

다중 정보 제시 상황에서 공간, 시각, 청각 정보의 정보 양상 우세성 관계: 디스플레이와 제어장치 설계를 위한 함의*

김 보 성 민 윤 기[†] 범 린

충남대학교 심리학과

본 연구는 정보들이 서로 조합된 형태에서 제시될 때의 정보 양상 우세성을 살펴보고자 하였다. 이를 위해 정보들이 가지는 의미적 속성을 비교하도록 구성하여 두 개 또는 세 개의 정보가 동시에 제시되는 과제에서 정확률과 반응시간을 측정하였다. 그 결과, 공간 정보가 다른 정보보다 우세한 것으로 나타났으며, 시각 정보와 청각 정보간의 비교에서는 시각 정보가 청각 정보보다 우세한 것으로 나타났다. 이는 시스템의 디스플레이와 제어장치를 설계하는 데 공간 정보가 우선적으로 고려되어야 함을 시사하는 결과이지만, 이에 앞서 반응의 양상에 따라 과제 수행의 결과가 달라진다는 선행연구에 기초해 볼 때, 자극과 반응의 감각양상 부합성이 보다 우선적으로 고려되어야 할 필요성을 제기할 수 있다. 또한 이 결과는 청각 정보에 비해 시각 정보가 우세하다는 가설을 지지하지만, 디스플레이가 가지는 물리적 공간의 한계를 고려할 때, 시각 정보와 공간 정보의 독립적인 지각이 아닌 공간 정보와의 연계성을 고려한 시스템상의 시각 정보의 배치 및 배열이 필요함을 시사한다.

주제어 : 디스플레이, 제어, 다중 정보, 정보 양상 우세성, 감각양상 부합성

* 이 논문을 읽고 세심하게 지적해주신 세분 심사위원들께 감사드립니다.

[†] 교신저자 : 민윤기, 충남대학교 심리학과, (305-764) 대전시 유성구 궁동 220번지
E-mail : ykmin@cnu.ac.kr

인간이 기계 또는 시스템과 상호작용하기 시작하면서, 가장 기본적인 방식으로 자리잡기 시작한 것은 바로 디스플레이(display)와 제어(control)이다. 디스플레이는 시스템에서 각 요소들에 대해 인간이 지각할 수 있도록 도와주는 동시에 시스템에서 제공되는 정보를 추가적으로 처리할 수 있도록 촉진시킴을 의미하며, 제어는 인간이 시스템에서 제공된 정보를 가지고 적합한 행위를 선택하고 실행함을 의미한다(Wickens, Gordon, & Liu, 1998). 이러한 인간과 기계의 상호작용 방식은 가정환경에서 제공되는 믹서의 사용에서부터 매우 복잡한 원자력 발전소의 제어기 조작, 또는 인공위성 운전에 이르기까지 다양한 예들에서 살펴볼 수 있다(Dinadis & Vicente, 1999). 그러나 기계 및 시스템이 전반적으로 발전함에 따라 동시에 진행되고 있는 것은 이러한 시스템과 인간이 상호작용하기 위해서 인간이 처리해야 할 정보들이 매우 많아짐과 더불어 복잡해지고 있다.

이와 같은 복잡성에 기인하는 것 중의 하나는 다양한 정보의 조합에서 찾을 수 있다. 즉 둘 이상의 정보들이 서로 조합되는 형태나 수에 따라 처리해야 할 정보가 기하급수적으로 변하기 때문에 더욱 복잡해 질 수 있음을 의미한다. 그러나 인간은 이미 일상생활 속에서 이러한 정보들을 처리하고 적절하게 행동(반응)하면서 살고 있다. 이러한 현상이 가능한 것은 서로 분리된 독립적인 감각기관을 통해 전달되는 정보들이 단순히 병렬형태로 처리되기 보다는 서로 통합하고 상호작용하기 때문이다(Giard & Peronnet, 1999). 정보들이 서로 상호작용하여 처리될 때, 사람들은 보다 나은 수행을 보이는 데, 이 때 고려되는 것이 바로

전집 고정관념(population stereotype)이다. 이는 대부분의 사람들이 디스플레이의 자극 세트와 제어기의 반응 세트 간에 선호하는 조합이 존재함을 의미한다(Chan & Chan, 2005). 주로 인간과 기계의 상호작용에 관한 연구들에서 사용되는 것으로, 자극-반응 부합성(stimulus-response compatibility, 이하 SRC)이 그 대표적인 예라 할 수 있다.

SRC는 선택 반응 과제에서 자극과 반응간의 관계가 간접적이며 자연스럽지 못할 때보다 직접적이며 자연스러울 때 더 나은 수행을 보임을 의미한다(Proctor & Vu, 2006). 예를 들어 가스레인지의 기본적인 네 개의 버너를 가지고 있으며, 가로×세로가 각각 두 개인 형태로 배열되어 있다. 만약 이러한 버너를 조절하는 스위치가 버너의 형태와 동일하게 2×2의 형태로 되어 있다면, 각각의 버너와 제어 스위치가 서로 잘 부합하게 된다. 따라서 버너를 켜거나 버너의 수위를 조절하기 위해서 다른 제어 스위치를 돌리는 오류는 좀처럼 발생하지 않을 것이다(Chapanis & Lindenbaum, 1959). 이와 같은 SRC의 선구적인 연구는 Fitts와 Seeger(1953)에 의해서 시작되었다. 이들이 사용한 과제는 세 가지 종류의 자극 패널과 반응 패널을 통해서 자극 패널에 불빛이 들어 오게 되면 반응 패널을 이용하여 불빛의 위치에 레버가 위치하도록 조절하는 것이었다. 그 결과, 각각의 자극 패널과 반응 패널이 유사한 경우에 반응시간이 가장 빨랐으며, 오류율 역시 가장 낮은 것으로 나타났다. 이 때, 자극과 반응이 서로 유사하지 않은 조건의 결과에 비해 서로 유사한 조건의 결과에서 나타난 반응의 이득현상이 바로 SRC 효과이다.

이러한 SRC 효과들은 여러 연구들에서 지속적으로 증명되어 왔는데, 특히 청각적인 정보를 자극으로 사용한 연구들에서도 관찰되었다. 즉 청각적인 정보가 제시되는 공간적 위치와 반응 키의 공간적 위치가 일치하는 조건이 불일치하는 조건보다 더 빠른 반응이 얻어졌고(Chan & Chan, 2005), 청각적인 정보가 제시되는 공간적 위치와 조이스틱 또는 핸들의 움직임의 방향이 일치하는 조건에서의 반응이 불일치하는 조건보다 더 빠르게 나타났다(Simon, 1969; Wang, Proctor & Pick, 2003). 이처럼 청각 자극을 사용한 연구들뿐만 아니라 시각 자극을 사용한 연구들에서도 일치되는 결과가 제시되었다. Wang과 Proctor(1996)는 시각자극이 제시되는 위치와 동일한 방향 및 반대 방향에 위치한 반응키를 누르도록 하여 반응시간을 측정하였다. 이 역시 실험 참가자는 시각 자극이 제시되는 위치와 동일한 방향에 위치한 반응키를 누르도록 한 조건에서 그렇지 않은 조건보다 더 빠르게 반응하는 것으로 나타났다.

그러나 이러한 선행 SRC 연구에서 사용된 과제들을 살펴보면, 주로 공간적인 속성과 청각적인 속성이 결합된 자극, 공간적인 속성과 시각적인 속성이 결합된 자극을 제시하였으며, 모두 공간적인 속성에 따른 반응 형태를 취하고 있다. 또한 자극의 시각적인 속성과 청각적인 속성들은 대상이 무엇인지를 파악하기보다 대상의 존재 유무를 확인하는 차원에서 주로 사용되었다는 제한점을 가지고 있다. 즉 두 가지의 속성(공간+시각 또는 공간+청각)이 서로 조합된 형태의 과제이기는 하지만 특정 기호의 시각자극과 특정 주파수의 청각자극은 정보이기 보다는 단순한 시그널(signal)에 해당

된다는 것이다. 따라서 정보의 양상 간 비교를 통한 정보 양상의 우세성을 살펴보기 위해서는 각 양상의 자극들이 시그널이 아닌 정보로서의 의미를 갖도록 해야 할 필요가 있다.

한편, 청각적인 정보는 복잡한 시스템을 제어할 때 인간의 시각적 정보의 부하를 줄이기 위해서 사용되어 왔다(Bronkhorst, Veltman, & van Breda, 1996; Nanthavanij & Yenradee, 1999). 예를 들면, 시각자극과 동시에 제시되는 청각적인 신호는 시각 정보에 대한 지각을 촉진시킨다(Vroomen & de Gelder, 2000). 이외에 Chan과 Chan(2006)의 연구에서는 시각 정보와 청각 정보를 동시에 제시한 조건에서 시각 정보에 대한 반응이 청각 정보에 대한 반응보다 빠르다는 것을 보여주고 있다. 이러한 현상을 시각 우세성(visual dominance)이라 한다. 그러나 Welford(1980)의 연구를 살펴보면, 시각 정보와 청각 정보를 개별적으로 제시한 조건에서 청각 자극에 대한 반응(160ms)이 시각 자극에 대한 반응(190ms)보다 더 빠름으로써 시각 정보가 더 우세하다는 것과 상반되는 결과를 보여주고 있다(Chan & Chan, 2005; Heron, Whitaker, & McGraw, 2004; Lee & Chan, 2007, 2008). 따라서 시각 정보와 청각 정보에 대한 처리에 있어 두 정보에 대한 관계와 공간 정보 개입에 따른 추가적인 연구가 필요하며, 위에서 이미 언급한 선행 SRC 연구의 제한점인 시각 자극과 청각 자극이 단순히 시그널로 제시되는 조건이 아닌, 각 자극의 의미적 속성을 파악하도록 하는 시각 정보와 청각 정보의 비교가 필요하다.

이상에서 살펴보았듯이, 본 연구의 목적은 각각 의미적 속성을 갖는 세 가지의 정보(공

간 정보, 시각 정보, 청각 정보)를 사용하여 서로 다른 양상의 정보들이 복합적으로 제시되는 상황에서 정보 양상의 우세성을 살펴보고자 하였다. 이를 위해 두 개의 실험이 진행되었다. 실험 1은 목표가 되는 정보의 의미와 불일치하는 다른 양상의 정보가 하나 또는 두 개가 제시되는 조건에서 특정 정보에 대한 우세성을 살펴보고자 수행되었고, 실험 2는 목표가 되는 정보의 의미와 다른 정보의 의미가 일치 또는 불일치하는 조건에서 특정 정보의 우세성을 확인하고자 수행되었다.

실험 1

실험 1은 의미적 속성을 가지고 있는 공간, 시각 및 청각 정보를 사용하여 둘 또는 세 가지 정보들 가운데서 목표가 되는 정보의 반응을 서로 비교하여 다른 정보에 대한 각 정보의 우세성을 확인하고자 수행되었다. 이를 위해 과제와 관련 없는 자극이 하나 또는 두 개 일 때로 각각 과제를 구분하였으며, 표적 자극에 대한 반응 형태(공간 정보에 대한 반응, 시각 정보에 대한 반응, 청각 정보에 대한 반응)별로 반응시간과 정확률을 측정하였다.

방 법

참가자 충남대학교에서 심리학개론을 수강하는 재학생 10명이 실험에 참가하였다. 모든 참가자들은 오른손잡이였으며, 헤드폰과 모니터로 제시되는 자극을 지각하는 데 문제가 없는 정상청력과 정상시력 혹은 교정시력을 가지고 있었다.

도구와 자극 실험 자극은 17인치 CRT 모니터를 사용하였으며, 1024×768의 해상도로 E-Prime 프로그램으로 구성되어 화면에 제시되었다. 제시되는 모든 자극은 검정색이었으며, 회색(RGB 128 gray scale) 바탕에 제시되었다. 실험 참가자들은 헤드폰을 착용하였으며, 모니터 화면과 60cm의 거리를 유지하였다. 연구에서 사용된 공간과 시각 자극은 네 개의 셀(0.2°×0.2°)이 일렬로 구성된 매트릭스에 별표시 또는 네 개의 숫자(1, 2, 3, 4) 중 하나가 제시되었다. 한편 청각 자극은 Com-Recorder 프로그램을 통해 여자 대학생에 의해서 녹음되고, Goldwave Digital Audio Editor로 편집된 22Khz의 일(1), 이(2), 삼(3), 사(4) 음이 헤드폰을 통해 양 귀에 제시되었다. 반응키로는 키보드의 왼쪽에 위치한 “Z”와 “X” 그리고 오른쪽에 위치한 “>”와 “?”을 선택하여 왼쪽에서 오른쪽으로 매트릭스의 공간적 위치와 동일하게 1, 2, 3, 4의 표시를 하였다.

실험 1은 자극과 반응의 조합에 의해서 총 9개의 과제로 구성되어 있다. 우선 동시에 제시되는 자극의 수가 두 개인 6개의 과제는 공간과 시각 자극이 제시되는 과제 A(공+시), 공간과 청각 자극이 제시되는 과제 B(공+청), 시각과 청각 자극이 제시되는 과제 C(시+청)와 각 과제 A, B, C의 반응 형태(각각 2개)의 조합으로 구성되었다(그림 1). 예를 들어, 그림 1에서 과제 A(공+시)는 공간정보에 반응하도록 하는 조건에서는 숫자가 제시된 위치가 네 번째이기 때문에 키보드의 “?”에 해당하는 “4”키를 누르면 되며, 시각정보에 반응하도록 하는 조건에서는 제시된 숫자가 “2”이므로 키보드의 “X”에 해당하는 “2”키를 누르면 된다.



그림 1. 실험 1의 자극(왼쪽부터 과제 A(공간+시각), 과제 B(공간+청각), 과제 C(시각+청각))

과제 A, B, C는 각각 12시행으로 구성되었으며, 각 과제는 2개의 반응 형태 조건별로 구분되어 실시되게 된다. 과제에 대한 반응 형태를 살펴보면, 공간에 대한 반응에서는 네 개의 셀의 위치가 왼쪽에서부터 오른쪽으로 1, 2, 3, 4로 표상됨으로 첫 번째 셀에 자극이 제시되면 1에 해당하는 키보드의 “Z”에 해당하는 “1”키를 누르면 된다. 또한 시각에 대한 반응은 셀의 위치와 관계없이 화면에 제시되는 숫자의 표상에 해당되는 키를 누르면 되며, 청각에 대한 반응은 청각 자극으로 제시되는 숫자의 표상에 해당되는 키를 누르면 된다.

6개의 과제를 제외한 나머지 3개의 과제는 공간, 시각, 청각 자극 모두가 동시에 제시되는 과제로서 표적자극을 제외한 나머지 자극들은 표적자극의 정보와 일치되지 않는 정보들을 갖게 된다. 또한 불일치 정보들 간에 서로 일치하는 조건과 서로 불일치하는 조건의 시행이 동일하도록 구성하여 각 과제별로 48시행이 되도록 하였다. 예를 들어, 그림 2의 첫 번째 시행에서 공간정보에 반응하도록 하는 조건에서는 두 번째 셀에 자극이 제시되었으므로 “2”에 해당하는 키를, 시각정보에 반응하도록 하는 조건에서는 숫자가 “3”이므로 숫자의 표상에 해당하는 키를, 그리고 청각정보에 반응하도록 하는 조건에서는 소리로 “일”

이라는 메시지를 전달해주므로 “1”에 해당하는 키를 누르면 된다.

절차 실험 참가자들은 우선 6개의 과제와 나머지 3개의 과제 순으로 수행하되 6개의 과제와 3개의 과제 내에서는 무선적인 순서로 수행하였다. 실험을 실시하기 전 각 과제에 정확하게 반응할 수 있도록 충분한 연습시행을 제공하였으며, 연습시행 중에는 피드백을 통해서 과제에 정확하게 반응하도록 하였다. 각 과제별로 자극 화면이 제시되면 실험 참가자는 각 과제가 제시되기 전에 숙지한 반응 형태에 따라 최대한 빠르고 정확하게 반응해야 하며, 반응 이후 고정점(+)이 1,000ms 동안 제시되고 나서 다음 자극 화면이 제시된다. 실험 참가자

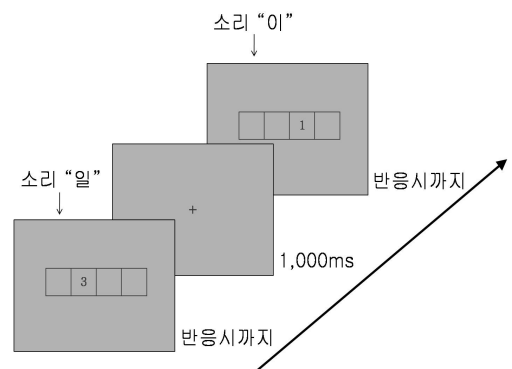


그림 2. 실험 1의 절차 예: 세 개의 자극(공간, 청각, 시각 자극)이 동시에 제시되는 과제

에게 각 과제와 과제 사이에 1분의 쉬는 시간이 주어지며, 처음 6개의 과제가 모두 끝나고 나면 2분 동안의 휴식을 취한 후에 다음 3개의 과제를 수행하도록 지시하였다(그림 2).

결과 및 논의

모든 과제의 정확률은 97% 이상인 것으로 나타나 과제별 반응시간을 분석하였다. 우선 6개의 과제에서 과제 A(공+시), B(공+청), C(시+청)로 구분하여 각각의 반응양식에 따른 차이를 살펴보기 위해서 대응표본 t 검증(paired t test)을 실시하였다(그림 3). 그 결과, 과제 A(공+시)에서는 시각 정보에 대한 반응시간(642.47ms)보다 공간 정보에 대한 반응시간(495.05ms)이 더 빠른 것으로 나타났다, $t = -7.22, p < .001$. 과제 B(공+청)에서는 공간 정보에 대한 반응시간(478.70ms)이 청각 정보에 대한 반응시간(694.40ms)보다 빠른 것으로 나타났다, $t = -8.94, p < .001$. 또한 과제 C에서는 시각 정보에 대한 반응시간(541.43ms)이 청각 정보에 대한 반응시간(671.83ms)보다 빠른 것으로 나타났다, $t = -10.66, p < .001$.

나머지 3개의 과제에서는 반응양식에 따른 차이를 살펴보기 위해서 반복측정 변량분석을 실시하였다(그림 4). 그 결과, 반응양식에 따른 반응시간의 차이가 유의한 것으로 나타났다, $F_{(2,18)} = 57.88, MSe = 2,019.50, p < .001$. 세부적으로 살펴보면, 공간 정보에 대한 반응시간(473.17ms)이 다른 정보에 대한 반응시간보다 빠른 것으로 나타났으며, 시각 정보에 대한 반응시간(625.58ms)과 청각 정보에 대한 반응시간(682.17ms)의 차이는 유의하지 않은

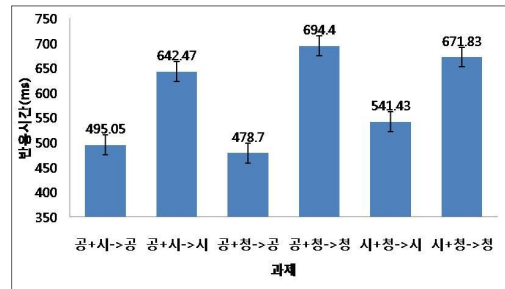


그림 3. 두 개의 자극이 동시에 제시되는 6개 과제의 결과(예: “공+시->공”은 공간과 시각자극이 제시되며, 공간정보에 반응하도록 함을 의미한다)

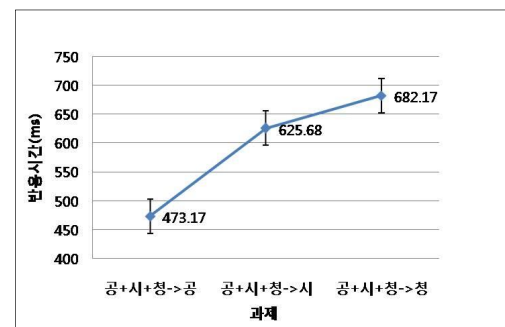


그림 4. 세 개의 자극이 동시에 제시되는 3개 과제의 결과(예: “공+시+청->공”은 공간, 시각, 청각자극이 제시되며, 공간정보에 반응하도록 함을 의미한다)

것으로 나타났다. 한편 표적 자극이 아닌 2개의 방해자극이 서로 일치 또는 불일치하는지에 따른 반응시간의 차이를 살펴본 결과, 유의하지 않은 것으로 나타났다.

이러한 결과는 공간 정보에 대한 수행이 시각 또는 청각 정보보다도 우세한 것으로 해석할 수 있으나, 한편으로는 공간 정보를 처리함에 있어 자극의 위치에 할당된 수와 반응의 수를 비교하기 보다는 단순히 자극의 위치와 반응의 위치에 대한 공간적 SRC의 효과가 개

입되었을 가능성이 존재한다. 또한 청각 자극과 시각 자극이 동시에 제시되는 과제 C에서 청각 정보에 대한 반응시간보다 시각 정보에 대한 반응시간이 더 빠른 결과가 나타나 시각 우세성 가설을 지지하는 것으로 볼 수 있으나, 세 가지 자극이 모두 제시된 과제에서 청각 정보에 대한 반응시간과 시각 정보에 대한 반응시간의 차이가 유의하지 않은 결과가 나타났다. 이는 시각 정보와 관련 없는 공간 정보가 시각 정보에 대한 처리를 간섭함으로써 시각 정보에 대한 반응이 느려진 것으로 해석할 수 있다. 따라서 실험 2는 공간적 정보의 처리가 단순한 공간적 SRC의 효과인지, 공간적 정보의 속성이 처리되어 시각과 청각에 비해 공간 정보가 우세한 것인지를 확인하고자 하였으며, 공간 정보의 시각과 청각 정보에 대한 간섭효과를 명확하게 살펴보기 위해서 수행되었다.

실 험 2

실험 2는 공간, 시각, 청각 정보의 의미적 속성에 따라 일치조건과 불일치 조건을 추가하여 공간 정보에 대한 반응이 다른 정보에 대한 반응보다 빠른 것이 단순히 자극의 위치에 대한 공간적 SRC의 효과인지, 다른 정보의 속성보다도 우세하여 나타난 것인지를 살펴보고자 하였다. 또한 시각과 청각 정보의 처리에 있어서 공간적 정보의 간섭효과를 살펴봄으로써 시각 우세성 가설을 지지할 수 있는지를 확인하고자 하였다.

방 법

참가자 충남대학교에서 심리학개론을 수강하는 재학생 23명이 실험에 참가하였다. 모든 참가자들은 오른손잡이였으며, 헤드폰과 모니터로 제시되는 자극을 지각하는 데 문제가 없는 정상청력과 정상시력 혹은 교정시력을 가지고 있었다.

도구와 자극 각 과제별로 표적자극에 해당되는 자극과 방해자극에 해당되는 자극간의 의미적 일치성에 따라 일치조건과 불일치조건이 추가된 것을 제외하면, 실험 1과 동일하였다. 두 개의 자극이 동시에 제시되는 6개의 과제는 일치조건과 불일치조건별로 각각 24시행, 총 48시행으로 구성되었다. 예를 들면, 그림 5에서 일치조건은 시각자극인 숫자 “1”과 숫자가 제시된 셀의 위치가 동일한 조건이며, 불일치 조건은 두 가지로 구성되는데, 시각 정보에 반응하는 과제에서는 두 번째 그림처럼 시각자극이 제시된 셀의 위치가 다른 조건이며, 공간 정보에 반응하는 과제에서는 세 번째 그림처럼 제시된 숫자가 셀의 위치와 다른 표상을 하는 조건이 된다.

세 개의 자극이 동시에 제시되는 3개의 과제는 하나의 방해자극이 표적자극과 일치하는 조건(일치조건 1), 또 다른 하나의 방해자극이 표적자극과 일치하는 조건(일치조건 2), 두 개의 방해자극이 모두 표적자극과 일치하는 조건(일치조건 3), 두 개의 방해자극만 아니라 표적자극과도 불일치하는 조건(불일치조건 1), 두 개의 방해자극간에는 일치하지만 표적자극과는 불일치하는 조건(불일치 조건 2) 별로 각각 24시행으로 총 120시행으로 구성되었다(그림 6).

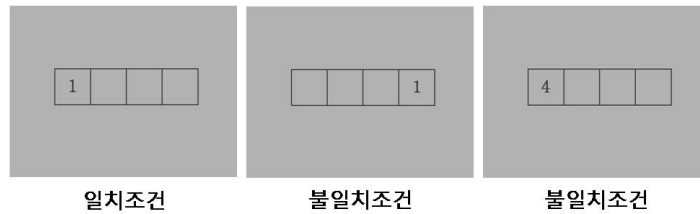


그림 5. 공간과 시각자극이 동시에 제시되는 과제 A의 자극

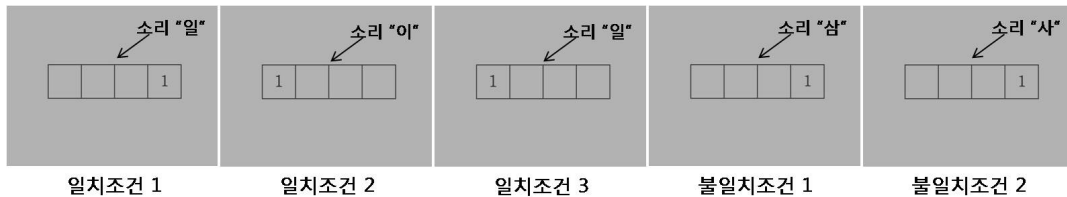


그림 6. 공간, 시각, 청각 자극이 동시에 제시되며, 시각 정보에 반응하는 과제의 자극

절차 일치조건과 불일치 조건이 포함되어 있는 9개의 과제를 수행하는 것을 제외하면, 모든 절차는 실험 1과 동일하였다.

결과 및 논의

모든 과제에서 정확률이 96% 이상인 것으로 나타나 실험 1과 동일하게 반응시간을 분석하였다. 먼저 자극이 두 개가 동시에 제시되는 6개의 과제에서 조건과 반응 형태에 따른 차이를 살펴보기 위해서 2×2 반복측정 변량분석을 실시하였다. 그 결과, 과제 A(공+시)에서 조건과 반응 형태의 주효과와 상호작용 효과가 모두 유의한 것으로 나타났다 $F_{(1,22)} = 93.57, MSe = 4,099.69, p < .001$, $F_{(1,22)} = 79.95, MSe = 730.40, p < .001$, $F_{(1,22)} = 21.48, MSe = 797.96, p < .001$ (그림 7). 과제 B(공+청)에서도 조건과 반응 형태

의 주효과와 상호작용 효과가 모두 유의한 것으로 나타났으며, $F_{(1,22)} = 174.65, MSe = 3,215.75, p < .001$, $F_{(1,22)} = 70.60, MSe = 790.36, p < .001$, $F_{(1,22)} = 43.32, MSe = 454.73, p < .001$ (그림 8), 과제 C(시+청)에서도 조건과 반응 형태의 주효과와 상호작용 효과가 모두 유의한 것으로 나타났으며, $F_{(1,22)} = 41.67, MSe = 3,633.31, p < .001$, $F_{(1,22)} = 46.93, MSe = 633.82, p < .001$, $F_{(1,22)} = 4.81, MSe = 737.63, p < .05$ (그림 9).

이러한 결과는 하나의 정보와 관련된 또 다른 정보의 추가는 선행 정보에 대한 반응을 촉진시킨다는 것과 공간 정보의 처리가 시각 정보와 청각 정보의 처리보다 우세하다는 것을 잘 보여주고 있다. 또한 과제 A와 B의 상호작용 효과에서 살펴볼 수 있듯이, 공간 정

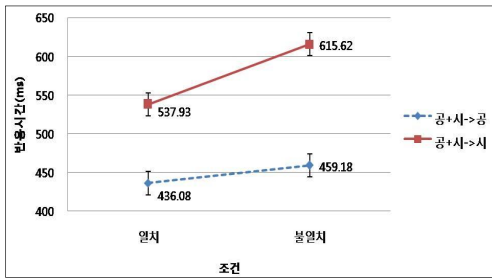


그림 7. 과제 A(공+시)의 결과

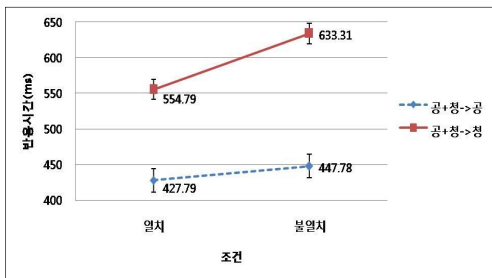


그림 8. 과제 B(공+청)의 결과

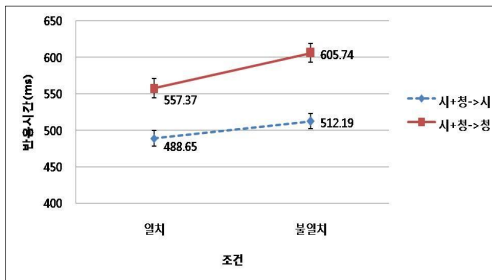


그림 9. 과제 C(시+청)의 결과

보 처리가 우세하기 때문에 공간 정보에 대한 반응에 시각 또는 청각 정보가 간섭하는 것보다 시각과 공간 정보의 처리에 공간 정보가 간섭하는 정도가 크다는 것을 알 수 있다. 과제 C에서도 반응 형태에 대한 유의한 주효과와 상호작용 결과는 시각 정보가 청각 정보보다 우세하다는 시각 우세성을 지지하는 한편,

하나의 정보보다 우세한 정보는 선행 정보에 대한 반응을 간섭한다는 것을 알 수 있다.

다음으로 세 개의 자극이 동시에 제시되는 3개의 과제에서 조건과 반응 형태에 따른 차이를 살펴보기 위해 2×3의 반복측정 변량분석을 실시한 결과, 조건과 반응 형태의 주효과와 상호작용 효과가 모두 유의한 것으로 나타났다. $F_{(2,44)} = 220.43, MSe = 2,317.32, p < .001$, $F_{(2,44)} = 151.65, MSe = 345.93, p < .001$, $F_{(2,44)} = 26.26, MSe = 284.24, p < .001$ (그림 10). 반응 형태에 따른 과제간의 차이를 살펴본 결과, 공간 정보에 대한 반응, 시각 정보에 대한 반응, 청각 정보에 대한 반응 순으로 반응시간이 빠른 것으로 나타났다. 또한 세부적인 조건별로 살펴본 결과, 공간 정보에 대한 반응에서는 세 정보가 모두 일치하는 조건이 청각 정보만 공간 정보와 일치하는 조건보다 반응시간이 빠른 것으로 나타났으며, 시각 정보에 대한 반응에서는 세 정보가 모두 일치하는 조건, 공간 정보가 시각 정보와 일치하는 조건, 청각 정보가 시각 정보와 일치하는 조건 순으로 반응시간이 빠른 것으로 나타났

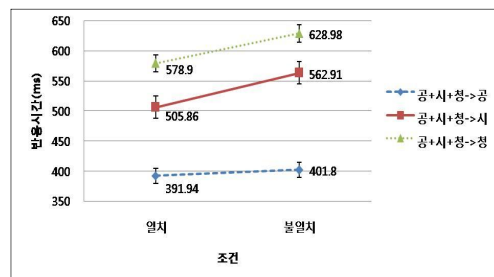


그림 10. 세 개의 자극이 동시에 제시되는 과제의 결과

다. 청각 정보에 대한 반응에서는 단지 세 정보가 모두 일치하는 조건이 나머지 다른 조건에 비해 반응시간이 빠른 것으로 나타났다. 한편, 세 정보가 모두 불일치하는 조건과 관련 없는 두 정보만 일치하는 불일치 조건간의 차이는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 이미 언급한 것과 마찬가지로 공간 정보에 대한 처리가 다른 정보에 대한 처리보다 우세하며, 세부 조건별 차이에서도 알 수 있듯이 과제와 관련된 우세한 정보는 과제 수행을 촉진시키는 반면, 과제와 관련 없는 우세 정보는 과제 수행을 간섭한다는 것을 알 수 있다.

종합논의

본 연구는 여러 정보들이 동시에 제시되는 상황에서 각 정보의 우세성과 정보들 간의 상호 조합에 따른 효과를 살펴보기 위해서 수행되었다. 우선 과제의 목표가 되는 정보와 이와 관련 없는 정보의 종류와 수를 달리하여 과제에서 요구하는 정보에 대한 우세성을 확인하고자 각 과제의 반응시간과 정확률을 살펴보았다. 또한 공간 정보의 처리에 공간 SRC의 효과를 배제하고, 공간 정보가 시각과 청각 정보에 미치는 촉진 및 간섭효과를 확인하기 위해서 목표가 되는 정보와 관련 없는 정보간의 의미적 일치성 여부에 따라 각각 일치 조건과 불일치조건을 구성하여 각 과제의 반응시간과 정확률을 살펴보았다.

연구 결과를 종합해 보면, 첫째, 공간 정보에 대한 처리가 시각 또는 청각 정보에 대한 처리보다 우세한 것으로 나타났다. 이러한 결

과를 스트룹(Stroop) 과제의 처리 형태로 이해하면, 공간 정보에 대한 처리가 시각 또는 청각 정보보다 자동적인 처리를 요구하는 것으로 해석할 수 있다. 그러나 Stewart, Walsh와 Frith(2004)는 숫자와 숫자의 위치를 사용한 공간 스트룹 과제에서의 스트룹 효과를 설명하는 방식으로 숫자를 읽는 자동적 처리가 숫자가 제시된 위치를 읽는 통제적 처리 과정을 간섭하는 것으로 보았다. 이러한 설명은 본 연구의 결과와는 상반되는 결과라 할 수 있다. 하지만 자극의 감각양상과 반응의 감각양상이 서로 부합될 때 보다 나은 수행이 나타난다는 감각양상 부합성(modality compatibility)의 관점에서 볼 때, Stewart 등(2004)이 사용한 과제와 본 연구의 과제에서 자극의 감각양상은 동일할 수 있으나, 반응의 감각양상이 서로 다르기 때문에 나타난 결과로 해석할 수 있다(민윤기, 김보성, 2005).

둘째, 시각 정보에 대한 처리가 청각 정보에 대한 처리보다 우세한 것으로 나타났다. 이는 Posner, Nissen과 Klein(1976)이 제시한 시각 우세성을 지지하는 결과이며, 실험 1의 세 개 자극이 모두 제시된 과제에서 시각 정보에 대한 반응과 청각 정보에 대한 반응의 차이가 유의하지 않게 나타난 것은 방해 자극의 양상의 차이와 실험 참가자의 인지적 전략에 기인한 것으로 해석할 수 있다. 즉 실험 2에서는 세 개의 자극들이 제시되는 과제에서 각 정보들 간의 의미적 일치 조건과 불일치 조건이 혼합되어 있으므로 무조건 다른 정보들을 무시할 수 없는 형태였다면 실험 1의 경우, 목표 자극을 제외한 나머지 자극들이 제시되는 정보는 관계가 없으므로 실험 참가자는 실험

이 진행됨에 따라 원천적으로 다른 정보들을 무시했을 가능성이 존재한다. 이는 주의 자원을 시각 정보와 공간 정보가 제시되는 화면에 할당하지 않으므로 나타난 결과로 볼 수 있다. 하지만 시각 정보에 대한 반응에서는 과제를 수행하기 위해서 주의 자원을 시각 정보에서 배제할 수 없으며, 공간 정보에 대한 우세성 때문에 과제와 관련이 없는 정보라 할지라도 시각 정보에 대한 반응에 간섭을 일으킴으로 반응시간이 느려진 결과로 해석할 수 있다. 반면 실험 2에서는 정보들의 일치 조건과 불일치 조건을 포함시켜 원천적으로 정보를 무시하는 인지적 전략의 개입을 배제할 수 있었기 때문에 시각 정보에 대한 반응이 청각 정보에 대한 반응보다 빠르게 나타난 결과는 시각 우세성 가설을 지지하는 결과로 해석할 수 있다.

이러한 결과는 제품 또는 시스템에서 디스플레이와 제어장치를 설계함에 있어서 여러 정보가 서로 복합된 구성형태에서 가장 먼저 고려해야 할 것은 공간 정보의 일치성이지만, 이 과정에서 디스플레이에 제시되는 정보의 감각양상과 제어과정에서 요구되는 감각양상 또한 동시에 고려되어야 함을 시사하는 것이다. 또한 청각 정보에 비해 시각 정보가 더 우세하지만, 디스플레이는 제한된 공간을 가지기 때문에 단순히 시각 정보의 우세성에 기초한 시각 정보의 배치 또는 배열보다는 공간 정보와의 연계를 고려해야 하는 과정이 선행되어야 함을 시사한다. 그러나 실제적인 시스템에서 제공되는 정보들이 인간의 인지적 부하를 초과하는 경우가 많다는 점을 고려할 때, 본 연구에서 제시된 공간, 시각, 청각 정보는 인간의 인지적 부하를 고려하지 않은 수준에

서 진행된 결과라는 제약을 가지게 된다. 따라서 추후 연구에서는 인지적 부하의 수준에 따라 각 정보 양상들의 관계를 살펴볼 필요가 있다.

참고문헌

- 민윤기, 김보성 (2005). 자극-반응 부합성 연구와 적용. *사회과학연구(충남대학교 사회과학연구소)*, 16, 71-82.
- Bronkhorst, A. W., Veltman, J. A., and van Breda, L. (1996). Application of a three-dimensional auditory display in a flight task. *Human Factors*, 38, 23-33.
- Chan, K. W. L., and Chan, A. H. S. (2005). Spatial S-R compatibility of visual and auditory signals: Implications for human-machine interface design. *Display*, 26, 109-119.
- Chan, K. W. L., and Chan, A. H. S. (2006). Synchronous and asynchronous presentations of auditory and visual signals: Implications for control console design. *Applied Ergonomics*, 37(2), 131-140.
- Chapanis, A., and Linderbaum, L. E. (1959). A reaction time study of four control-display linkages. *Human Factors*, 1, 1-7.
- Dinadis, N., and Vicenta, K. J. (1999). Designing functional visualizations for aircraft systems status displays. *International Journal of Activation Psychology*, 9(3), 241-269.
- Fitts, P. M., and Seeger, C. M. (1953). S-R compatibility: Spatial characteristics of

- stimulus and response codes. *Journal of Experimental Psychology*, 46, 199-210.
- Giard, M. H., and Peronnet, F. (1999). Auditory-visual integration during multimodal object recognition in humans: A behavioral and electrophysiological study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11(5), 473-490.
- Heron, J., Whitaker, D., and McGraw, P. V. (2004). Sensory uncertainty governs the extent of audio-visual interaction. *Vision Research*, 44, 2875-2884.
- Lee, F. C. H., and Chan, A. H. S. (2007). Attending visual and auditory signals: Ergonomics recommendations with consideration of signal modality and spatial stimulus-response(S-R) compatibility. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37, 197-206.
- Lee, F. C. H., and Chan, A. H. S. (2008). Ergonomics recommendations for simultaneous and delayed presentation of visual and auditory signals. *Displays*, 29(2), 124-131.
- Nanthavanij, S., and Yenradee, P. (1999). Predicting the optimum number, location, and signal sound level of auditory warning devices for manufacturing facilities. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 24, 569 - 578.
- Posner, M. I., Nissen, M. J., and Klein, R. M. (1976). Visual dominance: An information-processing account of its origins and significance. *Psychological Review*, 83(2), 157-171.
- Proctor, R. W., and Vu, K. -P. L. (2006). *Stimulus-response compatibility principles: Data, theory, and application*. NY: CRC press.
- Simon, J. R. (1969). Reaction toward the source of stimulation. *Journal of Experimental Psychology*, 81(1), 174-176.
- Stewart, L., Walsh, V., and Frith, U. (2004). Reading music modifies spatial mapping in pianist. *Perception and Psychophysics*, 66(2), 183-195.
- Vroomen, J., and de Gelder, B. (2000). Sound enhances visual perception: Cross-modal effects of auditory organization on vision. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26, 1583-1590.
- Wang, Dong-yuan. D., Proctor, R. W., and Pick, D. F. (2003). The simon effect with wheel-rotation responses. *Journal of Motor Behavior*, 35(3), 261-273.
- Wang, H., and Proctor, R. W. (1996). Stimulus-response compatibility as a function of stimulus code and response modality. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22, 1201-1217.
- Welford, A. T. (1980). *Reaction times*. NY: Academic press.
- Wickens, C. D., Gordon, S. E., and Liu, Y. (1998). *An introduction to human factors engineering*. NY: Addison-Wesley Longman.
- 1 차원고접수 : 2008. 2. 29
최종게재결정 : 2008. 6. 17

Interactions of spatial, visual, auditory information in multiple information presentation: Implications for display and control design

Boseong Kim Yoon-Ki Min Lin Fan

Department of Psychology, Chungnam National University

This study was to examine dominance of information modality in the presentation with combination of different types of information. Accuracy and reaction time were measured in the tasks with 2 or 3 types of information presented synchronously in semantically congruent or incongruent conditions. The results showed that spatial information dominated over visual and auditory information and relative to auditory information, visual dominance took place. It is suggested that as to the design of system display and control, spatial information should be considered in the first place; however, on the basis of previous results that task performance changed according to different response modalities, stimulus-response compatibility should be primarily satisfied as a precondition. Although the results supported the hypothesis that visual information dominated auditory information, because of the physical space limitation of display, the visual information arrangement should be considered in the system with spatial and visual information combined together rather than presented independently.

Key words : display, control, multiple information, dominance of information modality, modality compatibility