

## 기억항목들 간의 유사성이 시각작업기억 수행에 미치는 영향\*

김 혜 윤

현 주 석<sup>†</sup>

중앙대학교 심리학과

본 연구는 기억항목들 간 유사성이 시각작업기억 수행에 미치는 영향을 조사하였다. 기억 과제로는 변화탐지과제가 사용되었으며, 기억항목을 유사성 수준별로 실험 1에서는 두 개 그리고 실험 2에서는 세 개의 기억 쌍들로 구성해 순차 제시하였다. 기억항목 쌍들의 순차 제시에 뒤이어 기억항목들에 대한 전체 혹은 부분탐사를 실시해 색상이 변화한 항목의 유무를 보고하도록 요구하였다. 각 기억화면에 제시된 기억항목 쌍 내의 개별 항목들은 서로 다른 범주의 색상 혹은 동일한 색상 범주 내에서 분명히 구분되는 색상을 각각 보유하도록 처치하였다. 전자의 경우 기억항목들 간 색상 유사성이 낮은 경우에 해당되었으며 후자의 경우 높은 경우에 해당되었다. 실험 결과, 기억항목들 간 색상 유사성이 높은 경우에 비해 낮은 경우 변화탐지가 정확한 것이 관찰되었으며, 이러한 상대적 정확성은 부분탐사가 실시된 경우 더욱 분명했다. 본 연구의 결과는 기억항목들 간 유사성이 낮을 경우 시각 작업 기억 수행이 촉진될 가능성을 시사한다.

주제어 : 기억항목들 간 유사성, 시각작업기억, 변화탐지

---

\* 이 논문은 2014년도 중앙대학교 연구장학기금 지원에 의한 것임.

<sup>†</sup> 교신저자 : 현주석, 중앙대학교 심리학과, (156-756) 서울시 동작구 흑석동 221

Tel : 02-820-5128, E-mail : jshyun@cau.ac.kr

우리의 주변 환경에 존재하는 사물들은 경우에 따라서 매우 복잡하면서도 서로 유사한 시각적 속성으로 구성되어 있다. 이러한 복잡성과 유사성에도 불구하고, 인간은 사물들의 서로 다른 범주를 구분하는데 큰 어려움이 없다. 때때로 이러한 시각적 유사성은 효과적인 사물 범주화가 토대가 되기도 한다(Goldstone, 1994; Nosofsky, 1984, 1986, 1989; Smith & Sloman, 1994). 대개 사물들에 대한 재인 과정에 단기 과제(short-term retention)에 근거한 비교 분석 능력이 근간이 됨을 고려할 때(Kahana & Sekuler, 2002; Nosofsky, 1984), 시각작업기억(visual working memory)의 기능과 시각적 유사성 간의 관련성을 정확히 이해하는 것은 매우 중요하다고 볼 수 있다.

기억항목들 간 유사성이 시각작업기억 수행 능력에 미치는 영향에 대한 기존 연구는, 둘 이상의 기억항목에 대한 단기 재인 과제에서 첫째, 개별 기억항목들과 재인검사 항목간의 유사성에 대한 평가 과정과 둘째, 개별 기억항목들 상호 간 유사성의 두 가지 측면에서 연구가 이루어진 바 있다(Kahana & Sekuler, 2002; Kahana, Zhou, Geller, & Sekuler, 2007; Nosofsky & Kantner, 2006; Viswanathan, Perl, Visscher, Kahana, & Sekuler, 2010). 이 중 첫째의 경우는 단기재인 모형(short-term recognition model)에 관한 경험적 연구를 통해 비교적 그 내막이 상세히 드러난 바 있다. Kahana와 Sekuler(2002)는 기억항목과 검사항목 간의 단기재인 과정이 각각의 감각적 유사성 평가치를 더한 합산 유사성(summed similarity)을 통해 이루어진다고 가정하여, 기억항목과 검사항목 간의 유사성이 높을수록 합산 유사성이 증가

하므로 검사항목을 기억항목이라고 판단할 가능성이 커진다고 주장하였다. 예를 들어 사인파 격자무늬 자극의 방향, 진폭과 위상을 각각 변화시켜 기억항목과 미끼항목(lure) 간의 유사성을 증가시킨 결과 둘 간의 유사성이 증가할수록 미끼자극을 기억항목으로 오인(false recognition)할 가능성이 커지는 것이 관찰되었다.

기억항목과 검사항목 간의 유사성을 고려하는 합산 유사성에 비해, 기억항목 자체들 간 유사성(inter-item similarity)의 역할에 대해서는 다소 상반되는 주장들이 제기된 바 있다. 먼저 Kahana와 Sekuler의 유사성합산 모형(Kahana & Sekuler, 2002; Kahana, et al., 2007)은, 합산 유사성이 평가되는 과정에 기억항목 간 유사성 평가치(Parameter  $\beta$ )가 최종적으로 더해져 재인 의사 결정이 수행되는 것으로 가정하였다. 예를 들어, Nosofsky와 Kantner(2006)는 색상 자극들의 명도, 채도 및 색상 차원에 걸쳐 유사성을 증감시킨 단기재인 과제를 통해  $\beta$ 가 제외된 경우보다 포함된 경우, 단기재인 모형의 예측 정확도가 높아지는 것을 발견하였다. 특히 Viswanathan 등(2010)은 기억항목들 간 상호 유사성이 클 경우 미끼항목을 검사항목으로 오인하는 경향이 증가하는 것을 관찰하였으며, 이는 기억항목들 간 상호 유사성이 증가할 때 시각작업기억 수행이 저하될 가능성을 보여준다.

이와는 반대로, 기억항목들 간 유사성이 시각작업기억 수행을 촉진시킬 가능성을 시사하는 연구 사례 또한 보고된 바 있다. 예를 들어 Lin과 Luck(2009)은 기억항목들이 유사할 경우 단기 재인 과제의 일종인 변화탐지과제

(change detection task)의 수행이 상대적으로 그렇지 않은 경우보다 정확한 것을 발견하였다. 변화탐지과제는 시각작업기억 수행 능력을 측정하는 과제로, 일련의 기억항목들을 제시하고 약 1초 정도의 기억 지연 시간(memory delay interval) 이후 제시되는 검사항목과의 비교를 통해 기억항목의 변화 유무를 탐지하도록 요구하는 과제이다. 이 변화 유무 탐지가 정확할수록 기억항목이 시각작업기억에 정확히 저장되어 있었음을 의미한다. Lin과 Luck은, 특정 색상 범주에 속하는 색상들로 구성된 유사색상(homogeneous color) 자극과, 서로 완전히 다른 범주의 비(非)유사색상(heterogeneous color)들로 구성된 기억항목들을 대상으로 변화탐지 과제 수행 정확도를 비교하였다. 그 결과, 유사색상 기억항목들에 대한 변화탐지가 비유사색상 기억항목에 대한 변화탐지보다 좀 더 정확한 것을 관찰하였다.

Lin과 Luck의 이러한 결과는 변화탐지 과제에서, 서로 다른 유사성 수준을 보유한 기억항목들의 기억 처리 특성을 규명하는데 중요한 역할을 하였다. 구체적으로 Lin과 Luck은 유사색상 기억항목 두 개와 이와 현저하게 다른 비유사색상 기억항목 하나를 무선적 순서에 따라 순차 제시하였으며, 이 중 가장 처음 제시된 기억항목 즉 최초항목에 대한 변화탐지 정확도에 주목하였다. 그 결과, 유사색상 최초항목의 변화탐지 정확도가 비유사색상 최초항목의 변화탐지 정확도보다 높았다. 또한 유사색상 최초항목에 뒤이어 또 다시 유사색상 항목이 출현한 경우(75.6%)에 비해, 비유사색상 항목이 출현한 경우(70.9%) 변화탐지 정확도가 저하된 것을 관찰하였다. 이는 두 유

사색상 기억항목들 사이에 출현한 비유사색상 기억항목이 유사색상 기억항목들 간 유사성 처리를 간섭한 것으로 해석할 수 있다. 즉, 유사한 자극들끼리 연이어 순차적으로 제시되는 맥락에서는 기억 수행이 촉진될 수 있으나, 비유사 항목이 그 사이에 제시될 경우에는 이러한 촉진 효과가 상쇄될 가능성을 보여준다.

Lin과 Luck의 연구 결과는 물리적으로 동일한 기억항목들이라 할지라도 그것들이 제시되는 순서에 따른 시간적 맥락의 차이에 따라서 감각적으로는 상이한 기억 표상이 형성될 수 있으며 그에 따라 기억 수행에 변화가 초래될 수 있음을 의미한다. 특히 이러한 기억 표상 형성에 있어서 시간적 맥락의 영향력이 기억항목들 간의 유사성 수준과 밀접한 관련이 있음을 시사한다. 그럼에도 불구하고 서로 현저히 다른 범주의 색상 자극을 사용한 세 번째 실험의 경우 유사 혹은 비유사색상 범주별 기억항목 개수가 서로 동일하지 않았기 때문에, 최초에 제시된 유사 그리고 비유사 기억항목 간 기억 정확도 차이가 뒤이어 출현한 비유사 기억항목의 색상 범주 차이가 촉발시킨 현출성에서 비롯되었을 가능성이 있었다. 구체적으로, 그들의 연구에서는 유사색상 기억항목 두 개 그리고 비유사색상 기억항목 한 개가 사용되었는데, 이 경우 색상 범주가 완전히 다른 한 개의 비유사 기억항목은 다른 유사 기억항목들과 현저히 구분되므로 초점 주의 집중을 촉발시킬 가능성이 있다(Hunt, 1995). 이 경우 초점 주의가 비유사 기억항목에 집중되어 두 유사 기억항목 간 유사성 수준에 대한 평가를 방해할 수 있으며, 따라서 최초 제시된 기억항목에 대한 앞선 변화탐지 정확도

차이가 반드시 유사성 수준의 차이에 기인했다고 해석하는 것이 어려워진다.

또한 그들의 연구에서는 개별 기억항목들을 순차 제시함으로써 나타난 최신 효과(recency effect)로 인해 최종 제시된 기억항목에서 예상되었던 유사성 효과에 대한 해석이 불분명했다는 문제점이 있었다. 예를 들어, Lin과 Luck의 세 번째 실험에서는 마지막 유사색상 항목에 대한 변화탐지 정확도는, 선행한 기억항목이 유사색상인 경우(81.7%)와 비유사색상인 경우(81.9%) 간 차이가 없었으며, 이는 기억항목들 간 유사성 처치의 효과가 최신 효과에 의해 상쇄되었기 때문일 가능성이 있다. 따라서 한 개의 기억항목을 순차적으로 제시하는 과정에서 예상되는 문제점들을 최소화하여, 기억항목들 간 유사성이 기억 수행에 미치는 영향을 검증해 볼 필요가 있다.

이를 위해 본 연구에서는 자극 구성 및 제시 방법으로 유사 혹은 비유사색상 기억항목들을 쌍별로 묶어(pairing) 순차 제시함으로써 이러한 문제점을 감소시켰다. 예를 들어 유사색상 조건의 경우, 첫 번째와 두 번째 쌍 내의 짝지어진 두 개의 기억항목들은 서로 동일 색상 범주 내의 유사한 색상을 가지되, 두 쌍 간의 색상 범주는 서로 완전히 다르도록 처치하였다. 반대로 비유사색상 조건에서는, 첫 번째와 두 번째 쌍 내의 짝지어진 기억항목들이 완전히 다른 색상 범주의 비유사색상을 가지되 쌍 간에 걸쳐서는 같은 범주의 유사색상이 출현할 수 있도록 처치하였다. 이처럼 유사성 처치의 영향력을 적어도 개별 기억 쌍 내의 두 기억항목들에 균형적으로 국한시킴으로써 유사 혹은 비유사색상 조건에 대한 자극 처치

를 분명히 구분하였으며, 또한 이러한 유사성 처치로 인한 기억 수행이 감각적 현출성이나 최신효과 등에 의해 변화될 가능성을 최소화시켰다.

## 실험 1

실험 1에서 실시되는 변화탐지과제는, 단기재인과제가 사용된 기존 연구들(Kahana, et al., 2007; Nosofsky & Kantner, 2006; Viswanathan, et al., 2010)과 비교할 때 관찰의 정확한 대상에서 다소 차이가 있다. 변화탐지과제는 기억이 요구된 항목과 이를 검사하는 항목 간 차이가 있을 때 이를 정확히 보고하는 반응(hit)과 그렇지 않은 경우 차이가 없다고 정확히 보고하는 반응(correct rejection)의 상대적 비율을 추정해 기억 오류를 제외한 정반응을 살펴봄으로써 기억 표상의 정확성 여부를 정량적으로 측정하는 데에 중점을 둔다. 반면 단기재인과제의 경우, 기억과 검사 항목 간의 일치 여부를 정확히 보고하는 기억 정확성 여부에 관계없이 두 항목이 서로 동일하다고 보고한 시행들('Yes' trials)에 초점을 맞춘다. 특히 미끼자극을 표적 자극으로 오인하는 오류 시행 또한 주요 관찰의 대상으로 포함시켜 검사항목을 기억항목과 비교해 관찰자가 '같다'고 결정하는 의사결정(decision making) 과정의 특성을 규명하는 데 초점을 둔다(현주석, 2012). 이와 같은 단기재인 모형 연구들은 기억항목들 간 유사성 요인이 관찰자의 반응을 결정하는 감각적 평가치 합산 과정과 반응 역치에 미치는 영향을 체계적으로 조사하는데 유용하지만, 기억 표상의 정확성 여부를 정량화시켜 추정하는 데

에는 다소 한계가 있다. 본 연구에서는 이러한 재인 의사 결정 과정보다는 기억항목들 간 유사성이 기억 수행에 미치는 영향을 정확성 면에서 평가하는 것에 좀 더 초점을 두었으며, 따라서 변화탐지과제를 사용하였다<sup>1)</sup>.

본 실험의 변화탐지과제에서는, 색상 차원에서 같은 범주 내에서 유사한 혹은 다른 범주 간에 걸쳐 유사하지 않은 색상 도형을 사용하되 기억항목들을 유사성 수준 따라 두 세트로 구분해 순차적으로 제시하였다. 다수의 기억항목들을 하나의 배열(array)로 구성해 동시 제시하는 일반적인 변화탐지과제의 자극 제시 방식에 비해 본 연구에서 시도된 기억항목의 순차 제시 방식은 유사성 수준에 대한 보다 명확한 처치를 위해 아래와 같은 중요한 차이점을 가진다.

먼저, 단일 범주 내의 여러 색상, 예를 들어 빨강과 주홍색 등의 색상을 기억항목으로 한꺼번에 제시할 경우 빨강과 주홍은 상호간 유사성이 높을 수 있으나, 다른 범주의 색상, 즉 초록과 연두 등과는 현저히 구분되는 특성을 가진다. 따라서 단일 범주 내의 색상이 아닌 둘 이상의 범주 즉 초록과 연두 그리고 빨강

과 주홍 등의 색상을 기억항목으로 제시해 녹색과 붉은색 범주 내에서 각기 유사성이 높은 항목 세트들을 구성할 수 있는데, 이들 항목을 하나의 배열에 동시 제시할 경우 서로 다른 두 색상 범주 간의 차이로 인해 유사성이 낮은 항목 세트, 예를 들어 초록과 빨강 그리고 연두와 주홍이 반드시 출현하는 문제점이 생긴다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해, 기억항목들을 색상 유사성 수준에 따라서 서로 다른 두 기억항목 세트로 구분하고 이 두 세트를 변화탐지과제의 단일 시행 내에서 각기 순차적으로 제시하였다(그림 1 참고). 예를 들어, 상호간 유사성이 높은 기억항목들에 대한 변화탐지가 요구될 경우, 파란색 계열의 유사색상(Blue1 & Blue2)을 일부 선택해 첫 번째 기억항목 세트로 제시하고 뒤이어 녹색 계열의 유사색상(Green1 & Green2)을 일부 선택해 두 번째 기억 세트로 제시하였다. 반대로 유사성이 낮은 기억 배열에 대한 변화탐지 수행이 요구될 경우, 기억항목으로 색상 범주가 완전히 구분되는 색상들로 구성된 두 세트(Blue1 & Green1 그리고 Blue2 & Green2)를 구성해 각기 첫 번째 및 두 번째 기억항목 세트로 순차 제시하였다.

이처럼 기억항목들을 두 세트로 나누어 순차 제시하는 것은 기억항목들 간의 상이한 유사성 수준을 구분하기 위해서는 효과적인 방법이지만, 변화탐지를 위한 기억 검사 단계에서는 매우 흥미로운 예측을 가능케 한다. 예를 들어, 기억항목들의 제시로 인한 기억 저장 단계에서는 순차 제시로 인해 두 세트가 유사색상 혹은 비유사색상 세트로 구성되었는

1) 색상도형을 사용한 변화탐지 과제의 정확성은 ‘변화있음’ 및 ‘변화없음’ 시행에 대한 참가자의 반응 정답률(%)을 통해 주로 평가되었다(Luck & Vogel, 1997; Vogel, Woodman & Luck, 2001). 그러나 반응편향이나 추측반응 등이 포함된 정답률 측정치를 보정하기 위해 신호탐지 이론에 기초한  $d'$  혹은  $a'$  등이 사용되거나(Hollingworth & Rasmussen, 2010; Johnson, Hollingworth & Luck, 2008; Hollingworth, 2006), 경우에 따라서는 참가자의 기억에 저장된 항목개수 추정치인  $k$ 값(Rouder, Morey, Morey & Cowan, 2011) 등이 사용된 연구들도 흔히 발견된다.

지가 뚜렷이 구분된다. 그러나 검사 단계에서 두 세트 모두에 대한 동시 다발적인 인출 및 기억 재인을 요구할 경우, 인출된 기억항목들에는 사실상 유사색상과 비유사색상 항목이 함께 존재하는 상황이 되므로 기억항목의 순차 제시에 의한 유사성 처치 효과가 다소 감소할 가능성이 있다. 반면 두 세트의 항목들 중 명시적으로 한 세트에 대한 인출만을 요구할 경우 기억항목 세트의 순차 제시 효과는 그대로 유효할 가능성이 있다. 즉 저장 단계에서 유사 혹은 비유사색상 세트를 순차 제시한 결과 초래된 유사성 효과가, 인출 단계에서 동일한 유사성 처치가 이루어진 세트 혹은 그렇지 않은 세트에 대한 재인을 요구할 경우 각기 상이하게 나타날 수 있다.

본 연구에서는 이러한 인출 단계에서의 검사 방식의 차이에 따른 유사성의 영향력 또한 살펴보기 위해, 전체 기억항목들에 대한 인출을 요구하는 전체탐사 방식 그리고 두 세트 중 한 세트에 대한 인출만이 요구되는 부분탐사 방식을 기억 검사에 적용함으로써 기억항목의 유사성 수준이 인출 과정에 초래하는 영향력에 대한 관찰을 추가하였다.

## 방 법

**참가자** 서울 중앙대학교에 재학 중인 15명(남자 7명, 여자 8명, 평균 21.9세)의 대학생들이 실험에 참가하였다. 이들 중 11명은 유급 피험자이며, 나머지 4명은 학부 심리학 강의 수강생 중 실험 참가에 자원한 경우로 구성되었다. 모든 참가자들은 정상 색신과 정상 교시력을 가졌으며, 모두 오른손잡이였다. 본

실험에 참가하기에 앞서 모든 참가자는 실험에 대한 과제 및 절차를 서면과 그림 및 실험자의 구두설명을 통해 제공받았다.

**자극 및 실험절차** 그림 1에 실험 1의 절차를 도해하였다. 실험은 참가자의 눈에서 75cm거리의 22인치 LCD 모니터를 통해 진행되었다. 실험화면의 배경은 회색이었으며, 참가자들은 매 시행 처음마다 화면 중앙에 500ms 동안 제시되는 검은색 점( $0.26^\circ \times 0.26^\circ$ )을 응시하도록 지시받았다.

실험에서 기억 및 검사항목으로 사용된 사각형 도형( $0.69^\circ \times 0.69^\circ$ )의 색상은 채도와 명도를 달리해 점진적으로 변화하는 색 배열을 보유한 색상환(Color wheel) 상에서 다음의 기준에 따라 추출되었다. 먼저 색상환 상의  $0^\circ$ 부터  $359^\circ$  위치 중  $90^\circ$ ,  $198^\circ$ ,  $298^\circ$  위치를 중심으로 색상 범주가 시각적으로 뚜렷이 구분되는 초록(Green), 파랑(Blue), 진홍(Magenta) 계열의 세 가지 차별화된 색상 범주를 구분하였다. 다음으로 각 범주의 중심 위치( $90^\circ$ ,  $198^\circ$  및  $298^\circ$ )으로부터 양방향  $12^\circ$  간격으로 네 개씩 총 8개의 유사색상들이 추출되어 결과적으로 유사색상 세 범주 각각 8개씩 도합 24개의 색상 도형이 실험에 사용되었다.

개별 변화탐지 시행에서 총 네 개의 색상 자극이 기억항목으로 제시되었으며, 두 개의 색상 자극씩 짝을 지워 각기 기억화면1과 기억화면2로 순차 제시되었다. 매 시행마다 세 가지의 색상 범주 중 무선 선택된 두 색상 범주 내에서 각각 두 개씩의 색상이 무선 추출되었다. 매 시행은 두 개의 기억화면이 순차적으로 제시되도록 구성되었는데, 하나의 화면마

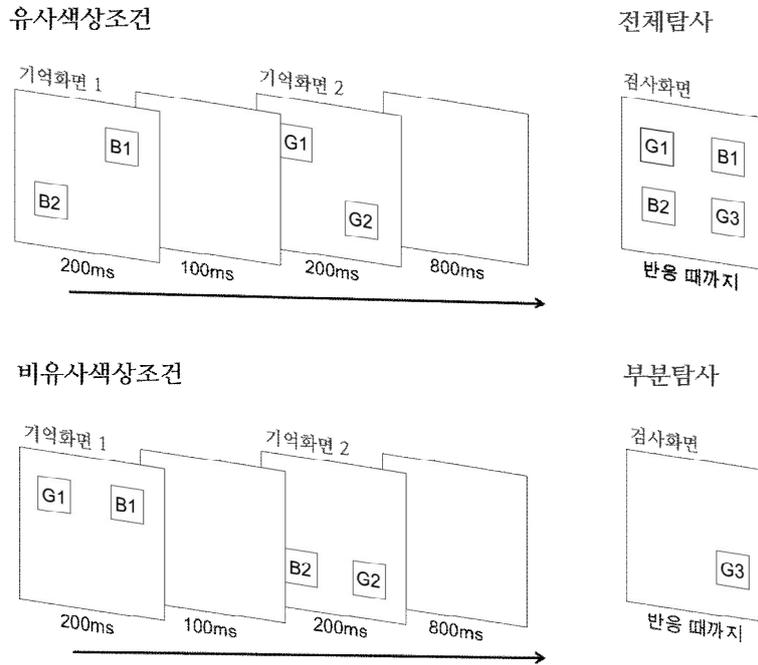


그림 1. 실험 1의 '변화있음' 시행의 절차 예시. 유사색상 조건에서는 동일 색상 계열의 두 유사색상 항목이 쌍을 이루어 기억화면1 혹은 2를 구성하였으며, 비유사색상 조건에서는 반대로 다른 색상 범주의 두 색상자극이 쌍을 이루어 화면1, 화면2를 구성하였다. '변화있음' 시행에서 변화를 초래한 검사 항목의 색상은, 상응하는 기억항목과 항상 동일한 색상 범주 내의 색상들 중 기억항목과 구분되는 하나를 선택하였다. 개별 참가자의 전체 시행은 전체탐사(상단) 및 부분탐사(하단) 구획으로 구성되었으며, 각 구획내에서 유사 및 비유사색상 시행들의 순서는 무선화되었다. B는 파랑색, G는 초록색 계열의 색상 자극을 예시한다

다 두 개의 색상자극이 기억항목으로 동시 제시되었다. 각 기억화면 내 두 개의 기억항목이 동일 범주 내 혹은 범주 간 색상인지에 따라 유사색상 조건과 비유사색상 조건으로 나뉘었다. 유사색상 조건에서는 각 기억화면에 제시되는 두 기억항목이 동일한 색상 범주 내 유사색상 수준들로 구성되었으나, 비유사색상 조건에서는 각 기억화면에 제시되는 기억항목이 서로 다른 색상 범주에서 추출되었다. 실험에 사용되는 각 색상 범주의 유사색상 수준들은 색상환에서의 차이각도가  $36^\circ$  내인 범위에서 제시되도록 조정하여 화면에서 동일한

색상 범주로 처리될 수 있도록 통제하였다.

검사화면은 전체탐사와 부분탐사로 구성되었다. 전체탐사 조건에서는 순차적으로 제시된 두 기억화면에서 나타난 모든 자극이 한꺼번에 동시 제시되었으며, 50%의 확률로 한 검사 항목의 색상이 상응하는 위치의 기억항목과는 다른 같은 색상 범주 내에서 구분되는 다른 색상으로 변화하였다. 부분탐사에서는 순차 제시된 기억화면 중 하나를 50% 확률로 선택해 그 화면 내의 두 항목 중 하나를 다시 50% 확률로 선택하였으며, 선택된 기억항목과 동일한 색상 범주내의 다른 색상을 보유한 항

목을 대응되는 위치에 검사항목으로 제시하였다. 전체탐사의 경우와 마찬가지로 선택된 기억항목의 색상이 변화할 확률은 50%였다. 특히 변화탐지를 위한 색상 변화량을 정의함에 있어서 동일한 색상 범주 내의 색상 변화량(색상환에서의 차이각도)을 48°로 고정시켜 기억과 검사항목 간 변화량의 차이가 각 시행에서 일관되도록 처치하였다.

매 시행이 시작되면 첫 번째 기억화면이 200ms 동안 제시되고, 100ms의 시간간격 동안 빈 화면이 제시된 후 두 번째 기억화면이 200ms 동안 제시되었다. 이후 800ms의 빈 화면이 제시되고 나서 검사화면이 참가자들이 반응을 할 때까지 지속적으로 제시되었다. 참가자들은 매 시행마다 기억항목과 검사항목 간 색상의 변화 유무를 키보드의 두 버튼("Z" 또는 "/")를 통해서 보고하도록 요구 받았다. 각 버튼은 피험자에 따라 역균형화(Counterbalancing)되었다. 각 실험 참가자마다 구획으로 나누어진 전체탐사와 부분탐사를 각각 수행하게 하였으며, 구획의 순서는 각 참가자마다 역균형화되었다. 각 탐사유형별 시행은 320시행으로 구성되었고 총 640시행을 수행하였다. 각각의 구획마다 20시행 이후 20초의 짧은 쉬는 시간이 주어졌으며, 160시행 이후 참가자가 충분히 휴식을 취할 수 있는 시간이 주어졌다. 실험을 시작하기 전에 참가자들은 서면과 그림을 통해 실험자로부터 과제 및 절차에 대한 설명을 받고 충분한 연습 시행을 거친 후 본 실험을 진행하였다. 변화탐지 과제에 있어서 수행의 정확도가 강조되었으며, 속도는 강조되지 않았다.

## 결 과

먼저 그림 2에 실험 1의 결과를 요약하였다. 전체 조건을 평균한 변화탐지 정확도는  $73.2 \pm 3.91\%$ 이었다. 유사성 처치 없이, 색상 범주가 분명한 색상 도형들 사용해 기억항목 네 개 정도에 대한 평균 변화탐지 정확도가 대개 80% 이상을 상회했던 과거의 연구 사례들을 고려할 때(Luck & Vogel, 1997; Vogel et al., 2001), 유사성 처치가 시도된 실험 1의 변화탐지 과제가 상대적으로 다소 어려웠던 것으로 보인다<sup>2)</sup>. 전체탐사에서는 유사색상 조건(기억화면1, 2 각각  $66.9 \pm 8.99\%$ ,  $76.8 \pm 8.96\%$ )과 비유사색상 조건( $69.2 \pm 5.21\%$ ,  $76.4 \pm 6.30\%$ ) 간 유사한 정확도 패턴을 보였으며, 부분탐사의 경우 비유사색상 조건( $73.8 \pm 7.33\%$ ,  $80.4 \pm 8.53\%$ )의 변화탐지 정확도가 유사색상 조건( $67.8 \pm 5.35\%$ ,  $74.1 \pm 7.17\%$ )에 비해 높은 패턴을 보였다. 또한 전체탐사 및 부분탐사의 각각의 유사 및 비유사색상 조건에서 모두 기억화면1에 비해 화면2에서 정확도가 높은 패턴을 보였다.

세부 처치조건에 따른 정확도 변화를 조사하기 위해, 탐사유형(전체 혹은 부분탐사), 색상조건(유사 혹은 비유사색상 조건), 탐사대상(기억화면1 혹은 기억화면2)의 세 변인을 대상으로 반복측정에 근거한 삼원변량분석(repeated-measure 3-way ANOVA)을 실시하였다.

2) 본 연구에서의 변화탐지 과제 난이도의 상대적 증가는, 기억항목들 간 색상 유사성 처치가 기억항목들 간 유사성 뿐만 아니라 검사항목과의 유사성에도 필연적으로 영향을 미치기 때문인 것으로 짐작되며, 이러한 과제 난이도 증가는 유사성 처치가 시도된 Lin과 Luck(2009)의 연구에서도 발견된다(Experiment 1).

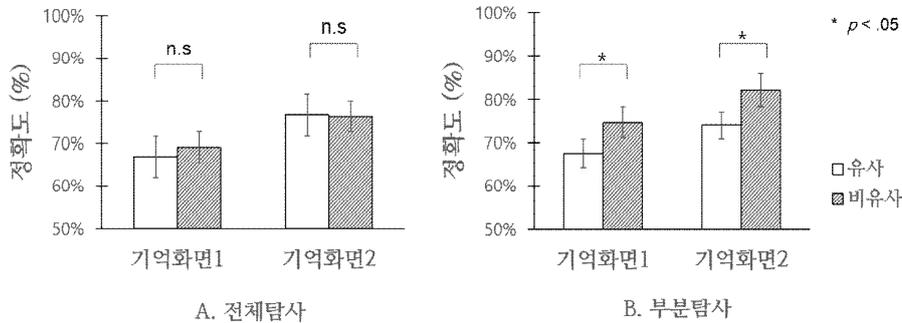


그림 2. 실험 1에서 관찰된 변화탐지 정확도. 전체탐사 조건에서는 유사성 처치에 따른 정확도 차이가 분명하지 않았지만, 부분탐사 조건에서는 비유사색상 시행의 경우가 유사색상 시행에 비해 정확했던 것으로 나타났다

분석 결과 탐사유형 변인(전체탐사 및 부분탐사 각각  $72.3 \pm 5.11\%$ ,  $74.0 \pm 4.69\%$ )의 주효과는 유의미하지 않았으나,  $F(1, 14) = 1.27$ ,  $p = .28$ , 색상조건 변인의 주효과는 유의미했으며,  $F(1, 14) = 7.93$ ,  $p < .05$ , 유사색상 조건( $71.4 \pm 4.33\%$ )의 정확도가 비유사색상 조건( $75.0 \pm 4.89\%$ )보다 낮은 것으로 나타났다. 탐사대상 변인의 주효과 또한 유의미하게 나타났는데,  $F(1, 14) = 34.6$ ,  $p < .01$ , 기억화면1에 비해( $69.4 \pm 4.47\%$ )에 비해 기억화면2( $76.9 \pm 4.78\%$ )에 대한 변화탐지 정확도가 높았으며 이는 최신효과(recency effect)의 분명한 영향을 의미한다. 변인들 간의 이원 및 삼원 상호작용은 분석 결과 유의미하지 않았다, all  $ps > .11$ .

비록 삼원변량분석 결과 유의미한 이원 및 삼원 상호작용이 발견되지 않았으나, 이는 다수의 변인이 분석에 포함됨에 따라 각 상호작용 변량이 상대적으로 줄어들어 상호작용 효과를 감소시켰을 가능성이 있다. 또한 부분탐사에서의 유사 및 비유사색상의 평균 정확도(각각  $71.0 \pm 5.85\%$ ,  $77.1 \pm 6.49\%$ )와 전체탐사에서

의 각 색상조건의 정확도(유사 및 비유사 각각  $71.8 \pm 7.42\%$ ,  $72.8 \pm 4.81\%$ ) 상호간 차이가 상이한 패턴으로 나타났다는 점에서, 색상조건의 주효과가 탐사유형에 따라 상이하게 발현될 가능성을 보여준다. 이를 면밀히 살펴보기 위해 전체탐사와 부분탐사 각각 반복 측정 이원변량분석(repeated-measure 2-way ANOVA)을 실시하였다. 그 결과 색상조건의 주효과가 탐사유형별로 상이한 결과를 보였다. 전체탐사의 경우 유사( $71.8 \pm 7.42\%$ ) 및 비유사색상( $72.8 \pm 4.81\%$ ) 조건간 차이가 유의미하지 않았으나,  $F(1, 14) = 0.28$ ,  $p = .61$ , 부분탐사의 경우 주효과가 나타났으며,  $F(1, 14) = 8.84$ ,  $p < .05$ , 비유사색상 조건( $77.1 \pm 6.49\%$ )이 유사색상 조건( $71.0 \pm 5.85\%$ )에 비해 높은 변화탐지 정확도를 보였다. 부분탐사 조건에서 각 탐사대상 화면별로 색상조건 간 차이를 쌍별 비교(paired  $t$ -test)를 통해 면밀히 검증한 결과, 기억화면1 및 기억화면2 모두 색상조건 간 유의미한 차이가 관찰되었다,  $t(14) = -2.76$ ,  $p < .05$  그리고  $t(14) = -2.62$ ,  $p < .05$ . 이는 부분탐사의 경우 기억항목들 간 높은 유사성이 기억 수행을

방해하였으나, 전체탐사의 경우 각 유사성 수준에 따른 기억 수행 정확도의 차이가 나타나지 않았음을 의미한다. 탐사대상 화면에 따른 주효과는 전체탐사(기억화면1 및 화면2 각각 68.1±5.82%, 77.0±6.34%)와 부분탐사(70.8±4.82%, 77.3±6.35%) 모두 유의미하게 나타났으며,  $F(1, 14) = 25.2, p < .01$  그리고  $F(1, 14) = 16.1, p < .01$ , 두 탐사유형 모두 최신효과가 분명했던 것으로 나타났다. 색상 조건과 탐사대상 변인 간 상호작용은 전체탐사와 부분탐사 조건에서 모두 유의미하지 않았다, all  $ps > .34$ .

앞서 삼원변량분석에서 탐사유형과 색상조건 간 이원상호작용이 유의미하지는 않았으나,  $F(1, 14) = 2.98, p = .11$ , 탐사유형(전체 혹은 부분) 조건 별로 시도된 색상조건(유사 혹은 비유사색상)간 변화탐지 정확도의 차이가 부분탐사에서만 주효과 차원에서 분명하게 발현된 것은 기억항목에 대한 공고화나 유지 뿐만 아니라 인출에 뒤이은 기억 재인 과정에서 유사성 처치에 따른 영향이 있었을 가능성을 제기한다. 즉, 전체탐사의 경우 모든 검사항목은 기억화면1 및 기억화면2에 관계없이 모두 동시에 제시되어 변화탐지를 요구한다. 따라서 검사화면이 출현한 시점에 기억 인출이 시도될 경우, 기억화면1 또는 기억화면2 쌍들 중의 한 쌍에 대한 선택적인 인출보다는 전체 기억항목들에 대한 동시다발적 인출이 시도될 가능성이 있다. 만약 이러한 동시다발적 인출이 진행될 경우 결과적으로는 검사항목들과 대조하기 위해 인출된 기억항목들은 유사 및 비유사색상 처치에 의한 유사성 처치의 수준이 뚜렷이 구분되기 보다는 두 수준이 혼재되

어 서로의 영향력을 상쇄시키고 있었을 가능성이 크다.

반면에 부분탐사 조건은, 검사항목이 기억화면1 혹은 화면2 중 한 쌍에 대한 선택적 인출을 요구하게 되므로 기억 저장이나 인출 처리에 실패하지 않은 이상 기억화면1 및 화면2에 제시된 항목에 대한 유사 및 비유사색상 처치가 기억검사 즉 변화탐지 과정에서 그대로 유효한 상황에 해당된다. 따라서 실험 1에서 기억화면1 및 화면2에서 유사성 처치의 영향력이 일관되게 드러날 수 있는 탐사 유형 조건은 전체탐사가 아닌 부분탐사 조건이었음을 추측할 수 있다. 실험 1에서 유사색상 보다는 비유사색상들로 구성된 기억항목 쌍에 대한 변화탐지의 상대적 정확성이 부분탐사 조건에서만 분명하게 나타난 점은 이러한 추측을 뒷받침하는 중요한 증거라고 볼 수 있다.

실험 1의 결과를 종합해 보면, 비유사색상 조건이 유사색상 조건에 비해 변화탐지가 상대적으로 정확한 것이 관찰되었으며, 이는 기억항목들 간 유사성이 낮을 경우 기억 수행이 다소 촉진된 것으로 해석할 수 있다. 특히 부분탐사가 실시된 경우에만 이러한 촉진 효과가 분명했던 것은, 기억항목에 부여된 유사성 처치를 기억검사 과정에서 일관되게 유지해야만 그 처치의 영향력이 기억 수행에 분명하게 반영될 수 있음을 시사한다.

## 실험 2

실험 1에 따르면, 기억항목들 간 유사성이 낮을 경우 기억 수행이 촉진될 가능성이 발견되었다. 그러나 기억항목들 간의 색상유사성

수준과 같은 감각적 차원의 단서들은 기억 부담(memory load)이 적은 경우보다는 상대적으로 늘어나서 과제 수행의 난이도가 증가한 경우, 기억 수행 향상을 위해 참가자가 이를 더 적극 활용함으로써 유사성의 처치에 따른 효과가 더 증가할 가능성이 있다. 따라서 실험 2에서는 기억항목의 개수를 일반적인 시각작업 기억의 용량에 근사하는 네 개 항목(Luck & Vogel, 1997; Vogel et al., 2001)이 아닌 여섯 개 항목으로 늘리고, 실험 1과 동일하게 두 항목씩 쌍을 지어 세 화면에 걸쳐 순차 제시하였다. 특히 기억항목들을 구성할 때 실험 1과

동일하게 유사 혹은 비유사색상을 보유한 일련의 쌍들로 구성해, 기억 부담이 실험 1에 비해 상대적으로 증가하여 시각작업기억 용량을 넘어설 때, 기억항목들 간 유사성이 기억 수행에 미치는 영향을 관찰하였다. 또한 실험 1과 마찬가지로 검사 방식에 따른 차이를 살펴보기 위해 전체탐사 및 부분탐사 방식을 적용하여 인출 과정에 따른 유사성 효과의 차이를 추가적으로 관찰하였다.

**참가자** 서울 중앙대학교에 재학 중인 대학생 15명(남자 7명, 여자 8명, 평균 21.93세)이 실

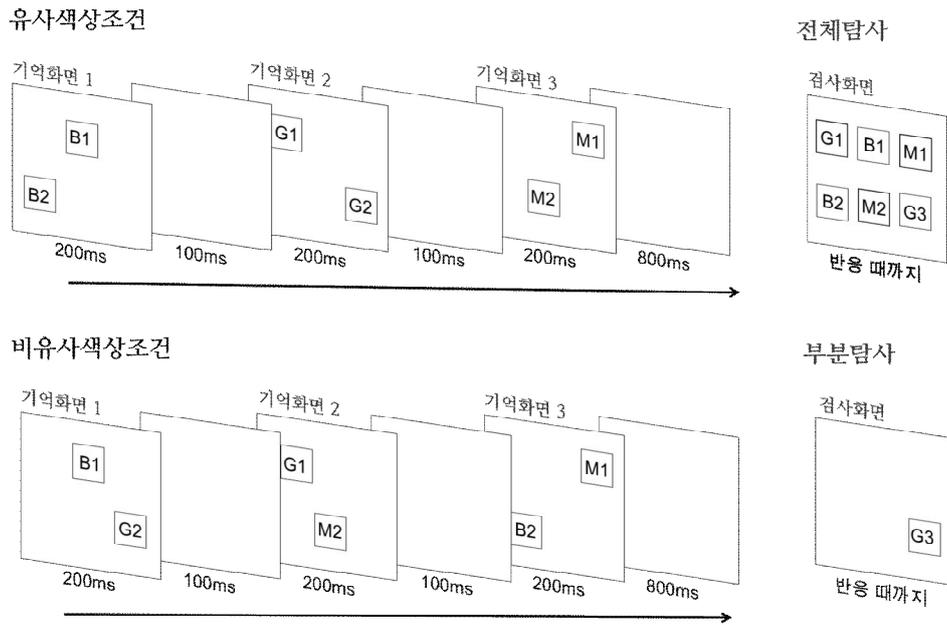


그림 3. 실험 2의 '변화있음' 시행의 절차 예시. 유사색상 조건에서는 동일 색상 계열의 두 색상을 보유한 기억 항목 세 쌍이 순차 제시(기억화면 1, 2, 3)되었으며, 비유사색상 조건에서는 반대로 다른 색상 범주의 두 색상 자극이 쌍을 이루어 순차 제시되었다. 실험 1과 마찬가지로 '변화있음' 시행에서 변화를 초래한 검사 항목의 색상은, 상응하는 기억항목과 항상 동일한 색상 범주 내의 색상들 중 기억항목과 구분되는 하나를 선택하였다. 개별 참가자의 전체 시행은 전체탐사(상단) 및 부분탐사(하단) 구획으로 구성되었으며, 각 구획내에서 유사 및 비유사색상 시행들의 순서는 무선화되었다. B는 파랑색, G는 초록색 그리고 M은 진홍색 계열의 색상 자극을 예시한다

험에 참가하였다. 참가자들은 모두 오른손잡이였으며, 정상 색신에 정상 교정시력을 보고하였다. 이들 중 14명은 유급 피험자이며, 1명은 학부 심리학 강의 수강생 중 실험에 참가를 자원한 경우였다. 본 실험에 참가하기에 앞서 모든 참가자는 서면과 그림 및 구두설명을 통해 실험자로부터 실험과제 및 절차에 대한 설명을 제공받았다.

**자극 및 실험절차** 실험 2에서는 다음을 제외하고는 실험 1과 동일한 자극과 절차가 사용되었다. 실험 2의 자극과 절차를 그림 3에 도해하였다. 실험 1에 비해 실험 2에서는 개별 시행에서 기억항목들이 두 항목씩 쌍을 이루어 세 번에 걸쳐 순차 제시되므로 기억항목의 개수가 총 여섯 개로 증가하였다. 매 시행마다 세 가지 색상 범주(Blue, Green, Majenta)에서 각각 2개의 유사색상이 추출되었다. 개별 기억화면(1, 2, 3) 마다 쌍을 이룬 두 기억항목이 200ms동안 제시되었으며, 세 기억화면이 각각 100ms의 시간간격을 두고 순차적으로 제시되었다. 개별 기억화면 내 기억항목은 실험 1과 동일하게 유사색상 조건과 비유사색상 조건에 따라 구성되었으며, 탐사유형에 따라 전체탐사와 부분탐사가 구획으로 나누어져 참가자별로 역균형화되었다. 참가자들은 각 검사화면 조건별로 30시행씩 총 600시행을 수행하였으며, 모든 시행은 탐사 유형에 따른 구획 내에서 무선화되었다. 각 구획마다 20시행 이후 20초의 짧은 쉬는 시간이 주어졌으며, 150시행 이후 참가자가 충분히 휴식을 취할 수 있는 시간이 주어졌다. 실험 1과 동일한게 변화탐지과제의 정확도가 강조되었으며, 속도는 강

조되지 않았다.

## 결 과

실험 2의 변화탐지 정확도 결과를 그림 4에 요약하였다. 전체 조건을 평균한 변화탐지 정확도는  $66.3 \pm 5.67\%$ 로, 실험 1에 비해 평균 정확도가 더욱 낮았으며 이는 항목개수가 여섯 개로 늘어남에 따른 기억부담의 증가가 분명한 원인이었던 것으로 해석된다. 전체탐사 조건에서는 실험 1과 마찬가지로 기억화면1, 2 및 3에서 유사색상 조건(기억화면1, 2 및 3 각각  $59.1 \pm 7.67\%$ ,  $62.3 \pm 7.10\%$ ,  $68.1 \pm 9.90\%$ )과 비유사색상 조건( $60.7 \pm 7.70\%$ ,  $60.3 \pm 9.74\%$ ,  $67.9 \pm 11.4\%$ ) 간 변화탐지 정확도가 유사하였으며, 기억화면3에서 변화탐지 정확도가 높은 패턴을 보였다. 부분탐사 조건에서는 기억화면1과 2에서 비유사색상 조건(기억화면1과 화면2 각각  $75.1 \pm 12.9\%$ ,  $75.7 \pm 7.55\%$ )의 정확도가 유사색상 조건( $65.1 \pm 12.4\%$ ,  $66.1 \pm 12.0\%$ )에 비해 높은 패턴이 나타났으며, 기억화면3에서는 두 조건의 정확도가 유사하였다(유사 및 비유사색상 조건 각각  $66.7 \pm 10.7\%$ ,  $68.9 \pm 11.1\%$ ).

변화탐지 정확도 분석을 위해 탐사유형(전체탐사, 부분탐사), 색상조건(유사색상 조건, 비유사색상 조건), 탐사대상화면(기억화면1, 2, 3)의 세 변인을 대상으로 반복측정 삼원 변량 분석을 실시하였다. 분석결과 실험 1과 동일하게 색상조건에 따른 주효과가 유의미하게 나타났으며,  $F(1, 14) = 5.07, p < .05$ , 유사색상 조건( $64.6 \pm 7.14\%$ )에 비해 비유사색상 조건( $68.1 \pm 5.63\%$ )의 평균 정확도가 높았다. 또한 탐사유형에 따른 주효과도 유의미하게

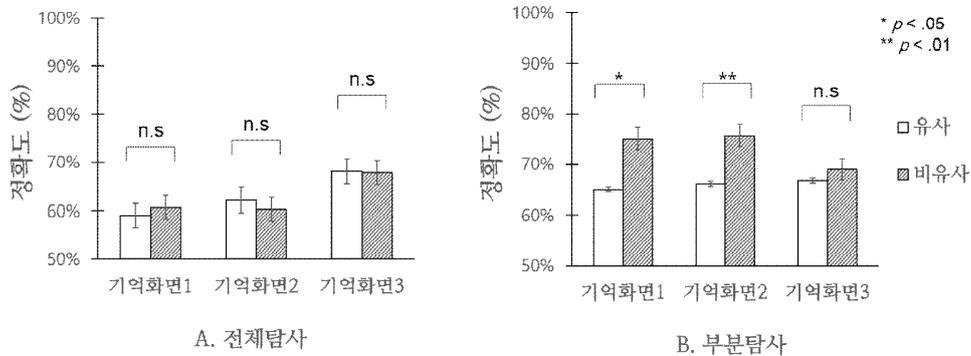


그림 4. 실험 2에서 관찰된 변화탐지 정확도. 실험 1과 동일하게 전체탐사 조건에서는 유사성 처치에 따른 정확도 차이가 분명하지 않았지만, 부분탐사 조건에서는 비유사색상 시행의 경우가 유사색상 시행에 비해 정확했던 것으로 나타났다

나타났으며,  $F(1, 14) = 11.5, p < .01$ , 전체 탐사의 변화탐지 정확도( $63.0 \pm 5.91\%$ )가 부분 탐사( $69.6 \pm 7.57\%$ )에 비해 낮았다. 실험 1과 달리 탐사유형과 색상조건 변인 간 상호작용이 유의미했으며,  $F(1, 14) = 5.66, p < .05$ , 탐사 유형과 탐사대상 변인 간 상호작용도 유의미한 결과를 보였다,  $F(2, 28) = 7.62, p < .01$ . 그 외의 주효과와 이원 및 삼원 상호작용은 유의미하게 관찰되지 않았다, all  $ps > .12$ .

변량분석 결과 비록 세 변인의 삼원상호작용은 유의미하지 않았으나,  $F(2, 28) = 2.07, p = .15$ , 탐사유형과 색상조건 변인 및 탐사유형과 탐사대상 변인의 이원상호작용 결과를 명확하게 검증하기 위해, 탐사유형(전체탐사, 부분탐사) 각각 색상조건과 탐사대상 변인에 대한 반복측정 이원변량분석을 실시하였다. 그 결과 실험 1과 동일하게 부분탐사 조건에서만 색상조건에 따른 주효과가 나타났으며,  $F(1, 14) = 7.32, p < .05$ , 비유사색상 조건 ( $73.2 \pm 7.88\%$ )이 유사색상 조건( $66.0 \pm 10.3\%$ )보다 평균 정확도가 높았던 것으로 나타났다. 이는

전반적으로 기억항목의 유사성이 낮을수록 변화탐지가 상대적으로 정확했음을 의미한다.

탐사유형별로 색상조건과 탐사대상 간 상호작용 또한 각기 상이한 양상으로 나타났다. 부분탐사의 경우 색상조건과 탐사대상 간 상호작용이 유의미하였으나,  $F(2, 28) = 3.99, p < .05$ , 전체탐사의 경우 두 변인 간 상호작용이 관찰되지 않았다,  $F(2, 28) = 0.84, p = .44$ . 부분탐사에서만 나타난 상호작용 결과를 면밀히 검증하기 위해 부분탐사 조건의 시행들만을 분리해, 탐사대상 조건(기억화면 1, 2, 3) 각각 색상조건 간 평균 차이에 대한 쌍별 비교를 실시하였다. 그 결과 기억화면1과 기억화면2에서는 유사색상 및 비유사색상 조건 간 평균 정확도 차이가 유의미했으나,  $t(14) = -2.75, p < .05$  그리고  $t(14) = -3.07, p < .01$ , 기억화면3에서는 비유사색상 조건의 기억 정확도( $68.9 \pm 11.1\%$ )와 유사색상 조건의 정확도( $66.7 \pm 7.55\%$ ) 간 차이가 발견되지 않았다,  $t(14) = -0.70, p = .50$ . 이러한 결과는 전체탐사가 요구된 경우 실험 1에서와 동일하게 유사성

처치의 영향력이 나타나지 않으며, 부분탐사가 요구된 경우 기억항목간의 유사성이 높을 때 기억화면3을 제외하고 기억화면1과 화면2에 대한 변화탐지 정확성이 저하되었음을 의미한다.

한편 전체탐사 조건에서는 탐사대상 변인의 주효과가 관찰되었으나,  $F(2, 28) = 6.97, p < .01$ , 부분탐사 조건에서는 유의미하지 않았다,  $F(2, 28) = 2.67, p = .09$ . 이는 각 탐사유형에 걸쳐 유사성 처치 유형에 따른 최신 효과의 영향력을 가능하기 위해 정확한 이해가 필요한데, 이를 위해 전체탐사 조건의 시행을 유사 그리고 비유사색상 시행들로 각각 분리해, 분리된 두 시행들의 변화탐지 정확도에 대해 탐사대상 변인을 대상으로 반복측정 일원변량 분석(repeated measure 1-way ANOVA)을 실시하였다. 그 결과 유사색상 시행의 경우 탐사대상 조건 간 정확도 차이가 유의미했으나,  $F(2, 28) = 4.60, p < .05$ , 비유사색상 조건의 차이는 유의미하지 않았다,  $F(2, 28) = 3.02, p = .08$ . 이에 대한 좀 더 정확한 분석을 위해 유사색상 시행을 대상으로 각 탐사대상 조건의 평균 간 쌍별 비교를 시도한 결과, 기억화면1과 기억화면2 탐사조건 간 차이를 제외한 기억화면2와 기억화면3,  $t(14) = -2.55, p < .05$ , 그리고 기억화면1과 기억화면3 사이의,  $t(14) = -3.15, p < .01$ , 평균차이가 유의미한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 전체탐사에서는 기억화면3에 출현한 항목이 변화한 경우 변화탐지 정확도가 좀 더 정확했을 가능성을 시사하며, 이러한 최신 효과는 유사색상 조건에서 좀 더 분명했음을 의미한다. 이는 실험 1과 마찬가지로 최신효과가 반영된 결과로 해석되

며, 전체탐사의 경우와 같이 유사성 처치의 영향력이 상대적으로 적은 경우 최신 효과의 영향력이 좀 더 분명할 수 있음을 시사한다.

앞선 삼원변량분석 결과에서 탐사유형(전체 및 부분탐사)과 색상조건(유사 및 비유사색상 조건) 및 탐사대상(기억화면1, 2, 3) 변인간의 삼원상호작용은 유의미하지 않았으나,  $F(2, 28) = 2.07, p = .15$ , 이는 사용한 분석에 다수의 변인이 포함된 변량분석에서 전체 변량 내 삼원상호작용을 설명할 수 있는 변량이 적기 때문에 상호작용 효과가 발현되지 않았을 가능성이 있다. 각 탐사유형별로 색상조건과 탐사대상 간 상호작용 결과를 각기 검증했을 때에는 부분탐사에서만 두 조건 간 상호작용이 나타났다,  $F(2, 28) = 3.99, p < .05$ . 이러한 차이가 나타난 것은 기억 재인 과정에서의 인출 요구에 따라 기억 부담이 유사성 처치 효과에 미치는 영향이 상이할 가능성을 제기한다. 실험 1과 동일하게, 실험 2의 부분탐사 조건에는 검사화면에 단일 검사항목이 제시되어 앞서 순차 제시된 세 기억화면 중 특정 한 화면에 출현했던 기억항목 쌍을 선택해 변화탐지를 수행하도록 요구한다. 다만 실험 1과 달리 실험 2에서는 기억항목의 총 개수가 여섯 개였으므로 순차 제시되는 기억화면 내의 기억항목들에 대한 기억부담이 기억화면3에서 가장 높았을 가능성이 있다. 이러한 기억부담의 상대적 증가는 참가자로 하여금 기억화면1과 화면2의 항목들에 대한 편파적인 기억저장과 함께 기억화면3의 항목들에 대한 기억저장은 포기하도록 강제했을 가능성이 있다. 따라서 부분탐사 조건에서 기억화면1과 화면2의 항목들에 대해서는 유사성 처치의 효과가 분명했

던 반면 기억화면3에서는 정확도의 저하와 함께 유사성 처치의 효과가 분명하지 않았던 것은, 이러한 기억화면3에 대한 기억부담의 증가가 그 원인일 가능성이 매우 크다.

또한 실험 1에서 해석한 바와 같이 검사항목의 일괄 제시에 의해 유사성 처치의 영향력이 미미했던 전체탐사 조건의 경우 참가자는 예상했던 대로 기억항목들에 부여된 유사 및 비유사색상 차원의 기억단서를 적극적으로 활용하지 않은 것으로 보인다. 이는 특히 부분탐사 조건과는 확연히 다르게, 기억화면1과 2에 대해서는 변화탐지 정확도가 매우 저조했으나 기억화면3에서는 정확도가 다소 회복되어 최신효과의 영향력이 뚜렷하게 드러난 점을 고려할 때 더욱 분명해진다. 즉 전체탐사 조건에서 참가자는, 기억저장 과정에서 유사 및 비유사색상 단서에 대한 활용을 시도했으나 전체탐사 요구로 인해 실험 1의 참가자가 경험했던 것과 동일하게 유사성 단서의 활용이 현실적으로 매우 어려움을 이해했을 가능성이 있다. 따라서 유사성 단서에 대한 활용을 시도하기 보다는, 순차 제시되는 세 기억화면 내의 항목 쌍들 모두에 대한 무차별적인 기억저장을 시도했을 가능성이 있으며, 결과적으로 기억 수행의 평균적 저하와 함께 최신효과의 영향력이 상대적으로 분명하게 나타났을 가능성이 있다.

실험 2의 결과를 종합해 보면 부분탐사가 요구된 경우에 국한해, 유사색상 조건에 비해 비유사색상 조건에서 기억 수행이 상대적으로 정확한 것이 관찰되었다. 이는 실험 1과 마찬가지로 기억항목들 간 유사성이 낮을 경우 시각작업기억 수행이 촉진되며, 이러한 촉진 효

과가 기억 부담이 증가했을 때에도 전반적으로 유지됨을 보여준다. 또한 실험 1에 비해 탐사유형에 따른 유사성 처치 효과의 차이가 좀 더 분명해졌는데, 부분탐사가 요구된 경우만 유사성 처치의 효과가 관찰되었으며 전체탐사의 경우에는 이러한 효과가 나타나지 않았다. 이는 실험 1과 마찬가지로 기억항목들에 부여된 유사성 단서를 기억 인출 및 재인 과정에서 일관되고 정확하게 활용할 수 있도록 지정하는 것이 기억 수행에 매우 중요할 수 있음을 시사한다. 한편 부분탐사의 경우 탐사대상이 마지막 기억화면에 출현한 경우에 최신 효과 및 유사성에 의한 기억 수행 차이가 나타나지 않았는데, 이는 개별 항목에 대한 저장 및 재인 요구가 상대적으로 강한 부분탐사의 특성이 선행한 기억항목들에 대한 기억 부담을 증가시켜 기억 수행을 전반적으로 저하시켰기 때문이라고 추측된다.

### 종합논의

본 연구는 기억항목들 간 유사성이 시각작업기억 수행에 미칠 수 있는 영향을 검증하였다. 실험 1의 결과 기억항목들 간의 유사성이 높은 경우에 비해 낮은 경우 변화탐지가 더 정확했으며, 이러한 촉진 효과는 실험 2에서 기억 부담이 상대적으로 증가한 경우 더욱 분명해지는 것이 관찰되었다.

이러한 결과는 단기재인과제를 통해 기억항목들 간 유사성의 영향력을 검증한 Viswanathan 등(2010)의 연구 결과를 뒷받침한다. 이들은 사인과 격자무늬로 구성된 기억항목들 간의 시각적 유사성을 증가시킨 결과 그

에 따른 기억재인 정확도가 저하되는 것을 관찰하였다. 기억항목으로 색상 도형을 사용해 기억항목들 간 유사성 수준을 색상 차원에서 처치한 본 연구에서 동일한 결과가 관찰되었다는 점은 기억항목에 부여된 유사성 단서의 영향력이 매우 일반적이고 강력할 수 있음을 보여주는 매우 중요한 결과이다.

한편 기억항목들 간의 유사성이 낮을수록 기억 수행이 촉진된다는 본 연구의 해석은, 기억항목들간의 유사성 수준이 높을수록 오히려 기억 수행이 촉진될 수 있음을 보고한 Lin과 Luck(2009)의 연구 결과에 대한 해석과 차이가 있다. 특히 그들의 연구 중 서로 다른 범주들로 구성된 기억항목들에 대해 각 범주 내 유사성을 처리할 때 기억 수행이 향상되는 결과는 본 연구의 결과와 상반된다. 연구 중 한 실험에서 유사색상을 보유한 두 개의 기억항목과 이와는 현저히 다른 비유사색상 기억항목 하나를 무선적 순서에 따라 순차 제시하였다. 이 중 최초 출현한 기억항목에 대한 변화탐지 정확도를 조사한 결과, 두 유사색상 항목들 중 하나가 최초로 출현한 경우가 단일 비유사색상 항목이 최초로 출현한 경우보다 기억 수행이 좀 더 정확했다. 또한 유사색상 최초 항목에 뒤이어 비유사색상 항목이 출현한 경우의 변화탐지 정확도가 유사색상 항목이 연이어 출현한 경우보다 낮은 것을 관찰하였다. 이는 두 유사색상 기억항목들 사이에 출현한 비유사색상 기억항목이 유사색상 기억항목들간의 유사성 수준에 의한 기억촉진을 방해한 것으로 해석할 수 있다.

그러나 이러한 Lin과 Luck의 상반되는 해석은 과거 수행된 다수의 관련 연구 및 그들이

사용한 자극과 절차상의 문제점을 고려할 때 다소 받아들이기 어려운 결과이다. 범주화가 요구되는 자극 항목의 유사성이 재인의사결정에 미치는 영향을 조사한 과거의 연구들은 대개 자극의 유사성 수준이 높을수록 재인의사결정에서의 범주화 및 재인오류가 증가하는 것을 보고하였다(Kahana & Sekuler, 2002; Kahana, et al, 2007; Nosofsky & Kantner, 2006; Viswanathan, et al, 2010). 또한 개별 항목을 순차 제시하는 처치는 개별 항목 간의 유사성 차원뿐만 아니라 감각적으로 상이한 개별 자극의 순차 제시로 인한 초점주의의 개입 및 최신 효과의 영향력 등이 유사성 처치와 서로 맞물려 있어 정확한 해석이 매우 어렵다.

Lin과 Luck의 연구에서 나타난 결과를 초점주의와 최신효과의 개입으로 인한 예외적인 결과로 간주하더라도, 실험 1과 2의 결과는 다소 다른 관점에서 해석이 가능하다. 예를 들어, 기억항목들간의 유사성이 낮을수록 기억 수행이 촉진될 수 있다는 점은 반대로 유사성이 높으면 기억 수행이 상대적으로 저하된다는 점과 맞닿아 있다. 이 점을 고려할 때, 유사성이 높은 항목들 쌍의 순차 제시에 의한 실험 1과 2의 처치는 기억항목간 유사성 수준이 직접적인 원인이 아니라 유사 항목들 간의 군집화(grouping)를 초래하며(Beck, 1966, 1972; Olson & Attneave, 1970), 그러한 군집화가 직접적인 영향일 수 있다는 반론이 가능하다.

구체적으로 본 연구의 실험 1과 2의 유사색상 조건에서는 동일 색상 범주 내의 색상을 보유한 기억항목 쌍이 순차 제시되었다. 이 과정에서 함께 출현하는 두 기억항목들의 유사성이 높은 항목끼리 쌍으로 묶어 제시한 처

치는, 두 기억항목 각각의 색상에 대한 구체적인 기억표상보다는 군집화 처리에 의해 해당 색상을 총칭하는 상위 범주(superordinate category)의 색상으로 기억표상을 형성할 가능성이 있다. 이 경우 개별 기억화면 내의 특정 일부 항목에 대한 기억 재인을 요구할 경우 개별 기억항목의 색상 표상 보다는 상위 색상 표상에 기초해 기억 재인이 처리될 가능성이 있다. 즉 상호간 색상 유사성이 높은 기억항목 쌍이 한 기억화면 내에 출현함으로써 인해 두 항목의 개별 색상보다는 두 항목이 속한 상위범주의 단일 색상 범주가 기억에 저장되고 따라서, 뒤이은 변화탐지 과정에서 두 기억항목 중 하나가 검사항목으로 제시되어 ‘변화없음’ 반응이 요구됨에도 불구하고 변화가 발생한 것으로 오인하는 경향이 증가할 수 있다는 해석이다.

그러나 이와 같은 군집화에 의한 상위색상 범주 표상이 직접적인 원인일 경우, 검사항목 출현에 의한 변화탐지 오류는 부분탐사만이 아닌 전체탐사 조건에서도 분명하게 관찰되어야 한다. 예를 들어, 분홍과 자주색 자극이 기억항목으로 제시되었을 경우, 두 색상의 상위 범주 색상은 빨강색에 해당한다. 이 경우 뒤이어 부분탐사 과정에서 분홍색 기억항목이 다시 제시되어 ‘변화없음’ 반응을 요구했다면 기억에 표상된 색상은 빨강색이므로 ‘변화있음’ 반응을 촉발시킬 가능성이 있다. 이러한 예측은 전체탐사의 절차에 의해 분홍색과 자주색 및 색상 범주가 완전히 다른 나머지 두 항목이 모두 제시되어도 동일하게 적용된다. 그럼에도 불구하고 전체탐사 절차에서는 부분탐사와 달리 유사성 처리의 영향력이 전혀 관

찰되지 않았다는 점은 색상유사성에 근거한 군집화 가능성이 실험 1과 2에서 관찰된 결과의 직접적인 원인이 아님을 시사한다.

실험 1과 2의 결과는 기억항목 간 유사성이 일종의 기억단서로서 기억을 촉진시킬 가능성을 가정하는 기억 채택적 관점보다는 오히려 간섭을 촉발시켜 기억재인을 방해할 수 있음을 분명히 한 합산유사성 모형의 관점에서 해석할 필요가 있다. Kahana와 Sekuler (2002)는 사실상 기억항목 간 유사성은 합산 유사성에 더해져 미끼자극을 표적자극 혹은 기억항목 중 하나로 오인할 가능성을 증가시키는데 일조한다고 주장하였다. 그들의 모형에서 기억항목 간 유사성 그리고 기억항목과 검사항목 사이의 유사성은 양측 모두 정확한 기억재인을 방해하는 부정적 역할을 하는 것으로 가정되었다. 특히 기억항목 간 유사성은 항목개수 증가와 더불어 선형적으로 증가하는 상수(constant) 개념으로 소개되고 있으며, 재인 정확도를 결정하는 주요인인 기억항목과 탐사 자극(probe) 사이의 유사성 합산치에 추가되는 오차항(error term) 혹은 잡음의 일부로 분류되고 있다. 예를 들어, 기억항목들 중 하나와 유사한 미끼자극이 탐사자극으로 제시된 경우, 이러한 두 유사성의 총 합산치가 재인의사결정 역치를 상회할 경우 관찰자는 미끼자극을 기억항목 중의 하나로 오인(false positive)하지만, 그렇지 않을 경우 미끼자극으로 정확하게 판단(correct rejection)하게 된다.

실험 1과 2에서 비유사색상 조건이 유사색상 조건에 비해 변화탐지가 정확했다는 점을 바꿔 말하면, 유사색상 조건이 상대적으로 비유사색상 조건에 비해 상대적으로 기억 수행

이 부정확했다는 의미이며 기억항목 간 높은 유사성이 기억 수행에 부정적 영향을 초래한다는 합산 유사성 모형의 예측과 정확히 일치한다. 이러한 상대적인 수행 저하가 전체탐사가 아닌 부분탐사가 요구된 경우 분명했다는 점은, 기억항목간 유사성이 기억저장이나 파지 과정은 물론 재인의사결정이 진행되는 검사항목 출현 시점의 정보처리와 밀접한 관련이 있음을 시사한다. 만약 기억항목 간 유사성의 영향력이 기억항목에 대한 저장 및 파지 과정에 국한된다면, 전체 혹은 부분탐사 여부와 같은 재인검사 방식 차이는 실험 1과 2의 두 탐사유형 조건에서 관찰된 변화탐지 정확도 패턴의 차이를 예측하기 어렵다. 특히 유사성합산 모형에 대한 검증 연구에서 시도된 기억과제가 대개 복수 기억항목과 단일 탐사 자극 간 유사성 평가를 요구하는 부분탐사 방식을 사용했다는 점 또한 본 연구에서 관찰된 부분탐사 조건에서의 유사성의 분명한 영향력에 대한 간접적인 지지 증거가 된다. 따라서 실험 1과 2의 결과는 기억항목 간 유사성을 기억 촉진을 위한 집단화 단서의 역할을 수행하는 것으로 보았던 해석들보다는, 단기재인 과정에서 기억항목 간 유사성 수준과 재인정확도 사이의 반비례적 관계성을 강조한 유사성 합산 모형의 해석을 지지하는 결과로 보는 것이 바람직할 것이다.

그럼에도 불구하고 본 연구 결과를 유사성 합산 모형에 대한 일방적으로 지지 증거로 단정 짓기에는 다소 무리가 뒤따른다. 구체적으로, 실험 1과 2의 부분탐사 절차에서는 개별 기억화면에 제시된 항목 쌍들 중 한 항목에 대해서만 변화탐지가 요구되었다. 이러한 절

차는 앞서 그 가능성이 반박된 군집화에 의한 기억 촉진 여부 등에 대한 명확한 검증에는 다소 부족함이 없지 않다. 즉 군집화에 의한 기억촉진 여부는 군집화의 대상이 된 항목들이 형성한 군집 단위로 재인 검사를 요구하는 것이 적절할 수 있다. 그러나 실험 1과 2에서처럼 단일 검사항목을 제시해 기억화면들 중 하나에 제시된 단일 항목에 대한 변화탐지를 요구하는 방식은 사실상 이러한 군집 단위에 기초한 재인검사와는 매우 다르다고 볼 수 있다. 특히 군집화의 영향을 받을 것으로 예상되는 기억표상의 일부분에 국한된 기억검사가 요구될 경우, 기억표상을 군집화 이전의 개체(element) 상태로 해체하고 해체한 개체에 대한 선택적 접근(selective retrieval)이 요구될 가능성이 있는데, 이 과정에서 기억재인 과정에서의 정보처리 부담이 증가될 가능성이 있다. 여러 세부특징이 공고하게 결합되어 형성된 기억표상의 단일 세부특징에 대한 선택적 인출과 재인을 요구한 기존 연구에서 기억 수행의 저하가 빈번하게 관찰된 점들을 고려할 때(Luck & Vogel, 1997; Patterson, Bly, Porcelli, & Rypma, 2007; Vogel, et al, 2001; Woodman & Vecera, 2011; Xu, 2006), 이러한 반론은 더욱 설득력이 있다.

본 연구는 이와 같은 반론에 대한 분명한 해답을 제시하지 못한다는 점에서 결과 해석의 범위를 제한할 필요가 있으나, 이러한 문제점에 대한 보완이 불가능한 것은 아니다. 예를 들어, 실험 1과 2에서 순차 제시된 기억 항목 쌍 내의 개별 항목에 대한 부분탐사 보다는 기억화면 단위 즉 쌍별 부분탐사가 고려될 수 있으며, 전체탐사의 경우 또한 검사화

면을 검사화면1과 2로 나누어 쌍별 순차 제시하는 방법 또한 시도될 수 있다. 현재 실험 1과 2의 결과를 토대로 이러한 처치 아래의 결과 패턴을 직접 예측하기는 어려우며, 이는 후속 연구를 통해 좀 더 분명한 검증을 시도하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

또한 본 연구의 실험 1과 2에서는 전체 및 부분탐사 변인별로 각각 유사 및 비유사색상 조건의 기억 정확도 차이를 분석했을 때에 탐사유형별로 색상조건에 따른 기억 수행 차이가 상이한 것이 발견되었지만, 각 실험에서 탐사유형(전체 및 부분탐사), 색상조건(유사 및 비유사색상) 및 탐사대상(실험 1의 기억화면1, 2 및 실험 2의 기억화면1, 2, 3) 변인을 모두 포함한 삼원변량분석 결과에서는 두 실험에서 유의미한 상호작용이 나타나지 않았다. 구체적으로 실험 1에서는 부분탐사 조건에서만 비유사색상 조건이 유사색상 조건에 비해 기억 수행이 높았으나, 삼원변량분석에서는 탐사유형과 색상조건 간 상호작용이 유의미한 수준에 미치지 못했다. 실험 2에서는 부분탐사에서 기억화면1과 화면2에서만 비유사색상 조건의 기억 수행이 유사색상 조건에 비해 높았으며 기억화면3에서는 차이가 없는 결과를 보였으나, 탐사유형, 색상조건 및 탐사대상 변인 간 유의미한 삼원상호작용이 발견되지 않았다. 이는 실험 1과 2에서 참가자 수가 각각 15명으로 한정되었다는 점과, 다수의 변인이 분석에 포함됨에 따라 상호작용을 설명할 수 있는 변량이 충분하지 못했던 점에서 기인한 것으로 판단된다.

종합해 볼 때, 기억항목들의 유사성이 시각작업기억 수행 미치는 영향을 조사한 본 연구

에서는 기억항목들 간 유사성이 낮을 경우 기억 수행이 촉진될 가능성이 관찰되었다. 또한 기억항목들 간 유사성 영향력은 기억 인출 및 재인 과정에서 요구되는 정보처리 특성에 상이하게 발현될 가능성이 관찰되었다. 따라서 본 연구는 기억항목들 간의 유사성이 시각작업기억 수행에 중요한 영향을 초래할 수 있음을 시사한다.

### 참고문헌

- 현주석 (2012). 기억자극의 과제 무관론 세부 특징 정보가 과제 관련 세부특징에 대한 시각단기재인에 미치는 영향. *인지과학*, 23(2), 225-248.
- Beck, J. (1966). Effect of orientation and of shape similarity on perceptual grouping. *Perception & Psychophysics*, 1(9), 300-302.
- Beck, J. (1972). Similarity grouping and peripheral discriminability under uncertainty. *The American journal of psychology*, 85(1), 1-19.
- Goldstone, R. L. (1994). The role of similarity in categorization: providing a groundwork. *Cognition*, 52(2), 125-157.
- Hollingworth A. (2006). Scene and position specificity in visual memory for objects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*. 32(1), 58-69.
- Hollingworth, A., & Rasmussen, I. P. (2010). Binding objects to locations: the relationship between object files and visual working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 36(3), 543-

- 564.
- Hunt, R. R. (1995). The subtlety of distinctiveness: What vonRestorff really did. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2, 105-112.
- Johnson, J. S., Hollingworth, A., & Luck, S. J. (2008). The role of attention in the maintenance of feature bindings in visual short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 34(1), 41-55.
- Kahana, M. J., & Sekuler, R. (2002). Recognizing spatial patterns: a noisy exemplar approach. *Vision Research*, 42, 2177-2192.
- Kahana, M. J., Zhou, F., Geller, A., & Sekuler, R. (2007). Lure similarity affects visual episodic recognition: Detailed tests of a noisy exemplar model. *Memory & Cognition*, 35(6), 1222-1232.
- Lin, P. H., & luck, S. J. (2009). The influence of similarity on visual working memory representations. *Visual Cognition*, 17(3), 356-372.
- Luck, S. J., & Vogel, E. K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390, 279-281.
- Nosofsky, R. M. (1984). Choice, similarity, and the context theory of classification. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 10(1), 104-114.
- Nosofsky, R. M. (1986). Attention, similarity, and the identification-categorization relationship. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115(1), 39-57.
- Nosofsky, R. M. (1989). Further tests of an exemplar-similarity approach to relating identification and categorization. *Perception & Psychophysics*, 45(4), 279-290.
- Nosofsky, R. M., & Kantner, J. (2006). Exemplar similarity, study list homogeneity, and short-term perceptual recognition. *Memory & Cognition*, 34(1), 112-124.
- Olson, R. K., & Attneave, F. (1970). What variables produce similarity grouping? *The American Journal of Psychology*, 83(1), 1-21.
- Patterson, M. D., Bly, B. M., Porcelli, A. J., & Rypm, B. (2007). Visual working memory for global, object, and part-based information. *Memory & Cognition*, 35(4), 738-751.
- Rouder, J. N., Morey, R. D., Morey, C. C., & Cowan, N. (2011). How to measure working memory capacity in the change detection paradigm. *Psychonomic Bulletin & Review*, 18, 324-330.
- Smith, E. E., & Sloman, S. A. (1994). Similarity-versus rule-based categorization. *Memory & Cognition*, 22(4), 377-386.
- Viswanathan, S., Perl, D. R., Visscher, K. M., Kahana, M., & Sekuler, R. (2010). Homogeneity computation: How interitem similarity in visual short term memory alters recognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 17(1), 59-65.
- Vogel, E. K., Woodman, G. F., & Luck, S. J. (2001). Storage of features, conjunctions, and objects in visual working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27(1), 92-114.

Woodman, G. F., & Vecera, S. P. (2011). The cost of accessing an object's feature stored in visual working memory. *Visual Cognition*, 19(1), 1-12.

1 차원고접수 : 2015. 03. 18

수정원고접수 : 2015. 04. 29

최종게재결정 : 2015. 04. 29

Xu, Y. (2006). Understanding the object benefit in visual short-term memory: The roles of feature proximity and connectedness. *Perception & Psychophysics*, 68(5), 815-828.

## The Effect of Inter-Items Similarity on Visual Working Memory Performance

Hye-Yun Kim

Joo-Seok Hyun

Department of Psychology, Chung-Ang University

The present study examined the effect of inter-items similarity on visual working memory (VWM) performance. A change detection task was used for testing memory performance, and the memory items consisted of two (in Experiment 1) or three (in Experiment 2) sequentially-displayed pairs of items, varying the level of similarity between the items in each pair. After the memory item, memory test was given according to either a whole or partial-report procedure. The two items in each first and second pair were manipulated to have colors from two different color categories or those from the same categories but made distinctive. The former manipulation was for lower inter-item similarity whereas the latter was for higher inter-item similarity. The results showed that change detection was accurate if the inter-item similarity of memory items was lower rather than higher, especially in the partial-probe condition. These results suggest that VWM performance can be improved if the similarity among the items in visual working memory is lower.

*Key words* : Inter-items similarity, Visual working memory (VWM), Change detection