

반복색맹에 대한 토큰개별화 실패설의 검증⁺

김정오 · 박민규 · 김경용

서울대학교 심리학과

지각적으로 제한된 상황에서 반복되는 색 자극이 반복되지 않는 색 자극보다 그 색이 잘 보고 되지 않는다. 이 반복색맹에 대한 토큰개별화 실패설 (Kanwisher, 1991)의 표상에 대한 가정과 주의 가정을 네 실험에서 검토하였다. 실험 1은 표적 색들의 명도 수준을 변화시켰고, 실험 2는 그 윤곽을 체계적으로 변화시켜 색 자극의 명도가 반복색맹에 미치는 영향을 검토하였다. 실험 3은 색 자극들을 보고하는 순서를 자극판 제시 전 또는 후에 알려 주어서, 실험 4는 반복되는 색 자극을 움직여, 각 자극에 배치되는 주의를 변화시켰다. 토큰개별화 실패설을 추리설과 비교한 실험 1과 2에서 반복색맹이 명도 토큰에 의해 초래된 것임이 밝혀졌다. 실험 3과 4는 반복색맹은 반복되는 입력이 주의를 끌지 못해 그 토큰과 타입 정보의 결합에 실패하여 생긴다는 토큰개별화 실패설의 예언과 일치하지 않는 결과를 얻었다.

반복색맹(color repetition blindness)은 둘 이상의 색입력을 짧은 시간 동안 동시에 또는 순차적으로 제시하고 차례로 지워 입력들을 모두 정확히 보고할 수 없는 상황, 즉 지각적으로 제한된 상황에서 입력들의 정체를 지정된 순서로 보고해야 할 때 관찰된다 (예, Kanwisher, 1991; Kanwisher, Driver & Machado, 1995; 김정오와 박민규, 1995). 반복색맹은 반복되는 색입력들이 반복되지 않는 색입력보다 그 색이 정확히 보고되지 않는 효과를 말한다. 이 효과는 같은 성질의 반복형태맹 (form repetition blindness)과 함께 지각과 재인에 관여하는 표상의 유형과 이들을 결합하는 주의과정의 성질을 밝혀 주는 도구가 된다.

이 현상에 대한 주요 가설중 하나인 토큰 개별화 실패설 (Kanwisher, 1987; Kanwisher, 1991; Kanwisher 등, 1995)에 따르면, 반복색맹은 반복되는 입력의 시공간적 일화정보인 토큰 (예, 구체적인 사례)과 장기기억에 저장된 그 입력의 의미정보인 타입 (예, 범주, 개념)이 결합되지 못해 발생한다. 이 가설은 독립된 두 표상과 이를 연결하는 주의가 재인에 필요하다고 가정한다. 둘 이상의 입력이 짧게 제시되고, 차례로 지워지는 상황에서 첫 번째 입력은 주의를 충분히 받아 그 토큰과 타입이 결합되지만 (즉 재인되지만), 두 번째 입력이 반복되면 주의를 끌지 못하고, 이 때문에 그 토큰과 타입 정보가 제대로 결합하지 못한다. 반복색맹은

+ 본 연구는 1996년도 서울대학교 발전기금 농협학술 연구비 (96-02-2039)의 지원으로 수행되었음.

반복되는 두 색입력의 토른을 구분하지 못해서, 반복형태맹은 반복되는 형태 토른들을 구분하지 못해서 생기는 효과로 설명된다.

최근 Fagot과 Pashler (1995), Armstrong과 Mewhort (1995), Luo와 Caramazza (1996), Whittlesea, Dorken과 Podrouzek (1995), Whittlesea와 Podrouzek (1995), Hochhouse와 Johnston (1996)이 각기 다양한 과제 또는 변인을 조작해서 반복형태맹의 정보처리 성질을 밝혔다. 이 연구들은 반복형태맹이 지각 단계와 인출 단계 중 어느 단계에서 일어나는 현상인지를 검토하였다. Fagot과 Pashler (1995) 그리고 Armstrong과 Mewhort (1995)는 입력들의 보고 순서를 변화시키거나 보고해야 할 입력을 단서로 미리 제시하여, Whittlesea와 그 동료들은 자극 제시 후의 처리과정을 변화시켜, 반복형태맹이 지각 단계가 아니라 인출 단계에서 비롯되는 현상임을 밝혔다. 그러나 Luo와 Carmazza (1996)는 입력들 간의 제시 간격을 변화시키고, 또 시뮬레이션 실험을 이용해서 반복형태맹이 지각단계의 현상임을, Hochhouse와 Johnston (1996)은 반복되는 입력에 대한 민감도가 반복되지 않은 입력에 대한 민감도보다 떨어지는 현상임을 밝혔다. 반복형태맹이 지각단계에서 일어나는 효과인지를 둘러싼 연구들 간의 쟁점은 각 연구에서 사용한 과제나 변인들이 다르므로 어떤 뚜렷한 결론을 내리기 힘들다.

반복형태맹의 정보처리 소재에 대한 최근의 높은 관심에 비추어, 토른개별화실패설로 설명되는 반복색맹을 다룬 연구는 Kanwisher 등 (1995)과 김정오와 박민규 (1995)를 제외하고는 찾기 힘들다. Kanwisher 등 (1995)은 세 형태와 세 색 중에서 한 형태와 한 색을 뽑아 결합시킨 자극을 화면에서 멀리 떨어진 두 위치에 제시하고, 색을 무시하고 형태만 보고하게 하거나, 그 반대로 형태를 무시하고 색만 보고하

도록 하였다. 이 과제에서 반복색맹 및 반복형태맹이 일관되게 관찰되었다. 이 연구자들은 이 현상들이 자극 그 자체나 비반복 입력에 대한 반응 편중에 기인하기보다 형태 또는 색 차원에 대한 지속적 주의에 기인함을 시사하는 결과를 얻었다. 반복되는 입력이 주의를 받을 경우 반복색맹이 관찰되었지만, 주의를 받지 않으면 이러한 현상은 관찰되지 않았다. 주의를 받은 세부특징이 반복될 경우 주의를 끌지 못하고 이 때문에 반복형태맹과 반복색맹이 초래된다 (Kanwisher 등, 1995).

김정오와 박민규 (1995)는 Kanwisher 등 (1995)과는 달리, 세 표적색의 명도를 비슷하게 또는 다르게 조작하여, 반복색맹이 명도 토른에 기인할 가능성을 검토하였다. 이들의 실험에서 표적 색입력들의 명도가 비슷할 경우에 반복색맹이 사라진 반면, 명도가 다르면 반복색맹이 여전히 관찰되었다. 즉 빨강, 초록 그리고 파랑의 세 표적색의 명도가 서로 비슷할 경우에는 반복색맹이 사라졌으나, 이 세 표적색의 명도가 서로 다를 경우 반복색맹이 여전히 관찰되었다. 김정오와 박민규 (1995)의 결과는 반복색맹이 명도에 바탕을 둔 추리 (inference)에 기인할 가능성을 시사하였다. 즉 짧게 제시되고 작은 색 조각으로 구성된 차폐로 지워지는 상황에서 명도, 채도 및 색상 차원의 정보가 통합된 색을 처리하는 대신에 명도 정보를 바탕으로 표적 색들을 비교, 그 정체를 추리하였기 때문으로 보인다. 이 추리설에 따르면, 주의가 제한된 상황에서 사람들은 명도정보를 바탕으로 색의 정체를 추리하기도 하는데 특히 두 번째로 보고해야 하는 색입력의 경우 그 가능성이 크다. 이 추리는 대부분의 경우 타당하지만, 반복되는 두 입력의 명도가 다르게 추출되면 색입력의 정체를 틀리게 추리할 가능성이 있는 반면, 반복되지 않은 색입력의 경우 명도 정보가 다르기 때문에 틀리게 추리할 가능성이

적다.

지각적으로 제한된 상황에서 제시되는 색입력을 약호화하거나 인출할 때 사람들이 사용하는 정보는 무엇인가? 명도 정보인가? 아니면, 명도, 색상 및 채도 정보가 통합된 것인가? 색입력의 명도를 조작하여 그 정보를 사용하지 못하게 하거나 색입력의 윤곽을 같게 또는 다르게 만들었을 때 반복색맹이 여전히 관찰되는가? 반복색맹은 토큰개별화 실패설이 가장하듯이 반복되는 두 번째 입력에 대한 토큰과 타입의 결합 실패인가? 두 번째 입력에 대한 주의는 반복색맹의 필요 충분조건인가? 이 두 물음 및 관련되는 물음들을 직접 다른 실험 연구를 찾기 힘들다.

이 물음들에 대한 답을 찾아야 하는 까닭은 현재의 연구 경향 즉 반복색맹이 지각현상인지 아니면 인출단계의 현상인지를 둘러싼 논쟁에서 벗어나야 하기 때문이다. 입력의 약호화과정과 인출과정이 밀접하게 관련되어 있으므로 한 현상의 정보처리 소재를 분명히 찾기 힘들다. 반복색맹이 관찰되는 실험 조건은 색 항등성을 부수기 쉬운 상황이며, 이 때문에 명도, 채도 및 색상 정보가 통합된 토큰을 형성하기 힘들 것이다. 사람들이 명도와 채도를 혼동하는 경우가 있고 (예, 이만영과 김영선, 1988), 명도를 중심으로 색입력의 토큰을 형성하면, 때로는 입력의 색을 정확하게 보고하기 힘들게 된다. 그 까닭은 지각적으로 제한된 상황에서 명도 정보 역시 가변적이기 때문이다. 이러한 상황적 제약을 고려하지 않고, 토큰개별화 실패설 (Kanwisher, 1987; Kanwisher, 1991; Kanwisher 등, 1995)은 주의에 의한 토큰과 타입정보의 결합을 형태재인이나 색 재인의 중요한 과정으로 가정한다. 반복색맹에 대한 최근의 연구들 (Kanwisher 등, 1995; 김정오와 박민규, 1995)은 주의의 결합작용 (binding operation)에 관한 토큰개별화 실패설의 가정을

직접 검토하지 않았다. 반복되는 입력에 주의가 많이 배정되도록 하면 반복색맹이 사라지는가? 주의가 적게 주어질 때 여전히 반복색맹이 관찰되는가? 반복색맹이 주의보다는 명도정보의 처리와 관련됨을 보여 주는 최근 실험 결과 (예, 김정오와 박민규, 1995; 김정오와 이상훈, 1995)로 미루어 토큰개별화 실패설의 핵심인 주의 과정이 실제로 중요하지 않을 수 있다.

본 연구의 실험 1과 2는 토큰개별화 실패설의 표상 가정을 색입력의 명도와 윤곽을 변화시켜 구성한 조건들에서 관찰되는 반복효과와 패턴으로 검토하려 한다. 앞서 이 가설과 대조되는 가설로 추리설을 들었다. 본 연구는 이 두 가설의 예언을 검토하여 반복색맹의 배후 표상의 성질을 밝히려 한다. 실험 3과 4는 토큰개별화 실패설의 주의가정을 검토하려 한다. Kanwisher 등 (1995)의 색입력에 대한 주의 조작이 주의 이외의 다른 인지과정을 포함시키므로, 이들의 방식과는 다르게 본 연구의 실험 3과 4에서 주의를 조작해서 반복색맹에서 주의의 역할을 살펴 볼 것이다. 본 연구의 네 실험은 토큰개별화 실패설의 표상가정과 주의가정의 타당성을 명도 조작과 주의 배정 (attention allocation) 조작을 통해 검토하려 한다.

실 험 1. 표적색의 명도 유사성이 반복 색맹에 미치는 영향

Kanwisher (1991; Kanwisher 등, 1995)의 토큰개별화 실패설이 가정하는 토큰의 정체를 밝히기 위해 실험 1은 각 표적색이 두 수준의 명도를 갖도록 하고 피험자에게 명도에 상관없이 같은 색이름을 대도록 하였다. 예를 들어, 빨강 자극의 경우 연한 빨강색과 진한 빨강색을 사용하였다. 유사 명도조건에서 두 색입력은 그 색상이 같건 다르건 비슷한 명도를 가지

며, 상이 명도조건에서 두 입력의 명도는 달랐다. 피험자들에게는 색의 명도는 상관하지 말고, 색을 보고하도록 하였다. 토큰개별화 실패설은 색상이 같고, 그 명도까지 비슷한 색입력과 (예, 진한 빨강 사각형 - 진한 빨강 사각형) 색상은 다르지만 명도가 비슷한 경우 (예, 진한 초록 사각형 - 진한 빨강 사각형)간에 관찰되는 반복색맹의 양이 색상은 같으나 명도가 다른 경우 (예, 연한 빨강 사각형 - 진한 빨강 사각형)와 색상이 다르고 명도가 다른 경우 (예, 연한 초록 사각형- 진한 빨강 사각형)의 경우간에 관찰되는 반복색맹의 양 보다 클 것을 예상한다. 그 까닭은 색상이 같고, 명도가 유사한 조건에서 두 입력의 토큰과 한 타입 정보를 결합하여 개별화시키기가 색상이 같고 명도가 다른 조건에 비해 더 어렵기 때문이다. 색상이 같고 명도가 다른 조건은 비반복조건과 비슷하다는 점에서 주의를 끌고, 따라서 두 번째 토큰을 개별화시키기 쉬운 것이다.

토큰개별화 실패설의 상대가설로서 명도 정보를 바탕으로 색의 정체를 추리한다는 추리설을 고려할 수 있다. 지각적으로 제한된 상황에서 제시되는 색입력은 짧은 노출시간과 색차폐 때문에 그 항등성이 깨어지기 쉽다. 이 때 피험자들은 채도나 색상보다 쉽게 추출할 수 있는 명도 정보를 바탕으로 표적 색 중 하나를 추리해서 그 정체를 보고하게 된다. 그 이유는 짧은 노출시간에서는 입력의 명도정보가 색상정보보다 더 쉽게 추출되기 때문이다. 두 번째로 보고해야 하는 색입력의 경우 짧은 노출시간과 제한된 주의 때문에 그 색상정보가 제대로 처리되지 못하며 이 때문에 그 입력의 명도정보를 바탕으로 색의 정체를 추리해서 보고하게 된다. 따라서 두 색입력의 명도 토큰이 유사할 경우에는 다른 색으로 추리할 가능성이 줄어들어 반복색맹이 감소하지만, 다를 경우 반복색맹이 관찰되어야 한다. 추리설은 반복되는 두

입력이 비슷한 명도일 경우에는 반복색맹이 감소하지만, 다른 명도일 경우 반복색맹이 여전히 관찰될 것으로 예언한다.

방 법

피험자 서울대학교 학부생 32명이 실험 1에 참여하였다. 피험자의 시력 또는 교정된 시력은 정상이었으며 색채시에 이상이 있는 피험자는 없었다.

기 구 본 실험에는 칼라 모니터와 (NEC MultiSync 3D), VGA 카드, Intel 80386 중앙처리장치가 장치된 IBM호환 개인용 컴퓨터를 사용하여 자극을 제시하고 반응기록 및 결과분석을 수행했다. 자극판과 후차페는 모두 검은 배경 (VGA 에서 "BLACK")에 제시되었다. 모니터와 피험자 사이의 거리는 약 40cm 였고, 실험실의 조명은 특별히 통제되지 않았다.

자 극 화면의 중앙에 흰색 점이 응시점으로 제시되었다. 크기가 0.8 x 1.2 cm (시각 약 1.15 x 1.72°)인 두 직사각형 색 조각이 화면의 좌측과 우측 끝에 제시되었다. 자극으로 사용된 색은 빨강 (밝은 명도 조건 17.6cd/m², 어두운 명도 조건 5.1cd/m²), 파랑(밝은 명도 조건 17.2cd/m², 어두운 명도 조건 4.8cd/m²), 초록(밝은 명도 조건 17.2cd/m², 어두운 명도 조건 5.1cd/m²) 이었다 (각 명도는 +/- 0.5cd/m²의 오차 범위 내에서 변했다). 각 색조각의 명도는 minolta colormeter로 측정되었다. 각 자극판에서 두 색 조각은 응시점에서 12.25cm (17.1°) 떨어져 제시되었다.

후차페로는 색조각과 같은 크기의 직사각형 안에 2.7 x 4 mm (0.39 x 0.58°)의 색조각을 격자무늬로 제시하였다. 후차페로 사용된 색들은 자극의 색과 동일했으며 한 격자와 바로 이어진

격자에는 같은 색이 사용되지 않도록 하였다.

설 계 명도 (유사/상이) x 자극판 (반복/비 반복)의 2요인 반복측정설계를 사용하였다. 색과 자극판을 조합하여 한 구획의 60시행이 산출되었다. 이 60시행은 유사 명도조건 24시행, 상이 명도조건 24 시행 그리고 메우기 자극 (filler) 12 시행으로 구성되었다. 비반복조건에 대한 반응편중을 줄이기 위해 사용된 메우기 자극을 제시할 때, 오른쪽에 자극색 대신 회색 직사각형을 제시했다. 실험 1에서 총 9 구획으로 나누어 시행되었다.

절 차 한 시행의 절차는 다음과 같았다. 먼저 화면의 중앙에 응시점이 500ms 동안 제시된 후 자극판이 미리 정해진 시간동안 제시되었다. 자극판이 사라지면 후차페가 반응할 때까지 제시되었다. 피험자들은 화면에 제시된 자극의 색들을 색종이로 표시된 자판의 키들을 눌러 보고했는데, 먼저 왼쪽에 제시된 색을 보고한 후 오른쪽에 제시된 색을 보고했다. 피험자들은 색 보고의 속도보다는 정확성이 중요하다는 지시를 받았고, 두 색 모두를 보고한 후 스페이스 바를 누르면 다음 시행이 진행되었다. 실험 1은 연습 24시행, 역측정 144 시행, 그리고 본시행 540시행으로 구성되었다. 연습시행에서는 자극판을 무선적으로 24개를 택해 처음 12 시행동안 1170ms 로 제시하다가 차차 노출시간을 줄여 역 측정 시행 전에 약 233 ms (60hz의 수직주파수 특성을 가진 모니터에서 13 cycle)로 낮추었다. 역측정 시행에서 피험자가 비반복 자극판에서 표적을 75% 정확히 보고할 수 있을 때 까지 노출시간을 계단법으로 조정했다. 매 4회의 비반복 시행마다 피험자가 왼쪽과 오른쪽 색 모두를 정확히 보고하는 경우를 헤아려 1-2회 일 때는 노출시간을 1 cycle 증가시켰고, 4회일때 1 cycle 감소시켰다.

본 실험의 시행이 진행되는 동안에도 동일한 알고리즘으로 노출시간을 조정했다. 본 실험이 진행되는 동안 피험자의 색 보고가 옳은지를 알려주지 않았다. 60시행의 한 구획이 끝난 후에는 약 1분의 휴식이 주어졌으며 실험 1 전체에 소요된 시간은 약 1시간이었다.

결과 및 논의

실험 1의 피험자들이 미리 정해진 정확보고율 수준에 달하는데 필요한 평균 노출시간은 39ms 였다.

실험 1을 포함한 본 연구의 모든 실험에서 비반복조건에 대한 반응편중이 교정되지 않은 자료와 교정된 자료를 함께 보고하기로 한다. 그 까닭은 색입력의 명도를 조작하거나 한 수준으로 통제된 효과를 검토하려면 자극판의 제시 확률이나 기대에 의한 반응 편중의 영향을 고려하지 않은 상태, 즉 교정 전의 자료가 먼저 논의의 대상이 되어야 하기 때문이다. 그림 1은 피험자들이 왼쪽 색입력을 정확히 보고한

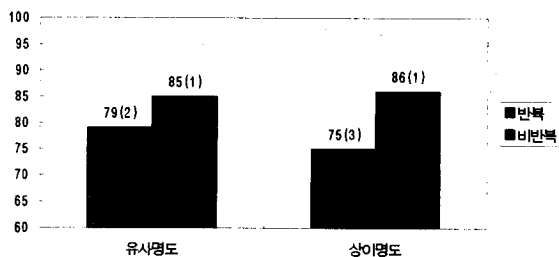


그림 1. 왼쪽 색입력을 정확히 보고했을 때 오른쪽 색입력의 정확보고율(%)과 표준오차

후 오른쪽 색입력을 정확히 보고한 것을 조건별로 정리한 결과이다. 그림 1의 자료에 대해 변량분석을 한 결과, 반복조건이 비반복조건보다 8% 더 떨어진, 즉 반복색맹을 보였고,

$F(1,31) = 10.87, p < .01$, 유사 명도조건이 상이 명도조건보다 더 나은 수행을 보였다, $F(1,31) = 6.87, p < .05$. 자극판과 명도간에 유의한 상호작용이 있었다, $F(1,31) = 12.51, p < .01$. 이 효과는 반복된 자극판의 경우 유사 명도조건이 상이 명도조건보다 약간 더 나은 수행을 보인 반면, 비반복 자극판의 경우 명도에 따른 차이가 없었기 때문이다. 그림 1에서 알 수 있듯이, 유사 명도조건이 6%의 반복색맹을 $F(1,31) = 6.13, p < .05$, 상이 명도조건이 11%, $F(1,31) = 14.9, p < .01$ 의 반복색맹을 보였다. 이 결과는 토큰개별화 실패설의 예언과 일치하지 않는다. 표적색들의 명도가 유사할수록 입력의 토큰개별화가 힘들고, 따라서 명도유사조건이 명도상이조건보다 더 큰 반복색맹을 보여야 하기 때문이다.

그림 1에 정리된 결과는 비반복조건에 대한 반응편중을 교정하지 않은 자료이다. Kanwisher 등 (1995)에 의하면, 반복조건에서 수행이 떨어지는 까닭이 토큰과 타입정보의 결합 실패에 기인하기도 하지만, 두 번째 입력이 잘 보이지 않을 때 첫 번째 입력과는 다른 색을 보고하는 경향이 있기 때문이다. 이러한 반응편중이 비반복조건에 대한 수행을 실제보다 더 좋게 만들었을 가능성이 있어 교정해야 한다. Kanwisher 등 (1995)의 비반복조건 반응교정 방식에 따라, 비반복조건에 대한 평균 정확보고율에서 두 입력 중 하나를 정확히 보고한 비율을 빼어 조건별 수행을 다시 정리하였다 (그림 2).

반응편중을 교정하였을 때 반복색맹은 관찰되지 않았다. 오히려 유사 명도조건이 상이 명도조건보다 더 나은 수행을 보였다.

$F(1,31) = 4.65, p < .05$. 자극판과 명도의 상호작용이 유의하였다, $F(1,31) = 6.58, p < .05$. 이는 상이 명도조건에서 아무런 반복효과가 없었던 반면, 유사 명도조건에서 정적 반복효과가 관찰되었기 때문이다.

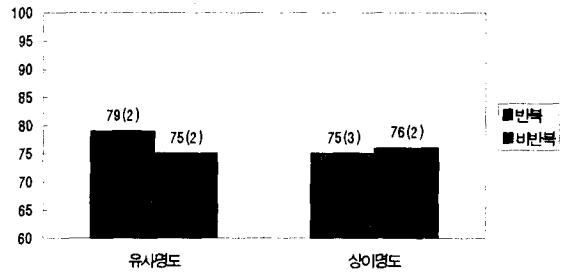


그림 2. 비반복조건에 대한 반응편중을 수정한 후 조건별 정확보고율(%)과 표준오차

토큰개별화 실패설은 유사 명도조건이 상이 명도조건에 비해 더 큰 반복색맹을 보일 것을 예언하는 반면, 추리설은 이와 반대의 결과를 예언하였다. 반응편중이 교정되지 않은 결과와 교정된 결과들은 토큰개별화 실패설의 예언과 일치하지 않고, 추리설의 예언과 일치한다.

각 표적색의 명도를 두 수준으로 조작하고, 명도에 상관없이 같은 색 이름으로 보고하도록 한 실험 1의 결과는 표적색의 명도를 한 수준으로 만든 김정오와 박민규 (1995)의 실험 1의 결과와 일치한다. 김정오와 박민규 (1995)의 실험은 세 표적색의 명도를 비슷하게 만들어 명도정보를 사용하지 못하게 하였을 때 반복색맹이 여전히 관찰되는지를 알아 보았다. 비반복조건에 대한 반응편중을 교정하였을 때 표적색의 명도들이 유사한 조건에서 반복색맹이 사라지고, 오히려 약한 정적 반복효과가 관찰되었다. 본 실험 1의 결과와 김정오와 박민규 (1995)의 결과를 종합해보면, 지각적으로 제한된 상황에서 관찰되는 반복색맹을 초래한 표상은 명도, 채도 및 색상 정보가 통합된 토큰이 아니라 명도 토큰이라는 결론을 내려야 한다. 또한 표적색의 명도를 조작할 경우, 토큰개별화 실패설의 예언과 일치되지 않는 결과를 얻었음을 주목해야 한다.

실 험 2. 윤곽의 선명성에 따른 토큰의 형성과 반복색맹

지각적으로 제한된 상황에서 색입력은 짧게 제시될 뿐 아니라, 색무늬들로 구성된 차폐로 지워진다. 따라서 표적 색입력과 색차폐가 통합되어 입력의 정체를 파악하기 힘들 수 있다. 이러한 상황에서 색입력의 토큰을 만들 때 윤곽이 중요한 변인이 된다. 윤곽이 흐릿한 경우에 비해서 윤곽이 뚜렷한 경우 그 안의 색이 다른 위치로 번지는 것이 방지되므로 표적 색을 탐지하기가 더 쉬울 것이다. 한 계산론적 접근에 의하면, 한 표면에 어떤 색이 있는지를 판단하려면 어떤 색을 계속 칠하여 (coloring) 폐쇄된 윤곽과 만날 경우 그 표면에 그 색이 있는 것으로 결정한다 (Ullman, 1985). 특히 차폐를 구성하는 여러 색들과 표적색 입력이 통합될 가능성이 있을 때 색입력 윤곽의 선명성이 토큰의 형성에 영향을 미칠 것이다.

색입력의 윤곽을 뚜렷히 하거나, 흐리게 할 경우 이러한 조작이 색입력의 정보처리에 미치는 영향에 대해 몇가지 가능성을 생각해야 한다. 그 까닭은 색입력과 윤곽의 선명성의 관계를 지각적으로 제한된 상황에서 검토한 연구가 없기 때문이다. 따라서 뚜렷한 윤곽이 색입력의 처리를 고양시킬 가능성과 윤곽 그 자체가 주의를 끌어가 색입력의 처리가 오히려 방해받을 가능성을 생각해야 한다.

토큰개별화 실패설은 이 두 가능성에 있어 다음과 같은 예언을 할 수 있다. 윤곽이 뚜렷해서 색 번짐이나 색 차폐의 영향을 적게 받는 조건은 흐린 윤곽조건에 비해 반복색맹을 더 적게 보여야 한다. 그 까닭은 윤곽에 의해 색입력이 주의를 끌어 그 토큰이 쉽게 형성되는 조건의 경우 그렇지 못한 조건에 비해 토큰과 타입의 결합이 쉽기 때문이다. 반대로, 윤곽이 주의를 포착하고, 이 때문에 색입력 그 자체에 대

해 주의가 덜 배정될 수 있다. 이 때 토큰개별화 실패설은 흐릿한 윤곽조건에서는 반복색맹이 사라지고, 뚜렷한 윤곽조건에서 반복색맹이 관찰될 것을 예언한다. 실험 1에서 검토된 추리설은 윤곽 그 자체가 문제가 아니고, 윤곽으로 인해서 두 색입력의 명도가 같은지 그 여부가 반복색맹에 영향을 줄 것으로 예언한다. 윤곽이 달라 두 색입력의 명도 토큰이 다를 경우 같은 색입력이라도 그 정체를 다르게 추리하고 이 때문에 반복색맹이 초래될 것이다. 반면, 두 색입력의 명도가 윤곽 때문에 같게 보일 경우 명도를 잘못 판단해 틀리게 추리할 가능성이 줄어들어 이 효과가 사라질 것이다.

방 법

피험자 서울대학교 학부생 34명이 실험 2에 참여하였다. 피험자의 시력 또는 교정된 시력은 정상이었다. 색채시에 이상이 있는 피험자는 없었다.

기 구 실험 1과는 달리 Intel 80486 중앙처리장치가 장치된 IBM호환 개인용 컴퓨터를 사용하였다. 나머지 기구는 실험1에서 사용된 것과 같았다.

자 극 표적 자극색으로 빨강, 파랑, 초록이 사용되었다. 실험 1과는 달리 명도는 세 색 모두 $14 \text{ cd/m}^2 (+/- 0.5 \text{ cd/m}^2)$ 로 비슷하게 조정되고 윤곽 명료조건의 경우에는 흰색 선이 자극색을 둘러싸도록 하였다. 이 흰색 윤곽의 폭은 모니터의 1 화소였다. 나머지는 실험 1과 같았다.

설 계 윤곽 (모두 뚜렷한 윤곽/왼쪽 뚜렷한 윤곽/오른쪽 뚜렷한 윤곽/모두 흐린 윤곽) x 자극판 (반복/비반복)의 2요인 반복측정설계

를 사용하였다. 윤곽유형과 자극판을 조합하여 한 구획 120시행이 산출되었다. 120시행은 각 윤곽조건 24 시행과 메우기 자극 24 시행으로 구성되었고 총 4 구획이 시행되었다.

절 차 실험 2에서 각 피험자의 역측정 시행이 120회였다. 이 점을 제외하고 모든 절차는 실험 1과 같았다.

결과 및 논의

피험자들이 미리 정해진 정확보고율 수준의 수행을 보이는데 필요한 평균 노출시간은 37ms로 나타났다. 그림 3은 실험 2의 피험자들이 왼쪽 색자극을 정확히 보고하였을 때 오른쪽 색자극을 정확히 보고한 반응률을 정리한 결과이다.

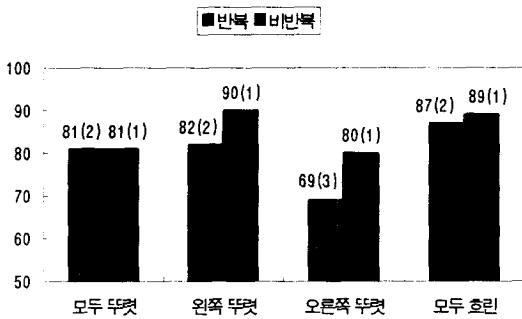


그림 3. 왼쪽 색입력을 정확히 보고했을 때 오른쪽 색입력의 윤곽조건별 정확보고율 (%)과 표준오차

그림 3의 자료에 대해 변량분석을 한 결과, 5%의 반복색맹이 관찰되었고, $F(1,33) = 6.06, p < .05$, 윤곽의 주효과가 있었다, $F(3,99) = 40.13, p < .001$. 특히, 자극판과 윤곽의 상호작용이 있었다, $F(3,99) = 12.34, p < .001$, 이 효과는 그림 3에서 알 수 있듯이, 두 입력 모두가

뚜렷한 윤곽을 가지고 있거나 또는 흐린 윤곽을 가진 경우 반복색맹이 전혀 관찰되지 않은 반면, 어느 한 입력만이 뚜렷한 윤곽을 가진 경우 약 10%의 반복색맹이 있었기 때문이다. 왼쪽 색입력이 뚜렷한 윤곽을 갖고 있을 경우 8%의 반복색맹이, $F(1,33) = 12.83, p < .01$, 오른쪽 색입력만이 뚜렷한 윤곽을 갖고 있을 경우 11%의 반복색맹이, $F(1,33) = 12.29, p < .01$ 관찰되었다.

실험 1에서와 마찬가지로 비반복조건에 대한 반응편중을 교정하였다. 이 결과는 그림 4에 제시되어 있다.

비반복조건에 대한 반응편중을 교정하였을 때, 오히려 5%의 정적 반복효과가 나타났다, $F(1,33) = 4.55, p < .05$. 윤곽의 주효과도 있었고, $F(3,99) = 36.57, p < .001$, 자극판과 윤곽의 상호작용이 있었다, $F(3,99) = 7.89, p < .001$. 이 상호작용은 그림 4에서 알 수 있듯이, 왼쪽 색입력에만 뚜렷한 윤곽이 있는 경우를 제외하고 모든 다른 조건들이 정적 반복효과를 보였기 때문이다.

앞서 토큰개별화 실패설 (Kanwisher, 1991; Kanwisher 등, 1995)은 두 주요 예언을 낼 수 있다고 언급한 바 있다. 색입력의 윤곽이 뚜렷해서 색번짐이 방지되고 그 토큰이 쉽게 형

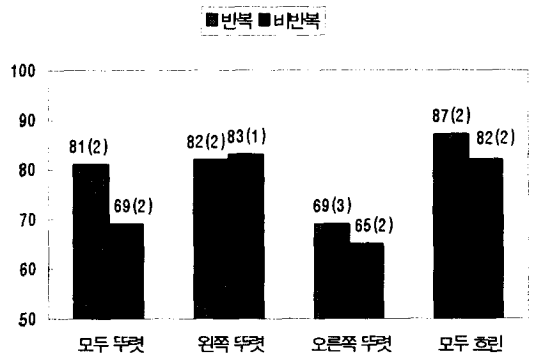


그림 4. 비반복조건에 대한 반응편중을 수정한 후 조건별 정확보고율 (%)과 표준오차

성되면 두 입력의 윤곽이 모두 뚜렷한 조건과 오른쪽 입력이 뚜렷한 윤곽을 가진 조건에서 반복색맹이 감소해야 한다. 반면, 뚜렷한 윤곽 그 자체가 주의를 끌어 색입력의 처리를 방해한다면, 이 두 윤곽조건이 다른 조건들에 비해 더 큰 반복색맹을 보여야 한다. 그러나 비반복 조건에 대한 반응편중을 교정하지 않거나 (그림 3), 교정한 경우 (그림 4) 모두에서 이러한 예언과 일치하지 않는 결과를 얻었다. 실험 2의 결과들은 추리설의 예언 즉, 두 윤곽이 모두 뚜렷하거나 모두 흐려 명도가 같을 경우 반복색맹이 사라지고, 그렇지 않을 경우 반복색맹이 관찰되리라는 예언과 일치한다.

실험 1과 2의 논의

Kanwisher (1991)가 처음 보고하고, Kanwisher 등 (1995)에 의해 그 핵심 기제가 주의임이 밝혀진 반복색맹을 본 연구의 두 실험은 김정오와 박민규 (1995)가 시도한 명도조절과는 다른 방식으로 접근하였다. 각 표적색이 두 수준의 명도를 갖게 하여 차이나는 명도 토큰만으로 보고과제를 수행하지 못하도록 하거나 (실험 1), 색 입력의 윤곽으로 그 명도를 비슷하게 또는 다르게 하였다 (실험 2). 이 두 실험은 토큰개별화 실패설의 여러 예언을 검증하면서, 이 가설과 대비되는 추리설의 예언을 검증하였다. 이 두 실험의 결과들은 앞 가설의 예언과 일치하지 않으나, 추리설의 예언과 일치하였다. 실험 1의 결과는 또한 표적 색들의 명도 유사성을 조작한 김정오와 박민규 (1995)의 실험 1의 결과와 일치하였다. 즉 표적색의 명도를 두 수준으로 조절하거나, 윤곽으로 조절할 경우 반복색맹이 사라지거나 오히려 정적 반복효과가 관찰되었다.

본 연구의 이 결과들은 김정오와 박민규 (1995)의 연구와 함께 지각적으로 제한된 상황

에서 색입력을 제시할 경우 그 항등성 (color constancy)이 유지되지 않고, 이 때 과제의 요구에 응하기 위해 피험자들이 때때로 명도 토큰을 중심으로 반응하게 된다는 기본 생각이 타당함을 보여준다. 이는 이미 언급하였듯이, 명도 토큰을 색입력의 정체 보고에 사용할 수 없게 만들면, 반복색맹이 사라지고, 조건에 따라 오히려 정적 반복효과가 관찰되었기 때문이다. Kanwisher (1991; Kanwisher, 등 1995)나 본 연구가 사용한 실험 과제에서 색항등성이 깨어지면, 특히 오른쪽 입력을 보고해야 할 때 명도 토큰을 쓸 수 밖에 없다. 그러나 명도 토큰은 짧은 노출시간, 차폐 등으로 인해 그 항상성 역시 보장되기 힘들고, 이 때문에 비록 색상이 같은 두 입력이 제시되더라도 다른 명도 토큰을 형성하게 된다. 그 결과, 먼저 파악된 색과 다른 명도를 가진 색을 보고하려는, 즉 비반복조건에 대해 큰 반응편중을 생기게 된다.

색항등성이 유지되지 못할 때 명도정보에 의존해서 반응하므로 반복색맹이 생긴다는 이러한 주장을 뒷받침하는 증거는 이미 Epstein과 Hatfield (1978)가 형태를 사용한 실험에서 밝힌 바 있다. 이들은 형태자극을 짧게 제시하고, 차폐로 지울 경우, 경사를 무시하고 물체를 원래 모양대로 지각하려는 모양항등성 (form constancy)이 유지되지 못함을 발견하였다. 이 결과는 어떤 모양이 차폐로 지워질 경우 사람들이 가변적인 망막 이미지 정보를 바탕으로 판단을 내리기 때문으로 해석되었다. 항상성이 깨어질 때 망막 이미지 정보를 바탕으로 자극의 정체에 대한 판단을 내릴 가능성은 색입력의 경우에도 마찬가지 일 것이다. 특히 색이 명도, 채도 및 색상의 세 차원으로 구성되어 있기 때문에 노출시간이 짧고, 차폐가 동반되면 불안정한 명도 정보를 바탕으로 색입력의 정체를 보고할 가능성이 커질 것이다.

본 연구의 실험 1과 2는 김정오와 박민규 (1995)의 실험 1과 함께 반복색맹을 설명하기 위해 톤과 타입의 두 표상에 대한 가정을 내릴 필요가 없음을 보여 준다. 특히 지각적으로 제한된 상황이지만, 명도 톤을 사용하지 못하게 할 때 정적 반복효과를 관찰할 수 있다는 사실은 톤개별화 실패설의 타당성을 의심한다. 표상 유형과 그 결합에 대한 가정을 내리지 않고, 명도에 의한 표적 색의 추리를 가정하는 추리설이 단순하며, 여러 경험적 사실을 설명할 수 있다.

실 험 3. 단서제시 방식이 반복색맹에 미치는 영향

Kanwisher (1991)는 그의 실험 4에서 보고해야 할 색 입력의 위치를 사전 또는 사후단서로 지정하였다. 이 실험에서 사전단서조건이 사후단서조건에 비해 더 나은 표적색 보고율을 보였다. 그러나 그는 이 두 단서 조건이 반복색맹 또는 반복형태맹에서 차이 없음을 주목하지 못하였다. 이 결과는 사전 단서로 주의배정이 쉬워 전반적인 수행은 좋아졌지만 주의가 톤과 타입정보의 결합과는 무관한 과정임을 시사한다. 반복되는 자극에 주의가 주어져 톤과 타입의 결합이 제대로 이루어졌다면, 주의가 미리 배정되어 비록 입력이 반복되더라도 주의를 끌기 쉬운 사전 단서조건이 사후 단서조건에 비해 더 적은 반복색맹을 보였어야 한다. 톤개별화 실패설은 사전 단서조건에서도 반복색맹이 관찰되지만, 그 양이 사후 단서조건에 비해 적을 것을 예언하는데, 그 까닭은 이 두 조건 모두 주의가 제한된 상황을 제공하기 때문이다. 이와 대조적으로 추리설은 반복색맹을 주의 배정과 관련된 결합 실패로 보지 않고, 명도 톤을 바탕으로 표적 색의 정체를 추리하

기 때문으로 본다. 따라서 주의가 배정되는 것과 반복색맹이 무관함을 주장한다. 추리설은 표적 색들의 명도를 비슷하게 만들 경우에 사전 단서조건에서는 반복색맹이 사라지는 반면, 사후 단서조건에서는 반복색맹이 관찰될 것을 예언한다. 추리설은 사전 단서조건이 사후단서조건보다 수행이 좋아질 것을 예상하는데, 그 까닭은 주의를 줄 곳을 미리 지정할 경우 해당 위치에 제시되는 입력에 관해 정교한 표상 (fine representation)이 형성되며, 이 가능성은 사전 단서조건이 사후 단서조건보다 더 크기 때문이다. 세 표적색의 명도를 비슷하게 만들면 명도톤을 바탕으로 추리할 가능성이 상대적으로 줄어드는데, 사전 단서조건인 경우 그 표상이 정교하므로 틀리게 추리할 가능성이 적다. 따라서 사후 단서조건에서는 반복색맹이 관찰되더라도, 사전단서조건에서는 반복색맹이 사라져야 한다.

실험 3은 또한 표적 색들의 보고 순서에 따라 반복색맹이 어떻게 달라지는지를 살펴 보았다. Fagot과 Pashler (1995)나 Armstrong과 Mewhort (1995)는 반복형태맹이 자극을 약호화하는 지각 단계보다 인출 단계에서 초래된 현상임을 시사하는 결과를 얻었다. 입력의 보고 순서가 제시 순서와 일치하는 여부에 따라 반복형태맹이 달라진다. 이러한 결과가 과연 반복색맹에서도 관찰되는지 관심꺼리이다. 본 실험 3에서 사후 단서조건인 경우 제시 순서와 보고 순서가 일치하는 경우와 반대되는 경우를 포함시켜 반복색맹이 인출 단계의 현상일 가능성도 아울러 검토하였다.

방 법

피험자 서울대학교 학부생 10명이 실험 3에 참여하였다. 피험자의 시력 또는 교정된 시력은 정상이었고, 색채시에 이상이 있는 두명의

피험자는 그 자료가 제외되었다.

기 구 컬러 모니터와 VGA 카드 그리고 Intel 80486 CPU가 장치된 IBM 호환 개인용 컴퓨터를 사용하여 자극을 제시하고 반응 기록 및 결과 분석을 수행하였다. 자극판과 후차페는 모두 검은 배경 (VGA에서 "Black")에 제시되었다. 모니터와 피험자의 거리는 약 40 cm였고, 실험실의 조명은 특별히 통제되지 않았다.

자 극 화면의 중앙에 흰색 점이 응시점으로 제시되었다. 그 크기가 0.8 x 1.2 cm (시각 약 1.15x 1.72°)인 두 직사각형 색 조각이 화면의 왼쪽과 오른쪽 끝에 제시되었다. 자극으로 제시된 색은 빨강, 파랑 및 초록이었고, 각 색은 그 명도가 33 +/- .5 cd/m²로 조정되었다. 각 색 조각의 명도는 Minolta colormeter로 측정되었다. 각 자극판에서 두 색 조각은 12.25 cm (17.1°) 떨어져 제시되었다.

후차페로 색 입력과 같은 크기의 직사각형 안에 2.7x 4 mm (0.39 x 0.58°)의 색 조각을 격자무늬로 제시하였다. 후차페를 구성하는 색들은 표적색들이었고, 한 격자와 바로 이어진 격자에 같은 색이 사용되지 않도록 하였다. 메우기 (filler)로 자극판의 같은 크기의 직사각형의 안에 빨강, 파랑, 초록의 점들을 무선적으로 위치시킨 자극을 만들었다. 메우기는 언제나 두 번째로 제시되어 피험자들이 이 자극을 정확히 볼 수 있는 가능성을 줄인 상태에서 비반복 또는 반복조건에 대한 반응 편향을 측정하기 위해 마련되었다.

절 차 한 시행의 절차는 다음과 같았다. 먼저 화면의 중앙에 응시점이 500 ms 동안 제시된 후 사전 단서조건인 경우 사전 단서가 117ms 동안 제시된 다음, 자극판이 역 조정에 의해 정해진 시간 동안 제시되었다. 두 색입력

은 순차적으로 제시되었는데, 한 색입력이 일정 시간 동안 제시된 후 차페로 지워짐과 동시에 다른 색입력이 제시되고, 역시 후차페로 지워졌다. 두 색입력간의 제시시차는 57ms였다. 자극판이 사라지면 후차페가 반응할 때 까지 제시되었다.

사전 단서의 경우 단서가 왼쪽에 나타났을 때 왼쪽부터 보고하였고, 오른쪽에 나타난 경우 오른쪽부터 보고하게 하였다. 사후 단서의 경우 자극이 어느 쪽에서 먼저 제시된 것과는 상관 없이 사후 단서에 의해 지정된 쪽부터 보고하게 하였다. 피험자들에게 색 보고의 속도보다 정확성이 더 중요하다는 지시를 주었고, 두 색 모두 보고한 후 스페이스 바를 누르면 다음 시행이 계속되었다.

실험 3은 연습 20 시행, 역 측정 106 시행, 그리고 본 시행 318 시행으로 구성되었다. 연습시행에서 자극판을 무선적으로 20개 택하여 처음부터 약 408 ms로 제시하다가 차츰 노출 시간을 줄여 역 측정 시행 전 약 117 ms (60 hz의 수직 주파수 특성을 가진 모니터에서 8 cycle)로 낮추었다. 역 측정 시행에서 피험자가 비반복 자극판에서 표적을 66% 정확히 보고할 수 있을 때까지 노출시간을 계단법으로 조정하였다. 매 6회 시행마다 피험자가 왼쪽과 오른쪽 색을 모두 정확히 보고하는 경우를 헤아려 1-3회 일 때는 노출시간을 1 cycle 증가시켰고, 5-6회 일 때는 1 cycle 감소시켰다. 본 시행이 진행되는 동안에도 같은 알고리즘으로 노출시간을 조절하였다. 53회 시행의 한 구획이 끝난 후 약 1 분의 휴식을 주었고, 실험에 소요된 개인 별 시간은 약 40 분이였다.

설 계 실험 3은 단서 (사전/사후) x 단서제시 위치 (왼쪽/오른쪽) x 자극판 (반복/비반복)의 3요인 반복측정 설계를 사용하였다. 사전 단서조건인 경우 단서가 오른쪽 혹은 왼쪽에

제시되는 두 조건이 있었고, 단서로 보고 순서가 지정되었다. 사후 단서의 경우 두 자극이 모두 제시되고 난 후 왼쪽 혹은 오른쪽에 제시되어 보고 순서를 결정하였다. 세 표적 색은 반복과 비반복의 비율을 맞추기 위해 12가지 경우로 배정되었다. 비반복입력에 대한 반응편중을 줄이기 위해 사용된 메우기는 각 구획 당 5개 제시되었다. 각 요인을 조합하여 구획 당 53 시행이 있었고, 총 6개 구획이 실시되었다.

결과 및 논의

실험 3의 피험자들이 미리 정해진 정확을 수준에 도달하는데 필요한 평균 노출시간은 51 ms였다. 그림 5는 사전 단서조건에서 피험자들이 먼저 보고해야 할 자극의 색을 정확히 보고한 후 나중에 보고해야 색을 정확히 보고한 반응율을 정리한 결과와 실험 1과 2에서 한 것과 마찬가지로 비반복조건에 대한 반응편중을 교정한 후의 결과를 보여 준다.

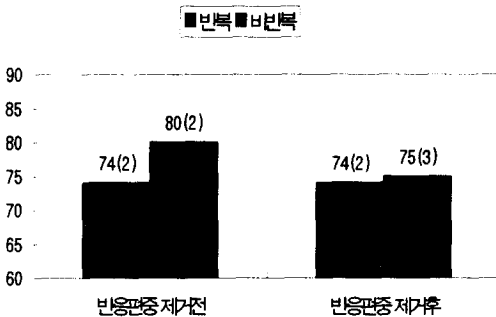


그림 5. 먼저 보고할 색을 정확히 보고 했을 때 나중에 보고한 색의 정확 보고율(%)과 표준오차: 반응편중을 제거 하기 전과 후

그림 5를 보면, 사전 단서조건은 비반복조건에 대한 반응편중을 제거하기 전 6%의 반복색맹을 보였으나, 이는 통계적으로 유의한 차이가

가 아니었다, $F(1,7) = 1.49$, ns. 그러나 비반복조건에 대한 반응편중을 제거하면 반복색맹이 사라짐을 알 수 있다.

자극 색의 제시 순서와 보고 순서를 변화시킨 사후 단서조건에서 피험자들이 여러 조건별로 보인 평균 정확보고율을 정리하였다. 그림 6과 7에서 알 수 있듯이, 비반복조건에 대한 반응편중을 제거하기 전의 결과에서 제시와 보고 순서가 일치할 경우 13%, $F(1,7) = 6.52$, $p < .001$, 순서가 다를 경우 6%의 반복색맹이 관찰되었다, $F(1,7) = 1.78$, ns. 이 결과는 반복형태맹이 반복되는 입력을 약호화하는 단계가 아니라 인출하는 단계에서 비롯되었다는 주장을 뒷받침한다 (예, Fagot과 Pashler, 1995; Armstrong과 Mewhort, 1995). 그러나 반응편중을 제거한 후, 순서 일치조건이 보인 8% 반

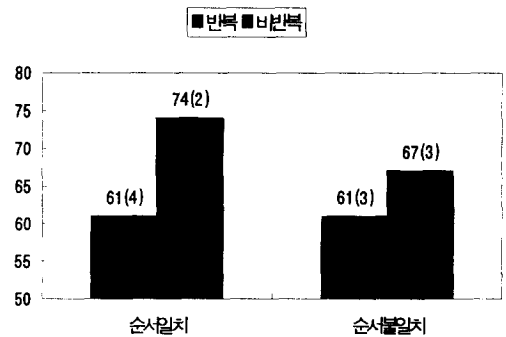


그림 6. 먼저 보고할 색을 정확히 보고 했을 때 나중에 보고한 색의 정확 보고율과 표준오차: 반응편중을 제거하기 전

복색맹은 통계적으로 유의하지 않았다, $F(1,7) = 2.08$, ns. 실험 3은 제시될 위치를 지정해 주는 단서와 색입력을 보고해야 할 순서를 변화시켰다. 사전 단서조건의 결과와 사후 단서조건의 결과를 비교해 보면, 앞 조건이 나중에 조건보다 8% 더 나은 수행을 보였다. 즉 미리 제시

■반복 ■비반복

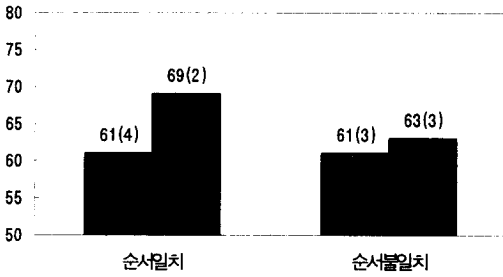


그림 7. 먼저 보고할 색을 정확히 보고 했을 때 나중 보고한 색의 정확 보고율과 표준 오차: 반응편중을 제거후

될 위치를 지정해 준 것이 주의를 더 끌어나중에 위치를 지정한 것보다 나은 수행을 보였다. 이러한 상황에서 주위의 결합기능을 가정하는 토큰개별화 실패설의 예언과 다른 결과가 반응편중을 제거하기 전의 사전 및 사후 단서 조건에서 관찰되었다. 즉 사전 단서조건에서는 반복색맹이 사라졌고, 사후 단서조건에서는 큰 반복색맹이 관찰되었다. 비반복조건에 대한 반응편중을 교정했을 때 사전 단서조건이 사후 단서조건보다 여전히 더 나은 수행을 보였지만, 이 두 조건 모두에서 반복색맹이 사라졌다. 세 표적색의 명도를 통제한 이 실험의 조건들에 대해 추리설은 사전 단서조건에서는 반복색맹이 사라지고, 사후 단서조건에서는 관찰될 것을 예언하였는데, 반응편중이 교정되지 않은 결과는 이 예언과 일치하였다.

사후 단서조건인 경우, 반응편중을 제거하기 전에는 순서가 일치하는 조건에서 큰 반복색맹이 있었고, 일치하지 않는 조건에서는 약한 반복색맹이 있었다. 이 결과는 부분적으로는 반복색맹이 인출 단계에 비롯될 가능성을 시사한다. 반응편중을 교정했을 때 두 반복색맹이 사라졌다는 사실도 반복색맹이 반응 결정 단계에서 일어나는 현상임을 시사한다.

실험 4. 색입력의 운동 여부가 반복색맹에 미치는 영향

사전 또는 사후 단서를 이용해서 색입력에 배정되는 주의를 조작하고, 그것이 토큰개별화에 미치는 영향을 검토한 실험 3의 조작 방식도 중요하다. 이보다 더 확실한 것은 색입력을 움직여 피험자의 주의를 끌게 하고, 이러한 조건에서 반복색맹이 관찰되는지를 검토할 수 있다. 정지된 물체보다 움직이는 물체가 주의를 더 빨리 끈다는 사실은 잘 알려져 있다 (예, Cavanagh, 1992; Nakayama, He, & Shimojo, 1995). Kanwisher 등 (1995)이나 김정오와 박민규 (1995 실험 1) 그리고 본 연구의 실험 3은 모두 색입력들을 동시 또는 순차적으로 제시되 제시된 위치에 그대로 있도록 하였다. 만약 색입력을 움직이면 그 입력은 정지된 색입력보다 주의를 더 많이 끌고 이 때 토큰의 형성 및 토큰과 타입 정보의 결합이 더 쉬워 질 것이다. 주위의 역할이 토큰과 타입표상의 결합에 필요충분조건이라면 움직이는 색입력은 정지된 색입력에 비해 반복색맹을 더 적게 보여야 할 것이다. 운동하는 입력이 주의를 끌 뿐만 아니라, 같은 입력들간에 물체 항등성을 유지하기 위해 주위가 자동적으로 배정될 수 있다. 요컨대, 토큰개별화 실패설에 의하면, 색입력이 움직이는 조건이 색입력이 정지된 조건에 비해 반복색맹을 적게 보여야 한다.

김정오와 박민규 (1995)는 반복색맹이 관찰되는 과제와 다소 다른 변별과제를 이용해서 피험자들이 주의를 줄 범위를 미리 지정하고, 그 안에 또는 밖에 두 색입력을 제시한 다음, 그 중 하나를 보고하게 하는 과제를 사용하였다. 이 연구자들은 반복색맹이 반복되는 색으로부터 주위의 이탈 (attentional disengagement) 또는 주의 이동 (attentional shifting)에 기인함을 보여 주는 결과를 얻었다. 특히 김정

오와 박민규 (1995)는 두 색입력간의 거리에 따라 반복색맹 또는 그 반대 효과, 즉 정적 반복효과를 관찰하였다. 본 실험 4는 색입력의 움직임과 관련해서 토큰개별화 실패설의 예언을 검증하고, 그들이 얻은 거리 효과를 다시 검토하고자 하였다.

방 법

피험자 서울대학교 학부생 32명이 실험 4에 참여하였다. 피험자들의 시력 또는 교정된 시력은 정상이었고, 색채시에 이상이 있는 피험자는 없었다.

기 구 실험 3과 같은 컴퓨터 및 그 부속 장치를 사용하였다.

자 극 실험 1과 2에 사용된 자극판을 본 실험 4에서 그대로 사용하였다. 빨강, 파랑 및 초록 표적색의 명도는 14.0 cd/m^2 (오차 $\pm 0.5 \text{ cd/m}^2$)로 같게 조정되었다. 실험 4는 본 연구의 다른 실험들과는 달리 왼쪽과 오른쪽에 제시되는 자극간 거리가 조작되었다. 거리는 인접 (시각 약 8°), 가까운 (17°), 및 먼 (시각 34°)의 세 수준으로 변화시켰다. 오른쪽 색입력이 움직이는 조건의 경우, 원 제시 위치의 3 화소 위에서 원래 위치로 흘러내리도록 하였다.

절 차 실험 4의 역 측정 시행이 180회였다는 점을 제외하고, 모든 절차는 실험 2와 같았다.

설 계 실험 4는 움직임 (운동/정지) x 거리 (인접/가까운/먼) x 자극판 (반복/비반복)의 3요인 반복측정 설계를 사용하였다. 이 세 요인의 조합과 매우기 (filler) 자극을 포함해서 180시행을 만들었고, 총 3 구획의 본 실험 시행이

실시되었다. 실험 4에 피험자 당 소요된 시간은 대략 55분 정도였다.

결과 및 논의

실험 4의 피험자들이 미리 정해진 정확보고를 수준의 수행에 달하는데 필요한 평균 노출 시간은 43 ms 였다. 그림 8, 9, 10 그리고 11은 조건별 정확 보고율을 정리한 결과를 나타낸다. 피험자들은 정지조건보다 운동조건에서 7% 더 나은 색보고 수행을 보였다, $F(1,31) = 86.81, p < .001$. 이 결과는 움직이는 색입력이 정지된 색입력보다 주의를 더 끌어 수행이 좋아지리라는 예언이 타당함을 보여준다. 인접조건이 가까운조건보다 9%, 먼조건보다 20% 더 나은 수행을 보였다, $F(2,62) = 99.90, p < .001$.

전반적으로 비반복조건이 반복조건보다 색보고 수행이 좋은, 즉 4%의 반복색맹이 관찰되었다, $F(1,31) = 6.21, p < .05$. 거리와 자극판간에 상호작용이 있었는데, $F(2,62) = 18.93, p < .001$, 이 결과는 두 입력간의 거리가 멀면 반복색맹이, 가까우면 정적 반복효과가 관찰되었기 때문이다. 구체적으로, 정지-먼조건에서 9%의 반복색맹이, $F(1,31) = 8.6, p < .01$, 정지-인접조건은 5%의 정적 반복효과를 보였다, $F(1,31) = 5.20, p < .05$. 운동-먼조건은 13%의 반복색맹을, $F(1,31) = 20.1, p < .001$, 운동-가까운조건 역시 5%의 반복색맹을 보였으나, $F(1,31) = 5.70, p < .05$, 운동-인접조건은 어떤 의미있는 반복효과를 보이지 않았다. 비반복조건에 대한 반응편중이 교정되지 않은 자료는 토큰개별화 실패설의 예언과 일치하지 않는다. 두 입력의 거리가 멀거나 가까운 경우에 운동조건이나 정지조건 모두에서 반복색맹이 관찰되었기 때문이다. 실험 1과 마찬가지로 비반복조건에 대한 반응편중이 교정된 결과는 그림 10과 11에 정리되어 있다. 운동조건이 정지조건보다 9% 더

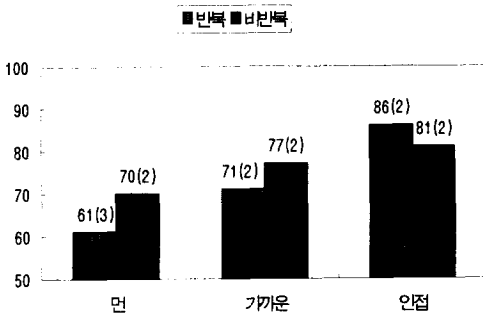


그림 8. 왼쪽 자극을 정확히 보고했을 때 오른쪽 자극의 정확보고율 (%)과 표준오차 : 정지조건

나은 수행을 보였다, $F(1,31) = 78.00, p < .001$. 인접조건이 가까운조건과 먼조건보다 각기 11%, 24% 더 나은 수행을 보였다.

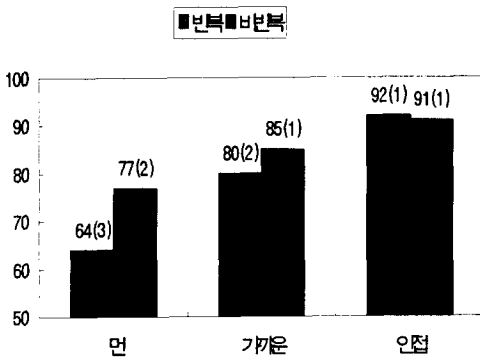


그림 9. 자극을 정확히 보고했을 때 오른쪽 자극의 정확보고율 (%)과 표준오차 : 운동조건

$F(2,62) = 79.83, p < .001$. 비반복조건에 대한 반응편중을 제거하지 않은 경우 (그림 8과 9)와는 다르게, 반복조건이 비반복조건보다 8% 더 나은, 즉 정적 반복효과가 관찰되었다, $F(1,31) = 17.67, p < .001$. 운동여부와 자극판간에 상호작용이 있었다, $F(1,31) = 12.42, p < .01$. 이 결과는 그림 10과 11에서 알 수 있듯이,

정지조건인 경우 거리에 상관없이 10% 내외의 정적 반복효과가 있었으나, 운동조건인 경우

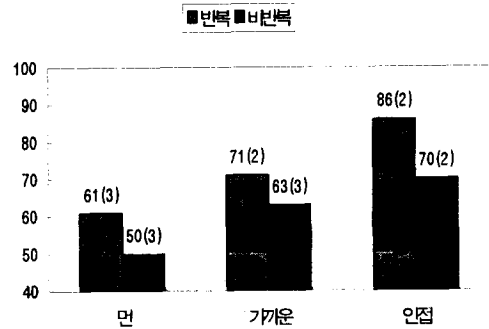


그림 10. 비반복조건에 대한 반응편중이 수정된 후 조건별 정확보고율 (%)과 표준오차 : 정지조건

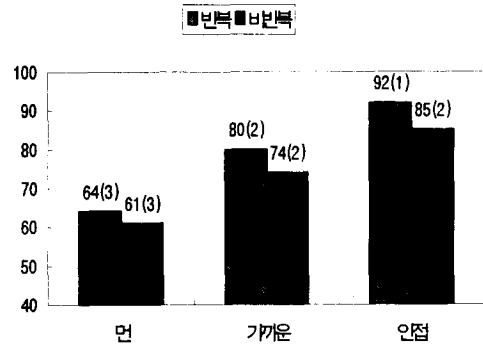


그림 11. 비반복조건에 대한 반응편중이 수정된 후 조건별 정확보고율 (%)과 표준오차 : 운동조건

이와 대조적으로 약한 정적반복효과가 관찰되었기 때문이다. 정지-먼조건은 11%의 정적 반복효과를, $F(1,31) = 7.9, p < .01$, 운동-먼조건은 약한 정적 반복효과를 보였다. 정지-가까운 조건에서 8%의 정적 반복효과가, $F(1,31) = 5.3, p < .05$ 있었고, 운동-가까운조건에서 6%의 정적 반복효과가 있었다, $F(1,31) = 5.0, p < .05$.

실험 4의 결과들은 움직이는 색입력은 정지된 색입력보다 주의를 더 관여시켜 더 나은 수행을 보인 것으로 해석된다. 그러나 토큰개별화 실패설의 예언과는 달리, 주의를 더 끈 운동 조건에서 반복색맹이 사라지지 않거나 (반응편중이 교정되기 전), 토큰개별화 실패설이 예상하기 힘든 결과, 즉 정적 반복효과를 얻었다 (반응편중이 교정된 후). 이 가설은 그림11의 운동-면조건이 약한 정적 반복효과를 보인 것을 주의 배정에 의한 결합의 성공으로 해석할 수 있으나, 주위의 관여가 적은 정지-면조건에서 정적 반복효과가 관찰된 사실을 설명하지 못한다. 토큰개별화 실패설은 거리에 따라 반복효과의 패턴이 달라짐을 설명하기 힘들다. 이 가설이 거리에 따라 달라지는 반복효과를 설명하려면 색입력에 대한 주의 배정 중심의 설명보다는 한 입력에서 다른 입력으로 주위의 이동이나 한 입력에서 주위가 떨어져 나가는, 즉 이탈 기제를 고려해야 할 것이다 (김정오와 박민규 1995의 실험 3과 4 참고).

전체 논의

본 연구는 Kanwisher (1991; Kanwisher 등, 1995)가 반복색맹과 반복형태맹을 설명하기 위해 제안한 토큰개별화 실패설의 두 가정, 즉 토큰과 타입의 표상 가정과 이들의 결합을 주의가 맡고 있다는 가정의 타당성을 네 실험에서 검토하였다. 실험 1에서 표적색의 명도를 두 수준으로, 실험 2에서는 표적색의 윤곽을 변화시켜 각기 반복색맹 배후 표상의 역할을 검토하였다. 두 실험에서 토큰개별화 실패설의 예언과 일치하는 결과를 얻지 못했다. 비반복조건에 대한 반응편중을 교정하기 전의 결과들은 토큰개별화 실패설의 예언과 일치하지 않았고, 반응편중을 교정했을 때 반복색맹이 사라지지

나, 오히려 정적 반복효과가 관찰되었다. 따라서 반복색맹의 경우 핵심 표상이 명도 정보임을 알 수 있다. 실험 3은 먼저 또는 나중에 보고해야 할 색입력을 사전에 지정하거나 사후에 지정하는 조작을, 실험 4는 색입력을 정지 또는 움직이게 하는 조작을 통해 색 입력에 주의가 다르게 배정되도록 하였다. 이 두 실험에서 사전 단서조건이 사후 단서조건보다, 운동조건이 정지조건보다 더 나은 정확보고율을 보였다. 따라서 주의 배정의 조작이 충분하였음을 알 수 있다. 실험 3에서는 토큰개별화 실패설의 예언과 일치하는 결과를 얻지 못하였는데, 이는 비반복조건에 대한 반응편중이 교정되기 전이나 교정된 후의 자료에서 마찬가지였다. 실험 4에서는 운동조건이 정지조건보다 더 나은 수행을 보였지만, 운동조건에서 반복색맹이 여전히 관찰되었다. 비반복조건에 대한 반응편중이 교정되기 전의 자료나 교정된 후의 자료는 토큰개별화 실패설의 예언과 일치하지 않았다.

본 연구의 실험 2에서 두 색입력의 윤곽이 모두 뚜렷한 조건은 두 입력의 윤곽이 모두 흐린 조건에 비해 떨어진 수행을 보였지만, 이 두 조건 모두 반복색맹을 보이지 않았다. 앞 조건이 나중 조건에 비해 그 색입력들이 주위의 배정을 적게 받았으므로 반복색맹을 더 많이 보였어야만 한다. 이 결과는 윤곽이 주의를 끌고 색입력은 상대적으로 주의를 적게 받더라도 토큰개별화 실패설의 예상과는 달리 반복색맹이 관찰되지 않음을 보여 준다. 실험 3과 4는 사전 단서를 주거나 입력을 움직여 색입력에 주의를 더 주더라도 반복색맹이 감소하지 않거나, 오히려 다른 유형의 반복효과가 나타남을 보였다. 이러한 결과들은 수렴해서 주위가 토큰과 타입의 결합과 무관함을 시사한다. 주의를 빼앗겨도 반복색맹이 늘어나지 않고, 주의를 주어도 반복색맹이 여전히 관찰된다면, 토큰개별화 실패설의 주의 가정이 타당하지 않다고 결

른지어야 한다. 실험 1과 2에서 반복색맹의 설명에 토큰과 타입의 두 표상을 가정할 필요가 없음이 밝혀졌다. 토큰 표상만으로 반복색맹이 설명된다면, 토큰개별화 실패설의 두 번째 가정 즉 주의에 의한 두 표상의 결합이 필요없게 된다. 주의 배정을 조작한 실험 3과 4에서 주의와 반복색맹이 무관함이 밝혀졌다. 요컨대, 본 연구의 네 실험들은 경험적으로, 논리적으로 그 결과들이 수렴한다.

토큰개별화 실패설과 추리설 토큰개별화 실패설은 본 연구의 결과들을 명도에 의한 추리설과 다르게 설명할 수 없는가? 토큰개별화 실패설은 두가지 축, 즉 토큰과 타입이라는 표상과 이를 결합하는 주의를 기본으로 삼고 있다. 반복되는 입력에 주의가 주어지 같은 토큰이 같은 타입 정보와 결합되어야 그 입력의 정체가 재인된다. 주의가 두 토큰을 같은 타입 정보와 연결시켜야 첫 입력의 토큰과 두 번째 입력의 토큰이 구분, 즉 개별화된다. 주의를 항상 새 자극을 선호하며 - 일종의 신기성 편중(novelty bias)- 이 때문에 한 세부특징에 주의가 주어지면 그 세부특징이 다시 제시될 때 주의를 끌지 못한다 (Kanwisher 등, 1995). 토큰개별화 실패설은 노출시간으로 주의가 제한되는 상황에서 반복되는 입력이 주의를 전혀 끌지 못해서 반복색맹이 생기는지, 그 입력이 주의를 끌지만 첫 번째의 결합을 억제하고 두 번째의 결합을 형성하기에는 배정된 용량이 부족해서 반복색맹이 생기는지를 명세하고 있지 않다.

Kanwisher 등 (1995)은 왼쪽 자극의 경우 그 색을 무시하고 형태를, 오른쪽 자극은 형태를 무시하고 색을 각기 보고하는 실험 과제도 개발하였다. 이 실험 및 관련된 실험의 결과들은 반복색맹과 반복형태맹이 자극이나 반응 특성보다 자극 차원에 대한 주의임을 시사한다.

여기서 문제는 이들이 사용한 실험 과제가 단순히 차원간 주의의 이동이나 지속성만을 다루지 않고, 피험자들이 어떤 판단을 내린 다음, 같은 차원 또는 다른 차원에 주의를 주도했다는 점이다. 다시 말하면, Kanwisher 등 (1995)의 결과들은 주의 과정 그 자체에만 기인하지 않고, 다른 인지과정, 예를 들어 비교나 결정짓기와 같은 과정들을 개입시켜, 반복맹과 관련된 주의의 역할을 가능한 한 깨끗하게 분리시키지 못한 것으로 보인다. 앞으로 연구에서 Kanwisher 등의 주의조작과 본 연구의 주의조작을 비교해서 그 타당성을 검토해야 한다.

명도 토큰에 의한 추리설은 타입정보를 가정하지 않으며, 특히 한 타입 정보와 토큰 정보를 결합시키려면 주의가 필요하다는 가정을 하지 않는다. 주의가 색입력의 정확한 재인의 필요충분조건이 아님이 밝혀지면, 토큰개별화 실패설의 타당성은 의심이 된다. 주의의 포착이나 배정에 따라서 반복색맹이 달라지지 않는다면, 주의 기제나 토큰과 별개의 타입정보를 가정할 필요가 없기 때문이다. Luo와 Caramazza (1996)는 타입정보만으로 반복형태맹을 설명할 가능성을 실험 결과와 시뮬레이션으로 밝혔다. 본 연구는 이와는 전혀 다른, 그러나 토큰정보만으로도 반복색맹이 설명될 수 있음을 밝혔다. 이런 점에서 두 연구가 비슷하다.

반복색맹과 색맹 색맹의 경우 색을 전혀 처리하지 못하는 것이 아니라, 각 색의 명도 정보를 바탕으로 색의 정체를 추리하여 행동하는 것으로 알려져 있다. 지각적으로 제한된 상황에서 색무늬 차폐로 지워지는 색입력에 대해서 정상인은 마치 색맹처럼 행동하게 되는데, 이때 명도 토큰을 중심으로 판단하게 된다. 반복색맹과 색맹은 그 해부적 바탕은 다르지만, 두 경우 모두 명도 토큰을 중심으로 색입력의 정체를 추리하고, 이 추리가 많은 경우 타당하다

는 점에서 비슷하다. 그러나 지각적으로 제한된 상황에서 항등성이 적은 명도 정보를 바탕으로 판단을 내리므로 틀릴 수 있다. 이미 언급한 바와 같이, Epstein과 Hatfield (1978)는 형태를 짧게 제시하고, 차폐로 지울 경우, 그 형태의 항등성이 파괴되고, 이 때 사람들은 망막의 이미지를 근거로 반응함을 보여 주는 결과를 얻었다. 색입력을 지각적으로 제한된 상황에서 제시할 경우 앞의 경우와 비슷하게 색항등성이 사라질 가능성이 많다. 이 때 사람들은 망막 이미지에서 쉽게 추출할 수 있는 명도 정보를 근거로 판단할 것이다. 이만영과 김영선 (1988)의 결과, 즉 사람들이 명도와 채도를 혼동하는 경향이 있다는 사실도 색입력의 정체를 추리할 때 명도 정보가 때때로 틀린 역할을 할 수 있음을 시사한다.

반복색맹과 반복형태맹 Kanwisher (1991)는 이 두 반복맹 현상을 토큰개별화 실패설이라는 한 이론 틀에서 다루지만 다를 가능성이 있다. 실제로 Kanwisher 등 (1995)의 보고서를 보면 반복색맹과 반복형태맹이 같은 현상이 아님을 시사하는 결과 (예, 주의조작에 따른 반복맹의 크기에서 차이)들을 쉽게 찾아 볼 수 있다. 그러나 표적의 수가 제한된 경우, 반복형태맹은 문자 입력들간의 변별 세부특징 (예, 수직선, 사선, 곡선)을 바탕으로 내리는 표적의 정체에 대한 추리로 설명될 수 있다. 특히 형태차폐가 제시되는 상황이므로 물체모양 항상성이 깨어질 가능성이 있고, 시행마다 표집되는 변별 세부특징에서 차이가 있으므로 반복의 경우 같은 자극으로 재인될 가능성이 적다. 반복색맹과 반복형태맹이 질적으로 다른 현상이지만, 명도 토큰이나 변별 세부특징 정보를 중심으로 제한된 수의 표적의 정체를 추리할 때 발생한다는 한 설명 체계에서 다를 수 있다. 앞으로 연구에서는 색입력의 명도차원에 비교될 수 있

는 형태입력의 차원을 찾아 반복색맹과 반복형태맹의 관계를 밝힐 필요가 있다.

참고문헌

- 김정오와 박민규. (1995). 색깔반복맹과 주의과정. *한국심리학회지: 실험 및 인지*, 7, 23-41.
- 김정오와 이상훈. (1995). 부적반복효과에 대한 억제적 주의포착설 및 그 상대가설들의 검증 (I). *한국심리학회지 연차학술대회 발표 논문집*, 119-128.
- 이만영과 김영선. (1988). 요인분석법을 통한 색채서술어의 의미구조 탐색. *한국심리학회지: 실험 및 인지*, 1, 37-48.
- Armstrong, I. T., & Mewhort, D. J. K. (1995). Repetition deficit in rapid-serial-visual presentation displays: Encoding failure or retrieval failure? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 1044-1052.
- Cavanagh, C. (1992). Attention-based motion perception. *Science*, 257, 1563-1565.
- Epstein, W., & Hatfield, G. (1978). The locus of masking shape-at-a-slant. *Perception & Psychophysics*, 24, 501-504.
- Fagot, C., & Pashler, H. (1995). Repetition blindness: Perception or memory failure? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 21, 275-292.
- Hochhouse, L., & Johnston, J. C. (1996). Perceptual repetition blindness effects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*,

- 22, 355-366.
- Kanwisher, N. G. (1987). Repetition blindness: Type recognition without token individuation. *Cognition*, 27, 117-143.
- Kanwisher, N. G. (1991). Repetition blindness and illusory conjunctions: Errors in binding visual types with visual tokens. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 17, 404-421.
- Kanwisher, N. G., Driver, J., & Machado, L. (1995). Spatial repetition blindness is modulated by selective attention to color or shape. *Cognitive Psychology*, 29, 303-337.
- Luo, C. R., & Caramazza, A. (1996). Temporal and spatial repetition blindness: Effects of presentation mode and repetition lag on the perception of repeated items. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 22, 95-113.
- Nakayama, K., He, Z., & Shimojo, S. (1995). Visual surface representation: A critical link between lower-level and higher-level vision. In S. M. Kosslyn & D. N. Osherson (Eds.), *Invitation to cognitive science: Vol. 2. Visual cognition*. (pp. 1-70). Cambridge, Mass: MIT press.
- Ullman, S. (1985). Visual routines. In S. Pinker (Ed.), *Visual cognition* (pp. 97-159). Cambridge, MA: MIT.
- Whittlesea, B. W. A., Dorken, M. D., & Podrouzek, K. W. (1995). Repeated events in rapid lists: Part 1. encoding and representation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 21, 1671-1688.
- Whittlesea, B. W. A., & Podrouzek, K. W. (1995). Repeated events in rapid lists: Part 2. Remembering repetitions. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 21, 1689-1697.

A Test of Token Individuation Failure Hypothesis Regarding Color Repetition Blindness

Jung-Oh Kim, Minkyu Park, Kyung-Young Kim

Department of Psychology, Seoul National University

Color repetition blindness (CRB) refers to a poorer identification of a repeated color than that of a nonrepeated color under perceptually-limited viewing conditions. Four experiments tested representational as well as attentional assumptions of token-individuation failure hypothesis (Kanwisher, 1991). Experiment 1 varied the brightness of target colors and Experiment 2 changed the contour brightness, both to explore the nature of color tokens. CRB disappeared when the subjects could not use brightness tokens. Experiment 3 explored the effects of attention allocation to input colors in the pre-and postcue conditions. Experiment 4 used both moving and static color inputs. These two experiments showed that attention allocation has nothing to do with CRB. The results of four experiments were not consistent with predictions derived from the token-individuation failure hypothesis. Instead, many of our results were consistent with predictions based on a token-based inference hypothesis regarding CRB.