험에 사용된 청각 디스플레이의 배경음과 상태음의 제시 형태. 기기의 종류를 알려주는 청각 아이콘이 배경음으로 제시되면서 그 위에 상태를 알려주는 이어콘이 50ms의 간격을 두고 겹쳐서 제시된다.

기기의 종류를 알려주는 배경음은 직접 제작하거나 효과음을 다운로드 받아 각 기기를 표상할 수 있도록 추가로 제작하여 사용하였다. 사전 평정을 통해 가장 높은 점수를 받은 청각 아이콘을 선택하였고, 참가자들에게는 이러한 배경음을 2회씩 들려준 후 기기의 이름을 기억하는데 익숙해지도록 하였다. 상태음은 실험 1에서 각 소리가 구분이 될 없다는 참가자들의 의견을 수렴하여 전원 ON의 경우 C-E-G, 전원 OFF의 경우 G-E-C, 작동 ERROR의 경우 일반 부저음을 사용하였다. 이 소리 또한 2회씩 들려준 후 상태를 말하는데 익숙해지도록 하였으며, 실제 실험에 사용될 배경음

과 상태음이 합성된 상태의 자극 또한 1회씩 들려준 후 약식 테스트를 실시하였다. 재차 확인을 요청하면 다시 들려주었는데 그 수는 많지 않았다. 조건 4는 모니터에 제시되는 시각 디스플레이 없이 청각 디스플레이만 있는 조건이다.

모니터의 위치를 참가자 정면으로부터 좌측 45° 에 두고, 참가자는 정면을 주시하도록 하였다. 참가자의 이어폰을 통해 소리가 들리기 시작하면, 이들은 모니터로 시선을 돌려 기기의 종류와 상태를 확인하도록 지시받았으며 손으로는 기기의 위치에 해당하는 스위치를 손으로 누른 후 그 기기의 상태는 구두로 보고하게 하였다. 조건 4의 경우는 정면을 주시한 상태에서 소리만 듣고 해당 스위치를 누른 후 상태를 보고하도록 하였다. 이렇게 조건 1, 2, 3, 4를 각각 18회씩 시행하는 것을 한 세션으로 하고, 이를 세 세션 연달아 실시하면서 각 조건에서의 반응시간과 세션간 학습의 효과를 살펴보았다.

3.3 결과

실험결과 각 조건에 따른 반응시간의 차이는 유의미하였다. $F(1, 209) = 18.91, p = .00$ 또한 각 세션별 반응시간의 차이도 통계적으로 유의미하였다. $F(1, 209) = 389.47, p = .00$

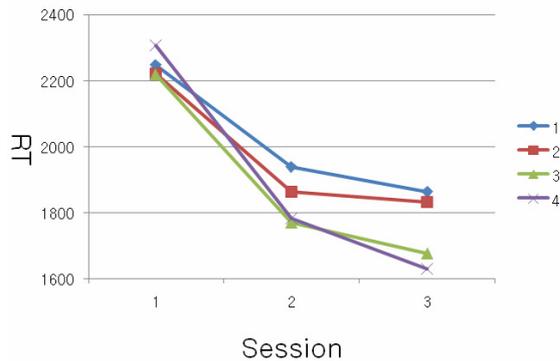


그림 6. 각 조건별, 세션별 반응시간의 분포. 조건별 반응시간의 차이와 함께 세션이 진행될수록 반응시간이 줄어드는 분포를 보여주고 있다.

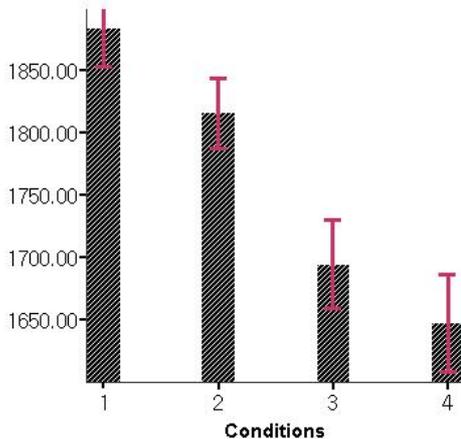


그림 7. 세션 3에서의 각 조건별 반응시간의 분포

각 조건별 블록별 상호작용의 효과도 반응시간에 있어서 유의미한 차이가 있었는데 ($F(1, 209) = 7.00, p = .00$), 이를 근거로 세션 3에서의 각 조건별 반응시간을 따로 분석하였다.

그 결과 블록 3에서의 각 조건별 반응시간의 차이를 확인할 수 있었는데, 이들 조건들은 반응시간에 있어서 유의미한 차이가 있었고($F(3, 1397) = 39.33, p = .00$), Tukey를 이용한 사후분석 결과, 조건 3과 4의 상호간의 차이만 제외하고 반응시간에 대한 각 조건간의 차이는 통계적으로 유의미하였다.

4. 주관적 평정

4.1 절차

실험 참가자는 세번째 블록을 시행하면서 주관적 평정을 동시에 실시하였다. 참가자는 일곱개의 문항으로 구성된 5점 척도의 질문에 답을 하게 되는데, 이는 각각 편의성, 지각된 효용성, 성가심, 학습성, 적합성, 확신도, 기억가능성에 대하여 점수를 매겼다. 이 각각의 질문내용은 아래 표와 같다.

표 2 주관적 평정에서 측정된 요인과 질문의 내용

문항 번호	측정요인	질문 내용
1	편의성	이 소리는 듣기에 편하다.
2	효용성	이 소리는 내가 시스템을 이용하는데 도움이 된다.
3	성가심	나는 이 소리가 성가시지 않다.
4	학습성	나는 이 시스템을 사용하기 위해 많은 것을 배울 필요가 없었다.
5	적합성	이 소리는 이 시스템에 적합하다.
6	확신도	이 소리는 나의 선택에 확신을 준다.
7	기억용이성	이 소리는 기억하기 쉽다.

4.2 결과

이에 대한 평가 결과는 그림 2와 같다. 차이검증 결과 질문의 1번에서는 조건 2와 3은 유의미한 차이가 없었으나 조건 1과 3을 비교할 때는 유의미한 차이가 있었다($t = -2.38, df = 17, p < 0.5$). 또한 2번, 5번, 6번 문항에서 조건 1과 2에 비하여 조건3에 대한 점수가 유의미하게 높은 점수를 보여주었는데($t = -4.592, df = 17, p = .00; t = 3.319, df = 17, p < .01; t = -2.853, df = 17, p < .05$; 각각은 조건 2와 3의 차이에 대한 측정치), 이는 각각 편의성, 효용성, 적합성, 확신도를 나타낸다.

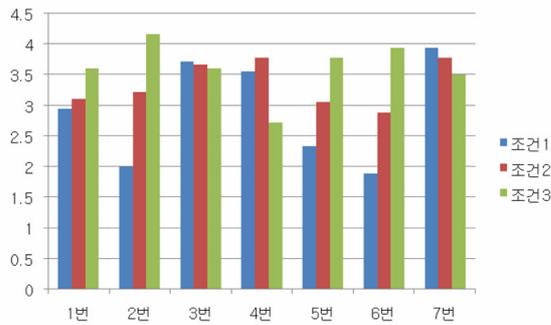


그림 8. 각 문항별 평정 결과의 분포. 각 문항의 왼쪽부터 순서대로 조건 1, 2, 3에 대한 수치임

이를 통해 조건 3에 사용된 청각 디스플레이는 다른 조건에 사용된 자극들보다 편의성, 효용성, 적합성, 확산도에서 높은 평가를 받았다는 결론을 내릴 수 있다.

5. 논의

두 차례의 실험 결과는 웨어러블 컴퓨터에 청각 인터페이스를 통한 정보제시 방식을 적용할 경우, 착용자는 보다 빠르게 장치에 대한 정보와 장치가 제시하는 정보를 인식할 수 있음을 보여준다. 또한 이어지는 주관적 평정의 결과를 살펴보면, 청각 인터페이스의 장점은 단순히 반응시간으로 측정되는 수행을 증진시켜주는 데에 국한된 것이 아니라 주관적인 편의성, 효용성, 적합성, 확산도에도 영향을 주고 있음을 알 수 있다.

이러한 결과를 통해 유추할 수 있는 내용은 다음과 같다. 첫째, 웨어러블 컴퓨터에는 청각 디스플레이가 필요하며, 적절한 형태의 청각 디스플레이는 웨어러블 기기와 그 기기에서 나오는 정보의 인식에 대한 수행을 증가시킬 수 있다는 것이다. 이는 청각 디스플레이를 통한 정보의 중복제시로 인한 이득에서 기인한 것이다. 둘째, 학습이 진행되면, 즉 착용자가 웨어러블 컴퓨터에 익숙해질수록 시각 디스플레이 없이 청각 디스플레이만으로도 기기의 종류와 기기의 상태정보를 전달할 수 있다는 점이다. 웨어러블 컴퓨터는 개인적인 성격 특성과 업무환경, 개인일정들을 지원하는 개인화된 시스템이므로 여타 다른 범용 시스템보다 시스템과 사용자의 밀착도가 높다. 이렇게 시스템에 대한 사용자의 익숙함이 전체된 상황에서, 시행이 늘어갈수록 시각 디스플레이 없이도 정보의 전달이 가능했다는 점은 웨어러블 컴퓨터가 가지고 있는 스크린 크기의 물리적인 한계를 극복할 수 있는 가능성을 알아보았다는 점에서 그 의미를 가늠할 수 있다. 셋째, 배경음을 통해 기기의 종류를 알려주는 조건이 다른 조건에 비해 반응시간에서 뿐 아니라 주관적인 평가에서도 높은 점수를 받았다는 점은 응용적인 장면에서 더욱 의의가 있다. 본 실험에서 사용한 배경음은 실험 목적으로 제작된 것이기에 가장 단순한 조작이 가해진 것으로 볼 수 있다. 그러므로 이러한 배경음을 좀더 심미적인 측면에서 발전시켜 적용해 본다면, 추가적인 인지적인 손실 없이도 주관적인 만족도를 높이는 데 기여할 수 있는 것이다. 물론 반드시 수행측정을 통해 그 타당성을 검증 받아야 가능한 것이다.

청각 디스플레이는 그 자체만으로도 많은 연구가 이루어지고, 그 표준적인 디자인 방식에 대한 논의도 많지만, 본 연

구는 가장 기초적인 수준의 청각 디스플레이 방식을 웨어러블 환경에 적용해 보고 그 유용성 및 주관적인 평정을 실시하였다. 실험 1과 실험 2에서는 기기의 위치정보를 전달하고 기기의 상태정보를 전달하기 위해서 이어콘(Earcon)을, 기기 자체를 알려주기 위해서 청각 아이콘(Auditory Icon)을 사용하였다. 이들 각각이 서로 중첩되는 부분이 존재하면서 그 구분이 모호한 점도 있지만, 본 연구는 이러한 청각 디스플레이를 실제 사례에 적용하고, 그 유용성을 구체적인 반응시간을 측정함으로써 밝혀냈다는 점에서도 추가적인 의미를 찾을 수 있다.

참고문헌

- [1] 채행석, 홍지영, 이승룡, 박영현, 김준희, 조현승, 한광희 (2006). 스마트웨어 사용성평가 척도 개발을 위한 사용자 컨텍스트 분석. 한국감성과학회 춘계학술대회.
- [2] Blattner, M. M., Sumikawa, D. A., & Greenberg, R. M. (1989). Earcons and icons: Their structure and common design principles. *Human-Computer Interaction, vol. 4*, pp. 11-44.
- [3] Cohen, P., McGee D., & Clow J. (2000). The efficiency of multimodal interaction for a map-based task. *Proceedings of the sixth conference on Applied natural language processing*.
- [4] Gaver, W. W. (1986). Auditory icons: Using sound in computer interfaces. *Human-Computer Interaction, 2*, 167- 177.
- [5] knight, J. F., Baber, C., Schwirtz, A., & Bristow, H. W. (2002). The comfort assessment of wearable computers. *The Sixth International Symposium on wearable Computers*.
- [6] Mann, S. (1996). 'Smart Clothing': Wearable Multimedia and 'Personal Imaging' to restore the balance between people and their intelligent environmentz. *Proceedings of the forth ACM International Conference on Multimedia 96*, New York: ACM Press.
- [7] Mann, S. (1998). Wearable computing as means for personal empowerment. Keynote Address International Conference on Wearable Computing. <<http://wearcomp.org/wearcompdef.html>>
- [8] Norman, D. A. (1998). *The invisible computer*. London: MIT Press.
- [9] Shea, T. (2002). The global market for wearable computers: The Quest For Killer Application, Venture Development orporation, massachusetts.
- [10] Sutherland, I. (1968). A head-mounted three-dimensional display. *AFIPS Conference Proceedings, vol. 33*. 757-764.
- [11] Teller, A. (2004). A platform for wearable physiological computing. *Interacting with Computers, 16(5)*, 917-937.

본 연구는 산업자원부 중기거점과제(스마트의류
제품화. 과제번호 2006-8-1653)에 의한 지원으로
수행되었음.