

안쪽 분절과 바깥 분절의 변형 및 추가가 네온 색 확산에 미치는 효과*

정 우 현[†]

이 일 우

충북대학교 심리학과

변형된 Redies-Spillmann 도형을 자극으로 사용하여 색 분절의 바깥쪽에 있는 분절과 안쪽에 있는 분절이 네온 색 확산에 미치는 효과를 비교해 보았다. 실험 1에서는 안쪽 분절과 바깥쪽 분절의 공선성이 네온 색 확산에 미치는 효과를 살펴보고 실험 2에서는 연결성의 효과를 비교해 보았다. 실험 3-1과 3-2에서는 바깥쪽 분절과 색 분절의 간격의 동일성과 길이의 동일성이 네온 색 확산에 미치는 효과를 살펴보았다. 실험 4에서는 안쪽 분절과 바깥쪽 분절이 추가되었을 때 네온 색 확산의 정도가 어떻게 달라지는지 알아보았다. 실험 결과 안쪽 분절의 공선성과 연결성의 영향보다는 바깥쪽 분절의 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 간격의 동일성과 길이의 동일성은 공선성이나 연결성에 비해 네온 색 확산에 미치는 효과가 미미했다. 안쪽 분절이 추가되었을 때는 네온 색 확산이 거의 영향을 받지 않았으나 바깥쪽 분절이 추가될 경우 네온 색 확산이 감소되는 경향이 나타났다. 이런 결과는 색 확산이 안쪽 윤곽과 바깥쪽 윤곽의 내부로 일어날 때 그 진행 방향이 동일하지 않으며 주관적 윤곽과 네온 색 확산은 별개의 기제에 의해서 만들어짐을 시사한다.

주요어 : 네온 색 확산, 공선성, 연결성, 안쪽 분절, 바깥쪽 분절, 주관적 윤곽

* 이 논문은 2008년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRF-2008-327-H00047).

† 교신저자 : 정우현, 충북대학교 심리학과, (361-763) 충북 청주시 흥덕구 성봉로 410
E-mail : com4man@gmail.com

선분들의 조합으로 이루어진 도형에서 도형을 구성하는 선분의 일부가 특정 색일 때, 선분들 사이의 배경에 특정 색이 확산되어 지각되는 착시가 발생한다. 이런 현상을 네온 색 확산(Neon Color Spreading)이라고 한다. 네온 색 확산이 발생할 때 특정 색의 경계선 상에 주관적 윤곽(Subjective Contour)이 함께 관찰되는데 네온 색 확산의 범위는 이 주관적 윤곽 내부로 제한된다. Redies-Spillmann 도형(자극 그림 1의 (가))은 네온 색 확산이 발생하는 대표적인 도형이다. Redies-Spillmann 도형을 구성하는 두 선분은 서로 수직을 이루며 만난다. 가운데 십자 모양의 부분(색 분절)은 유채색이고 색 분절에 이어진 상하좌우의 바깥 선분(바깥쪽 분절)은 검은색이다. Redies-Spillmann 도형에서 색 확산은 색 분절 사이의 배경에서 둥근 원의 형태로 발생하며 주관적 윤곽의 안쪽으로 색 확산의 발생 범위가 제한된다. 주관적 윤곽이란 자극의 상대적인 위치와 자극 간 상호작용에 의해 일정한 모양이 지각되는 현상이다. 자극 그림 1의 (가)에 있는 Redies-Spillmann 도형을 보면 원에 해당하는 실제 윤곽선이 존재하지 않음에도 불구하고 유채색 분절과 검은색 분절의 경계인 네 점을 잇는 원의 형태로 주관적 윤곽이 나타나고 원의 형태 내부로 색 확산이 발생함을 알 수 있다.

네온 색 확산은 도형 내 선분의 여러 조건이 충족될 때 발생하는 것으로 알려져 있다. 단일 색의 선분이 조합된 도형에서는 네온 색 확산이 발생하지 않는데 이는 네온 색 확산에 색 분절과 검은 분절이 모두 필요함을 뜻한다. 특

히 색 분절의 길이는 네온 색 확산의 중요한 발생 요인 중 하나로 중심시에서 색 분절의 길이가 시각 35'을 넘을 경우 네온 색 확산은 사라진다(Redies & Spillmann, 1981). Redies와 Spillmann(1981)에 의하면 Redies-Spillmann 도형에서 색 분절과 검은 분절이 서로 어긋나지 않고 동일 연장선 상에 잘 이어진 정도(공선성)가 완벽하며 두 선분의 두께가 같을 때 네온 색 확산이 가장 잘 발생한다. 분절 간 공선성이 어긋난 정도와 두께가 다른 정도가 커질수록 네온 색 확산은 점차 줄어들다가 공선성과 두께가 시각 2' 이상 어긋나면 사라진다. 네온 색 확산은 색 분절과 검은색 분절의 맞는 정도(연결성)에도 영향을 받는다. 가운데 분절과 바깥 분절이 서로 간격을 두지 않고 이어져 있을 때 가장 잘 발생하며 분절 간 사이가 클수록 점점 약해지다가 두 분절이 시각 2' 이상의 간격을 두는 경우 사라진다(Redies & Spillmann, 1981). 장준익(1999)은 유도 선분의 개수가 Redies-Spillmann 도형의 2배인 도형을 대상으로 선분들(색 분절과 검은색 분절 모두) 간 각도를 조정해 선분들이 일정하게 배열된 정도(규칙성)를 위배시킨 뒤 네온 색 확산을 관찰했다. 실험 결과 규칙성이 위배되지 않은 도형에서 색 확산이 가장 강하게 발생했고 규칙성이 위배된 도형의 경우 각도 차이가 작은 도형이 각도 차이가 큰 도형보다 색 확산이 강하게 발생했다.

네온 색 확산 자극에서는 일반적으로 주관적 윤곽과 색 확산 현상 두 가지가 함께 지각된다. Watanabe와 동료들(Watanabe & Sato, 1989; Watanabe & Takeichi, 1990)은 Redies-Spillmann 도형에서 색 분절과 검은색 분절의 밝기 대비를 조정해 주관적 윤곽이 발생하지

1) 자극 그림 1~6은 색판 인쇄로 논문의 맨 뒤에 모두 제시되어 있음.

않고 색 확산만 발생하는 조건을 관찰했다. 이때 색 확산은 주관적 윤곽이 발생하는 경우에 비해 절반 수준으로 약하게 나타나는데 이는 네온 색 확산 현상이 주관적 윤곽의 발생과 밀접하게 관련되어 있음을 시사한다. 주관적 윤곽의 발생은 V1에 있는 끝-멈춤 세포들(end-stopped cells)의 반응과 관련이 있는 것으로 가정되고 있다(Grossberg & Mingolla, 1985; Peterhans, von der Heydt & Baumgartner, 1986). 실제로 네온 색 확산 현상에서 분절의 공선성, 연결성이 위배될 때 색 확산이 급격히 약해지는 것처럼 신경생리학적 연구 결과에 따르면 끝-멈춤 세포의 수용장에 선분이 떨어질 때 억제 영역에 위치하는 선분과 흥분 영역에 위치하는 선분들이 공선적이지 않거나 연결되어 있지 않으면 세포의 반응도 약해지는 것으로 알려져 있다(Kato, Bishop & Orban, 1978). 그러나 Bressan, Mingolla, Spillmann과 Watanabe(1997)는 색 분절에 의해 색 확산이 일어나는 영역이 검은색 분절에 겹쳐있는 느낌이 나도록 중첩에 의한 투명성(transparency)이 유지될 수 있다면 공선성이나 연결성이 다소 위배되더라도 색 확산이 잘 일어날 수 있다고 주장하였다. 이러한 주장은 네온 색 확산 현상이 일차시각 피질과 같은 초기 시각정보처리 뿐 아니라 하향정보처리 같은 인지적인 요인에 의해서도 영향 받을 수 있음을 의미하는 것이다.

기존의 연구들은 네온 색 확산 도형에서 선분을 안쪽의 색 분절과 바깥쪽의 검은색 분절, 두 부분으로만 나누어 연구했기 때문에 네온 색 확산에 영향을 미치는 이러한 요인들 간의 효과를 직접적으로 비교하는 데 한계가 있었다. 선분을 세 부분으로 나누게 되면 자극 그

림 1의 (나)에서 보는 것처럼 바깥 쪽 분절에 의한 윤곽과 안쪽 분절에 의한 윤곽이 생기기 때문에 한 쪽 윤곽 분위에는 공선성이나 연결성을 위배시키더라도 다른 쪽 윤곽부위에서는 중첩에 의한 투명성을 유지시킬 수 있다. 따라서 만일 네온 색 확산에 중첩에 의한 투명성이 공선성이나 연결성보다 중요한 요인이라면 한 쪽 경계 부위의 분절들이 공선성이나 연결성이 위배되더라도 다른 쪽 부위의 경계 윤곽부위에서 중첩에 의한 투명성이 유지되는 경우에는 색 확산이 약해지지 않거나 약해지더라도 그 경향은 매우 미약할 것이다. 본 연구의 실험 1과 2에서 이에 대해 살펴보았다. 선분을 세 분절로 나누게 되면 바깥쪽 분절의 영향과 안쪽 분절의 영향도 비교해 볼 수 있다. 따라서 실험 1과 2를 통해 네온 색 확산 도형에서 바깥쪽 경계부위의 윤곽에서 안쪽 방향으로 일어나는 색 확산과 안쪽 경계부위에서 바깥쪽 방향으로 일어나는 색 확산의 영향을 비교해 볼 수 있다. 실험 3에서는 변형된 Redies-Spillmann 도형을 사용하여 네온 색 확산 현상에서 분절 끝점에서의 대비와 같은 초기시각정보처리의 효과와 분절 간격의 동일성(실험 3-1), 길이의 동일성(실험 3-2) 같은 비교적 뒷 단계에서 발생하는 정보처리의 효과를 비교해 보았다. 실험 4에서는 분절을 추가하여 주관적 윤곽이 더 뚜렷해질 때 색 확산의 지각이 어떻게 달라지는지 살펴보았다.

실험 1. 공선성이 네온 색 확산에 미치는 효과

실험 1에서는 변형된 Redies-Spillmann 도형을

사용하여 분절 간 공선성이 네온 색 확산에 미치는 영향을 알아보았다. 이를 위해 공선성이 위배되지 않은 기준자극과 세 분절(안쪽 분절, 색 분절, 바깥쪽 분절)간 공선성이 위배된 자극의 네온 색 확산 정도를 비교하였다. 각 분절의 공선성을 위배시킨 조건의 결과를 비교함으로써 네온 색 확산을 지각하는 데 바깥쪽 분절과 안쪽 분절 중에서 어느 분절이 네온 색 확산에 더 큰 영향을 미치는지 살펴보고 공선성이 위배된 정도가 커질수록 네온 색 확산의 정도가 더 감소하게 되는지 알아보았다.

방 법

실험 참가자 심리학 교양 과목을 수강하는 충북대학교 학생 30명이 과목의 요구에 따라 실험에 참가했다. 실험 시작 전에 색 지각 이상 여부를 확인한 결과 색 확산 정도를 평정하는 데 이상이 없는 참가자만이 실험에 참가하였다.

자극 Redies-Spillmann 도형보다 선분의 수가 세 배 많고 각 선분이 세 부분으로 나누어진 변형된 도형이 자극으로 사용되었다. 각 선분의 안쪽과 바깥쪽 분절은 검은색, 가운데 분절은 붉은색이었으며 각 분절의 길이는 동일했다. 실험 1에 사용된 자극의 총 개수는 12개이며 바깥쪽 분절, 가운데 색 분절, 안쪽 분절의 공선성이 각각 1°, 2°, 3°, 4°씩 위배된 자극들이 실험에 사용되었다. 실험 1에 사용된 자극의 예가 자극 그림 2에 제시되어 있다. 자극 그림 2의 (가)는 기준 자극이고 자극 그림 2의 (나)는 바깥쪽 분절을 시계 방향으로 4

° 어긋나도록 공선성이 위배된 자극이다. 자극 그림 2의 (다)는 가운데 색 분절을, 자극 그림 2의 (라)는 안쪽 분절을 시계 방향으로 4°씩 공선성이 위배되도록 만든 자극이다. 자극의 무채색 분절(안쪽 분절, 바깥쪽 분절)의 밝기는 11cd/m², 색 분절의 밝기는 29cd/m², 흰색 배경의 밝기는 98cd/m²이었다. 자극은 1024 X 768화소의 해상도 조건에서 17인치 CRT 모니터 상에 제시되었다. 자극에서 실험참가자의 눈까지의 거리는 약 70cm였으며 실험에 사용된 자극의 크기는 125 X 125화소(pixel)로 시각(visual angle)으로는 3°44' X 3°44' 이었다.

절차 하나의 시행이 시작되면 화면의 왼쪽에 기준자극(자극 그림 2의 (가))이 제시되고 오른쪽에는 실험조건에 따라 공선성이 위배된 실험 자극이 제시되었다. 실험참가자가 할 일은 왼쪽 기준자극의 색 확산 정도를 '7'이라고 할 때 화면의 오른쪽에 제시된 실험 자극의 색 확산 정도를 강도추정법에 의해 추정하는 것이었다. 실험참가자가 추정된 숫자 값을 컴퓨터 자판의 숫자를 눌러 반응하면 다음 시행이 같은 절차에 의해 반복되었다. 본 시행에 앞서 실험참가자들은 실험 절차에 익숙해지도록 20회의 연습시행을 하였다. 본 시행은 총 60회(공선성이 어긋난 분절의 위치 조건 3 X 공선성이 어긋난 정도 4 X 반복 5)로 구성되었으며 각각의 조건은 완전히 무선적인 순서로 제시되었다.

결과 및 논의

실험 1에서 수집된 자료는 공선성이 어긋난

분절의 위치 세 조건과 공선성이 어긋난 정도 네 조건의 조합에서 나온 12개의 조건에 대해 다섯 번씩 반복 측정한 색 확산 정도에 대한 평정 값이었다. 이 평정 값들을 3 X 4 반복 측정 설계에 의해 변량 분석하였다. 분석 결과 공선성이 1° 어긋났을 때 네온 색 확산의 정도는 4.96, 2° 어긋났을 때 3.74, 3° 어긋났을 때 3.31, 4° 어긋났을 때 3.05이었고 이들 간의 차이는 통계적으로 유의했다($F(3, 84)=51.63$, $MSE=1.21$, $p<.001$). Scheffé의 사후분석 결과 공선성이 1° 어긋났을 때 네온 색 확산 정도는 다른 모든 조건보다 통계적으로 유의하게 높았고 공선성이 어긋난 정도가 2°인 조건과 4°인 조건의 차이도 통계적으로 유의했다($p<.05$). 안쪽 분절의 공선성이 어긋났을 때 색 확산은 5.43, 바깥쪽 분절의 공선성이 어긋났을 때는 3.04, 가운데 분절의 공선성이 어긋났을 때는 2.83이었고 이들 간 차이는 통계적으로 유의했다($F(2, 56)=87.74$, $MSE=2.75$, $p<.001$). Scheffé의 사후분석 결과 안쪽 분절의

공선성이 어긋난 조건의 네온 색 확산 정도가 다른 두 조건보다 통계적으로 유의하게 높았다($p<.05$). 공선성이 어긋난 정도와 공선성이 어긋난 분절의 위치의 상호작용 효과도 통계적으로 유의했다($F(6,168)=14.14$, $MSE=0.63$, $p<.001$). 그림 1은 세 가지 공선성이 어긋난 분절의 위치 조건과 네 가지 공선성이 어긋난 정도 조건에 대해 네온 색 확산 정도를 도표로 나타낸 것이다. 그림 1에서도 알 수 있듯이 상호작용 효과가 통계적으로 유의한 이유는 안쪽 분절의 공선성이 어긋난 경우는 색 확산 정도에 통계적으로 유의한 차이가 나지 않았으나($F(3,84)=2.61$, $MSE=0.62$, $N.S.$) 가운데 분절($F(3,84)=49.73$, $MSE=0.76$, $p<.001$)이나 바깥 분절의 경우($F(3,84)=37.52$, $MSE=1.08$, $p<.001$)에는 공선성이 어긋난 정도에 따라 색 확산 정도가 통계적으로 유의한 차이를 보였기 때문으로 풀이된다.

그림 1에서 알 수 있듯이 전반적으로는 공선성이 어긋난 정도가 커질수록 네온 색 확산

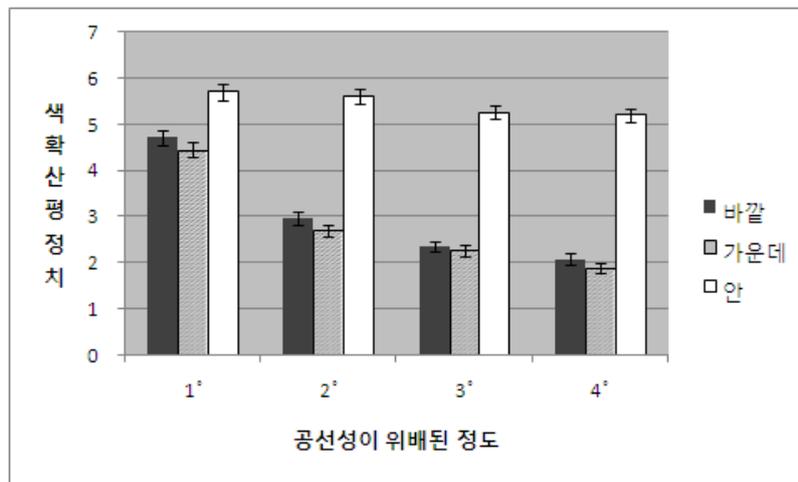


그림 1. 분절 간 공선성이 위배되었을 때 네온 색 확산 정도

을 지각하는 정도가 약해졌다. 이러한 결과는 Redies와 Spillmann(1981)의 연구 결과와 일치하는 것이다. 그렇지만 공선성의 효과는 안쪽 분절과 바깥쪽 분절에 대해 동일하지 않았다. 안쪽 분절의 공선성이 위배된 경우에는 네온 색 확산을 지각하는 데 영향이 미미한 반면 바깥쪽 분절이나 가운데 분절의 공선성이 위배되면 네온 색 확산은 급격하게 감소했다. 이러한 결과는 안쪽 분절은 색 확산에 거의 영향을 미치지 못하는 반면 바깥쪽 분절은 중요한 역할을 한다는 것을 의미한다.

가운데 색 분절의 공선성을 위배시키면 사실상 안쪽 분절, 바깥쪽 분절, 색 분절은 모두 공선적이지 않게 되지만(자극 그림 2의 (다) 참조), 안쪽 분절의 공선성을 위배시키면 바깥쪽 분절과 색 분절은 공선적이 되고 바깥쪽 분절의 공선성을 위배시켜도 안쪽 분절과 색 분절은 공선적이 된다(자극 그림 2의 (나), (라) 참조). 따라서 안쪽 분절이나 바깥쪽 분절의 공선성을 위배시키더라도 공선성을 위배시킨 분절의 끝점에서는 밝기 대비가 발생하지만 공선성이 위배되지 않은 분절쪽에서는 중첩에 의한 투명성이 유지될 수 있다. 만약 Bressan, Mingolla, Spillmann과 Watanabe(1997)의 주장처럼 이러한 투명성이 분절 끝점에서의 대비보다 네온 색 확산에 더 크게 영향을 미친다면 바깥쪽 분절이나 안쪽 분절의 공선성이 위배된 경우에는 네온 색 확산의 지각이 거의 감소하지 않아야 한다. 그러나 두 경우 모두 네온 색 확산 지각이 감소하며 특히 바깥쪽 분절의 공선성이 위배된 경우에는 가운데 분절의 공선성이 위배된(모든 분절의 공선성이 위배된) 경우만큼 색 확산 지각이 감소했다는

것은 네온 색 확산이 끝점에서의 대비와 같은 초기 시각정보처리의 영향이 투명성 지각 같은 후기 처리의 영향보다 중요하다는 것을 의미한다. 다만 바깥쪽 분절의 영향과 안쪽 분절의 영향이 동등하지 않은 것은 Grossberg와 Mingolla(1985)가 주장한 경계 윤곽 체계(Boundary Contour System: BCS)에 의해 윤곽선이 만들어질 때 바깥쪽 경계선이 내부의 경계선보다 더 중요한 역할을 하며 특질 윤곽 체계(Feature Contour System: FCS)에 의해 색 채움이 발생할 때 바깥쪽에서 안쪽 방향으로 채워져 나가는 경향이 더 강함을 시사한다.

실험 2. 연결성이 네온 색 확산에 미치는 효과

실험 2에서는 색 확산 유도 선분의 연결성이 네온 색 확산에 미치는 영향을 알아보았다. 이를 위해 연결성이 위배되지 않은 기준 자극과 안쪽 분절, 가운데 색 분절, 바깥쪽 분절 간의 연결성이 위배된 실험 자극의 색 확산 정도를 비교하였다. 또한 연결성이 위배될수록 네온 색 확산 정도가 약화되는지 살펴보았다.

방 법

자극 실험 2에 사용된 자극의 총 개수는 12개이며 바깥쪽 분절, 가운데 분절, 안쪽 분절의 연결성이 각각 1, 2, 3, 4 화소씩 위배된 자극들이 실험에 사용되었다. 바깥쪽 분절의 연결성이 위배된 자극의 경우에는 바깥쪽 분절과 가운데 색 분절이 끊어져 있지만 안쪽 분

절과 색 분절은 연결되어 있다. 마찬가지로 안쪽 분절의 연결성이 위배된 자극의 경우에는 안쪽 분절과 가운데 색 분절이 끊어져 있지만 바깥쪽 분절과 색 분절은 연결되어 있다. 그러나 가운데 분절의 연결성이 위배된 자극의 경우에는 가운데 색 분절과 안쪽 분절, 바깥쪽 분절이 모두 끊어져 있다. 자극 그림 3은 실험 2에 사용된 자극의 몇 가지 예를 보여준다. 그림의 자극 특징은 실험 1과 동일하였다.

참가자 및 절차 실험 1과 동일한 참가자들이 실험에 참가하였다. 본 시행은 총 60회(연결성이 위배된 분절의 종류 3 X 연결성이 어긋난 정도 4 X 반복 5)로 구성되었으며 그 외 모든 절차는 실험 1과 동일하였다.

결과 및 논의

실험 2에서 수집된 자료는 연결성이 어긋난 분절의 종류 세 조건과 연결성이 어긋난 정도

네 조건의 조합에서 나온 12개의 조건에 대해 다섯 번씩 반복 측정된 색 확산 정도에 대한 평정 값이었다. 이 평정 값들을 3 X 4 반복 측정 설계에 의해 변량 분석하였다. 분석 결과 연결성이 1 화소 위배 되었을 때 네온 색 확산의 정도는 5.62, 2 화소 떨어져 있을 때 4.40, 3 화소 떨어져 있을 때 3.99, 4 화소 떨어져 있을 때 3.44이었고 이들 간 차이는 통계적으로 유의했다($F(3, 84)=53.19, MSE=1.41, p<.001$). Scheffé의 사후분석 결과 2화소 떨어져 있는 경우와 3 화소 떨어져 있는 경우를 제외하고 모든 조건 간의 차이가 통계적으로 유의했다($p<.05$). 바깥쪽 분절의 연결성이 위배 되었을 때 색 확산의 정도는 4.23, 가운데 분절의 연결성이 위배 되었을 때는 3.65, 안쪽 분절의 연결성 위배 조건에서는 5.21이었고 이들 간 차이는 통계적으로 유의했다($F(2, 56)=43.61, MSE=1.66, p<.001$). Scheffé의 사후분석 결과 네온 색 확산 정도에 있어서 안쪽 분절의 연결성 위배 조건, 바깥쪽 분절의 연결성

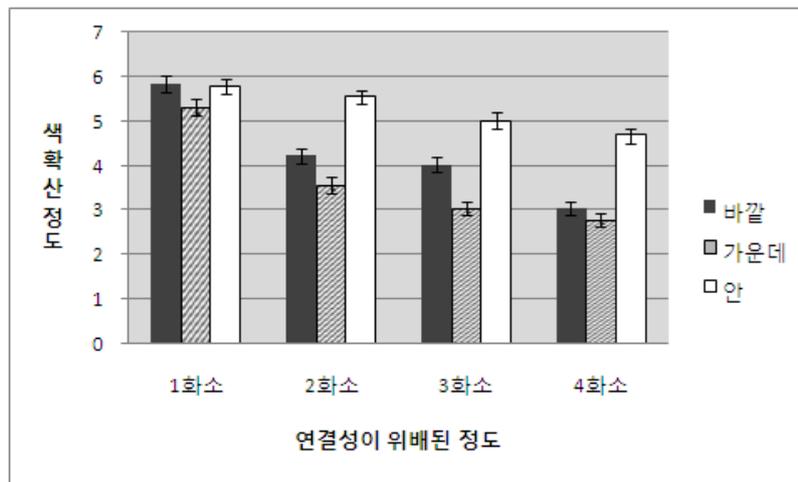


그림 2. 분절 간 연결성이 위배되었을 때 네온 색 확산 정도

위배 조건, 가운데 분절의 연결성 위배 조건 간의 차이가 모두 통계적으로 유의했다 ($p < .05$). 연결성이 위배된 정도와 연결성이 위배된 분절 위치의 상호작용 효과도 통계적으로 유의했다 ($F(6,168) = 10.02$, $MSE = 0.59$, $p < .001$). 그림 2는 세 가지 연결성이 위배된 분절의 위치 조건과 네 가지 연결성이 위배된 정도 조건에 대해 네온 색 확산 정도를 도표로 나타낸 것이다.

연결성의 효과는 전반적으로 실험 1의 공선성의 결과와 유사하게 나타났다. 연결성이 위배된 정도가 클수록 네온 색 확산을 지각하는 정도가 약해졌으며 안쪽 분절의 연결성이 위배된 경우보다 바깥 쪽 분절이나 가운데 분절의 연결성이 위배되었을 때 네온 색 확산을 지각하는 정도가 급격하게 감소하였다. 이러한 결과는 실험 1의 결과와 마찬가지로 네온 색 확산이 끝점에서의 대비와 같은 초기 시각 정보처리의 영향이 투명성 지각 같은 후기 처리의 영향보다 중요하다는 것을 의미하며 색 채움이 발생할 때 바깥쪽 경계선이 더 중요한 역할을 하여 바깥쪽에서 안쪽 방향으로 채워져 나가는 경향이 강하다는 것을 시사한다.

실험 3-1. 분절 간 간격의 동일성이 네온 색 확산에 미치는 효과

실험 3-1에서는 분절 간 간격의 동일성이 네온 색 확산에 미치는 영향을 알아보았다. 이를 위해 분절 간 간격의 동일성이 위배된 세 조건에서의 네온 색 확산 정도를 비교하였다. 이를 통해 네온 색 확산에 미치는 공선성 및 간격의 동일성의 상대적 영향을 살피고

색 확산 처리에서 국지 처리와 전체 처리를 비교하여 살펴보았다. 만약 간격의 동일성이 공선성보다 색 확산에 더 크게 영향을 미친다면 공선성이 위배되더라도 바깥쪽 분절이나 색 분절의 간격이 동일한 경우가 공선성 위배 없이 두 분절의 간격이 모두 동일한 경우보다 색 확산이 강하게 지각될 것이다. 그러나 간격의 동일성보다 공선성이 더 중요한 요인이라면 바깥 분절과 색 분절의 간격이 동일하지 않더라도 공선성이 위배되지 않은 경우에 색 확산이 더 강하게 나타날 것이다.

방 법

자극 실험 3-1에서는 하나의 기준 자극과 세 개의 실험자극이 사용되었다. 실험 3-1에서 사용된 자극이 자극 그림 4에 제시되어 있다. 자극 그림 4의 (가)는 기준 자극으로서 앞의 실험에서 사용된 기준자극과 동일하였다. 자극 그림 4의 (나)는 바깥 분절의 반을 시계 방향으로 15° 회전시켜 바깥 분절간 간격이 동일하지 않도록 만든 자극이다. 자극 그림 4의 (다)는 같은 방식으로 안쪽 분절과 가운데 분절을 회전시켜 간격이 동일하지 않게 만든 자극이고 (라)는 모든 분절의 간격이 동일하지 않게 만든 자극이다. 그 외 자극의 특징은 실험 1과 동일하였다.

참가자 및 절차 실험 1과 동일한 참가자들이 실험에 참가하였다. 실험 3-1에 사용된 장치 및 절차는 실험 1과 동일했다. 본 시행은 총 15회(간격의 동일성이 유지되지 않는 분절의 위치 3 X 반복 5)로 구성되었으며 그 외의 절

차는 실험 1과 동일하였다.

결과 및 논의

실험 3-1에서 수집된 자료는 분절 간 간격의 동일성이 위배된 세 조건의 자극에 대해 다섯 번씩 반복 측정된 색 확산 정도에 대한 추정 값이었다. 이 추정 값들을 일원 반복 측정 설계에 의해 변량 분석하였다. 분석 결과 선분 간 간격이 모든 분절에서 어긋났을 때 네온 색 확산 정도는 4.15, 안쪽 및 가운데 분절에서 어긋났을 때 1.99, 바깥쪽 분절에서 어긋났을 때 2.47이었고 이들 간 차이는 통계적으로 유의했다($F(2, 58)=28.00, MSE=1.37, p < .001$). Scheffé의 사후분석 결과 모든 분절에서 간격의 동일성이 유지되지 않을 때 네온 색 확산의 정도가 다른 모든 조건보다 통계적으로 유의하게 높았다($p < .05$). 그림 3은 분절 간 간격의

동일성이 위배된 세 조건의 자극에 대해 네온 색 확산 정도를 도표로 나타낸 것이다.

분절 간 공선성이 위배되지 않고 선분 간 간격이 가장 많이 위배된 자극(자극 그림 4의 (라))이 세 분절 중 특정 분절 또는 분절들의 공선성이 위배되고 상대적으로 선분 간 간격이 덜 위배된 자극들(자극 그림 4의 (나), 자극 그림 4의 (다))에 비해 색 확산 정도가 높게 나타났다. 기준 자극에 비해 모든 분절의 간격이 동일하지 않은 자극의 네온 색 확산 정도가 낮게 평정된 결과는 유도 요소의 배열이 규칙적일 때 네온 색 확산이 가장 잘 일어난다는 장준익(1999)의 연구와 일치하는 결과이다. 안쪽 및 가운데 분절 간 간격이 동일하지 않은 자극과 바깥쪽 분절 간 간격이 동일하지 않은 자극에 비해 모든 분절 간 간격이 동일하지 않은 자극의 네온 색 확산 정도가 높은 것으로 나타났다. 자극 그림 4의 (라)의 경우 분절 간 간격

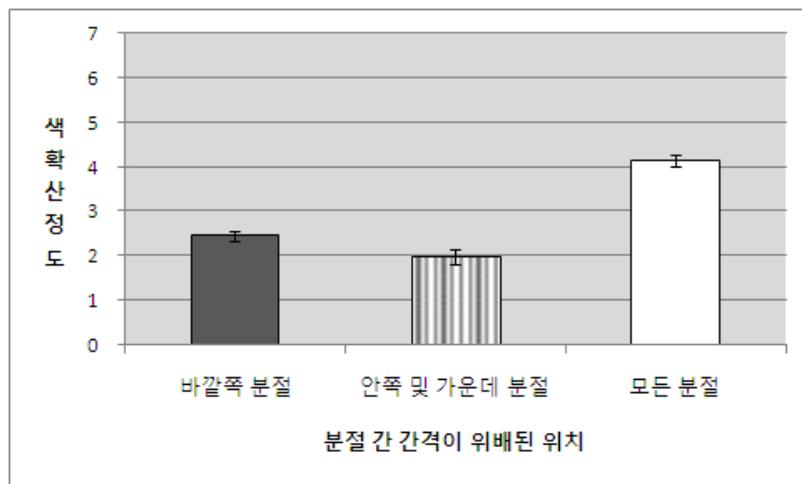


그림 3. 분절 간 간격이 위배된 위치에 따른 네온 색 확산 정도. 그래프의 '바깥쪽 분절'은 자극 그림 4의 (나), '안쪽 및 가운데 분절'은 자극 그림 4의 (다), '모든 분절'은 자극 그림 4의 (라)의 결과이다.

이 상대적으로 많이 위배되어 유도 요소의 배열이 가장 불규칙적이며 자극 그림 4의 (나), (다)는 각각 바깥쪽 분절 사이의 간격, 안쪽 및 가운데 분절 사이의 간격이 동일하므로 자극 그림 4의 (라)에 비해 유도 요소의 배열이 규칙적이다. 장준익(1999)에 의하면 바깥쪽 분절 간격이 동일하지 않은 자극이나 안쪽 및 가운데 분절 간격이 동일하지 않은 자극이 모든 분절의 간격이 동일하지 않은 자극보다 네온 색 확산 정도가 더 높아야 하지만 본 실험 결과 모든 분절의 간격이 동일하지 않은 자극의 네온 색 확산 정도가 가장 높았다. 이는 네온 색 확산 지각에 분절 간격의 동일성보다 공선성이 더 큰 영향을 미칠 수 있음을 시사한다. 한편 분절 간격의 동일성 차원에서의 네온 색 확산 지각은 전체적인 유도 요소의 배열을 지각하고 통합한 뒤 이루어지므로 후기 시각 처리 과정에 속하며 공선성 차원의 네온 색 확산 지각은 국지적인 선분의 어긋남을 지각해 이루어지므로 초기 시각 처리 과정에 속한다. 공선성 위배의 효과가 선분 간격의 동일성 위배의 효과보다 더 컸던 결과는 네온 색 확산 지각에 있어 초기 시각 처리 과정의 지각이 후기 시각 처리 과정의 지각보다 중요할 수 있음을 시사한다.

실험 3-2. 분절 길이의 동일성이 네온 색 확산에 미치는 효과

실험 3-2에서는 분절 길이의 동일성이 네온 색 확산에 미치는 영향을 알아보았다. 이를 위해 분절 길이의 동일성과 연결성을 차등적으로 위배한 자극의 네온 색 확산 정도를 측

정하고 해당 두 변인이 네온 색 확산에 미치는 상대적인 영향을 살펴보았다.

방 법

자극 실험 3-2에서는 하나의 기준자극과 네 가지 실험 자극이 사용되었다. 실험 3-2에서 사용된 실험 자극이 자극 그림 5에 제시되어 있다. 자극 그림 5의 (가)는 가운데 분절들 중에서 절반에 대해 바깥쪽 분절과 맞닿는 경계면에서 4화소씩 지운 자극이다. 따라서 이 자극은 바깥 분절들의 길이는 모두 동일한 반면 색 분절의 길이는 동일성이 유지되지 않는다. 자극 그림 5의 (나)는 바깥 분절들 중에서 절반에 대해 가운데 분절이 맞닿는 경계면에서 4화소씩 지운 자극으로 색 분절들의 길이는 모두 동일하지만 바깥 분절에 대해서는 길이의 동일성이 유지되지 않는다. 자극 그림 5의 (다)는 (가)에서 지워진 가운데 분절만큼 검은색으로 채운 자극이며 (라)는 (나)에서 지워진 바깥쪽 분절만큼 붉은 색으로 채운 자극이다. 기준 자극이나 그 외 자극의 특징은 실험 1과 동일하였다.

참가자 및 절차 실험 1과 동일한 참가자들이 실험에 참가하였다. 실험 3-2에 사용된 장치 및 절차는 실험 1과 동일했다. 본 시행은 총 20회(선분 간 길이가 변화된 조건 4 X 반복 5)로 구성되었으며 그 외의 절차는 실험 1과 동일하였다.

결과 및 논의

실험 3-2에서 수집된 자료는 분절들의 길이

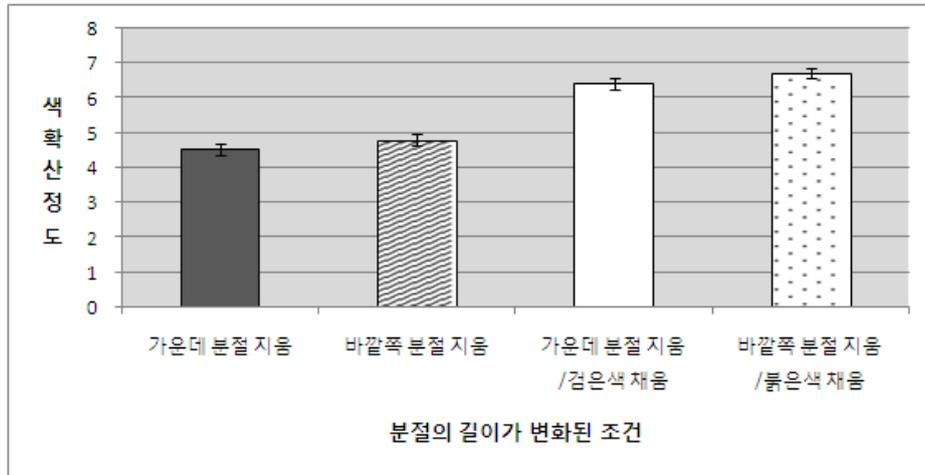


그림 4. 분절의 길이의 동일성 조건에 따른 네온 색 확산의 정도

가 동일하지 않은 네 조건의 자극에 대해 다섯 번씩 반복 측정된 색 확산의 정도에 대한 추정 값이었다. 이 추정 값들을 일원 반복 측정 설계에 의해 변량 분석하였다. 분석결과 가운데 분절을 지운 조건의 네온 색 확산 정도는 4.58, 바깥쪽 분절을 지운 조건은 4.92, 가운데 분절을 지우고 검은색을 채운 조건은 6.45, 바깥쪽 분절을 지우고 붉은 색을 채운 조건은 6.78이었고 이들의 차이는 통계적으로 유의했다($F(3, 84)=30.19, MSE=1.17, p<.001$). Scheffé 사후분석 결과 가운데 분절을 지우고 검은색을 채운 조건은 가운데 및 바깥쪽 분절을 지우기만 했던 두 조건보다 네온 색 확산 정도가 통계적으로 유의하게 높았고($p<.05$) 바깥쪽 분절을 지우고 붉은 색을 채운 조건도 가운데 및 바깥쪽 분절을 지우기만 했던 두 조건보다 네온 색 확산 정도가 통계적으로 유의하게 높았다($p<.05$). 그림 4는 분절들의 길이가 동일하지 않은 네 조건의 자극에 대해 네온 색 확산 정도를 도표로 나타낸 것이다.

그림 4에서 알 수 있는 것처럼 분절들의 길이가 동일하지 않더라도 검은 분절과 색 분절이 연결되어 있는 경우에는 네온 색 확산이 강하게 나타나지만 연결이 끊어지면 네온 색 확산이 급격하게 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 분절들의 길이의 동일성보다 연결성의 위배 여부가 네온 색 확산에 더 큰 영향을 미친다는 것을 의미한다. 이는 실험 3-1의 결과와 마찬가지로 국지적인 연결성의 효과를 처리하는 초기 시각 처리 과정이 전체적인 가운데 분절 길이의 효과를 처리하는 상대적으로 뒷 단계에서의 시각 처리 과정에 비해 더 중요한 역할을 한다는 것을 시사한다.

실험 4. 분절의 추가가 네온 색 확산에 미치는 효과

실험 4에서는 바깥쪽 분절 및 안쪽 분절 사이에 각 분절들과 동일 속성의 분절을 추가한 세 조건에서의 네온 색 확산 정도를 비교하였

다. 분절을 추가하게 되면 주관적 윤곽이 더 뚜렷해질 수 있지만 공선성이나 연결성이 위배된 경우와 유사하게 추가된 분절의 끝점에서 대비가 색 확산의 지각에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 이를 통해 네온 색 확산 현상에서 분절 끝점에서의 대비와 같은 초기시각정보처리의 효과와 주관적 윤곽의 효과와 같은 비교적 뒷 단계에서 발생하는 정보처리의 효과를 비교해 볼 수 있을 것이다.

방 법

자극 실험 4에서는 하나의 기준 자극과 세 가지 실험 자극이 사용되었다. 실험 자극은 추가된 분절이 위치가 조건에 따라 달랐다. 실험 4에서 사용된 자극들이 자극 그림 6에 제시되어 있다. 자극 그림 6의 (가)는 기준 자극으로서 앞의 실험들과 동일하였다. 자극 그림 6의 (나)는 안쪽 분절이 추가된 자극이며 (다)는 바깥쪽 분절이 추가된 자극이다. 자극 그림 6의 (라)는 안쪽 분절과 바깥쪽 분절이 모두 추가된 자극이다. 추가된 분절의 길이나 밝기, 색은 모두 안쪽과 바깥쪽의 검은 분절과 동일하였다. 그 외 자극의 특징은 실험 1과 동일하였다.

참가자 및 절차 실험 1과 동일한 참가자들이 실험에 참가했다. 실험 4에 사용된 장치 및 절차는 실험 1과 동일했다. 본 시행은 총 15 회(선분이 추가된 위치 3 X 반복 5)로 구성되었으며 그 외의 절차는 실험 1과 동일하였다.

결과 및 논의

실험 4에서 수집된 자료는 분절이 추가된 위치가 다른 세 조건의 자극에 대해 다섯 번씩 반복 측정된 색 확산의 정도에 대한 추정값이었다. 이 추정값들을 일원 반복 측정 설계에 의해 변량 분석하였다. 변량분석 결과 안쪽 분절 사이에 선분이 추가되었을 때 네온 색 확산의 정도는 5.45, 바깥쪽 분절 사이에 선분이 추가되었을 때 3.04, 안쪽 및 바깥쪽 분절 사이에 검은 선분이 추가되었을 때 2.66 이었고 이들 간 차이는 통계적으로 유의했다 ($F(2, 58)=54.12, MSE=1.26, p<.01$). Scheffé 사후 분석 결과 안쪽 분절 사이에 선분이 추가되었을 때 네온 색 확산의 정도가 나머지 두 조건의 네온 색 확산 정도보다 통계적으로 유의하게 높았다($p<.05$). 그림 5는 분절이 추가된 세 조건의 자극에 대해 네온 색 확산 정도를 도표로 나타낸 것이다.

바깥쪽 분절 사이에 검은 선분이 추가된 경우 안쪽 분절 사이에 검은 선분이 추가되는 경우보다 네온 색 확산 정도가 떨어지는 결과는 색 확산 지각에 상대적으로 바깥쪽 분절의 역할이 중요하다는 것을 암시하며 이는 공선성 위배 실험 및 연결성 위배 실험 결과와 일치한다. 이 결과는 경계 윤곽 체계에 의해 주관적 윤곽이 상대적으로 뚜렷이 지각되는 이 실험의 자극들에서도 바깥쪽 경계가 우선적으로 지각되며 색 확산의 방향도 바깥쪽 경계에서 안쪽 경계 방향으로 이루어진다는 가능성을 지지한다. 주관적 윤곽이 뚜렷이 지각될 때 색 확산의 정도가 감소하는 원인은 Frisby와 Clatworthy(1975)가 제안한 밝기 단추

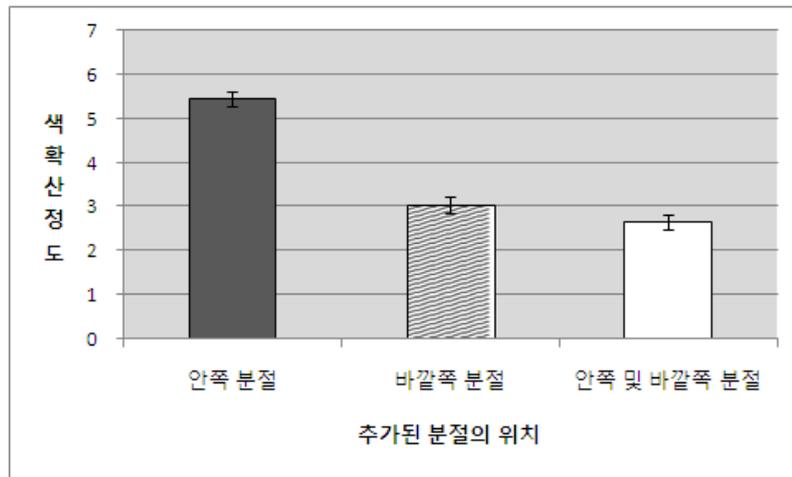


그림 5. 추가된 분절의 위치에 따른 네온 색 확산 정도

(brightness button)의 효과 때문일 수 있다. Frisby와 Clatworthy(1975)는 네온 색 확산 도형을 구성하는 선분의 끝에서 선-끝 대비(line-end contrast)가 일어나는 동시에 밝기 유도 현상(brightness induction)이 발생함을 보고했는데 그 지점을 가리켜 밝기 단추(brightness button)라고 했다. 본 실험의 추가된 분절 안쪽 끝에서도 이와 같은 밝기 단추(brightness button)가 생성되었을 수 있다. 본 실험의 경우 추가된 분절의 끝점에서 밝기 단추에 의해 흰 색이 더 밝게 도드라져 보임으로써 붉은 색의 확산과 상충될 수 있다. 추가된 선분의 안쪽 끝에 밝기 단추에 의한 밝기 유도 현상으로 배경의 흰색의 밝기가 강조된다면 주관적 윤곽 내의 흰 배경 위에 나타나는 네온 색 확산은 상대적으로 감소할 수 있는 것이다. 한편 주관적 윤곽이 강화되면 네온 색 확산은 감소한다는 본 실험의 결과는 주관적 윤곽이 발생하지 않는 경우에도 색 확산이 발생한다는 Watanabe와 Sato(1989)의 연구 결과와 합치한다. 이는 네온

색 확산은 주관적 윤곽과 독립적으로 발생할 수 있음을 나타내며 두 현상의 생리적인 발생 기제 또한 서로 다를 수 있음을 시사한다.

종합논의

실험 결과를 종합하면 안쪽에 위치한 분절보다 가운데 분절의 바깥쪽에 위치한 분절이 네온 색 확산에 미치는 영향이 컸다. 분절 간 공선성을 위배한 실험 1에서 안쪽 분절의 공선성이 위배되었을 때에 비해 바깥쪽 분절의 공선성이 위배되었을 경우 네온 색 확산의 지각 정도가 더 큰 폭으로 감소됨이 관찰되었다. 이는 바깥쪽 분절이 안쪽 분절에 비해 네온 색 확산에 미치는 효과가 더 크다는 사실을 시사한다. 안쪽 분절의 공선성이 위배되었을 경우 네온 색 확산 정도는 기준 자극의 네온 색 확산 정도인 7점보다 감소하는 것에서 네온 색 확산에 안쪽 분절의 공선성 위배가 미치는 영향이 전혀 없다고 할 수는 없지만 바

바깥쪽 분절의 공선성 위배가 미치는 영향에 비해서는 미미하다고 볼 수 있다. 이러한 결과는 분절 간 연결성을 위배한 실험 2에서도 일관적으로 관찰되었다. 바깥쪽 분절이 네온 색 확산에 미치는 영향이 큰 것으로 보아 색 확산의 방향이 바깥쪽 분절과 가운데 분절의 경계면에서 만들어지는 주관적 윤곽으로부터 가운데 분절과 안쪽 분절의 경계면에서 만들어지는 주관적 윤곽으로 이루어질 가능성을 암시한다. 실험 3-1의 결과에서는 공선성이 분절 간 간격의 동일성에 비해 네온 색 확산에 미치는 영향이 컸다. 분절 간 간격의 동일성이 위배된 자극에 비해 바깥쪽 분절의 공선성이 위배된 자극의 네온 색 확산 정도가 낮았던 실험 결과는 공선성이 분절 간 간격의 동일성에 비해 네온 색 확산에 상대적으로 중요한 역할을 함을 시사한다. 실험 3-1에서 공선성이 위배된 조건들은 바깥쪽 분절과 가운데 분절 간 공선성이 위배되었는데 공선성과 간격의 동일성이 네온 색 확산에 미치는 상대적인 영향력을 제대로 비교하기 위해서는 안쪽 분절의 공선성이 위배된 조건도 추가할 필요성이 있다. 본 연구의 실험 3-1에서 안쪽 분절의 공선성이 위배된 조건을 추가하지 않은 이유는 공선성 위배 실험(실험 1)과 연결성 위배 실험(실험 2)에서 관찰했듯이 안쪽 분절의 변형이 바깥쪽 분절의 변형에 비해 네온 색 확산에 미치는 영향이 상대적으로 미미했기 때문이다. 실험 3-2에서는 분절 길이의 동일성보다 연결성이 네온 색 확산에 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 연결성이 위배된 조건이나 분절 길이의 동일성이 위배된 조건, 연결성과 분절 길이의 동일성이 위배된 자극의 위배 정

도는 4화소로써 지각하기 힘들 정도로 미미한 차이였으나 연결성이 위배된 경우 네온 색 확산 정도가 눈에 띄게 감소하는 결과를 보였다. 어느 정도의 분절 간 간격의 차이, 길이의 차이가 네온 색 확산에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해서는 길이와 간격의 수준을 여러 개로 나눈 후속 실험이 필요할 것이다. 한편 실험 3-1 및 실험 3-2의 결과에서 전체적인 시각 정보에 비해 부분적인 시각 정보가 시지각 과정에 더 큰 영향을 미침을 알 수 있다. 실험 3-1의 분절 간 간격의 동일성과 실험 3-2의 분절 길이의 동일성의 위배는 전체적인 도형의 모양을 인지하는 데 영향을 줄 수 있는 요인으로 시각 처리 경로에서 후기 시각 처리 과정에 속한다. 이에 비해 실험 3-1의 공선성 및 실험 3-2의 연결성 위배는 네온 색 확산 도형에서 일부만이 변형된 것으로 이는 초기 시각 처리 과정에서 처리되는 부분적인 시각 정보의 변형이라고 할 수 있다. 따라서 네온 색 확산은 후기 시각 처리 과정의 인지적 요인에 의한 현상이라기보다 상향적인 초기 시각 처리 과정에서 자극의 세부적인 특징이 통합되기 이전 단계에서 일어나는 현상일 수 있다.

일련의 실험에서 네온 색 확산 방향을 유추해 볼 수 있다. 바깥쪽 분절의 공선성 및 연결성이 위배된 조건이 안쪽 분절의 공선성 및 연결성이 위배된 조건에 비해 네온 색 확산의 정도가 크게 감소하는 결과에서 바깥쪽 분절-가운데 분절 간 주관적 윤곽의 경계면이 가운데 분절-안쪽 분절 간 주관적 윤곽의 경계면보다 우선적으로 지각되며 색 확산은 바깥쪽 경계의 주관적 윤곽에서 안쪽 경계의 주관적

윤곽의 방향으로 이루어진다고 할 수 있다. 이는 경계 윤곽 체계에 의해 물체의 경계면이 지각되고 그 경계면의 안쪽으로 특질 윤곽 체계에 의한 색 채움(filling-in)이 이루어진다는 Grossberg와 Mingola(1985)의 이론에 부합하는 결과이다.

분절을 바깥쪽 분절 사이와 안쪽 분절 사이에 추가한 실험 4에서도 바깥쪽 분절이 안쪽 분절에 비해 네온 색 확산에 미치는 영향이 컸다. 바깥쪽 분절과 안쪽 분절 사이에 분절을 추가할 경우 주관적 윤곽의 지각은 기준 자극에 비해 뚜렷해지지만 색 확산의 정도가 감소하는 실험 4의 결과는 Frisby와 Clatworthy (1975)가 제안한 밝기 단추(brightness button)에 의해 배경의 흰색이 더 강조되어 색 확산이 약화되었을 가능성을 암시하며 이는 주관적 윤곽과 색 확산을 지각하는 데 관여하는 시각적 및 생리적 기제가 서로 다를 수 있음을 시사한다. 실험 4에서 바깥쪽 분절과 안쪽 분절 사이에 분절이 추가된 경우 기준 자극에 비해 네온 색 확산 정도가 떨어지는 또 다른 이유로 연결성 위배 문제를 생각해 볼 수 있다. 바깥쪽 분절과 안쪽 분절 사이에 선분이 추가된 경우 추가된 분절의 측면에서는 안쪽 분절 및 가운데 분절이 연결되어있지 않고 추가된 분절만 독립적으로 존재하므로 전체 선분과 달리 연결성이 위배된 조건이라고 할 수 있다. 예를 들어 바깥쪽 분절 사이에 분절을 추가한 도형의 경우 도형을 구성하는 선분의 총 개수가 24개인 도형에서 가운데 분절과 안쪽 분절이 제거된 도형이라고 할 수 있는 것이다. 이는 실험 4의 결과가 주관적 윤곽에 의한 것일 가능성과 더불어 연결성의 문제도 연관될 수

있다는 것을 시사한다.

실험 4에서 바깥쪽 분절과 안쪽 분절 사이에 검은 분절을 추가해 네온 색 확산의 정도를 살폈지만 가운데 분절의 추가 여부에 따른 네온 색 확산의 정도는 알 수 없었다. 장준익(1999)은 Redies-Spillmann 도형에서 구성 선분을 두 배로 늘린 도형이 기존의 Redies-Spillmann 도형에 비해 색 확산 정도가 더 큼을 밝혔으나 이는 색 분절과 바깥쪽 분절 전체가 모두 추가된 경우로서 가운데 색 분절만이 추가된 조건의 효과는 확신할 수 없다. 일반적으로 이 연구의 기준 자극에서 도형을 구성하는 선분의 개수를 늘릴 경우 색 확산의 정도가 증가할 것이라고 예측할 수 있으나 가운데 분절만 추가될 경우 색 확산이 어떻게 될지는 알 수 없다. 이를 밝히기 위해서는 분절의 개수 및 공선성과 연결성의 정도를 조작한 가운데 분절이 추가된 도형을 대상으로 한 후속 실험이 필요할 것이다.

참고문헌

- 장준익, 정찬섭. (1999). 유도 선분의 첨가가 네온 색 확산에 미치는 효과. 실험 및 인지심리학회: 연차학술대회 발표 논문집, 157-159.
- Bressan, P., Mingolla, E., Spillmann, L. & Watanabe, T. (1997). Neon color spreading: a review. *Perception*, 26, 1353-1366.
- Frisby, J. P. & Clatworthy J. L. (1975). Illusory contours: Curious cases of simultaneous brightness contrast? *Perception*, 4, 349-357.
- Grossberg, S. (1994). 3-D vision and figure-ground

- separation by visual cortex. *Perception & Psychophysics*, 55, 48-120.
- Grossberg, S. & Mingola, E. (1985). Neural dynamics of form perception: Boundary completion, illusory figures, and neon color spreading. *Psychological Review*, 92, 173-211.
- Jory, M. K. (1987). Increment thresholds in illusory contour line pattern. In S. Petry and G. E. Meyer. (1987), *The Perception of Illusory Contours*. 183-190.
- Jory, M. K. & Day, R. H. (1979). The relationship between brightness contrast and illusory contours. *Perception*, 8, 3-9.
- Kato, H., Bishop, P. O. & Orban, G. A. (1978). Hypercomplex and simple/complex cell classification in cat striate cortex. *Journal of Neurophysiology*, 41, 1071-1095.
- Peterhans, E., von der Heydt, R. & Baumgartner, G. (1986). Neuronal responses to illusory contour stimuli reveal stages of visual cortical processing. In JD. Pettigrew, KJ. Sanderson & WR. Levick (Ed.), *Visual Neuroscience* (pp.343-351).
- Redies, C. & Spillmann, L. (1981). The neon color effect in Ehrenstein illusion. *Perception*, 10, 667-681.
- Redies, C., Spillmann, L. & Kunz, K. (1984). Colored neon flank line gap enhancement. *Vision Research*, 24, 1301-1309.
- Watanabe, T. & Sato, T. (1989). Effects of luminance contrast on color spreading and illusory contour in the neon color spreading effect. *Perception & Psychophysics*, 45, 427-430.
- Watanabe, T. & Takeichi, H. (1991). The relation between color spreading and illusory contours. *Perception & Psychophysics*, 47, 457-467.

1 차원고접수 : 2010. 1. 8
수정원고접수 : 2010. 3. 1
최종게재결정 : 2010. 3. 12

The effects of addition and modification of inner segments and outer segments on neon color spreading

Jung Woo Hyun

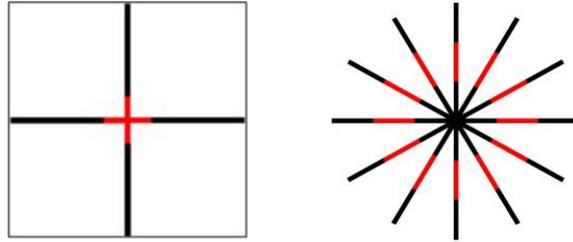
Lee, YI-Woo

Department of Psychology, Chungbuk National University

Five experiments were performed to compare the effects of inner and outer segments on the neon color spreading using the modified Redies-Spillmann figure. Experiment 1 examined the effect of collinearity of inner and outer segments on neon color spreading and experiment 2 compared the effect of continuity. Experiment 3-1 and 3-2, investigated the effects of same space and length of colored segments and outer segments on neon color spreading. Experiment 4 tested how the degree of neon color spreading changed when inner and outer segments were added. The result showed that the impact of outer segments was stronger than inner segments on neon color spreading in collinearity and continuity. However, the effects of identical spaces and lengths were less important than collinearity and continuity on color spreading. In contrast with addition of inner segments, when outer segments were added color spreading were reduced significantly. These results suggest that the centrifugal color spreading is stronger than centripetal spreading and that the subjective contours and the color spreading are caused by separate mechanisms.

Key words : neon color spreading, collinearity, continuity, inner segments, outer segments, subjective contour

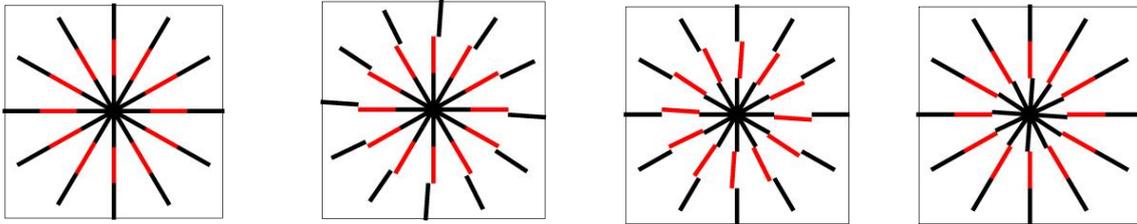
자극 그림 목록



(가)

(나)

자극 그림 1. 네온 색 확산 도형의 예. (가)는 Redies- Spillmann 도형이고 (나)는 본 연구에서 사용된 변형된 Redies-Spillmann 도형. 빨간 선과 선 사이의 부분은 실제로는 흰색이지만 불그스름하게 지각된다.



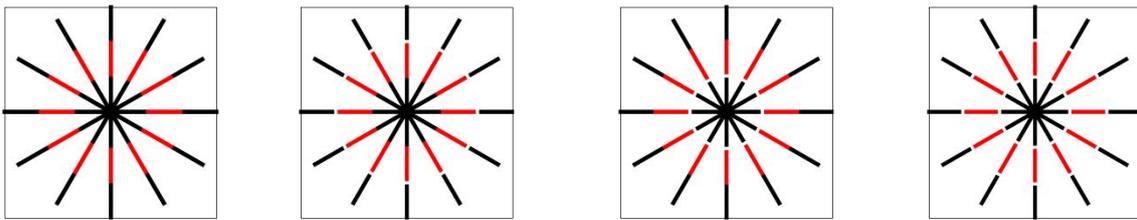
(가)

(나)

(다)

(라)

자극 그림 2. 실험 1에서 사용된 자극 예. (가)는 기준 자극이다. (나)는 바깥쪽 분절이 시계 방향으로 4° 어긋난 자극이고 (다)는 색 분절이 시계 방향으로 4° 어긋난 자극이며 (라)는 안쪽 분절이 시계 방향으로 4° 어긋난 자극이다.



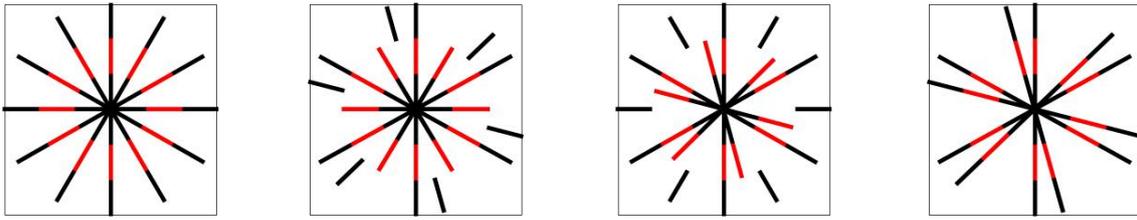
(가)

(나)

(다)

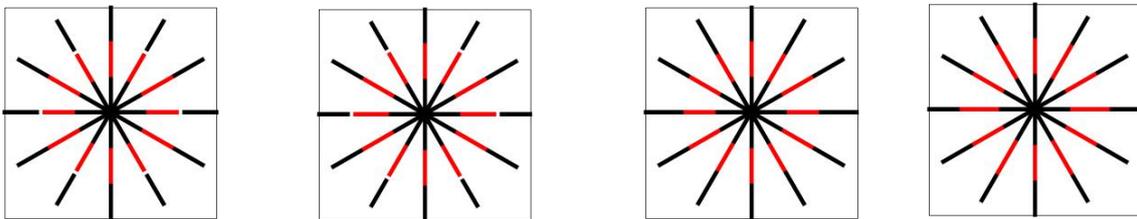
(라)

자극 그림 3. 실험 2에서 사용된 자극 예. (가)는 기준 자극이다. (나)는 바깥쪽 분절의 연결성이 4화소 위배된 자극이고 (다)는 안쪽 분절의 연결성이 4화소 위배된 자극, (라)는 가운데 분절의 연결성이 4화소 위배된 자극이다. (라)의 경우 가운데 색 분절은 바깥쪽 분절, 안쪽 분절과 모두 끊어져 있다.



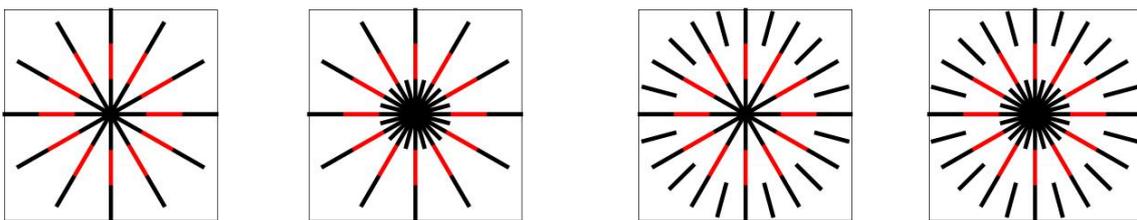
(가) (나) (다) (라)

자극 그림 4. 실험 3-1에서 사용된 자극. (가)는 기준 자극이다. (나)는 바깥쪽 분절의 간격만 동일하지 않은 자극이며 (다)는 안쪽 및 가운데 분절의 간격이 동일하지 않은 자극, (라)는 모든 분절의 간격이 동일하지 않은 자극이다.



(가) (나) (다) (라)

자극 그림 5. 실험 3-2에 사용된 실험 자극. (가)는 가운데 분절 지움 자극, (나)는 바깥쪽 분절 지움 자극, (다)는 가운데 분절 지움/검은색 채움 자극, (라)는 바깥쪽 분절 지움/붉은 색 채움 자극이다. 기준 자극은 실험 3-1과 동일하였다.



(가) (나) (다) (라)

자극 그림 6. 실험 4에 사용된 자극. (가)는 기준 자극이고 (나)는 안쪽 분절 추가 자극, (다)는 바깥쪽 분절 추가 자극, (라)는 안쪽과 바깥쪽 분절 추가 자극이다.