

양안크기지각에서 크기거리불변가설 검증*

김 남 균[†]

계명대학교 심리학과

지금까지 인간의 크기 지각 능력은 크기거리불변가설(size-distance invariance hypothesis; 이하 SDIH)에 의존하여 왔다. 하지만 많은 노력에도 불구하고, SDIH로 크기를 지각한다는 확정적인 증거는 발견되지 않고 있을 뿐 아니라, 심지어는 SDIH와 모순되는 증거마저 보고되고 있다. 이런 문제점을 해결하기 위해서, 본 연구에서는 양안시각의 기하학적 관계에 입각하여, 양안크기 단서를 도출하였다. 특히 이 단서의 도출에 거리정보를 배제시켰으며, 따라서 SDIH의 기각과 크기지각능력의 정확성은 이 단서의 효율성을 지지하는 증거로 간주될 것으로 예측하였다. 이런 가능성을 검증하기 위해서 실험을 실시하였으며, 실험은 Garner와 Morton(1969)과 Ashby와 Townsend(1986)의 제언에 따라 크기와 거리지각과정을 독립적으로 변화시킨 후, 각 지각과정에서 지각능력을 별도로 평가하는 방식으로 진행되었다. 자극은 교차부등(crossed disparity)으로 모니터에서 가상적으로 제시되었으며, 이 때 참가자들은 가상 물체의 크기와 거리를 각각 보고 하였다. 그 결과 두 지각과정에서 상이한 반응양상을 발견하였을 뿐 아니라, 두 지각의 수행능력을 상관분석, 변산계수분석, 위계적 중다 회귀분석을 시도한 결과 모두 SDIH와 상충된다는 사실을 발견하였다. 이런 결과는 크기와 거리지각과정이 상호의존적이 아니라 독립된 과정일 것이라는 가능성을 시사할 뿐 아니라, 특히 양안크기지각이 크기 단서에 의해서 이루어질 가능성을 함축하는 증거로 간주된다고 결론지었다.

주요어 : 양안크기지각, 거리지각, 크기거리불변가설

* 이 논문에서 보고하는 연구는 2009년도 정부재원(교육과학기술부 인문사회연구역량강화사업비)으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(NRF-2009-327-H00027).

† 교신저자 : 김남균, 계명대학교 심리학과, (704-701) 대구광역시 달서구 달구벌대로 2800
Tel: 053-580-5415, E-mail: nk70@kmu.ac.kr

크기지각과 크기-거리 척도

우리는 환경 속의 물체와 접촉을 하거나, 환경을 변형시키거나, 아니면 주변 장애물과 충돌을 피하면서 환경 속에서 자유롭게 움직이는 등 주변 환경과 끊임없는 상호작용을 하고 있다. 여기서 중요한 사실은 이러한 상호작용이 매우 성공적으로 이루어지고 있다는 점이다. 어떻게 우리는 주변 환경과의 상호작용을 성공적으로 달성할 수 있을까?

이러한 성취의 기저에는 정확한 주변 환경의 지각이 무엇보다 중요한 작용을 한다. 정확한 주변 환경의 지각없이는 상호작용 그 자체가 가능하지 않기 때문이다. 그러한 지각 능력을 구성하는 영역 중 하나가 크기 지각이며 본 연구는 이 영역에 초점을 맞추고자 한다.

우리의 일상 경험을 예로 들 때 인간의 크기 지각 능력이 상당히 정확하다는 사실을 쉽게 알 수 있다. 우리는 다양한 크기의 물체들을 항상 접하게 된다. 딸기, 사과, 수박 등 모두 크기가 다른 과일이지만 우리는 손을 그 크기에 적절하게 변형하여 과일을 집거나 들 수 있다. 어린 조카의 손을 만질 때와 성인과 악수를 할 때도 역시 적절하게 손의 크기를 조절한다. 그뿐 아니라 차 한 대만 지나갈 수 있는 좁은 골목길도 앞에 오는 차량에 적절하게 빈 공간을 분할하여 별 어려움 없이 서로 부딪치지 않고 지나간다. 사실 TV 프로그램에서 보여주는 몇몇 ‘달인’들의 크기 지각 능력은 신기에 가까울 정도다. 어떻게 우리는 이렇게 정확하게 물체나 빈공간의 크기를 지각하고 그것에 적절한 행동을 수행할 수 있는가?

사실 인간의 크기 지각 능력에 대한 역사는 인류의 역사와 일치한다고 해도 과장이 아니다. 그리스 철학자 Euclid와 Ptolemy, 아랍수학자 Alhazen, 그리고 중세 철학자 Descartes와 Berkeley를 거쳐 Helmholtz에 이르기까지 각 세대의 가장 뛰어난 학자들이 이 문제에 대해서 한 번쯤 고려 해 보았다는 사실은 잘 알려져 있다(Hatfield, 2002). 재미있는 사실은 촉각과 경험으로 설명한 Berkeley를 제외한 거의 대부분의 학자들이 직각 삼각형을 이용하여 크기 지각에 대한 설명을 시도하였다는 점이다. 그림 1에서 나타나듯이, 삼각형의 두 변, S 와 D 는 각도 θ 와 $\tan\theta = S/D$ 의 삼각함수를 형성한다. 이러한 삼각함수에 근거하여 지각과정을 설명하고자 하는 시도가 현재까지 널리 받아들여지고 있는 크기거리불변가설(size-distance invariance hypothesis; 이하 SDIH)이다. 즉 물체에 의해 결정된 시각도 θ 는 물체의 지각된 크기 S' 와 물체의 지각된 거리 D' 의 비율, 즉, $\tan\theta = S'/D'$ 의 비율을 결정한다는 가설이다(Epstein, Park, & Casey, 1961; Kilpatrick & Ittelson, 1953).

여기서 중요한 사실은 하나의 각도가 있을 때, 이 관계를 만족시키는 크기와 거리의 조

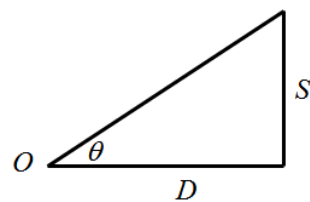


그림 1. 크기거리불변가설을 묘사하는 기하학적 관계. 물체 S 가 관찰자 O 로부터 D 의 거리만큼 떨어져 있을 때, S 는 θ 의 시각도를 이룬다.

합은 무한하게 존재한다. 하지만 이 가설은 지각된 거리가 아닌 지각된 크기의 설명에만 국한되어 사용되었다. 왜냐하면 상당히 많은 수의 거리 단서(distance cue)가 알려져 있지만, 크기 단서의 숫자는 상대적 크기(relative size), 친숙한 크기(familiar size), 결기울기(texture gradient) 등 몇 개로 제한되어 있기 때문이다 (Haber & Levin, 2001).

사실 2500년이 넘는 지각 연구의 역사를 고려할 때, 두 지각 과정에서 단서 숫자의 불균형은 이해하기 어렵다. 심지어 상대적 크기와 친숙한 크기는 크기 단서로서보다는 깊이 단서로서 더 효율적이라는 사실을 고려하면 (Gogel, 1977; Gogel & Da Silva, 1987; Predebon, 1994), 그 불균형은 더 심화된다. 이러한 사실을 고려할 때, SDIH를 제외하고는 크기 정보를 제공하는 신뢰할 수 있는 단서가 거의 존재하지 않는다고 해도 과언이 아닐 것이다.

따라서 크기 정보의 출처로써 SDIH의 효율성을 검증하고자 수많은 시도가 있어 왔다. 하지만 SDIH로 크기를 지각한다는 확정적인 증거는 발견되지 않고 있을 뿐 아니라, 심지어 SDIH와는 모순되는 증거마저 보고되고 있다 (Brenner & van Damme, 1998; Collewijn & Erkelens, 1990; Foley, 1980; Heinemann, Tulving, & Nachmias, 1959; Sedgwick, 1986). Heinemann 등(1959)이 실시한 연구는 크기 지각이 SDIH와 모순된다는 증거를 보고한 고전적인 연구이다. 이 연구에서 연구자들은 수렴각이 증가함에 따라 가현 크기가 증가하는 사실을 발견하였다.¹⁾ 이러한 사실은 SDIH의 예측과 일치

1) 가까운 물체를 볼 때 수렴각은 증가한다. 물체가 가까워질수록 그 물체는 더 크게 느껴진다.

한다. 하지만 피험자들은 수렴각이 증가함에도 불구하고 지각된 물체의 거리는 멀어진다 고 보고하였다. 이러한 결과는 SDIH의 예측과는 상반되는 결과이다. 이러한 예외적인 결과를 포괄적으로 크기-거리 역설(size-distance paradox)로 칭한다(Ross, 2003, 참고).

이러한 모순되는 증거에도 불구하고, SDIH는 지각이론 영역에서 지속적인 인기를 끌고 있다.²⁾ Gillam(1998)은 설명의 단순성이 그러한 영속성에 공헌하지 않았는가 하고 추측한다. SDIH가 함축하고 있는 이론적인 가정 또한 그러한 영속성에 공헌하였다고 볼 수 있다. SDIH에 따르면, 지각된 크기는 지각된 거리와 시각도, 즉 $S' = D' \tan \theta$, 에 의해서 결정된다. 이러한 가설은 물체의 크기는 직접적으로 추출되는 속성이 아니라, 시각도와 물체의 거리에 의해서 간접적으로 유도되는 속성이라는 주장을 내포한다. 이 주장을 좀 더 연장하면, 하나의 심리적 속성이 심적 계산에 의해서 추출될 수도 있다는 가능성을 시사한다. 즉 크기 지각은 Helmholtz가 주장한 무의식적인 추론(unconscious inference)으로 인하여 추출된 심리적 속성일 수도 있다는 가능성을 내재하게 된다. 이러한 가능성은 현재 인지심리학의 근간이 되는 원칙과 일치한다. 사실 지각 과정이 무의식적 추론에 의해서 중재된다고 하는 주장은 지각심리학에서 널리 받아들여지고 있다 (Epstein, 1995; Rock, 1983, 참고).

2) SDIH의 지속적인 인기를 반영하는 최근 연구로 Kaufman, Vassiliades, Noble, Alexander, Kaufman과 Edlund(2007), Mon-Williams와 Tresilian(1999) 등이 있다.

크기의 양안 정보

$$AB = \rho \sqrt{\frac{\sin \alpha \sin \beta}{\sin \delta \sin \gamma}} \quad (1)$$

상기한 바대로 크기지각에 대한 SDIH의 효율성은 확립되지 않고 있다. 사실 그러한 사실이 아직도 SDIH가 하나의 가설(hypothesis)로 남아 있는 이유가 아닐까 한다. 이 점을 고려하여, Gillam(1998)은 크기가 거리에 의해서 추출되는 하나의 속성이 아니라 움직임과 같은 하나의 고유한 지각적 속성일 가능성이 크다고 주장하였다. 하지만 크기 정보의 결핍으로 인하여 이러한 주장은 하나의 추측으로 남아 있을 뿐이다.

본 연구는 이러한 Gillam(1998)의 추측을 좀 더 확고히 하고자 한다. 그림 2는 두 눈(L과 R)으로 길이가 S인 선분 AB를 볼 때 형성되는 기하학적인 관계를 묘사하고 있다. 여기서 A와 B는 선분의 양 끝점을, ρ는 양안거리(interpupillary distance; 이하 IPD)를 나타낸다. 그리고 α와 β는 L과 R에서 형성되는 시야각을, γ와 δ는 선분의 극점에서 형성되는 양안시차(binocular parallax)를 나타낸다. 여기서 크기 S, 즉 AB를 아래 공식으로 표시할 수 있다(자세한 유도 공식은 부록을 참조할 것).

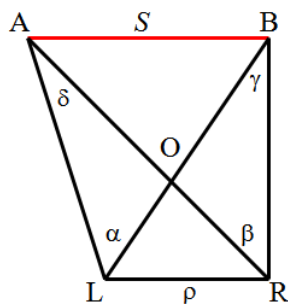


그림 2. 두 눈으로 선분 AB를 볼 때 형성되는 기하학적 관계.

여기서 중요한 몇 가지 사항을 고려해 보자. 첫째, 공식 (1)은 4개의 각도와 IPD로만 구성되었다는 점이다. 즉 어떠한 거리 정보도 포함되어 있지 않았다. 그럼에도 불구하고 어떤 정면 크기(frontal size)도 이 공식으로 기술할 수 있다는 점이다. 여기서 중요한 점은 IPD는 단순한 비율요인(scale factor)으로만 작용한다는 것이다. 수렴(convergence)이 거리 단서로 활용되기 위해서는 IPD가 비율요인으로 작용하여야 한다는 점과 동일한 맥락이다. 명시적으로 제거된 거리 정보는 이 양안 정보를 활용할 때, 크기 정보가 거리 정보의 매개 없이 직접 탐지되는 지각의 한 속성이라는 가능성에 더 큰 무게를 실어 줄 것이다. 또 다른 중요한 사항은 이 양안 단서가 제공하는 정보가 절대 척도(absolute metric)라는 사실이다. 지금까지 알려진 공간정보 중 수렴을 제외한 모든 정보원들은 상대적인 척도(relative metric)만을 제공하고 있다는 점에 주목해야 한다. 즉 대부분의 공간 단서들은 양적인(qualitative) 정보만을 제공한다는 사실이다(Kaufman, 1974).

지금까지 수많은 거리 단서가 소개되었지만 수렴과 양안부등(감기택, 한광희, 1999 참조)을 제외하고는 모든 단서들이 단안 단서라는 사실 또한 간과할 수 없다. 놀랍게도 다빈치는 이미 양안 시각체계를 통해서 보는 시지각이 특히 근거리에서 단안 시각체계와는 근본적으로 다르다는 사실을 알고 있었다고 한다(Wade, Ono, & Lillakas, 2001; Ono, Wade, & Lillakas, 2002). 그럼에도 불구하고 대부분의 양

안 시각 현상들은 SDIH와 같이 단안 현상의 설명을 위해 제안된 방식으로 설명되어 왔다. 따라서 그러한 설명들의 타당성에 대해 의문을 제기할 수 있다.

하지만 두 선분 AB와 LR이 평행을 이룰 경우에만 이 공식이 적용될 수 있다는 제한성 또한 유의하여야 하겠다. 이런 제약성은 크기의 기술에서 거리(egocentric distance)를 배제하려는 의도로 인하여 발생하였다. 사실 그림 2에 명시되어 있는 선분(AL, AR, BL, BR) 중 어느 하나라도 활용할 수 있을 경우 이런 제약으로부터 벗어날 수 있다. 실제로 Tresilian(1999)은 이런 해결책을 제시하고 있다. 하지만 이 때 거리 정보를 제공하는 수렴(convergence)이 거리단서로서의 신뢰성은 지금까지 논란의 대상이 되고 있다(Brenner & van Damme, 1998; Collewijn & Erkelens, 1990; Foley, 1980; Heinemann et al., 1959).

여기서 아울러 유의하여야 할 사항은 크기 지각연구에서 의미하는 크기는 정면 크기라는 사실이다(Ono & Comerford, 1977). 그림 1이 이런 사실을 잘 반영하고 있다. 그림 1에서 SDIH가 적용되기 위해서는 크기(S)가 시선으로부터 수직으로 놓여 있어야 하며, 이런 상황 하에서만 삼각함수인 $S = D \tan \theta$ 이 적용될 수 있다.

사실 물체는 정면평행표면(fronto-parallel plane)에서 기울어져 있을 수 있다. 하지만 물체가 기울어져 있을 경우 그 물체의 형태에 변화를 가져오며, 따라서 물체의 지각(형태 및 크기)은 경사도를 함께 필요로 한다.

이런 상황, 즉 정면평행표면에서 경사진 물체의 크기 지각이 경사각도를 고려하여 정확

하게 이루어지는지, 아니면 투사된 형태에 의거하여 왜곡되는지 의문이 생길 수 있다. Normal, Todd, Perotti와 Tittle(1996)은 이 점을 규명하고자 시도하였으며, 그 결과 인간시각 체계의 경사진 선분의 크기 지각 능력이 떨어지는 사실을 발견하였다. 이 연구에서 Norman 등은 선분을 정면평행면(수평축)에서 시상면(깊이축)으로 회전시키면서 크기 지각을 시도하였으며, 선분이 수평면에 나열되었을 때(정면 크기) 물체의 거리와 관계없이 정확한 반면, 경사진 경우 왜곡, 특히 축소될 뿐 아니라 그 왜곡의 정도가 거리와 비례한다는 사실을 발견하였다.

왜 경사진 선분의 크기 지각이 왜곡되는지를 이 연구에서 다루기는 무리다. 그럼에도 불구하고 Norman 등(1996)이 보고한 정확한 정면 크기 지각 능력, 그리고 정면 크기와 경사진 선분의 크기 지각의 상이성은 크기와 거리 지각이 두 개의 상이한 지각과정일 것이라는 본 연구의 가설을 간접적으로 지지하는 증거로 간주해 볼 수 있겠다.

요약하면, SDIH가 크기 지각을 기술하기에는 적절하지 않다는 많은 증거가 보고되어 왔다. 아울러 SDIH는 단안 현상을 기술하기 위해 제안된 가설로서, 양안 지각 현상을 기술하기에는 적합한 개념적 틀이 될 수 없다. 거기에 반하여, 위에서 제안한 양안 크기 단서는 절대척도 정보를 제공한다. 더 나아가 이 크기 단서는 거리 정보를 매개하지 않고 크기 정보를 직접적으로 제공한다. 따라서 이 정보의 활용은 크기와 거리가 원천적으로 상호의존하지 않는 두 개의 독립된 지각 속성이라는 가능성을 시사한다. 이런 맥락에서 이 양안

크기 정보의 타당성을 실험을 통하여 검증하고자 시도하였다. 사실 하나의 실험 결과에 근거하여 새로 제안된 정보의 타당성을 검증할 수 있을 것으로 기대한다는 것은 무리다. 이 실험에서는 앞서도 지적하였듯이, 여기서 제안한 양안 크기 정보가 시각체계에 의해서 크기지각에 활용된다면, 그러한 사실은 SDIH가 함축하고 있는 지각된 크기와 지각된 거리의 상호의존 관계와 상충될 것이란 예측 하에서 실시되었다. 따라서 이 두 속성의 낮은 상호의존도는 이 양안 크기 단서의 타당성을 지지하는 증거로 간주될 것이다.

실 험

사실 지금까지 헤아릴 수 없을 정도의 많은 실험들이 크기 지각을 검증하기 위해서 시도되었다. 하지만 대다수의 실험들은 크기 지각 그 자체를 검증한 것이 아니라, 특정한 거리에서의 크기 지각(size at a distance perception), 즉 크기 항등성(size constancy)을 검증하는 실험들이었다. 가장 좋은 예로 Holway와 Boring (1941)이 실행한 연구를 들 수 있다. 이 연구자들은 시각도를 고정한 뒤, 거리 단서를 조작하여 크기 지각에 미치는 영향을 조사하였다. 모든 거리 단서가 주어진(full cue) 조건 하에서는 지각된 크기가 물체의 실질적인 크기와 거의 일치하였지만, 거리 단서가 제거되었을 때는 거리 단서가 제거된 정도와 비례하여 크기 지각 능력도 저하되었다. 이러한 결과는 지각된 크기와 지각된 거리의 상호의존성, 즉 SDIH를 지지하는 증거로 간주되었다.

거리 정보량을 변화시킨 후 크기 지각의 정



그림 3. 실험에 사용된 한 쌍의 입체화(stereogram)

도를 추출해내는 이러한 실험 조작은 크기-거리 불변성의 원칙을 이미 전제하고 있다는 사실에 주목하여야 한다. 두 지각된 속성의 독립성을 규명하기 위해서는 다른 실험적 조작이 요구된다. 특히 Garner와 Morton(1969; Amazeen, 1999; Ashby & Townsend, 1986 참조)의 제언에 주목하여야 할 것이다. 즉 두 변인을 독립적으로 변화시킨 후, 각 변인에 대응하는 지각을 각각 별도로 평가할 때, 두 개의 지각 현상이 독립적인지를 규명할 수 있다는 사실이다.

이 점을 염두에 두고 실험을 실시하였다. 다양한 크기의 정육면체가 교차부등(crossed disparity)으로 모니터 앞에 가상적으로 제시되었으며(그림 3 참조), 이 때 참가자는 물체의 크기(frontal size)와 관찰자로부터의 거리를 특별히 제작된 반응기구를 이용하여 보고하였다.

방 법

참가자 14명의 대학생(남자 2명과 여자 12명)이 실험에 참가하였으며, 실험 참가 대가로 소정의 학점을 부여 받았다. 참가자들은 모두 정상시력(나안 또는 교정)을 보유하고 있으며, 입체시력검사(Multi Target Red/Green Anaglyph Stereo Test, Random Dot Butterfly, Letter "E", &

Figures; Synthetic Optics Inc., Franklin Lakes, NJ, USA)를 실시한 결과 전원 입체시력이 100 arc sec 이하인 것으로 나타났다. 두 여학생의 자료가 손상되었으며, 이 두 명은 분석에서 배제하였다.

실험도구 및 자극 결무늬를 입힌 다양한 크기의 정육면체가 자극으로 사용되었다(그림 3). 스테레오 이미지는 nVidia Quadro FX 3450 graphics card가 장착된 Dell Precision workstation 380모델을 이용하여 제작되었으며, 주파수 120Hz, 해상도 1080 × 768로 설정된 21인치 CRT 모니터(Samsung SyncMaster Magic CD210JP)로 제시되었다. 참가자는 모니터로부터 60cm 떨어진 곳에 고정된 이마-턱 받침대에 턱을 고정된 상태에서 모니터 주파수와 60Hz로 동조된 액정 셔터 안경(CrystalEyes, StereoGraphics, San Rafael, CA, USA)을 사용하여 스테레오 이미지를 보았다. 이 거리에서 디스플레이 영역은 37.0° × 28.0°의 시각도를 이루었다. 모니터 주위를 내부에 검은색 테이프를 부착한 상자로 차단하여 스테레오 이미지 영상의 관람을 보다 용이하게 하였다.

반응을 측정하기 위해서 두 개의 자를 결합하여 제작한 반응 기구를 사용하였다. 첫째 자는 1.2m 길이로 관람 상자의 바깥쪽으로 모니터 우측에 깊이 방향(피험자의 시각선과 평행)으로 설치된 알루미늄 블록 위에 부착되었다. 알루미늄 블록 양면에 홈을 내어 그 위를 나무 블록이 미끄러져 움직이도록 제작하였다. 이 나무 블록 위에 20cm 자를 알루미늄 블록과 직교로 부착하였다. 참가자는 나무 블록을 움직여 물체(정육면체)의 지각된 거리를 보고

하였으며(관찰점에서 나무 블록의 정면까지의 거리), 둘째 자 위에 오른손 엄지와 검지를 벌려 물체 전면의 가로 크기를 보고하였다. 이때 실험 보조자는 각 자의 눈금을 읽어 두 반응을 기록하였다.

설계 물체의 (가로)크기, 물체의 관찰자부터의 거리 및 물체의 양상의 세 개의 변인이 조작되었다. 물체의 크기는 3, 5, 7, 9, 11cm 로, 물체의 관찰자로부터의 거리는 35, 37, 39, 41, 43cm로 변화하였다.³⁾

물체는 3차원적인(3D) 정육면체(그림 3)와 2차원적인(2D) 정사각형(정육면체의 전면)으로 제시되었다. 만약 SDIH가 크기 지각에 활용된다면 깊이감을 증가시키는 3D 조건 하에서

3) 이 연구에서 물체와 관찰자와의 거리는 35-43cm 로, 물체의 크기는 3-11cm로 조작되어 비교적 짧은 거리와 작은 크기의 물체가 사용되었다. 따라서 이렇게 제한된 범위에서 추출된 결과가 일반성을 반영할 것인지에 대한 우려가 제기된다. 하지만 많은 크기 거리 지각연구가 이렇게 근거리와 작은 크기를 사용하여 진행되고 있다는 사실을 주지시키고 싶다. 예를 들면, Higashiyama(1977)는 1, 3, 5cm 크기의 물체를 1.06m에서 지각하는 과제를, Mon-Williams와 Dijkerman(1999)은 20, 30, 40cm에 위치한 5, 6cm의 물체를 잡는 과제를, Norman 등(1996)은 6, 9cm의 물체를 85cm에서 지각하는 과제를 수행하였다. 이렇게 본 연구에서 조작된 범위가 극단적인 것은 아니다. 아울러 주지하여야 할 사실은 작은 크기의 물체가 친숙한 크기를 의미하지 않는다는 사실이다. 사실 많은 연구에서 카드가 친숙한 물체로 사용되어 왔으며, 그 외에도 담배곽, 우표(Higashiyama, 1984), 농구공, 우유병, 맥주병 등(Haber & Levin, 2001)이 사용되어 왔다. 사실 본 연구에서 사용된 가상으로 구현된 물체들은 그 친숙성이 전무하다고 볼 수 있다.

수행 능력이 향상될 것을 기대할 수 있다. 아울러 물체는 중앙으로부터 3-4cm 우측 혹은 좌측으로 벗어나서 나타났다.

따라서 실험은 5(크기) x 5(거리) x 3(물체유형: 2D vs 3D) x 2(치우침: 좌 vs 우)의 설계로 제작되었으며, 총 100 회기로 구성되었다. 모든 변인은 참가자내 변인으로 조작되었다.

절차 실험은 이중 맹목 통제 방식(double blind control procedure)으로 진행되었다. 즉 참가자 뿐 아니라 실험을 진행한 보조자조차 실험의 목적에 대해서 알지 못했다. 스테레오 이미지가 제시된 후, 참가자는 나무 블록을 움직여 물체의 거리를 보고하였으며, 오른손 엄지와 검지를 사용하여 물체 전면의 크기를 보고하였다. 이 때 참가자들은 만족할 때까지 거리와 크기를 조절할 수 있도록 허용되었다. 참가자들이 반응을 하는 동안 관람 상자 안에서 화면을 직시하도록 지시 받았으며, 따라서 자신의 반응에 대한 결과를 알지 못하도록 통제되었다.

실험 도구, 절차 및 반응 양식을 소개하기 위해서 실험 시행 전 9회기로 구성된 연습시행을 실시하였다. 연습시행은 (10.5, 41), (6.5, 46), (10.5, 46), (2.5, 46), (2.5, 41), (6.5, 41), (2.5, 36), (10.5, 46), 및 (6.5, 36)의 크기와 거리의 짝으로 구성되었으며, 모든 참가자들에게 동일한 순으로 제시되었다. 연습 시행에서는 피드백이 제공되었다.⁴⁾ 참가자들이 반응 한

뒤, 실험 보조자는 참가자들의 손을 움직여 실제 거리 위치로 인도하였으며, 또한 참가자의 엄지와 검지를 조절하여 실제 크기에 맞추어 주었다. 이렇게 하여 연습시행에서 참가자들은 촉각 피드백을 받았다. 하지만 실제 실험에서는 피드백이 제공되지 않았다.

결 과

지각된 크기와 거리가 조작된 크기와 거리의 함수로 그림 4에 제시되었다. 실험에 사용된 물체의 크기는 3, 5, 7, 9, 11cm이었으며, 각 조건에 상응하는 지각된 크기의 평균(과표준편차)은 3.95(0.54), 5.85(0.94), 7.69(1.31), 9.50(1.80), 11.22(1.88)cm 이었다(그림 4 위). 그에 반해 물체는 관찰자로부터 34, 37, 40, 43, 46cm에 제시되었으며, 각 거리 조건에 상응하는 지각된 거리의 평균(과표준편차)은 34.91(4.29), 37.72(4.64), 39.98(5.26), 42.19(5.49), 44.90(5.84)cm 이었다(그림 4 아래). 그림 4에서 보여주듯이, 지각된 크기는 과대평가되었지만 크기가 커질수록 과대평가의 정도가 감소하였으며, 그에 반해 지각된 거리는 짧은 거리(34, 37cm)에서는 과대평가되었지만, 먼 거리(43, 46cm)에서는 과소평가되었다. 각 지각차원에서의 절대오류(absolute error)는 크기에서 1.36cm, 거리에서는 4.99cm로 나타났다.

지각된 크기와 거리를 종속변인으로, 조작

된 결과를 유발시키지 않았나 추측된다. 하지만 전반적인 반응양상은 그림 4에 제시된 본 실험 결과와 일치하였다. 따라서 결과의 왜곡을 배제하고자 본 실험에서는 연습시행에서 피드백을 제공하였다.

4) 파일럿실험에서 연습시행에서도 피드백을 제공하지 않았을 때 상당히 큰 향상오류를 발견하였다. 가상으로 제시된 대상을 상대로 지각과제를 수행한 결과 대상 및 과제의 낮은 친숙도가 이

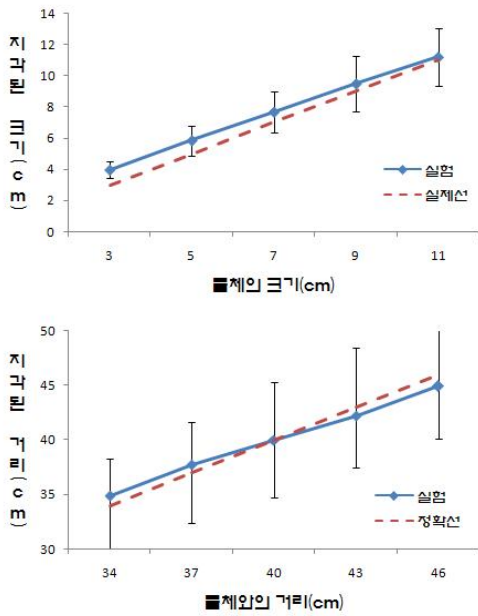


그림 4. 조작된 크기와 거리의 함수로 표시된 지각된 크기(위)와 거리(아래).

된 크기와 거리 각 요인을 독립변인으로 하여 일원변량분석을 실시한 결과, 크기의 효과, $F(4,44)=167.68, p<.0001$ 와 거리의 효과, $F(4,44)=52.60, p<.0001$ 가 각각 통계적으로 유의하게 나타났을 뿐 아니라, 각 크기 조건과 각 거리 조건은 서로 상이한 것으로 사후 분석 결과 밝혀졌다. 이 분석은 각 크기조건과 거리조건이 서로 분명하게 식별되었다는 사실을 시사한다.

보다 더 자세한 분석을 위해서 지각된 크기와 거리를 항상오류(constant error)로 변환시켜 5(크기) x 5(거리) x 3(물체유형) x 2(좌우 치우침)의 반복측정 변량분석을 실시하였다. 지각된 크기의 분석결과 거리의 주효과, $F(4,44)=10.80, MSE=14.12, p<.0001$ 와 크기, 거리, 치우침의 삼원상호작용, $F(4,44)=2.76, MSE=1.89,$

$p<.05$ 이 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

그에 반해, 지각된 거리의 분석결과, 크기, $F(4,44)=2.79, MSE=190.95, p<.05, \eta^2=.22$ 와 거리, $F(4, 44)=10.30, MSE=614.59, p<.0001, \eta^2=.48$ 의 주효과가 통계적으로 유의하게 나타났다. 작은 물체(3, 5cm)와 가까운 거리(34, 37cm)에서 더 먼 것(작은 물체 조건: .91, .73cm; 가까운 거리 조건: 2.37과 .42cm)으로 과대평가되었으며, 큰 물체(7, 9, 11cm)와 먼 거리(43, 46cm)에서 더 가까운 것(크기 조건: -.02, -.81, -1.10cm; 거리 조건: -.45, -.68, -1.95cm)으로 과소평가되었다. 아울러 물체유형, $F(1,11)=8.07, MSE=303.91, p<.05, \eta^2=.42$,과 치우침, $F(1,11)=27.51, MSE=392.74, p<.0001, \eta^2=.71$,의 주효과 또한 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 거리는 2D 물체에서 더 멀게 과대평가되었으며($M=.44$), 3D 물체에서 더 가깝게 과소평가되었다($M=-.56$). 또한 물체가 왼쪽에 나타났을 때 더 먼 것으로($M=.51$), 오른쪽에 나타났을 때 더 가까운 것($M=-.63$)으로 지각되었다. 하지만 치우침은 거리와 상호작용, $F(4,44)=2.59, MSE=37.13, p=.05, \eta^2=.19$ 하였다. 치우침의 효과는 34cm 조건, $F(1,11)= 33.39, p<.0001$ 에서 특히 현저하게 나타났다.

상관분석 이 연구의 주목적은 지각된 크기와 거리가 상호의존적인지 아니면 독립적인지를 규명하는 것이다. 그런 분석을 위해서 먼저 각 참가자의 지각된 크기 반응과 거리 반응의 피어슨 상관계수를 추출하였다. 상관계수의 평균은 $-.26(SD=.22)$ 로 나타났다. 더 나아가, 실제 크기와 지각된 크기의 상관계수의 평균은 $.94(SD=.03)$, 실제 거리와 지각된 거리의

상관계수의 평균은 .61($SD=.22$)로 나타났으며, 그 차이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다, $t(11)=5.18, p<.0001$.

변산계수분석 McKee와 Welch(1992)는 각 지각단계에서 발생하는 잡음(noise)은 그 다음 단계로 전이된다고 추정한다. 따라서 SDIH이 주장하듯이, 크기 지각이 거리에서 유도되었다면 지각된 크기의 변산성이 지각된 거리의 변산성 보다 더 클 것이라고 예측할 수 있다. 이런 논리 하에 두 지각 반응의 변산성을 비교하고자 변산계수를⁵⁾ 추출하였다. 하지만 두 지각과정에 사용된 조건들의 단위가 상이한 관계로 직접적인 비교는 어렵다. 이런 제한성을 고려하여, 변산계수를 각각의 지각 반응에서 각 참가자로부터 추출하였다. 크기 판단에서 추출된 변산계수의 평균은 0.11($SD=.03$), 거리 판단에서 추출된 변산계수는 0.11($SD=0.05$)이었으며, 그 차이는 통계적으로 유의하지 않았다, $t(11)=-.25, ns$.

회귀분석 두 지각 과정에 미친 영향을 보다 자세히 검증해 보기 위해서 위계적 중다 회귀 분석을 실시하였다. 먼저 지각된 크기 분석에는 물체의 크기(object size), 거리(object distance), 절대 부등(absolute disparity), 상대 부등(relative disparity), 좌-우측 시각도(left and right visual angle)(그림 2에서 α 와 β), 좌-우측 양안시차(left and right parallax)(그림 2에서 δ 와 γ), 지각된 거리(perceived distance)가, 지각된 거리 분석에서는 지각된 거리 대신 지각된 크기(perceived

size)가 독립변인으로 사용되었다.

절대 부등은 수렴각과 동일하다. 그에 반해 상대 부등은 관찰점에서 상이한 두 점까지의 수렴각의 차이를 지칭한다(Kaufman, 1974 참조). 여기서 이 두 수치로 물체의 중심점과의 수렴각과 그 수렴각과 모니터까지의 수렴각과의 차이를 사용하여 분석하였다.

아울러 물체는 중심에서 3~4cm 벗어나 제시되었다. 이런 비대칭성으로 인하여 좌-우측 양안시차는 절대 부등과 동일하지 않았으며, 따라서 별개의 독립변인으로 회귀분석에 투입되었다. 좌우 시각도 또한 이런 이유로 동일하지 않았으며, 각각 계산에 포함되었다.

여기서 주목할 사실은 지각된 크기에 사용된 독립변인 중 물체의 크기를 제외하고는 모두 거리 단서 혹은 거리와 관련이 있다는 사실이다. 사실 절대 부등, 상대 부등, 좌-우측 시각도 및 좌-우측 양안시차 모두 거리 추정에 활용될 수 있지만, 그 외의 변인이 거리 추정에 개입될 수 있을 개연성을 고려하여 물체와의 (실제) 거리가 별도의 독립변인으로 분석에 투입되었다. 따라서 이 중 하나라도 지각된 크기를 예측할 수 있을 경우 SDIH를 지지하는 증거로 간주될 수 있다.

반면에 물체 크기의 예측성이 유의하다면, 그런 결과는 여기서 제안한 양안 크기 변인의 효용성을 지지하는 증거로 간주될 것이다. 위에서 언급하였듯이, 이 양안크기 변인은 절대 척도로서 물체의 크기를 예측할 수 있다. 따라서 물체의 크기는 양안 크기 변인을 지칭한다.

이 분석 결과가 표 1에 제시되었다. 두 지각 과정의 결과는 분명하였다. 크기 지각의 가장 좋은 예측 변인으로 물체의 크기가 9명

5) 변산계수(coefficients of variation)은 표준편차를 평균으로 나눈 수치다.

표 1. 지각된 크기와 지각된 거리에서 추출된 통계적으로 유의한 예측변수와 R² 값

참가자	지각된 거리				지각된 크기			
	예측변수 1	예측변수 2	예측변수 3	R ²	예측변수 1	예측변수 2	예측변수 3	R ²
1	상대부등	우측 양안시차	좌측 양안시차	0.74	우측 시각도	크기		0.91
2	절대부등	우측 시각도		0.42	크기	우측 양안부등	좌측 양안부등	0.95
3	거리	크기	좌측 시각도	0.51	크기			0.94
4	우측 시각도	좌측 시각도		0.56	크기	좌측 양안부등		0.84
5	거리	지각된 크기	우측 양안시차	0.60	우측 시각도	우측 양안부등	지각된 거리	0.79
6	우측 시각도	지각된 크기		0.34	크기	지각된 거리	좌측 시각도	0.89
7	상대부등			0.81	크기			0.85
8	거리	지각된 크기		0.40	크기	좌측 시각도		0.91
9	좌측 양안시차			0.30	크기			0.93
10	상대부등	좌측 시각도		0.50	크기			0.87
11	거리			0.69	크기	좌측 양안부등		0.91
12	상대부등	크기	지각된 크기	0.68	우측 시각도	지각된 거리		0.92

의 참가자에게서, 우측 시각도가 3명의 참가자에게서 발견되었다. 반면에 거리 지각의 가장 좋은 예측변수로는 물체와의 거리와 상대부등이 각각 4명의 참가자에게서, 우측 시각도가 2명의 참가자에게서, 절대 부등과 좌측 양안시차가 각각 1명의 참가자에게서 발견되었다.

아울러 크기 지각의 평균 R² 값은 .89 (SD=.05)인 반면, 거리 지각의 평균 R² 값은 .55(SD=.16)로 나타나, 예측변수들이 설명하는 변산성 또한 큰 차이를 보였다.

논 의

가상 물체를 대상으로 수행한 실험이었음에도 불구하고 크기와 거리 과제에서의 수행능력을 절대오류로 평가했을 때, 각각 1.36cm와

4.99cm에 그쳤다는 사실은 비교적 정확하게 과제를 수행했다고 판단할 수 있다. 하지만 각 과제에서 사용된 단위의 상이성으로 인하여 두 지각능력의 단순 비교는 어렵다. 그런 점을 고려하더라도 몇 가지 사실이 눈에 띄인다. 먼저 크기 지각에서 전반적으로 크기가 지나치게 크게 과대평가되었지만 과대평가의 정도가 물체 크기가 커질수록 감소하였다는 사실이다. 그에 반해 지각된 거리는 짧은 거리(34, 37cm)에서는 더 멀게, 먼 거리(43, 46cm)에서는 짧게 평가되었다는 사실이다. 여기서 재미있는 사실은 거리지각에서 나타난 패턴, 즉 근거리에서 과대평가와 원거리에서 과소평가는 거리지각 문헌에서 보고되는 전형적인 패턴이다(Baird & Biersdorf, 1967; Bingham, Crowell, & Todd, 2004; Johnston, 1991; Norman et al., 1996; Todd, Tittle, & Norman, 1995).

이런 사실에 비추어 볼 때, 가상 물체를 사용하여 진행된 실험이었음에도 불구하고 지각 기능이 제대로 반영되었다고 볼 수 있다. 하지만 본 연구에서 중요한 사실은 크기지각이 거리지각에 의해서 파생된 지각능력인지 아니면 독립된 기능인지를 규명하는 것이다. 이런 목적을 수행하고자 상관분석, 변산성 분석 및 위계적 중다 회귀분석을 아울러 시행하였다. 이 분석결과는 이 두 과제 수행이 독립적으로 수행되었을 것이라는 가능성을 시사한다. 두 지각능력은 부적으로 상관되었으며, 그런 사실은 지각된 크기가 지각된 거리에 의해 매개될 것이라는 SDIH의 예측과 상반되는 결과다.⁶⁾ 아울러 두 지각과정의 변산성 또한 비슷한 것으로 나타났다. 만약 크기지각이 거리지각으로부터 파생된 능력일 경우 크기지각의 변산성이 거리지각의 변산성 보다 커야할 것이다.

하지만 무엇보다 중요한 사실은 참가자의 크기 지각 반응의 75% 이상이 물체의 크기, 즉 양안 크기 단서에 의해서 설명되어진다는 점이다. 반면에 거리 지각 반응은 다양한 변인들에 의해 예측이 되어 일관성이 결여되어있다는 사실이다.

이런 결과들은 이 실험에서 보여준 크기 지각능력이 위에서 제안한 양안크기단서에 의해서 매개되었을 가능성을 강하게 시사한다. 그렇다고 하여 이 실험결과가 이 양안크기단서

6) 부적상관 또한 크기 지각과 거리 지각이 관련이 있다는 사실을 시사한다. 하지만 Epstein 등(1961)이 지적하였듯이 SDIH가 지지되기 위해서는 두 지각과정이 정적으로 상관되어야 하며, 이런 맥락에서 본 연구결과는 SDIH를 반증하는 증거로 간주될 수 있다.

의 효용성을 규명하였다고 단정 짓기는 시기상조다. 보다 많은 증거가 요구된다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 중요한 사실을 시사한다. 사실 인간을 포함한 모든 동물들은 우수한 공간지각능력을 소유하고 있다. 이러한 능력은 주변 환경과의 효율적인 상호작용을 가능하게 한다. 따라서 이러한 능력을 이해하고자 인류는 오랫동안 노력하였다. 이러한 오래된 역사에도 불구하고 우리의 공간지각 능력에 대한 이해는 아직도 미약하다. 특히 미약한 분야 중에 하나가 크기지각능력에 대한 규명이다. 첫째, 수많은 단서가 알려진 거리 지각 분야와는 대조적으로 크기지각 단서는 극히 제한되어 있다. 그나마 알려진 상대적 크기, 친숙한 크기와 같은 단서들마저 거리 단서로서의 효율성이 보다 더 잘 입증되어져 있다(Gogel, 1977; Gogel & Da Silva, 1987; Predebon, 1994). 이런 사실을 Haber와 Levin (2001)은 명백하게 인지하고 있다. 이 연구자들은 친숙하지 않은 물체의 크기를 정확하게 지각하는 참가자들의 수행능력을 발견한 후, 그와 같은 능력을 기술할 수 있는 크기지각 단서의 부재를 한탄하며, 크기지각 학자들이 크기지각 단서 모색에 보다 많은 노력을 기울일 것을 다음과 같이 촉구하고 있다.

‘우리가 이야기 할 수 있는 것은 참가자들이 크기지각을 거리지각을 하는 것과 동일한 방식으로 하지 않았다는 사실이다. 이런 우리의 무지는 크기지각에 관여하는 지각변인들에 대한 전반적인 무지를 반영한다. 그 동안 크기지각에 관한 설명은 친숙성에 의존하였으며 다른 변인들은 무시

해왔다. 하지만 (친숙성 외에) 다른 변인들이 있음에 틀림없으며, 크기지각 연구자들은 그 변인들을 식별하고 시범해서 그 효율성을 보여주어야 한다' (p.1150).

이러한 크기 지각 단서의 부족은 대부분 크기 지각에 대한 설명을 크기거리불변원칙(SDIH)에 의존하게 하였다. 하지만 이 가설의 효율성은 여러 연구 결과에서 보여 주었듯이 확정되지 않고 있다.

또한 간과할 수 없는 사실은 SDIH가 단안 현상을 설명하고자 고안된 가설이란 점이다. 양안 시각체계를 통해서 보는 시지각이 특히 근거리에서 단안 시각체계와는 동일하지 않다는 사실은 이미 다빈치를 통하여 잘 알려져 왔다(Ono et al., 2002; Wade et al., 2001). 따라서 SDIH는 양안 크기 지각과 같은 양안시각 현상을 기술하기에는 적절하지 않은 모형이라 단언할 수 있다.

이러한 문제점들을 해결하기 위하여 본 연구에서는 양안시각의 기하학적 관계에 입각하여, 양안크기 단서를 도출하였으며, 이 단서의 효율성을 검증하고자 실험을 실시하였다. 이 크기 단서의 효율성이 검증될 때 이 단서는 부족한 크기 단서를 보충할 뿐 아니라, 양안 단서, 그리고 절대적인 척도 정보를 제공하여 지각능력의 양적 검증을 가능하게 하는 부차적인 장점도 있다. 실험은 Garner와 Morton(1969)과 Ashby와 Townsend(1986)의 충고에 따라 두 지각과정을 독립적으로 변화시킨 후, 각 과정에서의 지각능력을 별도로 평가하였다.

한 실험결과에 근거하여 단정적인 결론을 내리기는 어렵지만, 두 지각과정의 상이한 반

응양상, 그리고 부차적인 상관분석, 변산계수 분석. 위계적 중다 회귀분석 결과 모두 SDIH와 상충된다. 이런 결과는 크기와 거리지각이 독립적인 지각과정일 것이라는 본 연구의 가설을 지지하는 증거로 해석된다. 보다 중요한 사실은 여기서 보여준 크기지각이 본 연구에서 제안한 크기 단서에 의해서 이루어졌을 것 이란 가능성을 간접적으로 지지하는 증거로 간주할 수 있다.

당연히 보다 많은 증거가 필요하다. 그럼에도 불구하고 본 연구 결과는 그런 가능성을 보여주는 긍정적인 증거로 간주할 수 있다.

참고문헌

- 감기택, 한광희 (1999). 양안 부등 처리에 있어서 구별되는 두 시야 영역. 한국심리학회지: 실험 및 인지, 11, 1-16.
- Amazeen, E. L. (1999). Perceptual independence of size and weight by dynamic touch. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25, 102-119.
- Ashby, F. G., & Townsend, J. T. (1986). Varieties of perceptual independence. *Psychological Review*, 93, 154-179.
- Baird, J. C., & Biersdorf, W. R. (1967). Quantitative functions for size and distance judgments. *Perception & Psychophysics*, 2, 161-166.
- Bingham, G. P., Crowell, J. A. & Todd, J. T. (2004). Distortions of distance and shape are not produced by a single continuous transformation of reach space. *Perception &*

- Psychophysics*, 66, 152-169.
- Brenner, E., & van Damme, W. J. M. (1998). Judging distance from ocular convergence. *Vision Research*, 38, 493-498.
- Collewijn, H., & Erkelens, C. J. (1990). Binocular eye movements and the perception of depth. In E. Kowler (Ed.), *Eye movements and their role in visual and cognitive processes* (pp. 213-261). Amsterdam: Elsevier.
- Epstein, W. (1995). The metatheoretical context. In W. Epstein, & S. Rogers, S. (Eds.), *Perception of space and motion* (pp.1-22). San Diego: Academic Press.
- Epstein, W., Park, J., & Casey, A. (1961). The current status of the size-distance invariance hypothesis. *Psychological Bulletin*, 58, 491-514.
- Foley, J. M. (1980). Binocular distance perception. *Psychological Review*, 87, 411-434.
- Garner, W. R., & Morton, J. (1969). Perceptual independence: Definitions, models, and experimental paradigms. *Psychological Bulletin*, 72, 233-259.
- Gillam, B. (1995). The perception of spatial layout from static optical information. In W. Epstein, & S. Rogers, S. (Eds.), *Perception of space and motion* (pp.23-67). San Diego: Academic Press.
- Gillam, B. (1998). Illusions at century's end. In J. Hochberg (Ed.), *Perception and cognition at century's end* (pp.95-136). San Diego: Academic Press.
- Gogel, W. C. (1977). The metric of visual space. In W. Epstein (Ed.), *Stability and constancy in visual perception* (pp.129-181). New York: Wiley.
- Gogel, W. C., & Da Silva, J. A. (1987). Familiar size and the theory of off-sized perceptions. *Perception & Psychophysics*, 20, 419-429.
- Haber, R. N., & Levin, C. A. (2001). The independence of size perception and distance perception. *Perception & Psychophysics*, 63, 1140-1152.
- Hatfield, G. (2002). Perception as unconscious inference. In D. Heyer, & R. Mausfeld (Eds.), *Perception and the physical world: Psychological and philosophical issues in perception* (pp. 115-143). West Sussex: Wiley.
- Heinemann, E. G., Tulving, E., & Nachmias, J. (1959). The effect of oculomotor adjustments on apparent size. *American Journal of Psychology*, 72, 32-45.
- Higashiyama, A. (1977). Perceived size and distance as a perceptual conflict between two processing modes. *Perception & Psychophysics*, 22, 206-211.
- Higashiyama, A. (1984). The effects of familiar size on judgments of size and distance: An introduction of viewing attitude with spatial cues. *Perception & Psychophysics*, 35, 305-312.
- Holway, A. H., & Boring, E. G. (1941). Determinants of apparent visual size with distance variant. *American Journal of Psychology*, 54, 21-37.
- Kaufman, L. (1974). *Sight and mind*. New York: Oxford University Press.
- Kaufman, L., Vassiliades, V., Noble, R., Alexander, R., Kaufman, J., & Edlund, S. (2007).

- Perceptual distance and the moon illusion. *Spatial Vision*, 20, 155-175.
- Kilpatrick, F. P., & Ittelson, W. H. (1953). The size-distance invariance hypothesis. *Psychological Review*, 60, 223-231.
- Mon-Williams, M., & Dijkerman, H. C. (1999). The use of vergence information in the programming of prehension. *Experimental Brain Research*, 128, 578-582.
- Mon-Williams, M., & Tresilian, J. R. (1999). The size-distance paradox is a cognitive phenomenon. *Experimental Brain Research*, 125, 578-582.
- Ono, H., Wade, N. J., & Lillakas, L. (2002). The pursuit of Leonardo's constraint. *Perception*, 31, 83-102.
- Predebon, J. (1994). Perceived size of familiar objects and the theory of off-sized perceptions. *Perception & Psychophysics*, 56, 238-247.
- Rock, I. (1983). *The logic of perception*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Ross, H. E. (2003). Levels of processing in the size-distance paradox. In L. Harris, & M. Jenkin (Eds.), *Levels of perception* (pp.149-168). New York: Springer.
- Sedgwick, H. A. (1986). Space perception. In K. Boff, L. Kaufman, & J. Thomas (Eds.), *Handbook of perception and human performance* (pp.1-57). New York: Wiley.
- Tresilian, J. R. (1999). Analysis of recent empirical challenges to an account of interceptive timing. *Perception & Psychophysics*, 61, 515-528.
- Wade, N. J., Ono, H., & Lillakas, L. (2001). Leonardo da Vinci's struggles with representations of reality, *Leonardo*, 34, 231-235.
- 1 차원고접수 : 2011. 5. 30
수정원고접수 : 2011. 6. 12
최종게재결정 : 2011. 6. 19

An Evaluation of the Size Distance Invariance Hypothesis and Binocular Size Perception

Nam-Gyoon Kim

Department of Psychology, Keimyung University

For too long, size perception research has been guided by the size distance invariance hypothesis (SDIH). Although research to validate this hypothesis has been largely inconclusive, the hypothesis has endured, perhaps in part because alternative information sources for size perception were lacking. Here, I propose an alternative binocular information source for size perception. An experiment was conducted to assess the utility of the proposed information and at the same time the perceptual independence of size and distance perception. Participants viewed a virtual object stereoscopically then judged its size and distance. Results were consistent with the proposed model's prediction but inconsistent with the SDIH. The present findings were construed as evidence against the SDIH as an account of size perception for the binocular visual system.

Key words : binocular size perception, distance perception, size distance invariance hypothesis

부 록

두 눈(L과 R)으로 길이가 S인 선분 AB를 볼 때 형성되는 기하학적인 관계가 그림 2에 묘사되어 있다. 여기서 A와 B는 선분의 양 끝점을, ρ는 양안거리(IPD)를 나타낸다. 그리고 α와 β는 L과 R에서 형성되는 시야각을, γ와 δ는 선분의 극점에서 형성되는 양안시차를 나타낸다.

Sine공식(Sine Formula)에 따르면 임의의 삼각형의 세 각을 X, Y, Z로, 각 대변을 x, y, z로 가정할 경우, $x/\sin X = y/\sin Y = z/\sin Z$ 가 성립된다. 이 공식을 ΔAOB와 ΔLOR에 적용하여,

$$\frac{AO}{\sin \varepsilon} = \frac{BO}{\sin \eta} \tag{A1}$$

$$\frac{RO}{\sin \varepsilon} = \frac{LO}{\sin \eta} \tag{A2}$$

를 얻는다. (A1)과 (A2)를 재배치할 경우,

$$\frac{BO}{AO} = \frac{LO}{RO} \tag{A3}$$

으로 표현할 수 있다. Sine 공식을 ΔAOL과 ΔBOR에 각각 적용하여,

$$\frac{AO}{\sin \alpha} = \frac{LO}{\sin \delta} \tag{A4}$$

$$\frac{BO}{\sin \beta} = \frac{RO}{\sin \gamma} \tag{A5}$$

를 얻게 된다. (A5)를 (A4)로 나눌 경우,

$$\frac{BO}{AO} = \left(\frac{\sin \beta \sin \delta}{\sin \alpha \sin \gamma} \right) \frac{RO}{LO} \tag{A6}$$

을 얻게 된다. (A3)과 (A6)으로부터

$$LO = \frac{1}{\sqrt{\frac{\sin \alpha \sin \gamma}{\sin \beta \sin \delta}}} RO \tag{A7}$$

을 유도한다. (A5)를 BO로 표현하여,

$$BO = \frac{\sin \beta}{\sin \gamma} RO \tag{A8}$$

을 얻는다. 두 개의 닮은꼴 ΔAOB와 ΔLOR를 이용하여, AB를

$$AB = \rho \frac{BO}{LO} \tag{A9}$$

로 표현한다. (A7)과 (A8)을 (A9)에 대입한 뒤, 단순화를 시켜 (A10)을 유도한다.

$$AB = \rho \sqrt{\frac{\sin \alpha \sin \beta}{\sin \delta \sin \gamma}} \tag{A10}$$