

조망 높이의 차이가 초래한 감각적 간섭이 시각단기 기억 수행에 미치는 영향

The Influence of Sensory Interference Arising from View-Height Differences on Visual Short-Term Memory Performance

가야금¹ · 현주석^{2*}
Yaguem Ka¹ · Joo-Seok Hyun²

Abstract

Lowering observers' view-height may increase the amount of occlusion across objects in a visual scene and prevent the accurate identification of the objects in the scene. Based on this possibility, memory stimuli in relation to their expected views from different heights were displayed in this study. Thereafter, visual short-term memory (VSTM) performance for the stimuli was measured. In Experiment 1, the memory stimuli were presented on a grid-background drawn according to linear perspectives, which varied across observers' three different view-heights (high, middle, and low). This allowed the participants to remember both the color and position of each memory stimulus. The results revealed that testing participants' VSTM performance for the stimuli under a different memory load of two set-sizes (3 vs. 6) demonstrated an evident drop of performance in the lowest view-height condition. In Experiment 2, the performance for six stimuli with or without the grid-background was tested. A similar pattern of performance drop in the lowest condition as in Experiment 1 was found. These results indicated that different view-heights of an observer can change the amount of occlusion across objects in the visual field, and the sensory interference driven by the occlusion may further influence VSTM performance for those objects.

Key words: View-height, Visual Scene, Occlusion, Visual Short-term Memory, Change Detection

요약

관찰자의 조망 높이의 감소는 시각장면 내의 사물들 간 중첩의 증가를 초래해 해당 사물들의 정체 파악을 어렵게 만들 가능성이 있다. 본 연구는 이러한 가능성에 기초해 조망 높이를 달리한 시야 상에 기억이 요구되는 자극들을 제시하고 해당 자극에 대한 시각단기 기억 수행을 조사했다. 실험 1에서는 관찰자의 조망 높이(고, 중, 저) 차이를 반영한 격자무늬 배경과 기억 자극을 구성해 해당 자극들의 위치와 색상을 파악하는 단기 기억 과제가 실시되었다. 기억 자극의 개수 증감(3 vs. 6)을 통해 기억부담의 수준을 달리해 가면서 기억 수행을 조사한 결과, 조망 높이가 가장 낮은 경우 기억부담의 증가에 따른 기억수행의 저하가 가장 분명한 것이 관찰되었다. 실험 2에서는 선형조망을 제공하는 격자무늬 배경의 유무에 따른 기억 수행을 관찰한 결과 실험 1과 동일하게 조망 높이가 가장 낮은 경우 수행이 역시 저하되는 것이 관찰되었다. 이러한 결과는 조망 높이의 차이가 시야 상의 사물들 간 중첩 단서량의 변화를 초래하며 더 나아가 이러한 변화가 초래하는 감각적 간섭이 시각단기 기억 수행에 영향을 줄 가능성을 시사한다.

주제어: 조망 높이, 시각장면, 중첩, 시각단기 기억, 변화탐지

※ 이 논문은 2017년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (NRF-2017R1D1A1B03033965).

¹ 가야금: 중앙대학교 사회과학대학 심리학과 석사과정

² * (교신저자) 현주석: 중앙대학교 사회과학대학 심리학과 교수 / E-mail : jshyun@cau.ac.kr / TEL : 02-820-5128

1. 서론

산에 오르는 사람들은 정상에 올랐을 때 시야에 펼쳐지는 광경의 다양함과 그로 인한 아름다움에 쉽게 매료된다. 예를 들어 정상에 도착하면, 산 아래에서는 보이지 않았던 산등성이와 산봉우리들의 숨겨졌던 모습이 만들어내는 장관에 감탄하기 마련이다. 이와 같은 일상의 경험은 관찰자의 조망 높이 증감이 자연 및 인공 구조물이 구성하는 시각장면에 대한 우리의 시각 경험에 분명한 영향을 초래할 수 있음을 보여주는 좋은 사례가 된다.

관찰자의 조망 높이 변화가 시각정보에 초래하는 영향은 다양할 수 있으나 가장 분명한 것은 관찰의 대상이 되는 사물에 대한 깊이 지각(depth perception) 경험의 체계적 변화이다(Goldstein, 2001; Julesz, 1971; Mon-Williams & Tresilian, 1999). 깊이 지각은 시야상의 사물들과 관찰자 간의 거리 및 해당 사물들의 실제 크기 추정에 있어서 매우 중요한데, 양쪽 눈의 사용을 요구하는 양안(binocular) 깊이 단서와 한쪽 눈 사용만으로도 추정이 가능한 단안(monocular) 깊이 단서 등이 있다(Goldstein & Brockmole, 2017). 이들 중 관찰자의 조망 높이의 변화에 가장 민감하고 체계적으로 변화하는 것은 단안 단서에 해당하는 그림 깊이 단서들(pictorial depth cues)이며, 그 중 선형조망(linear perspective)과 결밀도(texture gradient) 및 상대적 높이(relative height) 그리고 중첩(occlusion) 등의 변화가 예상된다.

선형 조망은 관찰자로부터 멀어지면서 서로 평행한 선분들이 있을 경우 해당 두 선분이 시야의 소실점(vanishing point) 방향으로 수렴하게 되는 것을 의미한다(Goldstein, 2001; Goldstein & Brockmole, 2017). 이러한 선형조망은 조망 높이가 증감하면 그에 상응해 소실점을 향해 평행하는 선분들이 만들어 내는 수렴의 각도가 변화하는 특성이 있다(Fig. 1). 구체적으로 조망 높이가 낮아지면 선형조망을 구성하는 수직 방향으로 평행한 선분들의 기울기가 감소해 소실점 방향으로 수렴하는 반면 조망 높이가 높아지면 해당 선분들의 기울기는 반대로 증가한다.

조망 높이의 변화는 선형 조망의 체계적 변화와 함께 결밀도 문양(pattern)의 변화 또한 초래할 수 있다. 결밀도는 크기가 균질한 알갱이들(grains)로 구성된

평면상에서 관찰자와 가까운 위치의 알갱이들은 크기가 크고 듬성듬성 분포하는 것으로 지각되는 반면 먼 위치의 알갱이들은 크기가 작고 밀집 분포하는 것으로 지각되는 현상이다(Flock, 1965). 일반적으로 지평선 아래 자연 및 인공물 들은 이러한 결밀도를 문양 형태로 구성해 그림 깊이 단서를 제공하는데, 이 역시 조망 높이가 증감하면 결밀도 알갱이들이 만들어내는 문양에 변화가 초래된다(Fig. 1)



(A)



(B)

Fig. 1. Various pictorial depth cues found in the photographs of the same objects taken from two different view-heights: High (A) vs. Low (B). The parallel lines on the surface texture of the mat tend to converge toward a single location (vanishing point), but the angles of the converging lines vary depending on the view-heights (i.e., linear perspective). Specifically, their slants increase if the view-height is elevated while decrease if lowered. The lines also tend to be pact and shrunk into an area of a smaller size if the height becomes lower, changing the textile pattern on the surface of the mat (i.e., texture gradient). The positions of the objects with respect to the position of a gaze vary depending on the view-heights: the more elevated the heights are, the lower become their positions in the scene (i.e., relative heights). The objects far from the observer are more likely to hide behind those close to the observer (i.e., occlusion) if the view-heights are lowered down. Lastly, close objects occupy a greater portion of the visual field while far ones occupy less. (i.e., relative size).

다음으로 상대적 높이와 크기는, 시야의 지평선을 경계로 지평선 상단과 하단의 사물들이 관찰자로부터 멀어질수록 지평선에 가깝게 위치하며 크기 또한 함께 감소하는 특성을 의미한다. 예를 들어 멀리 있는 산과 구름은 지평선 위아래로 밀집되어 작게 보이는 반면 그에 비해 상대적으로 가까이 위치한 구름과 관찰자 바로 앞의 사물들은 시야의 최상단과 최하단에 위치해 크게 보이게 된다(Goldstein, 2001). 조망 높이의 증감은 이에 비례해 사물들의 상대적 높이를 변화시켜 관찰자와 대상 사물 간의 거리 추정을 가능하게 만든다. 반면 상대적 크기는 조망 높이의 변화에 크게 영향을 받지 않지만, 개별 사물에 대한 거리 추정 결과에 따라 보정되어 사물들의 실제 크기에 대한 정확한 지각(size-distance constancy)으로 이어진다(Kaufman et al., 2006).

마지막으로 시야에서 멀리 위치한 사물들은 가까운 사물들에 의해 가려지는 중첩이 발생할 가능성이 큰데 특히 시야에 위치한 사물들 사이의 간격과 거리가 좁을 때 즉 밀집도가 높을 때 그 가능성이 증가한다(Goldstein & Brockmole, 2017). 예를 들어 앞서 등산에 관한 예시에 있어서 등산로를 오를 때 주변의 뺄뺄한 나무와 풀숲 및 바위들에 의해 시야가 잘 확보되지 않는 경우 이를 초래하는 나무와 풀숲 및 바위들은 관찰자와 근접한 사물들이며 그 배후에 위치해 이들에 의해 가려진 산골짜기는 관찰자와 상대적으로 멀리 떨어진 사물들이다. 이는 관찰자와 가까운 사물들이 먼 거리의 사물들을 가리는 중첩이 시야 확보를 방해할 수 있으며 특히, 시야에 위치한 사물들이 밀집되어 있을 때 그 방해의 가능성이 증가함을 시사한다.

앞서 산 정상에 올랐을 때 노출되는 다양한 경치들은 사물들 사이의 중첩이 관찰자의 조망 위치 변화와 상호작용하는 좋은 사례가 된다. 구체적으로 나무와 풀숲에 둘러싸인 등산로에서 산정상의 경치를 감상할 수 없는 것은, 관찰자와 가까운 자연물 혹은 인공물들이 관찰자와 먼 사물들을 가려버리는 것이 주요 원인이다. 반면 경관을 방해하는 자연물과 인공물이 사라진 산 정상 위치에서는 이러한 중첩이 상대적으로 감소해 멀리 있는 산골짜기와 봉우리들이 분명하게 노출되어 경치 감상이 가능해진다.

따라서 조망 높이의 증감은 시각장면에 대한 관찰자의 감각 경험에 있어서 매우 분명하고 체계적인 변화를 초래할 가능성이 있는데 이러한 변화가 과연 인간의 고등 시각인지 기능에 초래하는 영향에 대한 경

험적 관찰 및 해석은 그다지 다양하지 않다. 예를 들어 앞서 조망 높이의 감소는, 중첩 단서의 체계적 변화로 인한 깊이 지각 경험의 변화뿐만 아니라, 중첩 자체의 증가로 인한 사물들의 가시성을 저해한다. 즉 조망 높이가 감소하면 사물들의 크기와 거리 추정을 위한 중첩 단서의 양적, 질적 변화뿐만 아니라 관찰자에 가까운 사물들이 멀리 있는 사물들을 은폐시켜 감각 정보의 상대적 박탈이 초래될 가능성이 커진다.

조망 높이의 감소로 인한 이러한 가시성의 저하는 결국 시각 입력 정보에 대한 감각적 간섭(sensory interference)의 증가를 의미하며, 해당 입력 정보에 대한 감각과 지각 수준의 처리 이후 수반되는 일련의 고등 인지과정에 영향을 초래할 가능성이 있다(Bridgeman & Cook, 2015; Smith, Yu, & Pereira, 2011; Twedt, Crawford, & Proffitt, 2012). 본 연구는 이와 같은 예상을 토대로, 조망 높이의 증감이 초래하는 감각적 간섭의 변화가 시각단기 기억(visual short-term memory) 수행에 초래하는 영향을 조사하였다. 이를 위해 조망 높이를 단계적으로 변화시켰을 때 예상되는 선형조망, 결밀도 변화, 상대적 높이와 중첩의 증감을 체계적으로 구현한 시각 자극을 구성해 이를 대상으로 시각단기 기억 과제를 실시하였다.

2. 실험 1

실험 1에서는 관찰자의 조망 높이 상, 중, 하 위치를 가정해 이 조망 높이에 따라 체계적으로 변화하는 선형 조망 단서가 구현된 격자무늬를 배경 화면으로 구성했다. 이러한 선형 조망 화면을 배경으로 출현한 기억 자극들은 해당 조망 높이 변화에 상응하는 결밀도의 변화 및 상대적 높이와 크기 그리고 자극들 간 중첩량이 변화하도록 구성되었다. 참가자는 해당 기억 자극들 각각의 색상과 위치를 단기 파지(short-term retention)하는 과제를 수행했으며 그에 따른 기억 정확도가 측정되었다.

기억 정확도 측정을 위한 과제로는 변화탐지(change detection) 과제가 사용되었는데, 변화탐지 과제는 시각연구 분야에서 이미 시각단기 기억의 특성을 이해하기 위한 대표적 과제로서 널리 사용되어왔다(Alvarez & Cavanagh, 2004; Han & Hyun, 2011; Linke, Vicente-Grabovetsky, Mitchell, & Cusack, 2011;

Pashler, 1988; Vogel, Woodman, & Luck, 2001). 일반적인 변화탐지 과제에서는 기억이 요구되는 자극들 즉 기억항목들을 배열 형태(기억배열)로 잠시 노출시키고(약 100~500ms) 제거한 뒤 해당 항목들의 시각적 특성을 1초 정도 과지하도록 요구한다. 이러한 1초 정도의 기억지연(memory delay) 이후 전체 시행의 절반에서는 앞서 출현했던 기억항목과 동일한 배열을 제시하거나 혹은 나머지 절반의 시행에서는 배열 내 한 항목의 시각적 특성을 변화시켜 기억 검사배열로 제시한다. 참가자는 매 시행에서 검사배열 내의 한 항목이 기억배열과 비교해 차이가 있는지를 보고한다.

변화탐지 과제의 수행 정확도는, 기억배열 내의 모든 항목의 시각적 특성을 정확히 단기 기억에 과지고 있었다면 후행하는 검사배열 내의 특정 항목에 발생한 변화를 정확하게 탐지할 수 있다는 논리에 근거해 측정된다. 예를 들어 선행한 기억배열에 대한 단기 과지가 부정확했다면 변화탐지 정확도는 감소할 수밖에 없으며 대개 이러한 수행 저하는 기억항목의 개수 즉 기억부담이 증가할수록 더욱 분명해진다(Hyun & Luck, 2007; Luck & Vogel, 1997).

실험 1에서는 관찰자의 조망 높이를 변화시켜 가며 개별 기억항목들의 색상과 위치 변화에 대한 변화탐지 과제를 실시했다. 구체적으로 관찰자의 조망 높이가 높은 경우에 비해 낮은 경우를 가정한 기억배열의 경우 이를 구성하는 기억항목들의 중첩 증가로 인해 해당 항목들의 시각적 특성 과약 및 그에 따른 단기 과지가 어려워질 것을 예상했으며 결과적으로 조망 높이가 낮은 경우 변화탐지 수행이 상대적으로 저조할 것을 예상했다. 특히 조망 높이에 따른 자극들 사이의 중첩이 초래하는 영향력은 기억항목들의 개수 증가로 인해 자극 밀집도와 기억부담이 커질수록 더욱 분명할 것을 예상했다.

2.1. 참가자

C 대학교에 재학 중인 학부생 18명(남자 9명)이 실험 1에 참가하였다. 참가자들의 연령은 18~25세였고, 참가자들은 모두 정상 색상 지각 및 정상 시력 혹은 정상 교정시력을 보유하고 있음을 보고했다. 모든 참가자는 참가 동의서에 서명하였으며, 실험 참가에 대한 소액 사례비를 받았다.

2.2. 자극 및 절차

Fig. 2A, 2B에 실험 1에 사용된 자극과 절차를 도해하였다. 실험은 소음이 최소화된 실험 부스(booth) 내의 자연스러운 형광등 조명 아래에서 진행되었다. 실험 자극은 참가자와 60cm 거리에 위치한 1920x1080 해상도의 22인치 모니터 상의 회색 배경화면에 제시되었으며, Matlab (The MathWorks, Natick, MA) 기반 Psychophysics Toolbox (Brainard, 1997)를 통해 구현되었다.

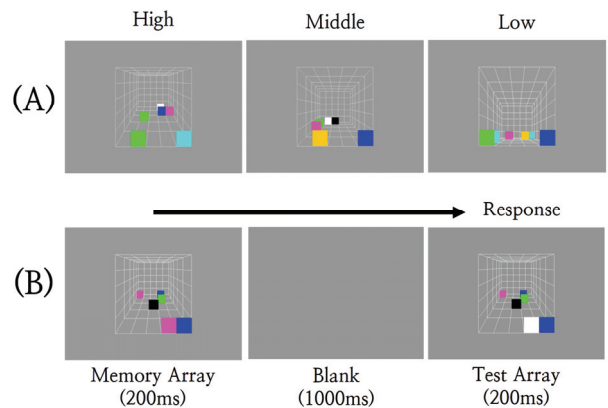


Fig. 2. The stimuli and procedure of Experiments. Example stimulus array in each of High, Middle, and Low view-height conditions (A). Procedure of the change detection task in High condition of Experiment 1 (B). In 'change-present' trials, the change was manipulated to occur for the test array constructed by replacing both the color and orientation of an item with new ones in the memory array. In 'change-absent' trials, the memory and test arrays were identical. The stimuli and procedure of Experiment 2 were exactly the same as those used in Experiment 1 except that first, the displayed number of items was fixed to 6 items, and second, the background-grids were displayed or removed for with- or without-background condition.

상, 중, 하 조망 높이 조건에서의 흰색의 선형조망 격자무늬(7.27° x 7.27°) 배경은 PsychophysicsToolbox의 screen('drawline') 함수에 각각의 조망 높이에 상응해 사전 설정된 3단계의 눈높이와 6단계 깊이값을 입력해 제작되었다(Fig. 2A). 선형조망 배경 상의 바닥 격자면에 출현한 변화탐지 자극으로는 정사각형이 사용되었으며 사각형들의 색상으로는 하양(255, 255, 255), 검정(0, 0, 0), 노랑(255, 202, 0), 빨강(255, 0, 0), 분홍(255, 71, 222), 하늘(0, 255, 255), 연두(0, 255, 0), 파랑(0, 0, 255) 등 총 여덟 가지의 색상이 사용되었다.

개별 시행에서 기억항목으로 제시되는 사각형들의 색상으로는, 앞서 여덟 가지의 색상 중 각 항목 개수 조건에서 요구하는 자극 개수(3 vs. 6개)에 상응하는 색상들을 복원 추출을 허용해 무선 선택(random selection with replacement)하였다. 그리고 해당 기억 항목들의 위치는, 선형조망 배경 격자무늬의 바닥면 문양 기준 여섯 수준의 깊이면과 개별 깊이 면 상의 수평 방향 다섯 위치를 조합한 30개 위치 중 각 항목 개수 조건에서 요구하는 자극 개수에 상응하는 위치들을 비복원(without replacement) 추출에 근거해 무선 선택하였다(Fig. 2B). 해당 위치에 제시되는 사각형들의 크기 또한 각 깊이 위치별로 사전 설정된 크기 배율 값에 따라 보정되었다(최소 .58° x .58° ~ 최대 1.46° x 1.46°).

변화유무 처치를 위한 검사배열 내 변화항목의 색상과 위치는 다음과 같이 선택되었다. 먼저 '변화없음' 시행의 경우, 검사배열 내 자극들의 색상과 위치가 기억배열 내의 자극들의 색상 및 위치와 일치했으며 결과적으로 기억배열과 완전히 동일한 자극이 검사배열로 사용되었다. 반면 '변화있음' 시행의 경우 기억배열에 사용된 자극들 중 하나를 무선 선택해 변화를 초래할 검사항목으로 처치했다. 구체적으로 해당 변화 항목의 색상 변화는, 기억배열 구성에 사용되지 않았던 나머지 색상들 중 하나를 무선 선택해 해당 항목의 색상을 교체함으로써 처치되었다. 동시에, 해당 변화 항목의 위치 변화 역시 기억배열 구성에 사용되지 않았던 나머지 위치들 중 하나를 무선 선택해 해당 항목을 이동해 위치시키고 해당 위치의 깊이 수준에 맞추어 사각형의 크기를 보정함으로써 처치되었다.

개별 시행은 500ms 동안 제시된 원형 응시점(지름 0.29°)의 출현과 함께 개시되었으며 응시점이 사라진 후 뒤이어 선형조망 배경인 격자무늬와 기억배열이 함께 제시되었다. 격자무늬와 기억배열은 200ms 동안 화면에서 머물렀다가 사라졌으며 그 이후 1초의 기억 지연 시간 동안 빈화면이 제시되었다. 기억지연시간 이후 역시 격자무늬 배경과 함께 검사배열이 200ms 동안 제시되었으며 참가자는 검사배열이 제시된 시점으로부터 검사배열 내의 항목들을 기억된 항목들과 비교해 색상과 위치가 함께 변화한 항목의 유무 여부를 키보드 상의 반응 단추 두 가지 중 하나를 눌러 보고하였다. 매 시행은 참가자의 반응과 함께 종료되었으며 참가자의 반응 이후 다음 시행의 개시까지는 평

균 1.5초의 변화시행간격(variable intertrial interval)이 제공되었다(1100~1500ms).

실험 1에는 기억부담 저, 고 여부에 따라 항목개수 3개 혹은 6개의 변화탐지 자극이 출현하는 두 구획이 있었으며 개별 기억부담 구획에는 총 216개의 시행들이 있었다. 각 항목 개수 구획에는 각각 72 개의 시행들로 구성된 조망 높이 상, 중, 하의 세 가지 시행 유형들이 있었으며, 이러한 조망 높이 시행 유형 당 절반의 시행들은 변화없음 그리고 나머지 절반은 변화있음 시행들이었다. 각 기억부담 구획 내에서 모든 시행의 순서는 무선화되었으며 구획 간에는 약 1분 정도의 단기 휴식 시간이 주어졌다. 기억부담 고, 저 구획의 제시 순서는 각 참가자 간에 걸쳐 역균형화 되었다. 참가자에게는 정확하고 신속한 반응이 요구되었다.

2.3. 결과

Fig. 3 및 Table 1과 2에 실험 1에서 관찰된 변화탐지 정확도를 반응시간(reaction times, RTs) 결과와의 추세(trend) 비교를 위해 오류율(error rate)로 환산해 함께 도해 및 요약하였다. 먼저 변화탐지 정확도의 경우 조망 높이가 가장 낮은 하(low) 조건에서 평균적으로 가장 저조한 것이 관찰되었는데, 이러한 수행 저하는 항목개수 6개 조건에서만 나타났다. 이를 확인하기 위해 조망 높이(상, 중, 하)와 항목개수(3, 6) 두 변인을 대상으로 반복측정에 기초한 2원 분산분석(repeated-measure 2-way ANOVA)을 실시한 결과 조

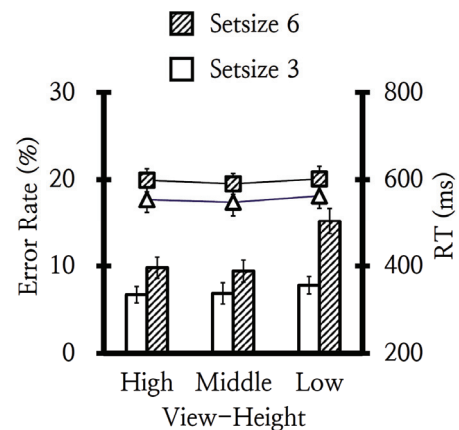


Fig. 3. Results of mean change detection error rates (bars) and RTs (lines) in Experiment 1. Note the change detection accuracies were converted to error rates (e.g., 100% - mean accuracy) for the ease of comparison against RT results. The error bars represent standard error of the means.

Table 1. Results of mean change detection error rates (%) in Experiment 1. () indicates standard deviation

Setsize	View-Height			Mean
	High	Middle	Low	
3	6.71 (6.89)	6.87 (7.76)	7.79 (6.94)	7.12 (7.09)
6	9.80 (6.68)	9.41 (6.95)	15.20 (7.01)	11.47 (7.25)
Mean	8.26 (6.87)	8.14 (7.32)	11.5 (7.83)	9.30 (7.46)

망 높이, $F(2, 34) = 10.38, p < .01, \eta_p = .38$, 및 항목 개수 변인의 주효과, $F(1, 17) = 24.12, p < .01, \eta_p = .59$, 가 모두 유의했으며, 두 변인 간 상호작용 또한 유의했다, $F(2, 34) = 8.38, p < .01, \eta_p = .33$.

상호작용의 구체적인 양상을 이해하기 위해 각 항목개수 조건에서 각각의 눈높이 수준의 정확도 평균들 간 쌍별 비교(paired-sample *t*-test)를 수행한 결과, 항목개수 3개 조건의 경우 유의한 차이가 발견되지 않았으나, 항목개수 6개 조건의 경우 조망 높이 상-하 그리고 중-하 조건 간 차이가 유의한 것이 관찰되었다, $ps < .01$. 이는 항목개수가 3개였던 경우 조망 높이에 따른 변화탐지 수행에 차이가 없었지만, 6개였던 경우에는 조망 높이가 가장 낮았을 경우 변화탐지 수행이 분명히 부정확해졌음을 시사한다.

다음으로 변화탐지 RT의 경우 정확도와는 달리 조망높이 수준 및 항목개수에 따른 차이는 발견되지 않았다. 이를 확인하기 위해, 변화탐지 RT자료에 대해 정확도와 동일한 분산분석을 실시한 결과 조망 높이 및 항목개수 변인들 각각의 주효과 및 두 변인 간 상호작용이 모두 유의하지 않았다. 결과적으로 볼 때 조망 높이나 기억항목 개수의 증감 처치는 실험 1의 변화탐지 처리 속도 차원에 특별한 영향을 초래하지 않은 것으로 판단된다.

실험 1의 결과는, 조망 높이가 낮아짐에 따라 선형조망 및 상대적 높이와 크기 그리고 중첩 차원에서 초래된 깊이 단서의 체계적 변화는 항목들 간 감각적 간섭의 정도를 증가시켜 변화탐지 수행을 저하시켰던 것으로 해석될 수 있다. 이는 관찰자의 조망 높이가 가장 낮은 상황을 가정한 깊이 단서 구현 조건인 조망 높이 하 조건의 변화탐지 정확도가 가장 낮았다는 점을 통해 드러난다. 이에 대한 원인은 크게 두 가지로 볼 수 있는데 한 가지는 조망의 높이가 낮아지면 자극들 사이의 중첩

Table 2. Results of mean RTs (ms) in Experiment 1. () indicates standard deviation

Setsize	View-Height			Mean
	High	Middle	Low	
3	558.59 (96.49)	554.14 (103.62)	566.42 (97.43)	559.72 (97.47)
6	600.74 (93.90)	593.61 (89.34)	602.28 (100.50)	598.87 (92.96)
Mean	579.67 (96.23)	573.87 (97.43)	584.35 (99.23)	579.30 (96.82)

이 증가해 기억배열이 출현했을 때 그리고 검사배열이 출현했을 때 개별 자극의 색상과 위치 및 두 가지의 변화 여부를 판단하기 어려웠을 가능성이 있다.

다른 한 가지는 조망이 낮아질 경우 배경으로 제시된 선형조망 무늬의 바닥면 선분이 밀집되며 결밀도 문양(pattern of texture gradient)에 있어서 수직 방향으로의 압축(vertical shrinkage)이 초래되는데 이러한 체계적 변화를 변화탐지 자극인 사각형들이 은폐할 가능성이 커지게 된다. 이와 같은 선형조망 단서의 부분적 손실은 자극들의 중첩 증가와 함께 정확한 깊이 추정을 어렵게 만들어 변화탐지 수행을 저해한다. 특히 항목개수 3개에 비해 6개 조건에서는 이러한 결밀도 문양 및 선형조망 단서의 체계적 변화를 변화탐지 과제에의 자극들이 은폐해 모호하게 만들 가능성이 증가하는데 이는 자극들 사이의 중첩 증가와 함께 실험 1의 조망 높이 효과를 해석하는데 중요한 근거가 될 가능성이 있다.

3. 실험 2

실험 1의 결과는 조망 높이의 저하에 따른 항목들 간 중첩 증가로 인해 감각적 간섭이 증가했으며 그로 인해 변화탐지 수행이 저하된 것으로 해석되었다. 서로 다른 깊이에 위치한 기억항목들 사이의 중첩이 초래한 감각적 부호화 과정에 대한 간섭이 뒤이어 진행되는 기억 처리 과정을 방해한다는 해석 이외에 실험 1에는 한 가지 흥미로운 해석이 추가되었다. 즉 항목들의 상대적 위치와 그에 따른 깊이 추정을 도와줄 것으로 예상했던 선형조망 배경의 역할이다.

실험 1의 자극 상황에서 예상되는 것은, 조망 높이의 저하가 결국 변화탐지 자극들이 선형조망 배경의 바닥면 격자무늬를 은폐시켜 조망 단서 및 결밀도 문

양이 제공하는 깊이 단서의 부분적 손실로 이어질 가능성이 있다는 점이다. 결국 조망 높이 하강에 따른 이러한 단서 정보의 상대적 손실은 선형조망 배경이 존재할 때 그 영향력이 지배적일 것이 예상되며 반대로 선형조망 배경이 제거될 경우 그 영향력이 반감될 수 있다. 실험 2에서는 이러한 예측을 근거로 선형조망 배경 유무에 따른 변화탐지 수행의 차이를 조사하였다. 만약 실험 1의 조망 높이 효과의 배경에 이와 같은 선형조망 단서의 상대적 결핍이 중요한 영향력을 행사했다면 선형조망 배경에 해당하는 격자무늬를 제거한 상태에서 변화탐지 과제를 수행할 경우 조망 높이가 효과의 상대적 감소를 예상할 수 있다.

3.1. 참가자

C 대학교에 재학 중인 학부생 중 실험 1에 참가하지 않았던 18명(남자 11명)이 실험 2에 참가하였다. 참가자들의 연령은 18~27세였고, 참가자들은 모두 정상 색상 시각 및 정상 시력 혹은 정상 교정시력을 보유하고 있음을 보고했다. 모든 참가자는 참가 동의서에 서명하였으며, 실험 참가에 대한 소액의 사례비를 받았다.

3.2. 자극 및 절차

실험 2에 사용된 자극과 절차는 실험 1과 비교해 다음과 같은 차이점을 제외하고는 완전히 동일하였다(Fig. 2B). 첫째, 변화탐지 자극항목의 개수를 6개로 고정해 항목개수 변인을 단일 처치 수준으로 고정시켰다. 둘째, 선형조망 격자무늬의 노출 유무를 구획 변인으로 설정해 배경 노출 혹은 제거 두 가지 구획으로 구분했으며 구획의 제시 순서는 참가자 간에 걸쳐 역시 역균형화 되었다. 배경 유무 구획 조건 및 조망 높이가 시행 유형 별 시행 개수 및 구성은 실험 1과 동일하였다(총 432 시행).

3.3. 결과

Fig. 4 및 Table 3과 4에 실험 2에서 관찰된 변화탐지 정확도(오류율) 및 반응시간 결과를 도해 및 요약하였다. 먼저 실험 1과 동일하게 변화탐지 정확도의 경우 조망 높이가 가장 낮은 조건에서 가장 부정확한 것이 관찰되었는데, 이러한 수행 저하는 선형조망 배

경의 노출 유무와 관계없이 공히 관찰되었다. 이를 확인하기 위해 조망 높이와 노출유무 두 변인을 대상으로 반복측정에 근거한 2원 분산분석을 실시한 결과 조망높이 변인의 주효과가 유의했으나, $F(2, 34) = 12.92, p < .01, \eta_p^2 = .43$, 배경의 노출유무 변인의 주효과 및 변인 간 상호작용은 유의하지 않았다, $ps > .10$.

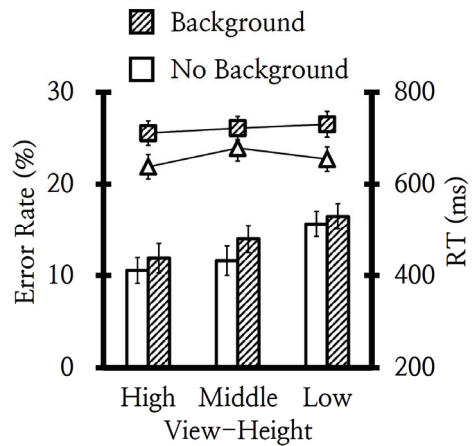


Fig. 4. Results of mean change detection error rates (bars) and RTs (lines) in Experiment 2. Note the change detection accuracies were converted to error rates (e.g., 100% - mean accuracy) for the ease of comparison against RT results. The error bars represent standard error of the means

Table 3. Results of mean change detection error rates (%) in Experiment 2. () indicates standard deviation.

Back-ground	View-Height			Mean
	High	Middle	Low	
No	10.56 (6.78)	11.61 (6.49)	15.67 (5.96)	12.63 (6.73)
Yes	11.89 (6.05)	14.00 (6.77)	16.50 (6.01)	14.12 (6.47)
Mean	11.23 (6.44)	12.85 (6.66)	16.05 (5.95)	13.37 (6.61)

Table 4. Results of mean RTs (ms) in Experiment 2. () indicates standard deviation.

Back-ground	View-Height			Mean
	High	Middle	Low	
No	638.10 (113.10)	678.74 (118.84)	654.68 (112.77)	657.17 (114.00)
Yes	711.11 (112.45)	721.97 (108.29)	730.30 (118.51)	721.13 (111.28)
Mean	674.61 (117.16)	700.35 (114.18)	692.49 (120.29)	689.15 (120.29)

조망높이 변인을 주효과 차원에서 정확하게 해석하기 위해, 개별 조망높이 수준 상, 중, 하 조건 각각에서 배경 유무 시행 간 정확도를 합산 평균(collapse)하였다. 조망 높이가 세 조건 간에 이러한 합산 평균치에 대해 쌍별 비교를 실시한 결과, 조망 높이가 상 조건과 하 조건 그리고 중 조건과 하 조건 사이에서 유의한 차이가 발견되었다, $p_s < .05$. 종합해 볼 때 이러한 결과는, 선형조망 배경의 노출 여부가 실험 2의 변화탐지 정확도에는 큰 영향을 주지 못했지만 조망 높이가 저하는 정확도를 분명히 감소시켰음을 의미한다. 또한 배경노출 유무와 조망높이 변인 간 상호작용의 부재는, 조망높이 저하에 따른 정확도 감소의 양상이 배경노출 유무에 관계없이 동일했음을 의미한다.

변화탐지 RT의 경우 배경이 제거된 경우보다 노출된 경우에 전반적으로 지연되었으나 노출 여부에 따른 조망 높이가 효과의 양상에는 차이가 없었다. 이에 대한 정확한 조사를 위해 RT 자료에 대해 정확도와 동일한 분산분석을 실시한 결과 조망 높이가 변인, $F(2, 34) = 6.92, p < .01, \eta_p = .29$, 및 배경노출 유무 변인의 주효과가 모두 유의했다, $F(1, 17) = 7.34, p < .05, \eta_p = .30$. 두 변인 사이의 상호작용 또한 유의했다, $F(2, 34) = 3.82, p < .05, \eta_p = .18$.

두 변인 간 상호작용에 대한 정확한 이해를 위해 배경노출 유무에 따른 조망높이 세 조건의 평균 RT 평균들 사이의 쌍별 비교를 실시했다. 그 결과 배경이 제거되었던 경우 조망높이 상-중 및 중-하 비교 시 유의한 차이가 있었으나, $p < .05$, 상-하 비교의 경우 유의한 차이가 발견되지 않았다. 반면 배경이 노출되었던 경우 세 가지 쌍별 비교 간 유의한 차이가 없었다, $p_s > .10$. 이러한 결과는 실험 2의 RT 결과에서 관찰된 조망높이와 배경유무 변인 사이의 상호작용 효과의 원인이, 배경이 없었던 조망높이 중 조건의 RT 지연 때문임을 시사한다.

선형조망 배경이 노출되지 않았을 때 조망높이 중 조건에서만 관찰된 RT의 지연에 대해 한 가지 고려할 점은, 실험 1에 비해 실험 2의 경우 전반적인 정확도의 저하와 함께 반응시간이 평균적으로 100ms 이상 지연되었다. 이는 항목개수 3개 조건이 포함되었던 실험 1에 비해 항목개수가 6개로 고정되었던 실험 2의 경우 기억부담의 증가와 아울러 항목들 사이의 중첩 증가로 인해 참가자가 경험한 전체적인 과제 난이도

가 상대적으로 어려웠음을 시사한다. 다만 이와 같은 과제 난이도의 평균적 증가가, 왜 배경이 없었던 조망높이 중 조건에서만 반응시간의 지연으로 이어졌는지에 대한 원인을 실험 2의 처치에 근거해 정확히 짐작하기는 매우 어렵다. 그보다는, 조망높이 상승에 따른 변화탐지 수행의 향상이 RT에 비해 정확도 차원에서 매우 일관되고 분명했음을 고려할 때 실험 2의 결과는 변화탐지 정확도 차원에 근거해 해석하는 것이 좀 더 타당할 것으로 판단된다.

실험 2의 결과는 실험 1의 결과에 비추어 볼 때 조망 높이의 분명한 영향력을 재차 시사한다. 즉 실험 1에서와 마찬가지로 조망 높이의 저하는 자극들 사이의 중첩을 증가시켜 감각적 간섭을 초래했으며 결과적으로 변화탐지 수행을 방해했다. 다만 실험 1의 결과에서 추측되었던 선형조망 격자무늬 배경은 예상과 달리 특별한 역할이 하지 않는 것으로 드러났다. 구체적으로 실험 1에서는 조망높이가 저하될 경우 상대적 높이와 크기 및 자극 간 중첩 증가로 인해 배경인 격자무늬의 바닥면이 제공하는 조망단서 및 결밀도 정보에 손실이 증가할 것을 예상했다. 그러나 실험 2에서 선형조망 유무와 관계없이 조망 높이가 효과가 동일한 양상으로 나타났다는 점은 조망높이 저하로 인해 예상되었던 조망 단서 및 결밀도 정보의 부분적 손실이 기억수행에 큰 영향을 주지 못했음을 시사한다. 바꿔 말하면 실험 1과 2에서 드러난 조망 높이 저하에 따른 변화탐지 수행의 저하는 선형조망을 제공하는 배경 격자무늬나 결밀도 문양 같은 깊이 단서들의 체계적 변화보다는 조망의 저하가 초래하는 자극들 사이의 중첩 증가에 의해 좀 더 지배적인 영향을 받은 것으로 판단된다.

4. 논의 및 결론

본 연구는 조망 높이의 차이가 시각장면에 대한 감각적 경험에 초래하는 영향을 조사하였다. 이를 위해 조망 높이의 차이에 따른 선형조망 배경, 결밀도 문양의 변화, 상대적 높이, 자극들 간 중첩 정도를 달리한 자극을 구성해 이를 대상으로 시각단기 기억 수행을 살펴 본 결과 조망 높이가 높을 때에 비해 낮을 때 기억 수행이 상대적으로 저하된 것을 관찰했다. 두 편의

변화탐지 실험을 통해 이러한 기억 수행의 저하에 대한 원인을 조사한 결과 조망 높이가 저하된 경우 자극들 간의 중첩 증가로 인해 감각적 간섭이 초래되었으며 이로 인해 변화탐지 과정에 필요한 정확한 기억정보의 생성과 이에 뒤이은 기억항목과 검사항목 간의 변화 탐지가 저하된 것으로 해석되었다.

본 연구의 실험 1에서는 관찰자의 조망 높이가 높은 경우에 비해 낮은 경우 변화탐지 수행이 저하된 것을 관찰했다. 이에 대한 원인으로 실험 1에서는 두 가지 해석이 제시되었는데 첫째는 조망높이 저하에 따른 자극들 간 중첩 발생량의 증가이다. 이에 대한 근거는 먼저 자극밀도의 영향력이다. 즉 실험 1에서 변화탐지 자극들의 분포 밀도는 선형조망 격자무늬 배경의 바닥면이라는 한정된 공간 내에 제시되는 항목의 개수와 비례한다. 구체적으로 조망 높이가 낮아지면 변화탐지 자극이 출현하는 선형조망 격자무늬 바닥면을 구성하는 영역의 면적이 위아래로 좁아짐과 동시에 해당 자극들 간 상대적 높이 차이 또한 감소하게 된다. 이러한 변화는 해당 격자무늬 바닥면 상에서 관찰자와 가까운 위치를 가정해 제시된 사각형들과 먼 위치를 가정해 제시된 사각형들이 서로 중첩되는 면적의 크기를 증가시키게 된다.

여기서 자극들 사이의 중첩 증가는 기억항목으로 출현한 사각형들의 색상 및 위치 정보를 단기 기억에 견고하게 저장하는 과정(Vogel, Woodman, & Luck, 2006)에 있어서 감각적 간섭의 가능성을 증가시킨다. 쉽게 말하면 조망 높이가 낮아질수록 먼 거리의 사각형들을 가까운 거리에 위치한 사각형들을 가릴 가능성이 증가해 결국 사각형들의 색상과 위치를 파악하기가 점점 더 어려워진다. 이러한 어려움은 기억항목의 색상과 위치 정보를 기억에 정확히 저장하는 것을 방해함과 동시에, 해당 사각형들의 색상 및 위치 정보 저장에 성공하더라도 이에 뒤이은 기억검사 과정에 역시 무리를 초래한다. 즉 기억항목의 색상과 위치를 정확히 기억하고 있더라도 검사항목의 출현시점에 발생하는 색상과 위치 변화는 여전히 중첩에 의한 감각적 간섭에 의해 탐지가 어려울 것이 예상된다.

예를 들어 변화있음 시행의 경우, 색상과 위치가 변화한 특정 검사항목에는 색상 변화와 함께 위치 변화가 수반된다. 이 경우 조망 높이가 낮아 자극 간 중첩 정도가 높으면 변화항목의 색상 및 그와 동시에 위치

또한 다른 항목들과의 중첩 때문에 여전히 정확한 파악이 어려울 수 있다. 두 경우 모두 변화탐지 수행에는 방해가 되며 따라서 실험 1에서 관찰된 조망 높이가 낮은 조건에서 상대적으로 분명했던 변화탐지 수행의 저하는 낮은 조망 높이로 인한 자극들 간 중첩 증가가 원인일 가능성이 매우 크다.

이러한 해석을 좀 더 타당하게 만드는 근거는 실험 1의 기억항목 개수 처치에 따른 조망 높이 효과의 변화이다. 구체적으로 실험 1에서는 기억항목이 3개였던 경우 조망 높이에 따른 변화탐지 수행에 차이가 없었던 6개였던 경우 조망 높이가 가장 낮을 때 변화탐지 수행이 분명히 저하된 것이 관찰되었다. 이는 기억항목의 개수 증가로 인해 기억부담의 증가했기 때문이라는 기억이론에 근거한 해석이 가능하지만(Hyun & Luck, 2007; Luck & Vogel, 1997) 한편으로는 자극 개수의 증가에 따른 자극들 간 중첩 증가가 그 원인이 될 수 있다. 예를 들어 기억항목 6개 조건의 경우 3개 조건에 비해 선형조망 배경의 바닥면이라는 한정된 공간에 출현할 사각형들 사이의 중첩 가능성이 크다. 이는 앞서 기억항목 개수를 고려하지 않았던 경우에도 분명히 예상되었던 감각적 간섭의 부정적 영향력을 더욱 증폭시키는 요인이 되는데, 실험 2에서 관찰된 기억항목 개수와 조망높이 변인들 사이의 분명한 상호작용은 이러한 짐작을 확인해주는 분명한 근거에 해당된다.

실험 1에서는 조망높이의 저하로 인한 자극 중첩의 영향뿐만 아니라 선형조망 배경의 바닥면이 제공하는 깊이 단서 및 결밀도 정보의 손실 또한 변화탐지에 영향을 주었을 가능성이 제기되었다. 그러나 실험 2의 결과는 그러한 선형조망 및 결밀도 단서량의 변화가 조망 높이 효과의 발현 양상에 영향을 주지 못했음을 보여주었다. 구체적으로 실험 2에서는 선형조망 배경 화면의 노출 여부에 따른 조망 높이 효과의 변화 양상을 비교한 결과 노출 여부에 따른 차이를 발견하지 못했다. 이는 선형조망 배경무늬와 바닥면의 결밀도 문양이 변화탐지 자극들의 위치를 파악하는 데에는 일부 도움을 줄 수 있지만 적어도 자극들 간의 중첩이 초래하는 강력한 감각적 간섭을 해소시키지는 못했음을 의미한다. 즉 선형조망 배경이나 바닥면의 결밀도 변화는 개별 자극의 깊이 파악을 돕기 위한 단서로서 역할이 분명히 예상되지만, 자극들 간 중첩이 초래한

감각적 간섭을 해소시켜 변화탐지와 같은 기억수행 수준의 향상을 초래하기에는 그 직접적인 영향력이 매우 미흡했다는 점이다. 따라서 실험 2의 결과는 실험 1에서 관찰된 조망 높이 효과의 근본적 원인이 조망높이 변화에 따른 선형조망이나 결밀도 문양의 체계적 변화보다는 자극들 간 중첩의 증감 때문임을 시사한 것으로 해석하는 것이 타당할 것이다.

종합해 볼 때, 본 연구는 관찰자의 조망 높이 변화가 시각장면에 대한 감각적 경험에 차이를 초래할 수 있으며 그로 인해 감각과 지각적 처리 과정 이후의 수반되는 인지적 처리 과정에 분명한 영향을 초래할 수 있음을 보여주었다. 특히 본 연구의 결과는 앞서 예를 들었던 산정상에 올랐을 때 시야 확보로 인해 우리가 얻을 수 있는 장점이 무엇인지를 분명하게 시사한다. 즉 조망 높이가 상승하면 사물들 간의 중첩 가능성이 그에 비례해 감소해 대상 사물들에 대한 정체 파악 및 상대적인 위치의 파악 또한 용이해 진다. 이는 조망 높이가 낮을 때에 비해 높을 때 사물들 간의 중첩 감소로 인해 우리가 처리할 수 있는 시각정보의 질적, 양적 특성이 변화할 수 있음을 의미하며 궁극적으로는 조망높이가 낮을 때 초래되는 여러 인지적 제약들이 조망 높이가 높아지면 자연스럽게 해소될 가능성을 시사한다.

이러한 조망 높이 효과가 감각적, 인지적 차원에 국한된 것인지 아니면 더 나아가 심리사회적, 발달 및 성격적 차원에 이르기까지 광범위하고 장기적인 영향을 초래할 수 있을지를 짐작하는 것은 분명히 본 연구의 범위를 벗어난다. 그럼에도 불구하고 한 가지 예상할 수 있는 것은, 굳이 본 연구와 같은 실험실 상황을 가정하지 않더라도 성인과 아동의 경우 현격한 신장 차이로 인해 시각 경험의 차이가 초래될 수 있다는 점이다. 이는 신체적, 심리적 발달 단계가 다른 두 개인이 바라보는 시각 환경이 동일하지 않을 가능성을 암시하는데, 예를 들어 아동들이 바라보는 시각장면은 성인들이 바라보는 장면에 비해 사물들 간의 중첩 증가 및 그로 인한 깊이 단서의 상대적 결핍 등이 분명하게 예상된다(Clearfield, Osborne, & Mullen, 2008; Kretch, Franchak, & Adolph, 2014; Smith et al., 2011). 이러한 감각 경험의 차이가 장기적 관점에서는 과연 어떠한 영향력이 있을지를 가늠해 보는 것은 심리학적으로 당연히 흥미로울 수 있다.

그럼에도 불구하고 본 연구에는 분명한 제한점이 있음을 부정할 수 없다. 구체적으로 첫째, 본 연구는 변화탐지 RT 차원에서 조망 높이 효과를 전혀 관찰하지 못했다. 참가자에게 신속한 반응을 강조하였음에도 불구하고 정확도와는 달리 RT 차원에서 조망 높이의 영향이 전혀 드러나지 않았던 것은 기억과제라는 특성상 참가자 스스로 정확 반응에 우선권을 부여했기 때문일 가능성이 있다. 또한 실험 2에서 특정 조건의 예외적인 RT 지연 결과에 대해서는 본 연구의 가설과 실험 처치에 근거한 해석이 현실적으로 매우 어려웠다. 이처럼 참가자의 반응 전략의 개입 여부 및 예외적인 RT 패턴의 발생 원인을 확인하고 설명할 방법이 마땅치 않다는 것은 본 연구의 분명한 방법론적 약점이 아닐 수 없다.

둘째, 본 연구에서 사용된 변화탐지 과제에서는 탐지의 대상이 되는 변화의 강도(change magnitude)에 대한 단계적 처치(parametric manipulation)나 통제가 수반되지 않았다. 구체적으로 실험에서 사용된 변화는 색상과 위치 차원을 대상으로 공히 처치되었는데 변화의 범주가 비교적 분명해 변화의 강도가 일정했던 색상 차원에 비해 위치 차원의 변화는 무선 선택에 의존한 만큼 개별 위치 변화 처치 시에 변화량에 대한 체계적이고 면밀한 통제가 수반되지 못했다(Fernandez-Duque & Thornton, 2000; Mitroff, Simons, & Levin, 2004; Rensink, 2002; Simons & Rensink, 2005).

셋째, 본 연구의 자극 구현이 단안 단서들 중에서도 특히 그림 깊이 단서들에 국한됨으로 인해 이차원 평면에 구현된 단안 단서의 경우로만 해석이 제한된다는 점이다. 깊이 지각은 이처럼 몇 가지 그림 깊이 단서들만이 아니라 양안 및 기타 단안 단서들 그리고 관찰자와 환경의 운동이 초래하는 역동적 감각 변화를 통합적으로 해석하는 과정에 의해 완성되는 매우 복잡한 과정이다(Gibson, 1979; Goldstein, 2001; Goldstein & Brockmole, 2017). 그럼에도 불구하고 조망 높이 증감에 따른 감각적 간섭을 해소하는 우리의 복합적인 시각정보처리 능력을 2차원적 평면상에 제공된 일부 그림 깊이 단서들의 구현을 통해 추정했다는 점은 여전히 본 연구가 실험실에 국한된 생태학적(ecological) 한계를 가지고 있음을 의미한다.

따라서 후속 연구는 수행 과제와 자극에 대한 정확한 통제와 깊이 단서 유형의 다양성을 확보함으로써

본 연구의 분명한 제약을 극복하는 방향으로 시도되는 것이 바람직할 것이다.

REFERENCES

- Alvarez, G. A., & Cavanagh, P. (2004). The capacity of visual short-term memory is set both by information load and by number of objects. *Psychological Science, 15*(2), 106-111.
- Brainard, D. H. (1997). The psychophysics toolbox. *Spatial Vision, 10*, 433-436.
- Bridgeman, B., & Cook, I. (2015). Effect of eye height on estimated slopes of hills. *Perception, 44*(7), 755-763.
- Clearfield, M. W., Osborne, C. N., & Mullen, M. (2008). Learning by looking: Infants' social looking behavior across the transition from crawling to walking. *Journal of Experimental Child Psychology, 100*, 297-307.
- Fernandez-Duque, D., & Thornton, M. (2000). Change detection without awareness: Do explicit reports underestimate the representation of change in the visual system? *Visual Cognition, 7*(1/2/3), 323-344.
- Flock, H. (1965). Optical texture and linear perspective as stimuli for slant perception. *Psychological Review, 72*(6), 505-514.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- Goldstein, E. B. (Ed.) (2001). *Pictorial perception and art*. Oxford, UK: Blackwell.
- Goldstein, E. B., & Brockmole, R. J. (2017). *Sensation and Perception, 10th Edition*. Boston, MA: Cengage Learning.
- Han, J. -E., & Hyun, J. -S. (2011). Accurate Visual Working Memory under a Positive Emotional Expression in Face (얼굴표정의 긍정적 정서에 의한 시각작업기억 향상 효과). *Science of Emotion and Sensibility, 14*(4), 605-616.
- Hyun, J. -S., & Luck, S. J. (2007). Visual working memory as the substrate for mental rotation. *Psychonomic Bulletin & Review, 14*(1), 154-158.
- Julesz, B. (1971). *Foundation of cyclopean perception*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kaufman, L., Kaufman, J. H., Noble, R., Edlund, S., Bai, S., & King, T. (2006). Perceptual distance and the constancy of size and stereoscopic depth. *Spatial Vision, 19*(5), 439-457.
- Kretch, K. S., Franchak, J. M., & Adolph, K. E. (2014). Crawling and walking infants see the world differently. *Child Development, 85*(4), 1503-1518.
- Linke, A. C., Vicente-Grabovetsky, A., Mitchell, D. J., & Cusack, R. (2011). Encoding strategy accounts for individual differences in change detection measures of VSTM. *Neuropsychologia, 49*(6), 1476-1486.
- Luck, S. J., & Vogel, E. K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature, 390*, 279-281.
- Mitroff, S. R., Simons, D. J., & Levin, D. T. (2004). Nothing compares 2 views: change blindness can occur despite preserved access to the changed information. *Perception and Psychophysics, 66*, 1268-1281.
- Mon-Williams, M., & Tresilian, J. R. (1999). Some recent studies on the extraretinal contribution to distance perception. *Perception, 28*, 167-181.
- Pashler, H. (1988). Familiarity and visual change detection. *Perception and Psychophysics, 44*(4), 369-378.
- Rensink, R. A. (2002). Change detection. *Annual Review of Psychology, 53*, 245-277.
- Simons, D. J., & Rensink, R. A. (2005). Change blindness: Past, present, and future. *Trends in Cognitive Sciences, 9*(1), 16-20.
- Smith, L. B., Yu, C., & Pereira, A. F. (2011). Not your mother's view: the dynamics of toddler visual experience. *Developmental Science, 14*(1), 9-17.
- Twedt, E., Crawford, E., & Proffitt, D. R. (2012). Memory for target height is scaled to observer height. *Memory & Cognition, 40*, 339-351.
- 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 & Performance*, 27(1), 92-114.

Vogel, E. K., Woodman, G. F., & Luck, S. J. (2006). The time course of consolidation in visual working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(6), 1436-1451.

원고접수: 2019.10.18

수정접수: 2019.11.19

게재확정: 2019.11.30