*Journal of the Ergonomics Society of Korea*
Vol. 26, No. 4 pp.1-7, November 2007 

# 웨어러블 컴퓨터 환경의 개인 네비게이션 수행에 다중양식 단서가 미치는 영향

전하영[2] · 채행석[1] · 홍지영[1] · 한광희[2]

[1]연세대학교 인지과학연구소 / [2]연세대학교 심리학과

# Effects of Multi-modality Cues on Personal Navigation in Wearable Computing

Ha-Young Jeon[2], Haeng-Suk Chae[1], Ji-Young Hong[1], Kwang-Hee Han[2]

[1]Center for Cognitive Science, Yonsei University, Seoul, 120-749
[2]Psychology of Department, Yonsei University, Seoul, 120-749

**ABSTRACT**

Navigation system or way finding in Wearable computer help disabled and impaired persons and it is impossible to be safe and efficient for drivers as well as pedestrian. Wearable computing situation must be multi-tasking simultaneously and users need minimal attention. In this paper, we used virtual environment as real way-finding similarly. The direction cues of navigation system are investigated as visual only, visual & auditory, and visual & speech. In the paper, the trial demonstrates the difference of performance in detection of directing and performance of motor and subjective satisfaction of user.

Keyword: HCI, Wearable Computer, Navigation, Wayfinding

## 1. 서 론

웨어러블 컴퓨터는 형태적으로는 충분한 기능과 자체 전력이 포함된, 신체에 착용하는 컴퓨터이고 기능적으로는 언제 어디서나 필요한 정보에 접근하고 인터랙션(interaction)할 수 있는 컴퓨터를 뜻한다(Barfield & Caudell, 2001).

Steve Mann(1998)은 웨어러블 컴퓨터가 개인의 능력을 강화시켜 주는 도구로서 의미가 크다는 점을 강조하였다. 정보와의 인터랙션을 통한 개인 능력 강화(personal empowerment)의 측면에서 제조, 건설, 측정, 유지보수 등 산업장면에 웨어러블 컴퓨터가 이용될 뿐 아니라 개인의 일상생활을 지원해 주기 위한 연구도 촉진되고 있다. 특히 낯선 장소에서 어려움에 처한 개인이나 시각 장애인을 위하여 웨어러블 컴퓨터를 이용한 보행자 네비게이션(pedestrian navigation), 여행 가이드(tour guide) 등으로 많은 응용 연구가 진행되고 있다.

일상생활에 사용되는 길안내 시스템의 측면에서, 최근 많은 사람들이 휴대폰 또는 PDA와 같은 모바일 기기나 차량의 GPS(Global Positioning System)를 통해 운전 중의 자신의 현 위치를 파악하거나 목표 지점까지 가는 경로에 대한 정보를 받는 등의 서비스를 이용하고 있다. 이처럼 네비게이션을 원하는 수요나, 이를 위한 인프라스트럭쳐는 충분히 구성되어 현재 이용 가능하지만, 한편 그러한 길안내 상황에서의 인간요인 측면 및 이를 기반으로 시스템에 효과적으로 적용할 수 있는 방안에 대한 연구가 필요한 실정이다.

*본 연구는 산업자원부 중기거점과제 지원과제임(과제번호: 2005-8-1177).
교신저자: 한광희
주 소: 120-749 서울시 서대문구 신촌동 134, 전화: 02-2123-4723, E-mail: khan@yonsei.ac.kr

그러나 대부분의 그러한 모바일 기기나 차량에 장착되어 있는 그래픽 사용자 인터페이스(Graphic User Interface, GUI) 기반의 인터랙션 형식은 그것이 사용되는 대부분의 상황에 적절치 않다는 것이 많은 경험적 연구들을 통해 밝혀지고 있다(Holland et al, 2002). 운전을 하는 경우를 예로 들었을 때, 휴대폰의 액정 화면이나 GPS 시스템의 그래픽 화면 인터페이스와의 인터랙션에 너무 많은 주의를 기울이게 되면, 실제로 그것보다 더욱 중요한 '운전' 이라는 과제를 적절히 수행하기 어렵게 되며 운전자의 안전도 보장하지 못하게 된다. 이와 같이, 실제 세상과의 인터랙션이 시스템과의 인터랙션보다 중요할 때, 시스템 인터페이스에 할애할 수 있는 주의 용량(attention capacity)이 한정되어 있을 때, 사용자의 손이 물리적 작업에 관여하고 있는 경우, 또한 사용자가 과제를 수행하는 동시에 이동 중인 경우에 시각적 인터페이스에 많이 의존하는 현재의 GPS 시스템이나 모바일 서비스는 많은 한계를 가지고 있다고 할 수 있다. 이에 대하여 Holland 등(2002)은 '동시에 다른 요구 과제를 수행하는 사람을 위한 최소 주의를 요구하는 사용자 인터페이스' 에 대한 연구를 통해, 시각적 인터페이스의 한계를 극복하기 위한 가상적 청각 디스플레이(virtual acoustic display)를 이용한 AudioGPS를 제안하고 사용자의 현 위치를 기준으로 한 목적지까지의 거리와 상대적인 방향에 따라 소리가 발화하는 위치, 시점, 빈도, 지속 시간, 음색 등을 다르게 나타내는 시스템을 구축하고 그에 대한 실험을 하였다. 두 번의 비형식적인 예비 실험의 형태로 진행된 실험을 통해, Holland 등(2002)은 방향과 거리에 대한 청각적 표상을 통해 음악가로 대표되는 전문가와 일반인 모두가 소리가 나타내는 방향을 구별할 수 있었으며 목적지에 대한 정보를 잘 알아낼 수 있었다고 보고하였다.

운전 상황과 마찬가지로, 길을 걷거나 쇼핑을 하는 등의 일상적인 상황에서 모바일 기기나 GPS를 이용한 정보를 어떻게 하면 더욱 효과적으로 제시해 줄 수 있을 것인가에 대해서도 많은 관심이 기울어지고 있다.

이처럼 인간과 환경이 실시간으로 인터랙션하는 상황에서의 컴퓨터의 역할은 컴퓨터와 사람이 1:1로 인터랙션하는 상황에서 인지심리학적 분석을 고수하는 전형적인 HCI 연구(e.g. Norman, & Draper, 1986)와는 다를 수 밖에 없다. 오히려 현대의 상황은 다양한 정보 인공물(information artifact)이 편재하는 상황을 기반으로 한 연구 패러다임(e.g. Norman, 1999; Benyon, Green & Bental, 1999)이 나타나고 있으며, 특히 Benyon(2001)은 결국 HCI의 패러다임은 정보 인공물로 둘러싸여 있는 상황에서의 디자인에 초점을 맞추는 것이 적절하다고 역설하였다.

이러한 측면에서 연구의 주제도 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing), 웨어러블 컴퓨터(Wearable Computer) 등의 영역에서 경험적 방법에 의한 인간요인에 대한 연구에 대한 수요는 지속적으로 늘어날 것이라고 예상된다.

그러나 지금까지도 실제로 길 찾기와 같은 과제를 지원해 주기 위한 시스템의 개발과 연구는 주로 시각적으로 손상을 입었거나 장애를 가지고 있는 사람들을 대상으로 한 것이었으며, 일반적인 목적을 가지고 있는 네비게이션 기기에 대한 연구는 많지 않았다(Ross & Blasch, 2002). 이러한 적용범위의 제한을 극복하고 일반적인 목적으로 사용될 수 있는 것으로 The Center for Universal Design(CUD)에서는 UD를 위한 다음과 같이 7가지 가이드라인의 내용을 언급하였다. 1) 단순하고 직관적인 사용, 2) 유효한 사용(equitable use), 3) 인식 가능한 정보, 4) 에러에 대한 대처 능력, 5) 선호도와 능력 고려, 6) 적은 물리적 노력, 7) 접근과 사용 공간 등을 제시하고, 가상적인 적외선 표시(virtual beacon), 음성(speech output), 그리고 두드림(tapping out)으로 각기 정보가 주어지는 세 가지 형태의 인터페이스를 제안하였다. 또한 Kray 등(2003)은 현재 위치에서 목적지로 가는 경로를 탐색하는 데 있어서 도움을 주기 위한 네비게이션 시스템을 텍스트와 발화 음성, 2차원 화살표, 2차원 지도, 그리고 3차원 가상 지도의 네 가지로 나누어 제시하고, 각각의 표상 방식이 가지고 있는 장단점에 대하여 논의하였다.

그렇지만 여전히 일상적인 상황 맥락에서 효과적으로 정보를 제시해 주기 위한 시스템, 특히 동시에 여러 가지 과제를 수행하는 상황에서 정보를 전달해 주기 위한 웨어러블 컴퓨터가 어떻게 하면 사용자의 주의를 최소한으로 요구하면서 알맞은 시간에 적절한 정보를 무리 없이 제공할 수 있을 것인가에 대한 경험적인 연구는 아직 부족한 상태이다. 또한 많은 연구에서 시각적인 표상이나 청각적 표상 또는 그 밖의 다른 여러 감각적 표상을 이용한 네비게이션 시스템을 소개하고 있지만, 대부분은 그러한 표상 형태가 가지는 장단점에 대해 서술하는 정도에 그쳐 있어 어떠한 정보 제시 유형이 사용자로 하여금 효율적으로 과제를 수행할 수 있게 하는가에 대한 실제적인 연구는 충분히 이루어지지 않았다고 볼 수 있다.

이에 본 연구에서는 길 찾기 과제를 수행할 때 웨어러블 컴퓨터를 이용한 네비게이션 시스템에서 주어지는 방향 단서가 시각적으로 주어지는 경우와 시각적 단서와 청각적 단서가 함께 주어지는 경우에 보행자의 방향 탐지와 운동 수행에 어떠한 차이가 발생하는지, 또한 사용자들이 느끼는 주관적 만족감은 어떠한지 알아보았다.

## 2. 연구 방법

HCI 분야에서 많이 사용되는 방법으로 Wizard of OZ method이 있다. 이것은 원래 자연어 처리 인터페이스에 대한 사용자의 경험을 측정하기 위해서 고안된 방법으로, 실제 시스템에서 지원해 주지 못하는 경험을 숨어있는 조작자가 참가자 모르게 참가자의 반응에 따라 시스템을 조작하여 마치 시스템이 지능적으로 반응하는 것처럼 속인 뒤 사용자의 경험을 측정하는 방법이다(Maulsby, Greenberg & Mander, 1993).

본 연구에서는 실험실 내에서 길 찾기 경험을 유도하기 위해 3차원 1인칭 시점을 갖고 있는 컴퓨터 게임을 실제 환경의 대응물로 하고, HMD로부터 길의 교차점마다 경로 정보를 제시하여 웨어러블 시스템이 사용자에게 경로 정보를 지시하는 상황을 연출하였다. 이때 경로 정보의 지능적인 제시는 Wizard-of OZ 방법을 사용하였다. 측 참가자가 알지 못하도록 참가자가 갈림길에 도달하는 순간 숨겨진 키보드를 통하여 실험자가 참가자의 HMD에 경로 정보를 제시하였다.

### 2.1 실험설계방안

본 실험에는 단일 조건의 방향 단서 제시 유형을 독립변인으로 하였으며, 주어진 단서에 대한 반응으로 나타난 실험참가자의 방향 전환시간, 만족도를 종속변인으로 설정하였다. 방향 단서는 시각적으로만 주어지는 경우(Visual Only 조건, 이하 V 조건), 시각적 단서와 청각적 신호가 함께 주어지는 조건(Visual + Auditory Cue 조건, 이하 VA 조건), 그리고 시각적 단서와 의미를 가진 지시어가 함께 주어지는 조건(Visual + Speech cue, 이하 VS)의 총 세 가지 조건으로 주어졌다. 실험은 모든 참가자들이 세 가지 조건 모두에서 길 찾기 수행을 하게 되는 피험자 내 설계로 실험을 구성하였다.

### 2.2 실험참가자

실험참가자들은 연세대학교 교양 과목을 수강하는 18명의 남자 대학생이었으며, 평균 나이는 24세였다. 실험에서 실제 길 찾기와 흡사한 가상 환경을 구현하기 위해 사용한 3차원 FPS 게임에 대한 숙련도에 대한 설문에 대하여, 2명은 익숙하지 못함, 10명은 보통, 5명은 능숙함, 1명은 매우 능숙함이라고 답하였다. 참가자들 중 실험자의 지시에 적절히 대응하지 못했던 3명은 결과분석에서 제외하였다.

### 2.3 재료 및 도구

Intel Pentium 4, Microsoft Windows 2000 사양의 컴퓨터와 Microsoft XP 사양의 Fujitsu lifebook이 사용되었으며, 17인치 모니터(1024×768)와 키보드가 실험참가자들에게 각기 배정되었다. 실험참가자에게 시각적인 단서를 제시해 주기 위하여 MicroOptical사의 안경 부착형 Head Mounted Display(HMD)가 사용되었으며, 청각적 신호와 음성 지시어를 주기 위하여 이어폰이 사용되었다. 실제 길 찾기를 하는 것과 흡사한 가상 환경을 구현하기 위하여 본 실험은 Counter strike라는 FPS 게임(First-Person Shooting game, 1인칭 슈팅게임으로 게임에서 화면, 즉 모니터가 곧 플레이어의 시각이 됨)의 한 코스를 선택하여, 해당 코스에서 존재하는 교차점 등 방향 지시가 필요한 지점에서 Visual only/Visual + Sound, Visual + Speech 중 한 가지의 방향을 제시함으로써 실험참가자들로 하여금 그 지시에 따라 방향을 전환하도록 하였다(그림 1 참조).

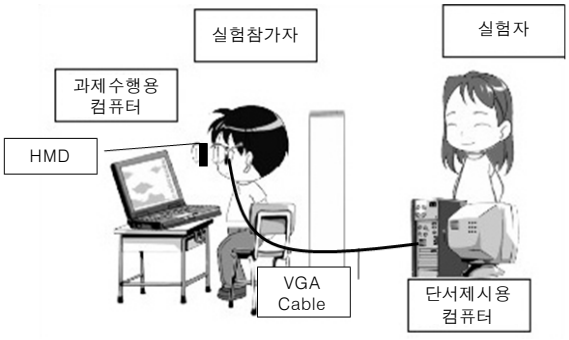


**그림 1.** 실험 상황 예시

실험참가자들에게 방향 단서를 제시하고 반응시간을 기록하기 위한 프로그램은 Visual Basic 6.0으로 제작하였고, 소리 및 음성 자극은 Sound Forge 6.0으로 제작하였다. 또한 과제 수행 후 각각의 방향 단서 제시 조건에 대한 사용성과 만족도에 대한 주관적 측정을 하고 문제점과 제안 사항들에 대한 실험참가자들의 의견을 묻기 위한 설문지가 제작되었으며, 여기에는 실험참가자의 성별, 나이와 FPS 게임에 대한 숙련도 등의 정보를 묻는 질문들도 포함되어 있었다.

### 2.4 절차

실험참가자들은 실험에 참가하기에 앞서 연구자로부터 실험의 개요와 실험 절차에 대한 간단한 설명을 들었다. 실험참가자에게 구현한 과제는 3D 게임으로 구현된 가상현실 속에서 직진 이동하면서 웨어러블 기기의 지시에 따라 방향

**그림 2.** 실험에 사용된 HMD(Micro Optical)

**그림 3.** 실험에 사용된 게임화면 예시

을 전환하며 목적지까지 도달하는 것이었다. 각각의 갈림길마다 올바른 길로 향하게 하는 방향 단서(왼쪽 또는 오른쪽)가 HMD와 이어폰을 통해 주어졌다. 참가자에게 목적지까지 길을 찾아 가는 동안 제시되는 단서에 주의를 기울여 가능한 한 빠르고 정확하게 방향을 전환시키도록 지시하였다. 실험참가자들에게는 각 조건에 대하여 한 번씩, 즉 총 세 번의 시행 동안 주어진 길을 이동하도록 하였으며, 각 조건 당 이동 경로는 길이와 방향 전환 회수를 동일하게 통제시켰다. 각 실험참가자들에게 대한 방향 단서 제시 순서는 Latin Square를 통한 역조건화(counter balancing)를 이용하여 무선화하였다. 실험을 시작하기에 앞서 연습 시행이 주어졌으며, 실험참가자들이 실험 절차에 대하여 완전히 이해하고 능숙한 방향 전환과 이동 수행을 보인 후에 본 시행이 시작되었다.

시각 방향 단서는 800×600 pixels의 해상도를 가진 HMD를 통해 좌측 안구에 투사되었고 파란색의 왼쪽 또는 오른쪽 화살표가 주어졌다. 소리 방향 단서는 실험참가자의 양쪽 귀에 착용한 이어폰을 통해 제시되었는데, 지시 방향에 해당하는 귀에만 108msec 길이의 짧은 경고음이 제시되는 방식으로 제시되었다. 음성 방향 단서는 각 지시 방향에 해당하는 의미를 갖는 음성 지시어(즉, 왼쪽을 지시할 경우 "왼쪽", 오른쪽을 지시할 경우 "오른쪽")를 사용하였다. 이 때 음성의 길이는 555msec로 통제하였다. 각 조건은 시각 단서 조건(Visual Only), 시각 및 소리 단서 조건(Visual + Sound, 그리고 시각 및 음성 단서 조건(Visual + Speech)의 세 조건이었다. 시각 단서 조건에서는 HMD를 통해 시각 단서만 주어졌고, 시각 및 소리 방향 단서 조건에서는 시각 단서와 함께 소리 방향 단서가 주어졌으며, 시각 및 음성 조건에서는 시각 단서와 함께 음성이 주어졌는데, 이때 소리 방향 단서와 같이 지시 방향에 해당하는 음성이 지시 방향과 같은 귀에만 제시되었다.

방향 단서가 주어짐과 동시에 시간이 기록되기 시작하였으며, 실험참가자가 방향을 완전히 전환하면 단서가 사라지는 동시에 시간 기록을 마침으로써 각각의 방향 단서가 주어질 때로부터 실험참가자가 올바르게 방향 전환을 성공하는데 걸린 시간을 기록하도록 하였다. 또한 과제 시작부터 모든 전환점을 통과하여 목적지에 도달할 때까지의 전체 과제 수행시간도 측정하였다. 과제 탐색이 종료된 후 실험참가자들에게 전반적인 사용 용이성, 길 찾기 과제에 도움이 된 정도, 선호도에 대하여 세 가지의 방향 단서 제시 방법 중 어떤 것이 가장 좋았는지 선택 평가하도록 하였다.

## 3. 연구결과

방향 단서 제시 방법이 길 찾기 수행에 미치는 영향을 알아보기 위하여 변량분석(ANOVA)을 실시하였다. 분석결과, 각기 다른 방향 단서 제시 방법에 따른 방향 이동 수행에 걸린 전체 평균 시간에는 유의미한 차이가 나타나지 않았다. $F(2, 34)=1.988$, $p=.153$[표 1]. 그러나 이에 대한 기술통계 분석결과, 표 2와 그림 4에서 볼 수 있듯이 시각적 단서와 청각적 신호가 함께 주어지는 경우(Visual + Sound)가 가장 수행이 좋았으며(Mean=1.232), 시각적 단서와 음성 지시가 함께 주어진 경우(Visual + Speech)에는 시각적 단서만 주어지는 경우(Visual Only)보다 수행이 좋지 않았다는 것을 발견할 수 있었다(Mean=1.290, Mean=1.253).

두 번째로, 방향 단서 제시 조건이 단서가 주어지는 각각의 방향 전환 수행에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 매 번의 방향 단서의 제시에 대해 발생한 실험참가자들의 방향 전환 이동시간에 대하여 변량 분석을 실시하였다. 다음 표 3에서 제시되는 개별 단서에 대한 방향 전환 수행시간은 참가자의 모든 방향 전환시간을 개별 데이터포인트로 하여 분

**표 1.** 방향 전환에 걸린 평균 시간

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE _ 1

| Source | | Type III Sun of squares | df | Lean squan | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cond | Sphericity Assur | .031 | 2 | .016 | 1.988 | .153 |
| | Greenhouse-Ge | .031 | 1.972 | .016 | 1.988 | .153 |
| | Huynh-Feldt | .031 | 2.000 | .016 | 1.988 | .153 |
| | Lower-bound | .031 | 1.000 | .031 | 1.988 | .177 |
| Error (con) | Sphericity Assur | .266 | 34 | .008 | | |
| | Greenhouse-Ge | .266 | 33.517 | .008 | | |
| | Huynh-Feldt | .266 | 34.000 | .008 | | |
| | Lower-bound | .266 | 17.000 | .016 | | |

**표 2.** 방향 전환에 걸린 평균 시간에 대한 기술통계치

Descriptive Statistics

| | Mean | Std. Deviation | N |
|---|---|---|---|
| Visual Only | 1.25289 | .077767 | 18 |
| Visual + Sound | 1.23244 | .095757 | 18 |
| Visual + Speech | 1.29039 | .112684 | 18 |

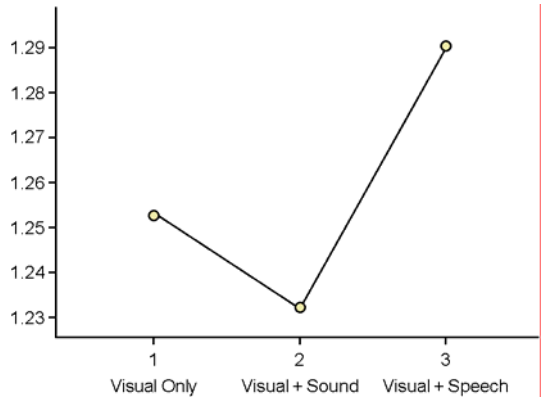


**그림 4.** 방향전환에 걸린 평균시간

석한 것이다. 따라서 조건당 271개의 방향 전환시간에 대하여 분석하였다. 그 결과, 방향 단서 제시 방법에 따른 개별 이동 수행시간에는 유의미한 차이가 있는 것을 알 수 있었다 $F(2, 540)=4.944$, $p=.007$[표 3]. 곡선적 추세분석 결과는 유의미하게 나타났다 $F(1, 270)=6.285$, $p=.013$ [표 4].

그림 5는 개별 방향 단서 제시에 따른 전환 수행시간에 대한 그래프이다. 시각 단서와 청각 신호가 함께 주어지는 경우(Visual + Sound)에 가장 수행이 좋았으며, 시각 단서

**표 3.** 개별 단서에 대한 방향 전환 수행시간

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE _ 1

| Source | | Type III Sun of squares | df | Lean squan | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cond | Sphericity Assur | .484 | 2 | .242 | 4.944 | .007 |
| | Greenhouse-Ge | .484 | 1.999 | .242 | 4.944 | .007 |
| | Huynh-Feldt | .484 | 2.000 | .242 | 4.944 | .007 |
| | Lower-bound | .484 | 1.000 | .484 | 4.944 | .027 |
| Error (con) | Sphericity Assur | 26.449 | 540 | .049 | | |
| | Greenhouse-Ge | 26.449 | 539.761 | .049 | | |
| | Huynh-Feldt | 26.449 | 540.000 | .049 | | |
| | Lower-bound | 26.449 | 270.000 | .098 | | |

**표 4.** 개별 단서에 수행에 따른 추세 검증결과

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE _ 1

| Source | Cond | Type III Sun of squares | df | Lean squan | F | Sig. | Partial eta squared |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cond | Linear | .182 | 1 | .182 | 3.650 | .057 | .013 |
| | Quadrat | .302 | 1 | .302 | 6.285 | .013 | .023 |
| Error (con) | Linear | 13.464 | 270 | .050 | | | |
| | Quadrat | 12.984 | 270 | .048 | | | |

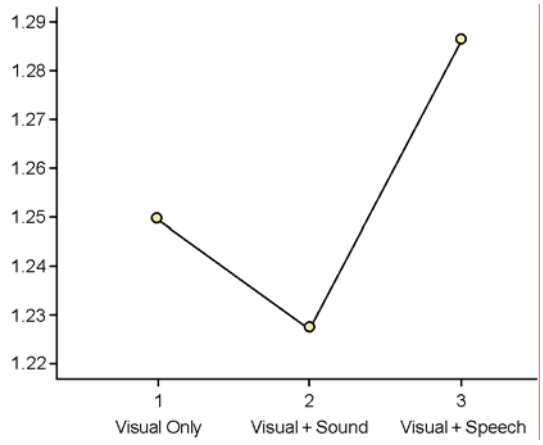


**그림 5.** 개별 방향전환에 걸린 평균시간

와 음성 지시가 동시에 주어지는 경우(Visual + Speech)는 시각 단서가 단독으로 제시되는 경우(Visual Only)보다 오히려 수행이 많이 떨어지는 것을 볼 수 있다. 이는 방향 전환에 걸린 평균 시간에 대한 그림 4의 그래프와 유사하다.

다음으로 설문조사 결과, 5명의 실험참가자들이 시각적 단서와 청각적 신호가 동시에 주어지는 경우(Visual + Sound)

가 가장 쉬울 거라 보고하였으며, 13명은 시각적 단서와 음성 지시가 함께 주어지는 경우(Visual + Speech)가 가장 쉬울 거라 하였다. 실험에 사용되었던 세 가지 조건 중에 어떤 것이 길 찾기 수행에 도움이 되었는지 묻는 설문에 대해서는 2명이 시각적 단서만 주어지는 경우(Visual Only), 6명은 시각적 단서와 청각적 신호가 동시에 주어지는 경우(Visual + Sound), 10명은 시각적 단서와 음성 지시가 함께 주어지는 경우(Visual + Speech)라고 응답하였다. 본 연구를 통해 실제 수행시간 분석 결과와 주관적 설문결과가 상이하게 나왔다. 하지만 주관적 설문결과는 다양한 상황이 적용되는 웨어러블 컴퓨팅 환경에서는 다중 정보처리가 필요하다는 인식을 실험참가자들이 하고 있음을 알 수 있었다. 이어서 실제로 길을 걸을 때 도움을 주기 위한 기계가 개발이 된다면 가장 바람직하다고 생각되는 것은 어떤 것인가에 대한 질문에, 2명은 시각적 단서만 제공되는 경우(Visual Only), 4명은 시각적 단서와 청각적 신호가 동시에 제시되는 경우(Visual + Sound), 12명은 시각적 단서와 음성 지시가 함께 주어지는 경우(Visual + Speech)라고 응답하여 시각적 단서가 단독으로 제시되는 것보다는 청각 또는 음성 정보가 함께 제시되는 것을 선호한다는 것을 짐작할 수 있었다.

이어서 실험참가자들에게 실험을 하면서 느꼈던 문제점 또는 불편사항, 제안하고 싶은 점들에 대하여 자유롭게 서술하도록 한 결과, 다음과 같은 응답을 얻을 수 있었다.

- 화살표와 게임 화면을 동시에 같이 보기 힘들었다.
- HMD 화면이 작아서 보기 힘들었다.
- 재미있었다. 불편한 점은 없었다.
- 안경의 HMD가 움직일 때마다 흔들려서 불안했다.
- HMD의 화면 때문에 배경 화면에 집중이 안됐다.
- HMD 화면 때문에 시야가 많이 가려서 이질감이 느껴졌다.
- 안경과 이어폰을 동시에 착용해야 하는 점이 불편했다.
- 화살표가 나오는 HMD 화면과 배경 모니터의 길을 동시에 보는 것이 헷갈렸다.
- 실제로 사용된다면 음악을 듣고 있을 때나 시끄러운 곳을 지나갈 때 소리는 도움이 안 될 것 같다.
- 화살표만으로도 충분할 것 같다.

## 4. 논 의

본 실험의 결과를 통해, 우리는 이동 중에 제시되는 방향 정보가 시각적으로만 주어지는 경우와 시각적 단서가 청각적 단서와 함께 주어지는 경우에 나타나는 방향 전환 수행에는 유의미한 차이가 없다는 것을 발견하였다. 그러나 시각적 단서와 청각적 신호가 주어지는 경우에는 시각적 단서만 주어지는 경우보다는 수행이 향상되는 경향성을 볼 수 있었으며, 시각적 단서와 음성 지시가 함께 주어지는 경우에는 오히려 시각적 단서만 주어지는 경우보다 수행이 감소되는 것을 알 수 있었다.

시각적 단서와 청각적 신호가 함께 제시된 경우에는 실험참가자들의 방향 전환이 가장 빨랐던 반면에, 시각적 단서와 음성 지시가 함께 제시된 경우에 방향 전환이 가장 느렸던 것에 대해서는 여러 가지 해석이 가능하다. 우선, 청각적 신호가 주어진 시간과 음성 지시가 주어진 시간의 길이가 달랐던 것을 그 원인으로 생각해 볼 수 있다. 의미가 없는 단순한 소리인 청각적 신호는 108msec 길이의 소리였으나, '왼쪽' 또는 '오른쪽'이라고 발화된 음성 지시는 555msec 길이의 소리였다. 실험에서와 같이 시각적 단서와 동시에 주어진 두 종류(청각 신호 혹은 음성 지시)의 청각적 단서를 처리하고 나서 실험참가자가 움직인 경우에, 주어진 자극 제시의 시간 자체가 조건에 따라 달랐기 때문에 이와 같은 결과가 나타났을 것이라고 짐작해볼 수 있다.

또한 의미가 없는 단순한 청각 신호는 무의식적으로 지각적 처리를 할 수 있는 반면에, 의미가 있는 음성 지시는 자동화된 처리를 한다고 하더라도 의미 처리에 걸리는 시간과 인지적 자원 소비 때문에 그것이 오히려 방향 단서를 받아들이는 데 부하를 주었을 가능성이 있다고도 생각해 볼 수 있다.

우리는 시각적 단서가 단독으로 제시되는 경우와 시각적 단서가 청각적 단서와 함께 제시되는 경우 사이에서 뚜렷한 유의미한 차이를 밝히지 못했지만, 시각적 단서가 의미 없는 청각적 신호와 함께 주어지는 경우에 방향 전환 수행이 향상되는 경향을 발견할 수 있었다. 이는 시각적 단서와 방향이 일치하는 청각적 신호를 동시에 제시함으로써 사용자가 시각적 단서에 반드시 의존하지 않고서도 이동해야 할 방향을 쉽게 탐지할 수 있었다는 점이다. 이는 실험참가자들의 설문결과에서 볼 수 있듯이 시각적 단서의 방향 정보에만 의존해야 하는 경우에 시각적 단서가 제시되는 HMD 화면과 과제를 수행해야 하는 배경 화면(실제 상황에서는 주변 환경)에 동시적으로 주의를 주어야 하기 때문에 집중하기가 힘들다는 것, 즉 주의가 분산되기 때문이라고 할 수 있다. 실제로 어떤 실험참가자들은 시각적 단서와 청각적 신호가 함께 주어진 경우에 화살표가 제시되는 HMD 화면에는 주의를 주지 않고 소리가 주어지는 방향에만 집중하여 이동하였다고 보고하였다.

흥미로운 점은 시각적 단서와 음성 지시가 함께 주어진 경우 방향 전환 수행이 가장 좋지 않았음에도 불구하고, 대부분의 실험참가자들이 이러한 정보 제시 방법을 가장 선호

하였다는 점이다. 이는 앞으로 웨어러블 컴퓨터를 사용하는 길 찾기 수행 지원 시스템이 사용될 상황이 실험실 상황이 아닌 실제 생활에서 여러 가지 과제를 동시에 수행하는 상황일 것이라는 것을 염두에 두었을 때 중요한 함의점을 가지고 있다고 할 수 있다.

본 연구는 게임을 이용하여 가상으로 실제 웨어러블을 이용한 네비게이션에 대한 모의 상황에서 실험한 것은 큰 의의가 있다고 본다. 본 연구에서는 통제를 위해 실험실 환경에서 연구를 진행하였지만 웨어러블 컴퓨팅 환경으로 공간에 제약을 받지 않는 실제 환경에서 실험이 이루어 진다면 더 나은 연구결과를 가져올 수 있을 것이다. 즉, 실제 사용자가 네비게이션을 할 수 있는 일정한 경로를 정의하고 그 경로 위에서 실험참가자가 보행하면서 HMD, 헤드셋(headset)을 이용해 정보를 받게 하고, 그에 대한 시간 측정을 하는 것이다. 본 연구는 실험참가자들이 게임을 이용한 모의 가상 환경, HMD와 스피커 등의 장치 등에 익숙하지 않은 상황에서 각 조건에 대해 실험이 진행되었고, 실험참가자들은 익숙하지 않는 환경의 실험에 대해 어렵게 생각했다. 본 실험에서는 컴퓨터 게임과 RT를 측정하는 실험 프로그램을 위해 두 대의 컴퓨터 사용하였다. 이 과정에서 실험자가 Computer 1의 keypress를 통해 방향 정보를 제시하고 실험참가자는 Computer 2의 keypress를 통해 방향을 전환하였다. 실험자가 Computer 1의 keypress를 통해 RT를 측정함으로써 일부분에서 오류 발생한 것은 연구의 한계점이라 할 수 있다.

본 연구는 웨어러블 컴퓨터를 이용한 네비게이션 수행에서 효과적으로 방향 정보를 제시해 주는 방법은 어떤 것인가에 대하여 시각적 단서와 함께 주어지는 청각적 정보의 제시 유무와 그 유형이 중요함을 밝혔고, 연구에서의 실험이 실제 길 찾기 상황이 아닌 통제된 실험실에서 구현된 가상환경에서 이루어졌지만 실제 환경에 적용 가능한 시사점을 찾았다는 점에서 의의를 지니고 있다.

## 감사의 글

본 논문의 출판 비용은 연세대학교 BK21 사업단(2단계)의 지원을 받았음.

## 참고 문헌

Barfield, W. & Caudell, T., Basic Concepts in Wearable Computers and Augmented Reality. *In Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality* (eds. W. Barfield & T. Caudell), Mahwan, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2001.

Benyon, D. R., Green, T. R. G., Bentai, D., Conceptual Modelling for Human Computer Interaction. Using ERMIA, Springer, London, 1999.

Benyon, D., The new HCI ? navigation of information space, Knowledge-Based Systems, 14, 425-430, 2001.

Holland, S. and Morse, D. R., Gedenryd, H., AudioGPS: Spatial Audio Navigation with a Minimal Attention Interface, Personal and Ubiquitous Computing, 6, 253-259, 2002.

Kray, C., Laakso, K., Elting, C. & Coors, Presenting Route Instructions on Mobile IUI'03, January 12-15, Miami, Florida, USA, 2003.

Maulsby, D., Greenberg, S. & Mander, R., Prototyping an intelligent agent through Wizard of Oz. In S. Ashlund, K. Mullet, A. Henderson, E. Hollnagel, & T. White(Eds.), Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, New York: ACM Press, 277-284, 1993.

Norman, D., Draper. S., User Centered Systems Design, 1986.

Norman, D., The Invisible Computer, Bradford Books, 1999.

Ross, D. A. & Blasch, B. B., Development Wearable Computer Orientation System, and Ubiquitous Computing, 6, 49-63, 2002.

## ◐ 저자 소개 ◑

❖ 전 하 영 ❖ hayoung.jeon@samsung.com
연세대학교 심리학과 석사
현 재: 삼성전자
관심분야: HCI, 모바일컴퓨팅

❖ 채 행 석 ❖ acechae19@yonsei.ac.kr
연세대학교 인지과학 인지공학전공 박사수료
현 재: 연세대학교 인지과학연구소 연구원
관심분야: 인지공학, 사용성공학, 디자인공학, HCI

❖ 홍 지 영 ❖ hongcom73@gmail.com
연세대학교 인지과학 인지공학전공 박사
현 재: 연세대학교 인지과학연구소 전문연구원
관심분야: 인지공학, 사용자수용요인, 디자인공학, HCI

❖ 한 광 희 ❖ khan@yonsei.ac.kr
연세대학교 심리학과 박사
현 재: 연세대학교 심리학과 교수
관심분야: 인지공학, HCI

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2007년 06월 26일
논 문 수 정 일 (Date Revised) : 2007년 09월 21일
논문게재승인일 (Date Accepted) : 2007년 09월 27일