

〈연구보고〉

한 물체의 제자리 깜박임에 의해 유도된 가현 운동*

김 성 호[†] 서 주 희^{**} 정 예 은^{**}

이화여자대학교 심리학과

본 연구는 한 자극이 제자리에서 반복적으로 점멸하는 매우 단순한 자극 시퀀스에서 인접 위치에 큰 물체가 함께 제시될 때, 가현운동이 지각될 수 있는지를 알아보았다. 연구 결과, 점멸 자극과 인접 물체 간 경계에 중첩의 이미지 단서가 주어지고 자극 간 시간 간격이 길 때, 인접 물체 뒤로 숨었다가 나타나는 가현운동이 관찰되었다. 이 결과는 가려져서 보이지 않는 물체의 무형 표상이 움직임 대응 관계에 사용되어, 출현과 소멸(coming into/going out of existence)의 물리적 시퀀스가 드러남과 가려짐(coming into/going out of sight)의 가현운동으로 지각될 수 있음을 시사한다.

주제어 : 가현운동, 대응문제, 무형완성, 표면표상, 운동중첩

〈Brief Report〉

Apparent motion induced by an object flashing on and off in place

Sung-Ho Kim Joohee Seo Ye-Eun Jung

Department of Psychology, Ewha Womans University

The current study investigated whether the display of a repeatedly blinking object in place can give rise to a percept of apparent motion, when it is accompanied by a large occluder object. The result shows that apparent motion of an object behind the occluder can be observed when image cues for occlusion are given and the temporal interval between stimulus onsets is large enough. This result suggests that apparent motion can generate the perception of occlusion so that a physical sequence of objects coming into and going out of existence turns to be perceived as coming into and going out of sight.

Key words : *apparent motion, correspondence problem, amodal completion, surface representation, kinetic occlusion*

* 본 연구는 2014년도 이화여자대학교 교비 연구비(1-2014-2004-001-1)의 지원을 받아 수행되었다.

** 이 두 저자는 본 논문에 동등한 기여를 하였다.

† 교신저자 : 김성호, 이화여자대학교 심리학과, (120-750) 서울 서대문구 이화여대길 52

E-mail : sunghokim@ewha.ac.kr

서로 다른 위치에 놓인 두 자극이 적절한 시간 간격을 두고 번갈아 제시될 때 한 물체가 두 점 사이를 왕복하는 착시적 움직임이 지각되는데, 이는 가현운동이라고 알려져 있다(류경주, 감기택, 정찬섭, 2004; 오성주, 2012; Wertheimer, 1912/1961).¹⁾ 움직임이란 시간에 따른 위치 변화이므로 서로 다른 위치에서 지각되는 자극 간 대응(Dawson, 1991, Ullman, 1979)이 가현운동 지각의 필요조건임은 자명하다. 본 연구는 한 위치에서 반복 점멸하는 물체가 정지된 가림막(screen) 물체와 함께 제시될 때, 가현 운동이 유도될 수 있는지 알아 보았다.

움직이는 물체가 정지된 큰 가림막 뒤로 사라진 후 가림막의 반대쪽에서 또 다른 물체가 나타나 첫 물체의 움직임과 같은 방향으로 이동할 때, 두 물체 움직임 사이의 시공간적인 단절에도 불구하고 한 물체의 연속적인 움직임이 지각된다(Burke, 1952; Michotte et al., 1964/1991; Wertheimer, 1912/1961). 이 터널 효과(tunnel effect)는 가려져서 보이지 않는 물체의 무형 표상(amodal representation)이 시공간적으로 분리된 두 움직임 사건의 통합에 기여함을 시사한다. 터널 효과에 대한 대부분의 연구는 연속적인 움직임 자극을 그 대상으로 다루어 왔으나, 몇몇 선행 연구들은 가현 운동의 경로가 다른 대상에 의해 가려질 때에도 무형완성(amodal completion)된 운동 표상을 통해 가현 운동이 지각될 수 있음을 보여준다(Anstis & Ramachandran, 1985; Blake, Ahlström, & Alais, 1999; Kim, Feldman, & Singh, 2012; Shimojo & Nakayama, 1990; Wertheimer,

1912/1961). 특히 Ramachandran, Inada, Kiama (1986)와 Yantis(1995)는 이전 프레임의 자극과 대응될 대상이 가시적으로 제시되지 않을 때, 대상의 가려짐을 시사하는 큰 물체가 주어지면 한 자극의 깜박임 대신 큰 물체 뒤로 사라졌다가 나타나는 가현 운동이 지각됨을 관찰하였다. 한편, 이 때 단순히 가림막의 존재만으로는 가현운동이 유도되지 않았으며, 움직임 점화(motion priming)를 위한 맥락 단서가 요구되었다. 즉, 가림막 뒤로 숨었다가 나타나는 움직임과 같은 방향으로 가현운동하는 다른 물체들이 함께 제시되어야만 하였다.

본 연구는 제자리에서 점멸하는 자극이 가림막과 접한 위치에 제시되면, 가림막 뒤로 이동하는 가현운동이 지각될 수 있는지를 살펴 보았다. 가현운동 지각에 기여하는 무형 표상의 효과를 확인하기 위해, 자극 제시시간 및 자극간 간격(stimulus onset asynchrony; ISI) 등의 시간 변인과 자극의 모양을 조작하였다. 사각형 모양의 가림막이 자극 시퀀스 내내 정지된 채로 화면에 주어졌고, 가현운동 표적 자극은 가림막 사각형의 윗변에 접하도록 제시되었다(그림 1). 가림막과 경계선에서, 중첩을 시사하는 이미지 단서인, T-접합(T-junction)이 형성되는 반원과 직사각형 자극 조건에서 타원 조건보다 상하 가현운동 지각 경향성이 높을 것으로 기대되었다. 특히, 반원 자극은 이미지 상에서 자극의 중점(혹은 무게중심, centroid)이 나머지 두 자극보다 가림막과 가깝고, 완결된 원의 나머지 반이 가림막 뒤에 있다는 지각적 해석으로 인해 무형완성이 용이할 수 있으므로, 다른 자극보다 더 높은 가현운동 경향성을 드러내리라 예상하였다.

표적 자극 제시시간(target duration)과 자극간 간격(ISI)으로는 각각 200-500ms와 150-600ms의

1) 본 연구에서 다루는 가현운동은 시공간상에서 충분히 떨어진 자극들의 시퀀스에서 지각되는 장폭 가현운동(long-range apparent motion)이다.

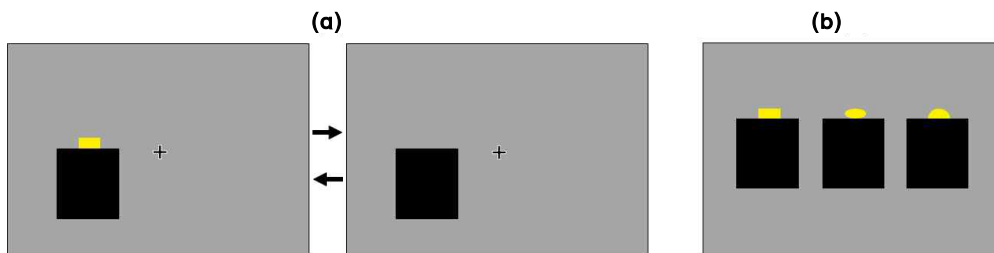


그림 1. (a) 실험 자극 화면 예시. 매 시행에서 화면 중앙의 응시점 좌 또는 우측에 검정색 사각형 박스가 주어지고, 노란 색 가현운동 자극이 박스의 윗변 중앙에 접하여 나타났다가 사라지는 자극 시퀀스가 4회 반복 제시되었다. (b) 가현운동 자극으로는 노란색 직사각형, 타원, 또는 반원이 사용되었다.

시간 값을 사용하여, 자극 개시간격(stimulus onset asynchrony; SOA)은 350-1100ms 사이에서 변동되었다.²⁾ 가현운동에 대한 상위 수준의 변인의 제약 및 효과를 관찰한 선행 연구는 SOA가 증가할수록 가현운동 지각이 시공간상의 근접성 요인보다는 지각적 조직화나 상위 수준의 표상에 의해 결정됨을 확인하였다 (Kim et al., 2012; Mcbeath & Shepard, 1989; Ramachandran et al., 1986; Shiffrar & Freyd, 1990). 한편, 이 연구들에서 사용된 긴 SOA가 600-700ms였음을 고려하면, 본 연구에 사용된 SOA는 이례적으로 긴 시간대를 포함하고 있는 셈이다. 제자리 점멸 자극 시퀀스가 수직 왕복 가현운동으로 지각되려면, 한 자극의 점멸에 “물리적”으로 소요되는 시간인 SOA가, “지각적”으로는 두 자극(가시적으로 제시된 자극과 가림막 뒤에서 무형완성된 자극)의 점멸에 대응되는 시간이 되어야 한다. 즉, 무형표상의 지각적 생성에 소요될 시간을 고려하여 긴 SOA 값을 사용하였다. 또한, 무형완성에 의한 곡선 가현운동 효과를 관찰한 선행 연구(Kim et al., 2012)에서 ISI가 SOA보다

2) SOA는 한 자극이 제시된 순간부터 다음 자극이 제시될 때까지의 시간이므로, 자극 제시시간과 ISI를 합한 시간과 대응된다.

더 설명력있는 변인이었으므로, 자극 제시시간과 ISI를 변화시키며 여러 시간 요인에 따른 가현운동 지각 경향성을 체계적으로 살펴 보았다.

방 법

참가자 이화여자대학교 캠퍼스에서 모집한 대학생 12명이 실험에 참가하였으며, 이들에게는 금전적인 보상이 제공되었다.

기구 실험은 빛이 차단된 암실에서 IBM 호환 개인용 컴퓨터를 이용하여 진행되었다. 실험 절차와 자극 제시는 MATLAB(The Mathworks, Inc., Natick, MA, USA)에서 Psychophysics Toolbox(Brainard, 1997; Pelli, 1997)를 사용하여 제작된 프로그램을 통해 통제되었다. 자극은 19인치 CRT 모니터(해상도 1,024 × 768 pixel, 수직 주사율 120 Hz)를 통해 제시되었고 참가자와 모니터 간 거리는 턱 받침대를 사용하여 60cm로 통제하였다.

자극 및 설계 그림 1a는 자극 화면의 예시이다. 회색(rgb=[140, 140, 140]) 화면 중앙에 “+” 모양의 응시점이 놓였고, 그 옆으로 검정색

(rgb=[50, 50, 50]) 직사각형(시야각 3.72°×5.57°) 가림막이 제시되었다. 이 가림막은 윗변 중앙이 응시점으로부터 좌 또는 우측으로 3.81° 가량 떨어진 곳에 배치되었다. 가현운동 표적 자극으로는 1.49°×.67° 크기의 노란 (rgb=[255, 228, 0]) 직사각형, 타원, 또는 타원의 위쪽 절반(semiellipse; 이하 반원)이 사용되었다(그림 1b). 매 시행마다 표적 자극이 가림막 사각형의 윗변 중앙 위에 네 번 반복하여 나타났다가 사라지는 자극 시퀀스가 제시되었다. 표적의 제시시간은 200, 350, 500ms, ISI는 150, 300, 450, 600ms이었다. 이에 따라 SOA는 300-1100ms 사이에서 변동되었다. 자극 모양, 자극 제시시간, ISI의 조건들 간 조합에 의해 정의된 36개의 자극 시퀀스가 10회(응시점 좌우 위치에 각각 5회)씩 반복 제시되어, 총 360 시행이 구성되었다.

절차 참가자는 각 시행의 자극에서 경험한 지각 양상이 “제자리 깜박임”과 “상하 가현운동” 중 어떤 것에 더 유사한지 평정하였다. 이 판단의 구체적 기준을 제공하기 위하여, 본

실험에 앞서 가림막 없이 표적 자극만 나타나는 제자리 깜박임과 상하 가현운동 시퀀스(기준자극)를 각 자극 모양별로 두 번씩(좌우 위치에 한 번씩) 제시하였다. 깜박임 시퀀스에서는 한 표적이 반복 점멸하였고, 상하 가현운동 시퀀스에서는 깜박임 시퀀스에 제시된 표적과 그로부터 1.21°의 거리만큼 아래에 위치한 동일한 자극이 번갈아가며 제시되었다. 기준 자극 시퀀스에서 자극 제시시간은 150 ms, ISI은 200 ms이었으며, 이 시간 값들은 선행 연구에서 최적의 가현운동이 지각된다고 알려진 범위 내의 값이었다(Ekroll, Faul, & Golz, 2008). 각 자극 시퀀스 전에 “제자리 깜박임” 또는 “상하 왕복운동”이라는 문구를 화면에 제시하여 다음에 나타날 자극 유형을 미리 알려주었고, 각 시퀀스는 참가자가 키보드의 스페이스 바를 누를 때까지 지속되었다.

본 실험의 절차는 다음과 같았다. 매 시행이 시작되면, 빈 배경 화면 중앙에 응시점이 100ms 동안 제시된 후, 가림막 사각형이 추가된 화면이 각 시행에 할당된 ISI 동안 나타나고, 이어서 표적 자극이 네 번 반복하여 나타

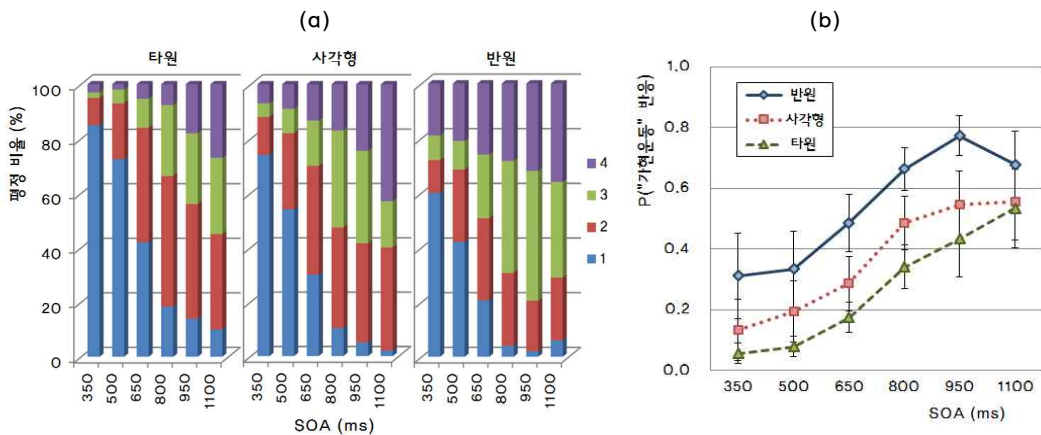


그림 2. 실험 결과. (a) 각 자극 조건에서 SOA에 따른 각 평정값의 비율. (b) 각 자극 모양 별로 SOA에 따른 “가현운동” 지각 비율. 오차막대는 표준오차를 의미함.

났다 사라지는 시퀀스가 제시되었다. 참가자들은 “제자리 깜박임” 기준 자극과 “상하 가현운동” 기준 자극이 각각 숫자 값 0과 5에 대응한다고 할 때, 각 시행의 자극에서 경험한 지각 양상을 1(깜박임이 강하게 느껴짐), 2(깜박임이 다소 느껴짐), 3(상하 운동이 다소 느껴짐), 또는 4(상하 운동이 강하게 느껴짐)의 값으로 평정하도록 하였다. 30회의 연습 시행 후 360회의 본 시행이 진행되었고, 참가자들은 매 90 시행 경과 후 잠시 휴식을 취하였다.

결 과

각 자극 별 SOA에 따른 평정 결과는 그림 2a에 제시되었다. “1”과 “2”의 평정 값은 “제자리 깜박임”, “3”과 “4”는 “상하 가현운동”으로 코딩 후, 상하 가현운동 반응의 비율을 종속 변인으로 하여 통계 분석을 실시하였다(그림 2b). 컴퓨터 하드웨어 상의 문제로 실험이 중간에 중단된 한 참가자와 모든 시행에서 “제자리 깜박임” 반응을 한 또다른 참가자를 제외한 10 명의 데이터가 분석에 포함되었다. 자극 모양, 자극 제시시간, ISI에 대한 $3 \times 3 \times 4$ 반복측정 변산 분석(repeated measures analysis of variance) 결과, 자극 모양의 주효과($F(2, 18) = 7.28, p = .005$)는 유의미하였다. 가현운동 반응 비율은 반원 자극(56.4%)에서 가장 높고 직사각형(39.4%), 타원(25.9%) 순으로 낮게 나타났다. 사후 검정 결과 모든 자극 모양 간 차이는 유의미하였다($p < .05$). ISI의 주효과($F(3, 27) = 10.04, p < .0001$)와 자극 제시시간의 효과($F(2, 18) = 7.23, p = .005$) 또한 모두 유의미하여, 두 시간 변인 값이 각각 증가할수록 가현운동 지각 경향성이 높아졌다. ISI와

자극 제시시간 간 상호작용($F(6, 54) = 2.83, p = .018$)도 유의미하였는데, 가장 짧은 자극 제시시간(200 ms)과 다른 두 제시시간(350, 500ms) 간 가현운동 반응의 차이가 ISI의 증가에 따라 커지는 경향을 띠었다. 그밖에 다른 이원 및 삼원 상호작용은 모두 유의미하지 않았다. 두 시간변인의 합인 SOA에 대한 변산 분석 결과 역시 유의미한 주효과($F(5, 45) = 6.38, p < .0001$)를 드러내었다(그림 2b).

논 의

본 연구는, 서로 다른 위치를 점유하는 자극 시퀀스를 사용한 기존의 가현 운동 연구와 달리, 한 물체가 제자리에서 반복 점멸하는 단순한 자극 시퀀스에서도 가현 운동이 지각될 수 있는지 살펴보았다. 연구 결과, 점멸 자극과 인접한 가림막 물체 사이에 중첩 단서가 주어지고 자극 간 제시 간격이 길 때, 상하 왕복 가현운동이 관찰되었다.

가현운동 반응 경향성은 표적과 가림막의 경계에서 중첩의 이미지 단서인 T-접합이 형성되는 반원과 직사각형 조건에서 그렇지 않은 타원 조건보다 높았는데, 이 차이는 무형 완성된 표상의 효과를 가정하지 않으면 설명되기 어렵다. T-접합에 의해 유도된 가려진 부분의 무형 표상은 자극의 지각된 무게중심을 아래로(가림막 쪽으로) 이동시켜, 자극이 사라진 후 가림막 뒤에 감춰진 자극 표상의 생성을 용이하게 한 것으로 해석된다. 특히, 반원 자극은 두 가지 측면에서 다른 자극보다 상하 가현운동 지각에 유리하였다. 우선 반원 자극은 자극의 무게중심이 다른 두 자극보다 아래에 위치하여(그림 1b), 이미지 상 가림막과 거리가 상대적으로 가까웠다. 또한, 완결된 원의

나머지 반이 가림막 뒤에 있다는 지각적 해석으로 인해 무형완성된 표면의 비율이 직사각형보다 높았으리라고 기대되며, 이는 지각된 자극 중점을 더 아래로 이동시키는 효과를 유발할 수 있었다. 종합하자면, 지각된 자극 표면의 위치가 가림막과 가까울수록 무형 표상을 매개로 한 상하 가현운동 지각이 높았던 것으로 분석되며, 이러한 해석은 선행 연구(Kim et al., 2012)의 결과에도 잘 부합된다.

한편, SOA(와 다른 시간 변인)의 효과는 가림막 뒤로 숨었다 나타나는 가현운동이 이미지 중첩 단서의 영향만으로 결정되지 않음을 시사한다. 모든 자극 모양에서 SOA가 증가함에 따라 가현운동 반응이 높아졌으며, 특히 가현운동 경향성이 가장 높았던 반원 자극에서도 짧은 SOA 조건에서는 제자리 깜박임 반응이 더 높게 관찰되었다. 이 결과는 긴 SOA 조건에서 가현운동에 대한 상위 수준 변인의 효과를 관찰한 선행연구(Kim et al., 2012; Mcbeath & Shepard, 1989; Ramachandran et al., 1986; Shiffrar & Freyd, 1990)의 연장선에서, 가려진 물체 표상에 기반한 가현운동 지각에는 긴 SOA가 필요함을 보여준다.

SOA의 효과에 대한 한 가지 가능한 설명은 긴 SOA가 가현운동 상에서 운동 중첩(kinetic occlusion)과 비슷한 효과를 유발한다는 것이다. 다른 물체에 의해 가려지거나, 가려졌다가 다시 드러나는 대상은 갑자기 소멸하거나 생성되는 물체와는 구별되는 시각적 단서를 남긴다. 가려지는 대상은 물체간 경계에서 점진적 표면결 잠식(deletion of texture, 또는 이미지 크기의 축소)을 동반하고, 가려졌다가 다시 나타나는 물체는 이와 반대로 점진적인 표면결 증식(accretion of texture, 또는 이미지 크기 증가)을 동반한다(정우현, 정찬섭, 2006; Gibson,

Kaplan, Reynolds, & Wheeler, 1969; Kaplan, 1969; Michotte et al., 1964/1991; Scholl & Pylyshyn, 1999). 본 연구의 자극 시퀀스는 물리적으로 운동 중첩의 점진적 이미지 변화 없이, 단순히 표적 자극이 제시되거나 제시되지 않은 프레임들로 구성되었으나, 가현운동 지각을 통해 운동 중첩이 경험되었을 가능성이 있다. 휘어진 튜브 모양 가림막의 양 끝에 제시되는 자극의 곡선 가현운동을 연구한 Kim 등(2012)은 자극의 수직 크기(높이)가 작을수록 튜브 뒤로 이동하는 곡선 운동 경향성이 높아짐을 관찰하였다. 이는 자극의 사라짐이 가림막 뒤 감춰짐으로 지각될 때, 자극의 높이가 낮을수록 운동 중첩의 점진적 변화와 유사한 “덜 급격한” 시각적 변화를 겪기 때문으로 해석되었다. 이러한 선행 연구에 비춰볼 때, 한 물체가 제시되었다가 사라지는 기간(SOA)이 충분히 긴 조건에서, 자극의 갑작스런 소멸 대신 점진적 변화인 운동 중첩의 지각이 쉽게 유도됐던 것으로 판단된다.

이상에서 논의된 자극 모양과 SOA의 효과는 상하 가현운동의 지각이 자극의 운동중첩(과 그에 따른 무형완성)을 유발하는 자극 조건에 의해 잘 예측됨을 보여준다. 이는 참가자들의 가현운동 평정이 반응 편향이나 인지적 추측이 아닌 지각적 반응의 결과임을 시사한다. 한편, 가현운동 반응이 가장 우세하였던 조건(반원, 950ms SOA)에서도 그 비율이 80%에 약간 미치지 못하였고, 그림 2a의 그래프에서 확인할 수 있듯이 가현운동은 깜박임에 비해 그 지각적 강도가 약한 편이었다. 이는 한 물체의 반복적 점멸이라는 애매한 자극 조건에 따른 자연스러운 지각적 귀결일 것이다.

마지막으로, 본 연구에서 관찰된 가현운동은 변형 가현운동(transformational apparent

motion; 이하 TAM)과 일견 유사하다. TAM은 순차적으로 제시되는 가현운동 자극 간에 시공간적으로 겹치는 부분이 존재할 때, 자극의 위치 이동이 아닌 크기 및 형태의 변형이 지각되는 현상인데(Tse, Cavanagh, & Nakayama, 1998), 이 때 자극 간 공통 부분을 제외하고 분석한다면, 본 연구의 가현운동 자극과 유사하게 한 프레임에 없던 부분이 다음 프레임에 추가되는 시퀀스를 이루게 된다. 하지만, TAM은 “가시적”으로 제시되는 자극 간 대응관계를 기반으로 한다는 점에서 본 연구의 가현운동과 다르다. 지각적 애매성으로 인해, 본 연구의 자극은 수직 왕복운동 대신 가림막 뒤의 물체의 길이가 늘어났다가 줄어드는 TAM으로 지각될 수도 있지만, 이때에도 “보이지 않는 물체”의 크기 변화라는 점에서 기존의 TAM과 구별된다. 즉, 본 연구의 가현운동은, 상하 운동으로 지각되건, 혹은 크기 변화(TAM)으로 지각되건 간에, 한 물체만 반복 제시되에도 무형 표상을 통해 대응문제가 해결된다는 점에서 기존 가현운동 연구가 다루지 않은 새로운 현상으로 판단된다.

터널 효과의 운동 중첩과 가현운동은 모두 시공간상에서 불연속적으로 주어진 감각 정보를 보충하여 물체의 영속성과 움직임의 연속성을 지각하도록 한다(Scholl & Flombaum, 2010). 터널 효과에서의 채워짐이 가시적 양상이 수반되지 않는 무형 완성이라면, 가현 운동에서의 채워짐은 움직임 경로의 가시적 양상을 수반하는 유형 완성(modal completion)이다. 본 연구는 시공간적인 단서가 가림막 뒤로 가려진 대상의 존재를 시사할 때, 대상의 무형 표상이 가현운동의 대응문제 해결에 기여하여 물체의 점멸(coming into/going out of existence)이 드러남과 가려짐(coming into/going

out of sight)의 움직임으로 지각될 수 있음을 보여준다.

참고문헌

- 류경주, 감기택, 정찬섭 (2004). 가현운동 경로에서 발생하는 채움의 시공간적인 특성. *한국심리학회지: 인지 및 생물*, 16(1), 1-21.
- 오성주 (2011). 가현 운동 연구 패러다임의 움직임 지각 이해에 대한 기여. *한국심리학회지: 인지 및 생물*, 23(1), 1-44.
- 정우현, 정찬섭 (2006). 운동 중첩에 의한 직선적 윤곽의 방위 지각. *인지과학*, 17(3), 151-175.
- Anstis, S., & Ramachandran V. S. (1985). Kinetic occlusion by apparent movement. *Perception*, 14, 145-149.
- Blake, R., Ahlström, U., & Alais, D. (1999). Perceptual priming to invisible motion. *Psychological Science*, 10, 145-150.
- Brainard, D. H. (1997). The Psychophysics Toolbox. *Spatial Vision*, 10, 433-436.
- Burke, L. (1952). On the tunnel effect. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 4, 121-138.
- Dawson, M. R. W. (1991). The how and why of what went where in apparent motion: Modeling solutions to the motion correspondence process. *Psychological Review*, 98, 569-603.
- Ekröll, V., Faul, F., & Golz, J. (2008). Classification of apparent motion percepts based on temporal factors. *Journal of Vision*, 8, 1-22.
- 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.
- Kaplan, G. A. (1969). Kinetic disruption of optical texture: The perception of depth at an edge. *Perception & Psychophysics*, 6, 193-198.
- Kim, S., Feldman, J., & Singh, M. (2012). Curved apparent motion induced by amodal completion. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 74, 350-364.
- McBeath, M. K., & Shepard, R. N. (1989). Apparent motion between shapes differing in location and orientation: A window technique for estimating path curvature. *Perception & Psychophysics*, 46, 333-337.
- Michotte, A., Thinés, G., & Crabbé, G. (1964/1991). 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).
- Pelli, D. G. (1997). The VideoToolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies. *Spatial Vision*, 10, 437-442.
- Ramachandran, V. S., Inada, V., & Kiama, G. (1986). Perception of illusory occlusion in apparent motion. *Vision Research*, 26, 1741-1749.
- Scholl, B. J., & Flombaum, J. I. (2010). Object persistence. In B. Goldstein (Ed.), *Encyclopedia of Perception*, Volume 2 (pp. 653-657). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Scholl, B. J., & Pylyshyn, Z. W. (1999). Tracking multiple items through occlusion: Clues to visual objecthood. *Cognitive Psychology*, 38, 259-290.
- Shiffrar, M., & Freyd, J. (1990). Apparent motion of the human body. *Psychological Science*, 1, 257-264.
- Shimojo, S., & Nakayama, K. (1990). Amodal presence of partially occluded surfaces: role of invisible stimuli in apparent motion correspondence. *Perception*, 19, 285-299.
- Tse, P., Cavanagh, P., & Nakayama, K. (1998). The role of parsing in high-level motion processing. In T. Watanabe (Ed.), *High-level Motion Processing* (pp. 249-266). Cambridge, MA: MIT Press.
- Ullman, S. (1979). *The interpretation of visual motion*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Wertheimer, M. (1912/1961). Experimental studies on the seeing of motion. In T. Shipley (Ed.), *Classics in psychology* (pp. 1032-1088). New York: Philosophical Library (Original work published 1912).
- Yantis, S. (1995). Perceived continuity of occluded visual objects. *Psychological Science*, 6, 182-186.
- 1 차원고접수 : 2016. 04. 01
수정원고접수 : 2016. 04. 26
최종게재결정 : 2016. 04. 27