

〈연구보고〉

비일관적인 운동 중첩에서 유도된 물체 분할 지각: 두 부분으로 이뤄진 물체는 둘로 분리되기 쉽다*

김 성 호[†]

이화여자대학교 심리학과

시지각 연구에서 물체는 지각적 처리 단위로 간주되곤 하지만, 복잡한 물체의 형태를 지각하려면 세부 부분들에 대한 처리가 필요하다. 오목한 극점 원리(minima rule)에 따르면, 물체 윤곽선에서 오목하게 들어간 곳은 부분 간 경계로 지각되며, 부분 간 경계부가 더 오목하게 들어갈수록 각 부분이 독립적으로 지각되는 부분 현저성(part salience)이 증가한다. 본 연구는 비일관적인 운동 중첩(inconsistent kinetic occlusion)이라는 새로운 자극 패러다임을 사용하여, 오목한 극점 원리에 따라 정의되는 부분 간 구조(part structure)의 생태적/물리적 타당성을 살펴보았다. 표적 도형이 정지된 물체를 가로질러 이동하는 애니메이션이 실험 자극으로 사용되었는데, 표적이 정지된 물체를 지나칠 때 그 윗부분은 정지된 물체에 의해 가려지고, 동시에 아래 부분은 정지된 물체를 덮고 지나가도록 하여, 중첩단서를 비일관적으로 할당하였다. 이 자극은 경합하는 두 지각적 해석을 유발하여, 움직이는 표적이 정지된 물체를 깊이 상에서 둘로 분할하면서 통과하거나, 혹은 움직이는 표적이 고정된 물체의 모서리에 의해 둘로 잘리는 것처럼 지각 가능하였다. 직사각형 자극의 윤곽선 곡률을 조작하여, 중앙부가 오목하게 들어가거나 볼록하게 튀어나온 6개의 표적 도형을 구성하였다. 실험 결과, 중앙부가 오목한 조건에서 볼록할 때보다 표적이 두 부분으로 잘리는 것으로 지각되는 경향성이 높았으나, 표적의 폭은 이 경향성에 영향을 주지 않았다. 이 결과는 부분 표상의 지각적 원리로 제안된 오목한 극점 원리의 심리적, 그리고 생태적 타당성을 시사하며, 또한 물체의 부분 간 구조에 대한 지각적 처리가 표면 표상에 영향을 미치는 시지각 초기 단계의 과정임을 시사한다.

주제어 : 부분, 오목한 극점, 부분 현저성, 비일관적 운동중첩

* 본 연구는 2016년 정부(교육인적자원부) 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었음 (NRF-2016S1A5A8017600).

[†] 교신저자 : 김성호, 이화여자대학교 심리학과, (120-750) 서울시 서대문구 이화여대길 52
Tel: 02-3277-2645, E-mail: sunghokim@ewha.ac.kr

〈Brief report〉

Perception of a surface split induced by globally inconsistent kinetic occlusion: Objects composed of salient parts break apart easily

Sung-Ho Kim

Department of Psychology, Ewha Womans University

Many theories of shape perception assume that objects are the perceptual units, but complex objects are composed of distinct parts and thus the visual system can also represent object shapes at the level of smaller parts. The minima rule proposes that the visual system uses negative minima of curvature to define boundaries between parts. We employed a new experimental paradigm, globally inconsistent kinetic occlusion, to test whether the minima rule reliably mirrors regularities in the physical world, where concave contour segments often correspond to part boundaries. Participants observed animations of a target object moving across another static object, where the top half of the target was occluding, and simultaneously the bottom half occluded by the static object. This situation generated two competing perceptual interpretations: either the target cleaving the static object into two separated in depth, or the target being cleaved into two surfaces by the static one. We manipulated the sign and magnitude of contour curvature between the top and bottom halves of an object, so that 6 shapes were employed as moving targets. This result showed that targets with concave minima were more likely perceived as splitting into two surfaces than those with convex maxima or zero curvature. This finding suggests that the visual system parses shapes into parts, taking advantage of negative minima of curvature, and that part structure affects surface representations in accordance with ecological/physical regularities of the visual world.

Keywords : part, negative minima, part salience, inconsistent kinetic occlusion

시지각 연구에서 물체(object)는 안정적이고 의미 있는 지각적 처리 단위(perceptual unit)로 간주된다. 한편 세상에 존재하는 많은 물체들은 여러 부분들로 구성되어 있다. 이런 복잡한 물체의 형태 기술에는 각 부분들과 부분들의 관계를 기반으로 조직화가 필요하므로, 분석의 수준에 따라 물체의 부분(part) 또한 의미 있는 지각 단위로 기능할 수 있다(Marr & Nishihara, 1978; Palmer, 1977). 실제로 여러 선행 연구들은 부분에 관한 심적 표상이 물체의 형태 지각과정을 매개하는 핵심적 표상임을 보여준다(Biederman, 1987; Biederman & Cooper, 1991; Driver & Baylis, 1995).

시각 시스템이 어떤 단서를 이용하여 부분 표상을 생성하는지를 설명하기 위해 제안된 대표적인 이론은 오목한 극점 원리(minima rule)이다(Hoffman & Richards, 1984). 이 원리에 따르면 물체 윤곽선의 곡률¹⁾ 정보가 부분을 정의내리는 핵심적 단서로 사용되어, 윤곽선에서 오목하게 들어간 곳(minima of curvature, 또는 extrema of negative curvature)은 부분 간 경계로 지각되고, 볼록한 부분(maxima of curvature, 또는 extrema of positive curvature)은 각 부분으로 지각된다(Figure 1a). 또한, 부분 간 경계부가 더 오목하게 들어갈수록(즉, 오목 극점의 곡률이 커질수록) 부분들이 한 물체로 통합되기보다는 독립적인 표상

으로 지각되는 부분 현저성(part saliency)이 증가한다(Hoffman & Singh, 1997). 오목 극점 원리에 의해 정의되는 부분 표상이 전경-배경 체계화(Baylis & Driver, 1995; Hoffman & Singh, 1997), 형태 변화탐지(Barenholtz, Cohen, Feldman, & Singh, 2003; Cohen, Barenholtz, Singh, & Feldman, 2005), 대칭적 형태의 탐지(Baylis & Driver, 1995), 범주 학습(Goldstone, 2000; Schyns & Rodet, 1998), 투명성 지각(Singh & Hoffman, 1998), 주의 선택(Barenholtz & Feldman, 2003; Hecht & Vecera, 2007; Watson & Kramer, 1999; Wolfe & Bennett, 1997; Xu & Singh, 2002), 시각작업기억(Kim & Kim, 2012) 등의 다양한 시지각 처리에 영향을 미친다는 실험적 증거들은, 오목한 극점 원리의 심리학적 타당성을 시사한다.

Hoffman과 Richards(1984)에 따르면, 여러 물체들(예, 테이블의 상판과 다리)이 결합하여 한 복합 물체를 이루게 될 때(Figure 1b), 혹은 단일한 물체에서 특정 부분(예, 나무의 가지)이 성장해 나갈 때, 부분 간 경계 지점에 흠(cusp)이나 주름(crease)과 같은 오목한 곡률의 불연속점(concave discontinuities)이 형성된다(오목한 불연속점을 미분가능하도록 일반화한 사례가 오목한 극점이다). 즉, 오목한 극점은 대부분의 실제 사례에서 물체 내에서 한 부분이 끝나고 다른 부분이 시작되는 연결부에 대응된다. 따라서 물리적인 관점에서, 오목한 극점의 곡률이 커질수록(즉, 부분들이 두드러질수록, 혹은 부분 간 연결 부위가 약해질수록) 물체는 각 부분들로 분리되거나 쪼개지기 쉽다. 시각 시스템의 부분-기반(part-based) 표상이 세상의 물리적/생태학적 법칙(regularities)을 충실히 반영하고 있는 심리적 표상이라면, 부분 간 분할을 시사하는 애매한 지각 상황에서 부분 현저성이 큰 물체일수록 부분들로 분할되어 보이는 지각적 경향성이 높아져야 할 것이다.

본 연구는 비일관적인 운동 중첩(inconsistent kinetic occlusion)이라는 새로운 자극 패러다임을

1) 곡률은 크기와 부호를 함께 갖는 지표로서, 그 크기는 곡선을 따라 이동할 때 각 점에서 얼마나 방향이 급하게 변하는지를 의미한다. 즉, 곡선 상의 위치 변화에 따라 각 점에서 접선의 기울기가 변하는 정도를 나타낸다. 따라서 직선의 곡률은 0이며, 미분 불가능한 뾰족한 점에서는 곡률이 정의되지 않는다. 곡률의 부호는 폐곡선에서만 정의되며, 볼록하게 바깥을 향해 튀어나온 부분은 양(+)의 곡률(positive curvature), 오목한 부분은 음(-)의 곡률(negative curvature)을 가지므로, 국지적으로 곡률의 크기가 최대인 점이 볼록한 곡물에서는 최대 극점(positive maxima), 오목한 곡물에서는 최소 극점(negative minima)으로 정의된다.

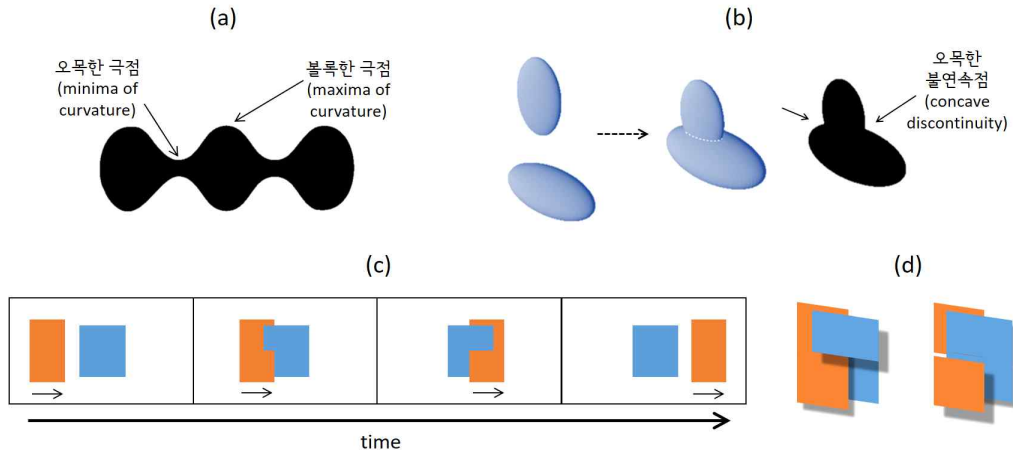


Figure 1. (a) The minima rule states that (negative) minima of curvature are perceived as part boundaries, and (positive) maxima of curvature as parts. (b) When two 3D shapes intersect, they generically create concave discontinuities at the points of intersection. (c) Schematic depiction (not to scale) of the inconsistent kinetic occlusion stimuli used in the current study. Participants observed animations of a target object (orange) moving across another static object (blue), where the top half of the target was occluding, and simultaneously the bottom half occluded by the static object. (d) Two competing perceptual interpretations for the stimuli depicted in figure 1(c): the target cleaving the static object into two separated in depth (left), or the target being cleaved into two surfaces by the static one (right).

사용하여 부분 현저성이 물체 지각에 미치는 효과를 살펴보았으며, 이를 통해 오목한 극점 원리에 기반한 부분 표상이 지니는 물리적/생태학적 타당성을 확인하고자 하였다. 움직이는 물체가 다른 물체에 의해 가려지는 운동 중첩 시, 물체 간 경계에서 가려지는 대상의 점진적 표면 결 잠식(deletion of texture, 또는 이미지 크기의 축소)의 시각적 변형이 일어난다. 이러한 변형의 신호는 가리는 표면(occluding surface)과 가려지는 표면(occluded surface) 간 상대적 깊이를 드러내는 단안 깊이단서(monocular depth cue)로 가능하며, 가려져 잠시 보이지 않는 대상의 지속성 지각과 움직임 추적에도 기여한다(Gibson, Kaplan, Reynolds, & Wheeler, 1969; Jung & Chung, 2006; Kaplan, 1969; Michotte et al., 1964/1991; Scholl & Pylyshyn, 1999).

본 연구는 운동 중첩의 상황에서 가리는 대

상과 가려지는 대상의 관계에 대한 깊이 단서가 국지적으로는 일관적이나, 전역적으로는 비일관성을 띠도록 조작하였다. 즉, Figure 1c와 같이 움직이는 2차원 물체(오렌지색)가 정지된 다른 물체(파란색)를 통과할 때, 움직이는 물체의 윗부분은 정지된 물체에 의해 가려지고, 아래 부분은 정지된 물체를 덮고 지나가도록 하였다. 이러한 비일관적인 운동 중첩 상황은 다음과 같이 경합하는 두 지각적 해석을 유도한다: (1) 움직이는 “단일한” 물체가 정지된 물체 표면을 깊이 상에서 분할하면서 통과하거나(Figure 1d 왼쪽), 혹은 (2) 움직이는 물체가 고정된 물체의 모서리에 의해 “둘로 잘리어” 그 중 윗부분은 그 뒤로, 아랫부분은 앞으로 지나가는 것처럼(Figure 1b 오른쪽) 지각될 수 있다.

참가자들은 직사각형 중앙의 좌우 모서리가 오목하게 들어가거나 돌출된 표적 자극이 정지

된 물체를 지나쳐 이동하는 애니메이션을 본 후, 표적자극이 정지된 자극을 지나칠 때 두 부분으로 잘리는 것으로 느껴졌는지 여부를 보고 하였다. 오목한 극점 원리가 물체 부분들의 생성과 분할에 대한 물리적 규칙성을 충실히 반영하는 지각적 원리라면, 본 연구에서 다음의 결과들이 예측되었다. 첫째, 중간부가 오목한 표적 자극은 좌우 윤곽선의 곡률이 0인 직사각형이나 표적 중간부가 돌출된 자극보다 두 부분으로 잘리는 것으로 지각되는 경향성이 높을 것으로 예측되었다. 둘째, 중간부의 오목함이 증가하여 부분 현저성이 높아질수록 표적 자극이 두 부분으로 잘리는 것으로 지각되는 경향성이 높아질 것으로 예측되었다. 셋째, 표적 자극의 좌우 폭 자체보다 곡률의 크기가 물체의 부분 간 구조를 결정하는 핵심적 변인이므로, 자극 중간부의 폭이 동일할지라도 막대 모양의 자극보다 중간부만 오목하게 들어간 자극에서 두 부분으로 잘리는 지각 경향성이 더 높으리라고 예측하였다.

방 법

자극 및 설계 Figure 1c는 본 연구에 사용된 자극 애니메이션 시퀀스의 예시이다. 자극은 화면 중앙에 놓인 파란색 사각형과 좌우로 왕복 운동하는 오렌지색 표적 도형으로 구성되었다. 각 애니메이션에서 파란색 사각형은 화면 중앙에 정지된 상태로 고정되어 있었으며, 그 좌측에 위치한 오렌지색 표적 도형이 화면 중앙을 가로질러 오른쪽으로 직선운동한 후, 다시 원위치로 돌아오는 한 사이클의 움직임이 제시되었다. 표적 도형이 정지된 사각형을 통과할 때, 윗부분은 사각형에 의해 가려지고, 아랫부분은 정지된 사각형을 덮고 지나가는 비일관적인 중첩단서가 제시되었다. 표적 도형의 모양은 다음과 같이 여섯 수준으로 조작되었다(Figure 2 하단): 기본 도형인 직사각형의 좌우 윤곽선 중간부 요철을 조작하여, 오목하게 들어간 세 수준(-3, -2, -1)의

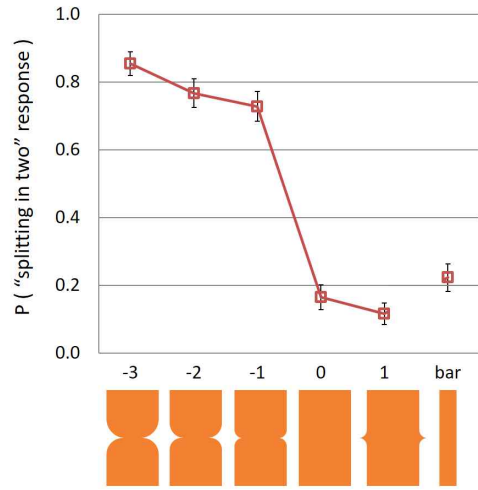


Figure 2. Proportion of "splitting in two" responses for each stimulus condition used in this study. Error bars represent ± 1 standard error.

자극, 요철이 없는 직사각형(0), 불룩하게 돌출된 자극(+1)이 생성되었다. 자극 폭에 대한 통제조건으로, 깊은 오목(-3) 조건 도형의 중앙부가 가로폭에 대응되는 두께를 갖는 막대(폭이 좁은 직사각형) 조건이 추가되었다. 이상의 여섯 표적 도형이 각각 사용된 6개의 애니메이션 시퀀스를 실험 자극으로 제시하였다.

참가자 및 기구 심리학 수업을 수강하는 103명의 학생들이 참가하였다. 자극 애니메이션은 마이크로소프트사의 파워포인트를 이용하여 제작되었고, 강의실 프로젝터를 이용하여 제시되었다. 각 참가자들은 본인의 스마트폰을 통해 온라인 설문 프로그램(www.pollme.sk.com)에 접속하여 실험 자극에 대한 본인의 반응을 입력하였다.

절차 본 연구에서 사용된 비일관적인 중첩 상황에서 두 방식의 지각적 해석이 가능하다는 사실을 충분히 이해시키기 위해, 참여자들에게 직사각형 표적 도형(0)이 사용된 자극 애니메이션을 보여준 후, Figure 1d와 같은 도해를 통해 두

가능성에 대해 설명하였다. 이 때, 참여자들의 지각적 반응을 특정 해석으로 편향시키지 않도록, 참여자들이 자극을 어떤 방식으로 지각하였는지는 확인하지 않았다. 참여자들이 실험 자극의 속성을 충분히 이해했는지 확인한 후, 실험에서 사용되는 6개의 자극 시퀀스에 익숙해지도록 미리 정해진 임의적 순서(1, -1, 막대, -3, 0, -2 순)에 따라 각 자극 시퀀스를 한 번씩 제시하였다. 이 과정에서는 참여자의 반응을 입력받지 않았다. 실험 자극과 반응 기준에 대한 숙지 여부를 한번 더 확인한 후, 본 실험을 진행하였다. 본 시행에서는 친숙화 과정의 자극 제시 순서와는 다른 새로운 순서(-1, 0, -3, 막대, -2, 1 순)에 따라 6개의 자극 시퀀스를 순차적으로 제시하였다. 각 자극 시퀀스를 본 후, 참여자들은 오렌지색 도형이 정지된 파란 사각형을 통과할 때 연결된 “한 물체”로 보였는지, 혹은 “두 부분”으로 절단되어 하나는 파란 사각형 뒤로, 다른 부분은 그 앞으로 지나가는 것으로 보였는지를 판단하도록 하였다. 이에 대한 반응은 참여자의 개인 스마트폰 단말기를 통해 입력받았다.

결 과

각 자극 조건별 반응 결과는 Figure 2에 제시되었다. 움직이는 표적 도형이 “두 부분”으로 분할되어 보이는 반응 비율은 윤곽선의 곡률이 오목에서 볼록으로 변함(-3에서 +1까지)에 따라, 85.4%(103명 중 88명), 76.7%(79명), 72.8%(75명), 16.5%(17명), 11.7%(12명)로 감소하였고, 막대 조건에서는 22.3%(23명)이었다.

McNemar 검증을 통해 각 조건 간 차이를 분석한 결과, 깊은 오목(-3) 조건은 다른 두 오목 조건과 차이가 있었으나(-3 vs. -1: $p = 0.007$, -3 vs. -2: $p = .022$), 다른 두 오목(-2와 -1) 조건 간 차이는 유의미하지 않았다($p = .48$). 오목 조건들은 직사각형(0)이나 볼록(+1) 조건보다 유의미하게 높은 “두 부분 분할” 반응을 유발하였으나

($ps < .001$), 직사각형(0) 조건과 볼록(+1) 조건 간 차이는 유의미하지 않았다($p = .42$). 마지막으로 막대 조건은, 중앙의 가로 폭이 동일한 조건인 깊은 오목(-3) 조건보다 유의미하게 낮은 “두 부분 분할” 반응을 유발한($p < .001$) 반면, 좌우 윤곽선이 직선(곡률 = 0)인 또 다른 조건인 직사각형(0) 조건과는 반응 차이가 없었다($p = .36$).

논 의

본 연구는 지각적 해석의 경합을 유발하는 비일관적인 운동 중첩이라는 세 자극 패러다임을 이용하여, 부분 현저성이 물체의 표면 표상에 미치는 영향을 살펴보았다. 본 연구의 결과는 다음의 네 가지로 정리될 수 있다. 첫째, 표적자극 중간부의 오목함이 커질수록 표적자극이 두 부분으로 분할되는 것처럼 지각되는 경향성이 높아진 반면, 중간부가 돌출될 때 이 경향성이 낮아졌다. 이는 물체의 윤곽선 곡률에 의해 정의되는 부분 간 구조(part structure)가 물체가 깊이 상으로 구분되는 두 표면으로 지각되는 경향성에 영향을 줬음을 의미한다. 즉, 부분 간 연결부의 오목함이 커서 부분 현저성이 증가할수록, 그 물체가 안정적인 단일 표상으로 처리되기 보다는 각 부분들이 독립적으로 지각되는 경향성이 증가하여(Hoffman & Singh, 1997), 각 부분들이 서로 다른 깊이의 표면에 할당되기 용이하였음을 보여준다.

둘째, 오목한 곡률의 세 조건 간 차이, 그리고 나머지 세 조건 간 차이는 두드러지지 않아, 마치 오목한 홈이 있는지 여부에 의해 지각적 반응이 결정되는 듯한 양상을 관찰하였다. 이는 시각 시스템이 부분 간 경계로 기능하는 윤곽선의 오목한 특이점을 민감하게 탐지하여(Barenholtz, Cohen, Feldman, & Singh, 2003; Cohen, Barenholtz, Singh, & Feldman, 2005), 그 존재 여부에 따라 각 부분에 대한 깊이 할당의 양상이

마치 범주적 지각(categorical perception)의 방식으로 달라짐을 시사한다.

셋째, 깊은 오목(-3) 자극 중앙의 연결부위와 동일한 폭을 갖는 막대 자극에서는 “두 부분으로 분할”되는 지각적 해석이 우세하지 않았다. 이 결과는, 비일관적인 운동중첩에 대한 지각적 해석에 영향을 준 변인이 물체 중앙부 폭의 절대적 크기가 아니라, 상대적 크기임을 보여준다. 즉, 윤곽선 곡률 조각이 단순히 표적자극 중앙부 폭의 변화를 유발한 것이 아니라, 부분 경계부위 대비 부분의 크기에 의해 결정되는 부분 현저성에 영향을 미쳤음을 시사한다.

마지막으로 곡률이 0인 직사각형 조건에서는 움직이는 표적자극과 정지된 물체가 모두 직사각형이었음에도, 움직이는 물체보다 정지된 물체가 둘로 잘리는 경향성이 우세하였다. 움직이는 대상을 단일 물체로 지각하는 이러한 편향은 독립된 두 물체(작은 직사각형 두 개)가 마치 연결되어 있는 것처럼 정렬된 채로 같은 속도로 함께 움직인다는 해석보다는, 단일한 물체가 움직인다는 해석이 지각적으로 선호됨을 시사한다.

한편, 관찰자의 주관적 반응을 측정하는 현상학적 연구의 특성상, 요구특성이나 인지적 해석의 영향을 배제할 수 없다. 예컨대 자극의 모양이 관찰자의 반응 기준이 되어, 오목한 곡률을 갖는 표적 도형이 제시되면 운동중첩 양상과 상관없이 둘로 쪼개어진다고 응답하였을 가능성이 존재한다. 그러나 본 연구의 결과는 다음의 두 가지 이유로 자극 모양을 참조한 인지적 해석의 효과라기보다는 운동중첩에 따른 지각적 효과라고 판단된다. 첫째로, 관찰자들이 단지 자극의 모양에 따라 반응하였다면 앞서 언급한 곡률 0의 직사각형 조건에서 물체 분할 경향성이 50%에 수렴하는 중립적인 결과가 관찰되었어야만 할 것이다. 둘째, 운동중첩에 관한 선행연구(Gibson, Kaplan, Reynolds, & Wheeler, 1969; Kaplan, 1969)는 표면결 잠식/증식(deletion/accretion)의 시각적 변형이 표면 간 깊이 관계에 대한 강력한 지각적 단서임을 보여준다. 본 연구에서 지각된 물체 분할이 단순히 2차원 이미지 표상에서의 물체 분할이 아니라, 물체 표면 표상(surface representation)의 깊이 상 분할이라는 점을 고려한다면, 이미지 정보에 기반한 인지적 해석보다는 비일관적인 운동중첩에서 유도된 표면 간 깊이 관계에 대한 지각을 반영한다고 판단된다.

이상에서 본 연구는 새로운 실험적 증거를 통해, 부분 표상의 지각적 원리로 제안된 오목한 극점 원리의 심리학적 타당성을 지지한다. 또한 물체의 부분 간 구조에 대한 지각적 처리가 표면 표상에 영향을 미치는 시지각 초기 단계의 과정임을 시사한다(Singh & Hoffman, 1998). 마지막으로, 본 연구는 부분들이 두드러질수록 물체는 각 부분들로 쪼개지거나 분리되기 쉽다는 물리적 세계의 생태적 규칙성이 시각 시스템의 형태 지각 처리에 충실히 반영되어 있음을 보여준다. 즉, 오목한 극점 원리에 따르는 물체의 부분 표상은 그 물리적 대응물과 기능적으로 동형(functionally equivalent) 관계를 가지는 생태적으로 타당한 표상임을 시사한다.

Reference

- Barenholtz, E., Cohen, E. H., Feldman, J., & Singh, M. (2003). Detection of change in shape: An advantage for concavities. *Cognition*, *89*, 1-9.
- Barenholtz, E., & Feldman, J. (2003). Visual comparisons within and between object parts: Evidence for a single-part superiority effect. *Vision Research*, *43*, 1655-1666.
- Baylis, G. C., & Driver, J. (1995). One-sided edge assignment in vision: Figure ground segmentation and attention to objects. *Current Directions in Psychological Science*, *4*, 140-146.
- Biederman, I. (1987). Recognition-by-components: A

- theory of human image understanding. *Psychological Review*, *94*, 115-117.
- Biederman, I., & Cooper, E. E. (1991). Priming contour-deleted images: evidence for intermediate representations in visual object recognition. *Cognitive Psychology*, *23*, 393-419.
- Cohen, E. H., Barenholtz, E., Singh, M., & Feldman, J. (2005). What change detection tells us about the visual representation of shape. *Journal of Vision*, *5*, 313-321.
- Gibson, J. J., Kaplan, G. A., Reynolds, H. N., & Wheeler, K. (1969). The change from visible to invisible: A study of optical transitions. *Perception & Psychophysics*, *5*, 113-116.
- Goldstone, R. L. (2000). Unitization during category learning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *26*, 86-112.
- Hecht, L. N., & Vecera, S. P. (2007). Attentional selection of complex objects: Joint effects of surface uniformity and part structure. *Psychonomic Bulletin & Review*, *14*, 1205-1211.
- Hoffman, D. D., & Richards, W. A. (1984). Parts of recognition. *Cognition*, *18*, 65-96.
- Hoffman, D. D. & Singh, M. (1997). Saliency of visual parts. *Cognition*, *63*, 29-78.
- Jung, W. H., & Chung, C. S. (2006). Perceiving the Orientation of Linear Edges from Kinetic Occlusion. *Korean Journal of Cognitive Science*, *17*, 151-175.
- Kaplan, G. A. (1969). Kinetic disruption of optical texture: The perception of depth at an edge. *Perception & Psychophysics*, *6*, 193-198.
- Kim, S. H., & Kim, J. O. (2011). The benefit of surface uniformity for encoding boundary features in visual working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *37*, 1767.
- Marr, D. & Nishihara, H. K. (1978). Representation and recognition of three-dimensional shapes. *Proceedings of the Royal Society of London, B*, *200*, 269-294.
- Michotte, A., Thinés, G., & Crabbé, G. (1991). Amodal completion of perceptual structures. In G. Thinés, A. Costall, & G. Butterworth (Eds.). *Michotte's experimental phenomenology of perception* (pp. 140-167). Hillsdale, NJ: Erlbaum (Original work published 1964).
- Palmer, S. E. (1977). Hierarchical structure in perceptual representation. *Cognitive Psychology*, *9*, 441-474.
- Scholl, B. J., & Pylyshyn, Z. W. (1999). Tracking multiple items through occlusion: Clues to visual objecthood. *Cognitive Psychology*, *38*, 259-290.
- Schyns, P. G., & Rodet, L. (1998). Categorization creates functional features. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *23*, 681-696.
- Singh, M. & Hoffman, D. D. (1998). Part boundaries alter the perception of transparency. *Psychological Science*, *9*, 370-378.
- Watson, S. E., & Kramer, A. F. (1999). Object based visual selective attention. *Perception and Psychophysics*, *61*, 31-49.
- Wolfe, J. M., & Bennett, S. C. (1997). Preattentive object files: Shapeless bundles of basic features. *Vision Research*, *37*, 25-44.
- Xu, Y., & Singh, M. (2002). Early computation of part structure: Evidence from visual search. *Perception & Psychophysics*, *67*, 1039-1054.

1 차원고접수 : 2016. 12. 28

수정원고접수 : 2017. 02. 02

최종게재결정 : 2017. 02. 02