

## 시각탐색에서 표적 유형과 망막 이심율 효과\*

### Effects of target types and retinal eccentricity on visual search

신현정\*\* 권오영\*\*\*  
(HyunJung Shin) (OhYoung Kwon)

**요약** 정지/운동하는 배경자극들 속에서 정지/운동하는 표적을 탐지하는 데 있어서 표적 유형과 망막 이심율의 효과를 알아보기 위해서 두 가지 실험을 수행하였다. 두 실험 모두 시각탐색과제를 사용하였다. 망막 이심율은 1.6° 단위로 커지는 5개의 동심원으로 구분하였으며, 표적은 배경자극과 방위차원에서 차이나는 방위 표적과 세부특징에서 차이나는 세부특징 표적이었다. 실험 1에서는 표적과 배경자극이 모두 정지되어있는 상황에서의 탐색을 다루었다. 그 결과 표적 유형과 망막 이심율 사이에 상호작용이 있었다. 정지상황에서 방위 표적은 망막 이심율의 영향을 별로 받지 않는 반면에, 세부특징 표적은 망막 이심율이 증가함에 따라서 탐지시간이 일관성 있게 증가하였다. 표적과 배경자극이 모두 운동하는 상황인 실험 2에서도 둘 사이의 상호작용이 나타났으나, 그 이유는 실험 1과 극적인 대조를 이루었다. 즉, 운동 상황에서 방위 표적은 망막 이심율이 증가함에 따라서 탐지시간이 일관성 있게 감소하는 반면, 세부특징 표적은 망막 이심율의 영향을 거의 받지 않았다. 두 실험의 결과를 항공기나 자동차의 운동과 같은 현실상황과 관련된 함의와 문제점 그리고 향후 연구방향을 논의하였다.

**주제어** 시각탐색, 방위 표적, 세부특징 표적, 망막 이심율

**Abstract** Two experiments were conducted to investigate effects of target types and retinal eccentricity on the search of a target while both target and background stimuli were static or moving. A visual search task was used in both experiments. The retinal eccentricity was determined by five concentric circles increasing by the unit of 1.6° and the target was different from the background stimuli in either orientation(orientation target) or a distinctive feature(feature target). In Experiment 1 where both the target and background stimuli were presented statically, an interaction between retinal eccentricity and target type was found. While search time of the orientation target was not affected by the retinal eccentricity, that of the feature target increased as the retinal eccentricity increased. In Experiment 2 where all stimuli were moving, the interaction effect was also found. But the reason was not the same as that in Experiment 1. In the moving condition, while the search time of the orientation target decreased consistently as the retinal eccentricity increased, that of the feature target was not affected by the retinal eccentricity. The implications and limitations of the present results were discussed with respects to the real world situations such as driving cars or flying airplanes.

**Keywords** visual search, orientation target, feature target, retinal eccentricity

\* 이 연구는 1999-2002 부산대 연구비(4년 과제)에 의한 연구임.

\*\* 부산대학교 심리학과  
Department of Psychology, Pusan National University

hjshin@pusan.ac.kr

\*\*\* 공군 항공안전관리단  
Air Force Safety Center

시각장면에서 개별 대상들을 분리하여 지각하는 과정은 동질성(homogeneity) 속에서 이질성(heterogeneity)을 파악하는 것으로 볼 수 있다(Gorea & Parathomas, 1993). 배경자극 속에서 특정 대상을 파악하는 문제는 크게 시각탐색(visual search) 과제와 표면결 분리(texture segregation) 과제를 통해 접근되고 있으나(Snowden, 1998), 여기서는 시각탐색<sup>4)</sup>에 초점을 맞춘다. 전형적인 시각탐색 실험 패러다임은 배경이 되는 구성요소들이나 대상들의 배열을 실험참가자들에게 제시하고 그 속에서 특정한 하나의 구성요소나 대상을 탐색하게 하는 것이다. 예컨대, 수평선 배열 속에서 하나의 수직선을 찾는 것이다.

이 연구의 목적은 표적과 배경자극들이 모두 정지되어 있거나 아니면 모두 운동하는 상황에서 표적의 유형과 그 표적이 제시되는 망막 이심율(retinal eccentricity)이 그 탐지에 어떤 영향을 미치는지를 알아보려는 것이다.

움직이는 대상의 탐색에 관한 연구는 주로 운동-형태 결합(motion-form conjunction)으로 연구되어 왔다(Berger & McLeod, 1996; Driver & McLeod, 1992; McLeod, Driver, & Crisp, 1988; Müller & Maxwell, 1994; Müller & von Mühlhelen, 1999; von Mühlhelen & Müller, 1999, 2000, 2001). 운동-형태 결합의 전형적인 실험패러다임에서는 배경자극(또는 방해자극)이 표적과 동일한 형태이거나 상이한 형태의 두 종류로 구성되며, 표적이 운동하는 조건과 정지한 조건으로 나누어진다. (표적과 배경자극은 주로 방위에서 차이는 것이 대부분이다.) 이때 표적이 운동하는 조건이라면 표적과 동일한 형태의 배경자극들은 정지되어 있고, 상이한 형태의 배경자극들은 표적과 함께 일정한 방향으로 이동한다. 표적이 정지된 조건에서는 그 반대가 된다. 실험참가자의 과제는 물론 표적의 탐색이다. 운동-형태 결합과 관련된 연구들은 일차적으로 시각 형태가 운동 시스템 내에서 부호화되는가 아니면 운동과 형태가 분리된 시스템으로 부호화되는가를 밝히는 데 관심이 많았다. 따라서 표적과 배경자극이 동등하게 운동하는 상황에서 표적의 탐색 문제를 다루지는 못하였다.

망막 이심율이란 망막상이 응시점으로부터 떨어져 있는 정도를 말하는 것으로, 일반적으로 시각도(visual angle)로 나타낸다. 망막의 중심와(fovea)는 대략 1.5 내지 2°의 시각도를 갖는다. 망막 이심율이 증가할수록, 공간 해상도가 감소하고, 수용기세포의 수가 줄어들며, 수용장

(receptive field)의 크기가 증가한다. 그리고 단일 신경절 세포에 수렴하는 수용기세포의 수가 줄어들며, 외측상체와 시각피질에서의 표상이 축소됨으로써 대비 민감도가 감소하게 된다(Cannon, 1985; Rijdsdijk, Kroon, & van der Wilt, 1980). 나아가서 수용장의 크기가 커짐에 따라서 표적을 탐색할 때 더 많은 외측 억제가 발생하게 된다(Breitmeyer, 1984). 따라서 표적의 처리가 늦어지고 오류도 증가하게 된다.

Carrasco와 Katz(1992)는 안구운동이 가능하거나 가능하지 않은 상태에서 제시된 자극배열 속에서 방위가 다른 표적을 탐색할 때 망막 이심율의 역할을 알아보고자 하였다. 예컨대, 실험참가자들에게 수직선 배열 속에 45° 기울어진 대각선 표적이 들어있는지의 여부를 판단하도록 하였다. 이들은 안구운동 여부에 관계없이 일관되고 현저한 이심율 효과를 얻었다. 즉, 표적이 고정점에서 멀어질수록 탐색하는데 시간이 많이 걸렸으며 오류율도 증가하였다. 따라서 이심율 효과가 안구운동에 의한 것은 아니다. 방위와 색상이 결합된 자극들을 표적과 배경자극으로 사용한 시각탐색의 경우에도, 이심율 효과가 더 현저하게 관찰되었다는 사실을 제외하면 단일 세부특징 탐색의 결과패턴과 동일하였다(Carrasco, Evert, Chang, & Katz, 1995).

Carrasco와 그의 동료들은 이심율 효과를 대뇌 피질 표상의 확장(Carrasco & Frieder, 1997), 공간 해상도(Carrasco, McLean, Katz, & Frieder, 1998), 외측 억제(Carrasco & Chang, 1995) 등과 같은 시각 요인으로 설명하고 있다. 반면에 Wolfe, O'Neill, 그리고 Bennett (1998)는 이심율 효과가 공간 해상도나 민감도의 감소 또는 표적에 인접해서 제시되는 배경자극의 밀도 등에 의해 발생하는 부산물이 아니라고 강력하게 주장한다. 오히려 이러한 시각적 요인은 주의자원의 할당을 중재할 뿐이며, 응시점에 가까운 자극들은 주변에 제시된 자극들보다 더 많은 주의를 받기 때문에 이심율 효과가 나타나는 것이라는 결과를 제시하고 있다.

공간 해상도는 중심와로부터 멀어질수록 감소하지만(Lichtenstein, 1963; McColgin, 1960), 빠르게 운동하는 표적을 탐지해내는 상황에서는 망막의 주변영역에서 성과가 더 우수할 수 있다는 결과들이 있다(Bhatia, 1975; Brown, 1972). 운동하는 표적의 탐지가 중심와보다 주변영역에서 더 우수한 이유가 확정적으로 밝혀진 것은 아니지만 부분적으로는 해부학적인 측면에서 찾을 수 있다. 정보전달의 속도와 수용장 크기에서도 차이가 나며 신경 반응의 특성에서도 차이가 나는 두 유형의 신경절세포를 일반적으로 X세포와 Y세포라 부른다. Y세포는 X세포보

4) 다양한 시각적 배경자극들 속에서 표적을 찾아내는 과정을 일반적으로 시각탐색(visual search)이라고 부르며, 이러한 과정을 이용한 실험과제를 시각탐색과제라고 부른다. 시각탐색의 결과로 표적을 확인하게 되면, 그 표적이 탐지(detection)되었다고 말한다. 이 연구가 초점을 맞추고 있는 것은 탐색과정이지 아니라, 표적의 탐지이다. 따라서 특별히 과제를 언급하는 것이 아닌 한에 있어서는 탐지라는 표현을 사용하였다.

다 빠르고 순간적인 반응을 산출한다(Enroth-Cugell & Robson, 1966; Hoffman, 1973). X세포는 망막의 중심영역에서, 그리고 Y세포는 주변영역에서 더 많이 발견된다(Stone & Dreher, 1973). 이 사실은 중심영역에 있는 X세포는 시각 해상도를 최대화하도록 특수화된 반면, 주변영역에 있는 Y세포는 운동을 탐지하기 위해 특수화되었음을 시사한다(Breitmeyer, Love, & Wepman, 1974; Tolhurst, 1973).

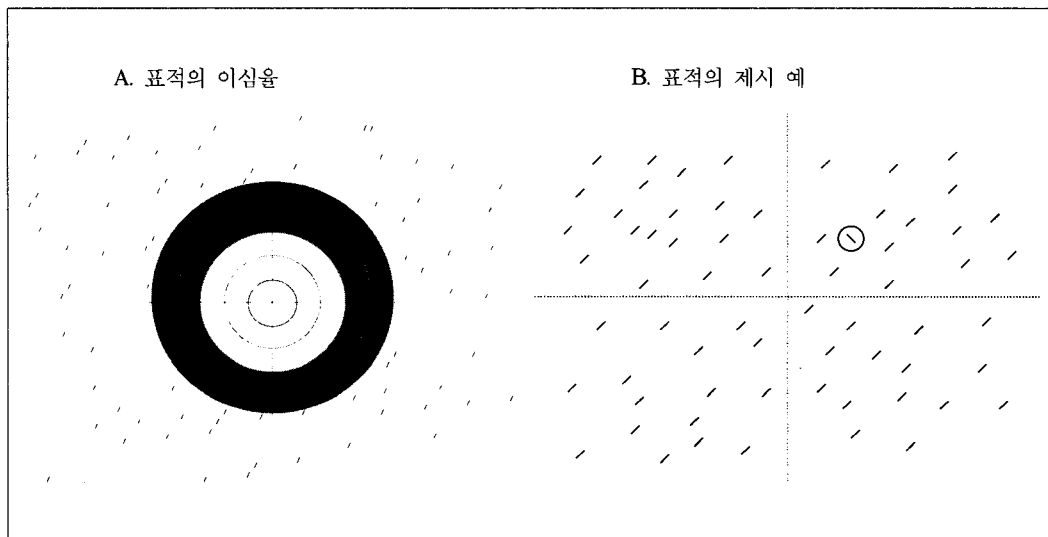
일반적으로는 표적이 정지되어 있을 때보다 운동할 때 빠르게 탐지된다고 할 수 있다. 그러나 표적이 시야의 중심에 제시되느냐 아니면 주변에 제시되느냐에 따라서 서로 다른 광수용기들이 작동하며, 관여하는 신경회로도 달라진다. 따라서 자극의 운동 여부 그리고 표적이 제시되는 망막의 이심율에 따라서 탐색 수행이 달라질 가능성이 있다.

Carrasco와 그의 동료들의 이심율 연구는 주로 표적과

컨대, 배경자극인 수직선분들 속에서 대각선분 표적을 탐색하거나, 대각선분 배경자극 속에서 수직선분 표적을 탐색하는 과제가 사용되었으며, 현저한 이심율 효과를 보여주었다. 그렇다면 표적과 배경자극의 방위가 직교적 관계를 가짐으로써 지각적으로 보다 현저한 대비를 이루는 경우에도 이심율 효과가 유지되는지를 알아볼 필요가 있다.

한편 실제 환경에서는 표면결을 구성하는 배경자극과 세부특징에서 차이나는 표적(이후 세부특징 표적)들도 쉽게 발견할 수 있다. 권오영과 신현정(2002)은 표적과 배경자극이 모두 정지되어 있는 상황에서는 방위 표적과 세부특징 표적의 탐지시간이 큰 차이를 보이지 않는 반면에, 모두 운동하고 있는 상황에서는 방위 표적이 세부특징 표적보다 훨씬 빨리 탐지된다는 결과를 보여주었다.

시각탐색과제를 사용한 두 실험을 실시하였다. 두 실험 모두에서 사용된 자극은 ‘/’, ‘//’, 그리고 ‘\’이었다. 배경자극은 모두 ‘/’로 구성하였으며, 세부특징에서 차이나



(그림 1) 실험에 사용된 기본 자극구성의 예. 그림 A는 표적의 이심율을 중심점으로부터 1cm 간격으로 동심원으로 나타낸 것이다. 이심율로 환산하면 1.6° 이내, 1.6-3.2°, 3.2-4.8°, 4.8-6.4°, 그리고 6.4-8.0°에 대응되었다. 그림 B는 표적을 원으로 테두리 하여 표시한 예이다(실제 실험에서는 물론 테두리가 없다). 여기서는 배경자극과 방위를 90° 달리 하고 있는 표적을 탐지하는 조건만 제시하였다.

배경자극이 모두 정지된 상황에 국한되어왔다. 이 연구에서는 정지되어 있거나 운동하고 있는 배경자극들 속에서 정지되어 있거나 운동하고 있는 표적을 탐지할 때, 표적이 제시되는 이심율의 효과를 알아보고자 하였다. 또한 표적 유형에 따른 효과도 검증하고자 하였다. 기존의 시각탐색에 관한 연구들은 주로 배경자극과 방위 차원에서 차이나는 표적(방위 표적)의 탐지에 초점을 맞추었다. 예

는 표적은 ‘//’이며, 방위차원에서 차이나는 표적은 ‘\’이었다(5). 표적의 이심율은 시야의 중심으로부터 반지름이

5) 대상의 부분을 참조하거나, 추상화된 모양을 기술하거나, 대상이 가지고 있는 기능이나 목적을 나타내는 속성을 성분 속성(component attribute)이라 한다(Garner, 1974). 성분 속성은 다시, 대상의 질적인 특성을 반영하는 세부특징(feature)과 양적인 특성을 반영하는 차원(dimension)으로 나누어 볼 수 있다. 차원의 경우에는 모든 대상이 그 차원 상에서 어떤

1cm씩 증가하는 다섯 개의 동심원 거리별로 구분하였다. 이 거리를 자극이 제시되는 모니터와 실험참가자의 눈 사이의 거리를 고려하여 이심율로 환산하면 1.6°이내, 1.6-3.2°, 3.2-4.8°, 4.8-6.4°, 그리고 6.4-8.0°에 대응되었다. 이 연구에서 이심율을 1.6°단위로 분할한 것이 특별한 의미를 갖는 것은 아니다. 예비연구에서 그리고 실험결과 분석에서 이심율의 효과를 가장 명료하게 나타낼 수 있는 급간이 1.6°에 해당하였기에 그 단위를 사용한 것이다. 실험 1에서는 표적과 배경자극이 모두 정지된 상황에서 표적의 유형과 이심율이 시각탐색에 미치는 영향을 알아보고자 하였으며, 실험 2에서는 표적과 배경자극이 모두 운동하는 상황에서 두 변인의 효과를 알아보고자 하였다. 그림 1은 이 연구에서 사용한 이심율과 표적의 제시를 도식적으로 나타낸 것이다.

### 실험 1. 정지상황에서 표적 유형과 망막 이심율

실험 1에서는 시각탐색과제를 사용하여 표적과 배경자극이 모두 정지된 상황에서 표적 유형과 이심율이 표적 탐지에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 이를 위해 이심율은 1.6° 간격으로 다섯 간격을 설정하였다. 표적 유형은 배경자극과 세부특징에서 차이나는 표적과 방위 차원에서 차이나는 표적을 선정하였다. 배경자극의 수는 100개로 하여, 가능한 한 배경자극들의 배열이 동질적이 되도록 하였으며, 그 위치는 시행마다 화면 전체에 무선향 시켰다.

#### 방법

**실험참가자.** 부산대학교에서 교양심리학을 수강하는 20명의 대학생이 수강생의 의무로 실험에 참가하였다. 이들은 방위 표적 탐색과제와 세부특징 표적 탐색과제를 모두 수행하였다.

**실험재료 및 도구.** VISUAL BASIC 6.0을 이용하여 실험에 사용할 자극을 구성하였다. 배경자극은 슬래시('/')이었으며, 방위 표적은 역슬래시('\'), 그리고 세부특징 표적은 더블 슬래시('//')이었다. 배경자극과 표적의 크기는 모두 직선 길이가 4mm가 되도록 하였다. 실험자극은 17인치 모니터에 제시되었으며 해상도는 1024 × 768이었다. 자극이 제시되는 모니터로부터 실험참가자의 눈

까지의 거리는 40cm가 되도록 하였다. 모든 과제에서 IBM 호환성 개인용 컴퓨터를 사용하여 자극 제시와 자료 수집을 제어하였다.

**실험절차.** 실험은 두 구획으로 나누어서 실시하였다. 한 구획에서는 방위 표적 탐색과제가 실시되었으며, 다른 한 구획에서는 세부특징 표적 탐색과제가 실시되었다. 구획의 제시순서는 실험참가자의 순번에 따라 교대가 되도록 하였다. 각 구획은 표적만 다를 뿐 절차는 모두 동일하였다.

먼저 모니터 상에 실험지시문을 제시하고 난 다음, 더 이상의 질문이 없는지를 확인한 후, 본 실험에 들어갔다. 화면 중앙에 '+' 표시가 응시점으로 300msec동안 제시되고, 다시 300msec가 지난 후에 표적과 배경자극을 동시에 제시하였다. 실험참가자의 과제는 표적이 어느 사분면에 제시되었는지를 탐지하여 키보드에서 해당 키를 누르는 것이었다. 자극배열은 참가자가 반응을 할 때까지 계속해서 화면에 제시되었다.

실험참가자는 오른손 집게손가락을 사용하여 표적이 제시된 사분면 영역을 해당 키보드에 입력하였다. 집게손가락 하나만을 사용하여 반응하게 한 것은 손가락을 두 개 이상 사용했을 때 반응시간에 영향을 미칠 수 있는 손가락 사이의 반응시간 차이를 제거하기 위해서였다. 실제로 권오영과 신현정(1999)은 컴퓨터 키보드를 누르는 행동에서 왼손가락들의 반응시간을 측정해 본 결과, 손가락 사이에 반응시간의 차이가 있었다. 즉, 집게손가락의 반응시간이 가장 빨랐다.

해당 키는 키보드 우측에 있는 5, 4, 1, 2의 숫자 키였으며 각각 1, 2, 3, 그리고 4사분면을 지칭하도록 하였다. 이때 화면에는 점선으로 X축과 Y축을 표시하여 사분면 영역을 명확히 구분해 주었다. 표적이 X축이나 Y축선 상에 나타나는 경우에는 판단의 어려움이 있을 수 있다. 이 문제를 제거하기 위해 제시되는 표적의 중심이 적어도 각 축의 선상에서 2/3가 넘도록 하였다. 실험참가자에게는 표적이 축 위에 나타날 경우 중심점이 포함된 영역을 기준으로 판단하도록 하였다.

실험방법의 숙지를 위해 15회의 연습시행을 실시하였으며, 매 반응에 대한 피드백이 제공되었다. 본 실험은 총 200시행이었으며 이때는 피드백이 제공되지 않았다. 표적은 각 이심율 조건마다 각 사분면에 균등하게 나타나도록 하였으며, 제시 위치는 무선향 시켰다(5 이심율 조건 × 4 사분면 × 10회). 시행간 간격은 300msec이었다. 실험참가자가 한 구획을 마치고 나면, 다음 구획을 하기 전에 약간의 휴식을 취하도록 하였다. 실험지시문을 읽는 시간과 연습시행을 제외하고 두 실험에 소요된 시간은

값을 가지게 마련이며, 세부특징은 대상이 보유하거나 보유하지 않는 성분을 말한다. 이 연구에서는 신현정(2000)의 정의에 따라 표적인 '/'가 배경자극인 '/'에는 없는 또 다른 '/'를 하나 더 보유하고 있다는 점에서 세부특징 표적으로 간주하였다.

대략 20분이었다.

**실험설계.** 독립변인은 표적 유형(세부특징, 방위)과 이심율(1.6°이내, 1.6-3.2°, 3.2-4.8°, 4.8-6.4°, 그리고 6.4-8.0°)이며, 둘 다 참가자내 변인이었다. 종속변인은 msec 단위로 측정된 표적의 탐지시간이었다.

**결과 및 논의**

우선 실험참가자들의 반응이 지나치게 늦거나(4,000 msec 이상) 빠른 경우(250 msec 이하) 그리고 오반응은 결과분석에서 제외하였다(실제로 제외된 반응은 1%가 되지 않았다). 자료를 표적 유형과 이심율 별로 정리한 결과가 <표 1>이며, 그 결과를 그래프로 나타낸 것이 (그림 2)이다. (그림 2)에서 보면, 전체적으로 이심율이 증가할수록 반응시간이 증가하는 경향이 있으며, 방위 표적(552.62 msec)이 세부특징 표적(627.85 msec)보다 압도적으로 빠르게 탐지되었다. 그런데 표적 유형에 따라서 이심율의 효과가 다소 다른 것으로 보인다. 방위 표적의 경우에는 이심율이 표적 탐지에 크게 영향을 미치지 않은 반면(완만한 U자 형태를 보이고 있다), 세부특징 표적의 경우에는 이심율이 표적의 탐지에 상당한 영향을 미치는 것으로 보인다.

표적 유형과 이심율을 참가자내 변인으로 한 반복측정 변량분석을 실시하였다. 그 결과 표적 유형의 주효과[F(1, 19) = 9.83, p < .01]와 이심율의 주효과[F(4, 76) = 16.75, p < .01]가 모두 통계적으로 유의하였다. 그러나 표적 유형과 이심율 사이의 상호작용도 통계적으로 유의한 것으로 나타났다[F(4, 76) = 11.91, p < .01]. 그림 2에서 보는 바와 같이, 방위 표적의 경우에는 이심율이 증가함에 따라서 완만한 U자형의 모습을 보이는 반면, 세부특징 표적의 경우에는 이심율의 증가에 따라서 탐지시간이 점진적으로 증가하고 있다. 이심율 별로 표적 유형의 단순주효과를 분석한 결과를 보면, 표적이 중심좌에 제시된 경우(1.6°이내)를 제외하고는 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이고 있다.

방위 표적을 탐지하는데 있어서 이심율 사이에 차이가 있는지를 알아보기 위해 이심율간 탐지시간의 차이검증을 실시하였다. 그 결과, 이심율이 가장 작은 수준(1.6°이내)일 때 중간 수준인 1.6-3.2°(p < .05), 3.2-4.8°(p < .01), 그리고 4.8-6.4°(p < .01) 수준보다 탐지시간이 느렸으며, 가장 넓은 수준(6.4-8.0°)과는 차이를 보이지 않았다(p > .10). 이러한 결과는 극단적인 주변시가 아닌 한에 있어서 방위 표적의 탐지는 오히려 주변시에서 용이할 수도 있다는 사실을 시사한다.

실험 1의 결과는 Carrasco와 Frieder(1997)의 결과와 극

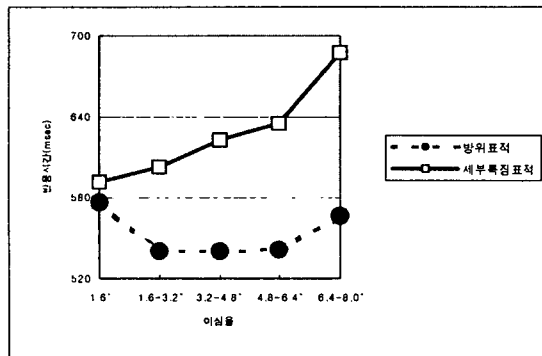
적인 대조를 이루고 있다. 이들은 방위표적의 탐색에서 (실험 1) 현저한 이심율 효과를 얻은 반면, 이 실험에서는 방위표적의 경우 이심율의 효과가 전혀 나타나지 않았으며, 오히려 미약하나마 역이심율 효과의 가능성을 보여주고 있다. 세부특징 표적의 경우에만 Carrasco와 Frieder(1997)의 결과와 유사한 이심율 효과가 나타났다.

현재로서는 명확한 이유를 제시할 수 없으나, 두 가지 가능성을 생각해볼 수 있겠다. 첫째, 과제와 차이점을 생각해볼 수 있다. Carrasco와 Frieder(1997)는 수직선분 배경자극(또는 대각선분 배경자극) 속에 대각선분 표적(또는 수직선분 표적) 하나가 들어있는지의 여부를 판단하도록 한 반면, 이 실험에서는 항상 존재하는 표적이 어느 사분면에 들어있는 것인지를 판단하는 것이었다. 첫 번째 차이점과 관련된 두 번째 차이점은 실험에 사용한 자극에 있다. Carrasco와 Frieder(1997)는 표적과 배경자극의 방향이 45° 차이나는 수직선분 또는 대각선분들을 사용한 반면, 이 실험에서는 표적과 배경자극이 90°의 차이를 보이는 즉 방향에서 직교적 관계를 가지고 있는 대각선분들을 사용함으로써 표적과 배경자극이 상대적으로 명확한 대비를 이루고 있다. 이 실험에서 실험참가자의 과제는 매 시행 존재하는 표적의 위치를 확인해내는 것이었다. 만일 Sagi와 Julesz(1987)가 제안하는 것처럼, 시각 탐색이 자극들의 독특한 특징을 찾아내는 것이라기보다는 자극배열에서 불연속성이나 불규칙성을 알아내는 것이라고 전제한다면, 부분적이거나 실험 1에서의 방위 표적 탐색결과를 설명할 수 있다. 사사분면 어느 곳에서든 불연속성이나 불규칙성이 나타나면 곧바로 반응할 수 있기 때문이다. 한편 중심와 영역에 제시된 표적의 경우에는 비록 쉽게 탐지된다고 하더라도 정확한 사분면을 확인하여 반응하는데 더 많은 시간이 소요되었을 가능성이 있다.

앞서 언급한 바와 같이, 세부특징 표적의 경우에는 명확한 이심율 효과가 나타났다. 이 경우에는 방위 표적과 달리, 불연속성이나 불규칙성을 알아차리는 것으로는 충분하지 않을 수가 있다. 표적과 배경자극의 방위가 동일하며, 표적은 두 대각선분이 가까이 근접해있다는 점 이외에는 배경자극들과 차이가 없다. 따라서 표적의 위치를 확인하기 위해서는 암묵적이든 명시적이든 자극에 주의를 기울여서 그 형태 또는 부가적 세부특징을 확인하는 작업이 선행되어야만 한다. 신경생리학적으로 응시점에 가까운 자극들은 주변에 제시된 자극들보다 더 많은 주의를 받기 때문에 이심율 효과가 나타난 것이라고 볼 수 있다(Wolfe 등, 1998).

<표 1> 정지상황에서 표적 유형과 이심율 별 평균 탐지시간 (괄호는 표준편차. 단위 msec)

표적 유형	이심율(retinal eccentricity)					전체
	1.6°이내	1.6-3.2°	3.2-4.8°	4.8-6.4°	6.4-7.9°	
방위	576.71 (110.40)	540.44 (75.09)	539.41 (84.16)	540.85 (74.84)	565.70 (100.77)	552.62
세부	591.85 (91.21)	602.21 (102.90)	621.96 (111.28)	635.55 (116.35)	687.66 (136.96)	627.85
특징						
전체	584.28	571.33	580.69	588.20	626.69	



(그림 2) 정지상황에서 표적유형과 이심율별 평균탐지시간

## 실험 2. 운동상황에서 이심율과 표적 유형

실험 2에서는 표적과 배경자극이 모두 운동하는 상황에서 표적의 유형과 이심율이 탐색에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 일반적으로 움직임 지각은 고정된 배경속에서 운동하는 표적을 탐지해내는 것이다. 그러나 시각운동의 중요한 정보원 중의 하나는 지각자가 스스로 운동할 때 주어진다. 자기운동(egomotion)의 결과로 시야의 전반적 움직임인 광학적 흐름(optic flow)이 만들어지는데, 지각자의 운동방향에 따라 시야는 상대적으로 확장, 수축, 전위, 또는 회전되게 된다. 이러한 광학적 흐름 패턴은 자동차나 비행기와 같이 빠르게 운동하는 도구에 탑승하고 있을 때 더욱 현저하게 경험할 수 있다. 여기서는 자극배열의 운동상황을 광학적 흐름의 전위(translation)에 국한하였다.

자극은 대각선 방향이나 수직수평방향으로 운동할 수 있다. 그런데 선행연구는 자극이 어느 방향으로 운동하든 지각에 세부특징 표적보다는 방위표적의 탐지가 신속하게 이루어진다는 결과를 보여주었다. 반면에 대각선 운동

의 경우에는 어느 대각선 방향으로 운동하느냐에 따라서 탐지시간에 차이가 있었다. 즉, 자극들이 좌상→우하 방향으로 운동할 때 표적이 가장 빨리 탐지되었다(권오영과 신현정, 2002). 따라서 실험 2에서는 자극들이 네 가지 대각선 방향으로 운동하는 조건을 포함시켰다.

### 방법

**실험참가자.** 경상대학교에서 교양심리학을 수강하는 80명의 대학생이 수강생의 의무로 실험에 참가하였다. 이들은 네 조건(대각선의 네 운동방향)에 각각 20명씩 무선 할당 되었으며, 방위 표적과 세부특징 표적 탐색과제를 모두 수행하였다.

**실험재료 및 도구.** 실험 1과 동일하였다. 다만 각 조건에 따라 자극이 대각선상에서 서로 다른 방향으로 운동하였다. 자극의 운동 속도는 초당 약 1.76cm가 되도록 하였으며 각 자극은 초당 4.5 프레임으로 제시되었다. 자극운동 방향은 일정하였으며 표적과 배경자극이 모두 운동을 하였다. 네 조건에서 자극의 운동방향은 각각 좌상→우하, 우하→좌상, 좌하→우상, 그리고 우상→좌하이었다.

**실험절차.** 실험 1과 동일하였다.

**실험설계.** 독립변인은 표적 유형(세부특징, 방위), 표적 이심율(1.6°이내, 1.6-3.2°, 3.2-4.8°, 4.8-6.4°, 그리고 6.4-8.0°), 그리고 자극 운동방향(대각선의 네 방향)이었다. 운동방향은 참가자간 변인이며, 나머지 두 변인은 참가자내 변인이었다. 그리고 종속변인은 표적의 탐색시간이었다.

### 결과 및 논의

<표 2>는 표적 유형과 이심율 그리고 운동방향별 평균 탐색시간을 정리한 것이며, 이 결과를 표적 유형별로 그래프로 나타낸 것이 (그림 3)과 (그림 4)이다. (그림 3과 4)에서 보는 바와 같이, 세부특징 표적과 방위 표적에 대한 탐색패턴이 이심율과 운동방향에 따라서 상당히 다른 것으로 나타났다. 운동방향의 측면에서 보면, 표적 유형에 관계없이 운동방향이 좌상→우하일 때 탐지시간이 가장 빨랐으며, 우하→좌상일 때 가장 느린 경향을 나타내었다. 표적 유형에서는 전반적으로 방위 표적의 탐지시간(그림 3)이 세부특징 표적의 탐지시간(그림 4)보다 빠른 경향을 나타내었다. 또한 방위 표적의 경우에는 이심율이

6) 운동속도를 이렇게 결정한 것에는 특별한 의미가 있는 것은 아니다. 예비조사를 통해서 이 속도가 표적의 탐지시간에 차이를 보일 수 있다는 사실이 찾아졌기 때문이다. 모니터와 실험참가자의 눈 사이의 거리가 대략 40cm인 것을 감안할 때, 만일 자극들이 100m 떨어져있는 것이라면, 운동속도는 초당 4.4m가 된다.

커짐에 따라서 탐지시간이 감소하는 경향성을 보인 반면, 세부특징 표적의 경우에는 이심율에 따른 차이를 보기 어려웠으며 미약하나마 U자형 패턴을 찾아볼 수 있었다. 이러한 결과는 표적과 배경자극이 모두 정지한 상황에서 탐지시간(실험 1)과 극적인 대조를 이루고 있다.

표적 유형, 이심율, 그리고 운동방향을 독립변인으로 한 변량분석을 실시하였다. 그 결과, 표적 유형의 주효과  $F(1, 76) = 38.42, p < .01$ , 이심율의 주효과  $F(4, 304) = 20.57, p < .01$ , 그리고 운동방향의 주효과  $F(3, 76) = 3.18, p < .05$ 가 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 앞서 언급한 바와 같이, 세부특징 표적보다는 방위 표적의 탐지시간이 빨랐으며, 이심율이 커질수록(즉, 표적이 중심에서 멀어질수록) 탐지시간이 빨라지는 특성을 보였으며, 좌상→우하로 운동할 때 가장 빨리 탐지되었다.

정지상황(실험 1)에서의 마찬가지로 운동상황에서도 표적 유형의 주효과가 나타났다. 이 결과에 근거할 때, 자극의 운동 여부에 관계없이 방위의 탐지가 세부특징의 탐지보다 우세하다고 잠정적으로 결론 내릴 수 있겠지만, 이 결과를 모든 세부특징이나 차원 속성에 일반화시킬 수는 없다. 실험 1에서 논의하였던 것처럼, 표적과 배경 자극의 유사성 또는 대비로 인하여, 방위 표적의 경우에는 배경자극 배열에서 불연속성이나 불규칙성을 알아채

는 것으로 충분한 반면, 세부특징 표적에서는 부가적인 세부특징을 확인해내야 하는 주의 할당이 선행되어야 한다고 볼 수 있기 때문이다.

이심율 효과를 보면, 운동상황에서 방위 표적은 자극의 운동방향에 관계없이 이심율이 증가함에 따라서 표적의 탐지시간이 일관성 있게 감소하는 역이심율 효과가 나타났다. 정지상황을 다룬 실험 1에서 방위 표적의 탐지시간이 완만한 U자 패턴을 보였던 것과 상당한 차이를 보이고 있다. 세부특징 표적의 경우에도 운동상황에서는 정지상황에서 나타났던 이심율 효과가 나타나지 않았다. 아마도 자극의 운동이 이심율 효과를 상쇄시킨 것으로 보인다. 응시점 주변, 즉 중심과 영역에 제시된 표적의 탐색시간이 상대적으로 길었던 것은, 실험 1에서도 논의 하였던 것처럼, 탐지의 어려움보다는 사사분면을 확인하여 반응하는 과정에서의 어려움을 반영한 것일 가능성이 있다.

그런데 무엇보다도 흥미를 끄는 결과는 표적 유형과 이심율 사이의 상호작용이 통계적으로 유의한 것으로 나타난 것이다  $F(4, 304) = 11.05, p < .01$ . 방위 표적의 경우에는 중심에서 멀어질수록 탐색시간이 감소하는 경향을 나타내는 반면에(그림 3 참조), 세부특징 표적자극의 경우에는 그러한 차이를 나타내지 않았다. 이심율의 주효과

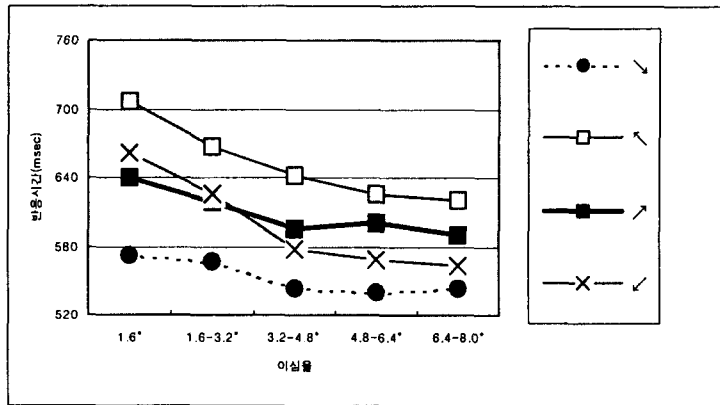
<표 2> 대각선 운동상황에서 표적 유형과 이심율 및 운동방향별 평균 탐지시간(괄호는 표준편차, 단위 msec).

운동 방향	표적 유형	이심율(retinal eccentricity)					전체
		1.6°이내	1.6-3.2°	3.2-4.8°	4.8-6.4°	6.4-8.0°	
↘	방위	571.80	566.35	543.05	538.85	544.15	552.84
	차원	(97.78)	(72.81)	(62.71)	(52.13)	(60.55)	
↘	세부	623.35	610.70	602.05	599.65	624.45	612.04
	특징	(93.12)	(95.66)	(68.06)	(68.08)	(73.33)	
↙	방위	705.55	667.60	642.45	625.40	620.10	652.22
	차원	(194.81)	(146.30)	(142.04)	(118.37)	(115.32)	
↙	세부	723.50	699.55	689.00	693.15	727.80	706.60
	특징	(183.96)	(161.64)	(132.43)	(111.56)	(123.46)	
↗	방위	640.70	618.45	595.80	600.15	589.20	608.86
	차원	(125.91)	(92.74)	(73.48)	(75.35)	(66.86)	
↗	세부	740.05	688.40	703.25	709.75	716.95	711.68
	특징	(146.62)	(153.58)	(183.24)	(193.26)	(229.80)	
↖	방위	661.15	625.75	576.70	567.70	562.85	598.83
	차원	(130.45)	(130.38)	(87.65)	(83.42)	(78.83)	
↖	세부	715.40	660.50	649.50	642.75	675.50	668.73
	특징	(172.39)	(148.62)	(123.05)	(121.21)	(146.65)	
전체		672.69	642.16	625.23	622.18	632.63	640.10

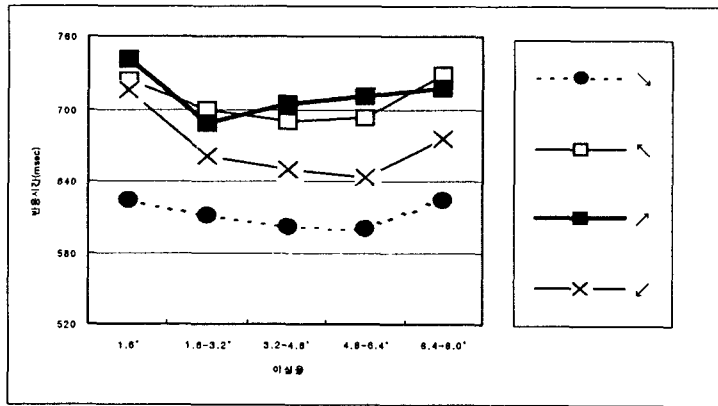
가 나타난 것은 바로 방위차원 표적 자극 때문이라고 할 수 있다.

이 결과를 실험 1의 결과와 비교해보았다. 방위 표적의 경우 전반적으로 정지상황에서의 탐지가 운동상황에서의 탐지보다 빠르다고 할 수 있다. 단지 운동방향이 우상→

되면 그 차이가 없어지는 경향을 나타내고 있다. 다소 비약적인 추론일수도 있으나, 세부특징 표적의 경우에도 자극 자체가 운동을 하는 경우에는 탐지 예민도가 떨어지지 않는다고 볼 수도 있다. 다시 말해서 주변시의 운동탐지 능력이 세부특징 탐지의 어려움을 보완하고 있다고



(그림 3) 대각선 운동상황에서 이심율과 운동방향에 따른 방위 표적의 평균 탐지 시간



(그림 4) 대각선 운동상황에서 이심율과 운동방향에 따른 세부특징 표적의 평균 탐지 시간

좌하일 경우에만 정지상황에서의 탐지시간에 대응되는 결과를 나타내고 있다. 그리고 정지상황에서는 이심율이 증가함에 따라서 탐지시간이 완만한 U자형 패턴을 보이는 반면, 운동상황에서는 점진적으로 감소하는 패턴을 보이고 있다.

세부특징 표적의 경우에는 또 다른 결과가 흥미를 끈다. 이심율이 작을 경우에는 운동상황에서의 탐지가 정지상황에서의 탐지보다 느린 반면에, 이심율이 아주 커지게

할 수 있다.

운동방향의 주효과 경우에는 좌상→우하 운동방향에서 탐지가 가장 빨랐는데, 이는 배경자극인 'I'가 향하고 있는 직선방향을 더욱 두드러지게 하기 때문인 것으로 보인다. 이러한 탐지 예민성은 'I'가 지향하는 방향과 자극의 운동방향이 이루는 체제화가 영향을 미쳤거나 좌상→우하의 운동방향 그 자체가 생리적 경향이나 경험적 습관과 관련되어 있을 수도 있다(운동방향에 대한 논의



는 권오영과 신현정, 2002 참조).

## 종합 논의

운동하는 상황에서 표적의 탐지는 교통수단 특히 항공기와 같이 매우 빠르게 운동하는 기기를 조정하는 상황에서 매우 중요한 문제가 된다. 대상이나 사물을 배경에서 분리하여 탐지하고 그 대상과 사물로부터 깊이와 거리를 정확하게 지각하는 것은 올바른 판단과 행동의 선결조건이 된다. 운동 상황에서 거리와 깊이를 판단하는데 영향을 미치는 요인들은 많다. 이 연구는 시각탐색과제를 사용하여 자극이 정지되어 있거나 운동하고 있는 상황에서 표적 유형과 이심율이 시각탐색에 미치는 영향을 밝혀보고, 운전이나 비행과 같은 현실 장면에서 적용 가능한 시사점을 얻고자 수행되었다.

실험 1에서는 표적과 배경자극이 모두 정지되어 있는 조건에서 표적 유형과 이심율에 따른 표적 탐색 패턴을 분석하였다. 전반적으로는 방위 표적의 탐색시간이 세부특징 표적의 탐색시간보다 빨랐으며, 이심율이 증가함에 따라 탐색시간이 증가하는 경향을 나타냈다. 그러나 방위 표적의 탐색시간은 이심율이 증가함에 따라 완만한 U자 형태를 취하는 반면, 세부특징 표적의 탐색시간은 이심율이 증가함에 따라 점진적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 즉, 두 번인 사이의 상호작용이 있었다.

이러한 결과는 Carrasco와 그의 동료들이 수행한 연구에서 얻어진 이심율 효과와 상당한 차이를 보이고 있다. Carrasco와 그의 동료들은 배경자극과 방위차원에서 45° 차이 나는 표적을 탐색하거나(Carrasco & Katz, 1992; Carrasco & Frieder, 1997), 방위차원과 색상이 결합된 결합표적(conjunction target)을 탐색할 때(Carrasco, Evert 등, 1995; Carrasco & Frieder, 1997; Carrasco, McLean 등, 1998) 상당한 이심율 효과를 발견하였다. 그러나 이 연구에서는 세부특징 표적에서만 이심율 효과가 얻어졌으며, 이들이 사용한 자극과 유사한 방위 표적에서는 오히려 이심율 효과가 찾아지지 않았다. 현재로서는 그 이유를 명확하게 제시할 수 없으나, 실험에 사용한 자극 유형의 차이와 과제의 차이에 의한 것일 가능성이 크다. Carrasco와 그의 동료들의 연구에서는 배경자극들 속에 표적이 들어있는지를 판단하는 과제가 사용된 반면, 이 연구에서는 항상 존재하는 표적의 위치를 확인하는 과제를 사용하였다. 아마도 Sagi와 Julesz(1987)가 지적한 바와 같이, 배경자극들과 직교관계를 가지고 있는 방위 표적의 경우에는 사사분면 어느 곳에서도 불연속성이나 불규칙성을 확인하는 것으로 충분한 반면, 세부특징 표적의 경우에는

주의를 할당하여 부가적인 세부특징을 확인하는 과정이 수반되었을 가능성이 있다. 물론 이것은 앞으로 경험적으로 검증해보아야 할 문제이다.

실험 2에서는 표적과 배경자극이 모두 운동하는 상황에서의 표적 탐색 패턴을 알아보았다. 실험 1의 결과와 마찬가지로 표적 유형과 이심율 사이의 상호작용이 통계적으로 유의하게 나타났다. 그러나 그 이유는 전혀 달랐다. 자극이 운동할 때는 세부특징 표적의 탐색이 이심율의 영향을 거의 받지 않았으며(실험 1의 정지 상황에서는 이심율이 증가할수록 세부특징 표적의 탐색시간이 점진적으로 증가하였다), 방위 표적의 탐색은 이심율이 증가함에 따라서 점차 빨라지는 역이심율 효과가 얻어졌다(실험 1의 정지 상황에서는 이심율이 큰 영향을 미치지 않았다). 이러한 결과는 자극들이 운동을 할 때의 표적 탐지가 중심시보다는 주변시에서 더 예민하다는 생리적 기제에 의한 것일 수도 있으나, 실험 1의 경우와 마찬가지로 실험에 사용한 자극과 과제의 특성에 의한 것일 가능성도 있다.

항공기처럼 빠르게 운동하는 교통수단에 탑승하고 있는 조종사에게 가장 어려운 과제중의 하나는 항공기를 안전하게 착륙시키는 것이다. 착륙을 어렵게 만드는 여러 가지 요인이 있을 수 있겠지만, 일차적으로는 시각참조물과 같은 표적 탐지가 제대로 이루어지지 않기 때문이라고 볼 수 있다. 특히, 현재 공항에서는 참조해야 할 대상이 활주로와 같은 수직패턴을 유지하고 있기 때문에 참조가 더욱 어려운지도 모른다. 따라서 다소 막연하고 비약적이긴 하지만 Carrasco와 그의 동료들이 사용하였던 자극과 유사하게 수직패턴들 속에 방위와 같은 차원에서 차이 나는 특정 자극들이 운동하는 상황을 구성해본다면 조종사가 착륙을 행할 때 거리와 깊이 지각에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

이 연구에서는 지극히 단순한 자극만을 사용하였다. 배경자극은 슬래시(/)이었으며, 방위 표적은 역슬래시(\), 그리고 세부특징 표적은 더블 슬래시(//)이었다. 제시된 자극의 크기와 운동속도 등도 임의적으로 결정되었다. 따라서 이 연구의 결과가 실제 상황에 적용될 수 있는 일반화 가능성은 많은 후속 연구가 이루어진 후에 나 가능하겠다.

## 참고 문헌

- 권오영, 신현정 (1999). 비행기 착륙시 진입각 판단에 미치는 요인: 진입각 지시등의 배열, 거리 및 활주로 단서. 한국 실험 및 인지심리학회 여름학술대회발표 논문집,

- 43-52
- 권오영, 신현정 (2002). 시각탐색에서 표적의 유형과 출현위치 효과. *한국심리학회지: 실험 및 인지*, 14, 127-143.
- 신현정(2000). 개념과 범주화. 서울: 아카넷.
- Berger, R. C., & McLeod, P. (1996). Display density influences visual search for conjunctions of movement and orientation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22, 114-121.
- Bhatia, B. (1975). Minimum separable as a function of speed of moving object. *Vision Research*, 15, 23-33.
- Breitmeyer, B. (1984). *Visual masking: An integrative approach*. New York: Oxford University Press.
- Breitmeyer, B., Love, R., & Wepman, B. (1974). Contour suppression during stroboscopic motion and metacontrast. *Vision Research*, 14, 1451-1456.
- Brown, B. (1972). Resolution thresholds for moving targets at the fovea and in the peripheral retina. *Vision Research*, 12, 293-304.
- Cannon, M. W. Jr. (1985). Perceived contrast in the fovea and periphery. *Journal of the Optical Society of America*, 2, 1760-1768.
- Carrasco, M., Chang, I. (1995). The interaction of objective and subjective organizations in a localization search task. *Perception & Psychophysics*, 57, 1134-1150.
- Carrasco, M., Evert, D. L., Chang, I., & Katz, S. M. (1995). The eccentricity effect: Target eccentricity affects performance on conjunction searches. *Perception & Psychophysics*, 57, 1241-1261.
- Carrasco, M., & Frieder, K. S. (1997). Cortical magnification neutralizes the eccentricity effect in visual search. *Vision Research*, 37, 63-82.
- Carrasco, M., & Katz, S. (1992). *The effect of target position in a feature visual search task*. Paper presented at the annual meeting of the Eastern Psychological Association, Boston.
- Carrasco, M., McLean, Katz, S., & Frieder, K. S. (1998). Feature asymmetries in visual search: Effects of display duration, target eccentricity, orientation, and spatial frequency. *Vision Research*, 38, 347-374.
- Driver, J., & McLeod, P. (1992). Reversing visual search asymmetries with conjunctions of movement and orientation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 22-33.
- Enroth-Cugell, C., & Robson, J. G. (1966). The contrast sensitivity of retinal cells of the cat. *Journal of Physiology(London)*, 187, 517-522.
- Garner, W. R. (1974). *The processing of information and structure*. New York: Wiley.
- Gorea, A., & Papathomas, T. V. (1993). Double-opponency as a generalized concept in texture segregation illustrated with stimuli defined by color, luminance and orientation. *Journal of Optical Society of America A*, 10, 1450-1462.
- Hoffman, K. P. (1973). Conduction velocity in pathways from retina to superior colliculus in the cat: A correlation with receptive-field properties. *Journal of Neurophysiology*, 36, 409-424.
- Lichtenstein, M. (1963). Spatio-temporal factors in cessation of smooth apparent motion. *Journal of Experimental Psychology*, 53, 302-306.
- McColgin, F. H. (1960). Movement threshold in peripheral vision. *Journal of the Optical Society of America*, 50, 774-779.
- McLeod, P., Driver, J., & Crisp, J. (1988). Visual search for a conjunction of movement and form is parallel. *Nature*, 332, 154-155.
- Müller, H. J., & Maxwell, J. (1994). Perceptual integration of motion and form information: Is the movement filter involved in form discrimination? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 397-420.
- Müller, H. J., & von Mühlenen, A. (1999). Visual search for conjunctions of motion and form: The asymmetry for easy-to-discriminate targets depends of practice. *Visual Cognition*, 6, 385-408.
- Rijsdijk, J. P., Kroon, J. N., & van der Wilt, G. J. (1980). Contrast sensitivity as a function of position on the retina. *Vision Research*, 20, 235-241.
- Sagi, D., & Julesz, B. (1987). Short range limitation on detection of feature differences. *Spatial Vision*, 2, 39-49.
- 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.
- Stone, J., & Dreher, B. (1973). Projection of X- and Y-cells

- of the cat's lateral geniculate nucleus to areas 17 and 18 of the visual cortex. *Journal of Neurophysiology*, 36, 551-567.
- Tolhurst, D. J. (1973). Separate channels for the analysis of the shape and the movement of a moving visual stimulus. *Journal of Physiology(London)*, 231, 385-402.
- von Mühlenen, A., & Müller, H. J. (1999). Visual search for motion-form conjunctions: Selective attention to movement direction. *Journal of General Psychology*, 126, 289-317.
- von Mühlenen, A., & Müller, H. J. (2000). Perceptual integration of motion and form information: Evidence of parallel-continuous processing. *Perception & Psychophysics*, 62, 517-531.
- von Mühlenen, A., & Müller, H. J. (2001). Visual search for motion-form conjunctions: Is form discriminated within the motion systems? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27, 707-718.
- Wolfe, J. M., O'Neill, P., & Bennett, S. C. (1998). Why are there eccentricity effects in visual search? Visual and attentional hypotheses. *Perception & Psychophysics*, 60, 140-156.

접 수	2003년 3월 03일
게재승인	2003년 9월 08일