

시각탐색에서 타원의 방위와 음영의 효과

Effect of Orientation and Shading of Oval Patterns on Visual Search

저자 (Authors)	남종호, 차지선 Jong Ho Nam, Ji Sun Cha
출처 (Source)	한국심리학회지: 인지 및 생물 18(3) , 2006.9, 239-262(24 pages) THE KOREAN JOURNAL OF COGNITIVE AND BIOLOGICAL PSYCHOLOGY 18(3) , 2006.9, 239-262(24 pages)
발행처 (Publisher)	한국심리학회 The Korean Psychological Association
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE06374433
APA Style	남종호, 차지선 (2006). 시각탐색에서 타원의 방위와 음영의 효과. 한국심리학회지: 인지 및 생물, 18(3), 239-262
이용정보 (Accessed)	가톨릭대학교 성심교정 203.229.***.10 2021/01/23 19:44 (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.

시각탐색에서 타원의 방위와 음영의 효과*

남 종 호[†]

차 지 선

가톨릭대학교 심리학과

본 연구는 시각탐색과제를 사용하여 타원의 수직 및 수평방위와 음영이 생성한 형태 입체 정보가 어떠한 차별적 처리 효과를 가지는지 알아보았다. 실험 1에서는 타원의 장축과 단축의 비율을 1:4, 2:4, 3:4로 구성하여 수평 및 수직 방위성의 정도를 조작하였고, 각각의 표적/배경 역할을 바꾸어 탐색 수행의 차이를 알아보았다. 실험 2에서는 음영이 첨가된 타원으로 오목 또는 볼록을 구성하고, 방위를 조작하였다. 방위의 효과는 실험 1, 2를 통하여, 수평 자극을 배경으로 갖는 수직 표적자극은 반대의 자극 구성에 비해 탐색시간이 짧았으며, 표적유무에 따른 탐색 기울기 차이도 없었다. 실험 2에서 조작한 음영의 효과는 방위가 동일한 경우 볼록 자극을 배경으로 갖는 오목 표적 자극이, 반대의 자극 구성에 비해 탐색시간이 짧았다. 특히 배경이 볼록 자극으로 구성된 경우, 오목 표적의 탐색기울기가 방위 간 동일한 것으로 나타났으나, 배경이 오목 자극으로 구성된 경우 수평 방위와 수직 방위의 탐색 기울기가 차이 있는, 즉 방위와 음영 정보의 상호작용이 있었다. 수평 배경 자극은 음영이 볼록인 경우는 빠른 표적 탐색 수행을, 그리고 오목인 경우는 표적 탐색 수행이 크게 저하되었으며, 반면에 수직 배경 자극은 음영 정보에 따른 수행의 변화가 수직의 경우와는 반대의 경향을 보였다. 본 연구에서 수직과 수평이 시각체계에서 차별적으로 처리될 가능성을 시사하는 결과를 얻었으며, 특히 수평 볼록 자극은 목표 자극의 pop-out을 가장 강하게 하는 배경의 역할을 하는 것으로 보인다. 이는 정상적인 조명이 있는 자연 장면에서 수평 자극은 배경으로, 수직 자극은 전경으로 지각하는 편향이 있을 개연성을 시사하고 있다.

주요어 : 타원, 방위, 음영, 시각탐색과제, 역음영

* 본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2005-000-10963-0) 지원과 2004년도 가톨릭대학교 교비연구비 지원을 받았다.

연구자들은 심사를 맡아주시고 건설적인 비판을 아끼지 않으신 익명의 심사위원님들께 감사드립니다.

[†] 교신저자 : 남종호, 가톨릭대학교 심리학과, (420-743) 경기도 부천시 원미구 역곡2동 산43-1

E-mail : texton@catholic.ac.kr

인간의 시각 처리는 입력된 시각 장면을 여러 구별되는 영역으로 분리하여, 이 영역을 전경 또는 배경으로 지각하는 과정을 포함하고 있다. 각 영역을 분리하는 과정에 역할을 하는 시각 기본 속성으로는 색, 표면 결, 밝기, 국소 형태의 방위, 그리고 모양 등이 있다. 특히 방위(orientation)는 시지각과 관련된 심리학 연구에서 많이 사용된 형태 속성 중 하나이다. 대표적인 연구로는 Hubel 과 Wiesel(1968)의 방위에 관한 시각피질 연구를 들 수 있다. 그들은 전기생리학적 연구와 해부학적 연구를 통하여 원숭이의 대뇌피질에서 특정 길이 및 방위를 지닌 선분의 움직임 등에 민감하게 반응하는 피질세포가 있음을 발견하였다(Hubel Wiesel, & Stryker, 1978). 시각탐색 과제를 사용하는 연구에서도 특정 방위를 표적자극으로 제시하는 실험조건이 보편적으로 사용된 바 있다(Nothdurft, 1999).

이처럼 지각 연구에서 방위가 실험 조작되는 자극 속성으로 사용되었지만, 방위 자체는 연구자가 관심 있게 주목하는 변인은 아니었던 경우가 대부분이었던 것 같다(Brown, Morre, & Rosenbaum, 2002; Duncan & Humphreys, 1989; Huang & Pashler, 2002; Olivers & Humphreys, 2003; Snowden, 1998; Wolfe, Butcher, Lee, & Hyle, 2003). 예를 들면, Snowden (1998)은 결 분리 현상을 알아보기 위해 시각탐색과제를 이용하였다. 우측으로 45도 기울어진 선분들 사이에서 수직 혹은 수평 표적의 유무를 판단하도록 하였는데, 결과에서 표적 유형(즉, 수직 표적 혹은 수평 표적)의 주효과가 있었다. 하지만 결과부분에서 Snowden은 표적 유형 변인에 관심이 없고, 관심 변인과 상호작용이 없으므로 그 결과를 분석하지 않았다고 밝히고 있다.

그러나 모든 방위가 시각체계에서 같은 정도의 민감성을 갖고 처리되지 않는다는 연구가 있다. Regan과 Price(1986)는 흑백의 대비로 구성되는 사인형태의 격자자극을 이용하여 2개의 자극을 보여주고 첫 자극에 비해서 두 번째 제시가 시계방향 혹은 반시계 방향으로 이동하였는지 판단하도록 피험자에게 요구했다. 그 결과, 피험자들은 다른 방위보다 수직과 수평방위를 잘 구별하는 결과를 얻었다.

이처럼 사람들은 수직 혹은 수평의 격자에 대한 반응이 일반적으로 다른 방위보다 더 민감한데, 이를 경사효과(oblique effect)라고 한다(Campbell, Kulikowski, & Levinson, 1966; Orban, Vandenbussche, & Vogels, 1984). 동물의 방위 선택적 뉴런이 수평 그리고 수직에 민감하게 반응하는 점 (DeValois, Yund, & Helper, 1982), 이러한 뉴런이 비율적으로 시각 피질에 더 많이 공간을 할당 받는 점(Coppola, White, Fitzpatrick, & Purves, 1998)을 고려하면, 경사효과는 방위 선별적 뉴런과 직접적인 관련이 있는 것으로 보인다. 또한 Furmanski와 Engel(2000)은 상이한 방위의 격자에 대한 행동적으로 측정된 민감도와 인간의 선조피질에 대한 fMRI의 반응에서 경사효과를 증명하였다.

언급한 바와 같이 수평과 수직은 시각 과정에서 우선적으로 처리되는 방위 특징이지만, 다른 한편으로 수직과 수평 방위 또한 서로 다른 정도의 민감성을 갖고 처리될 가능성을 보이는 증거가 여러 연구에서 제시되고 있다. Li, Peterson, 그리고 Freeman(2004)는 고양이 선조피질의 세포에서 수직과 수평에 반응하는 정도가 기울어진 선분에 반응하는 정도보다 높았으며, 높은 비율의 세포가 특히 수평에 더 많이 반응하고, 그 방위 조율곡선도 좁았다고 보고하였다. 그리고 입체를 처리하는데

중요 요인으로 작용하는 양안부동, 즉 좌우 망막에 상이하게 맺히는 시각 상의 경우에도 수직과 수평의 차이가 존재한다. 특히 거의 모든 동물은 두개의 눈이 지표면과 평행으로 배치되어 있으며, 또한 좌우로 배치되어 있다는 사실을 고려하면, 직관적으로도 수평 불일치가 수직 불일치보다 상대적인 이점이 있을 것으로 보인다. Cumming (2002)은 기존의 연구들이 양안 불일치 반응 세포를 단순하게 수평 불일치에만 초점을 둔 관점을 넘어서, 수직과 수평의 상대적인 불일치 방향의 차별성에 주목하였으며, 원숭이의 V1 영역의 불일치-선택적 세포가 수평 불일치를 처리하는데 전문화되어있다는 보고를 하였다. 다른 한편으로, Murata(1995)는 일상생활에서 수직은 중력이 가해지는 방향이며, 표면과 수직인 방향이고, 자기-정향의 기준이 되는 방향이므로, 가상 환경 개발에서 수직은 특별한 중요성을 지닌다고 하였다. 이처럼 최근에 관심이 증가되기 시작한 수직과 수평의 차별성에 대해서, 기존의 연구에서 방위를 조작하는 경우 사용된 세부특징 자극인 선분을 대치할 수 있으며, 방위성을 조작할 수 있는 새로운 자극으로써 타원(oval)을 도입하고, 이를 시각 탐색 과제에 적용하고자 한다.

타원과 방위성

전통적으로 시각 연구에서 자주 사용되는 자극 형태 중 하나가 원(circle)이다(Aks & Enns, 1996; Ramachandran, 1988; Sireteanu & Rettenbach, 1995; Tomonaga, 1998; Treisman & Souther, 1985). 실생활에서도 우리는 원 형태를 지닌 대상들을 쉽게 접한다. 그러나 완전한 원 형태를 지닌 대상이 있다고 하더라도, 일상생활

에서 우리는 그 대상을 정중앙 위(top view)에서 볼 기회가 매우 드물며, 오히려 사물을 비스듬히 위에서 내려다보게 되는 경우가 대부분이다. 그러므로 우리는 원을 타원처럼 볼 때가 더 많다. 그 중에서 특히 상하축이 줄어든 형태로 보는 경우가 대부분이다. 따라서 원보다는 타원이 현실에서 볼 수 있는 사물의 형태를 더 잘 반영할 수도 있을 것이며, 형태지각 연구에서 중요하게 취급될 가치가 있다.

더욱이 방위에 대한 연구에서 사용된 자극들이 수직과 수평 방위의 상대적인 차이를 드러낼 수 없었던 것은 자극 자체에 대한 시각 체계의 민감도가 높아서 그 차이를 탐지할 수 없었을 가능성이 있다. 방위 정보에 대한 처리과정을 약화시키고, 수직과 수평 방위의 상대적인 민감도의 차이를 드러낼 수 있도록 방향성의 정도를 조절할 필요가 있다. 이는 역을 측정하는 대비민감도에 관한 연구, 그리고 역에 가까운 대비를 사용하여 시각체계의 민감한 특성을 드러나게 하는 연구와 비견될 수 있다(Campbell & Robson, 1968). 이를 위하여 본 연구에서는 수직과 수평을 각도(angle)의 차원이 아닌 타원에서의 수직과 수평의 상대적인 비율에 주목하였다. 수직과 수평의 타원은 축의 비율을 조정함으로써 수평 혹은 수직 방위를 나타내는 정도의 차이가 있도록 할 수 있다. 즉 타원의 가로와 세로의 길이 차이가 적어질수록 원과 유사해지므로 타원의 방위를 알 수 있게 해주는 방위성은 적어진다. 반대로 타원의 가로와 세로의 길이 차이가 커질수록 선분에 가까워지므로 타원의 방위를 알게 해주는 방위성은 강해지게 된다(그림 1). 수직과 수평 방위에 대한 행동 연구에서 사용된 측정방법이 선분을 사용한 경우에 차이를 드러낼 만큼 충분히 민감하지 않았을 수 있다.

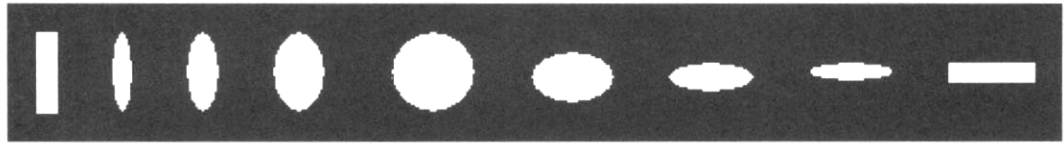


그림 1. 타원의 변화와 방위성. 수직 방위의 직선에서 원까지, 그리고 원에서 수평 방위의 직선까지 이르는 점진적인 타원의 변형

방위성의 정도를 여러 수준으로 조작하면 수직과 수평의 차이를 확연하게 드러낼 수 있을 것으로 예상하였다. 실험 1에서 수직과 수평 축의 비율을 세 가지로 조정한(1:4, 2:4, 3:4 또는 4:1, 4:2, 4:3) 타원을 자극으로 사용하여, 수직과 수평의 방위성 정도를 조작할 것이다.

시각 탐색 과제

시각 탐색 과제(visual search task)는 시각과정의 초기 단계에서 표상과 처리과정을 연구할 수 있게 해주는 강력한 연구 도구이다. 시각 탐색 과제를 본격적으로 사용한 대표적인 연구가 Treisman과 동료 연구자들이 실시한 여러 연구들이며(Treisman & Gelade, 1980; Treisman & Gormican, 1988; Treisman & Souther, 1985), 세부특징통합이론(feature integration theory, FIT)이 제안되었다. 일반적으로 시각 탐색 과제에서 관찰자는 한 개 혹은 그 이상의 배경자극들 사이에서 하나의 표적자극이 있는지 없는지 가능한 한 정확하면서도 빨리 판단하여 반응해야 한다. 종속 측정치로는 표적유무를 판단하는데 걸린 시간을 측정하는 반응시간이 보편적으로 사용되며(Treisman & Gormican, 1988; Treisman & Souther, 1985), 표적유무를 얼마나 정확하게 판단하였는지를 살펴보는 탐색 정확성을 살펴보기도 한다 (Aks & Enns, 1996).

시각탐색의 이론에서 가정하는 보편적인 처

리과정에 따르면, 시각 자극은 두 가지의 연속적인 단계를 걸친다. 첫 단계는 시각 범위가 공간 위상적으로 구성된 지도들의 집합으로 구성되어서 각각의 지도는 기본적인 시각 자극 즉, 특징을 부호화 한다. 이 단계는 주의가 할당되지 않으므로 배경자극의 수와 상관 없이 표적을 일정한 속도로 찾아내는 병렬적 처리를 특징으로 한다고 하였다. 첫 번째 단계의 정보들이 전체적 통합되는 과정을 두 번째 단계로 정하였으며, 이 과정에서 초점화된 주의가 작용하게 된다고 한다. 이 단계는 첫 단계에 비해 주의에 의한 인지과정을 필요로 하므로 배경자극의 수가 늘어날수록 표적 탐지가 늦어지는 계열적 처리를 가정한다. Treisman & Gelade(1980)는 계열적 탐색을 알아보는 특징으로 표적이 있는 시행의 기울기가 표적 없는 시행의 기울기의 1/2라고 하였다. 또한 Treisman과 Gormican(1988)은 여러 조건들의 결과 분석을 통하여 계열적 처리의 탐색기울기 기준으로 10ms를 제시하였다.

계열적 탐색과 병렬적 탐색의 두 가지 탐색의 종류와 관련된 현상으로 탐색 비대칭성(search asymmetry)이 있다(Treisman & Gormican, 1988; Treisman & Souther, 1985). 탐색 비대칭성이란 시각탐색과제에서 다른 조건이 모두 동일하게 유지되고, 표적과 배경자극의 역할을 서로 바꾸어 제시하였을 때 반응시간이 유의미하게 차이가 나는 것을 가리킨다. 대표적으

로 터진 원 중에서 원을 찾는 것이 원들 중에서 터진 원을 찾는 것보다 더 쉽고(Treisman & Souther, 1985), 검은색을 바탕으로 하여 회색 점들 사이에서 흰색 점을 찾는 것이 흰색 점들 사이에서 회색 점을 찾는 것보다 쉽다(Braun, 1994)는 것을 들 수 있다. Treisman(1986)은 초기 시각이 단순한 특성들을 추출하고, 각 유형의 특성은 일군의 특화된 탐지기들을 촉발시킨다고 하였다. 탐지 과제가 배경 자극에는 없고 목표 자극에 특성이 있는 경우는 특성의 존재가 탐지기를 촉발시키고, 탐지기의 촉발이 판단의 근거가 된다. 그러나 배경 자극에 특성이 있고 목표 자극에 특성이 없는 경우에는 탐지기는 항상 촉발되어 있기 때문에 탐지기의 촉발 여부가 판단의 근거가 될 수 없다. 즉, 특징 부재 탐지의 경우는 탐색종류와 관련되어 반응시간이 더 오래 걸리는 계열처리에 가까운 수행을 보이고, 이것이 탐색비대칭성을 발생시킨다고 할 수 있다.

음영정보, 타원, 그리고 시각 탐색

우리의 시각 경험은 2차원의 이미지에 근거해서 이루어진다. 2차원 이미지를 세부특징 분석을 하고, 이를 통합하여, 형태를 재인한다는 입장은 시각탐색이론과 부합된다. 그러나 앞에서 설명된 전통적인 시각 탐색의 입장과는 달리 세부특정보다 더 복잡한 자극상황을 사용한 경우에도 전주의 처리가 되는 경우를 보고한 바 있다(Enns & Rensink, 1990; Nakayama & Silverman, 1986; Ostrovsky, Cavanagh, & Sinha, 2005; Rensink & Cavanagh, 2004; Sun & Perona, 1996).

Enns와 Rensink(1990)는 시각탐색에 관한 초기 이론들이 주목하였던 선분, 방위, 폐쇄성

등 이미지의 2차원 속성에 근거하던 기존의 탐색 과제를 확장시켜, 3차원 속성을 포함하였다. 이들은 연구에서 흑, 백, 회색의 음영을 사용하여 육면체 형태의 3차원 입체 속성을 가지도록 구성하였고, 3차원 속성이 추가되는 장면에서 근거한 시각탐색이 세부특징에 근거하는 병렬적 시각탐색과 유사한 결과가 얻어짐을 보고하였다. 또한 Sun과 Perona(1996)는 3차원 형태로 지각되는 경우 2차원 형태로 지각되는 경우와 비교해서 빠른 병렬탐색이 진행된다고 하였다. 그리고 제시된 장면에서 지각된, 형태의 부피와 같은 추가 정보가 조망(perspective)과 같은 단서가 전체 3차원 장면의 지각에 일관성을 유지하면서 유입될 수 있는 것인지의 여부에 따라 탐색과정이 달라진다고 하였다. 이는 3차원 정보가 2차원 정보를 근거로 순차적으로 형성되는 것이 아니라 초기 시각에서 병렬적으로 형성, 처리됨을 시사하는 연구이다.

우리의 시각체계가 평면의 이미지에서 입체성과 깊이를 지각할 수 있도록 하는데 이용하는 정보는 양안부동, 중첩, 상대적 크기, 상대적 운동, 음영 등 다양하다. 특히 Ramachandran(1988)은 “시각체계의 많은 기제들은 3차원을 복원하는데 사용하며, 이 중 음영(shading)은 가장 중요하다”고 하였다. 그는 돌출되어 보이는(볼록) 혹은 들어가 보이는(오목) 원의 두 가지 자극을 사용하여, 음영이 부분에 한정되지 않은 전체 과정 또는 전체 과정의 많은 부분이 관여한 것이라고 하였다. 또한 그는 우리의 뇌가 빛의 근원인 오직 하나의 태양이 있는 환경 속에서 진화해왔기 때문이라고 해석하였다.

그림 2에 제시된 원은 음영의 방향에 따라 볼록 또는 오목으로 지각되는, 음영에 의한

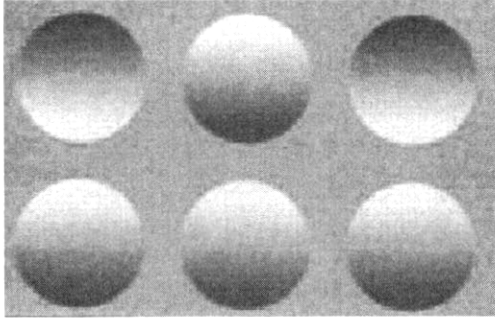


그림 2. 음영 정보가 드러내는 3차원 형태

형태 재인(shape-from-shading)의 대표적인 예이다. Kleffner 와 Ramachandran(1992)은 원에 음영을 가미하여 만든 오목 볼록 자극에서, 오목 표적에 볼록 배경자극일 때가 볼록 표적이면서 오목 배경자극일 때보다 훨씬 빠르게 수행되는 결과를 보고하였다. 또한 Tomonaga (1998)는 그림 2와 유사한 자극을 침팬지와 사람 각각에게 시각탐색 과제에 적용하였으며, 사람은 수평 음영보다 수직 음영에 민감하고, 침팬지는 수직 음영과 수평 음영의 차이를 보이지 않았음을 보고하였다. Tomonaga는 이 결과를 사람과 침팬지가 주어진 환경에 적응한 결과라고 해석하였다.

본 연구의 실험 2에서 타원에 음영 정보는 첨가하여 타원 형태의 3차원 속성을 드러나도록 한다. 이 조작은 원에서와 마찬가지로 수평과 수직 방위의 타원이 볼록과 오목 형태를 지니게 한다. 이 자극들을 시각 탐색 과제에 적용을 한 경우에도 Kleffner와 Ramachandran (1992)의 연구결과와 유사한 경향을 지닌 결과가 관찰될 것으로 예상된다. 그러나 본 연구에서는 이런 음영 정보가 수직과 수평에 차별적인 영향을 미칠 가능성을 예상하고 있다. 음영 정보를 근거로 형태의 3차원 특성을 드러내는 것이 인간의 경험에 의해서 형성되고,

자연 환경 속에서 수평 타원을 더 자주 접하게 되는 경험이 더 많다. 만일 친숙성과 같은 경험의 영향이 작용을 한다면, 음영 정보로 인하여 볼록으로 지각된 수평 타원이 배경 자극으로 구성될 경우 수직자극에 대한 표적 탐지가 용이할 것으로 예상된다. 수직 타원의 경우에도 음영 정보의 효과가 Kleffner 와 Ramachandran(1992)의 연구 결과와 유사하게 나타날 것으로 예상되나 수평 타원의 경우처럼 확연하게 나타나지 않을 수도 있는데, 볼록 수직 타원은 환경 속에서 쉽게 접할 수 있는 자극은 아니기 때문이다. 따라서 타원의 방위가 음영의 방향과 상호작용할 것으로 예언된다.

본 연구는 시각탐색 과제를 사용하여 수직과 수평 방위에 대한 시각 정보 처리의 비동등성이 탐색 수행의 차이로 드러날 수 있는지 알아보고(실험 1), 음영정보가 복원하는 3차원 정보를 타원 자극에 적용하여, 수평/수직 방위와 음영에 의한 3차원 형태의 결합 효과를 알아보고자 하였다(실험 2).

실험 1

수직과 수평 방위에 대하여 시각체계가 가진 높은 민감성으로 인하여 선분을 자극으로 사용하는 경우, 이들 방위에 대한 상대적인 처리 특성을 드러낼 수 없을 수 있다. 따라서 방위성 정도를 조작할 수 있도록 타원의 수직과 수평 축의 비율을 세 가지로 조정하였다(1:4, 2:4, 3:4 또는 4:1, 4:2, 4:3). 수직과 수평의 방위성을 조작하여 방위 정보에 대한 처리 과정을 약화시키고, 수직과 수평 방위의 민감도의 상대적인 차이를 드러낸다면, 시각탐색 과제에서 표적 자극과 배경 자극의 구성에 따

라 수직과 수평 자극에 대한 탐색 수행의 차이가 있을 것으로 예상되었다. 자연 장면에서 수평 자극이 수직 자극보다 많이 존재하고 (Hansen & Essock, 2004), 친숙성과 같은 경험의 영향으로 일군의 수직 타원 자극들보다 일군의 수평 타원 자극들을 배경으로 쉽게 집단화하여 지각할 가능성이 높다고 기대할 수 있기 때문이다. 따라서 수평 타원이 배경으로 구성된 자극 판에서 수직 타원에 대한 표적 탐색이, 수직 타원이 배경으로 구성된 자극 판에서 수평 타원을 표적으로 찾는 것보다 빠를 것으로 예상된다.

방 법

참가자 심리학 개론을 수강하는 가톨릭대학교 대학생 30명이 실험에 참가하였으며, 이중 과제 수행을 마치지 못한 2명을 제외한 28명이 최종 참가자였다. 이들은 나안 혹은 교정된 정상시력을 갖고 있었다.

도구 실험 자극을 제시하고 피험자 반응을 기록하는 일련의 절차들은 Matlab과 PsychToolbox (Brainerd, 1997; Pelli, 1997)로 제작된 프로그램을 통해 Power Mac G4(OS. 9.2) 컴퓨터에서 제어되었다. 실험자극은 17인치 모니터(가시화면 16.0인치)에서 제시되었으며 해상도는 1024×768, 모니터의 화면 주사율은 85Hz이었다. 모니터와 피험자의 거리는 60cm이었다.

자극 표적(혹은 배경자극)의 방위 종류는 수평과 수직 2가지였다. 절반의 시행에서 표적 자극은 수평을 중심축으로 하는 타원형 자극일 때, 배경자극은 수직을 중심축으로 하는 타원형 자극이었다. 나머지 절반의 시행에서

표적자극이 수직을 중심축으로 하는 타원형 자극일 때, 배경자극은 수평이 중심축인 타원형 자극으로 구성되었다. 즉, 배경자극을 +90° 혹은 -90°회전하면 정확히 표적과 일치하게 된다. 모든 자극들은 검은 바탕에 타원은 흰색으로 채워져서 제시되었다. 자극은 방위성의 비율의 차이에 따라 3가지 종류로 나뉜다. 조건 1은 배경자극에서 가로 대 세로의 비가 1:4일 때, 표적의 가로 대 세로가 4:1이었다. 조건 2는 배경자극에서 가로 대 세로의 비가 2:4일 때, 표적의 가로 대 세로는 4:2이었으며, 조건 3은 배경자극의 가로 대 세로에 대한 비가 3:4일 때, 표적의 가로 대 세로는 4:3이었다. 나머지 3개의 조건은 앞의 3개의 조건의 표적과 배경자극이 바뀌어서 구성되었다. 총 6개 조건이 있었고, 피험자는 모든 조건을 다 수행하였다. 조건 내에 있는 독립변인으로는 탐색자극 수(set-size)가 있었다. 탐색자극수란 화면에 제시되는 배경 자극과 표적자극을 더한 개수를 가리킨다. 본 실험에서는 2의 지수인 1, 2, 4, 8, 16의 5가지 탐색자극 수로 자극을 제시하였다. 또 다른 독립변인으로 표적 유무가 있다. 각 조건 당 절반의 시행에서 표적이 있고, 나머지 절반의 시행은 표적이 없었다. 따라서 특정한 타원이 표적으로 사용되는 조건에 포함된 제시 자극의 집합은 표적유무(2)×탐색자극 수(5)=10(개)이다. 10개의 자극 종류 쌍은 5×5행렬 위치에 무선으로 제시되었다. 타원 장단축의 비율에 따른 시각도(visual angle)는 수평자극의 경우, 1.04°×0.84°, 1.04°×0.51°, 그리고 1.04°×0.30°이었다. 자극 화면의 크기는 5.7°×5.7°이었다.

절차 각 6개 조건에서 본시행이 시작되기 전에 연습시행을 10번 실시하였다. 피험자는 첫

화면에서 키보드 ‘/’ 키와 ‘\’ 키를 사용하여 각각 표적의 유무를 판단하도록 요구되고, 가능한 한 정확하면서도 빠르게 반응키를 누를 것을 주의 받았다. 각 시행은 저음의 시작음이 짧게 제시된 후, 플러스 모양의 응시점이 화면중앙에 330ms 동안 제시된 후, 표적 및 배경자극으로 구성된 자극 판이 제시된다. 자극판은 피험자가 반응키를 누를 때까지 보여주었다. 피험자가 오 반응을 했을 경우에는 고음의 경보음을 제시하였다. 방위성 3가지와 표적방위를 바꾸어서 피험자는 총 6개 블록을 수행하였다. 한 종류의 표적방위가 연속으로 반복되어 이월효과가 나타나는 것을 방지하기 위해 조건들을 균형화된 라틴 방형(balanced Latin-square)을 맞추어 제시하였다. 차례로 2개의 블록을 실시하였고, 피로효과를 줄이기 위해서 적어도 2개의 블록과 다음 2개의 블록의 간격을 1시간 이상이 되도록 제한하였다. 각 블록은 탐색자극 수 5가지와 표적 유무 2가지에 따라 총 10개의 자극 종류 쌍으로 구성되며, 각각 10개의 자극 종류 쌍마다 15시행씩 무선으로 피험자에게 제시되었다. 즉, 한 블록은 150시행으로 구성되었고, 약 12분 정도 소요되었다. 각각의 피험자는 연습시행을 제외하고 총 900 시행을 수행하였다.

설계 독립변인은 방위성(1:4, 2:4, 3:4), 표적의 방위(수평, 수직), 탐색자극의 수(1, 2, 4, 8, 16개), 표적 유무(있음, 없음)이었고, 모두 피험자 내 변인이었다. 종속변인은 반응시간과 정확 반응률이었다.

결과 및 논의

표적 방위가 수평과 수직일 경우에 방위성,

표적 유무, 탐색자극 수에 따른 반응시간의 자료가 표 1과 표 2에 제시되어 있다. 전체 오류율은 1% 미만이었다.

방위성 종류와 탐색자극의 수, 그리고 표적 유무를 독립변인으로 반복측정 변량분석을 실시하였다. 그 결과, 표적방위의 주효과가 있었으며, 수직 표적일 때 반응시간이 더 빨랐다, $F(1,27) = 22.075, p < .001, MSE = 493,075$. 방위성의 주 효과가 있었는데, 이는 타원이 원에 가까워질수록 반응시간이 증가하였다는 것을 보여준다, $F(2,54) = 70.857, p < .001, MSE = 3,412,184$. 탐색자극 수가 많을수록 탐색시간이 늦어졌으며, $F(4,108) = 118.315, p < .001, MSE = 1,560,044$, 표적이 있는 시행이 없는 시행보다 수행이 빨랐다, $F(1,27) = 45.040, p < .001, MSE = 590,284$. 타원이 원에 가까울수록 배경 자극의 수가 증가함에 따라 반응시간이 늘어나는 방위성 X 탐색자극수의 상호작용이 있었다, $F(8,216) = 51.703, p < .001, MSE = 787,245$. 표적이 없을 때, 타원자극이 원에 가까울수록 반응시간이 느려지는 경향을 보이는, 방위성 X 표적유무의 상호작용이 있었다, $F(2,54) = 5.996, p < .01, MSE = 23,609$. 그리고 계열 탐색의 경우 관찰되는, 탐색자극수 X 표적유무의 상호작용효과가 있었다, $F(4,108) = 10.836, p < .001, MSE = 23,669$. 수평 표적 자극에 비해서 수직 표적 자극의 경우 방해 자극의 수가 증가함에 따라 탐색 시간의 증가가 차이가 있는 표적방위 X 탐색자극수 X 표적유무의 삼원 상호작용이 있었다, $F(4,108) = 2.704, p < .05, MSE = 295$. 그리고 타원이 원에 가까울수록 표적 유무에 따른 탐색시간이 배경 자극의 수가 증가함에 따라 더 많이 늦어지는, 방위성 X 탐색자극수 X 표적유무의 삼원상호작용이 있었다, $F(8,216) = 4.805, p < .001, MSE = 38,246$.

표 1. 본 실험의 수평 표적 타원의 방위성, 표적유무, 탐색자극 수에 따른 반응시간(단, 단위는 msec, 괄호는 표준편차임)

타원의 방위성	목표자극 유무	탐색자극 수					
		1	2	4	8	16	전체
가로:세로 (1:4)	있음	511 (96.40)	512 (83.02)	532 (83.65)	531 (78.84)	542 (81.66)	525
	없음	565 (96.39)	545 (80.97)	551 (81.09)	560 (89.75)	578 (92.04)	660
가로:세로 (2:4)	있음	505 (78.88)	556 (99.30)	550 (80.75)	553 (77.63)	569 (87.23)	547
	없음	567 (84.13)	544 (66.70)	566 (69.80)	599 (78.51)	610 (80.76)	577
가로:세로 (3:4)	있음	546 (86.44)	578 (82.98)	626 (113.53)	661 (120.21)	696 (124.32)	621
	없음	577 (94.18)	620 (103.65)	644 (110.64)	739 (149.70)	809 (197.20)	678
전체		545	559	578	607	634	

표 2. 본 실험의 수직 표적 타원의 방위성, 표적유무, 탐색자극 수에 따른 반응시간(단, 단위는 msec, 괄호는 표준편차임)

타원의 방위성	목표자극 유무	탐색자극 수					
		1	2	4	8	16	전체
가로:세로 (4:1)	있음	470 (74.24)	487 (73.21)	484 (66.96)	488 (69.24)	508 (83.21)	487
	없음	510 (87.09)	502 (68.22)	523 (87.24)	522 (77.50)	535 (83.14)	519
가로:세로 (4:2)	있음	483 (73.59)	521 (85.40)	527 (85.43)	528 (74.16)	534 (70.39)	519
	없음	517 (87.24)	524 (79.79)	538 (73.33)	560 (89.44)	586 (115.20)	545
가로:세로 (4:3)	있음	526 (89.42)	559 (105.60)	588 (102.18)	624 (117.76)	673 (116.44)	594
	없음	557 (109.22)	582 (96.89)	650 (124.69)	680 (138.29)	730 (177.38)	640
전체		511	529	552	567	595	

마지막으로, 표적방위 X 방위성 X 탐색자극수 X 표적유무에서의 사원상호작용도 유의미하였는데, $F(8,216) = 2.676, p < .01, MSE = 7,373$, 이는 기울기에 대한 분석으로 좀더 명확해진다.

기울기를 분석한 결과는 다음과 같다. 수직 표적을 찾는 3개의 조건에서 표적유무에 따라 기울기를 나누어서 비교하였다. 수평 표적이 있는 조건에서 타원 1:4, 2:4, 3:4의 기울기는 각각 1.9, 2.7, 9.2 (msec/item) 이고, 수평 표적이 없는 조건에서 타원 1:4, 2:4, 3:4의 기울기는 각각 1.6, 3.9, 15.0 (msec/item)이었다. 수직 표적이 있는 조건의 타원 1:4, 2:4, 3:4의 기울기는 각각 1.8, 4.5, 10.8 (msec/item), 또한 수직 표적이 없는 조건의 기울기는 2.1, 2.2, 9.0 (msec/item)이었다. 수평 표적의 경우 타원의 비율 변화에 따른 항목별 탐색 시간이 표적 유무에 따른 차이가 없는데 반해, 수직 표적의 경우 타원의 비율 변화에 따른 항목별 탐색 시간이 표적이 있는 경우에 비해 표적이 없는 경우에 차별적으로 증가하였다 (1.9/2.7/9.2 vs. 1.6/3.9/15 ms/item).

실험 1을 요약하면 다음과 같다. 표적이 수직인 조건에서 수평인 조건보다 모든 수행이 평균 50ms 빨랐다. 이는 수직과 수평 자극의 상이한 민감도를 시사하고 있다. 그리고 표적 방위가 포함된 방위성, 표적 유무, 그리고 탐색자극 수의 4원 상호작용을 요약하면, 수직 표적-수평배경 조건이 수평표적-수직배경 조건보다 더 빠르게 반응하고, 그러한 차이는 배경 자극의 수가 증가함에 따라 나타나는 기울기 변화가 타원의 방위성이 약해질수록 더 두드러지게 나타난다는 것이다(그림 3, 4, 5). 타원의 장축과 단축의 비율이 3:4인 경우에 수직과 수평에 대한 처리가 상이하다는 것이 좀더 명확히 드러난다. 수평 배경에 수직 표적

자극의 경우 표적 자극이 있는 조건과 없는 조건의 기울기가 차이가 없는 처리 특성을 보이고 있으나(10.8 vs. 9.0 ms/item), 수직 배경에 수평 표적 자극의 경우 표적 자극이 있는 조건과 없는 조건의 기울기가 차이가 있는 계열 처리에 가까운 특성을 보이고 있다(9.2 vs. 15.0 ms/item).

Treisman(1986)은 탐색 비대칭성을 시각체계의 기초 요소인 시소자(primitive)를 결정할 수 있는 중요한 현상으로 간주하였다. 표적 자극만이 세부특징 탐지기를 활성화 시킨다면, 탐지기의 활성화 여부가 곧 표적의 존재 여부를 결정짓는다. 자극의 역할을 바꾼 경우, 배경 자극이 활성화 시키는 세부특징 탐지기를 표적 자극이 활성화 시키지 않는 경우에 탐색

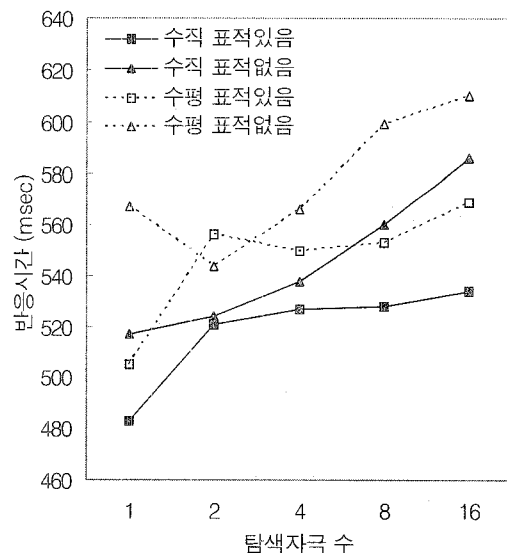


그림 3. 타원의 장축과 단축의 비율이 2:4인 수직 타원과 4:2인 수평 타원의 표적 탐색 시간. 수직 타원의 표적 탐색 시간이 수평 타원의 표적 탐색 시간보다 전체적으로 빠르지만, 표적 유무 각각에 따른 수평 타원과 수직 타원의 탐색기울기의 차이는 없다. 탐색기울기 시간은 본문에 있음.

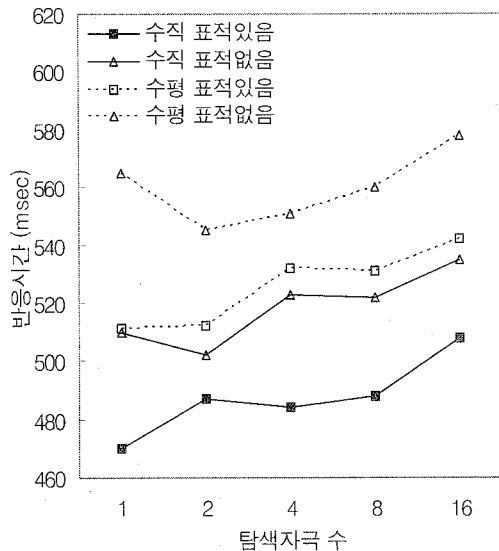


그림 4. 타원의 장축과 단축의 비율이 1:4인 수직 타원과 4:1인 수평 타원의 표적 탐색 시간. 수직 타원의 표적 탐색 시간이 수평 타원의 표적 탐색시간보다 전체적으로 빠르지만, 수평 타원과 수직 타원의 탐색기울기의 차이는 없다. 탐색기울기 시간은 본문에 있음.

비대칭성이 관찰된다. 그러나 수직과 수평은 주축 방위이며, 어느 한쪽 방위에 있는 특징이 다른 방위에는 없다는 것으로 어떤 하나의 방위가 상대적으로 정의되지도 않는다. 만일 세부특징 통합론에 따라 실험 1의 결과를 설명하려면, 수직 또는 수평 방위가 특정 차원의 특성을 포함하거나 또는 포함하고 있지 않는 것으로 정의되어지는, 일반적으로 알려진 사실과는 상반되는 해석을 필요로 하고 있다.

대안 설명으로는, Duncan과 Humphreys(1989)의 연구가 있다. 이들은 시각 탐색에서 동일한 자극들이 배경으로 제시될 경우 집단화가 일어난다고 제안하였다. 이들은 집단화 강도는 표적 자극의 탐색에 영향을 주는데, 배경 자극들 사이의 집단화가 강할수록 표적이 쉽게 탐지된다고 하였다. 타원의 방향성이 강한

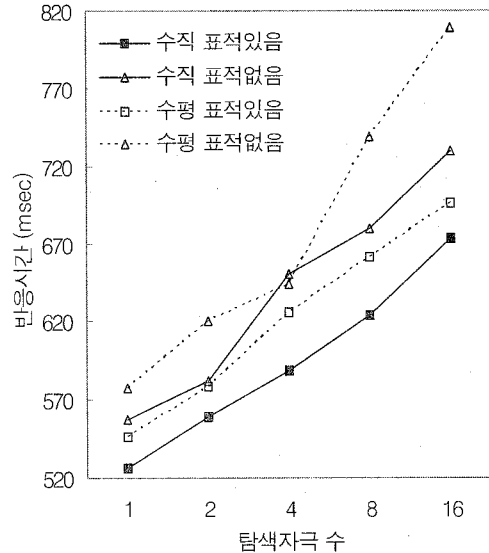


그림 5. 타원의 장축과 단축의 비율이 3:4인 수직 타원과 4:3인 수평 타원의 표적 탐색 시간. 수직 타원의 표적 탐색 시간이 수평 타원의 표적 탐색시간보다 전체적으로 빠르다. 수직 타원의 표적 유무에 따른 탐색기울기의 차이는 없는 반면(10.8 vs 9.0 msec), 수평 타원의 표적 유무에 따른 탐색 기울기 시간은 차이를 보이고 있다 (9.2 vs 15.0 msec).

경우에는 수평과 수직 타원의 탐지가 집단화의 요인에 의한 영향이 드러나지 않을 정도로 빠르게 일어나지만, 타원의 방향성이 약화된 경우에는 방위성에 의한 탐지보다는 수평 타원 자극이 배경으로 구성된 경우에 발생하는 집단화 강도가 수직 타원 자극이 배경으로 구성된 경우에 비해 크게 되며, 이에 따라서 탐색 비대칭성이 관찰되었다고 해석할 수가 있다. Hansen과 Essock(2004)은 자연 장면에서 수평 자극이 수직 자극보다 많이 존재한다고 보고하였으며, 이는 친숙성과 같은 경험의 영향에 영향을 주고, 수직 자극과 수평 자극의 집단화 강도에 차이를 가져왔다고 할 수 있을 것이다.

실험 2

Sun과 Perona(1996)는 제시된 장면에 추가된 정보가 전체 장면의 3차원 속성과 잘 부합되는 것인지 여부에 따라 병렬적 또는 계열적 탐색과정으로 진행된다고 하였다. 따라서 음영 정보가 수직 타원과 수평 타원으로 구성된 자극판에 첨가되어 전체 장면의 3차원 속성을 형성하는 경우, 전체 장면의 대부분을 구성하는 배경 자극이 얼마나 음영 정보와 잘 결합하여 전체 장면의 3차원 속성에 부합되는지 여부가 시각 탐색의 수행에 영향을 미칠 것으로 예상할 수 있다.

실험 2에서의 자극은 타원 형태를 유지하고, 타원 형태의 3차원 속성(오목과 볼록)을 갖도록 구성하였다. Kleffner와 Ramachandran(1992)이 사용한 자극을 변형하여, 원 자극의 가로와 세로의 비율을 조정하였고, 따라서 타원 형태와 방위 정보를 갖도록 하였다. Kleffner와 Ramachandran은 볼록 원 배경에서 오목 원을 찾는 수행이 반대의 자극 구성에서 보이는 수행보다 빠른 결과, 즉 탐색비대칭성을 보고하였다. 따라서 음영이 있는 수평과 수직 방위의 타원에 대한 시각 탐색 과제의 수행 결과 패턴은 Kleffner와 Ramachandran의 연구결과와 유사한 경향으로 나타날 것으로 예상된다. 그러나 이런 음영 정보가 수직과 수평에 차별적인 영향을 미칠 가능성도 있을 수 있다. 만일 실험 1의 결과가 수평 타원이 수직 타원에 비해서 배경 자극으로서 집단화되는 경향이 높기 때문에 얻어진 것이라면, 3차원 속성을 형성하는 음영 정보와, 집단화 과정을 거쳐 장면 전체로서 역할하기 쉬운 수평 타원은 수직 타원에 비해 강한 결합효과를 지닐 것이다. 그러므로 음영 정보로 인하여

볼록으로 지각된 수평 타원이 배경 자극으로 구성될 경우 수직자극에 대한 표적 탐지가 보다 용이할 것으로 예상된다.

수직 타원의 경우에 음영 정보의 효과가 Kleffner와 Ramachandran(1992)의 연구 결과와 유사하게 나타날 것으로 예상되기는 하나 수평 타원의 경우처럼 확연하게 나타나지 않을 수도 있는데, 수직 타원은 장면 전체를 구성하는 배경 자극으로 집단화하는 강도가 수평 타원에 비해 약하기 때문에 음영 정보와 함께 3차원 속성을 형성하는데 효과적이지 않을 수 있기 때문이다. 따라서 수평 타원의 경우에는 Kleffner와 Ramachandran의 결과와 유사하게, 그리고 수직 타원의 경우에는 음영 효과가 없거나 수평 타원에 비해 미약할 것이므로 타원의 방위가 음영의 방향과 상호작용할 것으로 예상된다.

방 법

참가자 심리학 개론을 수강하는 가톨릭대학교 대학생 36명이 실험에 참가하였으나, 모든 조건을 마치지 못한 참가자의 자료를 제외하고, 최종적으로 29명의 자료가 얻어졌다. 참가자들은 나안 혹은 교정된 정상시력을 갖고 있었다.

도구 실험 1과 동일하였다.

자극 제시되는 자극은 음영조건으로 볼록 및 오목이 있었으며, 방위조건으로 좌우 및 상하(수평 및 수직)로 긴 타원이 있었다. 따라서 제시되는 자극의 종류는 볼록수평, 볼록수직, 오목수평, 오목수직 4가지였다. 표적자극은 4가지 종류의 자극이 모두 될 수 있으나, 배경

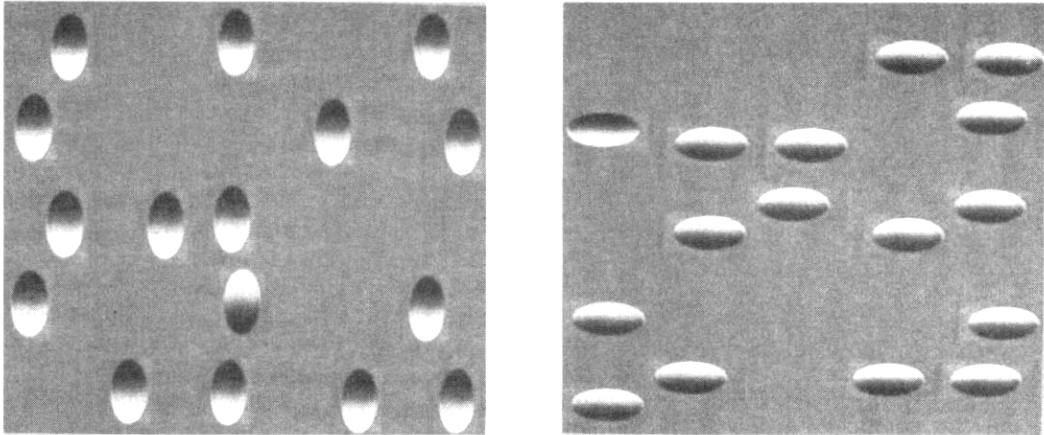


그림 6. 표적과 배경자극의 방위가 일치하고, 음영이 다른 조건의 예. 자극 예의 표적자극들은 180°로 회전시켜 볼 때와 비교해서 표적자극이 두드러져 보이는 정도가 다르다.

자극은 표적자극을 제외한 나머지 3가지의 자극으로 구성되어야만 했다. 따라서 전체 자극 조건은 $4 \times 3 = 12$ 였다. 실험 1에서와 같이 탐색 자극의 수는 1, 2, 4, 8, 16으로 5가지였다. 탐색 자극 수(5)와 표적의 유무(2)에 따라 12개의 조건은 각각 $5 \times 2 = 10$ 개의 자극 집합을 이룬다. 모든 자극들은 회색바탕에 제시되었다(그림 6). 자극 종류 쌍은 5×5 행렬 위치에 무선으로 제시되었다. 타원 자극은 장축의 시각도가 1.34° 이며 단축의 시각도는 0.77° 이었다.

실험절차 한 종류의 표적방위가 반복됨으로써 이월효과가 나타나는 것을 방지하기 위해 12개의 조건들을 균형화된 라틴 방형(balanced Latin-square)을 구성하여 제시순서를 정하였다. 참가자는 연습시행을 제외하고 1800번의 시행을 하였다. 그 외는 실험 1과 동일하였다.

설계 독립변인은 표적-배경유형(12개), 탐색 자극의 수(1, 2, 4, 8, 16개), 표적 유무였고, 모두 피험자 내 변인이었다. 종속변인은 반응시간

이었다. 표적과 배경이 동일한 경우에는 탐색이 불가능하므로, 완전한 요인행렬을 구성할 수가 없다. 그러므로 표적과 배경의 관계에 근거하여, 표적 자극 형태를 기준으로 배경 자극과 관련지어, 방위 상이, 방위/음영 상이, 음영 상이의 세 수준을 표배관계(target-distracter relation)로 재정의 하였다.

결과 및 논의

실험 결과는 세 부분으로 나누어 분석하였다. 첫째로 실험 1과의 비교를 위하여 방위 상이 조건을 분석하고, 둘째로 Kleffner와 Ramachandran(1992)의 연구와 비교를 위하여 음영 상이 조건을 분석하고, 셋째로 음영 정보와 방위 정보 처리에서 중복 이득이 있는지를 알아보기 위하여 방위/음영 상이 조건을 각각 분석하였다.

실험 1 자극 조건에 음영 효과를 첨가한 조건이 방위상이 조건이다. 표적과 배경의 음영이 일정한 경우 음영 방향(블록 vs. 오목)과 타

원 방위(수직표적/수평배경 vs. 수평표적/수직배경)의 효과를 알아보기 위하여 음영, 방위, 배경자극의 수, 표적유무가 독립변인인, $2 \times 2 \times 5 \times 2$ 의 반복측정 변량분석을 실시하였다.

배경자극수와 표적유무의 주효과와 상호작용은 시각 탐색에서 계열 처리의 특성을 나타내는 경우 관찰되는 효과이므로 여기서 더 이상의 분석은 하지 않았다(배경자극 수, $F(4,112) = 23.232$, $p < .001$, $MSE = 63090.564$; 표적유무, $F(1,28) = 38.990$, $p < .001$, $MSE = 492644.132$; 배경자극수 \times 표적유무, $F(4,112) = 4.664$, $p < .005$, $MSE = 11087.720$). 여기서는 음영, 방위, 그리고 표적유무의 삼원상호작용의 분석에 집중하였다(음영, $F(1,28) = 6.212$, $p < .019$, $MSE = 283069.391$; 음영 \times 방위, $F(1,28) = 7.572$, $p < .010$, $MSE = 741411.842$; 방위 \times 표적유무, $F(1,28) = 9.801$, $p < .004$, $MSE = 33075.746$; 음영 \times 방위 \times 표적유무, $F(1,28) = 4.897$, $p < .035$, $MSE = 33070.407$). 이 삼원상호작용은 음영과 방위의 상호작용, 그리고 방위와 표적유무의

상호작용을 포함하고 있다. 그림 7은 삼원상호작용을 보여주고 있다. 볼록 음영의 경우 수직 표적 찾기에서 표적이 있는 경우와 없는 경우의 수행 차이보다 수평 표적 찾기에서 표적이 있는 경우와 없는 경우의 수행 차이가 커서 삼원상호작용이 발생되었다. 그러나 삼원상호작용보다는 표적 방위와 음영의 상호작용에 주목할 필요가 있다. 볼록 음영이 공통적으로 있는 경우에는 실험 1의 결과와 마찬가지로 수평 자극 배경에서 수직 표적 찾기가 수직 자극 배경에서 수평 표적 찾기보다 빠른 수행을 보이는데 반해서, 오목 음영이 공통적으로 있는 경우에는 수평 배경 자극에서 수직 표적 찾기 수행이 급격하게 저하되고 오히려 수직 자극 배경에서 수평 표적 찾기보다 늦어졌다. 이는 음영 정보가 전체 자극 화면에 대한 3차원 정보를 복원하는 과정에서 수평 배경 자극이 수직 배경 자극보다 더 강한 영향을 받음을 시사한다. 수직 배경 자극의 경우는 음영 정보의 영향이 수평 배경 자극에 비해서 크지 않으며, 방위 정보만이 탐색에 이용되었을 가능성이 높다.

Kleffner와 Ramachandran(1992)의 연구와 비교를 위하여 음영 상이 조건을 분석하였다. 이 조건은 Kleffner와 Ramachandran의 실험과 동일하지만, 제시 자극이 모두 수직 타원 또는 수평 타원으로 구성된 경우이다. 표적과 배경의 방위가 일정한 경우 타원 방위(수직 vs. 수평)와 음영 방향(오목표적/볼록배경 vs. 볼록표적/오목배경)의 효과를 알아보기 위하여 방위, 음영, 배경자극의 수, 표적유무가 독립변인인, $2 \times 2 \times 5 \times 2$ 의 반복측정 변량분석을 실시하였다. 결과로는, 수직 방위자극 구성에서 탐색시간이 빨랐으며, $F(1,28) = 13.080$, $p < .001$, $MSE = 607798.628$, 볼록 배경에서 오목 표적 탐색 수

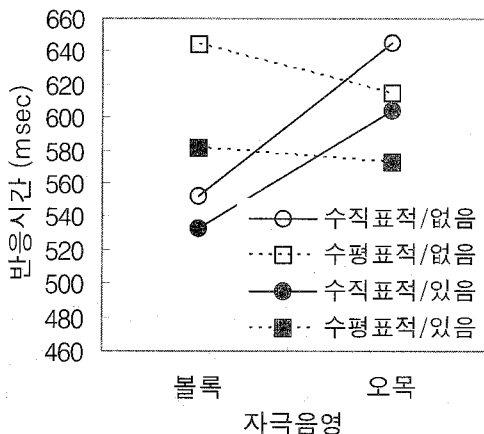


그림 7. 제시된 자극들의 음영이 동일한 경우, 표적/배경 관계에서 방위가 상이한 경우 표적 탐색 시간. 실험 1과 자극 구성은 같으나 음영 정보가 첨가된 실험조건이다.

행이 빨랐다, $F(1,28) = 29.975$, $p < .001$, $MSE = 2568215.791$. 시각 탐색의 계열 처리 특성을 나타내는 배경자극 수, $F(4,112) = 70.234$, $p < .001$, $MSE = 2863140.327$, 표적유무, $F(1,28) = 85.038$, $p < .001$, $MSE = 4925591.671$ 의 주효과 있었다. 배경자극 수에 따른 탐색시간의 증가가 블록 배경보다 오목 배경에서 더 큰 상호작용을 보였으며, $F(4,112) = 8.875$, $p < .001$, $MSE = 158849.982$, 계열 처리의 특성을 보이는, 배경자극수와 표적유무의 상호작용이 있었다, $F(4,112) = 37.316$, $p < .001$, $MSE = 530224.997$. 그리고 음영×배경자극수×표적유무에서의 삼원상호작용이 유의미하였는데, $F(4,112) = 3.054$, $p < .020$, $MSE = 26469.520$, 이는 방위×음영×배경자극수×표적유무에서의 사원상호작용으로 포함된다, $F(4,112) = 2.816$, $p < .029$, $MSE = 16333.266$.

사원상호작용은 표 3에 제시한 탐색 기울기로 설명될 수 있는데, 배경 자극이 블록이고

표적 자극이 오목인 경우에는 표적 자극이 수평이나 수직에 상관없이 표적이 있고 없음 각각에 대한 탐색 기울기가 거의 동일하다. 그러나 배경 자극이 오목이고 표적 자극이 블록인 경우에는 표적이 있는 경우의 기울기는 표

표 3. 실험2에 사용된 표배관계에 따른 각 조건의 시각 탐색 기울기 (단위는 msec/item).

		표적 자극 형태				
		표적	블록		오목	
		유무	수직	수평	수직	수평
표배상차원	방위	없음	2.5	3.3	3.0	2.8
		있음	2.5	1.0	1.4	2.0
	음영	없음	2.2	2.8	1.7	2.9
		있음	2.3	1.0	2.4	1.0
차원	음영	없음	27.9	33.3	19.7	18.3
	있음	13.7	13.7	6.2	7.0	

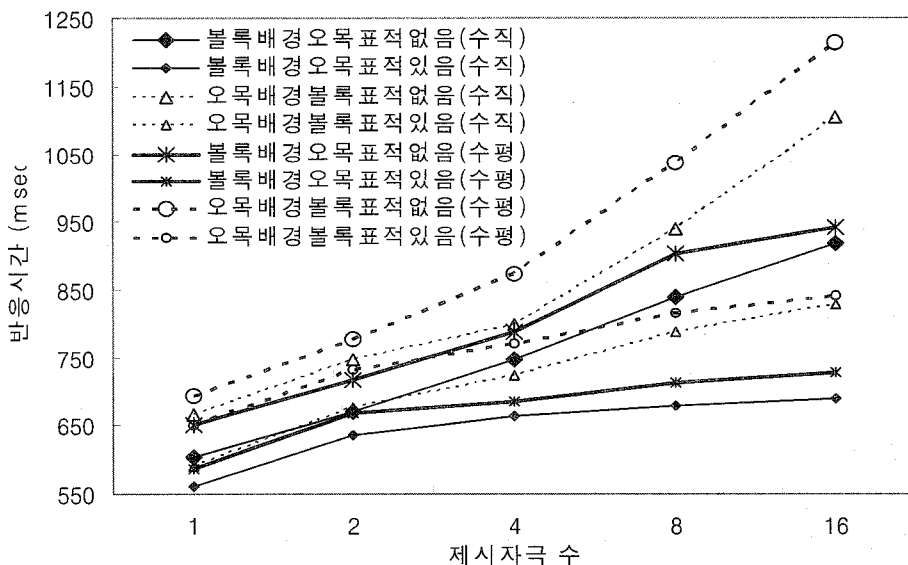


그림 8. 제시 자극의 방위가 배경 자극과 동일한 경우, 표적유무와 제시자극 수에 따른 수평 배경 자극에서 수직 표적 자극 탐색과 수직 배경 자극에서 수평 표적 탐색에 걸린 시간.

적 자극이 수평이나 수직에 상관없이 대한 탐색 기울기가 거의 동일했지만, 표적이 없는 경우의 기울기는 표적 자극이 수평일 경우에 수직인 경우보다 탐색 기울기가 컸다.

그림 8에서 수직 방위와 수평 방위 각각에서 오목 표적 자극은 볼록 표적 자극에 비해 표적 있음 조건과 표적 없음 조건에서 항상 탐지가 빠름을 알 수 있다. 이러한 결과는 볼록 배경 원에서 오목 표적 원을 탐색하는 것이 역의 경우에 비해서 빠르다는 Kleffner와 Ramachandran(1992)의 결과와 일치하는 것이다.

표 3에는 오목 표적 탐지와 볼록 표적 탐지의 경우 모두 수직 방위 조건이 수평 방위 조건보다 탐색시간이 일반적으로 빠르다는 것을 보여주고 있다. 이 결과는 앞서 분석한 방위 상이 조건과 일치하고 있다. 음영으로 표적 자극을 정의할 때 배경이 되는 수평 타원은 음영의 영향, 특히 오목인 경우 부적인 영향을 강하게 받지만, 수직의 경우에는 음영 방향에 따른 영향이 비교적 적은 것으로 보인다. 더욱이 전체적인 탐색수행이 다른 조건에 비해서 또한 수평 방위만으로 자극을 구성한 경우, 표적과 배경 자극은 모두 수평 타원이고, 이것들이 형성한 집단화 경향성이 표적 자극을 분리하여 탐색하는 과정에 부정적인 영향을 미쳤을 수 있다. 그리고 수직 타원의 경우는 집단화 경향성이 수평에 비해서 강하지 않기 때문에, 음영 정보에 의한 표적 탐색 과정을 수평 타원에 비해 상대적으로 덜 방해했을 가능성이 있다.

세 번째 분석으로 방위 정보에 대한 음영 정보의 중복적 영향을 살펴보았다. 방위/음영 상이 조건은 표적 자극이 배경 자극과 방위뿐만 아니라 음영에서도 차이가 있는 중복(redundancy) 정보가 있다. 이 분석은 표적 자

극의 속성에 초점을 맞추지 않고, 배경 자극의 속성을 중심으로 하는 것이 본 연구 결과의 분석 경향과 일치한다.

이를 위해서 음영 상이 조건만을 제외한 나머지 조건으로 배경방위×배경음영×중복정보×배경자극수×표적유무의 오원요인분석을 하였다. 중복정보의 주효과는 관찰되지 않았다. 관찰된 주효과로는 계열 처리의 특성을 나타내는 배경자극 수, $F(4,112) = 31.281$, $MSE = 100889.583$, ($p < .001$), 표적유무가 유의미하였다, $F(1,28) = 61.883$, $MSE = 1134231.947$, ($p < .001$). 이원상호작용은 배경음영×배경방위 [$F(1,28) = 12.684$, $MSE = 879460.289$, $p < .001$], 배경방위×배경자극수 [$F(4,112) = 3.585$, $MSE = 9576.610$, $p < .01$], 배경방위×표적유무 [$F(4,112) = 6.047$, $MSE = 27507.160$, $p < .05$], 배경자극수×표적유무 [$F(4,112) = 5.018$, $MSE = 11675.083$, $p < .001$]가 유의미하였으며, 표적음영×표적방위×중복정보×표적유무 [$F(1,28) = 5.204$, $MSE = 26083.725$, $p < .05$]에서의 사원상호작용이 유의미하였다.

사원상호작용에 포함되지 않은 이원상호작용의 경우 배경자극수와 표적유무의 상호작용은 계열처리를 보이는 시작탐색 수행에서 일반적으로 보이는 효과이며, 배경방위와 배경자극수의 상호작용은 수평방위의 경우 배경자극수에 따른 표적 탐색 시간의 변화가 수직방위에 비해서 크지 않기 때문에 나온 것으로 분석되었다.

중복정보가 포함되어있는 사원상호작용은 그림 9에 제시되어있다. 양쪽의 그래프에 나타난 수행을 비교해보면, 수직 배경 자극은 음영 정보의 종류에 상관없이 탐색 수행이 음영 정보가 첨가된 경우에 전반적으로 빨라졌으나, 수평 배경의 경우에는 표적유무에 따른

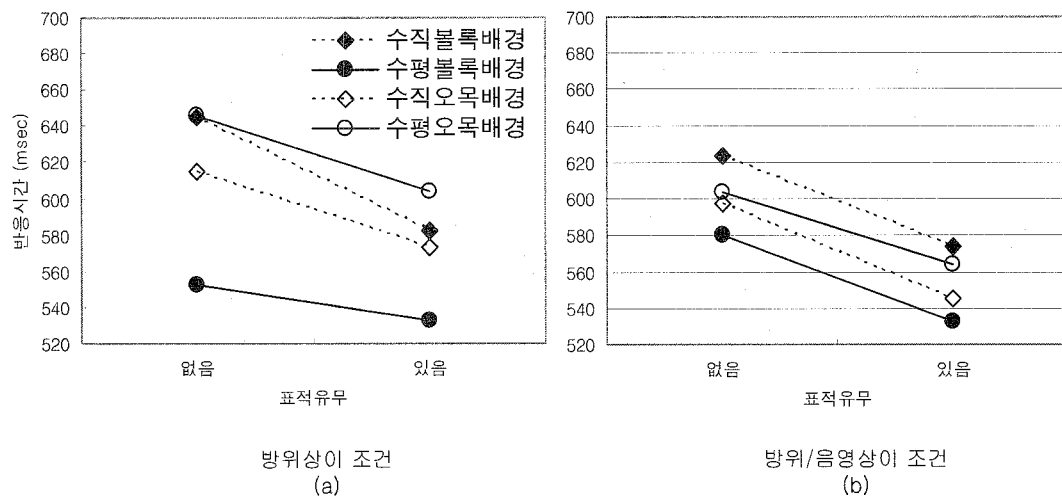


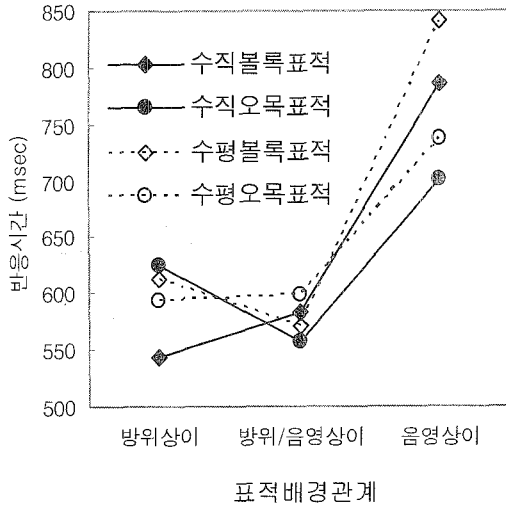
그림 9. 표적 탐색에서 중복 정보의 여부에 따른 수행 차이. (a)는 방위 차이만이, (b)는 방위 차이와 음영 상이가 중복적으로 표적탐색의 기준이 되는 경우이다. 수평 배경의 경우, 블록 음영 정보의 첨가는 표적 없음 조건에서의 수행 저하를 가져오지만, 오목 음영 첨가는 표적 있음 조건과 없음 조건 모두에서 수행 향상을 가져왔다. 또한 수직 배경의 경우 음영 정보의 첨가는 수행을 전체적으로 고르게 향상시켰다.

상호작용 효과를 보이고 있다. 즉 수평 배경의 경우, 자극 없음 조건에서 배경이 블록 음영인 경우에는 탐색 수행이 음영 정보가 첨가되었을 때 느려졌으나, 배경이 오목 음영인 경우에는 음영 정보가 첨가되었을 때 빨라졌다. 이는 수평 블록 배경의 경우 표적 자극의 중복적인 정보가 촉진적 역할을 하기 보다는 전체적인 3차원 정보의 복원을 방해하는 요인으로 작용한 것이 사원상호작용이 관찰된 주된 이유라고 여겨진다. 그리고 배경음영과 배경방위의 상호작용 패턴은 앞에서 얻어진 교차 상호작용을 반복하였다. 즉, 수평 배경의 경우 블록일 때 빠른 수행이 오목일 때 느렸으며, 반면에 수직 배경의 경우, 블록일 때 느리고, 오목일 때 빨랐으며, 또한 오목 배경일 경우 수평 배경보다 수직 배경이 빨랐다.

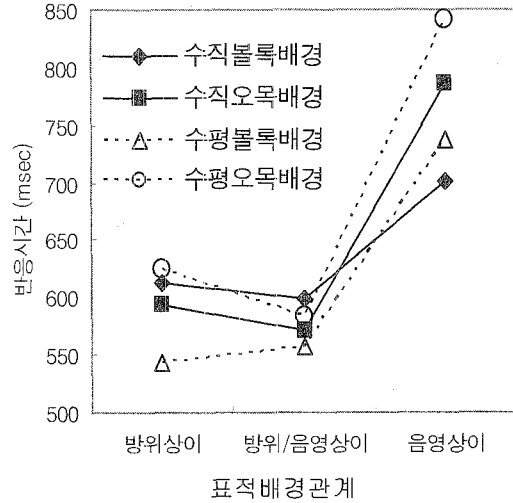
방위 정보에 중복적으로 작용하는 음영의 효과는 오목 배경일 경우 촉진적으로 작용하는 것으로 보인다. 그러나 블록 배경일 경우,

특히 수평 배경 자극의 경우 시각체계가 3차원 구성과정에 오목 타원이 방해가 되는, 부적합한 정보로 작용하는 것으로 보인다.

실험 2에서 탐색자극 수와 표적유무를 제외한, 나머지 세 요인이 관련한 수행을 전반적으로 살펴보자. 표배관계에 따른 탐색 수행을 비교할 경우, 배경 자극의 음영과 방위를 중심으로 살펴보면, 표적 자극을 중심으로 살펴볼 때보다 상호작용 패턴이 단순화 된다(그림 10a, 10b). 표적 중심 분석의 경우 복잡한 교차 상호작용으로 인해 전체적으로 단순한 경향성을 찾기 힘들다. 그러나 배경 중심의 경우 상호작용 패턴이 단순하게 드러난다. 세 종류의 표배관계에서 탐색 수행의 빠르기는 수평 블록, 수직 오목, 그리고 수평 오목의 순서로 나열된다. 수직 블록 배경 조건이 이러한 일반적인 순서를 정할 수 없는, 세 조건에 걸쳐 탐색수행이 교차되어 있으며, 이것이 상호작용의 주 요인으로 작용하고 있다. 배경 중심



(a) 표적중심 분석



(b) 표적중심 분석

그림 10. 표적 음영, 표적 방위, 표배관계에 따른 자극 탐색시간. 왼쪽 그래프는 표적 중심 분석이며, 오른쪽 그래프는 배경 중심 분석이다. 오른쪽 그래프에서 상호작용 패턴이 왼쪽 그래프에 비해 훨씬 단순화되어있다.

의 분석이 표적 중심의 분석보다 결과 패턴을 명확하게 드러내는 것은 본 실험결과가 표적 특성보다는 배경 자극들의 특성에 더 많이 영향을 받을 가능성을 시사한다.

종합논의

본 연구는 기존의 형태 지각연구에서 주로 사용되었던 선분이 가진 방위성이라고 정의한 특성을 조작할 수 있도록 타원을 사용하였고, 주축 방위로 간주되는 수직과 수평 방위의 자극이 시각탐색에서 상이한 처리 특성을 보이는 결과를 얻었다. 사용하여 수평 타원과 수직 타원을 표적과 배경으로 교차 사용하는 시각 탐색 과제에서의 수행 변화를 살펴보았다. 실험 1에서는 수평 타원 배경에서 수직 타원을 탐색하는 조건이 반대의 경우보다 전체적인 반응시간도 짧을 뿐만 아니라, 표적유무에 따른 탐색 기울기 차이가 관찰되었다. 이러한

경향은 장축과 단축의 비율이 낮아질수록 뚜렷하게 드러났다.

또한 실험 2에서는 Kleffner와 Ramachandran(1992)의 연구를 적용하여, 실험 1의 자극 구성에 음영정보를 첨가하였고, Kleffner와 Ramachandran(1992)의 연구 자극을 수직 타원과 수평 타원으로 대치한 조건과, 방위 정보와 음영 정보의 중복적 이득이 있는지를 살펴볼 수 있는 조건을 추가하였다. 실험 2의 전체적인 결과는 첫째로, 전체 자극 장면에서 동일한 볼록 음영을 첨가하였을 경우, 실험 1의 결과와 동일하게 수평 배경에서 수직 표적을 찾는 수행이 반대의 자극 구성보다 빨랐으나, 이와 반대로 오목 음영을 첨가하였을 경우 수직 배경에서 수평표적에 대한 탐색 수행이 반대의 자극 구성보다 빨랐다. 둘째로, Kleffner와 Ramachandran(1992)의 연구 결과를 반복하였는데, 볼록 배경에서 오목 자극을 찾는 조건이 오목 배경에서 볼록 자극을 찾는 조건보다 수

행이 좋은 결과가 관찰되었다. 셋째로, 방위 정보에 음영 정보가 중복된 경우, 수직 배경에서는 수행이 빨라지는 효과가 있었으나, 수평 배경의 경우에는 자극 없음 조건에서 볼록 배경은 탐색 수행이 느려지고, 오목 배경은 빨라지는 반대의 경향을 보였다.

수평/수직 자극과 음영에 의한 볼록/오목 자극의 탐색 수행의 차이에 대한 설명을 요약하면, (1) 표적자극이 두드러져 보였을 경우로 수평보다 수직자극에 민감한 경우, 그리고 (2) 수평타원자극들이 집단화가 일어나서 상대적으로 수직표적자극이 pop-out되었을 가능성을 고려하여 볼 수 있다. 첫 번째는 수직 자극의 경우 음영 정보와 상호작용이 있으며, 수직 자극이 배경과 상관없이 항상 빨리 탐지되지는 않는 것으로 보아 설득력이 떨어진다. 두 번째의 경우는 Duncan과 Humphreys(1989)에 의해서 제시된 설명으로 배경자극들 간의 집단화 강도가 시각 탐색에 영향을 주었을 가능성을 들 수 있다. Duncan과 Humphreys는 배경자극이 동일한 형태일 때 표적-배경자극 집단화보다 배경-배경자극의 집단화가 더 강력하게 일어나므로 표적이 잘 탐색될 것이라고 하였다. 이들의 설명에 따르면, 배경자극인 수평 자극들의 집단화 강도가 강하기 때문에 수직 표적일 때 반응시간이 더 빨랐다고 설명할 수 있다. 우리가 있는 환경에서 배경자극으로 간주되는 자극, 실험에서 좌우로 긴 타원자극들이 하나로 집단화를 이룬다면 수직의 표적자극은 상대적으로 더 빨리 탐지될 것이라고 예상되기 때문이다. 즉 표적자극의 돌출(stand-out)보다는 표적자극의 배경으로부터의 축출(kick-out)이 탐색시간을 결정할 경우가 있다.

배경 자극의 집단화 과정이나 전체 장면을 3차원 장면으로 의미 있게 구성하는 처리 과정이

시각 탐색과제에 포함된다는 것은 여러 연구(Enns & Rensink, 1990; Kleffner & Ramachandran, 1992; Sun & Perona, 1996)에서 밝힌 바 있다. 실험 2의 결과에서 표적 중심의 분석보다는 배경 중심의 분석이 결과 패턴을 단순화 시킨다는 것은 본 연구에서 사용된 자극 구성에서 배경 자극이 중심적 역할을 한다고 할 수 있다.

실험 1에서 수평 배경 자극에서 수직 자극 탐색이 반대의 구성보다 빠르다는 결과를 얻었으며, 인간이 수평 타원을 배경으로 지각하게 되는 환경에서의 친숙성을 언급하였다. 실험 2는 전체 장면에 3차원 속성이 추가된 경우 병렬탐색 또는 전주의적 탐색을 가능하게 한다는 연구(Sun & Perona, 1996)를 적용해서 확인하였다. 실험 2의 결과는 수평 타원의 경우 음영이 자연 장면과 부합되도록 위에서 조명에 비추는 볼록 배경의 경우 표적자극 종류에 상관없이 빠른 표적 탐색이 이루어졌으나, 음영이 아래에서 조명이 비추는 오목 배경의 경우에는 수평 배경이 전체적으로 수행이 느렸다. 수직 배경의 경우는 볼록 배경보다는 오목 배경의 수행이 빠르거나 적어도 느리지 않은 결과가 관찰되었다. 수평 자극의 경우 음영 정보를 근거로 3차원 장면 속성을 복원하는데 위에서 조명이 비추는 경우에는 촉진적 영향을 받고, 아래에서 비추는 경우에는 억제적인 영향을 받는 것으로 보인다. 수직 배경 자극은 음영 방향의 영향의 영향을 상대적으로 적게 받는데, 수직 배경 자극은 전체 배경 장면에서 3차원 장면 속성을 복원하는 과정이 수평 자극에 비해 상대적으로 미약하고, 이로 인하여 복원 과정에 영향을 미치는 음영의 효과가 적었을 것으로 해석된다.

Hansen과 Essock (2004)은 자연 장면에 대한

분석을 통하여 수평 자극이 가장 많으며, 그 다음으로 수직, 마지막으로 사선 패턴이 분포한다고 하였다. 이들은 방위 탐지과제에서 자연 장면에서의 수행은 수평에 가장 낮으며, 사선이 가장 높다고 하였다. 그리고 이것이 시각적으로 풍부한 지각속성을 절감함으로써 자연 환경에서의 이방성(異方性; anisotropy)에 적응하도록 진화해왔다고 하였다. 이들은 수평에 대한 낮은 탐지 수행을 수평효과(horizontal effect)라고 하였다. 그런데 이들의 실험은 표적 탐지 과제이므로 배경으로서의 역할까지 확대 해석할 수는 없다.

그러나 Li et al(2004)의 연구가 제시한, 수평에 민감한 세포가 좁은 방위조를 곡선을 가지고 있다는 결과를 Hansen과 Essock(2004)의 연구와 종합해보면, 다음과 같은 해석도 가능하다. 시각 체계의 목적이 배경 속에 대부분 감춰진 대상(object)을 지각하는 것이라고 하면, 배경을 구성하는 대부분의 수평 자극에 대한 처리의 결과에서 낮은 소음(noise) 분포를 발생하게 함으로써, 신호(signal) 즉 대상의 발현을 빠르게 처리하게 하는 것일 수 있다. 즉 수직 자극 속에서 수평 자극을 찾는 것에 비해서 수평 자극 속에서 수직 자극을 찾는 것이 시각 체계에 내재된 처리 과정에 부합할 가능성이 있다.

Tomonaga(1998)의 연구에서 사람이 최상으로 수행한 음영의 방향과 침팬지가 최상으로 수행한 음영의 방향이 동일하지 않았다. 그는 사람과 동물이 사는 환경이 달랐기 때문에 기인하는 하였다. 그런데 Sun 과 Perona(1998)는 음영이 있는 원 자극을 이용하여, 음영을 발생시키는 광원(光源)의 위치 선호도에 대한 연구를 하였다. 이들은 광원이 수직 위쪽이 아닌 약간은 좌측으로 편향되어 있지만, 이는

대다수를 차지하는 오른손잡이에 대한 결과이며, 왼손잡이의 경우에는 우측으로 편향되어 있다는 결과를 보고하였다. 인간이 선호하는 빛의 방향이 수직 방향에서 약간 좌우측으로 편향되어 있다는 것은 주목할 만하다. 이러한 선호도는 수직 방향에서 빛이 내려오는 것보다는 약간 좌우측으로 편향되어 내려오는 빛이 수직과 수평 자극 모두에게 3차원 특성을 드러나게 해주는 장점을 가진 것으로 보인다. 예를 들어, 세로로 자란 나무의 3차원 특성은 좌우측으로 편향되어 비추는 빛으로 인하여 잘 드러날 수 있다. 아마도 이런 이유가 Tomonaga(1998)의 침팬지 수행을 주도했을 가능성이 있다.

본 연구에서 수평 타원과의 구조적 일관성을 유지하도록 수직 타원을 구성하였지만, 실생활에서 이러한 수직 타원은 계란이 곧추 세워져 있는 경우가 아니라면, 볼 수 있는 사례가 거의 없을 것이다. 일반적인 수직 형태의 경우 수직으로 내려오는 빛보다는 측면에서 비추는 빛이 원래 3차원 형태를 재인하기 쉽기 때문에, 본 연구에서 적용한 수직 방향의 음영 기울기가 수직과 수평 타원에 대한 음영의 차별적인 영향을 강하게 드러냈을 가능성이 있다. 본 연구에서 관찰된 상호작용 효과가 좌우측으로 편향된 빛으로 인해 생기는 음영 기울기와 체계적인 관계가 있는지는 연구과제로 남는다.

많은 동물이 자연세계에서 천적으로부터 자신을 보호하기 위해서 ‘역음영(countershading)’을 이용한다. ‘역음영’은 첫째로 배경과 대조되는 것을 줄여주고, 둘째로 동물 형태에 대한 지각된 명암을 낮춰준다는 2가지 장점을 갖고 있다. 본 연구는 인간이 경험하는 역음영에 대한 직접적인 실험이라고도 할 수 있는

데, 오목 자극은 역음영을 적용한 단적인 예이다. 이상적인 상황 하에서 조명이 주어졌을 때, 역음영을 지닌 오목 자극은 조명과 상쇄되어 입체 정보가 사라지게 된다. 이에 대한 연구는 동물학자들의 오랜 관심이었다(Ruxton, Speed, & Kelly, 2004). Ruxton et al은 역음영이 자기-은폐(self-concealment)의 기능을 가지고 있는지는 확실하지는 않지만 물고기들의 경우 보는 방향에 따라 주위와 조화가 되는 색채를 가지고 있는 것이 적응적인 기능을 가지고 있다고 하였다. 그림 11의 a와 b는 역음영이 정상적인 생활환경에서 입체감에 어떤 영향을 미치는지를 비교할 수 있게 해준다.

본 연구에서는 동물이 지니고 있는 역음영인 오목 수평 표적에 대한 탐색시간이 어떤 배경조건에서도 두드러지게 빠르지 않음을 보여주었다(그림 10a). 즉 배경조건 간 탐색시간의 편차가 오목 수평 표적이 가장 작았다. 다양한 환경 조건에서 가장 잘 살아남는 것이 중요한 동물의 적응능력이라면, 역음영은 여기에 잘 부합한다. 역음영은 최상의 자기-은폐의 기능을 가지고 있지는 않지만, 최악의 상황은 회피하고 있다. 어떤 동물이 자기가 거주하는 환경 내에서 어느 특정 배경에서 유난히 다른 동물의 눈에 띈다면 살아남기 힘들 것이다.

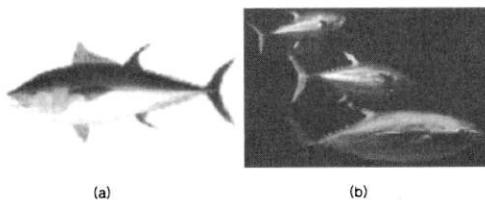


그림 11. 참치의 역음영과 자연 환경 속에서의 역할. (a) 참치의 역음영, (b) 자연 조명 상태에서의 참치. 역음영은 자연 조명으로 인한 참치의 입체감을 줄인다.

Cumming(2002)은 수평 방향의 양안 부등이 더 민감하다는 보고를 하였고, Kelly, Bischof, Wong-Wylie, 그리고 Spetch(2001)은 글래스 패턴을 이용하여 역측정을 하였고, 비둘기는 방위에 따른 민감도가 다르지 않은데 비해, 인간은 수직과 수평의 역이 다르다는 결과를 보고하였다. Murata(1995)가 언급한대로 수직은 중력이 가해지는 방향이며, 표면과 수직인 방향이고, 자기-정향의 기준이 되는 방향이다. 또한 Hansen과 Essock (2004)이 분석한 바와 같이 수평 형태와 수직 형태의 분포도 또한 다르다. 이런 환경에서 생활하는 유기체는 비록 수직과 수평을 기본 축으로 다른 어떤 방향보다 훨씬 더 예민하게 반응하도록 되어있지만, 더 나아가 수직과 수평에 대한 차별적인 지각 처리가 자연스러운 적응과정으로 간주될 수 있을 것이다. 본 연구 결과는 수평 자극은 강한 집단화 속성을 지니고 배경을 형성하는, 주된 환경 특징으로, 수직은 대상(object)을 이루는 주된 환경 특징으로 역할을 할 가능성이 높음을 시사하고 있다.

참고문헌

- Aks, D. J. & Enns, J. T. (1996). Visual search for size is influenced by a background texture gradient. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22, 1467-1481.
- Brainard, D. H. (1997) The Psychophysics Toolbox, *Spatial Vision* 10, 433-436.
- Braun, J. (1994) Visual search among items of different salience: removal of visual attention mimics a lesion in extrastriate area V4. *Journal of Neuroscience*, 14, 554-567.

- Brown, L. E., Moore, C. M., & Rosenbaum, D. A. (2002). Feature-specific perceptual processing dissociates action from recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28, 1330-1344.
- Campbell, F. W., Kulikowski, J. J., & Levinson, J. (1996). The effect of orientation on the visual resolution of gratings, *Journal of Physiology*, 187, 427-436.
- Campbell, F. W., & Robson, J. G. (1968). Application of Fourier Analysis to the visibility of gratings. *Journal of Physiology*, 197, 551-566.
- Coppola, D. M., White, L. E., Fitzpatrick, D., & Purves, D. (1998). Unequal distribution of cardinal and oblique contours in ferret visual cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95, 2621-2623.
- Cumming, B. G. (2002). An unexpected specialization for horizontal disparity in primate primary visual cortex. *Nature* 418, 633-636.
- DeValois, R. L., Yund, E. W., & Helper, N. (1982). The orientation and direction selectivity of cells in macaque visual cortex. *Vision Research*, 22, 531-544.
- Duncan, J., & Humphreys, G. W. (1989). Visual search and a stimulus similarity. *Psychological Reviews*, 96, 433-458.
- Enns, J. T. & Rensink, R. A. (1990). Influence of scene-based properties on visual search. *Science*, 247, 721-723.
- Furmanski, C. S., & Engel, S. A. (2000). An oblique effect in human primary visual cortex. *Nature Neuroscience*, 3, 535-536.
- Hansen, B. C. & Essock, E. A. (2004). A horizontal bias in human visual processing of orientation and its correspondence to the structural components of natural scenes. *Journal of vision*, 4, 1044-1060.
- Huang, L. & Pashler, H. (2002). Symmetry detection and visual attention: a “binary-map” hypothesis. *Vision Research*, 42, 1421-1430.
- Hubel, D. H. & Wiesel, T. N. (1968). Receptive fields and functional architecture of monkey striate cortex. *Journal of physiology*, 195, 215-243.
- Hubel, D. H., Wiesel, T. N., Stryker, M. P. (1978). Anatomical demonstration of orientation columns in macaque monkey. *Journal of comparative neurology*, 177, 361 - 380.
- Kelly, D. M., Bischof, W. F., Wong-Wyllie, D. R., & Sperch, M. L. (2001). Detection of Glass Patterns by Pigeons and Humans: Implication for Differences in Higher-Level Processing. *Psychological Report*, 12, 338-342.
- Kleffner, D. A. & Ramachandran, V. S. (1992). On the perception of shape from shading. *Perception & Psychophysics*, 52, 18-36.
- Li, Peterson, Freeman (2003). The Oblique Effect: a neural basis in the visual cortex. *Journal of Neurophysiology*. 90, 204-217.
- Murata. A. (1995). Vertical axis awareness in 3d environments. *Proceedings In Framework for Immersive Virtual Environments '95, London*, 1995, 169-176,
- Nakayama, K. & Silverman, G. H. (1986). Serial and parallel processing of visual feature conjunctions. *Nature*, 320, 154-155.

- Nothdurft, H. C. (1999) Focal attention in visual search. *Vision Research*, 39, 2305-2310.
- Oliver, C. N. L., & Humphreys, G. W. (2003) Attentional guidance by salient feature singletons depends on intertrial contingencies. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29, 650-657.
- Orban, G. A., Vandenbussche, E., & Vogels, R. (1984). Human orientation discrimination tested with long stimuli. *Vision Research*, 24, 121-128.
- Ostrovsky, Y., Cavanagh, P., & Sinha, P. (2005). Perceiving illumination inconsistencies in scenes. *Perception*, 34, 1301-1314.
- Pelli, D. G. (1997). The VideoToolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies. *Spatial Vision*, 10, 437-442.
- Ramachandran, V. S. (1988). Perceiving shape from shading. *Scientific American*, 259, 76-83.
- Regan, D. & Price, P. (1986). Periodicity in orientation discrimination and the unconfounding of visual information. *Vision Research*, 26, 1299-1302.
- Rensink, R. & Cavanagh, P. (2004). The influence of cast shadows on visual search. *Perception*, 33, 1339-1358.
- Ruxton, G. E., Speed, M. P., & Kelly, D. J. (2004). What, if anything, is the adaptive function of countershading? *Animal Behavior*, 68, 445-451.
- Sireteanu, R., & Rettenbach R. (1995). Perceptual learning in visual search: Fast, enduring, but non-specific. *Vision Research*, 35, 2037-2043.
- Snowden, R. J. (1998). Texture segregation and visual search: A comparison of the effects of random variations along irrelevant dimensions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 1354-1367.
- Sun, J. Y. & Perona, P. (1996). Preattentive Perception 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.
- Tomonaga, M. (1998). Perception of shape from shading in chimpanzees(Pan troglodytes) and humans(Homo sapiens). *Animal Cognition*, 1, 25-35.
- 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.
- Treisman, A., & Souther, J. (1985). Search asymmetry: A diagnostic for preattentive processing of separable features. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114, 285-310.
- Wolfe, J. M., Butcher, S. J., Lee, C. & Hyle, M. (2003). Changing Your Mind: On the Contribution of Top-Down and Bottom-up Guidance in Visual Search for Feature Singletons. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29, 483-502.
- 1 차원고접수 : 2006. 6. 7.
최종게재결정 : 2006. 9. 20.

Effect of Orientation and Shading of Oval Patterns on Visual Search

Jong-Ho Nam

Ji-Sun Cha

Department of Psychology, the Catholic University of Korea

We investigated whether orientations shape-from-shading of oval pattern influence visual search processes differently. In Experiment 1, the strength of orientation was manipulated by using three ratios of vertical to horizontal axes and vice versa: 1:4, 2:4, 3:4. Each type of oval was used for target or distracter. In Experiment 2, shape-from-shading was applied to oval pattern, so the patterns were convex or concave. In Experiment 1, vertically elongated oval target conditions were faster than horizontally elongated target conditions. And search asymmetry was getting obvious as ratio between horizontal and vertical axis became low. In Experiment 2, there was an interaction between orientation and shading. A vertical target was popped-out quickly against horizontal oval background, only when background was convex. In contrary, search for horizontal target against vertical background was faster in case of concave background than in convex. The results strongly suggest that horizontal or vertical orientation are not equally sensitive in visual system. Visual system seems to find an vertical object at horizontal background easier than an opposite case under naturally lit environment.

Keywords : oval, orientation, shading, visual search, countershading