

## 그림자 지각과정에 비대칭적 영향을 미치는 대상의 입체성과 빛의 위치

Asymmetric Effects of Cast Shadow Directions on Visual Search

---

저자 (Authors)	남종호, 박민경 Jong Ho Nam, Min Kyung Park
출처 (Source)	<a href="#">한국심리학회지: 인지 및 생물 20(4)</a> , 2008.12, 265-283(19 pages) <a href="#">THE KOREAN JOURNAL OF COGNITIVE AND BIOLOGICAL PSYCHOLOGY 20(4)</a> , 2008.12, 265-283(19 pages)
발행처 (Publisher)	<a href="#">한국심리학회</a> The Korean Psychological Association
URL	<a href="http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE06374477">http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE06374477</a>
APA Style	남종호, 박민경 (2008). 그림자 지각과정에 비대칭적 영향을 미치는 대상의 입체성과 빛의 위치. 한국심리학회지: 인지 및 생물, 20(4), 265-283
이용정보 (Accessed)	가톨릭대학교 성심교정 203.229.***.10 2021/01/23 19:41 (KST)

---

### 저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

### Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

## 그림자 지각과정에 비대칭적 영향을 미치는 대상의 입체성과 빛의 위치

남 종 호<sup>†</sup>                      박 민 경

가톨릭대학교 심리학과

초기 시각과정에서 그림자 정보를 배제시키는 처리특성이 있다는 Rensink와 Cavanagh(2004)의 연구결과가 그림자의 방향과 대상의 배열 위치가 불완전 요인 설계로 구성되었기 때문에 얻어졌을 가능성이 있다. 이 가능성을 검증하고 더 나아가 그림자 정보와 관련된 형태 속성의 영향을 알아보고자 본 연구는 두 개의 실험을 수행하였다. 실험 1은 Rensink와 Cavanagh(2004)의 연구를 재검증하기 위하여 실시되었다. 그들이 보고한 바와 같이 자극들이 천장에 배치된 것보다 바닥에 배치된 조건에서 목표 자극을 찾는데 시간이 오래 걸리는 결과를 얻었다. 뿐만 아니라 그림자의 방향이 탐색시간에 영향을 주었는데, 그림자 방향이 좌측인 경우 우측조건보다 빠르다는 새로운 결과를 얻었다. 직사각형과 사변형으로 이루어진 2차원 도형을 사용한 실험 1과는 달리, 실험 2는 음영이 포함된 3차원 도형인 원기둥을 사용하였다. 원기둥이 천장에 배치된 조건보다 바닥에 배치된 조건에서 목표 자극을 찾는데 시간이 오래 걸렸다. 그러나 실험 1의 결과와는 반대로 그림자가 우측으로 드리워진 조건에서 탐색 시간이 더 짧았다. 본 연구는 2차원 도형을 자극으로 사용한 경우, 바닥 배치 상황에서 그림자가 정보처리 과정에서 배제된다는 Rensink와 Cavanagh(2004)의 연구결과를 재확인하였다. 나아가 대상 내의 정보만으로 3차원 장면으로 판단하는 것이 가능한 자극상황인지 아닌지의 차이가 2차원 장면과 3차원 장면에서 그림자 방향에 기초한 목표자극의 탐색시간이 달라지게 만드는 요인일 수 있다는 시사점을 얻었다.

주제어 : 시각 탐색, 그림자, 조명방향

---

\* 본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2005-000-10963-0) 지원과 2007년도 가톨릭대학교 교비연구비 지원을 받았다.

\* 심사를 맡아주시고 건설적인 비판을 아끼지 않으신 익명의 심시위원님들께 감사드립니다.

<sup>†</sup> 교신저자 : 남종호, 가톨릭대학교 심리학과, (420-743) 경기도 부천시 원미구 역곡2동 산43-1

E-mail: texton@catholic.ac.kr

인간의 시각 과정은 입력된 시각 장면에 대한 빠르고 병렬적인 처리 과정과 추출된 세부 특징들에 대한 느리고 순차적인 처리 과정이 포함된다고 여겨진다(Rensink & Cavanagh, 2004). 초기의 빠른 처리 단계는 기본적인 분석단위들을 추출하는 탐색기들의 역할이 강조되고, 상대적으로 느린 후기의 처리 단계에는 주의 과정이 관여하는 것으로 파악되고 있다(Treisman, 1986; Treisman & Gelade, 1980; Treisman & Gormican, 1988). 따라서 이러한 처리 단계들이 계열적으로 구성되어 있다고 간주하는 연구자들의 주장에 따르면, 3차원 지각은 2차원 지각이 성립된 후에 형성되는 것으로 이해되어야만 한다(Marr, 1982).

처리과정의 후기 단계와 비교하여 상대적으로 초기 단계에서는 시각 장면의 단순한 측면만이 처리될 수 있다는 것으로 이해되었으나, 최근의 연구들은 3차원의 복잡한 국면들이 초기 단계에서도 처리될 수 있음을 보여주었다. 시각탐색과제(visual search task)를 이용한 연구에서 여러 3차원 시각 단서가 시각 세부 특징의 처리와 유사하게 초기 단계에서 처리된다고 밝혀진 바 있다. 예를 들면, 3차원 속성을 드러내는 단서에는 깊이 지각에 관여하는 양안 부등 정보(He & Nakayama, 1992), 자연 장면에서 유일한 광원으로 인해 생성된다고 지각되는 음영(shading) 등이 있다(Enns & Rensink, 1990; Sun & Perona, 1996).

자연 장면에서 태양은 유일한 빛의 원천이라 간주된다. 여기서 나오는 빛은 지각 대상의 3차원 속성을 드러내주는 두 가지 유형의 밝기 패턴을 생성한다. 첫째로, 대상 내에 속하는 밝고 어두운 부분으로 구성된 패턴이다.

음영(shading)이라 불리는 이런 정보는 대상의 3차원적 특성을 드러내는 유용한 속성이며, 대상 파악을 용이하게 해주는 긍정적인 역할을 한다는 여러 연구가 있었다(Enn & Rensink, 1990; Kleffner & Ramachandran, 1992; Sun & Perona, 1996). Kleffner와 Ramachandran(1992)은 음영 정보에 의한 3차원 형태 속성이 전주의적으로 처리될 수 있음을 보여주었으며, Enn과 Rensink(1990), 그리고 Sun과 Perona(1996)는 계열적 시각 탐색특성을 지니는 자극 배열에 특정한 방향의 빛이 생성한 3차원 정보를 추가하면 병렬적 시각 탐색과정으로 바뀔 수 있음을 보여주었다. 둘째로, 대상 내에 속하지 않고 다른 대상에 드리워지는 그림자(shadow)이다. 그림자는 대상이 조명과 결합하여 배경이나 다른 대상 위에 만들어지는데, 그 결과로 형태 인식 시스템에 잘못된 대상 경계 정보를 제공할 가능성이 증가하게 된다. 따라서 형태지각 과정에서는 그림자 정보를 빠르게 배제하여, 그 영향을 최소화해야 한다고 주장한다(Cavanagh & Leclerc, 1989; Rensink & Cavanagh, 2004).

Rensink와 Cavanagh(2004)는 그림자를 빠르게 참작하여 초기 정보처리 이후의 단계에서 이를 배제시키는 과정이 실재하는 것인지를 알아보는 연구를 수행하였다. 이들은 그림자(cast shadow)의 배치 형태가 시각 탐색과정에 영향을 주는지를 살펴보았다. 실험에 사용된 목표 자극과 배경자극에는 그림자로 해석될 수 있는 사변형이 직사각형의 옆에 붙어있었다(그림 1). 동일한 방향으로 드리워진 그림자가 목표자극에는 바닥에 30°의 기울기로 드리워져 있었으며, 배경자극에는 60°의 기울기로 바닥

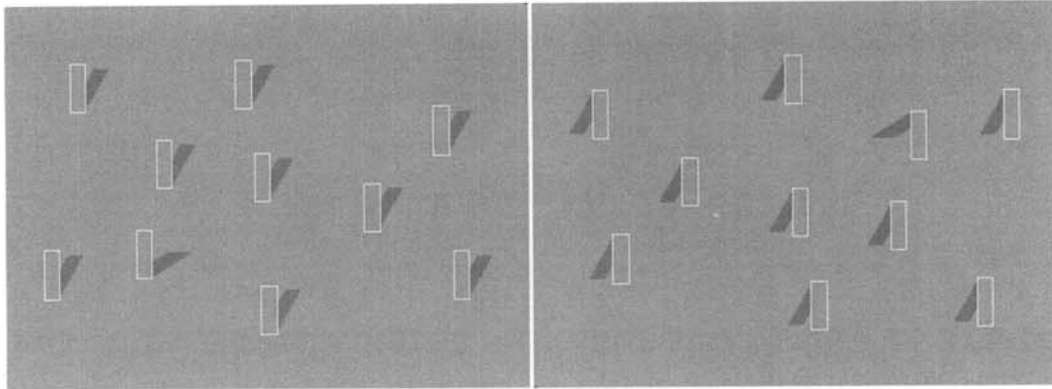


그림 1. Rensink와 Cavanagh(2004)의 연구에서 사용된 표준 자극의 예. 좌측 자극 예는 세로 직사각형과 붙어 있는 사변형은 각각 바닥에 세워져 있는 막대와 그림자로 지각된다. 우측 자극 예는 천장에 달려있는 막대와 그로 인한 그림자이다. 이들이 사용한 자극에서는 그림자 방향과 자극 배열이 독립적이지 않고 일정하게 결합되어 있다.

에 드리워져 있었다. 짙은 회색의 사변형을 그림자로 해석하기 쉬운 조건(정상 배열)과 어려운 조건(역상 배열)으로 구성되었으며, 그림자로 해석하기 쉬운 조건에서 목표 그림자 자극을 찾는 탐색 시간이 더 오래 걸리는 결과가 얻어졌다.

그런데 Rensink와 Cavanagh가 사용한 실험 설계에는 두 가지 요인이 혼입되어 있었다. 정상배열 조건에서는 자극이 우측으로 그림자가 드리워진 형태로 구성되었으며, 역상배열 조건의 경우 자극이 180° 회전되었다. 이 조건의 자극에서 직사각형의 대상은 천장에 붙어 있고, 조명은 우하단 방향에서 비추지는 것이었다. 그러므로 두 조건이 그림자로 해석되기 쉬운 조건과 그렇지 않은 조건 사이의 차이로 인한 결과로만 간주하기에 부족한 점이 있다. 환언하면, 과제 수행을 위하여 사변형의 기울어진 각도를 지각해야하는데, 사변형이 좌측에 있을 경우에 관찰자가 가진 어떤 특성으로 인하여 탐색이 쉽기 때문일 수 있다.

목표자극이 나타난 위치에 따라 탐색 반응 시간이 달라진다는 연구가 이러한 가능성을 시사한다. Efron & Yund(1996)는 우측시야에 나타난 목표자극에 대한 시각 탐색시간이 좌측시야에 나타난 경우보다 훨씬 빠르다는 결과를 일관되게 보고하였다.

대부분의 문화권에서 사람들은 글을 좌측에서 우측 방향으로 읽는다는 사실에서 관찰자의 탐색 경향성의 개입 가능성을 추측할 수 있다. 이러한 습관으로 인하여 자극의 변별 특성이 좌측에 있을 경우가 우측에 있을 경우보다 빠르게 탐지될 가능성이 있다. 역상 배열 조건은 그림자 사변형이 좌측에 있는데, 이 조건에서 관찰된 빠른 탐색 시간이 관찰자가 좌측에서 우측으로 탐색하는 경향에 의한 것인지를 살펴봐야 한다. 즉, 그림자 정보처리 특성에 기인한 것이 아닌, 일반적인 관찰자의 탐색 경향성에 기인한 것일 가능성을 살펴볼 필요가 있다.

본 연구는 먼저 Rensink와 Cavanagh(2004)의

실험에서 과제를 수행하는데 핵심적 역할을 하는 그림자의 방향이 정상 배열과 역상 배열 조건에서 서로 상이하게 배치되어 빛의 방향이 각각의 조건에서 동일하지 않은 상태로 제시되었다는 점을 주목하고 있다. 실험 1에서는 Rensink와 Cavanagh (2004)의 연구에서 사용된 자극과 동일한 자극을 이용하여 그림자 방향과 배열위치를 완전 요인설계로 구성하였다. 본 연구에서는 그림자 방향에 따른 차이가 나타나는지를 알아보고, 나아가 인간의 탐색 경향성이나 다른 요인이 역할을 하는지를 밝히고자 한다.

실험 2에서는 3차원 도형인 원기둥을 도입하여 2차원 도형인 직사각형으로 구성된 자극 조건과의 차이를 살피고자 한다. 자극의 구성에 음영을 비롯한 3차원 형태 정보가 포함되는 경우, 그림자 처리의 중요성이 달라질 가능성이 있다. 따라서 2차원 자극 장면을 3차원 자극 장면으로 재구성하는데 필요한 처리 과정이 생략되거나 경감될 수 있으며, 이러한 과정에서 그림자에 대한 처리과정이 상이할 가능성을 탐색하고자 한다.

## 실험 1

실험 1에서는 Rensink와 Cavanagh(2004)의 자극을 사용하되, 두 개의 조건을 불완전 요인설계로 구성한 것을 보완하였다. 즉 그림자가 드리워진 방향(또는 지각된 조명 방향: 왼쪽 조명 vs. 오른쪽 조명) 그리고 배열 형식(정상/바닥 배열 vs. 역상/천장 배열)의 두 요인에 대하여 완전 요인 설계를 적용하여 구성하였다.

본 연구에서 사용한 시각 탐색 과제에서 관찰자는 사변형의 기울어진 정도를 판단하도록 되어있다. 그림자 처리 특성을 알아보고자하는 것이 주목적이기 때문에 사변형이 직사각형에 붙어있는 방향은 한 장면에 나타나는 모든 자극에서 일정하다. 그러므로 본 실험에 사용된 자극의 경우 탐색에 중요한 역할을 하는 자극 특성, 즉 사변형이 나타나는 방향에 대한 편향이 역할을 하는 경우에는 어떤 방향이 다른 방향에 비해 빠르게 탐색될 가능성이 있다. 특히 우측 방향의 가로 쓰기 또는 좌측 조명에 관련된 특성을 결합하여 추론한다면, 정상 배열과 역상 배열 모두 좌측으로 그림자가 드리워진 경우에 빠른 탐색 시간이 관찰될 것이다. 그러나 Rensink와 Cavanagh의 해석대로, 그림자를 처리하는 과정이 주된 역할을 하기 때문에 탐색시간의 차이가 나타나는 것이라면, 역상 배열과 비교해서 정상 배열의 경우에만 느린 탐색 시간을 보이고, 그림자의 방향에 의한 차이는 약하거나 보이지 않을 것이다. 탐색 편향성과 그림자 처리 두 개의 요인이 모두 역할을 하는 경우에는 네 가지 자극 형태 중 정상 배열의 우측 그림자 자극에 대한 반응이 가장 느린 상호작용 패턴이 관찰될 것이라고 예상할 수 있다.

## 방 법

**실험참가자** 심리학 전공 선택과목을 수강하는 가톨릭대학교 학부학생 24명이 과제 제출에 대한 대안으로써 실험에 참여하였다. 모두 오른손잡이였으며, 관찰자들은 모두 정상시력(나안 또는 교정)을 가졌다. 이들은 실험의 목

적에 대해 알지 못했다.

**도구** 자극 제시는 수평주파수 85Hz인 19인치 SAMSUNG모니터(SyncMaster Magic CX931BW)를 사용하였고, 모니터의 화면 해상도는 1440 × 900 이었다. 자극의 제시와 반응시간 기록을 포함한 모든 통제는 Power Mac G4를 이용하였으며, 실험통제용 프로그램으로는 Matlab v.5.21과 정신물리학 실험용으로 작성된 Psychtoolbox v.2.55(Pelli, 1997; Brainard, 1997)를 사용하였다. 모니터와 관찰자 간의 거리는 70 cm이었다.

**자극** Rensink와 Cavanagh(2004)가 사용한 자극과 동일하게 자극을 구성하였다. 자극은 세로 직사각형과 옆에 사변형이 붙어있는 형태였다. 붙어있는 사변형은 세로 직사각형에 의해 생성된 그림자가 바닥에 드리워진 것으로 볼 수 있었다(그림 2). 직사각형은 중간 정도의 회색이었으며, 같은 정도의 회색인 배경과 구분하기 위해서 흰 선으로 둘레를 표시하였다. 목

표자극은 이미지 평면의 수평에서 30° 위로 뺀 사변형이 붙어있는 직사각형이었고, 방해자극은 이미지 평면의 수평에서 60° 위로 뺀 사변형을 지닌 직사각형이었다. 모든 사변형은 면적이 거의 동일하도록 (1 픽셀 차이) 만들어졌으며, 이 정도의 차이는 탐지되기 어려우며, 따라서 관찰자가 면적의 크기에 근거하여 반응을 하기보다는 형태에 근거하여 반응을 할 것으로 판단하였다.

한 시행에 제시되는 장면 내의 총 자극의 수는 Rensink와 Cavanagh(2004)의 경우와 동일하게 2, 6, 그리고 10 개였다. 그림자를 드리우는 직사각형의 크기는  $1.03^{\circ} \times 0.46^{\circ}$ 이었고, 그림자로 해석되는 사변형의 크기는 30°의 경우  $0.94^{\circ} \times 0.46^{\circ}$ 이며, 60°의 경우  $0.46^{\circ} \times 0.94^{\circ}$ 이었다. 자극들은 5×4 행렬을 이루는 가상적인 자극 위치에 무선으로 배열하였으며, 가로와 세로가 똑바로 정렬되는 것을 피하기 위하여 상하좌우로 최대 0.46°씩 무선 이동 배열시켰다. 자극 위치의 가상적인 최대 크기는  $10.20^{\circ} \times 8.19^{\circ}$  이었다. 자극의 밝기는 배경(흰 테두리

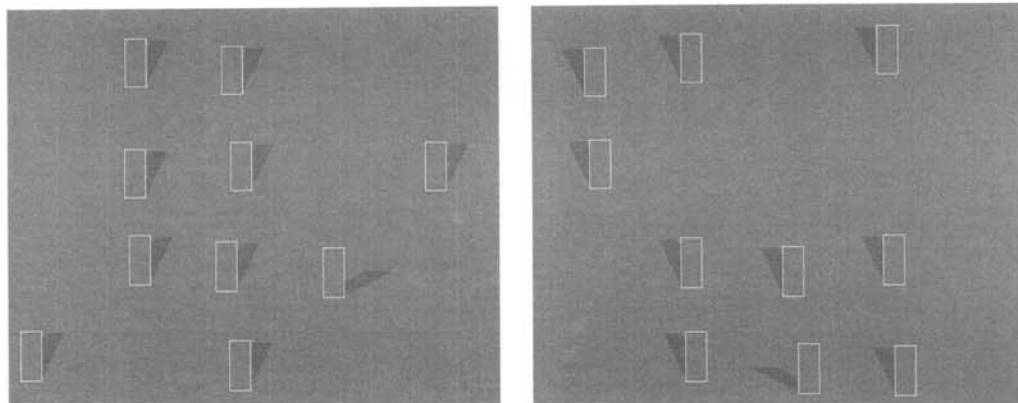


그림 2. 직사각형 형태와 사변형의 조합으로 만들어진 그림자가 드리워지는 정상배열 위치 조건의 자극 예. 본 자극을 180° 회전하면 역상 배열 위치 조건의 예가 된다.

안의 직사각형 내부)의 경우  $99 \text{ cd/m}^2$ , 흰 테두리  $255 \text{ cd/m}^2$ , 그리고 그림자 영역이  $65 \text{ cd/m}^2$ 였다. 직사각형 테두리와 배경 간의 대비는 0.44로 높았다.

자극은 네 가지로 구성되었다. 네 가지 조건은 그림자 방향(좌측 vs. 우측)과 자극의 배열 배경(정상 vs. 역상)에 따라 결정되었다. 그림자 방향은 그림자로 해석될 수 있는 사변형이 세로 직사각형의 어느 쪽으로 드리워져 있는 지로 결정되며, 세로 직사각형의 배열 위치는 사변형이 세로 직사각형의 아래쪽에 드리워지게 되는지 또는 위쪽에 드리워지게 되는지에 따라 결정된다. 배열 배경에 따른 자극 관계는 상하 거울상으로 구현되었으며, 그림자 방향은 좌우 거울상으로 구현되었다.

**절차** 실험은 조명이 없는 공간에서 수행되었다. 실험참가자가 실험실에 들어오면, 실험 진행자는 준비된 지시문을 읽어주고 실험에서 요구되는 바가 제대로 이해되었는지를 확인하였다. 올바른 과제수행을 위하여 관찰자는 제시되는 자극 판에서 정해진 표적자극이 있을 경우에는 '1' 키를, 없을 경우에는 '2'를 최대한 빠르게 그리고 정확하게 반응할 것을 요청받았다. 각 시행은 짧은 저음의 경고음과 함께 플러스 모양의 응시점이 350msec 동안 제시된 후, 표적자극 및 배경자극으로 이루어진 자극 판이 제시되었다. 자극 판은 관찰자가 반응키를 누를 때까지 보여주었다. 관찰자가 오류 반응을 하였을 경우에는 고음의 경고음을 주었다. 네 가지 조건은 참가자 간에 완전 상대 균형화되어 각각의 회기(session)로 구분하여 제시되었다. 각 조건은 첫 회기의 경우 24회의

연습시행을, 두 번째 회기부터는 18회의 연습시행을 실시한 후, 본 시행으로 들어가도록 구성되었다. 연습시행에서는 관찰자가 각 조건에서 찾아야 할 표적자극에 대한 이해를 하고 반응 수행을 익숙하게 하는데 중점을 두었다. 본 시행은 각 회기별로 180회씩으로 이루어졌으며, 연습시행을 포함한 각 회기의 수행시간은 14분 정도였다. 따라서 네 회기로 이루어진 실험은 한 시간이 소요되었다.

**분석** 분석은 항목 별 탐색시간에 근거하였다. 그림자 방향(좌측 vs. 우측), 자극의 배치 배경(정상 vs. 역상), 제시 항목 수, 그리고 표적 자극 유무에 근거한  $2 \times 2 \times 3 \times 2$  반복측정 변량 분석을 하였다. 모든 조건에서 오류 자료는 반응시간과 체계적인 관계가 없었으며, 따라서 실험 결과가 속도-정확도 교환관계에 의해 얻어졌을 가능성을 배제할 수 있었다.

## 결과 및 논의

그림자 방향, 배열 위치, 제시자극 수, 표적 자극 유무에 따른 반응시간의 자료가 표 1과 그림 3에 제시되어 있다. 전체 오류율은 3.9%였다.

주효과로는 배열 위치,  $F(1,23) = 10.103$ ,  $p < .005$ ,  $MSe = 50,041.59$ . 제시 자극 수,  $F(2,46) = 20.988$ ,  $p < .001$ ,  $MSe = 7,980.41$ , 표적 자극 유무가,  $F(1,23) = 66.193$ ,  $p < .001$ ,  $MSe = 17,846.30$ , 유의미하였다. 제시항목 수가 많아질수록 탐색시간이 길었으며, 표적자극이 없는 조건이 있는 조건보다 탐색시간이 길었다. 정상 배열 조건이 역상 배열 조건보다 탐



표 1. 실험 1의 지각된 그림자 위치(좌측, 우측), 자극 배열 장소 (정상, 역상), 표적유무, 탐색자극 수에 따른 반응시간(단, 단위는 msec, 괄호는 표준오차임).

배열	그림자 방향	목표자극 유무	탐색자극 수		
			2	6	10
정상	우측	있음	581 (18.61)	613 (22.66)	621 (21.48)
		없음	652 (22.72)	722 (33.33)	777 (46.36)
	좌측	있음	543 (29.67)	578 (22.15)	601 (25.85)
		없음	620 (23.07)	674 (32.86)	708 (46.12)
역상	우측	있음	525 (11.62)	526 (13.98)	552 (16.59)
		없음	579 (17.96)	622 (20.22)	639 (23.29)
	좌측	있음	541 (15.63)	546 (16.52)	564 (19.50)
		없음	600 (22.04)	638 (24.85)	647 (30.40)

색시간이 길었으며, 이로써 Rensink와 Cavanagh (2004)의 결과가 반복 검증되었다. 특히 Rensink와 Cavanagh가 채택했던 조건은 정상 배열과 그림자 좌측 방향 조건, 그리고 역상 배열과 그림자 우측 방향 조건의 두 가지였다. 이 두 조건의 결과만을 따로 비교해보면, Rensink와 Cavanagh의 결과가 반복되었음을 알 수 있다.

상호작용은 그림자 방향과 배열 위치,  $F(1,23) = 6.041, p < .05, MSe = 18,784.40$ , 배열 위치와 제시 자극의 수,  $F(2,46) = 5.630, p < .01, MSe = 3,222.13$ , 제시 자극의 수와 표

적자극 유무,  $F(2,46) = 5.085, p < .05, MSe = 4,760.23$ , 효과가 통계적으로 유의미하게 있었다. 제시 자극의 수와 표적자극 유무의 상호작용 효과는 시각 탐색이 계열적 특성을 보이는 경우에 종종 관찰되는 결과로 간주하였다.

본 연구에서 주목하는 요인인 그림자 방향과 배열 위치, 그리고 배열 위치와 제시 자극 수 사이에 발생한 상호작용이 있었다. 이를 항목별 탐색 기울기로 살펴보았다. 배열 위치가 정상 배열인 경우에 제시 자극 수에 따른 항목별 탐색 시간은 약 9 msec/items로 역상 배열인 경우의 항목별 탐색 시간 5 msec/items에 비하여 길었다. 이러한 결과는 Rensink와 Cavanagh의 결과가 반복되었음을 알 수 있다. 즉, 역상 배열인 경우 그림자로 해석되는 경향이 약하고, 이로 인하여 정상 배열의 경우보다 그림자로 지각되지 않아 처리 과정상에서 배제되지 않기 때문일 가능성이 해석된다. 그림자 방향과 배열 위치의 상호작용은 역상 배열의 경우 그림자 방향에 따른 수행의 차이는 미미한데 비해서, 정상 배열의 경우 그림자 방향에 따른 수행의 차이가 상대적으로 컸다. 즉 그림자가 우측으로 드리워지는 조건의 자극 세트가 그림자가 좌측으로 드리워지는 조건의 자극 세트보다 수행이 느렸다. 직사각형에 붙어있는 사변형이 그림자로 해석되기 쉬운 조건인 정상 배열 조건에서 그림자 방향에 따른 상호작용 효과가 관찰된 것은 관찰자가 대상의 정체를 파악할 때 장면에서 익숙한 그림자 방향, 또는 이와 직접적으로 관련된 친숙한 조명 방향이 존재한다는 Sun과 Perona(1998)의 연구결과와 관련성을 보이고 있다.



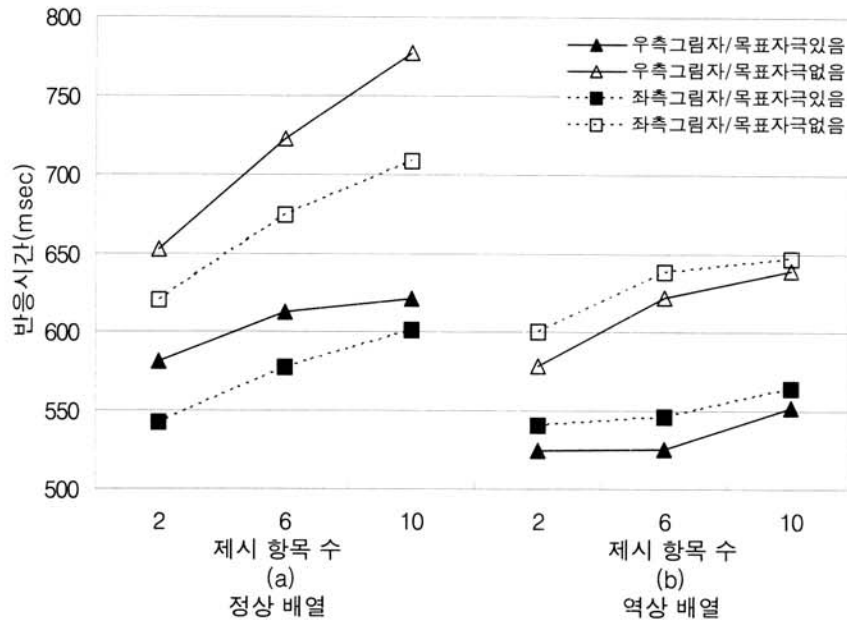


그림 3. 정상 배열과 역상 배열 조건에서 제시항목 수와 표적 자극 유무에 따른 탐색 시간. (a)는 정상 배열 조건이고 (b)는 역상 배열 조건이다.

그림자의 방향에 따른 반응시간의 크기와 항목별 탐색 시간은 서로 다른 결과 패턴을 보이고 있으므로 이를 자세히 살펴보았다. 반응시간의 크기에서는 정상배열의 경우 좌측 그림자 조건이 빠른 탐색시간을 보였으나 역상 배열 조건에서는 우측 그림자 조건이 빠른 탐색 시간을 보였다. 그러나 항목별 탐색시간(탐색 기울기)의 경우에는 다른 양상이 관찰된다. 먼저 정상 배열의 경우 좌측 그림자에서 얻어진 탐색 기울기는 목표자극이 있는 경우(7.31 msec/item)와 없는 경우(10.92 msec/item)의 차이는 매우 적다. 이에 비해서 우측 그림자의 경우, 탐색 기울기는 목표자극이 있는 경우(5.00 msec/item)와 없는 경우(15.67 msec/item)의 기울기 차이는 크고, 일반적인 계열 처리에서 보이는 기울기 차이와 유사하다. 역

상 배열에서는 모두 빠른 항목별 탐색 기울기를 보였으나, 자극 유무 모두에서 좌측 그림자에 대한 기울기가 우측 그림자에 대한 기울기보다 작다. 즉 좌측 그림자에 대한 빠른 처리 과정이 있었음을 의미한다.

이러한 결과는 좌에서 우로 진행되는 탐색 경향성으로 인하여 얻어진 결과 패턴이라는 설명이 가능한 것으로 보인다. 그러나 Sun과 Perona(1998)의 결과를 참고하면, 이러한 설명만이 가능한 것은 아니다. Sun과 Perona는 조명이 좌측 상단에 있는 것을 관찰자들이 선호한다고 하였다. 즉, 그림자가 우측에 드리워진 상황을 친숙하게 여긴다고 해석할 수 있다. 그러므로 정상 배열에서 우측 사변형을 그림자로 확실하게 처리하게 되고, 이 과정에서 그림자 정보의 배제가 포함되므로 판단을 위

표 2. 실험 1의 지각된 그림자 위치(좌측, 우측), 자극 배열 장소 (정상, 역상), 표적유무, 탐색자극 수에 따른 항목별 탐색 기울기(단위는 msec/item, 괄호 안은 표준오차임).

배열	그림자 방향	목표자극 유무	탐색자극 수		
			2~6	6~10	평균
정상	우측	있음	8.00 (2.62)	2.00 (2.26)	5.00 (1.44)
		없음	17.62 (4.90)	13.73 (4.54)	15.67 (4.21)
	좌측	있음	8.74 (5.86)	5.88 (2.04)	7.31 (3.02)
		없음	13.37 (4.86)	8.47 (4.50)	10.92 (3.98)
역상	우측	있음	0.19 (2.08)	6.46 (2.40)	3.32 (1.14)
		없음	10.90 (3.05)	4.25 (2.07)	7.57 (1.30)
	좌측	있음	1.34 (2.41)	4.74 (2.00)	3.04 (1.28)
		없음	9.67 (3.18)	2.12 (2.72)	5.89 (2.57)

한 반응시간이 늦어지게 된다는 설명과 부합된다.

이러한 상황에서 탐색 경향성과 좌측 방향의 광원 선호성이라는 두 가지 설명을 검증하기 위해서 두 가지 접근이 가능하다. 첫째로 우에서 좌로 읽기를 학습한 사람들로부터 얻은 자료가 필요할 것으로 보인다. 만일 읽기 문화에 따른 차이가 관찰된다면, 탐색 경향성에 의한 설명에 무게를 둘 수 있다. 둘째로 역상 배열의 경우 정상 배열의 경우보다 빠른 탐색 시간과 낮은 탐색 기울기를 보이는 이유

가 기본적으로 사변형이 그림자로 해석되기 어렵기 때문이라는 것이 Rensink와 Cavanagh (2004)의 해석에 주목할 수 있다. 그러므로 역으로 사변형이 그림자로 해석되기 쉽게 만드는 조작을 가하여 그림자 처리를 촉진시킨다면 상이한 결과가 관찰될 수 있다. 본 연구에서는 현실적으로 가능한 접근 방법으로 두 번째 방법을 택하고 실험 2를 수행하였다.

## 실험 2

2차원 장면으로 제시된 자극 배열은 자극들 사이에 적합한 해석이 더해지면서 3차원 장면으로 지각된다. 실험 1에서 제시된 자극은 직사각형과 사변형이 인접해있는 상황이 기둥과 이로 인해 바닥에 드리워진 그림자로 해석되도록 만든 것이다. 이 때 2차원인 직사각형은 3차원의 널빤지로 지각되고, 사변형은 직사각형과의 관계 속에서 그림자로 지각되면 전체 형태의 지각적 해석이 자연스러워진다. 만일 기둥이 3차원 속성을 지닌 자극으로 제시되면 이러한 지각적 해석은 불필요하게 될 수도 있다. 사변형이 그림자로 해석되기 쉬운 상황에서의 그림자 정보 처리를 알아보기 위하여 실험 2를 실시하였다. 실험 2에서는 음영(shading) 정보가 포함된 3차원 원기둥을 자극으로 사용하였다. 3차원 자극으로 구성된 장면이 제시될 때는 2차원 자극 배열을 3차원으로 재구성하는 과정이 생략되거나 그 역할이 경감될 가능성이 높다. 따라서 이러한 변화가 3차원 도형을 그대로 주시하는 상황과 2차원 도형을 3차원으로 전환하여 관찰하는 경우에 어떠한 차이가 나타나는지를 알아보고자한다.

## 방 법

**실험참가자** 심리학 전공 선택과목을 수강하는 가톨릭대학교 학부학생 24명이 과제에 대한 대안 선택으로 실험에 참여하였다. 모두 오른손잡이였으며, 관찰자들은 모두 정상시력(나안 또는 교정)을 가졌다. 이들은 실험의 목적에 대해 알지 못했다.

**도구** 실험 1과 동일하였다.

**자극** 자극은 그림자가 드리운 3차원 원기둥을 사용하였다. 그림자는 약간 짙은 중간 정도의 회색이다. 목표 자극은 이미지 평면의 수평선에서 30°로 뺀 그림자를 지닌 원기둥이었고, 방해 자극은 이미지 평면의 수평선에서 60°로 뺀 그림자를 지닌 원기둥이었다. 30°로 뺀 그림자와 60°로 뺀 그림자의 면적을 동일하게 조작하여, 관찰자가 면적의 크기에 근거하여 반응하지 않고 형태에 의하여 반응하도록 하였다. 대상들의 드리워진 정도가

30°와 60°로 서로 다른 그림자는 Game Studio 6.0에서 각기 상이한 조명 방향을 지정함으로써 생성된 것이다. 따라서 각 그림자가 드리워진 대상의 음영의 정도 또한 다르게 나타나게 된다. 이러한 차이가 과제 수행에 영향을 미칠 가능성을 통제하기 위하여 목표 자극과 방해 자극 모두 동일한 음영을 지니는 원기둥을 사용하였다. 조정하고 이때 형성되는 음영을 지닌 원기둥만을 그림자와 따로 분리해 내었다. 이 원기둥을 30°와 60° 각도로 지정되어 만들어진(생성된) 그림자들과 조합하여 목표 자극과 배경자극을 만들었다. 따라서 원기둥 내의 음영 차이가 탐색 과제 판단의 단서가 되지 않도록 하였다. 자극의 밝기는 배경의 경우 실험 1과 동일한 99 cd/m<sup>2</sup>이었으며, 원기둥의 가장 밝은 부분은 138 cd/m<sup>2</sup>이고, 그림자 영역은 80 cd/m<sup>2</sup>이었다. 원기둥의 가장 밝은 부분과 배경 간의 대비는 0.16이며, 배경과 그림자 영역 간의 대비는 0.11로 실험 1과 비교해서 낮았다.

한 시행에 제시되는 자극의 수는 실험 1,

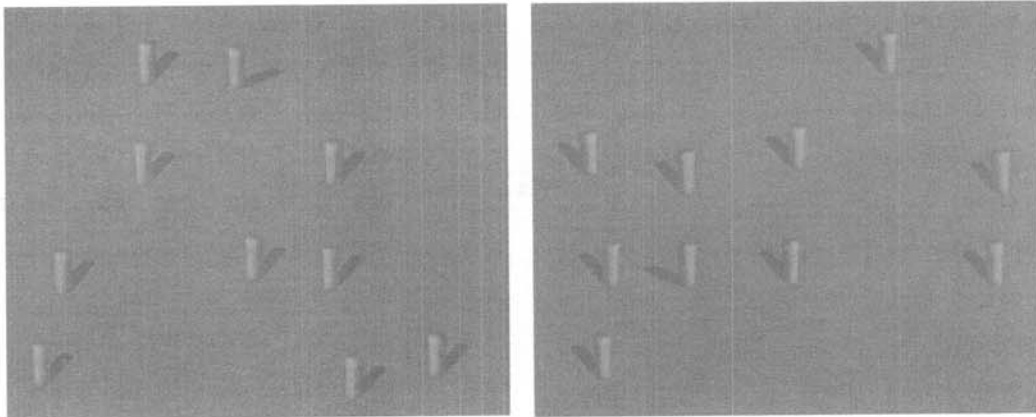


그림 3. 목표자극과 배경자극이 동일한 방향으로 그림자가 드리워지는 정상배열 조건의 자극 예. 본 자극을 180° 회전하면 역상배열 조건의 예가 된다.

그리고 Rensink와 Cavanagh(2004)의 연구와 동일하게 2, 6, 10개였다. 그림자를 드리우는 원기둥의 크기는  $1.03^{\circ} \times 0.46^{\circ}$ 이었고, 그림자로 해석되는 면적의 크기는  $30^{\circ}$ 의 경우  $0.94^{\circ} \times 0.46^{\circ}$ 이며,  $60^{\circ}$ 의 경우  $0.46^{\circ} \times 0.94^{\circ}$ 이었다. 자극들은  $5 \times 4$  행렬을 이루는 가상적인 자극 위치에 무선으로 배열하였으며, 가로와 세로가 똑바로 정렬되는 것을 피하기 위하여 상하좌우로 최대  $0.46^{\circ}$ 씩 무선 이동시켰다. 가상적인 자극 위치의 최대 크기는  $10.20^{\circ} \times 8.19^{\circ}$  이었다.

**절차** 실험 2와 동일하였다.

**분석** 실험 2와 동일하게 분석은 항목별 탐색 시간에 근거하였다. 그림자 방향(좌측 vs. 우측), 자극의 배치 배경(정상 vs. 역상), 제시 항목 수, 그리고 표적 자극 유무에 근거한  $2 \times 2 \times 3 \times 2$  반복측정 변량 분석을 하였다. 모든 조건에서 오류 자료는 반응시간과 체계적인 관계가 없었으며, 따라서 속도-정확도 교환관계에 의한 가능성을 배제할 수 있었다.

## 결과 및 논의

각 조건별 기울기는 표 3에 제시되었다. 그림자 방향, 배열 위치, 제시자극 수, 그리고 표적자극 유무에 따른 반응시간 자료가 표 3과 그림 4에 제시되어 있다. 전체 오류율은 3.9%였다.

실험 1의 결과와 동일하게 배열 위치,  $F(1,23) = 60.285, p < .001, MS_e = 37,899.16$ , 제시 자극 수,  $F(2,46) = 82.330, p < .001, MS_e =$

표 3. 실험 2의 지각된 그림자 위치(좌측, 우측), 자극 배열 장소 (정상, 역상), 표적유무, 탐색자극 수에 따른 반응시간(단, 단위는 msec, 괄호 안은 표준오차임).

배열	그림자 방향	목표자극 유무	탐색자극 수		
			2	6	10
정상	우측	있음	699 (18.96)	744 (25.18)	751 (23.27)
		없음	723 (14.08)	851 (27.47)	928 (37.68)
	좌측	있음	695 (23.36)	763 (30.63)	773 (28.03)
		없음	717 (26.67)	866 (36.49)	957 (48.52)
	우측	있음	619 (20.37)	621 (18.13)	656 (18.23)
		없음	649 (18.00)	700 (16.28)	748 (20.98)
역상	좌측	있음	610 (16.15)	635 (16.83)	647 (14.71)
		없음	633 (11.80)	698 (12.46)	739 (20.47)

6,800.66, 그리고 표적자극 유무,  $F(1,23) = 101.984, p < .001, MS_e = 9,726.34$ , 의 주효과가 유의미하였다. 이를 살펴보면, 실험 1과 동일하게 역상 배열 조건에서의 반응시간이 정상 배열에서 보다 빨랐고, 제시 자극 수가 늘어날수록 반응시간이 증가하였으며, 표적자극이 있는 조건보다 표적이 없는 조건에서의 반응시간이 길었다는 것을 볼 수 있다.

배열 위치에 따른 탐색 기울기를 보면(표 4), 정상 배열인 경우의 탐색자극이 없는 조건과 탐색자극이 있는 조건에서의 제시 자극 수

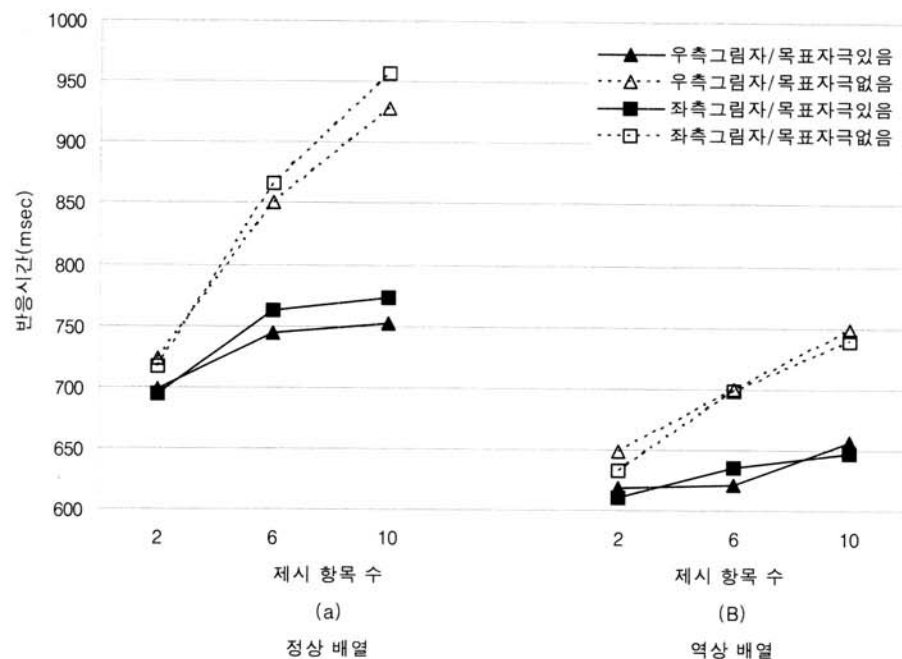


그림 4. 정상 배열과 역상 배열 조건에서 제시 항목 수와 목표자극 유무에 따른 탐색 시간. (a)는 정상 배열 조건이고 (b)는 역상 배열 조건이다.

에 따른 항목별 탐색 시간은 각각 27.9 msec/item과 8.2 msec/item이었으며, 역상 배열 조건에서는 이보다 빠른 반응으로 각각 12.8 msec/item과 4.7 msec/item로 나타났다. 이로써 Rensink와 Cavanagh(2004)의 결과가 또다시 반복 검증되었다. 역상 배열인 경우 그림자로 해석되는 경향이 약하다. 이로 인하여 정상 배열의 경우에 비하여 역상 배열의 경우 자극이 그림자로 처리되지 않아, 배제되는 과정이 요구되지 않는다. 이로 인하여 목표자극 탐색이 빠르게 진행되는 결과를 낳았을 가능성이 높다(Rensink & Cavanagh, 2004).

이원상호작용은 배열 위치와 제시 자극의 수,  $F(2,46) = 13.820$ ,  $p < .001$ ,  $MS_e = 5,518.45$ , 그림자 방향과 제시 자극의 수,  $F(2,46) =$

$3.921$ ,  $p < .05$ ,  $MS_e = 1,399.93$ , 배열 위치와 표적자극 유무,  $F(1,23) = 8.175$ ,  $p < .01$ ,  $MS_e = 6,907.28$ , 그리고 제시 자극의 수와 표적자극 유무,  $F(2,46) = 44.766$ ,  $p < .001$ ,  $MS_e = 3,342.99$ , 의 효과가 유의미하게 있었다. 삼원 상호작용으로는 배열위치, 제시 자극의 수, 그리고 표적자극 유무,  $F(2,46) = 7.468$ ,  $p < .005$ ,  $MS_e = 3,446.71$  의 효과가 유의미하게 나타났다.

그림자 방향의 효과는 제시 자극 수와의 2원 상호작용이 나왔다. 제시 자극의 수가 많을수록 우측 그림자에 대한 반응이 좌측 그림자에 대한 반응보다 빨랐다. 실험 1과는 대조적으로 정상 배열의 경우 우측으로 드리운 그림자에 대한 탐색시간이 빨랐다. 역상 배열의

표 4. 실험 2의 지각된 그림자 위치(좌측, 우측), 자극 배열 장소 (정상, 역상), 표적유무, 탐색자극 수에 따른 항목별 탐색 기율기 (단위는 msec/item, 괄호안은 표준오차임).

배열	그림자 방향	목표자극 유무	탐색자극 수		
			2~6	6~10	평균
정상	우측	있음	11.31 (4.56)	1.96 (2.29)	6.64 (1.89)
		없음	32.16 (4.98)	19.23 (4.73)	25.69 (3.86)
	좌측	있음	16.94 (4.28)	2.49 (3.97)	9.71 (1.74)
		없음	37.32 (4.86)	22.71 (6.47)	30.02 (4.40)
역상	우측	있음	0.62 (1.87)	8.60 (2.17)	4.61 (1.15)
		없음	12.74 (3.05)	11.88 (2.60)	12.31 (1.45)
	좌측	있음	6.27 (1.94)	3.05 (1.67)	4.66 (0.97)
		없음	16.14 (2.28)	10.41 (3.27)	13.27 (1.90)

경우는 좌측 그림자에 대한 탐색시간이 약간 빠른 것으로 보인다. 역상 배열의 경우 좌측과 우측의 탐색 시간 차이가 크지 않고 정상 배열의 경우 탐색 시간 차이가 크게 보이기 때문에 그림자 방향과 배열위치 간의 2원 상호작용이 나올 것으로 기대하였으나, 그 효과가 통계적으로 유의미하지는 않았다.

개인의 반응시간을 항목별 탐색 기율기로 전환한 자료를 변량분석 하였을 경우 그림자 방향의 효과는 분명하였다; 12.31 msec/item(우) vs. 14.42 msec/item(좌),  $F(1,23) = 8.032, p < .01$ ,

$MS_e = 52.922$ . 이러한 좌우 그림자 방향의 차이를 고려할 때 3차원 자극의 경우 우측으로 드리운 그림자를 대상과 분리하여 목표자극 탐지를 하는데 필요한 처리 과정이 좌측으로 드리운 그림자 보다 용이하기 때문이라고 해석할 수 있다. 이러한 추론은 Sun과 Perona (1998)의 연구에서 밝힌 바와 같이 좌측 상단의 광점에 대한 선호도가 사람들이 자연스럽게 우측으로 드리워진 그림자를 친숙하게 지각하는데, 2차원 도형의 경우와는 달리 우측 방향의 그림자에 대한 판단에는 그림자와 대상의 분리를 통한 대상 지각 과정이 불필요할 수 있다. 이로 인하여 우측으로 드리운 그림자 특성에 대한 지각이 빠르게 진행되어 이러한 결과를 낳았을 가능성이 있다.

## 종합논의

그림자는 태양 광선에 의해 물체에 자연스럽게 부가되는 형태 특징이다. 본 연구는 Rensink와 Cavanagh(2004)의 연구를 중심으로 그림자가 드리운 방향과 그림자를 생성하는 자극 형태의 삼차원적 특성이 그림자 표적 탐색 수행의 차이를 가져올 수 있는지 알아보았다. Sun과 Perona (1998)는 일반적으로 관찰자들이 음영정보를 처리할 때 광원이 좌측 상단에 위치한 것을 선호한다고 보고한 바 있다. 따라서 본 연구는 그림자가 드리워진 방향에 따라 탐색 수행이 달라질 수 있다는 가능성을 Rensink와 Cavanagh(2004)가 간과한 부분이라고 보았다. 그러므로 실험 1에서는 Rensink와 Cavanagh(2004)의 자극을 동일한 형태로 사용하되, 그림자가 드리운 방향과 배열 위치를

완전 요인 설계를 하였다. 역상 배열이 그림자 지각을 어렵게 만드는 조작이라면, 실험 2에서는 그림자 지각을 촉진시키는 조작으로 간주되는 음영정보가 있는 3차원 원기둥 형태를 그림자 형성의 원인 자극으로 사용하였다.

본 연구에서 그림자 처리에 관한 Rensink와 Cavanagh(2004)의 기본적인 연구 결과가 반복 검증되었다. 즉, 자극 항목들이 역상 배열로 제시된 경우의 탐색 기울기가 정상 배열로 제시된 경우보다 빠르게 나타났다. 그런데 실험 1의 정상 배열 조건에서는 그림자로 인식되는 사변형의 드리워진 방향이 오른쪽인 경우, 즉 조명 방향이 왼쪽인 경우에 반대 방향의 경우보다 항목별 탐색 수행이 더 오래 걸리는 현상이 발견되었다. 실험 2에서는 실험 1의 결과와는 반대의 경향이 발견되었다. 즉, 정상 배열 조건에서의 그림자 방향에 따른 수행 시간이 그림자 영역이 우측으로 드리워진 경우에 좌측인 경우보다 빠르게 탐색되는 결과가 관찰되었다. 반응시간에 대한 분석에서는 그 차이가 통계적으로 유의미하지는 않았으나, 항목별 탐색 기울기에 대한 분석에서는 통계적으로 유의미하였다. 이러한 우측 그림자와 좌측 그림자 조건에 의한 비대칭적 효과는 음영 정보에 의한 형태 지각에 관한 실험에서 밝혀진 적이 없었다(Bülthoff & Mallot, 1988; Todd, Koenderink, van Doorn, & Kappers, 1996).

실험 1의 결과에서 관찰된 그림자 방향과 배열 위치의 상호작용은 역상 배열 조건에서 그림자 방향에 따른 수행의 차이는 미미한데 비하여, 정상 배열 조건에서는 그림자 방향에 따른 수행 차이가 상대적으로 컸었기 때문에 관찰되었다. 즉 정상 배열에서 그림자가 우측

으로 드리워지는 조건의 자극이 그림자가 좌측으로 드리워지는 조건의 자극보다 느린 수행을 보였다. 이것은 관찰자가 대상의 정체를 파악할 때 익숙한 그림자 방향 또는 조명 방향이 존재한다는 점을 고려할 필요가 있다. 정상 배열 조건에서 직사각형의 오른쪽에 붙어있는 사변형이 그림자로 해석되기 쉽기 때문에 좌우 방향의 차이가 발생하였고, 따라서 그림자 방향에 따른 상호작용 효과가 관찰되었다고 설명할 수 있다. 반면에, 탐색 방향이 일정하다는 것은 강한 지지를 받지 못하는데, 만일 좌측에서 우측으로의 탐색 습관이 과제에 영향을 미쳤다면, 역상 배열 조건에서도 좌측 그림자 조건이 빠른 탐색 결과를 가져왔어야 했다. 반응시간에서는 반대의 경향이 관찰되었으며, 좌우 그림자 방향에 대한 통계 분석은 유의한 차이는 없었다. 그러나 항목별 탐색시간에서는 좌측으로 드리운 그림자에 대한 처리가 빨랐으며, 정상 배열과 역상 배열 모두에서 동일한 결과를 보여주었다.

실험 2는 탐색 경향성과 그림자 해석 용이성이라는 두 가지 가능성을 차별하여 검증하려는 목적이 있었다. 좌측 그림자에 대한 탐색시간이 정상 배열과 역상 배열 모두 우측 그림자에 대한 탐색시간이 느린 결과를 보였다. 우선적으로 본 연구의 결과가 좌에서 우로 탐색하는 경향성에 의한 것이라는 설명은 일단 배제될 수 있었다. 그림자 방향에 관한 효과는 그림자 방향과 제시 항목 수 사이의 상호작용이 유의미하였다. 탐색 기울기를 살펴보면 역상 배열 조건에서 그림자 방향에 따른 기울기 차이는 거의 무시할 수 있을 정도로 미약하였다. 그러나 정상 배열 조건에서는



우측 그림자 조건에서 탐색 기울기가 좌측 그림자에 비해서 작았다. 다시 말하면, 실험 1과는 반대되는 결과가 얻어졌다. 이러한 결과는 실험 2의 자극이 3차원 정보를 포함한 원기둥으로 구성되었기 때문에 얻어졌다고 해석될 수 있다.

일반적으로 자극 배열이 제시되면, 이를 3차원 형태로 구성하여 지각하는 것이 자연스러운 경향이라고 판단된다. 게슈탈트(Gestalt) 심리학자들이 주장하는 프래그난츠의 원리(law of prägnanz)에 따르면, 실험 1에서 제시된 2차원의 자극 배열을 친숙하지 않은 다각형으로 지각하기보다는 3차원 형태의 직사각형과 그림자로 구성된 3차원 장면으로 재구성하여 지각하는 것이 더 자연스럽고 간단한 장면 분석이 된다고 본다. 이 과정에서 직사각형과 인접하여 제시된 사변형을 그림자로 지각 처리하는 단계가 핵심적이다. 사변형을 그림자로 지각하면 그림자로 지각된 부분을 제거하는

단계를 거치게 되고 직사각형은 3차원의 형태(예, 기둥 또는 세워놓은 널빤지)로 지각된다. Rensink와 Cavanagh(2004)는 이 단계에서 그림자로 지각된 영역의 정체, 즉 기울어진 정도의 정보는 배제되기 때문에 이를 단서로 하는 탐색 수행이 느리다고 하였다. 따라서 오른쪽으로 드리운 사변형이 그림자로 해석되기 쉽다면, 2차원 자극 배열에서 오른쪽으로 사변형이 드리워진 경우, 사변형은 그림자로 해석되어, 이것이 배제되는 과정을 거치고, 과제 수행 상 그림자의 기울어진 정보를 다시 이끌어내는 단계를 포함하게 되므로, 탐색 수행이 느리게 된다. 반면에 왼쪽으로 사변형이 드리워진 경우에는, 사변형이 그림자로 해석되어 배제되는 과정이 오른쪽으로 드리워진 경우에 비해서 약하게 진행되거나 사변형의 기울어진 정도에 대한 정보가 먼저 처리되므로 탐색 수행이 빠르게 이루어진다고 해석할 수 있다.

대조적으로 실험 2의 자극에서는 주어진 자

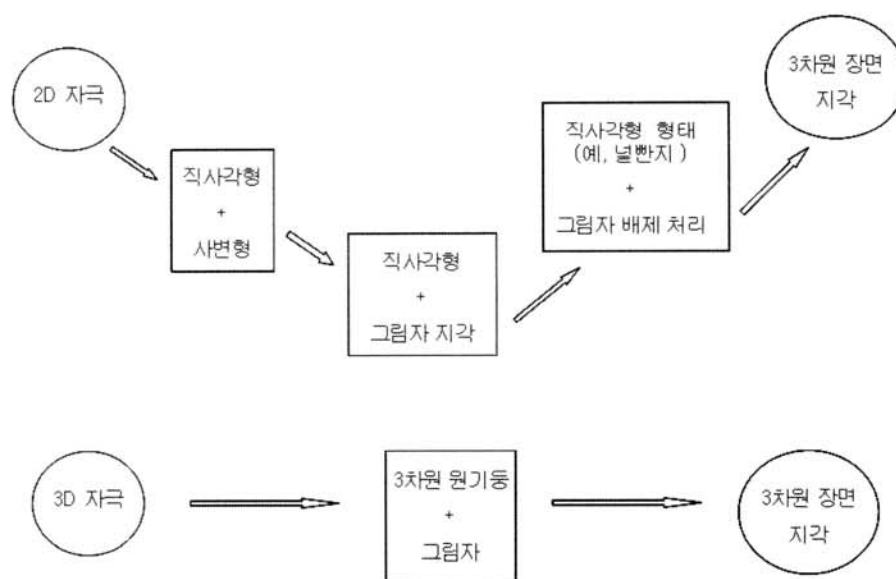


그림 5. 2차원 자극배열과 3차원 자극 배열이 3차원 장면으로 도달하는 가설적 단계. 이에 대한 설명은 본문 참조.

극 배열을 근거로 3차원 장면을 구성하는데, 이 과정에는 2차원 자극 배열에서 3차원 자극 장면으로 지각하는데 핵심적인 단계인, 사변형을 그림자로 지각하고 다시 배제하는 단계가 불필요하다. 왜냐하면 원기둥 자체가 3차원 형태로 지각되고 동시에 원기둥에 동반된 그림자 영역 또한 3차원 장면에서의 그림자로 지각되는 것이 자연스러운 과정이기 때문이다. 그림자의 기울어진 정도가 목표자극의 탐색에 필요한 정보이므로 그림자가 존재하는 위치만을 빠르게 탐색하면, 과제 수행은 빨라진다. 따라서 3차원 장면에서 오른쪽 방향으로 드리워진 그림자는 친숙한 시각 장면이므로 우측으로 드리운 목표자극을 탐색하는 것이 빠르게 나타나는 이유일 수 있다. 이에 비해 보다 덜 익숙한 좌측 그림자 조건에서는 그림자의 기울어진 정도를 파악하는 시간이 좀 더 필요할 수 있다.

3차원 자극 조건에서는 2차원 자극 배열을 3차원 장면으로 전환 처리하면서 요구되는 단계들이 불필요하기 때문에 탐색 시간이 2차원 자극 조건보다 짧다고 해석된다. 하지만 본 연구의 실험 1과 2에서 관찰된 탐색시간의 절대적인 차이를 살펴보면, 2차원 자극에 대한 처리가 3차원 자극에 대한 처리보다 빠르게 나타났기 때문에 위의 설명이 신빙성을 잃을 수 있다. 그러나 이러한 결과는 2차원 자극과 3차원 자극을 만드는 과정에서 동일한 배경 밝기 등을 통제하기 힘들어서 발생한 것으로 보인다. 실험 1의 자극에서 배경(흰 테두리 안의 직사각형 내부)은  $99 \text{ cd/m}^2$ , 흰 테두리  $255 \text{ cd/m}^2$ , 그리고 그림자 영역은  $65 \text{ cd/m}^2$ 였다. 실험 2의 경우 배경은 실험 1과 동일한  $99$

$\text{cd/m}^2$ , 원기둥의 가장 밝은 부분은  $138 \text{ cd/m}^2$ 이고, 그림자 영역은  $80 \text{ cd/m}^2$ 이었다. 실험 1의 경우 직사각형 테두리와 배경 간의 대비는 0.44이며, 배경과 그림자 영역 간의 대비는 0.21이다. 실험 2의 경우 원기둥의 가장 밝은 부분과 배경 간의 대비는 0.16이며, 배경과 그림자 영역 간의 대비는 0.11이다. 대비가 낮을수록 지각 처리가 늦어진다는 현상은 여러 연구에서 종종 보고되었다(Donner & Fagerholm, 2003; Vassilev, Mihaylova, & Bonnet, 2002). 예를 들면, Vassilev, Mihaylova, 그리고 Bonnet(2002)은 공간 빈도 자극의 대비가 낮을수록 탐지 반응과 시각유발전위(VEP)의 지연이 체계적으로 길어지는 것을 보고한 바 있다. 실험 1의 자극 구성이 실험 2에 비해서 대비가 컸고 이로 인하여 전체적으로 빠른 반응시간이 관찰된 것으로 해석이 가능하다.

본 연구에서 얻은, 그림자 방향이 불리일수록 수행 상의 차이는 인간이 가진 생득적으로 그리고 환경 속에서 학습된 것에 기인할 수도 있다. 예를 들면, Sun과 Perona(1998)는 미술 작품 225개에 대한 조명 위치를 판단하는 조사를 하였고, 77% 정도의 미술 작품이 왼쪽으로 편향된 조명하에서 작품이 그려진 것이라고 보고하였다. 많은 미술 작품, 예를 들면, Jean François Millet의 'The Gleaners 이삭줍기'와 'The Angelus 만종', Claude Monet의 'Meules, fin de l'été, effet du matin 밀 짚단, 늦여름 아침의 효과'와 'Champ de tulipes, Hollande 네덜란드', Georges Seurat의 'Sunday Afternoon on the Island of La Grande Jatte 라 그랑드 자트 섬의 일요일 오후', 그리고 Mannet의 'The Guitarist 기타 치는 사람' 등 유명한 미술 작품의 예를 일부

들더라도, 작품 속에서 조명의 위치는 좌측에 있다. 또한 소묘 작품의 경우 좌측 상단에 조명이 있도록 배치를 하고 작품을 그리고 있다. 이러한 사실은 미술 작품의 표현에서 조명의 위치에 따른 표현 기법과 관련이 있을 수도 있겠지만, 이러한 편향이 존재한다는 것은 분명한 것으로 보인다.

그리고 조명과 손 위치에 관한 관계도 지적된 바 있다(Sun과 Perona, 1998). 만일 조명이 우측 조명 상황이라면, 그림을 그릴 때 붓을 든 오른손이 만드는 그림자가 캔버스에 드리워지게 되며, 화가는 자신의 손 그림자가 만드는 방해로 극복해야만 하는 문제가 발생한다. 따라서 이러한 상황을 피하기 위해서는 좌측 조명 상황이 선호되며, 많은 미술 작품들이 좌측 조명을 상정하여 그려지게 되었다고 설명을 할 수 있다. 게슈탈트 심리학자인 Metzger에 따르면 좌측 조명이 우측 조명에 비해 우세한 지각적 가치를 지니고 있다고 하였다(Sun & Perona, 1998에서 재인용). Metzger는 오른손으로 글을 쓰는 오른손잡이의 경우, 조명이 좌측에 있어야만 손으로 인한 여러 가지 부정적인 그림자의 영향을 피할 수가 있다는 설명을 하였다.

본 연구에서 밝힌 우측 그림자와 좌측 그림자에 대한 시각 탐색이 다르다는 결과는 주목받을 만하다. Arnheim, (1954)은 “만일 어떤 일이나 사물에 대해서 자주 경험하여서 아무런 저항감 없이 반응하게끔 길들여져 왔다면, 우리의 생각과 느낌은 그것에 대해 별로 관심을 기울이지 않게 된다. 그러나 강한 방향성 directness를 가지는 존재의 본연을 밝혀 보는 일은 매우 보편적이고 기본적인 과제이다.”라

고 하였다. 비록 좌우 그림자 지각 차이에 대한 근본적인 기제에 대해서 현재로는 뚜렷한 설명을 제시하지 못하지만, Arnheim이 제시한 견해를 견지하면서 이러한 차이의 발생 원인을 규명해 볼 필요가 있을 것이다.

## 참고문헌

- Arnheim, R. (1981). 미술과 시지각 (김춘일 역). 서울:홍성사. (원전은 1954년에 출판)
- Brainard, D. H. (1997) The Psychophysics Toolbox, *Spatial Vision* 10, 433-436.
- Bülthoff, H. H. & Mallot, H. A. (1988) Integration of depth modules: stereo and shading. *Journal of Optical Society America A*, 5, 1749-1758.
- Cavanagh, P. & Leclerc, Y. G. (1989). Shape From Shadows. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 3-27.
- Donner, K., & Fagerholm, P. (2003). Visual reaction time: neural conditions for the equivalence of stimulus area and contrast. *Vision Research*, 43, 2937-2940.
- Efron, R. & Yund, E. W. (1996). Spatial Nonuniformities in Visual Search. *Brain and Cognition*, 31, 331-368.
- Enns, J. T. & Rensink, R. A. (1990). Influence of scene-based properties on visual search. *Science*, 247, 721-723.
- He, A. & Nakayama, K. (1992). Surface versus features in visual search. *Nature*, 359, 231-233.

- Kleffner, D. A. & Ramachandran, V. S. (1992). On the perception of shape from shading. *Perception & Psychophysics*, 52, 18-36.
- Pelli, D. G. (1997). The VideoToolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies, *Spatial Vision*, 10, 437-442.
- Rensink, R. & Cavanagh, P. (2004). The influence of cast shadows on visual search. *Perception*, 33, 1339-1358.
- Sun, J. Y. & Perona, P. (1996). Preattentive Percetion of Elementary Three-Dimensional Shapes. *Vision Research*. 36, 2515-2529.
- Sun, J. Y. & Perona, P. (1998). Where is the Sun? *Nature Neuroscience*, 1, 183-184.
- Todd, J. T., Koenderink, J. J. van Doorn, A. J. & Kappers, A. M. L. (1996). Effects of Changing Viewing Conditions on the Perceived Structure of Smoothly Curved Surfaces. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22, 695-706.
- Treisman, A. (1986). Features and objects in visual processing, *Scientific American*, 254, 114-125.
- Treisman, A., & Gelade, G. (1980). A feature integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Treisman, A., & Gormican, S. (1988). Feature analysis in early vision: Evidence from search asymmetries. *Psychological Review*, 95, 15-48.
- Vassilev, A., Mihaylova, M., & Bonnet, C. (2002). On the delay in processing high spatial frequency visual information: reaction time and VEP latency study of the effect of local intensity of stimulation. *Vision Research*, 42, 851-864.

1 차원고접수 : 2008. 9. 9.

최종게재결정 : 2008. 12. 16.

## Asymmetric Effects of Cast Shadow Directions on Visual Search

Jong-Ho Nam

Minkyung Park

Department of Psychology, the Catholic University of Korea

In this study, the effects of cast shadow directions on visual search were investigated. Rensink and Cavanagh(2004) reported that search based on cast shadow can have a significant influence on the speed of visual search. Here we manipulated directions of cast shadow and arrangement positions, to test whether there is a preferred direction of illumination in the processing of cast shadow. Target and distracters had identical cast shadow directions, and target differed from distracters only in the orientation of cast shadow. In Experiment 1, two-dimensional shapes were used consisting of vertically oriented rectangles and quadrilateral, and in Experiment 2, three-dimensional cylinders were adopted. Results show that search was consistently slower for the normal ground arrangement than for the ceiling arrangement across the conditions. In addition, cast shadow directions had asymmetric effects on search time, depending on the object types. When the stimuli were arranged on the ground, search for the left-lit condition tended to be slower than for the right-lit condition in Experiment 1, whereas search for the left-lit condition tended to be faster than for the right-lit condition in Experiment 2. These findings imply that the processing of right-side cast shadow seems to be more influenced by objects' 2- or 3-dimensional property than that of left-side one. It is suggested possible differential processing related with the fact that human perceives as more familiar scene left-lit world where the shadow is cast on right-side.

*Key words : visual search, cast shadow, illumination, 3-D object perception*