

대상- 및 공간-기반 주의가 작업기억에 미치는 영향*

민 윤 기[†] 김 보 성 정 종 욱

충남대학교 심리학과

본 연구는 공간-기반 주의(space-based attention)와 대상-기반 주의(object-based attention)가 공간 및 시각 작업기억에 미치는 영향을 살펴보고자 두 가지 주의 자원 양상이 모두 관여하는 공간 스트룹 과제를 이용하여 작업기억의 재인율을 측정하였다. 작업기억과 공간 스트룹 과제의 자극 배열의 유사성 조건은 작업기억 과제 수행 시 공간 시연에 미치는 공간-기반 주의의 영향을 살펴보고자 구성되었으며, 스트룹 조건은 작업기억 과제 수행시 대상에 대한 시연에 미치는 대상-기반 주의의 영향을 살펴보고자 하였다. 그 결과, 공간 작업기억과 공간 스트룹 과제의 자극 배열의 유사성이 높은 조건에서 공간 작업기억의 재인율이 높은 것으로 나타났으며, 스트룹 조건에 따라서는 차이가 없는 것으로 나타났다. 반면, 시각 작업기억의 재인율은 스트룹 일치조건보다 불일치조건에서 더 저조한 것으로 나타났으며, 유사성 조건에 따라서는 차이가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 작업기억에서 요구되는 자원의 양상과 선택적 주의 자원의 양상이 동일한 경우에만 선택적 주의가 작업기억에 영향을 준다는 것을 시사하는 것이다.

주제어 : 선택적 주의, 공간-기반 주의, 대상-기반 주의, 공간 작업기억, 시각 작업기억

* 이 논문은 2006년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2006-321-H00063).

† 교신저자: 민윤기, 충남대학교 심리학과, 연구세부분야: 인지 및 시각 심리학

E-mail: ykmin@cnu.ac.kr

선택적 주의는 인간이 가지고 있는 한정된 정신적 자원들을 효과적으로 사용하는 데 필수적인 인지 기제이다. 여러 정보(또는 과제)가 제시되는 상황에서 효과적으로 관련 정보를 처리하기 위해서는 불필요한 정보의 처리를 억제 또는 무시하도록 선택적 주의가 관여하게 된다. 이러한 선택적 주의는 작업기억과 밀접한 관련성을 가지고 있다. Engle, Kane과 Tuholski[1]는 작업기억의 용량이 새로운 정보를 부호화하는 데 선택적 주의와 관련되어 있음을 주장하였으며, Kane, Bleckly, Conway와 Engle[2]은 주의 통제 효율성이 높은 경우 작업기억 내에 정보를 더 잘 유지한다는 결과를 보여주었다. 또한 최근에는 작업기억의 부하가 선택적 주의에 미치는 하향처리 방식에 관한 많은 연구들이 진행되고 있다[3~9]. 전형적으로 이러한 연구들은 작업기억에 부하를 가하면서 선택적 주의 과제를 수행하는 방식의 이중과제 패러다임을 사용하는데, 연구들의 결과들을 살펴보면 서로 다른 결과들을 제시하고 있음을 알 수 있다. 일부의 연구들은 작업기억의 부하가 선택적 주의 과제 수행을 감소시킨다고 보고한 반면[6~8, 10, 11], 선택적 주의에 작업기억의 부하가 영향을 미치지 않는다는 결과도 보고되고 있다[9, 12]. 단적으로 Woodman 등[9]은 시각 작업기억과 공간 주의의 관계를 검증하고자 실시한 연구에서 시각 작업기억의 부하가 선택적 공간 주의에 영향을 미치지 않는다는 결과를 보여주었으며, 후속 연구에서는 공간 작업기억의 부하가 선택적 공간주의에 영향을 미친다는 서로 상충되는 결과를 보여주기도 하였다[8].

이처럼 작업기억과 선택적 주의의 관계를 살펴본 연구들이 서로 일치되지 않는 결과들을 보여주고 있는 이유를 서창원 등[5]은 두 가지 측면에서 예측해 볼 수 있다고 제시하였다. 첫 번째 측면은 작업기억이 단일 요소가 아닌 여러 하위체계들로 이루어진 복합 구성체이기 때문이라는 것이다. 이는 Baddeley[13]가 제안한 작업기억 모형을 통해서 설명될 수 있다. 이 모형에 따르면, 작업기억은 집행 작업기억을 중심으로 시공간 작업기억과 음운 작업기억의 하위 요소로 구성되어 있다. 또한 이후 연구들에서 시공간 작업기억이 대상의 시각적 속성에 주로 관여하는 시각 작업기억과 대상의 위치 또는 움직임에 관여하는 공간 작업기억으로 구분될 수 있다고 주장하였다[14, 15]. 그러므로 어떤 작업기억에 부하를 가했는지에 따라서 선택적 주의에 미치는 영향이 다를 것으로 예측할 수 있다는 것이다[12]. 두 번째 측면은 선택적 주의에 요구되는 자원의 양상이 다르기 때문에 서로 불일치하는 결

과들이 나타나는 것으로 보았다. 이는 주의 자원 양상이 공간과 위치에 주의를 기울이도록 하는 공간-기반 주의(space-based attention)인지, 대상에 대한 세부적인 특징들에 주의를 기울이도록 하는 대상-기반 주의(object-based attention)인지에 따라서 작업기억의 부하로 인한 주의 과제의 수행 변화는 다르게 나타나게 된다는 것이다 [8]. 이 때 시각적 대상은 세부적인 특성들의 처리 뿐만 아니라 전체로서 주의를 획득하게 된다[16]. 선택적 주의 과제로 사용되는 시각 탐색과제는 표적 자극의 공간적 위치에 주의를 기울이도록 하는 공간-기반 주의의 속성을 갖는 과제로 볼 수 있으며[17], 색명명 스트룹 과제는 대상의 특징(예, 색)에 주의를 기울이도록 하는 대상-기반 주의의 속성을 갖는 과제로 볼 수 있다[18]. 그러므로 이 관점에서 보면 시각 탐색과제를 주의 과제로 사용한 연구들의 결과에서 시각 작업기억[9]과 음운 작업기억의 부하는 선택적 주의에 영향을 미치지 않고[7], 공간 작업기억의 부하가 주의 과제 수행을 감소시키는 것[8]은 작업기억에서 요구되는 자원과 주의 과제에서 요구되는 자원의 양상이 공간 속성으로 동일하기 때문에 나타난 것으로 해석할 수 있다. 한편 색명명 스트룹 과제를 주의 과제로 사용한 연구들의 결과에서는 공간 작업기억의 부하는 선택적 주의에 영향을 미치지 않은 반면[12], 시각 작업기억의 부하는 주의 과제 수행을 감소시키는 것[4] 역시 작업기억에서 요구되는 자원과 주의 과제에서 요구되는 자원의 양상이 대상(=시각) 속성으로 동일하기 때문인 것으로 볼 수 있다.

이러한 점을 고려해 볼 때, 지금까지 진행되었던 많은 연구들은 선택적 주의 과제들이 한 가지의 속성만을 반영하는 형태이기 때문에 작업기억과 선택적 주의의 관계를 살펴보기 위해서는 연구들이 개별적으로 이루어져야 하는 제약점을 가지고 있다. 이미 언급하였듯이, 작업기억의 하위 요소들과 공간-기반 주의의 관계, 그리고 대상-기반 주의의 관계를 따로 살펴보아야 한다는 것이다. 또한 상이한 주의 과제로 인해 이러한 연구 결과들을 하나로 일반화하는 데에도 제약이 존재할 수 밖에 없다. 그러나 공간 스트룹 과제의 경우 공간-기반 주의와 대상-기반 주의를 모두 반영하는 과제로 볼 수 있다[5].

공간 스트룹 과제는 일정한 위치에 부여하는 수의 정보와 대상이 제시되는 위치의 정보를 고려하여 이 두 정보가 서로 불일치하는 경우 위치를 명명할 때 수의 정보가 간섭을 일으키는 형태의 과제이다[19]. 이는 대부분의 사람들이 위치에 대

한 수를 할당하는 과정에서 수직위치에서는 위에서 아래로, 수평위치에서는 왼쪽에서 오른쪽으로 부여하는 것을 이용한 것이다. 예를 들면, 수평 위치에서 첫 번째 칸에 자극이 제시되었다면 “1”이라고 반응하게 되는데, 그 위치에 제시된 자극이 “3”이라면 “1”이라고 반응하는 데 간섭을 일으키게 되는 것이다. 따라서 수의 정보에 주의를 기울이도록 하는 것은 대상-기반 주의가 관여하게 되며, 자극이 제시된 위치에 주의를 기울이도록 하는 것은 공간-기반 주의가 관여하게 된다.

그러나 작업기억과 선택적 주의의 관계를 살펴본 서창원 등[5]의 연구에서는 4×4의 매트릭스로 구성된 공간 스트룹 과제를 사용하여 공간 작업기억이 공간-기반 주의뿐만 아니라 대상-기반 주의에도 영향을 미치는 것으로 보았다. 이는 5×5의 매트릭스로 구성된 공간 작업기억 과제와 상이하기 때문에 공간 작업기억의 정보를 유지하기 위한 공간 시연 과정과 공간 스트룹 과제 수행시 다른 전략이 사용되었을 가능성을 배제할 수 없다. 하지만 동일한 매트릭스 구조를 갖는 공간 작업기억 과제와 공간 스트룹 과제를 사용하는 경우에는 공간 작업기억에 제시된 자극의 위치와 공간 스트룹 과제에서 제시되는 숫자의 위치가 동일한 조건이 공간 시연을 촉진하는 결과를 야기할 수 있는 제약을 갖게 된다. 따라서 공간 작업기억과 공간 스트룹 과제의 자극제시 배열의 유사한 정도를 하나의 조건으로 구성하여 유사성 조건과 스트룹 조건의 상호작용을 살펴봄으로써 공간 작업기억이 공간- 및 대상-기반 주의의 자원을 모두 요구하는지, 아니면 공간-기반 주의의 자원만을 요구하는 과제인지를 확인할 수 있을 것으로 예상할 수 있다. 또한 시각 작업기억 역시 주의 자원의 양상에 따른 영향을 살펴보기 위해서 공간 작업기억과 동일하게 구성하되 제시되는 자극이 무엇인지를 기억하도록 함으로써 상이한 과제로 인한 효과를 통제된 상태에서 그 영향을 살펴볼 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서는 공간 및 시각 작업기억 과제와 공간 스트룹 과제와의 자극제시 배열의 유사성과 스트룹 조건에 따라 작업기억의 재인율을 살펴봄으로써, 동일한 실험 패러다임 내에서 두 가지 양상의 선택적 주의가 시각과 공간 작업기억 과제 수행에 미치는 영향을 통합적으로 검증하고자 하였다.

실험 1. 공간- 및 대상-기반 주의가 공간 작업기억에 미치는 영향

실험 1은 공간 스트룹 과제와 대상-기반 주의와 공간-기반 주의가 공간 작업기억 수행에 미치는 영향을 살펴보기 위해서 수행되었다. 이를 위해 공간 작업기억 과제와 공간 스트룹 과제가 같이 제시되는 이중과제 패러다임을 사용하였으며, 두 과제의 자극 배열 유사성과 스트룹 조건에 따른 공간 작업기억 과제의 재인율을 측정하였다. 만약 공간 스트룹 과제에서 요구되는 공간-기반 주의만 공간 작업기억 수행에 영향을 미친다면, 공간 스트룹 과제의 자극 배열과 공간 작업기억 과제의 자극 배열간의 유사성이 낮을수록 공간 작업기억 과제의 재인율이 감소할 것으로 예상할 수 있으며, 공간 스트룹 과제에서 요구되는 대상-기반 주의와 공간-기반 주의가 모두 공간 작업기억 수행에 영향을 미친다면, 공간 스트룹 과제와 공간 작업기억 과제의 자극제시 배열의 유사성 조건과 스트룹 조건의 상호작용 효과를 기대할 수 있을 것이다.

실험 참가자

충남대학교에서 심리학 관련 수업을 수강하는 재학생 45명(남자 20명, 여자 25명)이 과목 이수 요건으로 실험에 참가하였다. 모든 참가자들은 오른손 사용자였으며, 화면에 제시되는 자극을 지각하는 데 문제가 없는 정상 혹은 교정시력(0.7 이상)을 지니고 있었다.

실험 자극 및 도구

실험은 Pentium-IV PC에서 E-Prime 1.2 프로그램에 의해 진행되었으며, 실험에 사용된 자극은 17인치 CRT 모니터를 통해 1024×768의 해상도와 75Hz의 화면 주사율로 제시되었다. 실험 참가자와 화면간에는 70cm의 거리를 유지하였으며, 모든 자극의 배경은 회색(RGB 128,128,128)이었다. 공간 작업기억 과제는 5×5 형태의 25개의 셀(cell)로 구성되었으며, 이 때의 시각도는 13.4°×13.4° 였다. 또한 각 셀 안에 제시된 검정색 사각형의 크기는 1.64°×1.64° 였으며, 네 개가 제시되었다. 이 네 개

의 사각형은 각각 다른 행의 셀에 무선적으로 제시되었다. 이전 시행에서 제시된 자극 배열의 영향을 상쇄시키기 위해서 각 시행 사이에 무선 점(random dot) 패턴 자극을 제시하였으며, 이 자극의 크기 역시 $13.4^{\circ} \times 13.4^{\circ}$ 였다.

공간 스트룹 과제는 공간 작업기억 과제와 동일한 5×5 형태의 25개의 셀(cell)로 구성되었으나, 공간 작업기억 과제와는 달리 검정색 사각형 대신에 숫자 네 개가 제시되었다. 이 때 제시된 숫자와 숫자가 제시된 셀의 위치(왼쪽에서부터 오른쪽으로 1부터 5까지)가 동일한 수의 표상을 나타내는 일치조건과 상이한 불일치 조건으로 구성되었다. 예를 들어, 5×5 의 배열에서 첫 번째 행의 세 번째 셀에 “3”이라는 숫자가 제시되면 숫자가 의미하는 수와 숫자가 제시된 위치가 의미하는 수가 동일하게 되므로 일치조건에 해당되며, 만일 같은 위치에 숫자 “2”가 제시된다면 숫자가 의미하는 수와 숫자가 제시된 위치가 의미하는 수가 서로 다르기 때문에 불일치 조건에 해당된다. 또한 숫자가 제시된 위치와 공간 작업기억 과제에서 사각형이 제시된 위치가 네 개 중에 세 개가 동일한 경우는 공간 작업기억 과제와 공간 스트룹 과제의 자극 배열 유사성이 75%인 조건이 되며, 한 개만 동일한 경우는 자극 배열 유사성이 25%인 조건에 해당된다.

실험 절차

실험 참가자들은 그림 1에서 보는 바와 같이 처음 500ms 동안 제시되는 공간 작업기억 과제의 자극 배열(학습 배열)을 기억한 뒤 1,000ms 동안 제시되는 고정점(+)을 응시하게 된다. 그 후 공간 스트룹 과제가 제시되며, 실험 참가자들은 숫자가 제시된 위치를 모두 구두로 명명하고 나서 스페이스 바를 누르게 된다. 예를 들면, 그림 1에서 공간 스트룹 과제에서 요구되는 올바른 반응은 “5, 1, 2, 4”로 숫자가 제시된 위치에 해당하는 수를 명명하는 것이다. 그런 다음 다시 1,000ms 동안 고정점이 제시되고 나서 5×5 의 매트릭스에 하나의 자극이 제시(검사 배열)된다. 이 때, 검사 배열의 자극의 위치가 학습 배열에서 제시된 자극들의 위치 중 하나와 일치하면 키보드의 숫자패드에서 “1”키를 누르도록 실험 참가자에게 지시하였다. 반면 검사 배열의 자극의 위치가 학습 배열의 자극들의 위치와 일치하지 않으면 “2”키를 누르도록 하였다. 반응이 끝난 후, 3,000ms 동안 무선 점 패턴 자극이

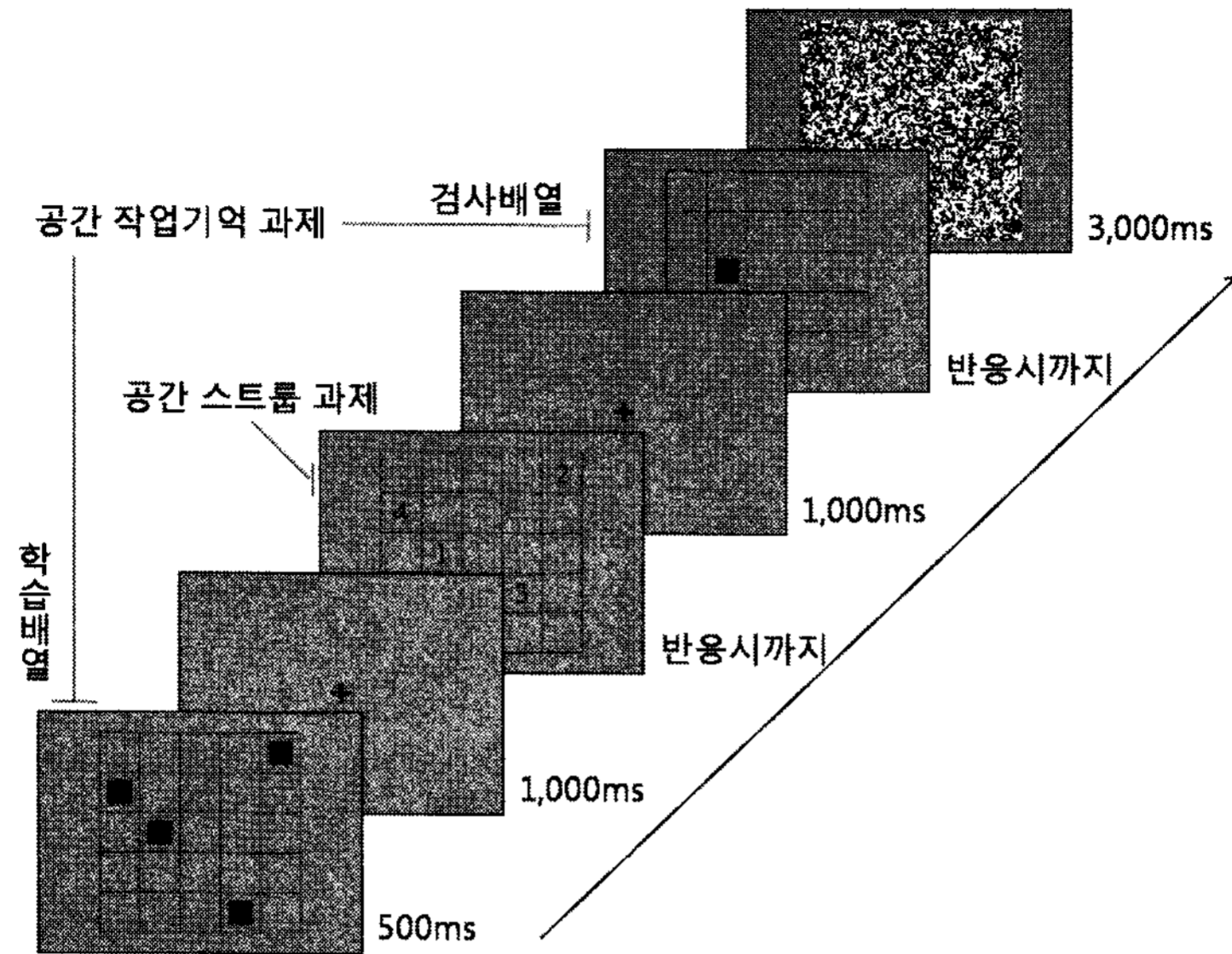


그림 1. 실험 1의 자극 및 절차(스트룹 불일치 조건, 자극 배열 유사성 75% 조건)

제시되고 나서 다음 시행이 시작되었다. 모든 과제는 총 100개의 시행으로 구성되었으며, 유사성 조건(75%/25%)별로 살펴보면 각각 50시행이며, 스트룹 조건(일치/불일치)별로 살펴보면 각각 50시행으로 구성되었다. 또한 본 시행 전에 15회의 연습 시행을 실시하였다.

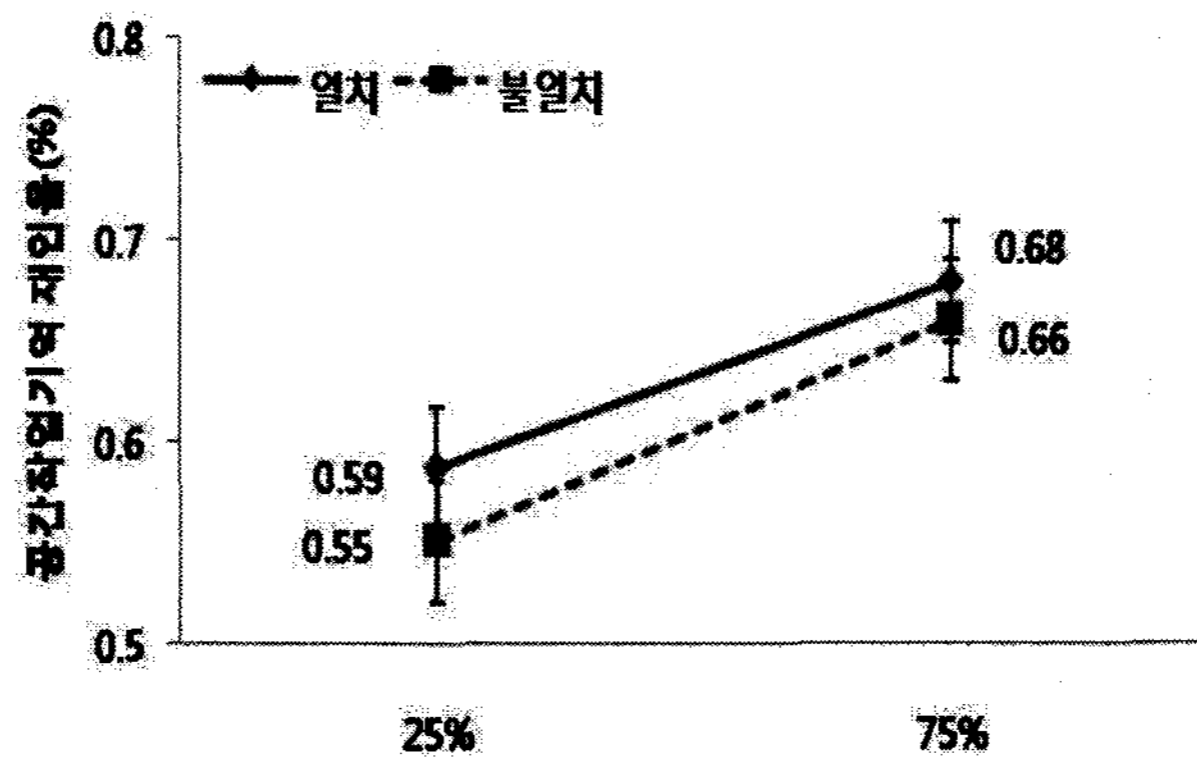
실험 설계 및 분석

공간 스트룹 과제의 공간 및 대상 기반 주의가 공간 작업기억 과제 수행에 미치는 영향을 살펴보기 위해서 공간 작업기억과 공간 스트룹 과제의 자극 배열 유사성(75%, 25%)과 스트룹 조건(일치, 불일치)에 따른 2×2의 혼합 설계를 적용하고, 반복측정 변량분석을 실시하였다.

결과 및 논의

선택적 주의의 양상에 따른 공간 작업기억 과제 수행의 차이를 살펴보기 위해서 공간 작업기억 과제와 공간 스트룹 과제의 자극 배열 유사성과 스트룹 조건에 따른 반복측정 변량분석을 실시하였다. 그 결과, 공간 작업기억 과제와 공간 스트룹 과제의 자극 배열이 유사할수록 공간 작업기억 과제의 재인율이 높은 것으로 나타났다, $F_{(1,44)} = 26.21, MSe = 0.02, p < .001$. 반면, 스트룹 조건에 따라서는 공간 작업기억 과제의 재인율이 차이가 없었으며, $F_{(1,44)} = 2.37, MSe = 0.01, n.s.$, 유사성 조건과 스트룹 조건의 상호작용 역시 유의하지 않은 것으로 나타났다, $F_{(1,44)} = 0.50, MSe = 0.02, n.s.$ (그림 2).

이러한 결과는 공간 스트룹 과제의 자극 배열이 공간 작업기억의 자극 배열을 시연, 즉 공간 시연에 도움을 주었기 때문에 나타난 것으로 해석할 수 있다. 즉 성공적인 공간 작업기억 수행을 위해서 공간 정보에 대한 시연이 필요한데(6), 공간 스트룹 과제 수행시 요구되는 공간-기반 주의가 이러한 공간 시연을 간섭함에 있어 공간 작업기억 과제와 공간 스트룹 과제의 자극 배열 유사성이 높을수록 그 영향이 작은 것으로 볼 수 있다. 반면에 공간 스트룹 과제에서 제시된 숫자와 숫자가 제시된 위치의 속성을 비교하는 과정에 관여되는 대상-기반 주의는 공간 작업



공간작업기억과제와 공간스트룹 과제의 자극배열 유사성

그림 2. 실험 1의 결과

기억 과제 수행에 영향을 주지 않는 것으로 볼 수 있다. 즉 공간 작업기억 과제가 요구하는 양상과 대상-기반 주의의 자원 양상이 서로 다르기 때문에 스트룹 조건에 따라 공간 작업기억 과제의 재인율이 차이가 없는 것으로 해석할 수 있다. 이는 공간 작업기억에서 요구되는 자원의 양상이 공간-기반 주의 양상과 동일하기 때문에 공간-기반 주의에 의해서 영향을 받을 수 있다고 주장한 Kim, Kim과 Chun[12]의 결과를 지지하는 것이며, 작업기억 과제에서 요구되는 자원의 양상과 주의 자원의 양상이 동일한 경우에 선택적 주의가 작업기억에 영향을 줄 수 있음을 제시한 연구들을 지지하는 것이다[6, 8, 10].

한편 공간 작업기억 과제와 공간 스트룹 과제의 자극 배열이 유사할수록 공간 작업기억 과제의 수행이 우수한 것으로 나타난 것이 공간 스트룹 과제 수행과의 득실관계(trade-off)로 인한 것인지를 확인하기 위해서 자극 배열 유사성 조건에 따른 공간 스트룹 과제의 반응시간에 대한 분석을 실시하였다. 그 결과, 자극 배열 유사성이 높을수록 공간 스트룹 과제의 반응시간이 빠른 것으로 나타났다, $F_{(1,44)} = 62.32, MSe = 130,395.63, p < .001$. 따라서 자극 배열 유사성에 따른 공간 작업기억 과제 수행이 공간 스트룹 과제 수행에 의한 득실관계가 아님을 확인할 수 있었다.

실험 2. 공간- 및 대상-기반 주의가 시각 작업기억에 미치는 영향

실험 2는 실험 1과 마찬가지로 공간 스트룹 과제의 공간-기반 주의와 대상-기반 주의가 시각 작업기억에 미치는 영향을 살펴보기 위해 공간 스트룹 과제와 시각 작업기억 과제의 자극 배열 유사성과 스트룹 조건에 따른 시각 작업기억 재인율을 측정하였다. 만일 공간 스트룹 과제에서 요구되는 대상-기반 주의가 시각 작업기억에 영향을 미친다면 스트룹 불일치 조건에서 시각 작업기억의 재인율이 감소할 것으로 예상할 수 있으며, 대상-기반 주의와 공간-기반 주의가 모두 시각 작업기억에 영향을 미친다면 자극 배열 유사성 조건과 스트룹 조건의 상호작용 효과를 기대할 수 있을 것이다.

실험 참가자

충남대학교에서 심리학 관련 수업을 수강하는 재학생 45명(남자 20명, 여자 25명)이 과목 이수 요건으로 실험에 참가하였다. 모든 참가자들은 오른손 사용자였으며, 화면에 제시되는 자극을 지각하는데 문제가 없는 정상 또는 교정(0.7 이상)을 지니고 있었다.

실험 자극 및 도구

공간 작업기억 과제 대신에 시각 작업기억 과제를 제시하는 것을 제외하면 실험 1과 동일하다. 시각 작업기억 과제는 공간 작업기억 과제에서 네 개의 검정색 사각형 대신에 7가지 색상(빨강, 파랑, 노랑, 초록, 보라, 하양, 검정) 중 4가지의 색상을 가진 사각형 네 개가 제시되었으며, 자극이 제시된 위치가 아닌 자극의 색상을 기억하도록 실험 참가자에게 지시하였다.

실험 절차

모든 절차는 공간 작업기억 과제 대신에 시각 작업기억 과제로 대체시킨 것을 제외하면 실험 1과 동일하였다. 실험 참가자는 시각 작업기억 과제의 학습 배열에서 제시된 4가지 색상을 기억하고 있다가 공간 스트룹 과제를 실시한 후 시각 작업기억 과제의 검사 배열에서 제시되는 자극의 색상이 시각 작업기억의 학습 배열에서 제시된 색상 중 하나이면 “1”키를 누르고, 처음 제시되는 색상이면 “2”키를 누르도록 하였다. 예를 들면, 그림 3에서 제시된 시행에서 실험 참가자는 “노랑, 파랑, 초록, 빨강”의 색을 기억한 후, 공간 스트룹 과제에서 “5, 1, 2, 4”로 각 숫자가 제시된 공간적 위치에 해당하는 수를 구두로 명명하게 된다. 그 다음에 시각 작업기억 과제의 검사배열에서 제시된 자극의 색이 “검정”이므로 시각 작업기억 과제의 학습배열에서 기억했던 색들과 다른 색이기 때문에 실험 참가자는 “2”키를 누르면 된다.

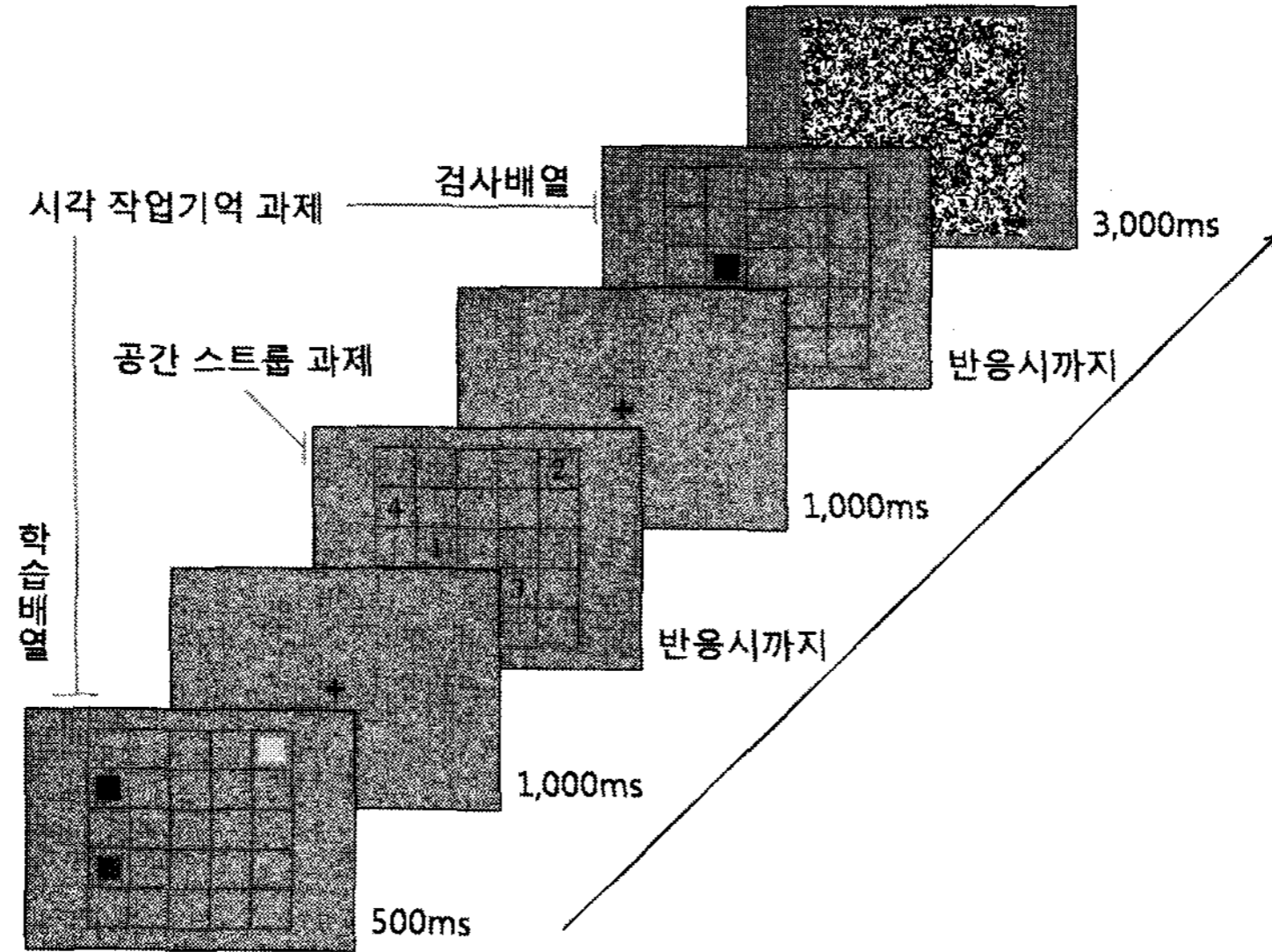


그림 3. 실험 2의 자극 및 절차(스트룹 불일치 조건, 자극 배열 유사성 75%인 조건)

실험 설계 및 분석

공간 스트룹 과제의 공간 및 대상 기반 주의가 시각 작업기억 과제 수행에 미치는 영향을 살펴보기 위해서 시각 작업기억과 공간 스트룹 과제의 자극 배열 유사성(75%, 25%)과 스트룹 조건(일치, 불일치)에 따른 2×2의 혼합 설계를 적용하고, 반복측정 변량분석을 실시하였다.

결과 및 논의

공간 및 대상-기반 주의가 시각 작업기억에 미치는 영향을 살펴보기 위해서 시각 작업기억과 공간 스트룹 과제의 자극 배열 유사성과 스트룹 조건에 따른 반복측정 변량분석을 실시하였다. 그 결과, 스트룹 불일치 조건보다 일치 조건에서 시각 작업기억 과제의 재인율이 높은 것으로 나타났다, $F_{(1,44)} = 21.46, MSe = 0.02, p < .001$. 반면 시각 작업기억 과제와 공간 스트룹 과제의 자극 배열 유사성 조건에 따

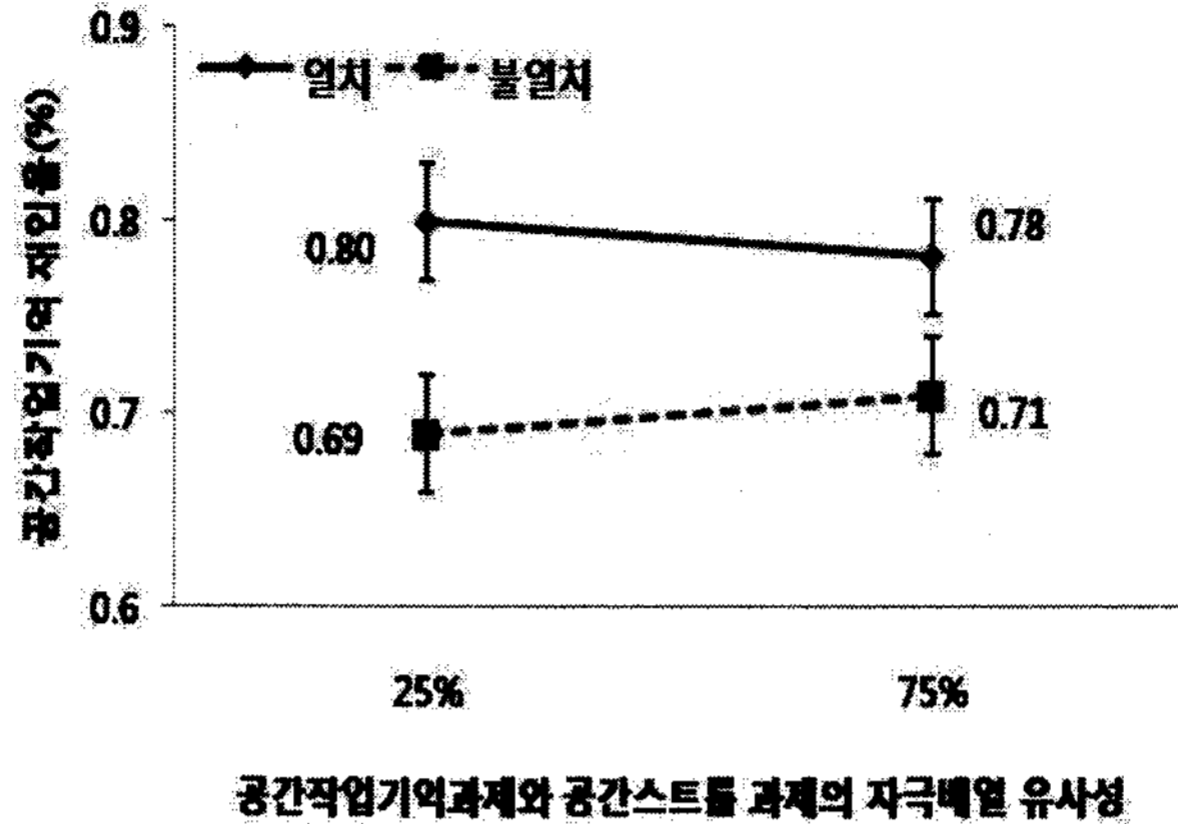


그림 4. 실험 2의 결과

라서는 시각 작업기억 과제의 재인율이 차이가 없는 것으로 나타났으며, $F_{(1,44)} = 0.01, MSe = 0.01, n.s.$, 유사성 조건과 스트룹 조건의 상호작용 효과도 유의하지 않은 것으로 나타났다, $F_{(1,44)} = 1.57, MSe = 0.01, n.s.$ (그림 4).

이러한 결과는 우선 스트룹 일치 조건이 불일치 조건보다 쉬운 조건에 해당하기 때문에 스트룹 불일치 조건보다 일치 조건에서 시각 작업기억 과제의 수행이 더 우수한 것으로 볼 수 있다. 그러나 실험 1과 2가 동일한 패러다임이며, 실험 1과 2 모두에서 공간 스트룹 과제가 사용되고 동일하게 스트룹 일치조건과 불일치 조건이 존재한다는 것을 고려해 볼 때, 스트룹 과제의 난이도가 작업기억 과제의 수행에 단순히 영향을 주었다면 실험 1에서는 스트룹 조건의 주효과와 자극 배열 유사성 조건과의 상호작용 효과가 모두 유의한 결과가 나타났어야만 한다. 하지만 실험 1에서는 단지 공간 작업기억 과제와 공간 스트룹 과제의 자극 배열 유사성 조건의 주효과만 유의한 것으로 나타났기 때문에 단순히 스트룹 과제의 조건별 난이도가 시각 작업기억 과제의 재인율에 영향을 준 것으로 해석하는 것은 적절치 않다.

따라서 공간 스트룹 과제에서 제시된 숫자와 숫자가 제시된 위치가 표상하는 수의 속성을 비교하는 과정에서 관여하는 대상-기반 주의가 자극의 색에 주의를 기울여야 하는 시각 작업기억의 대상에 대한 시연에 영향을 주었기 때문에 나타난 것으로 볼 수 있다. 즉 주의 자원의 양상(대상-기반 주의)과 시각 작업기억에 요구

되는 자원의 양상이 동일하기 때문에 불일치 조건에서 시각 작업기억 과제 수행을 대상-기반 주의가 간섭한 것으로 해석할 수 있다[18]. 반면 실험 1에서는 유의하였던 자극 배열 유사성 조건의 주효과가 실험 2에서는 유의하지 않은 것은 시각 작업기억 과제에서 요구되는 자원의 양상과 공간-기반 주의의 양상이 서로 동일하지 않기 때문에 영향을 주지 않은 것으로 볼 수 있다. 다시 말하면 주의의 자원 양상과 작업기억 과제에서 요구되는 자원의 양상이 서로 동일한 경우에만 영향을 주는 것으로 해석할 수 있으며, 실험 1에서 주의와 작업기억 자원 양상이 동일한 경우에만 서로 영향을 준다는 연구들을 입증하는 것이다.

실험 1과 마찬가지로 스트룹 불일치 조건에서 시각 작업기억 재인율이 저조한 것이 공간스트룹 과제 수행과의 득실관계로 인한 것인지를 살펴보기 위해서 스트룹 조건에 따른 공간 스트룹 과제의 반응시간에 대한 분석을 실시하였다. 그 결과, 스트룹 불일치 조건보다 일치 조건에서 공간 스트룹 과제의 반응시간 빠른 것으로 나타났다. $F_{(1,44)} = 24.43, MSe = 33,506.29, p < .001$. 따라서 스트룹 조건에 따른 시각 작업기억 재인율의 차이가 공간 스트룹 과제 수행과의 득실관계가 아님을 확인하였다.

종합논의

본 연구는 선택적 주의와 작업기억의 자원 양상에 따라 이들의 관계를 살펴본 연구들의 결과가 다르며, 각각의 관계를 개별적인 과제를 통해서 살펴볼 수 밖에 없다는 제약을 바탕으로 동일한 패러다임 내에서 선택적 주의가 작업기억에 미치는 영향을 살펴보고자 수행되었다. 이를 위해서 공간-기반 주의와 대상-기반 주의가 모두 관여하는 공간 스트룹 과제를 사용하여 선택적 주의의 자원 양상에 따른 공간과 시각 작업기억 과제의 수행 변화를 살펴보았다.

연구 결과를 살펴보면, 실험 1에서는 공간 작업기억 과제와 공간 스트룹 과제의 자극배열 유사성이 높은 조건에서 공간 작업기억 과제의 재인율이 높은 것으로 나타났으며, 스트룹 조건에 따라서는 차이가 없는 것으로 나타났다. 반면 실험 2에서는 스트룹 불일치 조건에서 시각 작업기억 과제의 재인율이 낮은 것으로 나타났으

며, 시각 작업기억 과제와 공간 스트룹 과제의 자극배열 유사성 조건에 따라서는 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 실험 1과 2에서 모두 자극배열 유사성과 스트룹 조건의 상호작용 효과가 유의하지 않은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 작업기억에서 요구되는 자원의 양상과 선택적 주의의 자원의 양상이 동일한 경우에만 선택적 주의가 작업기억 과제 수행에 영향을 미친다는 것을 시사하는 것이다. 즉 공간 작업기억 과제의 자극 배열을 기억하기 위해서 사용되는 공간 시연이 공간 스트룹 과제의 공간-기반 주의에 의해서 간섭을 받아, 배열 유사성이 달라짐에 따라 공간 작업기억 과제의 재인율이 변화한 것으로 해석할 수 있다. 한편 시각 작업기억 과제의 자극들을 기억하려면 각 대상에 대한 시연과정이 요구되며, 이러한 과정이 공간 스트룹 과제의 대상-기반 주의에 의해 영향을 받기 때문에 스트룹 조건에 따라 시각 작업기억 과제의 재인율의 차이가 존재한 것으로 볼 수 있다. 다시 말해, 시각 작업기억이 공간 작업기억의 영향을 받지 않고 대상-기반 주의를 사용한다는 것을 확인할 수 있었다. 결국, 과제들에서 요구되는 주의 자원의 양상이 서로 동일한 경우에만 영향을 받는다는 연구들[6, 7, 8, 10-11]을 지지하는 결과이다.

그러나 스트룹과제의 반응시간을 분석한 결과를 살펴보면, 공간 작업기억 이중 과제에서는 공간 작업기억에 부하를 가할 경우에만 스트룹 과제의 반응시간이 증가하였던 반면, 시각 작업기억 과제에 부하를 가할 경우에는 스트룹 일치 및 불일치 조건 뿐만 아니라 과제간 자극배열 유사성에 따라 스트룹과제 반응시간에 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 시각 작업기억 과제 수행 시에 색상에 대한 시각 작업기억뿐만 아니라 음운 작업기억의 부하가 공간 스트룹 과제의 단어 의미에 자동적 처리를 억제하는 데 간섭을 주어 스트룹 과제 수행을 감소시킨다고 주장한 Kim 등[12]의 주장을 지지하는 것으로 해석할 수 있다.

작업기억과 선택적 주의의 관계를 살펴본 선행 연구들은 선택적 주의와 작업기억의 단일한 양상만을 실험에 적용시켜 살펴보았기 때문에 그 결과에서 서로 일치되지 않는 결과들을 보여주었으며, 작업기억과 공간-기반 주의 또는 작업기억과 대상-기반 주의의 관계를 살펴보기 위해서는 서로 개별적인 주의과제를 사용해야 하고 이로 인해 작업기억과 주의의 관계를 일반화하는 데 어려움이 있었다. 예를 들어, 공간-기반 주의와 대상-기반 주의는 서로 독립적이기 때문에 과제의 종류와

과제가 요구하는 주의에 따라 결과가 달라지며[20], 뇌영상 연구를 기반으로 대상-기반 주의와 공간-기반 주의가 별개의 처리 경로를 갖는다는 주장[21]과 달리, Fink 등[22]은 공간-기반 주의와 대상-기반 주의가 상호작용 한다고 주장하였고, Arrington 등[23]은 이 두 가지 주의 기제가 공통의 신경 기제를 공유한다고 제안하였다. 그러나 본 연구는 공간-기반 주의와 대상-기반 주의가 모두 관여하는 공간 스트룹 과제를 사용하여 동일한 패러다임 내에서 공간과 시각 작업기억 과제 수행에서 요구되는 시연과정에 어떠한 주의 자원이 관여하는지에 대해 통합적으로 살펴봄으로써, 선행연구들 간의 불일치한 결과들에 대해 효과적인 설명을 제공한다는 데 의의가 있다.

본 연구에서 공간 스트룹 과제와 작업 기억 과제의 자극 배열 유사성 조건과 스트룹 조건간의 상호작용 효과가 실험 1과 2 모두에서 나타나지 않은 것이 공간-기반 주의와 대상-기반 주의가 서로 독립적임을 시사하는 것으로 볼 수 있다[20, 21]. 즉 공간 작업기억은 공간 시연을 위해 공간-기반 주의가 요구되는 반면, 시각 작업기억은 대상에 대한 시연을 위해서 공간-기반 주의가 아닌 대상-기반 주의가 요구되는 것을 의미하는 것이다. 그러나 공간-기반 주의와 대상-기반 주의가 서로 상호작용하며, 이 두 가지 주의 기제가 공통의 신경 기제를 공유하는 것으로 본 Fink 등[22]과 Arrington 등[23]의 연구결과와는 상반되는 결과이기 때문에 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] Engle, R. W., Kane, M. J., & Tuholski, S. W. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence and functions of the prefrontal cortex, In A. Miyake, and P. Shah(Eds.), *Models of working memory*(pp. 102-134), Cambridge University Press.
- [2] Kane, M. J., Bleckly, M. K., Conway, A. R. A., & Engle, R. W. (2001). A controlled-attention view of working memory capacity: Individual differences in memory span and the control of visual orienting, *Journal of Experimental Psychology*:

General, 130(2), 169-183.

- [3] 김초복, 서창원, 민윤기 (2004). 시각작업기억 및 중앙집행부의 부하가 시각탐색의 효율성과 반응시간에 미치는 영향: 임시완충기의 존재가능성, **한국심리학회지: 실험**, 16, 93-110.
- [4] 민윤기, 김초복 (2005). 시각 및 집행작업기억의 부하가 스트룹 효과에 미치는 영향, *Journal of The Korean Data Analysis Society*, 7, 2257-2272.
- [5] 서창원, 전하정, 김초복, 민윤기 (2006). 작업기억의 부하가 공간 스트룹 효과에 미치는 영향, *Journal of The Korean Data Analysis Society*, 8, 1175-1188.
- [6] Awh, E., & Jonides, J. (2001). Overlapping mechanisms of attention and spatial working memory, *Trends in Cognitive Science*, 5, 119-126.
- [7] Han, S. H., & Kim, M. S. (2004). Visual search does not remain efficient when executive working memory is working, *Psychological Science*, 15(9), 623-628.
- [8] Woodman, G. F., & Luck, S. J. (2004). Visual search is slowed when visuospatial working memory is occupied, *Psychonomic Bulletin & Review*, 11(2), 269-274.
- [9] Woodman, G. F., Vogel, E. K., & Luck, S. J. (2001). Visual search remains efficient when visual working memory is full, *Psychological Science*, 12(3), 219-224.
- [10] Awh, E., Jonides, J., & Reuter-Lorenz, P. A. (1998). Rehearsal in spatial working memory, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(3), 780-790.
- [11] Downing, P. E. (2000). Interaction between visual working memory and selective attention, *Psychological Science*, 11(6), 467-473.
- [12] Kim, S. Y., Kim, M. S., & Chun, M. M. (2005). Concurrent working memory load can reduce distraction, *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 102, 16524-16529.
- [13] Baddeley, A. (1986). *Working memory*, Oxford: Oxford University Press.
- [14] Jiang, Y., Olson, I. R., & Chun, M. M. (2000). Organization of visual short-term memory, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26, 683-702.
- [15] Tresch, M. C., Sinnamon, H. M., & Seamon, J. G. (1993). Double dissociation of

- spatial and object visual memory: Evidence from selective interference in intact human subjects, *Neuropsychologia*, 31, 211-219.
- [16] Kahneman, D., & Henik, A. (1981). Perceptual organization and attention. In M. Kuvoby & J. Pomerantz (Eds.), *Perceptual organization*(pp. 181-211). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- [17] Treisman, A., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention, *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- [18] Wuhr, P., & Waszak, F. (2003). Object-based attentional selection can modulate the Stroop effect, *Memory & Cognition*, 31, 983-994.
- [19] Stewart, L., Walsh, V., & Frith, U. (2004). Reading music modifies spatial mapping in pianist, *Perception & Psychophysics*, 66(2), 183-195.
- [20] Vecera, S. P. & Farah, M. J. (1994). Grouped locations and object-based attention: Comment on Egly, Driver, & Rafal (1994). *Journal of Experimental Psychology: General*, 123, 316-320.
- [21] Ungerleider, L. G., & Mishkin, M. (1982). Two cortical visual systems, In D. J. Ingle, M. A. Goodale, & R. J. W. Mansfield(Eds.), *Analysis of visual behavior*(pp. 549-586). Cambridge, MA: MIT Press.
- [22] Fink, G. R., Dolan, R. J., Halligan, P. W., Marshall, J. C., & Frith, C. D. (1997). Space-based and object-based visual attention: Shared specific neural domains. *Brain*, 120, 2013-2028.
- [23] Arrington, M. C., Carr, T. H., Mayer, A. R., & Rao, S. M. (2000). Neural mechanisms of visual attention: Object-based selection of a region of space. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 106-117.

1 차원고접수 : 2007. 11. 27

2 차원고접수 : 2008. 3. 21

최종게재승인 : 2008. 4. 21

(Abstract)

Effects of Object- and Space-Based Attention on Working Memory

Yoon-Ki Min Boseong Kim Chong-Wook Chung

Department of Psychology, Chungnam National University

This study investigated the effects of space- and object-based attention on spatial and visual working memory, by measuring recognition of working memory on the spatial Stroop task including two modalities of attention resource. The similarity condition of stimulus arrangement between working memory task and spatial stroop task was manipulated in order to examine the effects of space-based attention on spatial rehearsal during working memory task, while Stroop condition was manipulated in order to examine the effects of object-based attention on object rehearsal during working memory task. The results showed that in a condition that stimulus arrangement was highly similar for the spatial working memory task and the spatial Stroop task, recognition accuracy of the spatial working memory was high, but it was not significantly different with the Stroop conditions. In contrast, the recognition accuracy of visual working memory in the incongruent Stroop condition was lower than that in the congruent Stroop condition, but it was not significantly different with the similarity conditions (25% vs. 75%). The results indicated that selective attention has effects on working memory only when resource modality of working memory is the same as that of selective attention.

Keywords : selective attention, the space-based attention, the object-based attention, the spatial working memory, the visual working memory