

국소대비가 주관적 도형의 표면 밝기와 윤곽형성에 미치는 효과

정 찬 섭 · 유 희 정

연세대학교 심리학과

국소 밝기대비의 변화 형태가 주관적 윤곽에 미치는 영향을 조사하기 위해 Craik -O'Brien -Cornsweet의 착시 도형에서처럼 유도 요소의 밝기가 중심점(주관적 도형의 꼭지점)에서 등방향으로 점진적으로 변하는 주관적 윤곽 도형과 전통적인 주관적 윤곽 도형의 뚜렷함을 비교했다. 그 결과 국소 대비가 점진적으로 변하는 자극에서 주관적 도형이 더 뚜렷하다는 것을 발견함으로써 유도요소의 밝기가 점진적으로 변하여 유도요소와 배경의 접경부위 밝기가 같아지면 주관적 윤곽이 더 쉽게 출현한다는 결론을 얻었다. 그러나 유도요소와 배경이 등광도의 서로 다른 색이면 유도요소의 국소 밝기 대비를 점진적으로 변화시켜도 주관적 윤곽이 나타나지 않았다. 이러한 결과는, 색 처리 채널이 주관적 윤곽의 발생과 무관하다는 기존의 정설과 달리, 국소 밝기 대비가 있어도 유도요소와 배경간의 색 대비가 주관적 윤곽의 출현을 억제한다는 것을 암시한다.

시각적으로 하나의 대상을 인식하려면 망막의 영상에서 밝기나 색이 상대적으로 급격히 변화되는 곳을 찾아내야 하며 그것을 근거로 그 대상과 다른 대상을 구분할 수 있도록 대상의 윤곽을 확인하는 작업이 선결되어야 한다. 망막 영상은 혈관, 맹점, 광점 분산, 색상 수차, 구면 수차와 같은 안구의 광학적 구조에서 기인된 영상 분절과 잡음의 문제, 중첩이나 복합적인 표면 구조 및 표식과 같은 자극의 광학적 구조에서 기인된 윤곽선 단절과 교란의 문제 등으로 인하여 안정적이지 못하다. 이에 비하여 우리는 망막 상으로부터 매우 안정적인 지각 상(percept)을 얻게되는데 이는 망막상의

문제를 해결하기 위한 모종의 보충작업이 우리의 두뇌에서 일어난다는 것을 암시한다. 윤곽의 소재를 알리는 물리적인 변화가 없는 데도 윤곽이 발생되는 Schumann(1904)이나 Kanizsa(1976)의 주관적 도형은 우리의 시각 기관이 어떻게 이러한 문제를 극복하고 대상의 윤곽을 복원하는가를 이해하는데 결정적인 도움을 줄 수 있다.

주관적 윤곽의 발생 원리에 관한 이론은 여러 갈래가 있으나 최근에 들어 Grossberg과 그 동료들(Grossberg, 1987, 1994, 1997; Grossberg & Mingolla, 1985)이 제시한 신경망 모형이 주목의 대상이 되고 있다. 이들의

모형에 따르면 주관적 윤곽은 경계윤곽체계(BCS: Boundary Contour System)와 특질윤곽체계(FCS: Feature Contour System) 간의 병렬적인 상호 작용에 의해서 발생된다. 이 두 체계는 모두 영상부위 간에 밝기변화가 있는 곳을 찾아내어 윤곽을 탐지하지만 그 작용원리와 기능이 다르다. 경계윤곽체계는 밝기대비의 방향과 무관히 단지 영상의 어느 곳에 윤곽이 있다는 것을 탐지하며, 특질윤곽체계는 밝기대비의 방향을 근거로 밝기가 다른 영상부위가 공간적으로 어떻게 연장되어 있는가를 탐지하여 윤곽을 탐지한다. 회색 탁자 위에 놓여 있는 커피 잔을 인식하는 데 그것의 색이 검정색이나 흰색이나가 중요하지 않듯이, 많은 경우 사물의 경계를 이루는 윤곽과 그것의 표면특질(색)을 탐지하는 작업이 독립적으로 수행되어야 할 필요가 있으며 바로 이 두 체계가 그러한 기능을 분담한다고 할 수 있다.

경계윤곽 체계는 동일 연장선을 따라 정렬된 장방향의 경계 탐지기간의 상호 보간 작용을 활성화하며 특질윤곽체계는 윤곽 신호에 의해 결정되는 지각적 영역 안을 해당 특질로 채우도록 하는 확산 과정을 활성화시킨다. 이 두 과정은 병렬적으로 진행되지만 특질 윤곽 신호는 경계 윤곽 신호가 있는 곳에서 확산을 멈추게 된다. 그 결과, 경계 윤곽 체계는 지각 대상의 경계들을 통합하는 경계 완성 과정을 활성화시키고, 특질 윤곽 체계는 경계 윤곽이 완성된 곳까지 밝기나 색과 같은 특질을 퍼져 나가게 하는 확산적 채우기 과정을 활성화시킨다. 이 모형에 의하면, 주관적 윤곽은 주관적 윤곽의 유도 요소와 배경간의 국소 대비에서 발생한 특질의 질감이 시야의 영역을 따라 번져나가며 동시에 방위가 같은 유도 요소 사이에 완성된 경계 윤곽 안을 채우는 과정을 통해 발생된다.

Grossberg의 모형에서 가정하듯이 경계 윤곽 체계와 특질 윤곽 체계의 병렬적인 상호 작용에 의하여 주관적 윤곽이 출현한다면,

Craik -O'Brien -Cornsweet의 착시 모형에서 처럼 유도 요소의 밝기가 중심에서 주변으로 가면서 점진적으로 변하여 배경과 같아지게 되면 훨씬 더 뚜렷한 주관적 윤곽이 발생되어야 한다. Grossberg의 모형에 의하면 경계완성을 주도하는 것은 복합세포 (hypercomplex cell)로서, 하나의 직선이 있을 때, 그 중간 부분에서는 같은 직선방위를 탐지하는 복합세포들이 서로 협응한다. 그러나, 끝 부분에서는 그 직선과 직교적인 방위 성분을 말하는 끝-절단(end-cuts) 복합세포들이 활성화되며 그 결과로서 Ehrenstein의 모형에서 볼 수 있는 것처럼 직교 성분을 연결하는 원형의 주관적 윤곽이 출현하기도 한다. 이러한 논리에 의하면 유도요소의 밝기가 중심에서 주변부위로 갈수록 점진적으로 변하여 배경과 같게 되면 직선 성분의 끝점이 불분명하게 되어 직교 방위 성분을 말하는 복합세포의 활성화가 억제된다. 이렇게 직교 성분 탐지기의 발화가 억제되면 직선 성분과 방위 선별성이 일치하는 경계 탐지 세포들의 협응이 더욱 강화되어 일직선상에 있는 두 유도 요소간에 뚜렷한 주관적 윤곽이 출현 할 수 있다. 나아가서, Craik -O'Brien -Cornsweet 식의 Kanisza 모형은 유도요소의 곡면 부위에서 배경과의 밝기 대비가 약화되어 결과적으로 주관적 도형을 발생시키는 유도요소 내부의 밝기 대비를 강화하게 되며 이것이 특질 윤곽 체계로 하여금 배경과 밝기 차이가 뚜렷하게 나는 주관적 도형을 만들어 낼 것으로 예측된다. 실험 1은 이러한 예측의 타당성을 검증하기 위하여 실시되었다. 실험 2에서는 이러한 예측이 등광도 (isoluminance)에서도 성립 될 수 있는 지를 알아보았다.

실험 1

국소 대비에 따른 특질 향상과 경계 윤곽 기제 내의 세포들 간 장거리 협응에 대한

Grossberg(1994, 1997)의 가정에 따라 유도 요소와 배경간의 경계가 모호한 주관적 도형에서 주관적 윤곽이 더 뚜렷이 발생될 것이라는 가설을 검증했다. 가설의 검증을 위하여 전통적인 Kanisza 도형과 Craik -O'Brien -Cornsweet 식으로 변조된 도형에서의 주관적 윤곽의 선명한 정도를 비교하였다.

방법

피험자. 실험의 목적을 알지 못하는 대학생 11 명이 실험에 참가하였다. 이들의 교정 시력은 모두 0.8 이상이었다.

장치. Cambridge Research Systems 사의 VSG2/2가 자극 제작에 사용되었다. 자극 제시와 실험 절차는 486 컴퓨터를 사용하여 통제하였다. 자극은 1024 x 768 화소 해상도인 Eizo FlexScan T563-T 17" 모니터에 제시되었다. 주위의 빛이 자극에 줄 수 있는 영향을 최소화하기 위해 암막을 사용했으며 자극과 피험자간의 거리를 일정하게 유지하기 위해 턱받이를 사용했다.

자극. 네 개의 Kanisza식 팩맨 모양의 유도 요소로 구성된 주관적 사각형을 실험 자극으로

사용하였다. 실험에 사용된 모든 주관적 도형들은 회색 배경(모니터로 구현 가능한 최대 밝기의 200/256 수준 밝기)에 배경 보다 밝은 유도 요소를 사용하여 만들어졌다.

자극은 유도 요소 모양의 두 가지와 유도 요소-배경 간 밝기 대비 수준 두 가지의 조합에 따라 모두 네 가지가 사용되었다. 유도 요소의 모양은 전통적인 Kanisza 도형(경계원형 조건)과 그것을 Craik -O'Brien -Cornsweet식으로 유도요소의 밝기가 점진적으로 변화되어 배경과의 경계가 모호하도록 변조한 것(경계변조 조건) 두 가지였다. 유도 요소의 밝기 수준은 모니터로 구현 가능한 최대 밝기의 210/256 (저 대비 조건)과 215/256 (고 대비 조건) 이었다. 주관적 사각형의 크기는 가로가 4° 12' 32", 세로가 3° 51' 12"였으며 유도 요소 반지름의 시각 환산 크기는 1° 17' 10"이었다. 실험에 사용된 네 가지 자극 중 고 대비 조건의 자극 2가지가 그림 1의 a와 b에 나타나 있다.

설계 및 절차. 피험자는 한 사람씩 개별적으로 실험에 참가했다. 피험자는 실험이 시작되기 전 자극이 제시되는 모니터에서 80 cm 떨어진 곳에 위치한 턱받이에 턱을 고정하게 함으로서 자극과 피험자간에 일정한 거리를 유

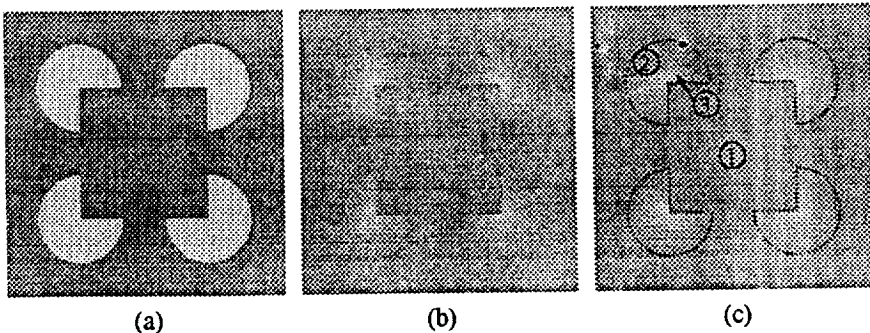


그림 1. 실험 1과 2에 사용된 자극의 예. 그림 1의 a와 b는 실험 1에서 사용된 전통적인 Kanisza 도형(경계원형 자극)과 그것의 유도요소 밝기를 배경과 경계가 모호하도록 변조시킨 자극(경계변조 자극)이다. 그림 1의 c는 실험 2에 사용된 색대비 밝기 변조 자극의 흑백 판인데, 이 그림에서 보듯, ①의 배경부위와 점선으로 표시된 ②의 팩맨 부위가 등광도의 주황과 보라의 두 색으로 구분되어 있으며 ③의 밝기 변조가 된 팩맨의 입에 해당하는 부분을 포함하고 있다.

지하도록 하였다. 실험 시행은 모니터 화면의 왼쪽과 오른쪽의 시각 환산 거리로 3° 38' 23" 떨어진 곳에 두 개의 주관적 사각형을 제시하는 것으로 시작하였다. 한 시행에서 어떤 자극 쌍이 제시될 것인가와 화면의 어느 쪽에 어떤 자극 도형이 제시되는 가는 모두 무선적으로 결정되었다. 각 시행간의 간격은 0.5 초였다. 피험자의 과제는 이 두 개의 주관적 사각형 중에서 배경과 밝기 차이가 더 큰 것을 강제로 선택하는 것이었다.

피험자가 실험 자극과 반응절차에 익숙해지도록 본 실험에 앞서 예비 실험을 실시하였다. 예비 실험의 시행 수는 화면 제시 위치(좌, 우)를 고려한 모든 자극 쌍의 조합 수인 12 이었다. 본 시행은 이 12 시행을 한 구획으로 하여 세 번의 반복 실험을 함으로써 총 36번이 실시되었다.

결과 및 논의

본 시행에서 한 자극이 다른 자극보다 주관적 도형과 배경의 밝기 차이가 크다고 반응한 빈도를 네 가지 자극별로 집계하였다. 실험의 한 구획 12 시행에서 특정 자극이 선택될 최대 시행수가 6번이므로 전체 세 구획 36시행에서 한 자극이 선택될 수 있는 최대 값은 18 이었다. 유도 요소의 모양과 유도 요소의 밝기 대비 수준의 두 실험 조건에 따른 피험자 반응의 차이를 알아보기 위해 2 x 2 반복 측정 방안에 따라 이 선택빈도로 변량 분석을 실시하였다.

그림 2는 두 가지 실험조건에 따른 피험자의 평균 선택빈도를 나타낸 것이다. 이 그림에서 보듯이 유도 요소 모양 조건에서는 경계변조 자극(11.55, ±3.05)이 경계원형 자극(6.45, ± 3.05)보다 선택 빈도가 유의하게 높았으며, $F(1, 10) = 7.69, MS_e = 37.09, p < .05$, 유도 요소 밝기 수준에서는 고 대비 자극(11.68, ± 1.54)이 저 대비 자극(6.32, ±1.54)보다 선택빈

도가 유의하게 높았다, $F(1, 10) = 33.47, MS_e = 9.45, p < .001$. 유도 요소의 모양과 밝기 수준 사이의 상호 작용은 유의하지 않았다.

전통적인 Kanisza 도형(경계원형 자극)보다 Craik -O'Brien -Cornsweet식으로 유도요소의 밝기가 점진적으로 변화되어 배경과의 경계가 모호하도록 변조한 자극(경계변조 자극)에서 주관적 윤곽이 뚜렷하다는 것은 Grossberg(1987, 1994, 1997)이 주장하는 BCS의 실재 가능성을 지지하는 결과이다. 경계변조 자극에서는 유도 요소의 직선 성분 끝이 배경과 만나는 지점이 모호해짐에 따라 직선 끝의 직교적인 선분에 선별적으로 반응하는 망위 탐지기들의 발화가 억제될 수 있다. 그로 인하여 상하, 좌우에 일정 거리를 두고 있는 두 유도 요소의 직선 성분간에 장거리 협응이 더 용이해져 더욱 뚜렷한 주관적 윤곽이 출현하게 된 것으로 실험결과를 해석 할 수 있다는 것이다.

그림 1에서도 볼 수 있듯이 변조 도형(그림 1의 b)은 밝기 대비 유도 부위가 Kanisza식 도형(그림 1의 a)보다 매우 작고 미미한데도 주관적 사각형과 배경과의 밝기 차이를 발생시키는 효과는 훨씬 크다. 이러한 효과는 Day와

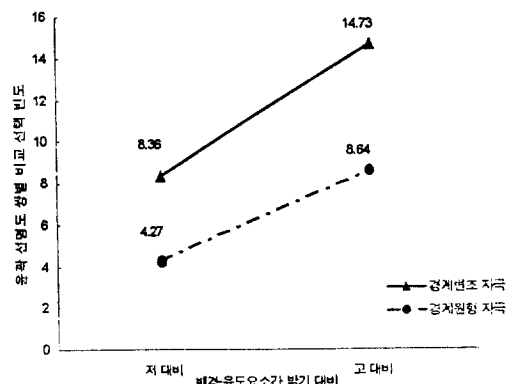


그림 2. 주관적 도형의 유도 요소 밝기 대비 수준과 유도 요소 모양에 따른 주관적 윤곽의 선행도 쌍별 비교 선택 빈도. 유도요소의 밝기가 변조된 자극과 밝기 대비 수준이 높은 자극에서 주관적 윤곽이 더 뚜렷했다.

Kasperczyk (1983)이 가정하는 바와 같이 유도 요소의 경계에서 국소 대비에 의해 발생된 특질이 주관적 윤곽에 의해 규정된 영역 전체로 확산된 결과로 해석할 수 있다. 전통적 Kanisza 도형에서는 유도 요소의 밝기가 균일하여 외곽부위의 곡면 경계나 내부의 직선 경계나 주변과의 밝기 대비가 동일하지만 변조도형에서는 외곽 곡면 부위에서의 밝기대비가 내부 직선 부위보다 훨씬 적어 내부에서 외부보다 더 강력한 특질이 발생되고 이것이 주관적 도형 내로 확산됨으로써 변조도형의 밝기 특질이 더욱 뚜렷하게 배경과 구분된다는 것이다. 저 대비 조건보다 고 대비 조건에서 주관적 도형이 더 뚜렷한 것도 동일한 국소 대비 확산 이론으로 설명할 수 있다.

실험 2

색 대비는 자극의 강도 차이와 관련된 밝기 대비와 달리 자극 질(빛의 파장)의 차이와 관련된다. 기존 연구들(예, Frisby, 1980; Gregory, 1977)에 의하면 색 대비만 있는 등광도(isoluminance) 조건에서는 주관적 윤곽이 발생되지 않는다. 색 대비만이 있을 때에는 주관적 윤곽뿐만 아니라 입체지각(Lu and Fender, 1972), 운동지각(Ramachandran and Gregory, 1978)이 불가능한 것으로 알려져 있으며, 형태지각(Gregory, 1985)에도 상당한 결손이 있는 것으로 보고되고 있다. Livingston과 Hubel(1987) 및 Zeki(1993)에 의하면 색과 형태는 각각 대비 피질의 V4와 IT, 입체와 운동은 MT로 가는 경로를 따라 처리되며 MT는 색 정보를 처리하지 않는다. 이들의 연구 발견에 따르면 아마도 주관적 윤곽은 색 정보 처리와 무관한 독립적인 기체에 의해 처리될 가능성이 크다. 실험 2는 밝기대비에 색 대비를 추가할 경우 실험 1에서 확인된 변조 효과가 유지될 수 있는가를 조사함으로써 이 두 유형의 시각정보를 처리하는 기체간의 관

련을 알아볼 목적으로 실시되었다.

방법

피험자. 실험의 목적을 알지 못하는 대학생 10 명이 실험에 참가하였다. 이들은 교정 시력이 모두 0.8 이상이었으며 색 지각 능력에 결함이 없었다.

자극. 주관적 도형의 네 귀퉁이에 있는 Kanisza식 팩맨 모양의 부위가 배경과 다른 등광도(isoluminant)의 색으로 처리된 색 대비 자극과 팩맨 부위의 밝기가 Craik-O'Brien-Cornsweet식으로 변조되는 동시에 배경과 팩맨간의 색 대비가 존재하거나, 존재치 않는 자극이 사용되었다. 자극을 만드는데 사용된 기본색은 등광도의 주황과 보라였다.

색 대비 자극에는 팩맨 부위의 밝기가 변조되지 않은 자극(색 대비 등광도 자극)과 팩맨 부위 내에 그림 1b식으로 밝기가 변조된 자극(색 대비 밝기 변조 자극)의 두 종류가 있었다(그림 1의 c 참조). 색 대비 등광도 자극으로는 팩맨 부위와 배경이 주황-보라, 보라-주황인 두 가지가 사용되었다. 색 대비 밝기 변조 자극으로는 유도요소가 밝은 쪽으로 변조된 자극(색 대비 상향변조 자극), 유도요소의 밝기가 어두운 쪽으로 변조된 자극(색 대비 하향변조 자극)의 두 가지에 배경-팩맨 부위간의 두 가지 색 조합(배경-팩맨 색 조합이 각각 보라-주황, 주황-보라인 것) 조건을 추가하여 만든 네 가지 자극이 사용되었다. 색 무대비 자극은 보라 또는 주황 바탕에 그림 1b식으로 상향변조 유도요소를 가진 자극(색 무대비 상향변조 자극)과 하향변조 유도요소를 가진 자극(색 무대비 하향변조 자극) 네 개였다. 따라서, 실험 2에서 사용된 자극은 등광도의 전통적 Kanisza식 팩맨 부위가 있는 색 대비 자극 두 개와, 각 전통적 Kanisza식 등광도 자극의 유도요소에 밝기 변조 효과를 준 네 개의 색 대비 자극, 그리고 단색 바탕에 밝기 변조

부위만을 갖는 색 무대비 자극 네 개를 합하여 모두 열 개였다. 자극의 크기와 제시 위치는 실험 1과 동일했다.

설계 및 절차. 실험 2는 밝기 변조의 효과를 검증하기 위하여 밝기 변조 자극 여덟 개(색 대비 밝기 변조 자극 네 개와 색 무대비 밝기 변조 자극 네 개)를 배경색이 같은 색 대비 등광도 자극 두 개와 짝 지워 비교하는 실험 부분과, 색 대비가 밝기 변조에 미치는 효과를 검증하기 위하여 색 대비 밝기 변조 자극 네 개와 색 무대비 밝기 변조 자극 네 개를 배경색이 같은 것끼리 비교하는 실험 부분의, 두 부분으로 구성되어 있었다.

밝기 변조 효과를 검증하기 위한 실험 부분은 배경색 두 가지(보라, 주황), 색 대비 유무의 두 가지(색 대비, 색 무대비), 밝기 변조 방향 두 가지(상향, 하향), 자극 비교 쌍의 좌우 제시 위치 두 가지 조건을 포함하고 있어 2 x 2 x 2 x 2 반복 측정 설계 방안으로서 16개의 시행으로 구성되어 있었다. 색 대비가 밝기 변조에 미치는 효과를 검증하는 실험 부분은 배경색 두 가지, 밝기 변조 방향 두 가지, 자극 비교 쌍의 좌우 제시 위치 두 가지 조건을 포함하고 있어 2 x 2 x 2 반복 측정 설계 방안으로서 8개의 시행으로 구성되어 있었다.

실험 2의 절차 및 피험자가 수행해야 하는 과제는, 이러한 실험 설계상의 차이로 비교 자극 쌍의 선정률이 달랐다는 것을 제외하면, 실험 1과 동일하였다. 피험자들은 본실험에 앞서 실험의 모든 조건을 포함하는 24시행의 예비 실험을 수행하였다. 본 실험에서는 실험의 모든 조건이 3회 반복되어 한 피험자 당 도합 72시행의 실험이 실시되었다.

결과 및 논의

실험에서 수집된 자료는 배경색 조건과 자극 제시 위치 조건을 다른 실험 조건별로 묶어 이 두 변인을 결과 분석에서 제외하였다.

이렇게 정리된 자료는 밝기 변조 효과의 검증과 색 대비 유무에 따른 밝기 변조 효과의 차이 검증으로 나뉘어 분석되었다.

밝기 변조 효과를 검증하기 위한 실험 부분에서는, 색 대비 유무 조건에 속하는 색 대비 자극과 색 무대비 자극, 밝기의 변조 방향 조건에 속하는 상향 변조 자극과 하향 변조 자극 모두가 등광도 자극과 12번씩(2(배경색) x 2(제시위치) x 3(반복시행)) 비교되는 것으로 되어 있었다. 이 때문에, 만일 밝기 변조 효과가 없다면, 등광도 자극에 비하여 주관적 윤곽이 뚜렷하다는 반응 수가 우연 수준인 6이어야 했다. 그림 3은 색 대비 유무와 밝기 변조 방향의 네 조건별로 실험조건의 자극 윤곽이 등광도 자극보다 더 뚜렷하다고 선택한 반응의 평균을 나타낸 것이다. 이 그림에서 볼 수 있듯이 평균 선택빈도가 가장 낮았던 색 대비 하향 밝기 변조 조건이 8.9(전체 비교 시행의 74%)로서 등광도 조건보다 유의하게 주관적

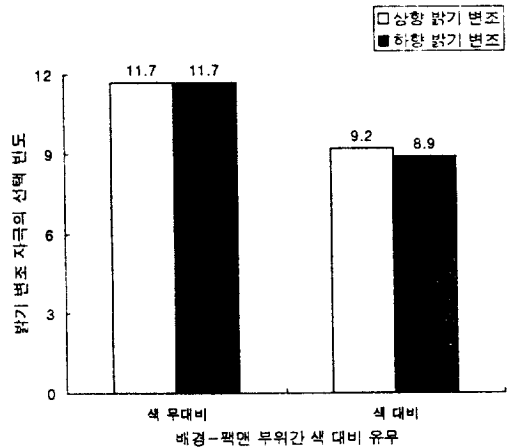


그림 3. 쌍별 비교에서 밝기 변조 자극이 등광도 자극보다 주관적 윤곽이 더 뚜렷하다고 선택한 빈도. 밝기 변조 자극이 등광도 자극보다 주관적 윤곽이 뚜렷하다는 반응은 색 대비 조건보다 색 무대비 조건에서 더 높았으며 밝기 변조 방향은 아무런 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다.

윤곽이 뚜렷하다는 반응을 보임으로써($t(9) = 4.30, p < .001$) 네 조건 모두에서 유의한 밝기 변조의 효과가 있음이 확인되었다. 색 대비 유무(색 대비, 색 무대비)와 밝기 변조 방향(상향 변조, 하향 변조)의 효과를 2 x 2 반복 측정 방안에 의해 변량분석을 한 결과, 색 대비 유무에 따른 밝기 변조 자극의 평균 선택 빈도는 색 무대비 자극(11.7, ± 0.54)이 색 대비 자극(9.1, ± 2.26) 보다 유의하게 높았다, $F(1, 9) = 16.05, MS_e = 4.21, p < .01$. 밝기 변조 방향에 따른 평균 선택 빈도는 상향 밝기 변조 조건(10.5, ± 1.45)과 하향 밝기 변조 조건(10.3, ± 1.21) 간에는 유의한 차이가 없었다. 색 대비 유무와 밝기 변조 방향간의 상호작용도 유의하지 않았다.

색 대비에 따른 밝기 변조 효과의 차이 검증 실험 부분에서는 배경색이 같은 색 대비 자극과 색 무대비 자극 쌍이 24번(2(배경색) x 2(변조방향) x 2(제시위치) x 3(반복시행)) 제시되었다. 따라서, 한 조건의 자극이 다른 조건의 자극보다 주관적 윤곽이 더 뚜렷하다고 선택될 수 있는 최대 값은 24였다. 그림 4는 색 대비 조건과 색 무대비 조건의 평균 선택 빈도를 보여준다. 이 두 조건의 선택 빈도를 반복측정 t 검증을 실시한 결과, 색 무대비 자극의 선택 빈도(22.8, ± 1.687)가 색 대비 자극의 선택 빈도(1.2, ± 1.687) 보다 훨씬 높은 것으로 나타났다, $t(9) = 20.25, p < .001$.

실험 2의 결과는 Craik -O'Brien -Cornsweet식의 밝기 변조 자극이 강력한 주관적 윤곽을 발생시킨다는 실험 1의 결과를 재확인시켜주는 것에 추가하여 다른 등광도의 색으로 유도요소 부위를 처리하면 밝기 변조 효과가 현저히 감소한다는 것을 시사한다. 색 정보와 명암 정보가 독립적인 처리 경로와 기능을 갖는다는 기존의 신경생리 및 해부학적 연구발견(예, Livingston과 Hubel, 1987; Zeki, 1993)에 따르면 색 대비가 밝기 대비의 효과를 강력하게 상쇄시킨다는 것은 의외의 결과이다. 실험 2의 결과는 오히려 색 처리 기제와 명암

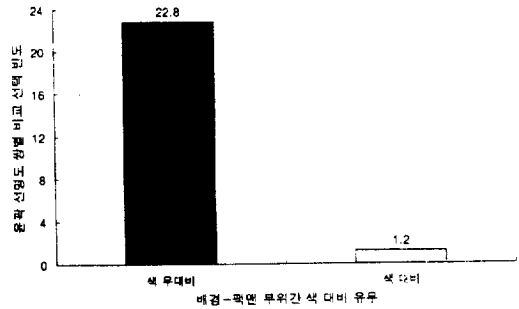


그림 4. 주관적 윤곽 선명도의 쌍별 비교에서 색 무대비 자극과 색 대비 자극이 선택된 빈도. 색 무대비 조건에서의 주관적 윤곽이 색 대비 조건보다 훨씬 더 뚜렷한 것으로 나타났다.

처리 기제 사이에 모종의 긴밀한 상호작용이 있음을 암시한다.

등광도 자극이 선택된 빈도가 낮았다는 사실로부터 추측할 수 있듯이 색 대비의 효과는 그 자체만으로는 국소 대비에 따른 특질의 향상을 일으키는 것 같지 않다. 이러한 짐작은 색 대비만 존재하는 주관적 도형에서는 주관적 윤곽이 잘 발생되지 않는다는 기존 연구들(Frisby, 1980; Gregory, 1977)과도 일치한다.

종합 논의

실험 1, 2는 기존의 주관적 윤곽 연구에 대해 두가지 시사점을 제공한다. 첫째, 주관적 윤곽은 Grossberg과 그 동료들(Grossberg, 1987, 1994, 1997; Grossberg & Mingolla, 1985)이 가정하는 바와 같이 선분 형태의 자극 끝점에서 발생하는 직교 성분의 선분 탐지기 발화나 동일 선상에 서로 거리를 두고 있는 동일 두 선분간의 보간적 상호작용을 통해 발생될 확률이 높다는 것이다. 두 실험 모두에서 직교성분의 발화를 억제하고 동일 선상의 선분요소간 보간을 촉진하도록 고안된 Craik -O'Brien -Cornsweet식 자극에서 주관적 윤곽이 가장 뚜렷하게 발생되었다는 것이 이러

한 가능성을 지지하고 있다. 둘째, 등광도의 색 대비 만으로는 주관적 윤곽이 잘 발생되지 않으며 유도요소의 부위가 배경에 대해 등광도의 다른 색으로 되어 있으면 Craik-O'Brien-Cornsweet식 밝기 변조 효과가 현저히 감소한다는 것이다. 이러한 연구 발견은 주관적 윤곽은 물론 깊이, 운동, 모양 정보처리에도 색 정보가 거의 영향을 끼칠 수 없다는 기존 연구 발견(예, Frisby, 1980; Gregory, 1977; Lu and Fender, 1972; Ramachandran and Gregory, 1978)에 대해, 색 정보처리와 이들 다른 양식의 지각정보 처리가 상호 긴밀히 관련될 수 있음을 암시한다.

참고 문헌

- Day, R. H., & Kasperczyk, R. T. (1983). Amodal completion as a basis for illusory contours. *Perception and Psychophysics*, 33, 355-364.
- Frisby, J. P. (1980). *Seeing*, Oxford: Oxford University Press.
- Gregory, R. L. (1977). Vision with isoluminant color contrast: 1. A projection technique and observation. *Perception*, 6, 113-119.
- Grossberg, S. (1987). Cortical dynamics of three dimensional form, color, and brightness perception: I. Monocular theory. *Perception & Psychophysics*, 41(2), 87-116.
- Grossberg, S. (1994). 3-D vision and figure-ground separation by visual cortex. *Perception & Psychophysics*, 55, 48-120.
- Grossberg, S., & Mingolla, E. (1985). Neural dynamics of form perception: Boundary completion, illusory figures, and neon color spreading. *Psychological Review*, 92, 173-211.
- Grossberg, S. (1997). Cortical dynamics of three-dimensional figure-ground perception of two-dimensional pictures. *Psychological Review*, 104, 618-658.
- Kanizsa, G. (1976). Subjective contours. *Scientific American*, 235 (4), 48-52.
- Livingstone, M. S., & Hubel, D. H. (1987b). Psychophysical evidence for separate channels for the perception of form, color, movement and depth. *Journal of Neuroscience*, 7, 3416-3468.
- Lu, C., & Fender, D. H. (1972). The interaction of colour and luminance in stereoscopic vision. *Investigate Ophthalmology*, 11, 482-489.
- Ramachandran, V. S., & Gregory, R. L. (1978). Does colour provide an input to human motion perception. *Nature*, 275, 55-56.
- Schumann, F. (1904). Einige Beobachtungen Überdie Zusammenfassung von Gesichtseindruckern zu Binheiten. *Psychologische Studien*, 1, 1-32.
- Zeki, S. (1993). *A vision of the brain*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Effects of Local Contrast on the Brightness and Contour of an Illusory Figure

Chan Sup Chung, and Hee Jeoung Yu

Department of Psychology, Yonsei University

The vividness of traditional subjective-figures and its modulated forms in such a way that the luminance of contrast-inducing elements changes gradually from their centers to the outward directions like a stimulus of Craik-O'Brien-Cornsweet type was compared to investigate the effect of local contrast on subjective contour. From this comparison, it was found that the subjective contours are more vivid in the luminance-modulated figures than the traditional ones. This finding suggests that, if a contrast-inducing element changes gradually in its luminance and becomes indistinguishable with the background at their junction, the activation of line detectors of orthogonal components at the end-cut of the contrast-inducing element is inhibited and consequently interpolating facilitation between the line detectors aligned on a line occurs more easily. However, it was also found that such effect reduces in a large scale when the contrast-inducing element has an isoluminant color. Unlike existing theories, this result suggests that color contrast between a contrast-inducing element and the background may inhibit the occurrence of a subjective contour even in the presence of luminance contrast.