

소리의 청각적 정보가 곡 탐색에 미치는 영향

The Effect of Auditory Cue on Searching Task of Songs

류형수, Hyungsu Ryu, 김종완, Jongwan Kim, 한광희, Kwanghee Han
연세대학교 심리학과 인지공학연구소

요약 최근 음악을 재생할 수 있는 다양한 소형기기들의 발전이 이루어지고 있다. 휴대용 음향기기에서 곡을 탐색할 경우, 곡 탐색 습관의 특성상 눈으로 확인하지 않고 손을 사용한 촉각적 피드백만을 이용하는 것이 대부분이다. 또한 곡 탐색 과제는 청각적인 표적을 찾는 것임에 반하여, 지금까지 청각적인 단서에 대한 연구의 대부분은 시각적인 표적을 찾는 것에 집중되어 있었다. 본 연구에서는 청각적인 표적을 탐색하는데 있어 청각적 위치 단서가 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 주어진 곡 리스트를 암기한 후, 화면에 제시되는 표적 곡을 탐색하는데 있어 청각적인 위치 단서가 있는 좌우 조건, 가운데 조건, 그리고 무음 조건의 경우에 따른 곡 탐색의 정확률과 반응 시간을 측정하였다. 과제는 정상과 오류 두 가지 유형으로 구성되었다. 결과는 청각적인 위치 정보가 포함된 좌우 조건이 정상 과제와 오류 과제에 있어서 가운데 조건과 무음 조건에 비하여 모두 유의미하게 짧은 반응 시간을 보였다. 본 실험 결과는 휴대용 음향기기뿐만 아니라 위성항법장치(GPS), 가상환경(Virtual Environment) 등과 같이 청각적인 표적을 찾아야 하는 과제를 포함하는 환경에도 적용될 수 있을 것이다.

핵심어: HCI, UI, Auditory Spatial Cue, Song Search, Multi-Modal Sensation, Portable Musical Electronic Appliance

1. 서론

현대사회에서는 휴대용 전자제품의 사용이 급속도로 증가하고 있으며, 소비자들의 다양한 요구를 충족시키기 위하여 하나의 제품 안에 여러 가지 기능들이 첨가된 컨버전스(convergence) 제품들이 주류를 이루고 있다. 이러한 휴대용 전자제품의 컨버전스화가 가장 많이 적용되고 있는 분야 중 하나가 바로 휴대용 음향기기로서, 전자사전, 휴대폰, 그리고 카메라 등에 엠프리 플레이어(MP3 player) 기능이 추가로 적용되어 출시되고 있다. 휴대용 음향기기의 사용에 있어 가장 필요한 특성 중 하나는 바로 제품을 조작할 때 사용자가 최소한의 주의를 사용하면서 보다 빠르고 정확하게 원하는 바를 획득할 수 있어야 한다는 것이다. 이는 보행, 운전 등과 같이 사용자가 많은 양의 주의 자원, 특히 안전과 관련된 사항에 주의를 기울여야 하는 상황에서 휴대용 음향기기를 조작하게 되기 때문이다. 하지만 현재까지 음향기기에 적용된 곡 탐색 방법들은 액정화면(display)을 보면서 조작을 하거나, 촉각적 피드백(tactile feedback)에 의존하는 것이 대부분이었다. 보다 정확한 곡 탐색 수행을 위해서는 음향기기를 꺼내어 디스플레이를 보는 것이 최선의 방법이겠지만, 위에 언급한 바와 같이 음악을 듣는 상황은 대부분 다른 일을 수행하는 중에 부가적으로 발생하기 때문에 [1], 디스플레이를 보지 않고 조작하는 경우가 대부분이

다. 따라서 본 연구에서는 촉각적 피드백(tactile feedback)과 더불어 방향성을 지닌 청각적 피드백(spatial auditory feedback)을 제공하는 것이 사용자의 곡 탐색 수행에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

1.1 이론적 배경

공간적 청각 정보(spatial auditory cue)를 비롯한 AUI(Auditory User Interface)는 인간과 기계 사이의 효율적인 인터랙션(interaction)을 형성하고, 인간의 오류(human error)를 최소화하기 위한 대안으로 제시되고 있다. 이는 AUI가 과제 수행에 소요되는 시간과 에너지의 사용을 최소화하는 동시에, 눈과 손을 자유롭게 해 주는(eye-free & hands-free) 특성을 지니고 있기 때문이다 [2]. 이러한 AUI의 사용에 대하여 Ron Mace는 '(1) 단순하고 직관적인 사용, (2) 유용한 사용(equitable use), (3) 인식 가능한 정보, (4) 에러에 대한 대처 능력, (5) 사용자의 선호도와 능력에 대한 고려, (6) 적은 물리적 노력, (7) 접근과 사용에 필요한 공간' 등 유니버설 디자인(Universal Design)의 7가지 원칙을 제시하였으며 [3], Kristoffersen은 사용자의 주의 자원을 최소한으로 요구하는 디자인을 위한 기법으로 '(1) 시각적 주의를 거의 혹은 전혀 필요로 하지 않음, (2) 구조화되고 촉각을 사용한

입력, (3) 청각 피드백의 사용'을 포함하는 MOTILE을 제안하였다[4]. 마지막으로 Pascoe는 휴대용 컴퓨터 기기에 대한 사용자의 주의를 최소화하기 위한 방안의 하나로 MAUI(Minimal Attention User Interface)를 제안하였다[5].

이러한 AUI를 컴퓨터 기기에 처음으로 적용한 것 중 하나는 이어콘(earcon)이다. 이어콘(earcon)은 컴퓨터가 프로그램을 수행하는 절차를 임의적으로 표상하는 짧은 음의 분절로서, 프로그램의 진행 절차를 청각적 인터페이스와 연결한 것이다[6-8]. 현재까지 이어콘(earcon)을 다룬 대부분의 연구들은 시스템의 위계적인 구조(hierarchical structure)를 파악하거나, 각 프로세스들을 구별하는데 초점을 맞추어 왔으며[9], 이어콘(earcon)을 사용한 공간적 정보 전달에 대한 연구는 미비하다.

단순히 프로세스(process)를 구분하기 위한 이어콘(earcon)이 아니라, 공간적 정보를 제공하는 AUI는 다음과 같은 특징들을 지니고 있다. 첫째, 청각적 위치 단서(spatial auditory cues)는 양이 부등(binaural)한 자극으로 제시되기 때문에 방향을 제시하는 수단(directional cue)으로 기능하며, 이에 따라 탐색 작업에 있어 시각 부하(visual workload)와 운동근육 부하(motor workload)를 감소시키는 효과를 갖는다[10]. 두 번째로 중복적 정보 제공(redundancy)의 기능이다. 청각적 위치 단서(spatial auditory cue)는 대부분 부가적인 정보 전달 매개체(secondary cue)로 기능하며, 이는 시각적으로 제공되는 정보를 보완해 주는 역할을 한다. 따라서 청각 정보(auditory cue)는 대부분 경고를 알리기 위하여 사용되며, 기기 조작에 대한 안내와 관련된 부분의 연구는 미비하다[11]. 마지막으로 청각적 위치 단서(spatial auditory cue)는 사용자가 원하는 결과를 획득하기까지 소요되는 시간을 감소시키는 효과를 지니고 있다. 그러나 시각적 정보를 보완하는 2차(secondary) 정보 제공의 역할을 주로 수행하기 때문에 수행의 정확도에는 큰 영향을 미치지 않는다고 한다[11].

위와 같은 특성을 지니고 있는 청각적 위치 단서(spatial auditory cue)는 현재 민항 항공기의 운행, Traffic Collision Avoidance System advisories를 위한 head-up display, T-NASA(Taxi Navigation and Situation Awareness), Indicating traffic incursion, navigation 등의 분야에 적용되고 있다[2, 11-17]. 즉, 청각적 위치 단서(spatial auditory cue)는 대부분 자동차와 항공기를 비롯한 교통수단의 운행 효율성 증진, 안전성 확보, 그리고 항행(navigation) 편의성 증진을 위하여 사용되고 있으며, 이 외에 시각 장애인들을 위한 휴대용 네비게이터(wearable navigator) 등에도 적용되고 있다. 현재까지 진행된 연구들의 결과는 대부분 양이 부등한 청각 정보(binaural auditory cue)를 제시하는 것이 수행 시간을 감소시키는데 있어 가장 효과적이라는 것을 지지하며, 최소한 과제 수행을 방해하지 않는다는 것을 보여준다[2, 11-17].

본 연구에서는 현재까지 연구된 양이 부등 청각 정보(binaural auditory cue)의 방향 제시 기능(directional cue)의 효율성을 바탕으로 하여 휴대용 음향기기에서 곡 탐색을 할 경우, 양이 부등 청각 정보(binaural auditory cue)의 제시가 곡 탐색 수행의 정확성과 효율성에 미치는 영향을 살펴보고자 한다. 이에 본 연구에서의 가설은 다음과 같다.

H₁: 공간적 청각 정보의 제시는 곡 탐색 수행에 소요되는 시간을 단축시킬 것이다.

H₂: 공간적 청각 정보의 제시는 오류가 발생한 곡 탐색 수행에 소요되는 시간을 단축시킬 것이다.

2. 연구방법

본 연구에서 실험은 아래와 같은 설계 및 절차에 따라 진행되었다.

2.1 참가자

연세대학교 학부생 31명 (남: 17명, 여: 14명)이 실험에 참가하였다. 실험참가자는 교정 시력 0.8 이상의 정상시력과 정상청력을 보유하고 있으며 모두 컴퓨터 사용 경험이 있었다.

2.2 자극 및 도구

본 연구에는 삼성 SENS 노트북 Pentium III 컴퓨터, 1280 x 1024 pixel 해상도의 LCD모니터가 사용되었다.

컴퓨터 작동 시스템은 Microsoft Windows XP가 사용되었으며 실험에 사용된 프로그램은 Microsoft Visual Basic 6.0으로 제작되었다. 곡 탐색에 쓰인 마우스는 실제 휴대용 음향기기 리모컨(remote controller)의 느낌을

표 1

1	뽀뽀뽀
2	산토끼
3	둥근 해가 떴습니다
4	고드름
5	곰 세 마리
6	산 할아버지
7	과수원길
8	파란나라
9	개똥벌레

주기 위하여 Gyration사의 공중 마우스 G2를 이용하였으며, 이어폰은 소음을 차단하기 위하여 Sony E-80을 사용하였다. 역시 소음을 차단하기 위하여 실험은 방음실에서 실시되었다.

실험에 쓰인 곡은 총 9개로, 한국에서 태어나 자란 사람이라면 누구나 알 수 있는 동요 및 가요들로 구성되었다(표 1).

2.3 실험설계방안

본 연구는 3(공간적 청각 정보 조건)x2(과제 종류) 혼합설계방식으로 구성되었다. 공간적 청각 정보 조건(좌우, 가운데, 무음)은 참가자간으로 제시되었으며 과제의 종류(정상, 오류)는 참가자 내로 제시되었다.

20회씩 2번의 시행으로 총 40개의 과제가 참가자들에게 제시되었으며, 각각 정상 과제와 오류 과제가 절반씩 무선적으로 제시되었다.

우선 정상 과제와 오류 과제는 실제 휴대용 음향 기기에서 곡 탐색을 할 경우, 사용자들이 곡 이동 버튼을 보지 않고 누름으로써 본래 자신이 원하던 방향으로 곡을 이동시키지 못하는 상황을 설정하기 위하여 사용되었다. 촉각적 피드백만을 사용하여 곡 탐색을 할 경우에는 사용자가 잘못된 곡 탐색을 수행하였을 경우, 이동된 곡을 일일이 확인하지 않으면 잘못된 수행을 수정하기 어려울 것이다. 이에 반하여 공간적 청각 정보가 제시될 경우에는 사용자가 보다 용이하게 잘못된 곡 탐색을 수정할 수 있을 것이라고 가정하였다. 정상 과제와 오류 과제는 다음과 같이 설정되었다. 정상 과제의 경우, 마우스를 시계 반대 방향으로 90° 회전시킨 상태에서 마우스의 휠을 오른쪽으로 움직이면 다음 곡으로 이동하며, 왼쪽으로 움직이면 이전 곡으로 이동하게 된다. 이에 반하여 오류 과제는 정상 과제에서 마우스 휠의 움직임과 곡 이동의 방향을 반대로 설정하였다.

다음으로 공간적 청각 정보는 다음과 같이 설정되었다. 좌우 조건은 다음 곡으로 이동 시에는 오른쪽 이어폰에서만, 이전 곡으로 이동 시에는 왼쪽 이어폰에서만 비프음이 나오도록 하였다. 가운데 조건은 양쪽 이어폰에서 비프음이 동일한 음량으로 나오도록 함으로써 참가자들이 자신의 머리 가운데에서 소리가 나는 것으로 지각하도록 하였다. 무음 조건은 비프음 없이 곡이 이동하도록 하였다. 사용된 비프음의 길이는 320ms였으며, 좌우 조건과 가운데 조건 모두 400ms 동안 비프음이 재생되었다. 무음 유형 역시 곡 이동이 일어날 때, 400ms의 간격, 즉 무음 기간을 두었다.

탐색 시간은 자극이 제시되는 순간부터 확인 키를 누르는 시간까지 측정되었다. 종속변인은 '최적 탐색시간'으로, 이는 전체 탐색시간을 처음 연주되는 곡과 표적 곡 사이의 거리로 나눈 값이다. '거리'는 제시되는 곡에서 목표 곡으로 가장 적은 조작을 통하여 이동하는 횟수이다.

예를 들어 제시되는 곡이 5번, 목표 곡이 2번이면 거리는 3이 된다. 처음 제시되는 곡과 목표 곡 사이의 거리는 4와 5는 제외하고 1부터 3으로 통제하였는데, 이는 거리가 4와 5일 경우에는 '다음'으로 이동하는 것과 '이전'으로 이동하는 전략 사이에 경합이 일어날 수 있기 때문이다. 예를 들어 2번 곡에서 7번 곡으로 이동할 때, '이전'으로 4번 만에 갈 수 있는 방법이 최단 횟수이겠지만 인지적인 부담을 덜기 위해서 단순히 '다음'으로 5번 이동하는 것이 더 편안하게 느껴질 수 있다. 이러한 상황을 방지하기 위하여 거리는 1, 2, 3으로 통제하였다.

오류 과제인 경우에는 한 번 반대 방향으로 곡이 바뀌기 때문에 최적 이동 횟수는 정상 과제의 횟수보다 2만큼 크다. 따라서 오류 과제인 경우 최적 탐색 시간 다음과 같은 수식을 통하여 계산하였다(1).

$$\text{최적 탐색 시간} = \text{탐색 시간} / (\text{전체 이동 횟수} - 2) \quad (1)$$

2.4 절차

실험과 관련된 유의사항을 전달한 후, 실험참가자에게 곡 리스트를 10분 동안 암기하도록 하였다. 10분 후 곡 리스트를 암기한 정도를 평가하였다.

실험이 시작되면 이어폰을 통하여 리스트 중 한 곡을 듣게 되며, 컴퓨터 화면에는 표적 곡이 제시되었다. 실험 참가자는 마우스 휠을 사용하여 표적 곡으로 이동을 하며, 표적 곡을 찾은 후에는 스페이스 바 키를 눌러 곡 탐색이 완료되었음을 확인하였다.

실험이 종료된 후에는 NASA-TLX와 함께 참가자 자신이 실시한 조건에 대한 주관적인 평정을 Open-ended 방식으로 기술하도록 하였다.

3. 결과

먼저 곡 탐색의 정확률을 살펴보면 좌우 조건은 92.5%, 가운데 조건은 92.8%, 무음 조건은 92.8%로 유의미한 차이가 없었지만, 정상 과제만을 대상으로 한 분석의 경우에는 각각 99.0%, 91.3%, 97.5%로서 카이 제곱 검증에서 유의미한 차이를 보였다 [$\chi^2(2, N=256)=7.534, p<.05$]. 즉 정상 과제에서는 가운데 조건이 좌우 조건이나 무음 조건에 비하여 유의미하게 낮은 정확률을 보였다. 하지만 오류 과제에서는 각 조건간 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

최적 반응시간 변량분석에서는 오답인 경우와 최적 횟수(전체 횟수/거리)가 1 미만인 경우는 제외하였다. 이는 최적 횟수가 1미만이면서 정답을 맞춘 경우는 우연에 의한 경우라고 판단하였기 때문이다.

먼저 청각적 자극 제시 유형의 반응 시간에 대한 주요

과는 유의미하였다 [$F(2,1009) = 13.041, p=.000, \eta^2=.036$] (그림 1). Tukey HSD를 통한 사후검증 결과 좌우 조건과 가운데 조건 ($p=.006$), 좌우 조건과 무음 조건 ($p=.000$), 가운데 조건과 무음 조건 ($p<.05$)간의 차이는 유의미하였다. 즉 좌우 조건의 반응 시간이 가장 짧았으며 그 다음이 가운데 조건, 마지막으로 무음 조건의 순으로 반응 시간이 길게 나타남으로써 가설 1이 지지되었다.

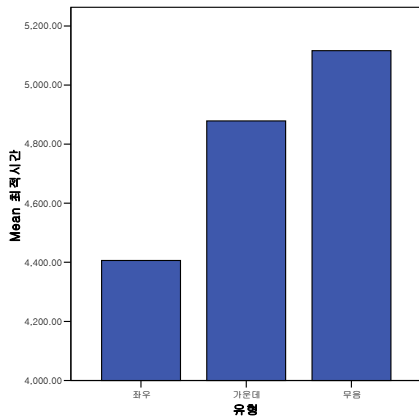


그림 1

반응 시간에 대한 청각적 자극 제시 유형과 오류 유무간의 상호작용은 유의미하였다 [$F(2,1009) = 6.257, p=.002, \eta^2=.012$] (그림 2). 정상 과제보다는 오류 과제에서 세 조건 모두 유의미하게 최적 반응 시간이 증가한 것은 공통적이었으나 가운데 조건이 다른 두 조건보다 반응 시간 증가량이 더 컸다. 즉, 오류 과제를 수행할 때 좌우 조건에서 반응 시간이 가장 짧게 나타남으로써 가설 2가 지지되었다.

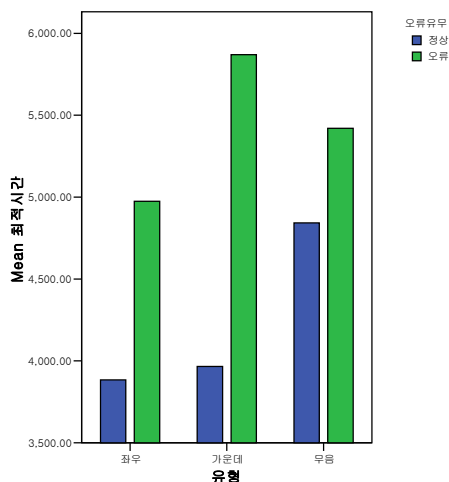


그림 2

참가자들이 기기 사용법에 익숙해짐에 따라, 청각적 자극을 효율적으로 사용하는지를 살펴보기 위하여 ‘숙련수준’을 독립변인으로 추가하였다. 숙련수준은 참가자들의 수행을 시간 흐름에 따라 1회부터 20회까지의 수행과 21회부터 40회까지의 수행으로 나눈 것이다. 숙련수준과 청각 자극 제시 유형과의 상호작용 역시 유의미하였다 [$F(2,1009) = 4.146, p<.05, \eta^2=.008$] (그림 3). 즉 좌우 조건과 가운데 조건은 숙련수준이 높을수록 반응시간이 줄어드는 데 비하여 무음 조건은 오히려 증가하는 경향성을 보였다.

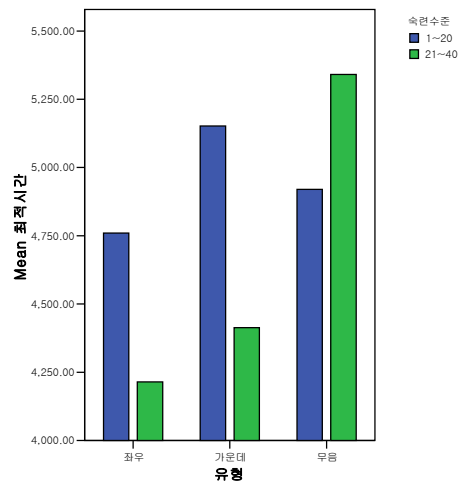


그림 3

결과를 종합해 보면, 가운데 조건은 정확률이 낮으며 과제 수행 중에 오류가 일어날 때 더 많은 반응시간이 소요되었다. 무음 조건은 전체적으로 반응시간이 가장 길며, 수행을 지속하더라도 반응시간이 감소하지 않았다. 이에 비하여 좌우 조건은 정확률과 반응시간 면에서 모두 우수한 결과를 나타냈다.

주관적 설문 결과를 살펴보면 참가자들이 느낀 각 조건의 장단점을 알 수 있다. 좌우 조건에서는 ‘소리가 나기 때문에 몇 번 곡을 이동시켰는지 알 수 있어 편했다.’, ‘소리의 위치가 어느 방향으로 곡이 이동했는지를 알려주었다.’라는 반응과 함께, ‘소리가 난다는 것이 귀에 거슬렀다.’, ‘어느 쪽에서 소리가 나는지 쉽게 분간이 되지 않았다.’ 등의 결과가 있었다. 무음 조건에서는 ‘소리가 나지 않아 귀에 거슬리지 않았다.’라는 답변이 있는 반면, ‘실제로 곡이 이동했는지, 혹은 어느 방향으로 이동했는지를 알려면 곡의 처음 부분을 반드시 들어야 한다는 점이 불편했다.’는 답변도 있었다. 가운데 조건은 ‘소리가 난다는 점이 곡의 이동은 알려주었지만 어느 방향으로 이동했는지는 알려주지 않았으며, 귀에 거슬린다.’는 답변이 있었다. 설문 내용을 종합해 보면, 소리의 청각적 위치 정보의 제시는 곡의 이동 여부, 곡의 이동 방향에 대한 정보를 제공해 주지만, 자연스럽게 않은 소리가 들린다는 점에서

사용자들의 짜증을 유발하거나 귀에 거슬릴 수 있다는 단점을 가지고 있다. 이에 비하여 무음은 귀에 거슬리지 않는다는 장점이 있는 반면 곡이 정말로 이동했는지, 이동했다면 어느 방향으로 이동했는지에 대한 정보를 제공해주지 못한다는 단점이 있음을 확인할 수 있다.

4. 결론

지금까지의 결과를 종합해보면 곡 탐색에 있어 공간적 청각 정보(spatial auditory cue)를 제시하는 것이 곡 탐색의 효율성 향상에 영향을 미친다는 것이 밝혀졌다. 가운데 조건은 정확률과 오류 과제 시에, 무음 조건은 전반적인 반응 시간과 숙련 수준의 차원에서 좌우 조건에 비하여 낮은 정확성과 효율성을 보였다.

이와 같은 실험 결과와 함께 본 연구는 다음과 같은 의의를 지닌다.

지금까지 청각적 정보와 관련된 연구들은 대부분 시각적 목표물(visual target)을 찾기 위하여 시각적 정보(visual cue)를 제시 받는 가운데, 청각적 정보(auditory cue)가 수행하는 부가적인 역할에 대한 것이 대부분이었다. 하지만 본 연구는 청각적 목표물(auditory target) 탐색을 위하여 촉각적 피드백(tactile feedback)과 함께 청각적 정보(auditory cue)를 사용함으로써 청각적 정보(auditory cue)의 적극적인 활용 가능성을 제시하였다. 즉, 동일한 감각(modality)의 표적과 정보를 사용함으로써, 청각 목표(auditory target)를 획득하기 위한 청각 정보(auditory cue)의 효율성을 증명함과 함께, 기존의 2차적 정보(secondary cue)로서의 청각 정보(auditory cue) 활용이 아닌 청각 정보(auditory cue)의 적극적인 활용 가능성을 밝힌 것이다.

두 번째로, 기존 연구에서는 대체적으로 목표물을 찾는 과정이 1번에 그치는 데 비하여, 본 연구는 여러 번의 조작이 요구되며 자신의 조작에 대한 피드백이 주어졌다. 본 연구에서는 자신의 조작에 대하여 즉각적인 피드백이 이어폰으로 제공되며, 오류가 일어나는 과제에서나 혹은 자신이 오류를 저질렀을 때 회복할 수 있는 기회가 주어졌다. 이러한 점은 실제 세계에서 표적을 찾는 과정이 일회성으로 그치는 것이 아니라 여러 단계를 거쳐야 한다는 점, 또한 디자인 프로세스에서 오류 복구(error recovery)를 중시한다는 점을 기초로 볼 때 적용 가능성이 폭 넓음을 시사한다.

하지만 양적 결과뿐만 아니라 질적 결과에 대해서도 주목할 필요가 있다. 좌우 조건은 곡의 이동 방향과 곡의 이동 여부를, 가운데 조건은 곡의 이동 여부에 대한 정보를 제공하지만 제시되는 비프음이 귀에 거슬린다는 점에서 불쾌감을 유발할 수 있다. 이에 반하여 무음 조건은 곡 탐색과 관련하여 청각 정보를 제공하지는 않지만, 불쾌감 없이 곡을 탐색할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 주관적 보고는, 적용(application)의 관점에서 볼 때 중

요한데, 이는 일상 생활에서 사용되는 휴대용 음향기기는 상당 시간 동안 사용되기 때문에 비프음으로 인한 불쾌감 형성은 사용자에게 정신적 피로(anxiety)를 느끼게 할 수 있기 때문이다. 따라서 우리는 좌우 조건, 무음 조건에 대한 선택을 옵션으로 제공하여, 사용자가 자신의 취향에 맞는 곡 탐색을 선택할 수 있도록 하는 방안을 제안한다. 본 연구에 참여한 참가들이 비공식적으로 보고한 결과, 사용하고 있는 음악 소형기에서 곡 이동 시에 나는 비프음을 끄거나 켤 수 있는 기능이 있기도 한 반면, 둘 중 한 가지 모드로만 사용해야 하는 기기도 있었다. 이러한 점을 볼 때, 본 연구에서의 좌우 조건이 소형기기에 기본으로 되어 있으며, 원할 시에 소리가 나지 않도록 설정하도록 함이 바람직할 것이다.

본 연구의 적용 가능성은 다양하게 생각해 볼 수 있다. 첫째로 본 연구에서의 과제와 같이 음악을 재생하는 음향기기에의 적용이다. 위에서 언급하였듯이, 많은 사람들이 음향기기를 사용하고 있으나 곡 탐색에 있어서는 자신의 손을 통한 촉각적 피드백에만 의존하는 것이 현실이다. 따라서 공간적 청각 정보를 제시함으로써 사용자들이 보다 용이하게 곡 탐색을 할 수 있는 인터페이스(interface)를 제공할 수 있을 것이다.

두 번째로는 위성항법장치(GPS), 가상환경(Virtual environment)과 같이 청각적인 피드백을 사용하여 표적을 찾아야 하는 과제를 포함한 환경에의 적용이다. 현재 위성항법장치(GPS)에서의 표적은 시각적이지만 운전이라는 상황이 고도로 시각적이기 때문에 이를 도와주는 단서가 청각적이어야 한다는 연구는 많았다. 이러한 점을 근거로 청각적인 cue에 공간적인 정보를 포함시킴으로써 안전성과 효율성을 높일 수 있을 것으로 기대한다. 가상환경(virtual environment) 역시 아직까지는 시각 차원에서의 접근이 대부분이지만, 현재 추세를 비추어 볼 때 앞으로의 발전 가능성은 매우 높으며 주로 사용하는 감각양상(modality) 역시 시각에만 국한되지는 않을 것으로 전망된다. 이러한 상황을 기반으로 생각해 본다면 본 연구의 시사점은 크다고 할 수 있다.

본 연구에 사용된 조건은 소리의 유무와 소리의 위치 정보 유무였다면, 향후 연구에서는 이러한 조건에 덧붙여 소리의 음고(pitch)를 추가하는 것을 생각해 볼 필요가 있다. 소리 자체가 가지고 있는 속성 중 이동성을 표현할 수 있는 방법으로 소리 음량의 차이, 음고(pitch)의 변화 등을 들 수 있다. 이 중 음량의 변화는 사람이 지각하기 어려운 반면, 음고(pitch)의 차이는 1Hz라도 쉽게 구별(discriminate)해 낼 수 있다. 따라서 향후 음고(pitch) 정보를 사용한 곡 탐색의 효율성에 대한 연구와 함께, 방향성과 음고(pitch)를 모두 포함하고 있는 청각적 정보가 곡 탐색 수행에 미치는 영향에 대한 연구도 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] J. A. Sloboda and S. A. O'Neill, Emotions in everyday listening to music. In P. N. Juslin & J. A. Sloboda (Eds.), *Music and emotion: Theory and research*, Oxford University Press, New York, USA, 2001, pp. 223-248.
- [2] D. A. Ross and B. B. Blasch, "Development of Wearable Computer Orientation System", Vol. 6, No. 1, *Personal and Ubiquitous Computing*, pp. 49-63, 2002.
- [3] The Center for Universal Design, *The Principles of Universal Design (Version 2.0)*, NC State University, NC, USA, 1997.
- [4] S. Kristoffersen and F. Ljungberg, "Designing interaction styles for a mobile use context", *First International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing*, pp. 208-221, 1999.
- [5] J. Pascoe, N. Ryan, and D. Morse, "Issues in developing context-aware computing", *First International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing*, pp. 208-221, 1999.
- [6] M. Blatter, D. Sumikawa, and R. Greenberg, "Earcons and icons: Their Structure and Common Design Principles", Vol. 4, No. 1, *Human-Computer Interaction*, pp. 11-44, 1989.
- [7] S. A. Brewster, *Providing a structured method for integrating non-speech audio into human-computer interfaces*, PhD Thesis, University of York, UK, 1994.
- [8] D. Sumikawa, M. Blatter, K. Joy, and R. Greenberg, "Guidelines for the syntactic design of audio cues in computer interfaces", Lawrence Livermore National Laboratory, Technical Report, UCRL 92925, 1986.
- [9] S. A. Brewster, P. C. Wright, and A. D. N. Edwards, A detailed investigation into the effectiveness of earcons. In G. Kramer (Ed), *Auditory display, sonification, audification and auditory interfaces*, Addison-Wesley, Santa Fe, NM, 1994, pp. 471-498.
- [10] M. L. Brown, S. L. Newsome, and E. P. Glinert, "An Experiment into the Use of Auditory Cues to Reduce Visual Workload", *Proceedings of CHI 1989*, pp. 339-346, 1989.
- [11] D. R. Begault, "Head-up Auditory Displays for Traffic Collision Avoidance System Advisories: A Preliminary Investigation", Vol. 35, No 4, *Human Factors*, pp. 707-717, 1993.
- [12] D. R. Begault, E. M. Wenzel, R. Shrum, and J. D. Miller, "A virtual audio guidance and alert system for commercial aircraft operations", Vol. Nov 4-6, *Proceedings of the International Conference on Auditory Display(ICAD)*, pp. 117-122, 1996.
- [13] D. C. Foyle, A. D. Andre, R. S. McCann, E. M. Wenzel, D. R. Begault, and V. Battiste, "Taxiway Navigation and Situation Awareness(T-NASA) System: Problem, Design Philosophy and Description of an Integrated Display Suite for Low-Visibility Airport Surface Operations", Vol. 105, *SAE Transactions: Journal of Aerospace*, pp. 1511-1418, 1996.
- [14] M. J. Aitchison, and D. T. Byrne, *3 dimensional Audio for enhanced Cockpit Communications*, QinetiQ, Farnborough, UK, 2003.
- [15] S. Holland, D. R. Morse, and H. Gedenryd, "Audio GPS: Spatial audio in a minimal attention interface", Vol. 6, *Personal and Ubiquitous Computing*, pp. 253-259, 2002.
- [16] C. Kray, C. Elting, K. Laakso, and V. Coors, "Presenting Route Instructions on Mobile Devices", Vol. January, *Proceedings of the 8th international conference on intelligent user interfaces*, pp. 12-15, 2003.
- [17] C. Ho, "Using Spatial Warning Signals to Capture a Driver's Visual Attention", *Proceedings of the 6th international conference on Multimodal interfaces*, pp. 350, 2004.