

시청각 자극의 시간적 인지 판단

유미*, 이상민**, 박용균*, 권대규***, 김남균#

Temporal-perceptual Judgement of Visuo-Auditory Stimulation

Mi Yu*, Sangmin Lee**, Yong-Jun Piao*, Tae-Kyu Kwon*** and Nam-Gyun Kim#

ABSTRACT

In situations of spatio-temporal perception about visuo-auditory stimulus, researches propose optimal integration hypothesis that perceptual process is optimized to the interaction of the senses for the precision of perception. So, when the visual information considered generally dominant over any other sense is ambiguous, the information of the other sense like auditory stimulus influences the perceptual process in interaction with visual information. Thus, we performed two different experiments to certain the conditions of the interacting senses and influence of the condition. We consider the interaction of the visuo-auditory stimulation in the free space, the color of visual stimulus and sex difference of testee with normal people. In first experiment, 12 participants were asked to judge the change in the frequency of audio-visual stimulation using a visual flicker and auditory flutter stimulation in the free space. When auditory temporal cues were presented, the change in the frequency of the visual stimulation was associated with a perceived change in the frequency of the auditory stimulation as the results of the previous studies using headphone. In second experiment, 30 male and 30 female were asked to judge the change in the frequency of audio-visual stimulation using a color of visual flicker and auditory flutter stimulation. In the color condition using red and green. Both male and female testees showed same perceptual tendency. male and female testees showed same perceptual tendency however, in case of female, the standard deviation is larger than that of male. This results implies that audio-visual asymmetry effects are influenced by the cues of visual and auditory information, such as the orientation between auditory and visual stimulus, the color of visual stimulus.

Key Words : Visuo-auditory stimulation(시청각 자극), Temporal perception(시간적 인지), Color(색), Sex difference(성별 차이)

1. 서론

일반적으로 시각은 공간적 인지에서 청각보다 더 우세하고, 청각은 시간적 인지에서 시각보다

접수일: 2006년 3월 24일; 게재승인일: 2006년 11월 4일

* 전북대학교 의용생체공학과

** 인하대학교 전자전기공학부

*** 전북대학교 생체정보공학부

교신저자: 전북대학교 생체정보공학부

E-mail ngkim@chonbuk.ac.kr Tel. (063) 270-2246

더 우세하다.¹ 예를 들어, 움직임을 상세히 파악하기 위한 시각의 순응에서 발생하는 복화술사(ventriloquist) 효과²와 동작에 대한 시각 적응으로부터의 후속효과(aftereffect)³는 공간의 지각에서 시각 정보의 우세함을 보여준다. 반대로, 청각 자극의 조동 속도에 의해 식별이 가능한 시각 명멸 속도의 최대치가 변화되는 것이 관찰되었다.⁴ 또한, 두 개의 비프(beep)음으로 제시된 청각 자극과 동반한 한 개의 불빛으로 제시된 시각 자극은 두 번의 자극으로 인지된다.⁵

시청각 자극에 대한 위의 시공간 인지 연구들은 다중감각 상호작용의 불균형 효과들이 감각 정보의 단서에 의존함을 제시한다. Welch와 Warren⁶은 다감각 입력들의 불균형 과정이 일어나는 상호작용들을 설명하기 위해 ‘감각 적절 가설(modality appropriateness hypothesis)’을 제안하였다. 그들은 대부분의 정확한 감각 정보를 제공하고 있는 감각의 양식이 인지판단을 지배한다고 논했다. 그들의 이론에 따르면, 더 낮은 명료도를 가진 감각의 종류들은 어떤 상태라도 더 높은 명료도를 가진 감각들 보다 적은 영향을 가진다. 위에서 논의 되는 현상들 중의 대부분은 감각 적절 가설과 모순되지 않는다. 그러나 최근의 연구들은 이 가설과 충돌하는 결과를 제시하고 있다. 예를 들면, 손 위치 추정에 있어서 일반적으로 체성감각보다 시각정보에 더 의존하지만 최근 연구들은 손의 공간상 위치의 불확실성을 최소화하기 위해 시각 외의 감각자극으로부터 정보를 가중화시킨다고 제시한다.⁷ 위 연구들은 주어진 상황에서 인지의 정밀도를 위해 다중 감각들이 상호작용하여 인지과정이 최적화되는 것을 잘 표현한다.⁸ 인지의 정밀도는 감각의 종류로부터 입력되는 정보량에 관한 것과는 다르다. 이것이 ‘최적 통합 가설(optimal integration hypothesis)’이고, 이 가설은 최근 Meyer와 Wuerger⁹에 의해 증명되었다. 그들은 운동의 방향에 대한 시각 정보가 불명료했을 때 청각 자극과 동시에 발생하는 시각 자극의 운동 방향 판단에서 청각 자극의 운동 방향에 따라 시각 자극에 대한 판단이 영향을 받음을 제시하였다. 그들은 시각 자극의 단서가 청각 자극의 단

서보다 더 불분명할 때 공간 인지에서 청각이 시각보다 더 우세하다는 결론을 얻었다.

시간적 인지 연구 분야에서 시각 자극의 명멸과 청각의 조동 비율의 구동은 시청각 상호 작용들에 관한 연구의 중요한 패러다임이다.⁶ Wada¹⁰는 시각 자극의 명멸 비율과 청각 자극의 조동 비율을 변화시켜가면서 시간 차 인지에 관한 실험을 시행하였다. 각 피험자가 동시에 제시되는 시청각 자극의 명멸 또는 조동 비율을 판단하는 실험이었다. 이들의 연구 결과는 청각의 조동 비율의 변화가 시각의 명멸 비율의 변화 인지에의 영향력을 검증하였다. 그러나 위의 연구처럼 시간 인지에 관한 선행 연구들은 시청각 자극이 피험자로부터 자극 제시 위치의 일치성 및 각 자극 제시 조건에 대해서는 검증을 하지 않았으며, 위의 연구 결과도 피험자로부터 시청각 자극 제시의 위치가 서로 다르기 때문에 시청각 자극의 정확한 시간적 인지에 영향을 끼쳤기 때문인 것으로 보인다.

색은 대부분의 효과적인 시각 변수들 중의 하나이다. 색과 인지에 관한 연구에서 Taylor¹¹는 항공기 복합체의 디스플레이에서 조직적인 인자로서 색의 사용을 연구하였다. 그는 물체와 관계가 있는 색들이 figure-ground segregation을 용이하게 하는 것을 알았다. 또한 Luria¹²에 따르면 분류별 색 인지와 공간 구성은 밀접하게 상호관계가 있는 것처럼 보인다. 이처럼 최근의 연구결과들은 사물인식, 위치 검색 등의 분야에서 시각 자극으로 색의 사용에 지지하고 있다. 색과 인지에 관한 선행 연구들은 대부분 흑백과 칼라의 차이에 대한 공간 인지분야이었으며, 색의 종류와 시간적 인지에 관한 연구는 거의 미비하다.

Lahtela¹³는 반응시간의 성별 차이에 대한 연구들에 있어서 어떤 연구들에서는 남성이 우위를 보이고, 또 다른 연구들에서는 여성이 우위를 보이는 대조적인 결과를 보인 이유는 수행과제의 유형과 관련된다고 보았다. 그들은 특별히 의미론적 요소(예, 자극으로 사용된 숫자)와 관련된 과제에서는 여성이 반응 시간에서 우위를 나타내는 반면에, 남성은 자극의 위치와 같은 공간 과제에

서 우위를 나타낸다고 보았다. 다시 말해, 반응시간의 성별 차이는 여성이 대부분의 언어 능력과제에서 우위를 보이며, 남성은 공간 능력 과제에서 더 나은 수행을 보이는 것으로 나타났다.¹⁴

본 연구에서는 시청각 자극의 상호작용에 따른 시간적 인지에 있어 자극들의 조건들을 검토하고자 시청각 자극이 피험자로부터 동일한 위치에서의 제시여부와 시각 자극의 색상 차이, 피험자의 성별 차이에 따른 차이를 분석하였다.

2. 실험 장치 및 절차

2.1 실험장치

시청각 자극의 점멸 속도를 변화시킴에 따라 발생하는 시간적 인지에의 정확성의 차이를 알아보고, 시청각 자극의 위치 일치성의 여부에 의한 영향에 따른 인지의 정확성을 검증하기 위해 실험 1을, 시각 자극의 색과 시간적 인지에 미치는 성별 차이에 의한 영향에 따른 인지의 정확성을 검증하기 위해 실험 2를 실행하였다.

실험 1과 2에서의 연구환경 및 장비는 동일한 조건에서 실행되었다. 실험은 3m×2m×2m의 암실에서 이루어졌다. 암실에서 피험자는 의자에 앉게 되며, 목보호대를 이용하여 머리를 고정하였다. 실험자는 피험자의 좌측에 1.5m 떨어져 앉아서 피험자에게 필요한 지시와 함께 실험조건에 따른 장치를 조작하였다.

실험에 사용된 스피커와 LED(Luminescent diode, Eastern Technology Inc., Korea, 직경 10mm) 불빛은 암실에 앉아 있는 피험자의 정면 중앙선에 정렬된 나무 구조물에 고정되었다. 구조물에서 스피커는 피험자의 귀 높이에 맞게 위치되었으며, LED 불빛은 눈높이에 맞게 위치되었다. 구조물과 피험자간의 간격은 76cm이었다.

사용된 스피커는 직경 55 mm이며 8Ω, 0.5W의 출력을 가진다. LED는 라운드 타입의 램프형으로 실험 1에서는 적색(625nm)만을 사용하였으며, 실험 2에서는 적색, 초록색(525nm)을 사용하였다.

LED와 스피커를 제어하도록 SCB 68과 데이터 수집보드 DAQpad-6020E (NI co., USA)을 연결하

여 컴퓨터에서 제어명령을 인가하였다. 제어프로그램은 LabVIEW 소프트웨어(NI Co., USA)를 이용하여 자체 제작하였다.

2.2 실험대상

실험 1에서는 전북대학교 생체정보공학부에서 재학 중인 남녀 대학생 30명(남: 15명, 여: 15명, 평균연령: 25.3세)이 참여하였다. 실험 2에서는 전북대학교 생체정보공학부에서 재학 중인 남녀 대학생 60명(남: 30명, 여: 30명, 평균연령: 22.5세)이 참여하였다. 이들은 각 시청각 자극과 이에 대한 응답을 하는데 지장이 없는 정상 시력과 청력을 가지고 있었으며, 또한 어떤 피험자도 이전에 본 연구와 유사한 실험에 참가한 경험이 없었다.

2.3 자극조건

실험 1에서 제시되는 각 시청각 자극의 구동 시간은 50ms로 일정하며 Fig. 1처럼 12번의 명멸 또는 조동이 반복된다. 이 때 자극종류와 자극들 사이의 시간 간격(ISI, interstimulus intervals)의 변화에 따른 조건을 Table 1처럼 나누었는데, V는 시각 자극(visual stimulus)을 나타내며, A는 청각 자극(auditory stimulus)을 나타낸다. Fast는 자극들 간의 시간 간격이 짧아짐에 따라 자극들의 출현이 빨라지는 것이며, Constant는 자극들 간의 시간 간격이 일정하여 자극들의 출현이 일정한 것을 나타낸다. 또한, Slow는 자극들 간의 시간 간격이 늘어남에 따라 자극들의 출현이 느려진 것을 나타낸다. 각 자극종류와 자극들이 시간 간격에 따라 V_{fast} , V_{con} , V_{slow} , A_{fast} , A_{con} , A_{slow} 로 나뉘어 100ms부터 200ms까지 각 조건에 따라 조절되었으며, 자극이 없는 V_{non} , A_{non} 까지 추가하였다. 시간 간격의 기준은 L. Shams et al.¹⁵의 실험 결과를 참고하였다. L. Shams et al.은 두 번의 beep음(청각 자극)을 동반한 한 번의 flash(시각자극)을 몇 번으로 인지하는가에 대한 실험을 수행하였는데 두 번의 beep음 들의 SOA(Stimulus onset asynchronies)를 25ms- 250ms(25, 70, 115, 160, 205, 250)으로 놓고 시각 자극을 두 번이라고 응답한 횟수를 백분율로 환산하였을 때 SOA가 75, 115ms

일 때 가장 높은 백분율을 보였고, 100ms까지의 SOA를 시각 자극의 빈도 횡수에 대하여 혼동할 조건이 되는 것으로 논의하였다. 이 실험 결과를 기준으로 V_{fast} 와 A_{fast} 조건에서는 200ms부터 100ms까지 10ms씩, V_{con} 와 A_{con} 조건에서는 150ms로 일정하며, V_{slow} 와 A_{slow} 조건에서는 100ms부터 200ms까지 10ms씩 변하게 하였고, 자극의 총 시간은 2050ms였다.

실험 2에서 제시되는 시청각의 점멸시간은 50ms로 일정하며 Fig. 1처럼 12번의 점멸이 반복된다. 이 때 점멸사이의 시간 간격의 변화에 따라 Table 1처럼 3가지 조건으로 나뉘는데 각각 A_{fast} , A_{con} , A_{slow} 로 나뉘며 100ms부터 200ms까지 각 조건에 따라 조절되었다. A_{fast} 조건에서는 200ms부터 100ms까지 10ms씩, V_{con} 와 A_{con} 조건에서는 150ms로 일정하며, A_{slow} 조건에서는 100ms부터 200ms까지 10ms씩 변하게 하였다. 자극의 총 시간은 2050ms였다.

2.4 실험 절차

실험 1에서는 청각의 조동비율을 변화시킨 상태에서 시각 자극 상태 맞추기와 시각의 명멸비율을 변화시킨 상태에서 청각 자극 상태 맞추기의 2가지 과제로 구성되었다. 시각 자극의 변화 맞추기 조건에서 피험자는 각 시각 자극의 조건 (V_{fast} , V_{con} , V_{slow})에 대해 청각 자극을 변화시키며 (A_{fast} , A_{con} , A_{slow} , A_{non}), 변화되는 청각 자극과 무관하게 시각 자극의 상태에 대해서 응답하도록 지시받았다. 반대로 청각 자극의 변화 맞추기 조건에서는 위 조건과 반대로 시각 자극과 무관하게 청각 자극의 상태에 대해서 응답하도록 지시받았다. 각 피험자는 2가지의 과제에서 맞춰야 하는 자극의 3가지 조건과 방해요소로 작용하는 자극의 4가지 조건에서 각 조건에서 10번의 반복으로 총 240번의 실험을 수행하였다.

실험 2에서는 시청각의 점멸 사이의 시간 간격 조건은 같으나 과제 수행조건에서 시각 자극 조건은 V_{con} 으로 일정하나 시각 자극의 색상을 변화시키는 것으로 대체하며 역시 각 색상에 따라서 청각 자극을 변화시키며, 변화되는 청각 자

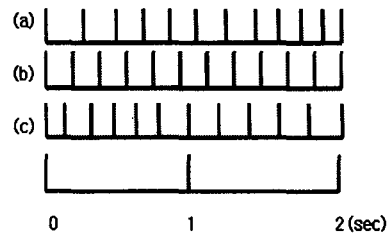


Fig. 1 Three different time lines of stimulation
(a) $V_{fast}A_{fast}$, (b) $V_{con}A_{con}$, (c) $V_{slow}A_{slow}$

Table 1 ISI parameters for each stimulus condition

	V_{fast} or A_{fast} (ms)	V_{con} or A_{con} (ms)	V_{slow} or A_{slow} (ms)
ISI 1	200	150	100
ISI 2	190	150	110
ISI 3	180	150	120
ISI 4	170	150	130
ISI 5	160	150	140
ISI 6	150	150	150
ISI 7	140	150	160
ISI 8	130	150	170
ISI 9	120	150	180
ISI 10	110	150	190
ISI 11	100	150	200

극과 색상에 무관하게 시각 자극의 상태에 대해서 응답하도록 지시받았다. 실험 2에서 각 피험자는 적색 또는 초록색의 색상변화에서 청각자극의 4가지 조건에서 10번의 반복으로 총 80번 실험을 수행하였다.

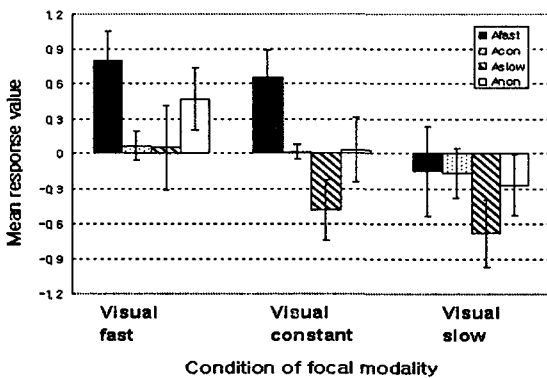
3. 결과

시청각의 자극원 위치의 동일성과 시각 자극의 색, 남녀의 차이에 의한 시청각 인지의 영향을 검증하기 위하여 두 개의 실험을 수행하고 각 자극의 상태에 대해 피험자가 응답 하게 하였다. 피

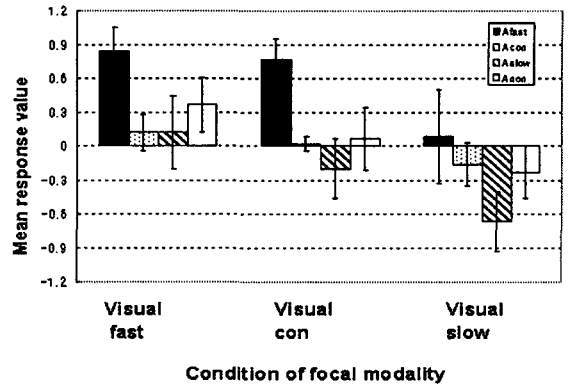
험자의 응답은 ‘빨라졌다’는 +1로, ‘일정하다’는 0으로 ‘느려졌다’는 -1로 계산하여 각 실험 조건에 따라 평균을 내어 평균 응답 값을 구한다. 모든 결과 값은 SPSS 10.0 프로그램을 사용하여 ANOVA 분석 기법을 통한 통계 처리 분석을 하였다.

실험 1에서 각 자극의 상태 판단과제에서 청각 자극과 시각 자극의 자극 위치의 일치와 불일치에 대한 것과 남녀에 따른 시간 차 인지에 대한 정확성을 고찰하였다.

시청각자극 위치가 일치 할 때, 시각 자극에 대한 청각자극의 영향 효과의 결과가 Fig. 2에 나타나 있다. 시각 자극의 명멸 비율의 ‘빨라짐’, ‘일정’, ‘느려짐’의 조건에도 불구하고 평균 응답 값은 청각자극의 조동 비율에 따라 변했다. 즉, 청각자극의 조동 비율이 빨라지면 시각 자극의 상태 역시 빨라지는 것으로 응답하였다. 이러한 경향은 남녀모두에게서 비슷하게 나타났으나 여자의 경우 남자보다 그 표준편차 값이 더 큰 폭으로 변동됨을 알 수 있었다.



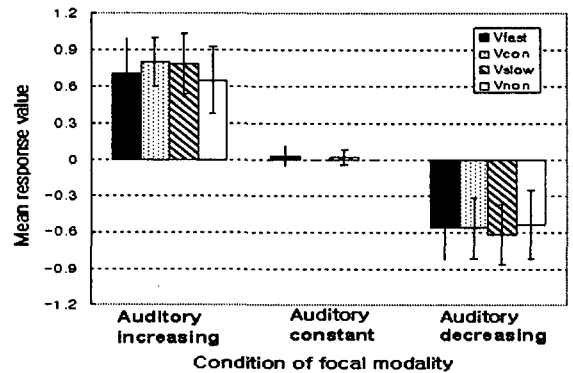
(a) female



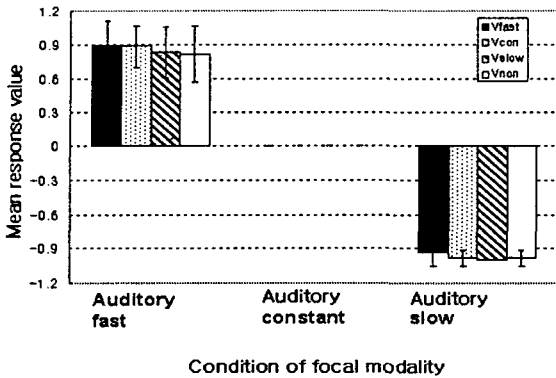
(b) male

Fig. 2 The mean response value in the visual judgement condition

Fig. 3에서는 시청각자극 위치가 일치 할 때, 청각자극에 대한 시각 자극의 영향 효과의 결과가 나타나 있다. 시각 자극의 명멸 비율의 ‘빨라짐’, ‘일정’, ‘느려짐’의 조건에도 불구하고 평균 응답 값은 청각자극의 조동 비율에 따라 변했다. 즉, 시각 자극의 명멸 비율의 상태 변화에 관계없이 청각자극의 상태에 정확한 응답을 하였다. 이러한 경향은 남녀모두에게서 비슷하게 나타났으나 여자의 경우 남자보다 그 표준편차 값이 더 큰 폭으로 변동됨을 알 수 있었다.



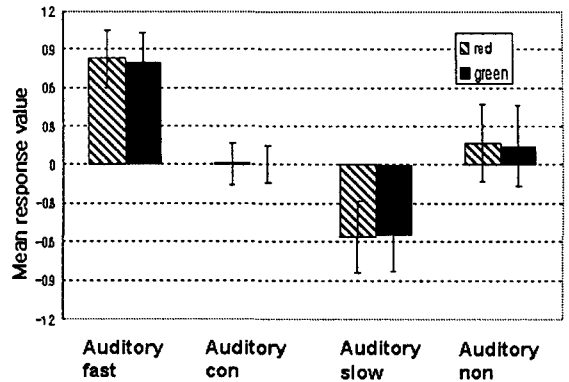
(a) female



(b) male

Fig. 3 The mean response value in the auditory judgement condition

시청각자극의 상태 판단과제에서 자극 위치의 일치성에 따른 각 자극의 시간적 인지에 대한 자극 상태 판단 과제에서 각 피험자별 응답 값을 분석하였다. 시각 자극의 상태 판단 맞추기 과제에서 청각이 시각의 시간적 인지에 유의한 영향을 끼치는 것을 보였다 ($F_{6,360}=3.463, p=0.003$). 그러나 청각자극의 상태 판단 맞추기 과제에서 시각이 청각의 시간적 인지에 별 영향을 끼치지 못하는 것을 보였다($F_{6,360}=1.005, p=0.420$). 각 두 과제의 판단 상태에 대한 응답 값의 성별 차이는 유의성이 없는 결과를 보였다($F_{1,360}=0.120, p=0.73$).

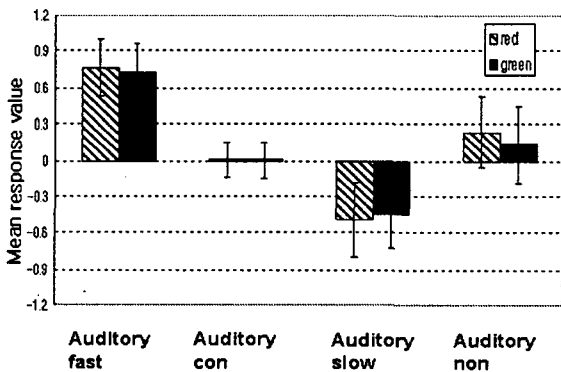


(b) male

Fig. 4 The mean response value in the auditory judgement condition according to LED's color

실험 2에서 시각 자극의 상태 판단과제에서 시각 자극의 색상별, 성별에 따른 시간 차 인지에 대한 정확성을 보고자 하였다. 각 자극 상태 판단 과제에서의 평균 응답 값이 Fig. 4에 제시되어 있다. 시각 자극의 명멸 비율을 일정하게 하고, 청각자극의 조동 비율과 시각 자극의 색을 변화시키면서 피험자가 시각 자극에 대한 상태를 판단하게 하였다. 시각 자극에 대한 상태 판단 평균 응답 값은 Fig. 4에 나타나 있다. 실험 1에서와 마찬가지로 제시되는 청각자극의 조동 비율에 따라 시각 자극에 대한 상태 판단의 응답이 청각자극의 조동 비율을 따라간다. 또한, 시각 자극의 색이 적색 일 때, 초록색보다 더 정확한 평균 응답 값을 보인다. 이러한 경향은 남녀모두에게서 비슷하게 나타났으나 여자의 경우가 남자보다 더 큰 표준편차 값을 보였다.

시각 자극의 상태 판단과제에서 시각 자극의 색상별, 성별에 따른 시간적 인지에 대한 자극 상태 판단 과제에서 각 피험자별 응답 값을 분석하였다. 제시되는 청각자극의 조동비율과 시각 자극의 색상에서 유의한 영향을 끼치는 것을 보았다 ($F_{6,720}=13.891, p=0.001$). 그러나 피험자의 성별은 시각 자극의 상태에 판단에 대해 유의성이 없는 결과를 보였다($F_{1,720}=1.958, p=0.621$).



(a) female

4. 고찰

본 연구에서는 시청각 자극원 위치의 동일성과 시각 자극의 색, 남녀의 차이에 의한 시간적 인지의 영향을 검증하기 위하여 두 개의 실험을 수행하였다.

4.1 시청각의 자극 위치 일치에 따른 자극 상태 판단의 정확성

본 연구에서 시각의 명멸 비율의 판단에 대한 청각의 영향을 검증하였다. 더욱이 중심 감각 자극의 노출된 빈도가 일정하거나, 증가하거나, 감소하고 있을 때 주변 감각의 영향이 강력해짐을 알 수 있었다. 이 결과들은 청각 조동 비율의 변화가 시각 명멸 비율의 변화에 대한 정확한 경향을 인지하는 데 영향을 미치는 기존 연구들과 비슷한 결과를 보인다. 시각 명멸 비율은 청각 자극들의 일정한 빈도로 제시될 때 인지된 청각 조동 비율의 변화와 관련됨을 보인다. 이 결과는 각 감각으로부터 정보의 영향이 상황의 특수 변동에 따라 정보의 감각 적절성과 모호함에 좌우되어 다양해짐을 나타낸다. 이것은 비록 중심 감각의 빈도 변화의 경향을 판단하는 피험자의 수행이 항상 같은 것이었다고 해도 일어난다. 청각의 정보가 일정한 조건일 때 청각에 대한 시각의 영향력이 완전히 현 상태에서나 아니면 후기 인지적 적응이나 판단에 대한 것인지는 결정될 수 없다. 주변 감각들을 무시할 것을 지시받은 피험자들이 정보가 완전히 여과되거나 판단할 때 무시되는 것인지를 확인하지 못했기 때문이다. 시각 자극이 일정한 조건은 변화의 경향에 대한 반응이 ‘빨라진다’나 ‘느려진다’고 인지하는 것에 대한 명백한 단서를 제공하지 않았다.

더욱이 시각 판단 조건에서, Acon의 평균 반응 값들이 0 쪽으로 나타낸 것과 Vfast와 Vcon의 상태에서의 Anon에 대한 반응 값과 비교하였다.

이전의 연구들은 주로 시간적 인지가 아니라, 공간 인지에서 최적 가중화 작업에 대한 것들 뿐이었다.^{9,17} 그 외에도 시간적 인지의 선행 연구에서 공간적인 시청각 자극의 조건을 일치시켜야 함

에도 불구하고 시각 자극은 피험자로부터 일정거리 떨어져서 제시하고 청각 자극은 헤드폰을 이용하여 제시하여 이에 대한 오차에 대해서 언급하지 않았다.

이번 시청각의 시간적 인지 연구를 위하여, 시청각 자극들의 자극 발생 위치의 일치성에 관계없이 중심 감각으로부터의 정보가 불분명했을 때 주변 감각의 정보들로부터의 영향이 증가함을 알았다.

4.2 성별에 따른 자극 상태 판단의 정확성

실험 1과 2의 시청각 자극의 비율 변화 자극 상태 판단 수행에 있어서 정확성에 대한 성별 차이에 의한 결과는 거의 비슷하다. 그러나 여자의 경우, 표준편차의 값이 크게 나타났다. 이는 시공간 과제에 있어서 남성의 반응시간이 여성의 반응시간보다 짧다는 선행연구¹³에 부합되는 것으로서, 청각 자극의 변화에 관계없이 시각 자극의 상태에 대해 남자가 여자보다 정확한 응답을 나타냈기 때문이다.

시청각을 사용하여 성별 차이에 따른 차이점을 살펴본 선행 연구를 보면, 성별 차이가 주로 여성이 언어적 문제 해결 전략을 사용하고, 남성이 시공간 문제 해결 전략을 사용한다고 밝혔으며, 이러한 전략의 차이로 인해 여성이 남성보다 더 큰 반응시간을 보인다고 하였다. 이 연구들은 흔히 시공간 문제 해결 전략을 사용하는 남성은 비교 자극을 목표 자극과 일치하도록 ‘시각적’으로 회전시켜 비교하는 반면, 언어적 문제 해결 전략을 사용하는 여성은 목표 자극과 비교 자극의 형태와 선, 꼭지점 등과 같은 자극 구성 요소의 위치를 언어적으로 기술하여 비교하는 것으로 제시하였다. 그러나 본 연구에서 사용한 시간적 인지를 위한 자극 상태 판단 과제의 경우, 응답으로 본 남녀에 따른 차이는 거의 볼 수 없었다. 그러나 이것은 반응시간을 본 것이 아닌 인지에 대한 정확성을 본 것으로 시청각 시간적 인지에 대한 남녀의 민감성은 판단할 수 없다. 시청각의 시간인지 영역에서 자극의 처리속도에 관한 성별 차이는 향후 연구과제로 남는다.

4.3 시각 자극 색에 따른 자극 상태 판단의 정확성

실험 2에서의 시각 자극의 색에 따른 자극 상태 판단의 정확성의 결과는 적색보다 초록색의 시각 자극에서 더 높은 정확성을 보였다. 이것은 시각 자극의 시간적 인지를 하는데 있어 초록색이 적색보다 더 정확한 정보의 단서를 제공함을 시사한다. 이번 실험은 암실에서 이루어져 주위의 불을 끈 후 어둠속에서의 시각과 청각자극의 상태 판단 과제를 수행하게 하였기 때문에 어두운 상태에서의 색채 지각에 대한 고찰이 필요하다.

밝았던 조명이 어둡게 바뀌면, 처음에는 아무 것도 보기가 어렵다. 그러나 어둠속에서 보내는 시간이 길어짐에 따라 민감도가 증가하고, 처음에 어둠에 싸여있던 것들도 나중에 가서는 볼 수 있게 된다. 이를 암순응 이라하며 반대의 상황을 명순응이라고 한다.¹⁶ 명순응 상태에서는 망막의 원추체 수용기의 순응이 발생하며, 암순응 상태에서는 간상체 수용기의 순응이 발생한다. 암순응 된 상태에서 적색보다 초록색이 더 밝게 보이는데, 그 이유는 간상체가 파장이 짧은 빛에 더 민감하기 때문이다. 어둠속의 시간 영역에서 시각 자극의 정확한 판단을 위해서는 장파장보다 단파장의 색을 이용하는 것이 옳음을 시사한다.

일상생활은 명순응과 암순응의 반복이다. 본 연구의 결과는 암순응 상태에서의 시각 자극의 색에 따른 시간적 인지 영역에서의 자극 상태 판단의 정확성에 관한 것이었다. 하루의 1/2은 명순응 상태로 살아가는 인간에게 있어 어느 정도의 조명이래서의 색 자극의 변동 실험은 필요하다.

5. 결론

본 연구에서는 시청각 자극원 위치의 동일성과 시각 자극의 색, 남녀의 차이에 의한 시간적 인지의 영향을 검증하기 위하여 두 개의 실험을 수행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 시청각자극들의 자극 발생 위치의 일치성에 관계없이 중심 감각으로부터의 정보가 불분명했

을 때 주변 감각의 정보들로부터의 영향이 증가한다.

2. 시간적 인지에서 성별 차이에 따른 뚜렷한 결과는 없었지만 여자의 경우 남자보다 과제에 대한 판단이 더 큰 폭으로 변동되었다.
3. 시각 자극의 색에 따른 자극 상태 판단의 정확성의 결과는 적색보다 초록색의 시각 자극에서 더 높은 정확성을 보였다.

각각 자극의 정보에 의한 인지 연구는 다중 감각 정보의 최적화 통합을 고려한 신경망 회로 시스템의 지표로 사용될 수 있을 것이다.

후 기

본 연구는 산업자원부 주관 실버의료기기 핵심기술개발사업(105077001)지원으로 이루어진 것임.

참고문헌

1. Shimojo, S. and Shams, L., "Sensory modalities are not separate modalities: plasticity and interactions," *Curr. Opin. Neurobiol.*, Vol. 11, pp. 505-509, 2001.
2. Bertelson, P. and Radeau, M., "Cross-modal bias and perceptual fusion with auditory visual spatial discordance," *Percept. Psychophys*, Vol. 29, pp. 578-584, 1981.
3. Kitagawa, N. and Ichihara, S., "Hearing visual motion in depth," *Nature*, Vol. 416, pp. 172-174, 2002.
4. Welch, R. B., DuttonHurt, L. D. and Warren, D. H., "Contributions of audition and vision to temporal rate perception," *Percept. Psychophys*, Vol. 39, pp. 294-300, 1986.
5. Shams, L., Kamitani, Y. and Shimojo, S., "What you see is what you hear," *Nature*, Vol. 408, pp. 788, 2000.
6. Welch, R. B. and Warren, D. H., "Intersensory

- interactions. In Intersensory interactions," Handbook of Perception and Human Performance, Wiley, New York, Vol. 1, pp. 25.1-25.36, 1986.
7. Van Beers, R. J., Wolpert, D. M. and Haggard, P., "When feeling is more important than seeing in sensorimotor adaptation," *Curr. Biol.*, Vol. 12, pp. 834-837, 2002.
 8. Jacobs, R. A., "Optimal integration of texture and motion cue in depth," *Vision Res.*, Vol. 39, pp. 3621-3629, 1999.
 9. Meyer, G. F. and Wuerger, S. M., "Cross-modal integration of auditory and visual motion signals," *Neuro Rep.*, Vol. 12, pp. 2557-2560, 2001.
 10. Wada, Y., Kitagawa, N. and Noguchi, K., "Audio-visual integration in temporal perception," *Journal of psychophysiology*, Vol. 50, pp. 117-124, 2003.
 11. Taylor, R. M., "Color coding in information displays: Heuristics, experinece and evidence from cartography," Farnborough, England: Royal Aircraft Establishment; pp. 28, 35.1-35.46, 1984.
 12. Luria, A. R., "The working brain," Basic Books, 1973.
 13. Lahtela, K., Niemi, P. and Kuusela, V., "Adult visual choice-reaction time, age, sex, and preparedness," *Scandinavian Journal of Psychology*, Vol. 26, pp. 357-362, 1985.
 14. Voyer, D., Voyer, S. and Bryden, M. P., "Magnitute of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables," *Psychological Bulletin*, Vol. 117, pp. 250-270, 1995.
 15. Shams, L., Kamitani, Y. and Shimojo, S., "Visual illusion induced by sound," *Cognitive Brain Research*, Vol. 14, pp. 147-152, 2002.
 16. Freancesca, F., Nadia, B. and Elisabetta, L., "Enhancement of visual perception by crossmodal visuo-auditory integration," *Exp Brain Res.*, Vol. 147, pp. 332-343, 2002.
 17. Chung, S. C., Sohn, J. H., Oh, C. H., Taeck, G. R., Yi, J. H. and Lee, S. Y., "Correlation between cognitive performance ability, neural activation area and neural activation intensity in fMRI," *Journal of the Korean Society of Precision Engineering*, Vol. 22, No. 7, pp. 200-207, 2005.