

표적 단서와 탐색 배열 출현 시점 사이의 시간 간격이 표적 형판 형성에 미치는 영향*

장 준 하

현 주 석[†]

중앙대학교 심리학과

본 연구는 단순 세부특징 및 결합 탐색 과제 수행 시, 탐색 배열 제시 직전에 주어지는 시간의 양이 표적에 대한 탐색 형판을 형성하는 데에 미치는 영향을 조사하였다. 이를 위하여 탐색 개시에 앞서 표적을 정의하는 사전단서들을 제공한 뒤 사전단서의 소멸 시점과 탐색 배열의 제시 시점간의 간격 즉 자극 간 지연 시간을 실험 1의 경우 50, 500 및 1500ms로, 실험 2에서는 100, 300, 500 및 700ms로 변화시켰다. 실험 1의 탐색 배열로는 색상 방위 막대 자극이 사용되었으며, 단일 세부특징 차원에 대한 탐색이 요구된 단순 세부특징 탐색 조건의 경우 자극 간 지연 시간의 변화에도 불구하고 반응시간의 변화가 크지 않았다. 반면 두 세부특징 차원에 대한 탐색이 요구된 결합 탐색 조건에서는 자극 간 지연 시간의 증가에 따라 탐색 수행이 점차 신속해지는 것이 관찰되었다. 실험 2에서는, 랜돌트 C (Landolt C) 자극을 사용한 결과 결합 탐색 뿐만 아니라, 단순 세부특징 탐색 조건에 있어서도 자극 간 지연 시간의 증가에 따른 반응 시간의 감소가 나타났다. 특히 이러한 패턴은 단순 세부특징 탐색 조건의 경우 100ms과 300ms 구간 그리고 결합 탐색의 경우는 300ms과 500ms 구간에서 분명한 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 표적 형판을 구성하는 세부특징의 범주 및 그에 따른 복잡성이 효과적인 표적 형판을 형성하기 위한 최소 시한을 결정하며, 둘 이상의 세부특징에 대한 고려가 요구되는 결합 탐색 과제의 경우 적어도 300ms에서 500ms의 시간이 요구될 가능성을 시사한다.

주요어 : 시각탐색, 표적 형판, 결합 탐색, 단순 세부특징 탐색

* 본 연구는 2010년도 정부재원(교육부 인문사회연구역량강화사업비)으로 한국 연구재단의 지원(NRF-2010-327-B00832)을 받아 수행되었음.

[†] 교신저자 : 현주석, 중앙대학교 심리학과, (156-756) 서울특별시 동작구 흑석로 84
Email : jshyun@cau.ac.kr

우리는 매일 무언가를 찾으면서 살아간다. 단순히 물을 마시는 일만 해도 주방 선반의 다양한 그릇 중 컵을 찾아내고 음식으로 채워진 냉장고 안에서 물병을 찾아야만 한다. 이러한 탐색과제는 간단한 일상생활에서 뿐만 아니라, 공항 검색대 혹은 전투기 계기판과 같은 상황에서도 흔히 요구된다. 그럼에도 불구하고 기존의 고전 연구들은 시각탐색 자체의 특성을 알아보기 보다는 주의 자원의 특성 혹은 공간적 주의의 특성 등을 알아보기 위한 일종의 도구로서 탐색과제를 활용한 경우가 많았다(Cave & Kim, 1995; Cepeda, Cave, Bichot & Kim, 1998; Hoffman & Nelson, 1981).

최근 들어서는 주의뿐만 아니라, 시각 탐색 과제 자체의 특성에 대한 연구들이 활발하게 진행되고 있으며, 특히 시각작업기억(visual working memory) 내에 저장된 표상이 시각탐색 과제의 수행에 영향을 미친다는 연구 결과들이 보고되고 있다(Woodman & Luck, 2004; Henderson, Weeks & Hollingworth, 1999). 예를 들어, Mannan 등(2010)은 참가자로 하여금 작업기억 내에 특정한 색상을 기억하도록 요구한 뒤 탐색 과제를 수행시켰을 때, 탐색 배열 중 작업기억 내의 표상과 일치하는 색상 자극이 있을 때 그 자극의 위치로 초기 안구 도약 운동(saccade)이 발생하는 것을 확인하였다 뿐만 아니라 유사한 검증을 시도한 또 다른 연구들은 탐색 배열 내의 방해 자극 중 작업기억에 저장된 도형과 동일한 세부특징을 가진 자극이 있을 경우 상이한 세부특징들을 보유한 방해 자극들만이 있을 때 보다 탐색 수행이 저하되는 것을 관찰하였다(Olivers, Meijer, & Theeuwes, 2006; Soto, Hodsoll, Rotshtein, &

Humphrey, 2008).

이와 같은 연구 결과들은 시각작업기억 내에 저장되어 의식적 처리 즉 주의 집종의 대상이 된 기억표상은 하향적(top-down) 그리고 자동적인 처리 과정을 촉발시키며, 일종의 탐색 형판(search template) 혹은 표적 형판(target template)의 역할을 수행함으로써 탐색 과제의 효과적인 수행을 돕고 있음을 의미한다. 특히 탐색 형판이 여러 기억 시스템 중 시각작업기억에 저장된다는 분명한 증거가 최근 발견되었는데 예를 들어, Woodman과 Arita (2010)는 탐색 배열의 제시 이전에 그 배열 내에 포함되어 제시될 표적을 미리 사전단서로 제시하여 표적과 관련된 탐색 형판을 형성하도록 처치하였다. 그 결과, 사전단서가 사라진 직후로부터 탐색 배열의 출현 시점까지 사전단서의 표상을 시각작업기억에 저장하고 능동적으로 유지(maintain)했음을 보여주는 뇌파 신호인 대측지연활동(contralateral delay activity; CDA)이 분명하게 관찰되었다.

기억 내에 형성된 탐색 형판이 뒤이어 수행되는 시각탐색에 미치는 영향에 대한 또 다른 연구들은 형성된 탐색 형판의 특성이 초래하는 탐색 수행 능력의 변화에 대해 좀 더 구체적인 설명들을 제공한다. 예를 들어 최근 연구들은 표적의 범주 정보나 언어적 단서와 같이 추상적인 사전단서들보다는 표적과 시각적으로 유사한 사전단서들을 미리 제시하였을 때, 단서에 뒤이어 수행되는 탐색 과제에서의 탐색 효율성이 향상된다는 사실을 보고하였다(Theeuwes & van der Burg, 2011; Wu et al., 2013). 또한 사전단서를 시각적으로 제시하더라도 실제 표적보다 크기가 작거나 회전된 것

과 같이 다소 변형된 사전단서보다는 물리적으로 정확하게 일치하는 사전단서인 경우 표적 탐색이 좀 더 신속해지는 것이 관찰되었다(Vickery, King, & Jiang, 2005). 이러한 결과들은 시각작업기억에 형성되는 탐색 형판의 속성에는 사전단서의 추상적 범주 정보만이 아니라 매우 구체적인 물리적 정보까지도 포함되어 있음을 시사한다. 따라서 탐색표적에 대한 사전 정보들이 구체적일수록 그에 따른 탐색 형판 또한 구체적이며, 형성된 형판이 구체적일수록 뒤이어 시도되는 탐색 수행 시 표적의 유무를 보고하는 것이 신속하고 정확해질 가능성이 크다.

일상생활에서 요구되는 탐색 과제에서는 표적에 대한 정보가 앞서 실험실 연구들에서처럼 시각적 혹은 언어적 형태만으로 제공되는 않는다. 예를 들어, 경우에 따라서는 탐색 과제에서의 표적은 표적을 암시하는 단편적인 정보들이 제공 시점과 위치를 달리하여 산발적으로 나뉘어 제공되기도 하고, 때로는 전체 정보들이 아닌 그 일부만이 제공되기도 한다. 이러한 상황에서는, 분리되어 제시되는 정보들을 잘 취합하여 되도록 표적에 대한 표상을 시각작업기억 내에 정확히 형성하는 것이 매우 중요해진다.

그렇다면, 둘 이상의 세부특징으로 구성된 탐색 배열의 제시에 앞서 표적의 개별 세부특징 정보들을 시야의 서로 다른 위치에 사전단서로 제공했을 때, 이를 토대로 정확한 탐색 형판을 시각작업기억에 형성하는 데에는 어느 정도의 시간이 요구될까? 탐색 형판을 형성하기 위해서는 먼저, 시야에 제시된 시각자극의 감각 표상에 대한 기억 공고화가 요구된다.

기억 공고화에 소요되는 시간을 추정한 과거 연구들은, 알파벳 글자와 같은 추상적인 자극의 경우 자극의 지각적 처리를 포함하여 대략 500ms 정도가 소요되는 반면(Shapiro & Raymond, 1994; Chun & Potter, 1995; Jolicoeur & Dell'Acqua, 1998), 네 개의 색상 도형에 대한 감각 표상을 공고화하는 데에는 대략 200ms의 시간(50msec/item)이 소요됨을 보고한 바 있다(Vogel, Woodman, & Luck, 2005). 이러한 기존 연구 결과에 기초할 때, 탐색 표적에 대한 사전단서의 감각 표상을 기억에 공고화하는 과정에서 사전단서가 요구하는 정보처리 복잡성의 정도나 공고화가 요구되는 단서의 세부특징 개수 등에 따라 뒤이은 탐색 수행에 분명한 차이가 나타날 가능성이 있다.

본 연구에서는 표적을 정의하는 세부특징 정보들을 시야의 서로 다른 위치에 분리 제시하고 단순 세부특징 탐색 혹은 결합 탐색을 요구하였으며, 이러한 요구 아래 정확하고 신속한 탐색을 수행하기 위한 표적 형판의 형성에 요구되는 시간의 양을 추정하였다. 이를 위해 사전단서의 종료시점(offset)에 뒤 이은 탐색 배열의 출현시점(onset) 간의 시간 차이를 변화시켜 탐색 형판을 형성하기 위한 시간이 상대적으로 부족한 경우와 반대로 충분할 경우 탐색 수행이 어떻게 변화하는지를 서로 비교하였다.

실험 1에서는 색상 방위 막대를 사용하여 색상과 방위 세부특징 각각에 대한 단순 세부특징 탐색 과제를 요구하거나 혹은 색상-방위 결합 탐색을 요구하였다. 이 때 사전단서의 종료시점과 탐색 배열의 출현시점의 시간 간격은 50ms, 500ms 그리고 1500ms로 변화시

켰다. 실험 2에서는 색상 랜돌트 C 자극을 사용하여 자극의 색상 혹은 랜돌트 틱새 방향에 기초한 단순 세부특징 탐색을 요구하거나, 두 세부특징 모두에 대한 결합 탐색을 요구하였다. 뿐만 아니라, 탐색 배열에 제시되는 항목의 개수를 실험 1에 비해 증가시켰으며, 사전 단서와 탐색 배열의 시간 간격으로 100, 300, 500 혹은 700ms가 시도되었다.

탐색 배열의 출현에 앞서 제시된 표적 단서가 시각작업기억에 먼저 저장된 후 탐색 과제 수행에 활용되며(Mannan et al., 2010; Olivers et al., 2006; Soto et al., 2008), 이러한 표적 단서들에 대한 감각적 표상이 시작작업기억 표상으로 전환되기 위해서는 공고화 시간(consolidation time)이 요구된다는 점은 비교적 분명하다(Vogel et al., 2005; Jolicoeur & Dell'Acqua, 1998). 실험 1과 2에서와 같이 표적을 정의하는 세부특징 단서들이 시야의 서로 다른 위치에 제각기 분리 제시되더라도, 단서들 중 특정한 하나의 개별 세부특징 차원에 대한 탐색이 요구된다면 참가자는 그 단일 차원의 세부특징 단서에 대한 기억공고화만을 선별적으로 시도할 가능성이 크다. 반면 단서들 중 둘 이상의 세부특징 차원을 모두 고려할 것을 요구하는 결합 탐색이 요구된다면, 참가자가 기억공고화를 시도하게 될 대상의 세부특징 차원은 앞서 단순 세부특징 탐색이 요구된 경우보다 상대적으로 늘어나게 된다. 따라서 단순 세부특징 탐색에 비해 결합 탐색이 요구될 경우 탐색 형판의 형성을 위한 기억공고화 과정에 소요되는 시간이 상대적으로 증가할 가능성이 있다(Wilschut, Theeuwes, & Olivers, 2013).

사전단서와 탐색배열 출현 시점 간의 시간을 제한하는 것은 뒤이어 시도되는 탐색 과제가 단순 세부특징 탐색인지 아니면 결합 탐색 과제인지에 따라 탐색 수행에 각기 다른 영향을 미칠 가능성이 있다. 구체적으로 단서와 탐색 배열 간 시간 간격을 제한할 경우, 단서에 뒤이어 수행되는 탐색 과제가 단일 세부특징에 대한 기억 공고화를 요구하는 단순 세부특징 과제일 경우 신속한 탐색이 가능할 것이다. 반면에 단서에 뒤이어 시도되는 탐색 과제가 둘 이상의 세부특징 차원 모두에 대한 기억 공고화를 요구하는 결합 탐색 과제일 경우 탐색과 탐색 배열 간 시간 간격의 제한은 탐색 수행을 방해할 수 있다. 실험 1과 2에서는 이와 같은 예측에 기초해, 표적 단서와 뒤이어 제시되는 탐색 배열 간의 시간 간격을 증감시켜 그에 따른 탐색 수행 시간의 변화를 조사하였다.

실 험 1

실험 1에서는 표적을 지정하는 사전단서를 탐색배열의 출현 이전에 미리 제시하여 매 개별 시행마다 표적에 대한 탐색 형판을 형성하도록 처치하였다. 특히 단서에 뒤이어 시도될 탐색 과제의 유형을 단일 세부특징 혹은 결합 탐색 과제로 지정함으로써 참가자로 하여금 특정한 단일 세부특징 차원에 대한 기억이 요구되는 단순 세부특징 탐색을 시도하거나 혹은 두 세부특징 차원 모두에 대한 기억이 요구되는 결합 탐색을 시도하도록 처치하였다.

이를 위해 실험 1에서는 색상방위 막대(colored orientation bar)로 구성된 탐색 배열을

사용하였으며, 표적의 색상을 지정하는 사전 단서로는 상자 모양의 색상 도형 그리고 표적의 방위 차원을 지정하는 사전단서로는 특정 방위를 지닌 막대 모양의 자극을 사용하였다. 색상과 방위 두 차원을 지정하는 사전단서에 기초해 참가자는 개별 시행 구획 내에서 특정 단일 차원만을 선택해 단순 세부특징 차원에 대한 탐색을 시도하거나 혹은 두 차원 모두에 대한 결합 탐색을 시도하였다. 이 때 사전단서의 종료시점과 탐색 배열의 출현 시점까지의 자극 간 지연간격을 50, 500 그리고 1500ms로 변화시켜 이러한 시간 간격 변화가 탐색 과제 수행에 미치는 영향을 알아보았다.

단순 세부특징 탐색의 경우에는 제시된 사전단서에 기초해 탐색 수행과정에서 그 단서의 표상을 표적 형판으로 직접 사용할 수 있기 때문에 두 세부특징 정보를 결합한 탐색 형판의 형성이 요구되는 결합 탐색에 비해 더 빠르게 탐색 수행이 가능할 것으로 예측하였다 (Treisman, 1988).

방 법

참가자 중앙대학교에 재학 중인 총 12명의 대학생들이 소정의 금액을 지급받고 유급 참가자로 실험에 참가하였다. 모든 참가자들은 오른손잡이였으며, 정상색신과 정상 시력 혹은 그에 준하는 교정시력을 보고하였다. 본 실험에 시작하기에 앞서 실험자는 실험에 대한 간략한 설명을 서면과 지시를 통해서 참가자들에게 제공하였다.

자극 및 절차 그림 1에 실험 1에 사용된 자

극과 절차를 도해하였다. 모든 자극은 실험 참가자의 눈에서 60cm 떨어진 17인치 LCD 모니터 화면에 제시되었다. 배경화면은 균질한 회색이었으며, 매 시행 처음에 화면 중앙에 위치하는 검은 색 원($0.33^\circ \times 0.33^\circ$)이 응시점으로 500ms 동안 제시되었다. 참가자들은 실험을 수행하는 동안 이 점에 주의를 기울이도록 지시받았다. 시행이 시작되면, 화면에 색상과 방위 차원의 두 사전단서가 색상 사각형($1.10^\circ \times 1.10^\circ$)과 방위 막대($0.27^\circ \times 1.10^\circ$)로 동시에 제시되었다. 색상 세부특징 탐색 배열은 서로 현저히 구분되는 빨강색 혹은 초록색의 색상 사각형($1.10^\circ \times 1.10^\circ$)으로 구성되었으며, 방위 세부특징 탐색 배열은 수직 혹은 수평 방위 막대($0.27^\circ \times 1.10^\circ$)로 구성되었다. 이 두 사전단서들은 화면의 정 중앙에서 1.97° 떨어진 시야 좌우 양쪽에 위치하였으며 각 단서가 좌우 위치에 출현할 확률은 동일하였다(50%). 사전단서가 화면에서 사라진 이후에는 곧바로 회색의 빈 화면이 일정 시간 제시되었고 뒤이어 탐색 배열이 제시되었다.

색상 세부특징 탐색의 경우, 표적의 색상은 두 사전 단서 중 사각형의 색상에 해당되었으며 방해자극은 그와는 다른 색상으로 구성되었다. 예를 들어, 사전 단서 사각형이 빨강색이었다면 뒤이어 제시되는 탐색 배열의 항목은 표적 있음 시행의 경우 표적에 해당되는 하나의 사각형과 초록색의 나머지 사각형들로 구성되거나 혹은 그 반대의 경우가 가능하였다. 또한 사전 단서 막대의 방위가 수직 방위였다면 탐색 배열은 하나의 수직 막대와 수평 방위의 나머지 막대들로 구성되거나 혹은 그 반대가 가능하였다. 결합 탐색의 경우에는 두

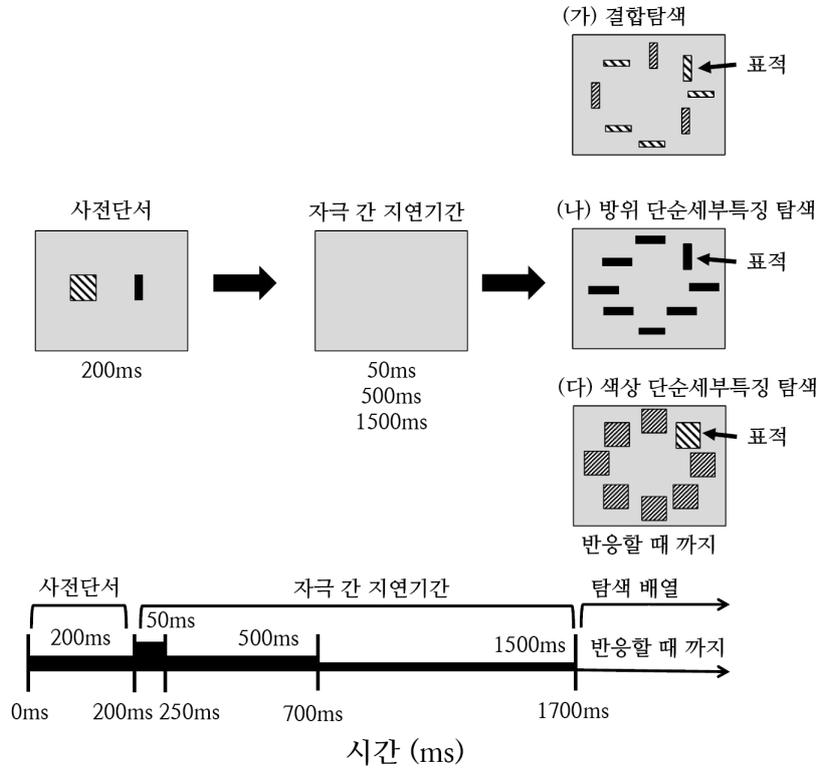


그림 1. 실험 1에서 사용된 자극과 절차. 사전단서는 탐색 유형과 관계없이 색상과 방위 정보가 분리되어 제시되지만, 탐색 배열내의 탐색 항목들은 탐색 유형 조건에 따라 각기 다르게 제시되었다. 개별 탐색 과제 조건은 구체화 되었으며 각 구체 이전엔 참가자에게 과제 유형(단순 vs 결합)을 알려주었다.

사전 단서의 색상과 방위 정보를 모두 고려하도록 요구하였다. 예를 들어 사전단서로 빨간 사각형과 수직 막대가 제시되었다면, 그 시행의 표적은 빨간 수직 막대였으며 방해자극으로는 초록 수직 막대 혹은 빨간 수평 막대가 무선 선택되어 제시되었다. 모든 자극들은 중앙으로 부터 0.56° 떨어진 위치에 제시되었으며, 각 자극들은 서로 동일한 간격을 두고 떨어져서 제시되었다. 전체 탐색과제에서 50%의 확률로 표적이 제시되었으며, 나머지 시행에서는 탐색 배열 내에 표적이 포함되지 않았다. 또한 탐색 배열 내의 탐색 자극의 수는 여덟

개였다.

실험이 시작되면 표적 색상과 방위 정보를 지시하는 사전단서가 200ms 동안 화면에 제시되며, 이후 빈 화면이 50, 500 혹은 1500ms 동안 출현하였는데 이러한 세 수준의 자극 간 지연 시간은 시행 간에 걸쳐 무선화 되었으며 구체 내에서 동일한 비율의 시행 수를 가지도록 처치되었다. 빈 화면 제시 이후 곧바로 탐색 배열이 화면에 제시되었으며 실험 참가자가 반응을 완료할 때까지 화면상에 제시되었다. 참가자들은 매 시행에서 탐색 배열 내에 제시되는 표적의 유무를 키보드 상의 두 단추

(“Z” 또는 “/”)를 눌러 보고하였다. 각 반응 단추에 대한 유무 지정은 참가자 간 서로 역균형화되었다.

개별 참가자는 탐색 유형에 따른 이러한 세구획을 순차적으로 수행하였으며, 그 순서는 역시 참가자 간에 걸쳐 역균형화 되었다. 각 탐색 유형 구획 내의 시행 수는 192시행으로 구획에 걸쳐 동일하였으며 결과적으로 참가자 당 총 192x3=576 시행이 실시되었다. 또한 개별 구획 내에서 40시행마다 20초의 휴식이 제공되었으며, 96시행마다 참가자가 원하는 시간만큼의 휴식을 취할 수 있는 기회를 제공하였다. 각 탐색 과제의 시작 전에 참가자들은 실험 자극과 절차에 대한 설명을 들었으며, 충분한 연습시행을 거친 뒤 개별 탐색 과제를 수행하였다. 참가자에게는 탐색 정확성과 더불어 신속한 반응 또한 강조하였다.

결과 및 논의

실험 1의 결과, 실험 수행을 포기한 한 명의 참가자를 제외하고 11명의 탐색 수행의 평균 정확도는 96.8%±0.4로 매우 정확했으며 대부분의 조건에서 천정 수준의 정확도를 보였다. 실험 수행을 포기한 한 명의 참가자를 제외한 나머지 참가자의 반응 시간 자료를 토대로 분석을 실시하였으며 그 결과를 그림 2에 도해하였다. 참가자의 반응시간 중 자신의 총 평균 탐색 반응시간의 표준편차 3배수 이상의 시행은 극단치로 간주하여 분석에서 제외시켰으며, 이는 전체 시행의 2.05%였다. 반응시간 분석에 있어서는 정확 반응을 한 시행만을 토대로 분석하였으며, 유의도 검증 과정

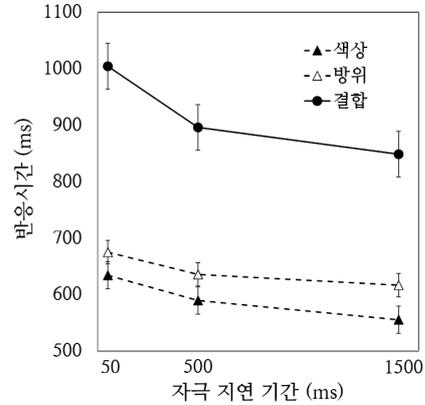


그림 2. 실험 1의 반응 시간 그래프. 직선은 결합 탐색을, 점선은 단순 세부특징 탐색을 의미한다. 단순 세부특징 탐색 내에서도 검은 삼각형으로 표시된 것은 색상 차원을, 흰 삼각형은 방위 차원의 단순 세부특징 탐색 조건에서의 평균 반응시간을 나타낸다. 각 선의 오차막대는 각 탐색 과제에서의 표준 오차(standard error)를 의미한다.

에서 구형성 가정에 위배된 경우에 한하여 Greenhouse-Geisser *p*-value 교정치를 사용하였다.

먼저 탐색 유형 요인의 개별 수준(색상 세부특징, 방위 세부특징, 결합 탐색) 별로 자극 간 지연 시간 요인의 세 수준(50, 500, 1500ms)에 걸쳐 산출된 참가자들의 평균 반응시간 자료에 대해 반복 측정에 기초한 이원변량분석(repeated-measure 2-way ANOVA)을 실시하였다. 분석 결과 먼저, 탐색 유형에 따른 유의미한 주효과가 관찰되었다, $F(2, 20) = 25.6, p < .001$. 특히 색상에 대한 단순 세부특징 탐색 조건에서 반응시간이 가장 빠른 것으로 나타났다(594.0ms±24), 뒤이어 방위 차원에 대한 단순 세부특징 탐색 (640.5ms±10), 마지막으로 두 차원 모두에 대한 결합 탐색 조건

(896.4ms±40) 순서로 반응시간이 지연된 것이 관찰되었다. 이러한 결과는 결합 탐색에 비해 단순 세부특징 탐색이 요구된 경우 상대적으로 탐색 수행이 수월했음을 의미한다. 자극 간 지연 시간에 따른 주효과 또한 유의미하였는데, $F(2, 20) = 34.6, p < .001$, 자극 간 지연 시간이 50, 500 그리고 1500ms로 증가함에 따라 반응시간이 각각 766.8ms±47, 700.4ms±40 그리고 663.7ms±39로 점차 신속해졌다. 두 번 인간 상호작용은 유의미하지 않았다, $F(4, 40) = 2.66, p = .099$.

각 탐색 유형 조건 내의 자극 간 지연 시간 간격의 수준 별 반응 시간 차이를 좀 더 분명히 이해하기 위해, 각 탐색 유형에 따른 자극 간 지연 시간 조건 간의 평균 반응 시간 값에 대해 쌍별 비교(pairwise *t*-test)를 시도하였다. 색상 세부특징 탐색 조건의 경우, 자극 간 지연 기간 50ms(635.5ms±51)와 500ms(593.0ms±40) 조건 간 차이는 유의미하지 않았으며, $t(10) = 2.26, p = .051$, 500ms (593.0ms±40)와 1500ms (555ms±30) 조건 간 차이 또한 유의미하지 않았다, $t(10) = 1.50, p = .16$. 방위 세부특징 탐색 조건 또한 50ms (675.2ms±34)와 500ms (635.8ms±33) 조건 간 차이가 유의미하지 않았으며, $t(10) = 2.03, p = .07$, 500ms (635.8ms±33)와 1500ms (616.9ms±33)간 차이 역시 유의미하지 않았다, $t(10) = 2.23, p = .05$. 이러한 결과는 단순 세부특징 탐색이 요구된 경우, 자극 간 지연 시간의 증감이 탐색 반응 시간에 큰 변화를 초래하지 않았음을 의미한다. 반면 결합 탐색의 경우에는 자극 간 지연 시간이 증가할수록 점차 반응시간이 감소됨이 관찰되었다. 구체적으로, 자극 간 지연기간

50ms (989.3ms±80)와 500ms (875.3ms±64) 조건 간 반응시간 차이가 유의미하였으며, $t(10) = 4.68, p < .01$, 500ms(875.3ms±64)와 1500ms(824.7ms±60) 조건 간의 차이 또한 유의미하였다, $t(10) = 3.92, p < .01$.

이러한 결과는 하나의 사전단서의 단일 세부특징을 토대로 탐색 형판을 형성하는 단순 세부특징 탐색에서는 매우 빠른 시간 내에 탐색 형판 형성이 가능하다는 것을 의미한다. 반면에 두 단서의 세부특징 정보를 모두 고려해 탐색 형판을 형성하는 결합 탐색에서는 앞서 단순 세부특징 과제보다 자극 간 지연 기간의 길이에 영향을 더 받는 것으로 해석된다. 특히 실험 1의 결합 탐색 조건에서 자극 지연 기간에 따른 반응 시간의 변화가 50ms와 500ms 구간 사이에서 급격하게 나타난 점에 비추어 볼 때, 색상과 방위와 같은 둘 이상의 세부특징 차원을 토대로 견고한 탐색 형판을 시각작업기억에 형성하는 데에 적어도 500ms 이상의 시간이 요구된다는 점을 미루어 짐작해 볼 수 있다.

실험 2

실험 1에서 단순 세부특징 탐색의 경우 자극 간 지연 기간의 길이가 탐색 수행에 큰 영향을 미치지 않았으나, 결합 탐색의 경우에는 탐색과제를 수행하기 이전에 최소 500ms에서 최대 1500ms 정도의 시간이 제공되었을 때, 탐색 수행이 좀 더 신속해 짐을 확인하였다. 이는 둘 이상의 세부특징을 토대로 표적 형판 형성을 요구하는 결합 탐색의 경우 단순 세부특징에 비해 상대적으로 좀 더 시간이 필요함

을 의미한다.

그럼에도 불구하고 실험 1에서 시도된 200, 500 그리고 1500ms의 자극 간 지연 시간 수준은 비교적 상세하지 못한 감이 없지 않다. 예를 들어, Wolfe 등(2003)은 표적에 대한 사전단서를 제공하고 결합 탐색을 수행하도록 요구하였을 때, 단서와 탐색 배열 출현 간의 시간 간격이 100ms 이내임에도 불구하고 초점주의의 이동이 매우 신속하게 발생됨을 관찰하였으며, 이는 경우에 따라서는 100ms의 자극 시간 간격 이내에 표적 형판이 형성될 가능성을 의미한다. 또한 시각작업기억 내에 저장된 색상 자극의 표상이 탐색 형판으로 변환하는 데에는 적어도 400ms가 요구된다는 주장 또한 제기된 바 있다(Wilschut et al., 2013). 이처럼 기존 연구의 다양한 결과들을 고려할 때 실험 1에서 시도된 자극 간 지연기간을 좀 더 세밀하게 구분할 필요가 있으며 따라서 실험 2에서는 이를 100ms에서 최대 700ms까지 200ms 간격으로 달리해 탐색 형판 형성을 완료하는 시점을 좀 더 구체적으로 조사하였다. 또한 실험 2에서는 탐색 배열 내의 탐색 항목 개수 네 개인 조건을 추가하여 항목 개수의 변화에 따른 탐색 수행의 변화를 관찰하였으며, 자극 일반화를 위해 색상 방위막대 자극을 랜돌트 C 자극으로 교체하였다.

방 법

참가자 소정의 금액을 지급받거나 혹은 수업의 일환으로 자원한 12명의 중앙대학교 학생이 실험에 참가하였다. 모든 실험 참가자들은 정상 색신과 정상 시력 혹은 그에 준하는 교

정시력을 보고하였으며 실험이 시작하기 전 실험에 대한 개괄적인 설명을 서면과 구두로 들은 후 충분한 연습 시행을 거쳐 본 실험을 수행하였다.

자극 및 절차 다음과 같은 차이점을 제외한 나머지 부분은 실험 1과 동일하였다. 먼저, 실험 1과 달리 실험 2에서는 랜돌트 C 자극이 사용되었다(그림 3 참고). 랜돌트 C 자극의 선분 두께는 0.17°였으며, 틱새 위치는 좌 혹은 우에 위치하였다. 두 번째는 탐색 배열의 자극 개수가 네 개인 조건이 추가되었다. 마지막으로 자극 간 지연기간 수준이 100, 300, 500ms, 혹은 700ms로 구성되었다. 각 탐색 유형은 각 240시행으로 구성되어 개별 참가자는 총 $240 \times 3 = 720$ 시행을 수행하였다.

결과 및 논의

실험 1과 마찬가지로 실험 2의 평균 정확도는 97.7%(±0.3)로 천정수준이었다. 또한 실험 1과 동일하게 참가자별로 평균 반응 시간의 3 표준 편차 이상인 반응 시간 자료는 분석에서 제외시켰으며, 이는 총 시행 수 중 1.6%였다. 실험 2의 반응 시간 분석 결과를 그림 4에 도해하였다.

먼저 탐색 유형(색상 세부특징, 방위 세부특징, 결합 탐색), 항목 개수(4, 8), 자극 간 지연기간(100, 300, 500, 700ms) 변인들에 대해 반복 측정에 근거한 삼원 변량 분석을 실시하였다. 실험 1과 마찬가지로 탐색 유형과 자극 간 지연기간 변인의 주효과는 모두 유의미하였으며, 각각 $F(2, 22) = 60.4, p < .001$ 그리

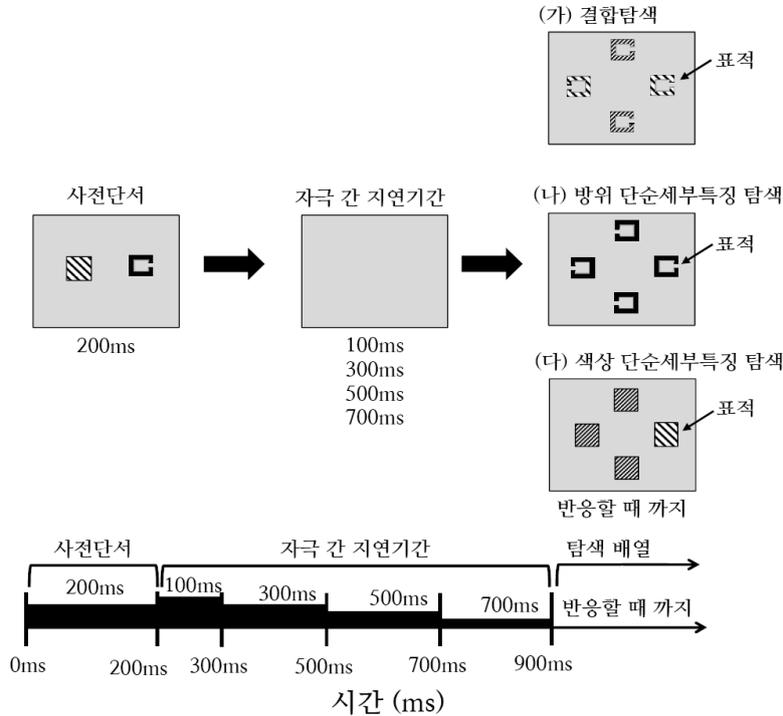


그림 3. 실험 2의 자극과 절차. 실험 1과 달리 랜돌트 C 자극이 사용되었으며, 항목개수가 4개인 조건이 추가되었다. 그림에 도해진 조건은 항목 개수가 네 개인 조건이다.

고 $F(3, 33) = 28.5, p < .001$, 항목 개수 변인의 주효과 또한 유의미하였다, $F(1, 11) = 14.4, p < .001$. 특히 탐색 유형과 항목 개수 간 상호작용이 유의미하였으며, $F(2, 22) = 41.8, p < .001$, 따라서 개별 탐색 유형 조건에서 항목 개수의 변화에 따른 반응시간의 변화를 살펴보았다. 색상 세부특징 탐색 조건의 경우 항목 개수의 증가와 관계없이 반응시간이 일정했으나, $t(11) = -.16, p = .91$, 결합 탐색 조건의 경우 항목 개수가 네 개에서 여덟 개로 증가함에 따라서 반응시간이 유의미하게 $771\text{ms} \pm 28$ 에서 $944\text{ms} \pm 36$ 로 지연됨을 확인할 수 있었다, $t(11) = -15.3, p < .001$. 단순 세부특징 조건의 경우, 색상 자극 조건과 달리 랜

돌트 C 자극이 사용된 경우 항목 개수가 증가에 따라서 반응시간이 지연되는 것이 관찰되었다, $t(11) = -7.61, p < .001$. 이는 랜돌트 C 자극의 경우, 자극 간 유사성으로 인해 표적과 방해 자극 간 변별성이 떨어지고 이로 인해 결합 탐색이 수행될 때처럼 초점 주의의 개입이 필요했을 가능성을 보여준다(Hooge & Erkelens, 1996). 탐색 유형 요인과 자극 지연기간 간의 상호작용 또한 유의미하였으나, $F(6, 66) = 2.42, p < .05$, 나머지 상호작용과 삼원 상호작용에서는 유의미한 결과를 확인할 수 없었다, $p > .30$.

각 탐색 조건에 있어서 자극 지연기간이 탐색수행에 미치는 영향을 구체적으로 알아보기

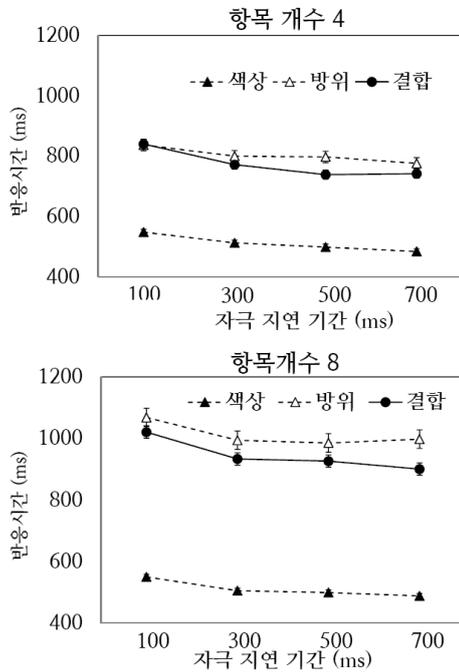


그림 4. 실험 2의 항목 개수에 따른 평균 반응 시간. 상단의 도표는 탐색 항목 개수가 네 개인 조건을, 하단의 도표는 탐색 항목 개수가 여덟 개인 조건에서의 평균 반응 시간을 나타낸 것이다.

위해 단순 세부특징 탐색 그리고 결합 탐색 조건 내에서 항목 개수와 자극 지연기간 변인을 대상으로 별도의 이원 변량 분석을 실시하였다. 세 탐색 과제 조건 모두 전반적으로 자극 간 지연기간 증가에 따라 반응 시간이 점차 감소하는 패턴을 보였는데, 단순 세부특징 탐색과 결합 탐색 조건 간 반응 시간이 지연되는 시점에 다소 차이가 있었다.

먼저 색상 세부특징 탐색의 경우, 항목 개수의 주효과가 유의미하지 않았으며, $F(1, 11) = 0.01, p = .92$, 항목 개수와 자극 지연기간 변인 간 상호작용 또한 유의미하지 않았다, $F(3, 33) = 0.24, p = .84$. 반면 자극 지연기간

변인의 주효과가 유의미했는데, $F(3, 33) = 38.3, p < .001$, 이는 100ms(530.6ms±17) 조건과 300ms(500.2ms±18) 조건 간 차이에 기인한 것으로 나타났다, $t(11) = 7.35, p < .001$. 랜들트 틱새 세부특징 탐색의 경우, 자극 지연기간 변인의 주효과, $F(3, 33) = 6.65, p < .01$, 그리고 항목 개수 변인의 주효과가 유의미했으며, $F(1, 11) = 57.1, p < .001$, 두 변인 간 상호작용은 유의미하지 않았다, $F(3, 33) = 1.24, p = .31$. 특히 색상 세부특징 탐색과 마찬가지로 자극 지연기간 100ms(951.2ms±55)와 300ms(896.5ms±44) 조건 간의 반응시간 차이만이 유의미했으며, 나머지 조건 간 차이는 유의미하지 않았다, $ps > .10$. 결과적으로, 두 단순 세부특징 탐색 조건 모두에서 자극 지연기간이 100ms에서 300ms로 증가했을 때만 탐색 반응이 상대적으로 신속해졌으며 300ms 이상일 경우 반응 시간의 변화는 크지 않은 것으로 나타났다.

결합 탐색의 경우, 항목 개수 변인 및 자극 간 지연 시간 변인의 주효과가 모두 유의미했으며, 각각 $F(1, 11) = 244.1, p < .001$ 그리고 $F(3, 33) = 24.1, p < .001$, 두 조건 간 상호작용은 유의미하지 않았다, $F(3, 33) = 0.80, p = .07$. 이는 단순 세부특징 탐색과 달리 결합 탐색의 경우 항목 개수가 네 개에서 여덟 개로 증가할 때 탐색이 상대적으로 어려워 졌음을 의미한다. 특히 자극 지연기간 조건 간 쌍별 비교를 시도한 결과 100ms (931.1ms±32)와 300ms(850.7ms±30) 조건 간 차이가 유의미했으며, $t(11) = 4.63, p < .01$, 단순 세부특징 탐색 조건과 달리 300ms(850.7ms±30)와 500ms (831.5ms±34) 조건 간 차이 또한 유의미하였

다, $t(11) = 2.26, p < .05$. 500ms(831.5ms±34)와 700ms(820.2ms±34) 조건 간 차이는 유의미하지 않았다, $t(11) = 1.20, p = .26$.

이처럼 실험 2의 결합 탐색 과제에서 300ms와 500ms에 걸친 자극 지연기간 구간에서 반응시간의 감소가 추가된 것은, 실험 1과 마찬가지로 단순 세부특징 탐색에 비해 결합 탐색 과제에서 견고한 표적 형판을 형성하는 과정에 시간이 더 소요됨을 의미하며 적어도 그 시점이 단서 출현 이후 300에서 500ms 사이임을 의미한다. 다만 실험 2의 경우, 자극 지연기간의 증가로 인한 탐색 수행의 용이함이 결합 탐색의 경우뿐만 아니라 단순 세부특징 탐색 조건에서도 관찰되었으며 이는 결과적으로 견고한 표적 형판은 탐색 과제의 유형과 관계없이, 표적 단서의 제시 이후 즉각적으로 형성되기보다는 다소 시간이 경과되어야 가능함을 의미한다. 중요한 것은, 실험 2의 결과에서 관찰된 바와 같이 결합 탐색이 요구된 경우 표적 형판에 소요되는 시간이 다소 연장되었다는 점이다. 즉 둘 중 하나의 사전단서를 토대로 표적 형판을 형성했던 단순 세부특징 탐색에서는 300ms 이내에 형판 형성이 가능했던 것으로 보이지만, 두 단서의 세부특징 모두를 고려해 탐색 형판을 형성했던 결합 탐색에서는 적어도 300ms 이상의 요구되는 것으로 나타났다.

종합논의

본 연구는 각 시각 탐색 과제에서 시각적 사전단서 제시가 종료된 시점과 탐색 배열이 제시되는 시점 간의 기간을 조정함으로써 탐

색 형판을 형성하는 데에 요구되는 시간을 추정하였다. 실험 1에서는 색상 방위 막대를 사용하여 각 색상 및 방위 세부특징 탐색과 결합 탐색에서의 자극 간 지연 기간의 영향을 살펴보았다. 그 결과 단순 세부특징 탐색의 경우는 자극 지연기간이 증가함에 따라서 반응 시간이 감소하는 경향성을 확인할 수 있었으며, 이러한 패턴은 결합 탐색의 경우에도 동일하게 관찰되었다. 랜들트 C 자극을 사용한 실험 2의 결과, 색상 혹은 랜들트 틸세에 대한 단순 세부특징 탐색에서는 최소 100ms 그리고 결합 탐색에서는 최소 300ms의 시간이 경과해야 반응 시간 감소가 분명해졌고 그 이상이 경과한 경우 탐색 반응시간이 비교적 일정한 것이 관찰되었다.

이러한 결과는 표적에 대한 사전단서를 제공한 뒤 탐색 배열 출현 시점까지의 시간을 충분히 제공했을 때 더 신속한 탐색을 수행한다는 기존 연구 결과들과 일치하며(Schmidts & Zenlinsky, 2011; Vickery et al., 2005), 특히 결합 탐색의 경우 탐색 형판을 형성할 충분한 시간을 제공할 경우 더 효율적인 탐색이 가능해짐을 의미한다. 또한 실험 1의 단순 세부특징 조건의 경우 자극 지연기간의 증가로 인한 반응시간 감소는 경향성만이 관찰되었으나 실험 2에서는 그 패턴이 좀 더 분명해졌다. 따라서 결합 탐색뿐만 아니라 단순 세부특징 탐색에서도 이러한 형판 형성에는 다소 시간이 필요한 것으로 판단된다.

본 연구는 시각 탐색 과제에서 탐색 형판을 형성하기 위한 최소의 시간이 탐색 형판의 양상에 따라서 달라질 가능성을 보여주었다. 구체적으로, 표적에 대한 세부특징 정보를 사전

단서로 제공한 경우 단순 세부특징 탐색 과제에 비해 결합 과제에서 탐색 형판 형성을 완료하는 데에 더 오랜 시간이 필요한 것으로 나타났다. 단순 세부특징 탐색에서는 표적 단서 제공이후 탐색 배열 출현까지 300ms의 이내의 시간 간격이 제공되어도 탐색 과제 수행에 무리가 없는 것으로 나타났으나, 결합 탐색의 경우 적어도 300ms 이상의 시간이 필요한 것으로 나타났다.

Wolfe 등(2003)은 표적을 미리 보여주고 뒤이어 그 표적에 대한 결합 탐색을 요구했을 때, 단서가 사라진 후 약 150ms 만 경과되어도 정확하고 신속한 결합 탐색 수행이 가능함을 보고한 바 있다. 이는 신속한 결합 탐색을 위해 약 300ms 이상의 표적 형판 형성 시간이 요구된 본 연구의 결과와 상충되는 면이 있으나, 이는 본 연구에서 표적 단서를 제공하는 방법이 달랐기 때문일 것이다. 즉 본 연구에서는 Wolfe 등이 시도한 것처럼 표적과 단순히 물리적으로 일치하는 즉 탐색 배열 내에 출현하게 될 표적 자체를 사전단서로 제공하기보다는 표적을 구성할 단순 세부특징 정보들을 시야의 서로 다른 위치에 제시하였다. 따라서 참가자들은 이 정보들 중 하나를 선택하거나 취합해 시각작업기억 내에 단일 탐색 형판을 형성해야 했으므로, 이 과정에서 Wolfe 등의 탐색 과제에서와는 달리 정보처리 시간이 추가되었을 가능성이 있다. 특히 결합 탐색이 요구되지 않은 실험 2의 단순 세부특징 탐색 조건에서는 자극 지연기간이 100ms에서 300ms로 증가함에 따라 탐색 수행이 다소 신속해졌다. 이러한 결과는 본 연구에서 시도된 표적에 대한 두 개의 사전 단서 제시 방식이

탐색 수행에 필요한 표적 정보를 선택하거나 혹은 결합하는 처리 과정을 추가함으로써 Wolfe 등의 연구에 비해 탐색 수행 시간을 가산적(additive)으로 증가시켰을 가능성을 보여준다.

본 연구에서 관찰된 바와 같이, 결합 탐색을 수행하기 위한 안정적인 표적 형판 형성에 적어도 300ms 이상이 요구되며 적어도 500ms 이상이 경과해야 탐색 수행이 안정된다는 점은, 매우 복잡하고 다양한 표적과 방해자극에 대해 즉각적인 탐색이 가능한 일상생활의 탐색 경험과 다소 괴리가 있는 것처럼 보일 수 있다. 그러나 대개 탐색 표적에 대한 형판이 장기기억을 통해 손쉽게 인출되거나 이미 작업기억에 존재하는 경우와 달리 본 연구에서는 매 시행마다 새로운 표적 형판을 시각작업기억에 표상해야 한다는 점에서 어찌 보면 300에서 500ms 시간은 오히려 매우 신속한 것으로 평가할 필요도 있다. 특히 Zenlinsky와 Schumidts(2012)는 실생활 자극을 활용한 탐색 과제에서 조차도 사전단서를 통한 탐색 형판 형성에 적어도 600ms의 시간이 요구됨을 추정한 바 있다. 이는 본 연구에서 관찰된 500ms 안팎의 시간이 적어도 안정적인 결합 탐색 과제 수행에 요구되는 표적 형판을 형성하기 위한 충분한 시간에 해당되며 적어도 새로운 표적을 토대로 시각작업기억에 둘 이상의 단순 세부특징으로 구성된 표적 표상을 구성하고 그에 따른 탐색을 정확하고 효율적으로 수행하기 위한 최소한의 시간대와 근접해 있음을 의미한다.

그럼에도 불구하고 본 연구에는 분명한 해석이 어려운 결과들이 존재한다. 첫째, 실험 1

과 2의 자극 지연기간 증가에 따른 탐색 반응 시간 감소는 사전단서와 탐색 배열 간 시간 간격이 연장됨에 따라 형판 형성이 용이해진 것보다는, 단순히 자극 지연기간의 증가가 반응준비(motor preparation) 시간을 연장시켜 탐색 반응이 신속해진 것에 기인한다는 반론이 가능하다. 즉 탐색 유형에 관계없이 일정 시간 내에 견고한 탐색 형판이 형성되더라도, 자극 지연기간이 극단적으로 단축되면 반응 준비 혹은 선택 과정에 요구되는 시간 때문에 탐색 반응 시간은 궁극적으로 지연된다. 반면 자극 지연기간이 상대적으로 연장되면 형판 형성 후 일정 시간 내에 탐색이 종료되어도 단순히 자극 지연기간 만큼이 반응시간에 더해지므로 본 연구의 반응시간 패턴과 유사한 결과가 나타날 수 있다.

본 연구에서 이러한 반응 준비 시간에 기초한 해석을 배제하는 이유는 실험 1의 50-500ms 그리고 실험 2의 300-500ms 자극 지연기간 구간에서 드러난 세부특징 및 결합 탐색 조건 간의 반응시간 감소 패턴의 분명한 차이 때문이다. 형판 형성에 요구되는 시간이 탐색 유형에 관계없이 일정하고, 특정 간격의 반응 준비 시간이 개별 자극 지연기간 조건마다 탐색 반응시간에 일정하게 더해진다면 탐색 조건과 자극 지연 기간 변인의 상호작용은 관찰될 수 없다. 하지만 본 연구에서 두 변인 간 상호작용이 분명히 관찰되었다는 점은, 반응 준비 시간보다는 형판 형성에 소요되는 시간의 측면에서 결과 해석을 시도하는 것이 좀 더 타당할 수 있음을 시사한다.

둘째, 실험 1과 2에서 표적 형판의 형성을 위한 단서 자극으로는 색상과 방위 혹은 랜돌

트 틱새 위치 표적 항목을 각기 다른 두 위치에 단서 항목들로 제시하고 뒤이어 수행되는 탐색 유형에 부합하도록 특정 표적 단서를 선택해 탐색을 수행하도록 요구하였다. 이는 단순 세부특징 탐색 조건의 경우 단일한 사전단서 항목을 즉시 선택해 시각작업기억에 표상하는 반면, 결합 탐색 조건에서는 두 항목의 세부특징만을 고려해 사전단서와는 다른 새로운 결합 자극 표적을 기억에 표상해야하는 추가적인 처리 단계가 요구됨을 의미한다. 즉 단순 세부특징 탐색의 경우 두 사전단서 중 하나가 표적과 동일하므로 단서를 바로 표적 표상으로 전환시킬 수 있었던 반면 결합 탐색의 경우 두 단서의 색상과 방위(랜돌트 틱새)를 조합해 사전단서와는 다른 새로운 자극을 기억에 표상하는 처리 과정이 추가된다.

본 연구는 이러한 추가 처리 과정이 실험 1과 2의 50-500ms 지연 기간 부근에서 나타나는 탐색 조건간의 반응 시간 감소 패턴의 차이의 원인인 것으로 해석하고 있다. 분명하지 않은 것은, 이러한 결합 탐색 조건에서 예상되는 추가 처리 과정이 사전단서에 대한 감각적 부호화 단계에 국한된 것인지 아니면 그 이후 기억 표상 단계까지 연장되는지에 대한 의문이다. 전자의 경우 본 연구에서 관찰된 개별 탐색 조건에서의 반응시간 감소 패턴 차이가 사전단서에 대한 부호화 과정에서 추가된 시간 때문인 것으로 해석할 수 있는 반면 후자의 경우는 결합조건에서 분명히 예상되는 두 개의 사전단서에 대한 조합과정에서 요구되는 기억부담의 증가 때문인 것으로 해석할 수 있다. 본 연구에서는 다양한 자극 복잡성의 구현을 통한 부호화 난이도 또는 사전단서 항목

개수의 추가를 통한 기억 부담 수준에 대한 처치 등이 시도되지 않아 사실상 이러한 중요한 질문에 대한 분명한 답변이 어려운 것으로 판단된다.

마지막으로 실험 2의 랜돌트 틸새 위치에 대한 단순 세부특징 탐색의 반응시간이 상대적으로 다른 탐색 조건에 비해 현저하게 지연되는 것이 관찰되었다. 과제 특성상 이에 대응되는 실험 1의 방위 세부특징 탐색에서 이와 같은 특이한 패턴이 관찰되지 않은 점을 보면, 이는 실험 2의 랜돌트 틸새 자극의 예외적 특성에 기인한 것으로 추측된다. 실험 2의 결과 해석에서 잠시 언급된 바와 같이, 랜돌트 틸새 탐색 과제와 같은 형태(shape) 탐색 과제에서는 단일 세부특징 탐색임에도 불구하고 자극 자체의 형태적 복잡성에 기인한 탐색항목 간 유사성 증가 때문에 순차적 탐색이 개입되는 경우가 흔히 발견된다(Duncan & Humphreys, 1989; Hooge & Erkelens, 1996). 이러한 순차 탐색의 개입은 색상 탐색 조건에 비해 랜돌트 틸새 탐색 난이도의 상대적 증가와 함께 반응시간의 상대적 지연을 초래했을 가능성이 크다.

동일한 랜돌트 틸새 자극이 색상 세부특징과 더불어 사용된 실험 2의 결합 탐색에서는 오히려 반응시간이 랜돌트 틸새 탐색 조건의 그것과 유사하거나 다소 신속해졌는데 이는 다소 해석하기 어려운 결과로 평가된다. 예외적으로, 결합 탐색 과제에서의 표적 현저성(target saliency)이 단순 세부특징 탐색의 표적 현저성에 근접할 수 있다는 연구 사례가 있긴 하지만(Wolfe, Cave & Franzel, 1989), 실험 2의 경우와 같은 극단적인 반응시간 패턴은 사실

상 그와 같은 예외적인 경우 보다는 자극 통제 실패나 요구 특성 개입과 같은 실험 통제 실패가 원인일 가능성이 큰 것으로 짐작된다. 종합해 볼 때, 이와 같은 설명하기 어려운 점들을 해결하기 위해 후속 연구는 본 연구의 다양한 문제점을 해결하기 위한 다각도적이고 구체적인 검증을 시도하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

요약하면, 견고한 탐색 형판의 형성 과정에는 다소 시간이 필요하며 형판 형성에 요구되는 정보의 복잡성이나 양상에 따라서 그 시간은 유동적으로 변화할 수 있다. 둘 이상의 단순 세부특징 차원을 모두 고려해 탐색을 수행하는 경우에는 단일한 세부특징 차원을 토대로 탐색을 수행하는 경우보다 시간이 지연되며 여기에는 최소 300ms에서 최대 500ms가 소요될 가능성이 있다.

참고문헌

- Chun, M. M., & Potter, M. C. (1995). A two-stage model for multiple target detection in rapid serial visual presentation. *Journal of Experimental psychology: Human Perception and Performance*, 21(1), 109.
- Cepeda, N. J., Cave, K. R., Bichot, N. P., & Kim, M. S. (1998). Spatial selection via feature-driven inhibition of distractor locations. *Perception & Psychophysics*, 60(5), 727-746.
- Desimone, R., & Duncan, J. (1995). Neural mechanisms of selective visual attention. *Annual Review of Neuroscience*, 18(1), 193-222.
- Duncan, J., & Humphreys, G. W. (1989). Visual

- search and stimulus similarity. *Psychological Review*, 96, 433-458.
- Henderson, J. M., Weeks Jr, P. A., & Hollingworth, A. (1999). The effects of semantic consistency on eye movements during complex scene viewing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25(1), 210.
- Hoffman, J. E., & Nelson, B. (1981). Spatial selectivity in visual search. *Perception & Psychophysics*, 30(3), 283-290.
- Hooge, I. T. C., & Erkelens, C. J. (1996). Control of fixation duration in a simple search task. *Perception & Psychophysics*, 58(7), 969-976.
- Jolicœur, P., & Dell'Acqua, R. (1998). The demonstration of short-term consolidation. *Cognitive Psychology*, 36(2), 138-202.
- Kim, M. S., & Cave, K. R. (1995). Spatial attention in visual search for features and feature conjunctions. *Psychological Science*, 6(6), 376-380.
- Mannan, S. K., Kennard, C., Potter, D., Pan, Y., & Soto, D. (2010). Early oculomotor capture by new onsets driven by the contents of working memory. *Vision Research*, 50(16), 1590-1597.
- Olivers, C. N., Meijer, F., & Theeuwes, J. (2006). Feature-based memory-driven attentional capture: visual working memory content affects visual attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(5), 1243.
- Schmidt, J., & Zelinsky, G. J. (2011). Visual search guidance is best after a short delay. *Vision Research*, 51(6), 535-545.
- Shapiro, K. L., & Raymond, J. E. (1994). Temporal allocation of visual attention: Inhibition or interference? In D. Dagenbach & T. Carr (Eds.), *Inhibitory processes in attention, memory, and language*. Orlando, CA: Academic Press.
- Soto, D., Hodsoll, J., Rotshtein, P., & Humphreys, G. W. (2008). Automatic guidance of attention from working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(9), 342-348.
- Theeuwes, J., & Van der Burg, E. (2011). On the limits of top-down control of visual selection. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 73(7), 2092-2103.
- Treisman, A. (1988). Features and objects: The fourteenth Bartlett memorial lecture. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40(2), 201-237.
- Vickery, T. J., King, L. W., & Jiang, Y. (2005). Setting up the target template in visual search. *Journal of Vision*, 5(1), 8.
- Vogel, E. K., Woodman, G. F., & Luck, S. J. (2005). Pushing around the locus of selection: Evidence for the flexible-selection hypothesis. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(12), 1907-1922.
- Wilschut, A., Theeuwes, J., & Olivers, C. N. (2013). The time it takes to turn a memory into a template. *Journal of Vision*, 13(3), 8.
- Wolfe, J. M., Cave, K. R., & Franzel, S. K. (1989). Guided search: An alternative to the

- feature integration model for visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 15(3), 419-433.
- Wolfe, J. M., Horowitz, T. S., Kenner, N., Hyle, M., & Vasan, N. (2004). How fast can you change your mind? The speed of top-down guidance in visual search. *Vision Research*, 44(12), 1411-1426.
- Wolfe, J. M., Horowitz, T. S., Palmer, E. M., Michod, K. O., & Van Wert, M. J. (2010). Getting into guided search. *Tutorials in Visual Cognition*, 93-119.
- Woodman, G. F., & Luck, S. J. (2004). Visual search is slowed when visuo-spatial working memory is occupied. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11, 269-274.
- Woodman, G. F., & Arita, J. T. (2011). Direct electrophysiological measurement of attentional templates in visual working memory. *Psychological Science*, 22(2), 212-215.
- Wu, R., Scerif, G., Aslin, R. N., Smith, T. J., Nako, R., & Eimer, M. (2013). Searching for something familiar or novel: Top-Down attentional selection of specific items or object categories. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 25(5), 719-729.
- 1 차원고접수 : 2014. 11. 10
수정원고접수 : 2014. 12. 14
최종게재결정 : 2014. 12. 18

The Effect of an Interval between Target Pre-cue and Search Array Onset on the Formation of a Target Template

Junha Chang

Joo-Seok Hyun

Department of Psychology, Chung-Ang University

This study investigated whether or not the length of the time that was given for forming a search target template could affect subsequent search performance in both simple feature search and conjunction search tasks. To accomplish this, we manipulated the inter-stimulus interval (ISI), the time interval between an offset of a pre-cue and subsequent onset of a search array, to 50ms, 500ms and 1500ms in Experiment 1, and to 100ms, 300ms, 500ms and 700ms in Experiment 2. In Experiment 1, the search RTs were rather constant despite the extended ISIs in both the color and orientation simple feature search conditions. However, the RTs became faster as the ISIs were extended in the color-orientation conjunction search condition. In Experiment 2, benefit of the extended ISIs were found in all search conditions when the orientation feature search task was replaced with a Landolt gap search task. Especially, the results showed that search could be faster if the ISIs are extended to maximum 300ms in the simple feature search, whereas if they are extended to maximum 500ms in conjunction search. These results indicate that the type of a target template formed by pre-cues can affect the minimum time to complete a subsequent search task.

Key words : visual search, target template, conjunction search, simple feature search