

## 공간 요인이 지각적 비동기성 현상에 미치는 영향\*

손 혜 립 이 형 철†

광운대학교 산업심리학과

인간의 시각 체계는 서로 독립적인 여러 영역들로 분리되어 있고, 각 영역은 색, 운동, 형태, 방위 등과 같은 서로 다른 시각 속성들을 처리하는데 특성화되어 있는 것으로 알려져 있다. 시각 장면은 분리된 영역에서 독립적으로 처리되는 속성들로 구성되어 있음에도 불구하고 일관되고 단일하게 경험되는데, 이는 분리되어 처리되는 시각 속성들이 어떻게 단일한 시각 경험을 이끌도록 결합되는가라는 속성 결합 문제(binding-problem)를 야기한다. 속성 결합 문제는 시간 혹은 공간 차원에서 속성들이 잘못 결합되어 지각되는 현상을 통해 연구되었다. 본 연구는 시공간 차원을 모두 고려하였는데, 특히 시간 차원에서 일어나는 속성의 결합이 공간적인 요인의 영향을 받을 것이라고 가정하였다. 본 연구는 비동기적인 지각을 보이는 개체들로 주변을 구성하고 중앙에는 색-운동 속성들이 동기적으로 지각되도록 조작하면서 중앙의 동기적인 지각이 주변의 동기적인 속성 결합을 촉진시키는지의 여부를 확인하였다. 실험 결과, 중앙 응시 영역의 동기성이 주변의 동기적 속성 결합 지각을 촉진시킬 수 있음을 발견하였으며, 이는 시간 차원의 속성 결합이 공간 요인의 영향을 받음을 시사한다. 본 연구의 결과는 시간 요인과 공간 요인이 상호 작용하여 속성 결합에 영향을 미칠 가능성을 시사한다.

주요어 : 지각적 비동기성, 속성 결합 문제, 색, 운동

---

\* 본 연구는 정보통신부 및 정보통신 연구진흥원의 대학 IT 연구센터 지원(IITA-2005-C1090-0502-0038) 및 2005년도 광운대학교 교내학술연구비 지원에 의하여 수행되었다.

† 교신저자 : 이형철, 광운대학교 산업심리학과, 서울시 노원구 월계동 447-1  
E-mail : hyung@kw.ac.kr

우리가 경험하는 시각 장면 속의 사물들은 색, 운동, 형태 등과 같은 다양한 시각 속성들로 구성되어 있다. 시각 속성 각각을 처리하는데 뇌의 서로 다른 영역들이 기능적으로 특성화되어 있는 것으로 알려져 있다(DeYoe & Van Essen, 1988; Livingstone & Hubel, 1988; Zeki & Shipp 1988). 신경생리학적, 해부학적, 그리고 임상학적 연구들에 의하면 기능적 특성화는 특히 색 처리 영역과 운동 처리 영역에서 확실히 나타나는데, 이들은 해부학적으로 서로 다른 위치(색 속성은 V4, 운동 속성은 V5)를 점유하고, 분리된 입력을 받는다(Leventhal, Rodieck & Dreher, 1981; Livingstone & Hubel, 1988; Perry, Oehler & Cowey, 1984). 또한 각 속성 처리 영역에 제한된 손상이 다른 속성의 지각에 영향을 미치지 않는 것으로 알려져 있다(Meadows, 1974; Zeki, 1990; Zeki, 1991; Zihl, Cramon, Mai & Schmid, 1991). 하지만 인간은 독립적으로 처리된 속성들을 분리하여 지각하지 않고, 하나의 사물로 성공적으로 결합하여 지각한다. 분리되어 처리되는 서로 다른 시각 속성들이 어떻게 단일한 시각 경험을 이끌도록 하나의 사물로 결합되는가? 이것이 바로 속성 결합의 문제(binding-problem)이다(Arnold & Clifford, 2002; Clifford, Spehar & Pearson, 2004; Robertson, 2003; Zeki & Bartels, 1998).

속성 결합의 문제와 관련해서 직관적으로, 특성화된 모든 영역들로부터 입력을 받아 속성들을 결합하는데 특성화된 구조의 존재를 가정해볼 수 있으나, 그러한 처리 영역이 존재한다는 해부학적 증거는 아직까지 발견되지 않았다(Singer, 1998; Zeki, 1993). 속성 결합에 대한 연구는 크게 시간(temporal) 차원과 공간(spatial) 차원에서 이루어졌다. 속성 결합 문제

를 시간 차원에서 고려한 초기 이론들은 분리된 처리 영역들에서 신경 활성화가 일어나는 시간에 따라서 속성이 결합된다고 제안하였다(Crick & Koch, 1990; Malsburg & Schneider, 1986). 속성 결합 문제를 공간적인 차원에서 고려한 연구자들은 시각 피질의 분리된 영역에서 부호화된 속성 정보들이 공간적인 주의에 의해 통합된다고 제안하였고(Treisman & Gelade, 1982), 공간적인 주의를 통해 속성들이 올바르게 통합되기 위해서는 각 속성의 공간 위치 정보가 중요하게 작용한다고 주장하였다(Robertson, 2003).

속성 결합 문제에 대해 시간 차원에서 접근한 최근 연구들은 지각적 비동기성(perceptual asynchrony) 현상을 통해 이루어졌다. 지각적 비동기성은 개체를 구성하는 색과 운동 방향 속성이 시간에 따라 빠르게 전환되는 상황에서, 두 속성이 물리적으로 동일한 시점에 전환되었음에도 불구하고 색의 전환이 운동 방향의 전환보다 빠르게 지각되는 현상을 말한다. Motoussis와 Zeki(1997)의 연구에서 지각적 비동기성 현상이 나타난 시각 자극은 두 가지의 색(빨간색과 녹색)과 운동(윗방향과 아랫방향) 속성을 가지는 여러 사각형들로 구성되었는데, 모든 사각형들은 0.25초의 주기를 가지고 윗방향-빨간색에서 아랫방향-녹색의 연합으로 전환되거나 윗방향-녹색에서 아랫방향-빨간색의 연합으로 전환되었다. 운동과 색 속성의 상대적인 전환 시점이 조작되었는데, 0° 위상에서는 두 속성의 전환이 동시에 일어났고 90° 위상에서는 운동 속성 전환이 색 속성 전환보다 0.125초 먼저 일어났다. 위상 조건은 0°에서 360° 사이에서 무선적으로 제시되었다. 피험자들은 자극을 보고 더 우세하게 지각되는 색과 운동 속성의 짝이 윗방향-빨간색(아랫

방향-녹색)인지, 아니면 아랫방향-빨간색(윗방향-녹색)인지 보고하도록 요구되었다. 피험자들은 색과 운동 속성이 물리적으로 동일한 시점에서 전환되었을 때 색 전환이 방향 전환보다 먼저 일어난 것으로 지각하였고, 대신 색 전환이 방향 전환보다 물리적으로 약 0.1초정도 뒤에 일어났을 때 색 전환과 방향 전환이 동시에 일어난 것으로 지각하였다.

지각적 비동기성 현상은 크게 두 가지 이론으로 설명된다. 먼저 뇌-시간(brain-time) 이론은 각 속성의 처리 영역이 곧 그 속성의 지각 영역임을 주장하는 다중 의식 이론(Multiple Consciousness Theory)을 전제하고(Zeki, 2003) 시각 속성이 지각된 시간이 그 속성의 신경 처리 속도와 직접적으로 관련되어 있다고 보는 관점이다. 이 이론을 지지하는 연구자들은 이 현상이 색과 운동 속성의 처리 시간에서의 차이를 반영하는 결과라고 주장하였다(Arnold, Clifford & Wenderoth, 2001; Moutoussis & Zeki, 1997). 이와는 달리 사건-시간(event-time) 이론은 속성들의 신경 처리가 완료되는 시간과 속성 변화가 지각되는 시간은 동일하지 않다고 보는 관점으로, 외부 사건들의 상대적인 시간을 부호화하는데 특성화된 신경 기제가 있음을 전제한다(Jonhstone & Nishida, 2001). 이 이론을 주장하는 연구자들은 각 속성이 전환되었다고 지각되는 시간이 서로 다르기 때문에 지각적 비동기성이 발생한다고 제안하였다(Nishida & Jonhstone, 2002). 지각적 비동기성의 원인에 대해서는 아직도 논쟁이 계속되고 있다.

속성 결합 문제에 대해 공간적 차원에서 접근한 연구자들은 색 속성과 문자 사이에서 나타나는 ‘착각 결합(illusory conjunction)’ 현상(Treisman & Schmidt, 1982)을 연구하였다. 빨간

색 ‘O’와 노란색 ‘X’가 컴퓨터 스크린에 짧게 제시되었을 때 노란색 ‘O’와 빨간색 ‘X’가 종종 보고되었는데, 함께 제시된 두 개의 문자와 두 가지 색 속성들이 서로 잘못 결합되어 지각되는 현상이 바로 착각 결합이다. Wu, Kanai 그리고 Shimojo(2004)는 색-문자 간의 착각 결합 현상과는 다르지만 공간적으로 이웃한 영역들 간에 잘못된 속성 결합(mis-binding) 현상이 나타남을 보고하였다. 이들은 자극 윈도우를 중앙과 주변 영역으로 나누고 각 영역을 구성하는 무선 점들의 속성 결합 패턴을 서로 다르게 조작하였다(예를 들어, 중앙 영역에 제시된 무선 점들 중에서 빨간색 무선 점은 윗방향으로 움직이고, 주변 영역에 제시된 무선 점 중에서 빨간색 무선 점은 아랫방향으로 움직이도록 조작하였다: 그림 1(나) 참조). 피험자들로 하여금 윈도우의 중앙 점을 응시하도록 하였을 때, 중앙 영역의 빨간색 무선 점들이 윗방향 속성과 결합되어 제시되는 조건에서 피험자들은 주변 영역 빨간색 점들의 물리적인 운동 방향이 아랫방향임에도 불구하고 중앙 영역의 속성 결합 패턴에 따라 윗방향 운동을 하는 것으로 잘못 결합하여 지각하였다. 하지만 무선 점들이 주변 영역에만 제시되었을 때에는 물리적으로 제시된 색과 운동 방향 속성을 올바르게 결합하는 것으로 나타났다(그림 1(가) 참조). 이와 같은 실험 결과에 대해 Wu와 동료들은 주변 영역의 잘못된 속성 결합 현상에 대해 중앙의 응시로 인해 발생하는 주변 영역 지각의 모호성을 해결하기 위해서 주변 영역에 중앙의 속성 결합 패턴이 확장되어 표상되기 때문에 발생하는 현상이라고 설명하였다.

기존의 연구들은 시각 속성들이 착각적으로 결합되는 현상들을 보고함으로써 뇌의 분리된

영역에서 독립적으로 처리되는 속성들이 시간 차원과 공간 차원 요인들에 의해 결합된다는 것을 규명하였다. 기존 연구들은 속성 결합 문제를 각기 단일 차원에서 다루어왔는데, 여러 시각 속성들로 구성된 사물들과 시각 장면들이 시공간 상에서 존재하고 지각되듯이, 속성들의 지각도 시간이나 공간이라는 단일 차원에서만 고려될 수 없다. 본 연구는 시간 차원의 요인에 의해 발생하는 속성 결합이 공간적인 요인에 의해 영향을 받을 것이라고 가정함으로써, 속성 결합 문제를 시공간 차원 모두에서 고려하였다. 본 연구의 목적은 속성 결합의 지각적 비동기성이 공간 요인에 의해 영향을 받는지를 규명하는 것이다. 이를 위하여 공간적인 지각 요인에 의해 잘못된 속성 결합이 발생한다고 보고한 Wu 등(2004)의 패러다임을 이용하였다. 실험 1에서는 Wu 등이 사용한 패러다임이 속성 결합에 대한 공간적인 지각 요인의 영향력을 검증하는 것인지 확인하였다. 실험 2에서는 시간에 따라 동시에 전환되는 속성들이 비동기적으로 지각되는 자극을 중앙/주변 영역에 제시하였는데, 응시(중앙) 영역의 속성들이 동기적으로 전환되는 것으로 지각될 때 주변 영역에서 속성들의 전환에 대한 동기적인 지각이 촉진됨을 발견하였다. 본 연구는 지각적 비동기성 현상에 대한 공간적 지각 요인의 영향력을 검증한 것으로써 연구 결과는 시간 요인과 공간 요인의 상호작용에 의해 속성 결합이 성취될 수 있음을 시사한다.

### 실험 1. 중앙/주변 영역 상황에서 공간 요인에 의한 색-운동의 잘못된 속성 결합

실험 1의 목적은 속성 결합에 대한 공간적

인 지각 요인의 영향력을 검증하기에 Wu 등(2004)이 사용한 패러다임이 적절한 것인지 확인하는 것이었다. Wu 등은 연구에서 나타난 잘못된 속성 결합이 중앙 점 응시로 인해 발생하는 주변 영역의 모호성을 해결하기 위해 나타난 현상이라고 주장하였다. 하지만 이들은 실험이 진행되는 동안 피험자들이 중앙 점을 제대로 응시했는지에 대해 확신할 수 있는 어떤 자료도 제시하지 않았다. 실험 1에서는 눈 운동을 측정하면서 Wu 등이 사용한 패러다임을 실시하였다. 눈 운동 측정 자료를 근거로 피험자들의 눈 움직임이 크게 주변 영역으로의 움직임(좌/우 움직임)과 중앙 영역에서의 움직임(상/하 움직임)으로 구분하였다. 눈을 주변 영역으로 움직였을 경우, 중앙 점을 응시했을 때에 비해 주변 영역의 속성 결합 정보가 보다 정확하게 전달될 것이다. 따라서 주변으로의 눈 움직임은 주변 영역의 잘못된 속성 결합과는 관련되지 않을 것이라고 예상하여 분석 시 주변 눈 움직임 시행을 제외시키고 중앙을 응시한 시행만을 고려하였다. 중앙 응시 시행만을 고려한 결과, 주변 영역 목표 자극(본 연구에서는 빨간색 무선 점의 운동 방향을 보고하도록 하였으므로 빨간색 무선 점이 가상의 목표 자극이 될 수 있음)의 방향 지각이 중앙 영역에서 목표 자극과 동일한 빨간색의 운동 방향에 따라 편향되어 나타났다. 중앙 영역에서 상향 혹은 하향 운동을 하는 빨간색 무선 점들을 따라 눈 운동이 나타날 것이라고 짐작하였는데, 중앙에서의 상/하 눈 운동이 주변 영역 목표 자극의 운동 방향 지각에 영향을 미쳐 잘못된 속성 결합 현상을 일으킬 가능성이 있다고 추론하였다. 중앙 영역에 무선 점이 제시되는 조건(그림 1(나))에서 빨간색 무선 점에 따른 눈 운동의 비율과 그

에 따른 주변 영역 속성들에 대한 반응 비율을 분석함으로써 Wu 등의 패러다임에서 나타난 잘못된 속성 결합 현상이 공간 요인이 아닌 또 다른 요인에 의해 일어났을 가능성을 배제시키고자 하였다. 만약 목표자극과 동일한 중앙의 빨간색 무선 점에 따른 상/하 눈 움직임에 따라 주변 속성 결합에 대한 반응 비율이 일관되게 편향되어 나타나지 않는다면, 눈 움직임에 따른 잘못된 속성 결합에 대한 눈 운동의 영향 가능성을 기각할 수 있을 것이다.

### 방 법

**참가자** 총 7명의 피험자가 실험에 참여하였다. 안경을 착용한 피험자와 착용하지 않은 피험자 모두 평균 시력을 가졌고, 정상적인 색채시가 가능하였다.

**자극 및 기구** 시각 자극은 가로 세로 약  $36^\circ \times 28^\circ$  크기의 윈도우를 갖는  $1600 \times 1200$  (75Hz) 해상도의 Mac G4, 19인치 모니터에 제시되었다. 실험 프로그램은 Mac OS 9.2.2에서 Matlab 5.2.1과 Matlab 함수 모음인 Psychophysics

Toolbox를 이용해서 구성하였다. 눈 운동은  $0.5^\circ$ 미만의 정확도와  $3\text{msec}$ (0.003초)이하의 지연시간을 갖는 EYE LINK II(SR Research)를 이용하여 500Hz의 표집속도로 측정하였다. 자극 윈도우는 가로 세로 약  $20^\circ \times 11^\circ$  크기의 직사각형이었고, 중앙에는 약  $0.2^\circ$  지름의 흰색 고정점이 제시되었다. 자극 윈도우는 그림 1(가)와 (나)에서 보는 바와 같이 상하 좌우의 긴 흰색 막대에 의해 중앙과 주변 영역으로 나뉘었는데, 양쪽 막대의 바깥쪽이 주변, 안쪽이 중앙 영역이었다. 중앙 영역은  $13^\circ \times 11^\circ$ , 주변 영역은 좌우 각각  $4.5^\circ \times 11^\circ$ 의 크기였다. 하나의 색 속성과 운동 속성으로 정의된(예를 들어, 녹색-위, 빨강-아래, 녹색-아래, 빨강-위), 지름이 약  $0.02^\circ$ 인 무선 점들을 중앙 영역에 2,010개, 좌우 주변 영역에는 각각 1,000개씩 배치하였다. 자극은 총 40 프레임(제시 시간 약 1.07초)이었는데, 제시되는 무선 점들의 수명(lifetime)은 20 프레임(0.5초)이었다. 무선 점들은 약  $0.8^\circ/\text{초}$ 의 속도로 윗방향 혹은 아랫방향으로 운동하였다. 중앙은 동일한 비율의 녹색 점과 빨간색 점들로 구성되었는데, 녹색과 빨간색 점들은 항상 반대방향으로 이동하였다(예를 들어, 녹색-위/빨강-아래 혹은,

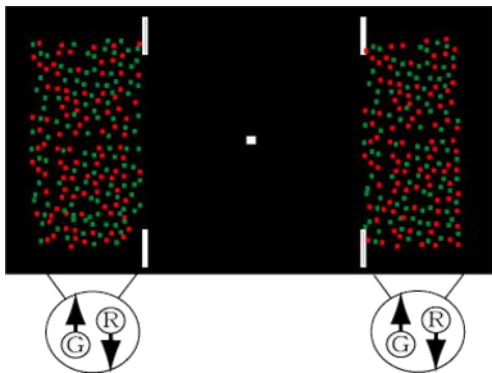


그림 1(가). 실험 1의 중앙 비제시 조건

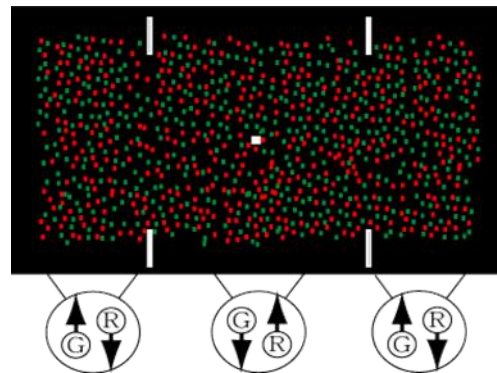


그림 1(나). 실험 1의 중앙 제시 조건

녹색-아래(빨강-위). 주변의 녹색 점과 빨간색 점들도 동일한 비율로 구성되었는데, 중앙과는 달리 위로 이동하는 빨간 점들의 비율을 조작하였다. 윗방향으로 운동하는 빨간색 점들의 비율에 따라 아랫방향으로 운동하는 녹색 점들의 비율도 달라졌는데, 위로 운동하는 점들과 아래로 운동하는 점들의 개수가 항상 동일하도록 통제하였다(예를 들어, 빨간색-윗방향이 25%, 빨간색-아랫방향이 75%일 경우 녹색-윗방향은 75%, 녹색-아랫방향은 25%).

자극은 중앙 비제시 조건과 중앙 제시 조건으로 구분하여 구성하였다. 중앙 비제시 조건은 그림 1(가)와 같이 중앙 영역에 무선 점들을 제시하지 않는 조건으로, 중앙 영역에 자극을 제시하는 것으로 인해 주변 영역의 지각이 달라지는 것인지, 아니면 중앙에 자극이 제시되지 않을 때에도 주변 영역에 대한 지각이 불안정한 것인지를 확인하기 위해 구성하였다. 주변 빨간색 점들의 윗방향 운동 비율을 5가지 수준(0, 25, 50, 75, 100%)으로 조작하였고, 각 수준은 하나의 세션에서 10번씩 반복하여 무선적으로 제시되도록 하였다. 그림 1(가)는 주변 빨간색 점들의 윗방향 비율이 0%(녹색 윗방향 비율은 100%)인 조건을 나타내는데, 그림에 표시되어 있듯이 주변 영역에 제시되는 녹색 무선 점들은 모두 윗방향으로 그리고 빨간색 무선 점들은 모두 아랫방향으로 움직인다. 중앙 비제시 조건과 비교하여 주변 영역의 속성 지각이 중앙 영역의 결합 패턴에 영향을 받는지의 여부를 알아보기 위해 중앙 제시 조건 자극을 구성하였다. 이는 중앙 영역 무선 점들과 주변 영역 무선 점들을 함께 제시하는 조건으로, 중앙 빨강-위 조건과 중앙 빨강-아래 조건으로 조작하였다. 두 가지 중앙 제시 조건에서 주변 빨간색 점들은

중앙 비제시 조건에서와 마찬가지로 윗방향 운동 비율을 5가지 수준으로 조작하였다. 그림 1(나)는 중앙 빨간색 점들은 윗방향(녹색 점들은 아랫방향) 운동을 하고, 주변 빨간색 점들의 윗방향 비율은 0%(녹색 점들의 윗방향 비율은 100%)인 조건을 나타낸다.

**절차** 7명의 피험자들은 각자 암실에서 눈 운동 측정 장치를 착용한 상태에서 실험을 수행하였다. 모니터에서 턱까지의 거리가 약 57cm가 되도록 피험자가 앉는 의자의 위치를 조절하였고, 가능한 한 자세와 머리의 위치를 바꾸지 않기를 권고하였다. 실험이 시작되면 먼저 모니터 중앙에 고정점이 제시되었고, 이를 응시한 상태에서 조이스틱의 ‘A’ 버튼을 누르면 자극이 제시되었는데, 제시된 자극은 관찰자들이 반응을 할 때까지 반복해서 제시되었다. 피험자들은 자극이 제시되는 동안 항상 중앙 점을 응시하도록 요구되었다. 자극 관찰 후 피험자들은 흰색 막대 바깥쪽인 주변 영역에서 빨간색 점들의 전반적인 운동 방향이 위인지 아래인지 선택하여 반응하도록 하였다. 주변 영역의 빨간색 점들이 전반적으로 위로 운동하는 것으로 지각하면 조이스틱 왼쪽 ‘Hat’ 버튼의 1번을, 아래로 운동하는 것으로 지각하면 ‘Hat’ 버튼의 3번을 눌러서 반응하였다. 피험자들은 중앙 비제시 조건과 중앙 제시 조건의 총 2개 세션에서 반복 측정되었다. 중앙 비제시 조건의 한 세션은 총 시행 수가 50회(주변 영역 빨간색 점들의 윗방향 비율 5가지: 0%, 25%, 50%, 75%, 100% X 반복 10회)이고, 중앙 제시 조건의 한 세션은 총 시행 수가 100회(주변 영역 빨간색 점들의 윗방향 비율 5 가지: 0%, 25%, 50%, 75%, 100% X 중앙 영역 빨간색 점들의 방향 2 가지: 윗방향,

아랫방향 X 반복 10회)였다. 각 세션은 모두 5 번씩 반복하여 실시하였는데, 5번 중 처음 2 번의 반복은 연습 시행으로 간주하여 분석에서 제외시켰다.

### 결 과

7명의 피험자들을 대상으로 실험을 실시한 결과 모든 피험자들의 조건 간 반응 패턴이 유사하였기 때문에 각 조건에서의 반응 평균치를 계산하여 그래프로 나타내었다. 중앙 비 제시 조건과 중앙 제시 조건에서 물리적으로 조작된 주변 영역의 빨강-윗방향 비율에 따라 빨강-윗방향이 지각되었다고 반응한 비율을 계산하였다. 주변 영역으로의 눈 움직임을 분석에서 제외시키기 위해 모든 시행에 대해 눈 운동 측정 자료에 근거하여 눈이 중앙 점으로부터 좌/우 도약 운동(saccadic eye movement)을 했는지의 여부를 분석하였다. 눈을 움직이지 않은 시행을 포함하여 중앙 점으로부터 약 2.4°(100 픽셀) 이하의 좌/우 도약 눈 운동은 주변 영역의 지각에 영향을 미치지 않을 것으로 가정하고, 2.4°를 기준으로 주변으로의 눈 움직임 시행은 제외시키고 중앙 영역을 응시한 시행들만 분석하였다. 그림 2는 매 시행에서의 눈 운동을 분석하여 기준치 (2.4°) 이상의 도약 눈 운동을 한 시행을 제외했을 때의 실험 결과를 나타낸다. 그림 2에서 보는 바와 같이 중앙 영역에 무선 점들이 제시되지 않은 중앙 비제시 조건에서는 주변 영역의 물리적인 빨강-윗방향 비율이 증가함에 따라 주변 빨간색 점들이 전반적으로 위로 운동한다고 반응한 비율(주변 빨강-윗방향 반응 비율)이 증가하였다. 중앙 빨강-위 조건에서는 중앙 비제시 조건에서보다 주변 빨강-윗방향 반응 비

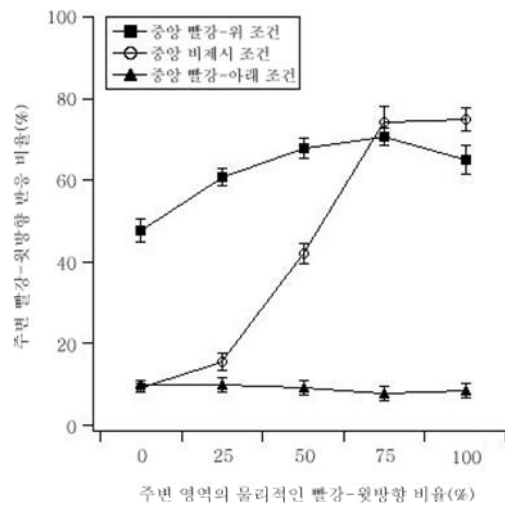


그림 2. 주변 영역 빨간색 무선 점의 물리적인 운동 방향 비율에 따른 빨강-윗방향 지각 비율: 눈 운동 분석 결과

율이 높게, 그리고 중앙 빨강-아래 조건에서는 중앙 비제시 조건에서보다 주변 빨강-윗방향 반응 비율이 낮게 나타났다. 세 조건 간 차이는 유의미하였다( $F(8,104)=19.20, p=.000$ ).

본 연구에서 피험자들의 과제는 주변 영역에 제시되는 빨간색 무선 점들의 전반적인 운동 방향을 위 또는 아래로 분류하여 보고하는 것인데, 중앙 응시 시행들을 분석한 결과, 주변 빨강-윗방향 반응 비율은 중앙 영역에 제시되는 빨간색 무선 점들의 운동 방향에 따라 편향되어 나타났다. 중앙 영역에서 상향 혹은 하향 운동을 하는 주변 목표 자극과 동일한 빨간색 무선 점들을 따라 눈 운동이 나타날 것이라고 짐작하였는데, 중앙에서의 상/하 눈 운동이 주변 영역 목표 자극의 운동 방향 지각에 영향을 미쳐 잘못된 속성 결합 현상을 일으킬 가능성이 있다고 추론하였다. 착각적 속성 결합 현상에 대한 눈 운동의 영향력을 검증하기 위해 중앙을 성공적으로 응시한 것

으로 분류된 시행들을 대상으로 중앙 빨간색 무선 점을 추적하는 것으로 짐작되는 상/하 도약 눈 움직임 비율과 그에 따른 주변에서의 빨강-윗방향 반응 비율을 분석하였다. 본 연구 상황에서 피험자가 화면 중앙에 제시되는 응시점을 응시하도록 요구받는 상황에서 상/하 도약 눈 운동은 다음과 같은 상황에서 발생할 수 있다. 응시하고 있는 영역 주위에 움직이는 대상이 있으면 움직이는 대상이 없을 때에 비하여 고정점을 응시하는 것이 상대적으로 어려울 수 있다. 움직이는 대상을 따라서 추적 눈 운동을 할 가능성이 있는 것이다. 본 연구에서는 피험자들에게 모니터 중앙에 제시되는 응시점을 응시하도록 요구하였는데 중앙에 제시되는 윗방향으로 움직이는 빨간색 점을 추적하여 움직일 경우 실험자의 지시에 따라 다시 응시점으로 돌아오기 위해 아랫방향 도약 눈 운동이 일어날 것이고, 아랫방향으로 움직이는 빨간색 무선 점을 추적하여 눈이 움직일 경우에는 응시점으로 돌아오기 위해 반대로 윗방향 도약 눈 운동이 일어날 것으로 예상하였다. 만약, 이러한 예상이 맞는다면 중앙 빨강-위 조건에서는 상향 도약 눈 운동 보다 하향 도약 눈 운동이 발생한 비율이, 그리고 중앙 빨강-아래 조건에서는 하향 도약 눈 운동 보다 상향 도약 눈 운동 발생 비율이 상대적으로 높을 것이다. 그림 3에서 보는 바와 같이 두 조건 모두에서 하향 도약 눈 운동의 비율이 상향 도약 눈 운동 비율보다 통계적으로 유의미하게 높게 나타났다( $F(1,13)=15.31, p=.002$ ). 또한 그림 4에서 보는 바와 같이 각 조건에서 상/하 도약 눈 운동 시행 간 주변 빨강-윗방향 반응 비율 차이는 유의미하지 않았다( $F(1,13)=.53, p=.479$ ).

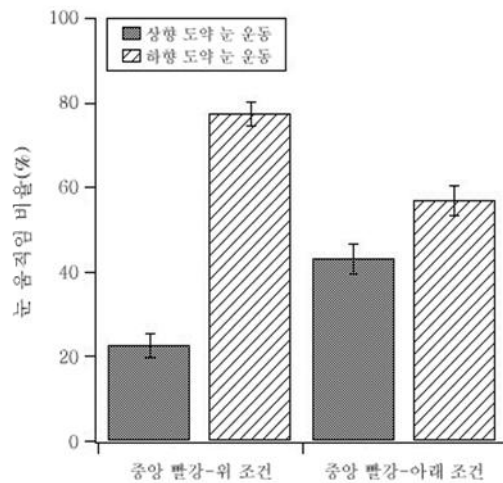


그림 3. 두 중앙 제시 조건에서 상하 도약 눈 운동 시행의 비율

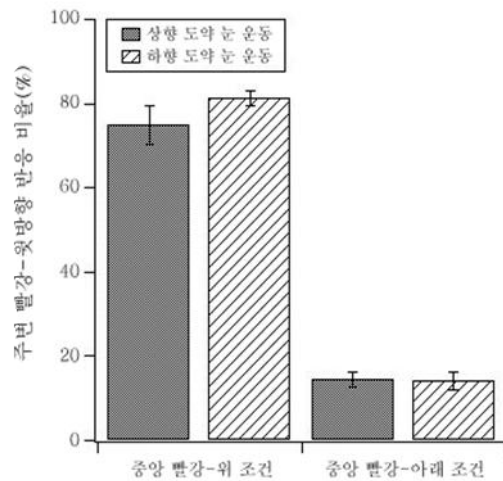


그림 4. 두 중앙 제시 조건에서 상하 도약 눈 운동 시행에서의 반응 비율

## 논 의

중앙 영역에 무선 점들이 제시되지 않았을 때에는 주변 영역에서의 속성 결합 지각이 물리적인 속성 결합 비율에 따라 나타났고, 중



양 영역에 무선 점들이 제시되었을 때에는 중앙에 제시되는 무선 점들의 특성(빨강-위 또는 빨강-아래)에 따라 주변 영역에서 잘못된 속성 결합이 나타났다. 이 결과는 중앙을 응시한 시행만을 고려한 것이기 때문에, 나타난 잘못된 속성 결합이 중앙 응시 상황에서 일어난 현상이라고 확신할 수 있다. 만약 중앙 영역에서 목표 자극과 동일한 빨간색 점에 따른 눈 움직임이 주변의 속성 결합에 영향을 미친다면, 중앙 빨간색 점들의 운동 방향에 따르는 눈 움직임이 더 많이 일어날 것이고, 눈 움직임의 방향으로 주변 영역 목표 자극의 운동 방향이 잘못 지각될 것이다. 하지만 분석 결과, 중앙 빨간색 점들의 운동 방향보다는 아래방향으로의 눈 움직임이 더 많이 일어났고, 빨간색 점들을 따라 눈을 움직였다 해도 주변 목표 자극에 대한 운동 방향이 눈 움직임 방향으로 잘못 지각되지 않았다. 이는 Wu 등의 패러다임에서 발생한 잘못된 속성 결합 현상이 주변 목표 자극과 동일한 중앙의 빨간색 무선 점들에 따른 눈 운동에 의해 일어났을 가능성이 희박함을 시사한다.

## 실험 2. 중앙 영역에서 지각된 색-운동 전환의 동기성에 의한 주변 영역 속성들의 동기적 지각의 촉진

실험 2의 목적은 동일한 시점에 전환되는 색-운동 속성들이 비동기적으로 전환되는 것으로 지각되는 지각적 비동기성 현상이 공간 요인에 의해 영향을 받는지를 실험 1의 패러다임을 이용하여 규명하는 것이었다. 공간 요인이 시각 속성들의 지각적 비동기성에 영향을 미친다면, 중앙 영역에서 색-운동 속성들이 동시에 전환되는 것으로 지각될 때, 주변 영

역에서 나타나는 색-운동의 지각적 비동기성 현상이 감소하고 동기적인 지각이 촉진될 것이라고 가정하고 이를 실험을 통해 검증하였다. 주변 영역의 속성들 간 지각적 비동기성은 중앙 비제시 조건에서 운동이 지연되어 지각되는 시간(운동 지연 시간)과 빨강-위 반응 비율을 측정함으로써 알 수 있다. 중앙 빨강-위 조건과 중앙 비제시 조건, 중앙 빨강-아래 조건과 중앙 비제시 조건의 운동 지연 시간과 반응 비율 비교를 통해 주변 영역의 지각적 비동기성이 중앙 영역의 영향을 받는지 확인할 수 있다. 중앙 영역의 속성 결합 패턴에 따라 주변 영역의 운동 지연 시간과 반응 비율이 영향을 받는다면, 중앙 빨강-위 조건과 중앙 빨강-아래 조건이 서로 상반된 결과를 보일 것으로 예상된다.

## 방 법

**참가자** 실험 1에 참여하지 않은 9명의 피험자가 실험에 참여하였다. 안경을 착용한 피험자와 착용하지 않은 피험자 모두 평균 시력을 가졌고, 정상적인 색채시가 가능하였다.

**자극 및 기구** 실험 1에서 쓰인 도구들을 사용하였고, 자극 윈도우와 중앙, 주변 영역의 크기도 실험 1의 자극과 동일하였다. 가로 세로 약 0.4°의 크기를 갖는 무선 점들을 중앙 영역에는 100개, 주변 영역에는 좌/우 각각 50개씩 배치하였는데, 각 무선 점들은 두 가지 색(녹색, 빨간색)과 두 가지 운동 방향(윗방향, 아랫방향) 사이에서 시간에 따라 주기적으로 전환되었다. 속성 전환의 한 주기는 총 18 프레임(약 0.48초)으로, 무선 점들은 약 7.5°/초의 속도로 운동하였다. 색 속성의 전환 시점을



그림 5. 위상에 따른 무선 점들의 색-운동 전환에 대한 도식

조작하였는데, 색 전환 시점에 대한 도식을 크게 0°, 80°, 180°, 260° 위상 조건에 대해 예를 들어 그림 5에 제시하였다. 그림에서 보는 바와 같이 0° 위상에서는 빨간색이 먼저 9번째 프레임까지 지속되다가 10번째 프레임에서 녹색으로 전환되었다. 80° 위상에서는 녹색이 먼저 제시되었다가 5번째 프레임에서 빨간색으로 전환되었고, 14번째 프레임에서 다시 녹색으로 전환되었다. 180° 위상에서의 색 전환은 0° 위상과 역으로, 260° 위상에서의 색 전환은 80° 위상과 역으로 제시되었다. 색 전환 시점은 시행된 모든 조건들에서 0°, 80°, 180°, 260° 위상을 포함한 총 14개 조건(0°에서 260°까지 20° 간격)으로 조작되었다. 운동 방향의 전환 시점은 180° 위상으로 모든 색 위상 조건에서 동일하게 조작하였는데, 무선 점들은 처음 9번째 프레임까지 윗방향으로 운동하다가 10번째 프레임에서 아랫방향으로 전환되었다(운동 시작 후 약 0.24초 시점에서 방향이 전환됨).

독립변인인 공간적인 지각 요인을 조작하기 위해 중앙 비제시 조건과 중앙 제시 조건을 구성하였다. 이 조건들을 실시하기 전에 먼저

동기시점 탐색 조건을 실시하였다. 동기시점 탐색 조건은 중앙 영역에서 색과 운동 방향의 전환이 동시에 지각되는 시점을 찾기 위해 주변 영역을 제외하고 중앙 영역에만 무선 점들을 제시하고 색 전환 시점을 0°에서 260°까지 20° 간격으로 조작하였다. 이 조건을 통해 탐색된 중앙 빨강-위 시점과 중앙 빨강-아래 시점이 중앙 제시 조건에 적용되었다. 중앙 비제시 조건은 무선 점들이 좌/우 주변 영역에만 제시되었고, 중앙 제시 조건에서는 중앙과 주변 영역에 모두 무선 점들을 제시하였다. 중앙 제시 조건은 중앙 영역에서 속성 결합이 지각되는 패턴에 따라 빨강-위(녹색-아래) 조건과 빨강-아래(녹색-위) 조건으로 나뉘었다. 중앙 제시 조건과 비제시 조건에서 주변 영역 무선 점들의 색 전환 시점을 0°에서 260°까지 20° 간격으로 조작하였다(그림 6 참조).

**절차** 피험자들은 각자 암실에서 눈 운동 측정 장치를 착용한 상태에서 실험을 수행하였다. 실험 1에서와 마찬가지로 모니터에서 턱까지의 거리가 약 57cm가 되도록 피험자가 앉는 의자의 위치를 조절하였고, 가능한 한 자

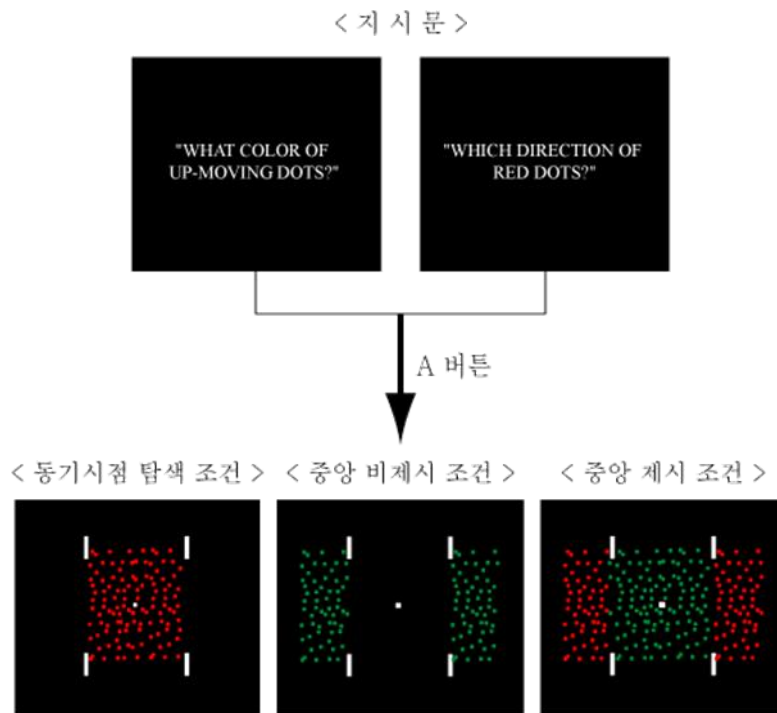


그림 6. 실험 2의 시각 자극과 조건 및 절차에 대한 도식.

세와 머리의 위치를 바꾸지 않기를 권고하였다. 실험이 시작되면 먼저 피험자들이 무엇에 대해 반응할지 알려주는 지시문이 나타났다. 이 지시문은 하나의 속성에 편파적으로 주의를 기울이는 것을 방지하기 위해 두 가지로 제시하였다. “윗방향으로 운동하는 점들은 무슨 색인가(What color of up-moving dots?)”라는 지시문에는 조이스틱 왼쪽 ‘Hat’ 버튼을 이용하여 빨간색은 4번으로 녹색은 2번으로 반응하도록 하였고, “빨간색 점들이 어느 방향으로 운동하는가(Which direction of red dots?)”라는 지시문에는 역시 ‘Hat’ 버튼을 이용하여 윗방향은 1번으로 아랫방향은 3번으로 반응하도록 요구하였다. 지시문에서 요구하는 반응에 맞지 않는 버튼을 누를 경우에는 반응이 입력되

지 않도록 통제하였다. 피험자들이 지시문을 숙지한 후 조이스틱의 ‘A’버튼을 누르면 자극이 제시되었는데, 제시된 자극은 피험자가 반응을 입력할 때까지 반복 제시되었다(그림 6 참조). 모든 조건에서 피험자들은 윈도우의 중앙 점을 응시한 상태에서 자극을 관찰하도록 요구되었는데, 동기시점 탐색 조건에서는 중앙 영역의 무선 점들에 대해, 중앙 비제시 조건과 중앙과 주변 영역에 무선점이 모두 제시되는 중앙 제시 조건에서는 주변 영역의 무선 점들에 대해 반응하도록 하였다. 반응을 입력하면 자극이 사라지고 다시 앞의 과정이 반복되었다. 피험자들은 모든 세션에서 반복 측정되었는데, 동기시점 탐색 조건을 먼저 실시하고, 중앙 비제시 조건과 중앙 제시 조건을 통

합한 세션을 실시하였다. 동기시점 탐색 조건은 총 시행 수가 70회(중앙 영역 빨간색 점들의 위상 조건 14 가지:  $0^\circ \sim 260^\circ$ 까지  $20^\circ$  간격 X 반복 5회)이고, 중앙 비제시 조건과 중앙 제시 조건의 통합 세션은 총 시행 수가 210회(주변 영역 빨간색 점들의 위상 조건 14 가지:  $0^\circ \sim 260^\circ$ 까지  $20^\circ$  간격 X 중앙 영역 조건 3 가지: 자극 통제, 빨강-위, 빨강-아래 X 반복 5회)였다. 각 세션은 모두 2번씩 반복하여 실시하였다.

## 결 과

실험 2의 결과도 실험 1에서와 마찬가지로 눈 운동 측정 자료에 근거하여 눈이 중앙을 응시한 것으로 분리된 시행들만을 분석하였다. 동기시점 탐색 조건에서 색과 운동 속성의 전환이 동기적으로 지각되는 시점을 찾기 위해 위상 조건에 따른 반응 분포의 중심축(centroid)을 측정하였다. 반응 분포의 중심축은 지각적 비동기성의 측정치로써 Moutoussis와 Zeki(1997), Arnold와 동료들(2001)의 논문을 포함하여 많은 연구들에서 사용되어 왔다. 만약 동일한 시간에 나타난 것으로 지각된 색-운동 속성의 짝이 물리적으로 동시에 제시된 속성의 짝과 동일하다면, 그 색-운동의 짝에 대한 반응 분포는 속성들의 전환이 물리적으로 동시에 일어나는 위상을 축으로 분포할 것이다. 따라서 반응 분포의 중심축은 색과 운동이 동기적으로 지각되는 시점을 나타내고, 중심축이  $0^\circ$  위상으로부터 편향되는 정도는 두 속성이 동시에 제시되었다고 지각하기 위해 필요한 물리적인 비동기성의 정도가 된다. 전체 피험자들의 중앙 빨강-위 지각 시점은 약  $72^\circ$ (표준편차  $4.7^\circ$ )였고, 빨강-아래 지각 시점은 약  $234^\circ$ (표준

편차  $15.2^\circ$ )였다. 결과에 근거하여 중앙 빨강-위 조건은  $80^\circ$  위상으로, 중앙 빨강-아래 조건은  $240^\circ$  위상으로 조작하여 중앙 제시 조건의 중앙 영역에 적용하였는데, 매 시행마다 무션 점들을 새롭게 배치하였다.

세 가지 조건(중앙 비제시, 중앙 빨강-위, 중앙 빨강-아래)에서 주변 빨강-윗방향 반응 비율 분포의 중심축을 구하고 그로부터 색-운동의 비동기성 정도를 추정하였다. 세 조건 모두에서 피험자들의 운동 방향 전환의 지각이 색 전환의 지각보다 뒤쳐져서 일어났기 때문에 반응 분포의 중심축을 통해 측정된 비동기성의 정도는 색과 운동 방향의 전환이 동시에 지각되는데 필요한 운동 지연 시간(motion lag time)을 나타낸다. 운동 속성은 처음 윗방향으로 시작하여 약 0.24초가 지난 후 아랫방향으로 전환되었는데, 이 전환 시점의 위상이  $180^\circ$ 이었다. 만약 반응 분포의 중심축이  $90^\circ$ 라면 방향의 전환이 색 전환이 지각된 후 약 0.12초 시점에서 지각된 것으로 추정할 수 있다. 피험자들의 조건 간 평균 운동 지연 시간은 그림 7에 제시하였다. 중앙 비제시 조건에서는 약 0.101초, 중앙 빨강-위 조건에서는 약 0.092초, 중앙 빨강-아래 조건에서는 약 0.117초였고, 세 조건 간 차이는 유의미하였다 ( $F(2,14)=5.35, p=.02$ ).

주변 빨강-윗방향 반응 비율 분포에서의 중심축은 빨간색과 윗방향이 가장 동기적으로 지각된 시점을 의미하기 때문에 각 조건 간 중심축 위상에서의 반응 비율을 비교해 보았다. 실험에서는  $0^\circ$ 에서  $260^\circ$  위상까지 연속적인 변인에서 임의로 14개의 위상 조건을 적용한 것이기 때문에 피험자별로 각 조건의 반응 분포에 대한 데이터 피팅을 실시하고, 이에 근거하여 중심축 위상에서의 반응 비율을 추

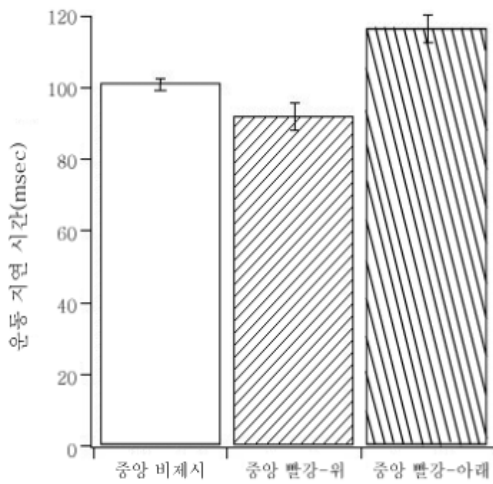


그림 7. 세 조건 간 운동 지연 시간

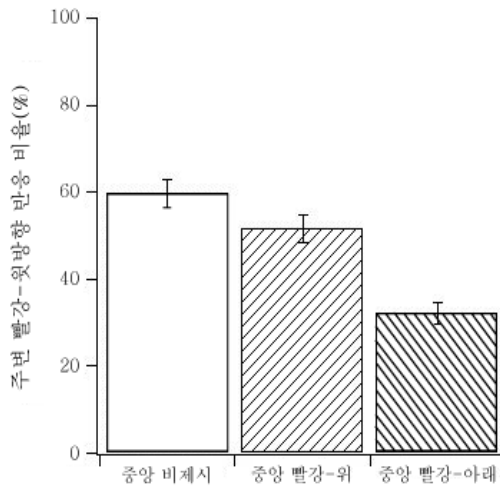


그림 8. 중심축에서의 추정 반응 비율

정하였다. 피험자별로 추정된 각 조건 간 반응 비율의 평균을 그림 8에 제시하였다. 중앙 비제시 조건이 59.6%, 중앙 빨강-위 조건이 51.5%, 중앙 빨강-아래 조건이 32.1%였고, 세 조건 간에서 나타난 차이는 유의하였다 ( $F(2,14)=7.63, p=.006$ ).

## 논 의

기존에 색과 운동 속성 전환의 지각적 비동기성을 보고한 여러 연구자들은 운동 속성의 전환이 색 속성의 전환보다 약 0.08초 정도 뒤쳐져서 지각된다고 보고하였다(Arnold, Clifford & Wenderoth, 2001; Moutoussis & Zeki, 1997). 실험 2의 중앙 영역에만 무선 점들이 제시되는 동기시점 탐색 조건에서 빨강-윗방향의 전환이 동기적으로 지각되는 위상은 약 72°(표준편차 4.7°)였다. 이는 운동 속성의 전환이 색 전환 보다 약 72° 뒤쳐졌을 때, 시간 단위로 환산하자면 약 0.08~0.09초 뒤쳐져서 전환되었을 때 동시에 전환되는 것으로 지각됨을 의미한다. 따라서 동기시점 탐색 조건에서의 결과는 색 속성의 전환이 운동 속성의 전환보다 앞선다는 기존 연구 보고들을 지지하는 증거가 된다.

조건 간 평균 운동 지연 시간은 중앙 빨강-위 조건에서 중앙 비제시 조건보다 낮게, 중앙 빨강-아래 조건에서 중앙 비제시 조건에서 보다 높게 나타났다. 중앙 빨강-위 조건에서 운동 지연 시간의 감소는 주변 빨강-윗방향의 동기적인 지각이 촉진되었음을 의미하고, 중앙 빨강-아래 조건에서의 운동 지연 시간 증가는 주변 빨강-아랫방향의 동기적인 지각이 촉진되었음을 의미한다. 운동 지연 시간의 결과에 따르면, 주변 빨강-윗방향의 동기적인 지각의 촉진은 빨강-윗방향이 동기적으로 전환되는 것으로 지각되는 중심축에서의 반응 비율 증가를 가져올 것이고, 반대로 주변 빨강-아랫방향의 동기적인 지각의 촉진은 빨강-윗방향 반응 분포의 중심축에서 반응 비율의 감소를 가져올 것으로 예상할 수 있다. 이러한 예상은 중심축 반응 비율 결과와 거의 유사하

게 나타나고 있다. 조건 간 운동 지연 시간 결과는 중심축 반응 비율 결과와 함께 중앙의 동기적인 속성 지각에 의해 주변 속성들의 동기적인 지각이 촉진됨을 시사하고, 공간 요인이 비동기적으로 일어나는 속성 결합에 영향을 미칠 것이라는 본 연구의 가정을 지지한다. 인접 영역과의 공간적인 지각으로 인해 발생할 수 있는 지각적 비동기성 현상에 영향을 미칠 수 있다는 것은 시각 속성들의 결합이 시간이나 공간이라는 단일 차원에서 일어나는 것이 아니라, 시간과 공간 요인의 상호작용으로 일어나는 것임을 의미한다. 이는 분리되어 처리되는 시각 속성들이 어떻게 단일한 시각 경험을 일으키도록 결합되는가라는 속성 결합 문제에 대한 새로운 대안은 물론, 시공간 차원의 상호작용에 따른 속성 결합이라는 새로운 방향의 연구 문제를 제시한다.

### 종합논의

본 연구는 실험 1에서 중앙 응시로 인해 상대적으로 모호해진 주변 영역의 속성 결합이 중앙 응시 영역의 지각 패턴에 의해 영향을 받을 수 있고, 이것이 잘못된 속성 결합 현상으로 나타날 수 있다는 기존의 연구 보고에 대한 증거를 확보하였다. Wu와 동료들은 그들의 연구에서 중앙 응시 영역의 영향을 받아 주변 영역에서 잘못된 속성 결합이 나타났다고 보고하였지만, 실제로 눈의 중앙 응시에 대한 정확한 분석이 이루어지지 않았기 때문에, 나타난 현상이 응시 영역의 이웃한 영역에 대한 영향력 때문에 발생한 것인지, 아니면 눈 움직임의 영향을 받아 발생한 것인지 결론을 내리기 힘들다. 본 연구는 눈 운동 측정을 통해 중앙 응시 시행들만을 분석하였을

때에도 주변에서 잘못된 속성 결합이 나타남을 확인하였다. 그리고 상하 도약 눈 운동의 분석을 통해 중앙 목표 자극들에 대한 추적 눈 운동이 주변의 잘못된 속성 결합을 일으켰을 가능성을 기각하였다. 실험 1의 결과는 중앙 응시 영역과 이웃한 주변 영역이라는 공간적인 요인이 속성 결합에 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

실험 2에서는 실험 1에서 공간 요인의 영향력을 검증하는 것으로 확인된 패러다임을 이용하여 중앙 영역의 동기적인 지각에 의해 속성 결합의 지각적 비동기성이 나타났던 주변 영역에서 속성들 간 동기성이 촉진됨을 발견하였다. 중앙에서 지각된 동기적인 색-운동 결합에 의해 주변의 운동 지연 시간이 감소하였는데, 이 결과에 따르면 두 속성이 가장 동기적으로 지각되는 중심축에서의 반응 비율이 중앙의 색-운동 결합 패턴에 따라 영향을 받을 것이라고 예상할 수 있다. 예상한 바와 같이 중앙의 색-운동 결합 패턴과 동일한 속성 결합 패턴에 대한 주변 영역의 반응 비율이 증가하는 것으로 나타났다. 이렇게 운동 지연 시간과 반응 비율 간의 일치하는 결과는 공간 요인이 지각적 비동기성 현상에 영향을 미칠 수 있음을 강하게 시사한다.

실험 1에서는 중앙 비제시 조건에서보다 중앙 빨강-위 조건에서 전체적인 반응 비율이 더 높게 나타난 것과 달리, 실험 2에서는 중앙 비제시 조건에서 반응 비율이 더 높게 나타났다. 실험 2의 중앙 빨강-위 조건에서의 반응 비율이 중앙 비제시 조건에서보다 낮게 나타난 이유는 실험 1과 다른 자극 특성 때문으로 추정된다. 실험 1의 자극은 무선 점들이 하나의 색과 운동 속성으로 구성되었고 계속해서 동일한 속성 결합을 유지하였기 때문에,

제시되는 물리적인 자극과 그 자극에 대한 지각이 일치하였다. 실험 1의 중앙 빨강-위 조건에서 중앙 영역 빨간색 점들은 100% 윗방향 운동을 하도록 제시되었고, 주변 빨간색 점들은 윗방향 운동을 하는 것으로 지각되는 중앙 빨간 점들의 영향을 받았다. 실험 2의 자극은 무선 점들이 두 가지 색과 운동 속성으로 정의되었는데 이들은 시간 차원에서 전환되었다. 실험 2의 중앙 빨강-위 조건에서 중앙 영역 무선 점들에 적용된 위상은 80°로, 빨간색 점들이 먼저 0.12초 동안 윗방향 운동을 한 후 0.12초 동안 아랫방향 운동을 하였다. 반대로 중앙 빨강-아래 조건에서는 중앙 영역에 240° 위상을 적용하였는데, 80° 위상과 마찬가지로 빨간색이 윗방향으로 운동하는 시간과 아랫방향으로 운동하는 시간이 0.12초로 동일하였다. 윗방향과 아랫방향으로 동일 시간 동안 운동하는 중앙 영역 빨간색 점들은 윗방향으로 지각될 수도 있었고, 동시에 아랫방향으로도 지각될 수 있었다. 실험 2의 중앙 빨강-위 조건에서의 반응 비율이 중앙 비제시 조건에서보다 낮게 나타난 것은 실험 1과는 달리 중앙 빨강-위 조건에서 윗방향 뿐 아니라 아랫방향도 지각되기 때문인 것으로 추론된다. 중심 영역이 함께 제시된 조건들에서의 중심축 반응 비율 결과는 중앙 영역에서의 지각된 속성 결합 패턴이 주변 영역의 속성 결합에 영향을 미친다는 것을 시사한다.

속성 결합 문제에 대한 공간적인 접근으로, 속성 통합 이론에서는 공간적인 주의가 올바른 속성 결합에 결정적인 요인이라고 제안하였고(Treisman & Gelade, 1982), Robertson(2003)은 이에 더하여 올바른 공간 주의를 성취하는데 속성들의 공간 정보가 중요하게 작용한다고 제안하였다. 본 연구에서는 Wu와 동료들

의 연구와 함께 동일 표면으로 지각되는 공간적으로 이웃한 영역들 사이에서 잘못된 속성 결합 현상이 나타났다고 보고하였는데, 이는 공간 주의, 공간 정보에 더하여 속성 결합에 있어 공간 지각이 중요한 요인으로 작용할 수 있음을 시사한다. 본 연구의 목적은 중앙 응시로 인해 주변 영역이 상대적으로 모호해졌을 때 주변 영역의 지각적 비동기성 현상이 동일한 표면으로 지각되는 중앙 영역의 영향을 받는가를 알아보는 것이었다. 따라서 본 연구는 실험 결과 나타난 비동기적 결합 현상이 어떤 시간적인 요인에 의해 발생한 것인지 결론내릴 수는 없다. 하지만 본 연구의 결과는 발생 원인과는 상관없이 시간 차원의 착각 결합이 공간적인 요인에 의해 영향을 받는다는 증거를 제시한다. 또한 기존 이론들에서는 언급되지 않았던 올바른 속성 결합 성취에 대해 한 가지 대안을 제시하는데, 응시 영역의 동기적인 지각의 영향으로 비동기적으로 나타났던 주변 속성들의 동기화가 촉진되는 경향성의 발견은 공간적인 요인이 비동기적으로 일어날 수 있는 속성들의 결합을 올바르게 이끄는 데 중요한 요인으로 작용할 수 있음을 시사한다. 기존의 연구들이 속성 결합 문제에 대해 주로 단일 차원에서 접근해온 것과 달리, 본 연구는 시간과 공간 차원을 함께 고려하여 두 차원 간에 상호작용이 존재하는지, 존재한다면 그것이 지각에는 어떻게 영향을 미치는지를 알아보고자 했다는 점에서 의의가 있고, 속성 결합 문제에 대한 추가적인 지식을 제공한다.

## 참고문헌

Arnold, D. H., Clifford, C. W. G. & Wenderoth,

- P. (2001). Asynchronous processing in vision: Color leads motion. *Current Biology*, 11, 596-600.
- Arnold, D. H. & Clifford, C. W. G. (2002). Determinants of asynchronous processing in vision. *Proceedings of Royal Society of Lond. Series B: Biological Sciences*, 269, 579-583.
- Clifford, C. W. G., Spehar, B. & Pearson, J. (2004). Motion transparency promotes synchronous perceptual binding. *Vision Research*, 44, 3073-3080.
- Crick, F. & Koch, C. (1990). Towards a neurobiological theory of consciousness. *Seminars in the Neurosciences*, 2, 263-275.
- DeYoe, E. A. & Van Essen, D. C. (1988). Concurrent processing streams in monkey visual cortex. *Trends in Neuroscience*, 11, 219-226.
- Leventhal, A. G., Rodieck, R. W. & Dreher, B. (1981). Retinal ganglion cell classes in cat and Old World monkey: Morphology and central projections. *Science* 213, 1139-1142.
- Livingstone, M. S. & Hubel, D. H. (1988). Segregation of form, color, movement, and depth: anatomy, physiology, and perception. *Science*, 240, 740-479.
- von der Malsburg, C. & Schneider, W. (1986). A neural cocktail-party processor. *Biological Cybernetics*, 54, 29-40.
- Meadows, J. C. (1974). Disturbed perception of colours associated with localized cerebral lesions. *Brain*, 97, 615-632.
- Moutoussis, K. & Zeki, S. (1997). A direct demonstration of perceptual asynchrony in vision. *Proceedings of Royal Society of Lond. Series B: Biological Sciences*, 264, 393-399.
- Nishida, S. & Jonhstone, A. (2002). Marker Correspondence, not processing latency, determines temporal binding of visual attributes *Current Biology*, 12, 359-368.
- Perry, V. H., Oehler, R. & Cowey, A. (1984). Retinal ganglion cells that project to the dorsal lateral geniculate nucleus in the macaque monkey. *Neuroscience*. 12, 1101 - 1123.
- Robertson, L. C. (2003). Binding, spatial attention and perceptual awareness. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 93-102.
- Singer, W. (1998). Consciousness and the structure of neuronal representations. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 353, 1829-1840.
- Treisman, A. M. & Gelade, G. A. (1982). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Treisman, A. M. & Schmidt, H. (1982). Illusory conjunctions in perception of objects. *Cognitive Psychology*, 14, 107-141.
- Wu, D., Kanai, R. & Shimojo, S. (2004). Steady-state misbinding of colour and motion. *Nature*, 429, 262.
- Zeki, S. (1990). A century of cerebral achromatopsia. *Brain*, 113, 1721-1777.
- Zeki, S. (1991). Cerebral akinetopsia (visual motion blindness). *A review. Brain*, 114, 811-824.
- Zeki, S. (1993). *A vision of the brain*. Oxford: Blackwell.
- Zeki, S. & Bartels, A. (1998). The asynchrony of consciousness. *Proceedings of Royal Society of Lond. Series B: Biological Sciences*, 265,



- 1583-1585.
- Zeki, S. & Shipp, S. (1988). The functional logic of cortical connections. *Nature*, 335, 311-317.
- Zihl, J., Cramon, D. von, Mai N. & Schmid, C. (1991) Disturbance of movement vision after bilateral posterior brain damage. *Brain*, 114, 2235-2252.

1 차원고접수 : 2007. 1. 15  
최종게재결정 : 2007. 3. 10

## The Effect of Spatial Factor on The Perceptual Asynchrony

Hae-Rim Son

Hyung-Chul, O. Li

Kwangwoon University Department of Industrial Psychology

Human beings have coherent perceptual experiences from a scene having various features, although human visual system is comprised of separate areas that are functionally specialized to process different visual features such as color, motion, shape and orientation. This induces the 'binding problem', which is the issue of combining the features processed at separate visual areas. Binding problem had been studied using temporal as well as spatial illusory binding of visual features. We hypothesized that temporal binding would be affected by a spatial factor. We tested whether the perceptual synchrony of the features presented in the central region affected the perceptual synchrony of the features presented in the peripheral region. The results imply that the perceptual synchrony at a central region promotes the perceptual synchrony at a peripheral region and that the temporal binding is affected by the spatial factor.

*Keywords* : perceptual asynchrony, binding problem, color, motion