

3차원 깊이 변화 탐지과정에서 드러난 시야와 양안의 상호작용효과*

문 현 호

남 종 호[†]

가톨릭대학교 심리학과

시각 정보가 제시되는 눈과 좌우 시야의 위치를 조합하면 망막에서부터 형성되는 네 가지 시각경로를 분리하고 이를 행동적으로 측정할 수 있다. 본 연구는 3차원 깊이 지각 과정에 눈과 시야, 좌우뇌가 차별적인 기여를 할 가능성을 구분해서 알아보고자 하였다. 이를 위하여 두 눈에서 오는 정보를 모두 필요로 하는 깊이 변화 판단 과제를 구성하였다. 좌우 시야의 위치와 제시되는 눈의 조건을 독립적으로 조정하여 깊이 변화를 탐지하기 위한 정보를 관찰자에게 체계적으로 제공하였다. 정보가 조합되는 조건에 따라 수행차이가 있는지를 반응시간으로 측정하였다. 실험 참가자는 가상의 두 원주(작은 원, 3.43°; 큰 원 8.13°) 상에 제시된 12개의 자극 중 어느 하나에서 깊이 변화가 탐지되면 다가오거나 멀어지는 변화의 방향에 따라 적합한 반응을 하도록 하였다. 결과로는 자극의 공간 이동 방향, 깊이 탐지 정보가 제시되는 눈과 시야에 따라 탐지 수행이 달라지는 것으로 나타났다. 또한 변화의 방향에 대한 좌우 손 반응 요구를 상호 뒤바꾸는 두 실험조건에서 수행 안정성의 차이가 관찰되었다. 이런 결과는 3차원 깊이 지각 과정이 정보가 입력되는 시각 경로가 동측인지 대측인지에 따라 차이날 수 있으며, 자극에 대한 행동 반응의 적절성은 깊이 변화 방향과 밀접한 관련이 있을 가능성을 논의하였다.

주제어 : 3차원 깊이 지각, 좌우 시야 비대칭성, 시각 경로, 자극-반응 호환성

* 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술연구진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업(10041937, 시청환경적응형 3D 입체 저작도구 및 렌더링 프로세스 개발), 그리고 2011년도 가톨릭대학교 교비 연구비의 지원으로 이루어졌습니다.

[†] 교신저자 : 남종호, 가톨릭대학교 심리학과, (420-743) 경기도 부천시 원미구 지봉로 43

E-mail : texton@catholic.ac.kr

Roger Sperry는 두 눈의 망막 수용기에서 시작된 시각경로가 좌우로 나뉘어 각각의 절반이 대뇌 반구의 시각 피질로 분리되어 들어간다는 사실에 근거하여 순간노출 방식의 좌우 시야(visual field) 연구 기법을 개발하였다. 이 기법을 사용한 대표적인 연구는 분리뇌 환자(split-brain patient)를 대상으로, 좌측 시야 또는 우측 시야에 제시된 자극의 수행이 자극의 속성에 따라 전혀 다른 수행 결과들이 나타난다는 것이었다(Sperry, 1968). 이 기법은 정상인에 대한 대뇌반구의 비대칭성에 대하여 직접적이고도 비침습적인(non-invasive) 연구 도구가 되었다(Christman & Niebauer, 1997).

이 기법을 적용하여 어떤 속성을 지닌 자극이 시야의 어느 쪽에 제시하는 지에 따라 나타나는 처리 특성 차이에 관한 연구는 꾸준히 이어져왔다. 공간 정보는 일반적으로 좌측 시야에서 더 정확하게 처리되고 비공간 정보는 우측 시야에서 더 정확하게 처리된다는 자극의 공간성(spatiality)에 관한 연구들이 있다(Boulinguez, Ferrois, & Graumer, 2003; Corballis, 2003; Corballis, Funnell, & Gazzaniga, 2002; Okubo & Nicholls, 2008). 좌측 시야의 공간 정보에 대한 우월성을 공간 주의에서 우측 대뇌반구가 우세하다는 연구 결과로 설명하는데, 이러한 사실은 한쪽 뇌가 손상된 환자에 대한 연구(Mattingley, Bradshaw, Nettleton, & Bradshaw, 1994), 그리고 정상적인 사람에 대한 연구(Heilman & Van Den Abell, 1979; Sturm, Reul, & Willmes, 1989), 뇌 영상 연구(Corbetta, Miezin, Shulman, & Peterson, 1993) 등을 통해 증명되었다.

형태 지각의 주요 연구 주제들을 좌우 시

야의 처리 비대칭성관 관련시킨 연구들도 등장하는데, 자극의 공간 주파수 측면을 살핀 연구들(Christman, Kitterle, & Hellige, 1991; Kitterle, Hellige, & Christman, 1992; Kitterle & Selig, 1991; Peyrin, Baciú, Segebarth, & Marendaz, 2004), 전역적 처리와 국소적 처리 측면을 살핀 연구들(Grabowska & Nowicka, 1996; Ivry & Robertson, 1998; Sergent, 1982; Delis, Robertson, & Efron, 1986; Hickok, Kirk, & Bellugi, 1998; Lamb, Robertson, & Knight, 1989; Schatz & Erlandson, 2003)이 있다. 또한 Kosslyn(1987)이 제안한 좌표적 처리와 범주적 처리의 구분을 좌우 시야 비대칭성에 적용한 연구도 있다(Hellige & Michimata, 1989; Kosslyn, 1989).

그런데 시각 처리 과정에서 좌우 시야와 좌우 대뇌반구를 대응시킬 때 고려해야 할 세부 과정이 하나 더 있다. 핵심적으로 좌우 시야가 좌우 대뇌반구에 대응되어 정보가 전달되는 과정에는 두 눈에 각각 형성된 좌우 시야가 결합되는 구조가 있다는 것이다. 코 안쪽 망막(nasal retina)의 신경절 세포는 시신경교차에서 반대편으로 건너가 외측 슬상핵(Lateral Geniculate Nucleus)의 1, 4, 6번 층에 정보를 전달하게 된다. 반면에 측두부쪽 망막의 신경절 세포는 시신경교차에서 반대편으로 건너가지 않고 동측의 외측 슬상핵 2, 3, 5번 층에 정보를 전달하게 된다. 외측 슬상핵의 상하층은 정교하게 조직화되어 있으며, 특히 동측과 대측에서 온 신경들이 동일한 지점의 상하층에 연결된 것은 입체시 지각 과정에 필요한 중요한 구조로 평가된다(Blake & Sekular, 2006). 또한 양안의 상하(top-bottom) 시야는 조거구(calcarine sulcus)를 기준으로 하상(bottom-top) 위

치로 각각 위상 투영되어 있다(Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M., 2000, p. 532).

우리가 입체시를 경험할 수 있는 것은 좌우 각 시야에 대하여 두 눈의 망막 반구에 상이 각각 형성되고, 이를 결합하는 과정을 통해서 가능하다. 사람들은 두 눈동자 간의 간격이 보통 65mm이며, 이로 인해 공간상의 깊이 위치에 따라 대상들은 투영된 두 눈의 영상이 체계적으로 어긋나게 된다. 이와 같이 어긋난 정도를 양안부등(binocular disparity)이라고 하며, 뇌는 양안부등 정보를 역으로 해독하여, 대상이 자리 잡고 있는 공간상의 위치를 파악한다. 그러나 양안부등이 어느 정도 크기인지를 판단하는 것은 왼쪽 눈과 오른쪽 눈의 맺힌 상의 위치 차이라는 상대적인 개념으로 파악했기 때문에, 실질적으로 기준의 역할을 하는 눈이 있는지, 또 있다면 어떤 차이를 만드는지는 연구자들의 관심사가 아니었다. 즉 두 눈은 양안부등 산정에서 동등한 역할을 한다고 간주되었다.

그렇지만 시각정보를 받아들이는데 양안의 차이가 존재한다는 연구들이 있다(Shneur & Hochstein, 2006, 2008). 오른손잡이와 왼손잡이가 있듯이, 왼눈잡이 또는 오른눈잡이라고 표현할 수 있을 정도로 두 눈의 차이가 분명히 존재한다는 것이다. 한 쪽 눈으로 들어온 시각 정보를 다른 쪽 눈에 들어온 시각정보보다 선호하는 경향을 우세안(dominant eye)이라 부르는데(Porac & Coren, 1976), 이는 유전적으로 결정되는 것 같다고 한다(Brackenridge, 1982; Merrell, 1957; Zoccolotti, 1978). 참가자들은 우세안을 이용할 때, 더 정확하게, 선명하게, 안정적으로 정보를 지각한다고 한다(Coren, 1999;

Freeman & Chapman, 1935; Lund, 1932; Porac & Coren, 1976, 1982, 1984; Schoen & Scofield, 1935; Shneur & Hochstein, 2006). 또한 뇌 영상 연구들은 우세안에 제시된 자극을 지각 했을 때 활성화가 더 크고 빠르다는 결과를 보였다(Menon, Ogawa, Strupp, & Ugurbil, 1997; Mendola & Conner, 2007; Oishi, Tobimatsu, Arakawa, Taniwaki, & Kira, 2005; Rombouts, Barkhof, Sprenger, Valk, & Scheltens, 1996). 이러한 결과들에 비추어 볼 때, 지각체계는 우세안을 통해 지각된 정보들에 더 민감하고, 즉각 반응하거나 많이 반응하며, 쉽게 주의가 가고 좀 더 두드러진 지각표상을 만든다고 제안하고 있다(Shneur, & Hochstein, 2008).

신경생리학적인 측면에서 살펴보면 시각 장면은 좌우 시야로 나뉘어 두 눈에 입력되지만, 좌우의 눈에 투영된 상의 정보는 동측 경로를 따라 동측 LGN, 동측 대뇌 반구의 시각 영역으로 가기도 하고, 대측 경로를 따라 대측 LGN, 대측 대뇌 반구의 시각 영역으로 전달된다. 따라서 우세안의 존재와 뇌의 기능 비대칭성을 고려하면, 좌우 시야와 좌우안의 조합으로 구성된 네 가지 시각경로를 분리하여 이들 간의 차이가 있는지 알아볼 필요가 있다.

본 연구는 지각 과제를 수행하기 위해서는 궁극적으로 두 눈에서 오는 정보가 결합되어야 하지만, 반응 판단에 필요한 정보는 어느 한 쪽 눈에만 전달되는 조건을 채택하였다(임재아, 남종호, 2014). 그림 1은 임재아와 남종호(2014)가 수행한 3차원 깊이 운동 방향 판단 과제의 기본 구성 원리를 도식화한 것이다. 실선은 대상을 오른쪽 눈이 보는 시선을 나타내고, 점선은 왼쪽 눈이 보는 시선을 나타낸

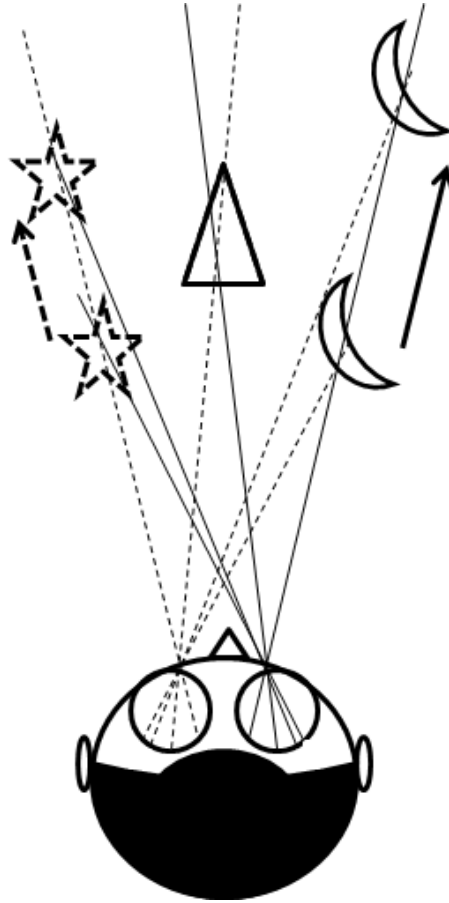


그림 1. 두 눈에 제시된 도형 중 어느 하나의 도형만이 위치 이동된 경우 깊이 위치 정보. 도형이 실선을 따라 움직이면, 도형의 공간상 새로운 위치는 왼쪽 눈에 제시된 변화에 의해서만 파악될 수 있으며, 점선의 경우에는 오른쪽 눈에 제시된 변화에 의해서만 파악된다(임재아, 남종호, 2014)

다. 물체가 실선을 따라 움직이면, 오른쪽 눈의 망막에서는 상의 변화가 없고, 왼쪽 눈의 망막에서만 상의 변화가 있다. 따라서 두 눈의 상이 결합된 결과로 생긴 물체의 공간 상 위치 변화는 왼쪽 눈에 제공된 정보에만 의존한다. 점선의 경우는 반대이다. 물체가 점선을 따라 움직이면, 이번에는 왼쪽 눈의 망막에서는 상의 변화가 없고, 오른쪽 망막에서만 상의 변화가 있다. 그러므로 물체의 공간 상 위

치 변화는 오른쪽 눈에 제공된 정보에만 의존한다.

최근에 다양한 기법을 채용한 입체 영상 모니터는 입체시의 연구에 새로운 전기를 제공하고 있다. 3차원 영상 모니터를 사용하는 입체시 연구 방식은 많은 연구자들이 직면한 두 모니터의 정확한 정렬을 필요로 하는 실험 방식의 어려움, 그리고 애너글리프(anaglyph) 자극 제작 방식 충족을 위한 낮은 채도 이미지

사용과 같은 한계에서 벗어나게 할 수 있다고 판단하고, 본 연구에서 사용하였다.

방 법

참가자 심리학 전공 선택과목을 수강하는 가톨릭대학교 심리학과 학부생 93명이 본 연구에 참여하기로 하고 교과목 실습점수를 받았다. 실험참가자는 정상시력(나안 또는 교정)을 가졌고, 오른쪽 눈이 우세안이었다. 이들 중 입체시 지각을 하지 못하거나, 실험 중 불편을 호소하는 9명은 실험 진행 중에 제외되었다. 참가자들은 실험의 목적과 가설을 알지 못하였다.

도구 실험 자극의 제시와 참가자의 반응 기록을 포함하는 모든 절차는 개인용 컴퓨터(Model: HP pro 3000 MT)에서 실행되는 Psychopy(ver. 1.71.01 - win32)로 제작한 실험 프로그램으로 통제하였다. Psychopy는 Python 프로그래밍 언어를 기반으로 신경과학 및 심리학 실험 제작용으로 전문화된 프로그램이다(Peirce, 2007). 실험 자극은 3차원 영상 모니터(LG DM2752D-PN, 수평주파수 50Hz, 27인치)¹⁾에 제시되었으며, 해상도는 화소가 1920 x

1080이었다.

자극 자극 제시 화면의 예는 그림 2에 있다. 화면 바탕은 짙은 회색이었다. 원뿔을 초점으로 삼아 정중앙에 두고, 이를 중심으로 가상의 동심원주 두 개를 따라 12개의 구형자극이 작은 원주에 6개, 그리고 큰 원주에 6개씩 배치됐다. 원주 상의 위치는 12시 방향을 기준으로 시계방향과 반시계방향 각각 30°, 90°, 150°이었다. 작은 원(inner circle)의 시각도(visual angle)는 3.43°이었고, 큰 원(outer circle)의 시각도는 8.13°이었다. 구형자극은 지름이 1.7cm인 원(시각도 0.97°)이며, 음영을 더하여 구형 형태의 느낌이 나도록 했다. 자극 위치는 중심과의 거리(가까움/멀), 좌우 시야, 상단/중단/하단 시야의 세 가지 변인으로 구성된다.

먼저 초점으로 사용되는 원뿔 자극과 12개의 구형자극이 담겨있는 동일한 두 장면을 좌우 눈에 제시하고, 두 번째 장면을 제시할 때 어느 한 장면에 구형 자극 하나가 위치 변경된다. 구형자극의 공간 상 깊이를 변화시키는 조작 방식은 다음의 두 가지이다. 하나는 위치가 이동된 구형 자극이 포함된 어느 한 장면을 제시하는 눈이 왼쪽 눈 또는 오른쪽 눈인지의 조작, 그리고 다른 하나는 그 자극을 위치 이동시키는 방향이 왼쪽인지 오른쪽인지의 조작이다. 두 요인 조건의 조합에 따라 자극의 공간상 깊이가 변화된 것으로 지각하게 하는 움직임이 생성된다. 그러므로 구형자극은 실험 조건에 따라 네 가지 종류의 서로 다른 종류의 위치 변경이 생긴다. 위치 변경은 화면의 자극을 왼쪽 또는 오른쪽으로 3 pixel(시각도 0.55°)씩 이동시켜 만들었으며, 이는

1) LG 모니터는 3차원 화면을 편광방식으로 제시한다. 좌안과 우안에 상이한 장면이 제시되도록 하는 방법 중의 하나인데, 편광방식은 FPR(Film Patterned Retarder, 필름타입 편광) 3차원 편광안경을 착용하면, 화면의 짝수 행은 왼쪽 눈으로, 홀수 행은 오른쪽 눈으로만 볼 수 있다. 이렇게 두 눈에 상이한 영상이 제공한 양안부동 정보를 관찰자가 3차원 지각에 이용하도록 하는 방식이다.

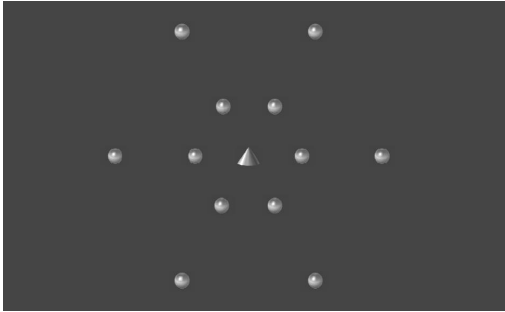


그림 2. 실험 자극의 구성. 정중앙의 원뿔을 중심으로 배치된 12개의 구형자극 중 무선으로 하나가 깊이가 달라지며, 관찰자는 깊이 변화의 방향에 따라 적합한 반응단추를 빠르고 정확하게 누르도록 요청받는다

본 연구의 실험 상황에서 100cm 거리에서 자극이 겹쳐 보이는 현상(cross talk)을 경험적으로 최소화 시킨 수치이다. 결과적으로 구형자극은 각각의 제시된 위치에서 화면 앞으로 튀어나는 경우(교차 부등)와 화면 안으로 들어가는 경우(비교차 부등)로 지각되지만 깊이를 만들어내는 실제 조건은 다르다. 교차 부등의 경우는 좌안²⁾과 우측 이동, 우안과 좌측 이동의 조합으로 만들어지며, 비교차 부등은 좌안과 좌측 이동, 우안과 우측 이동의 조합으로 만들어진다. 각 독립변인(좌안과 우안²⁾, 초점과의 상대적 거리에 따른 가상의 큰 원과 작은 원²⁾, 동심원 상의 자극위치(6; 좌우 시야²⁾ x 수직 시야³⁾으로 분석된다), 자극의 이동 방향²⁾의 조합에 따라 모든 경우에서 발생할 수 있는 가능한 자극의 변화 개수는 48개였다.

절차 실험이 진행되면, 우선 참가자의 우세

2) 본문에서 실험설계 요인으로 사용된 “눈”, “좌안”, “우안” 등의 용어는 “이동된 자극이 제시되는 눈”을 뜻한다.

안을 파악하기 위해 원형구멍 카드법 검사(Hole-in-the-Card test, Durand & Gould, 1910)를 수행하였다. 이는 가운데 구멍이 뚫린 종이를 관찰자에게 주고, 관찰자에게 팔을 쭉 뻗은 상태에서 두 눈을 뜨고 구멍을 통해 시표를 보게 한 후, 한 쪽 눈을 가려서 시표가 보이는 눈을 확인하는 방법으로 시표가 보이는 눈을 우세안으로 판정하는 방법이다.

다음은 참가자가 입체시를 느끼는데 어려움을 겪는가를 판별하고, 또한 입체시에 적응하기 위해서 연습시행을 실시하였다. 실험실 조명을 끈 상태에서 관찰자는 3차원 안경을 착용하고, 화면으로부터 시청거리는 100cm를 두었다. 각 시행은 경고음(220Hz)이 짧게 제시된 후, 12개의 구형자극이 화면에 나타난다. 250msec 후에 무선으로 어느 한 쪽 눈에 제시된 화면의 12개 자극 중 하나의 자극이 좌측 또는 우측으로 밀린 위치에 제시되고, 이는 자극의 공간 깊이가 달라진 상태로 지각된다. 참가자들은 깊이 변화에 대한 반응을 달리하는 두 집단으로 구성되었다. 한 반응 조건 집단은 이 구형자극이 관찰자 가까이 이동하면 ‘1’키를 누르고, 멀어지게 이동하면 ‘2’키를 빠르고 정확하게 누르도록 지시 받았다. 다른 반응 조건 집단은 이 구형자극이 가까워지는 방향으로 이동하면 ‘1’키를, 멀어지는 방향으로 이동하면 ‘2’키를 사용하도록 지시 받았다. 본 시행은 12개의 목표 구형자극에서, 교차 부등으로의 변화가 두 번씩, 비교차 부등으로의 변화가 두 번씩 발생하여, 총 48가지의 자극제시 종류가 있었다. 이를 무선으로 2회 반복하는 것을 1회기로 구성하였으며, 피로효과를 줄이기 위해서 각 회기마다 1분의 간격을

두어 휴식을 취하게 하였다. 1회의 연습시행과 5회의 본 시행을 실시하였고, 따라서 총 480회의 본 시행이 있었다.

설계 독립변인은 중심으로부터의 자극 위치(시각도가 작은 원, 큰 원), 자극의 위치가 변경된 화면이 제시되는 눈(왼쪽 눈, 오른쪽 눈), 시야의 수평위치(좌측, 우측), 시야의 수직위치(상단, 중단, 하단), 자극의 화면상 이동 방향(왼쪽, 오른쪽)이었다. 자극이 화면상 이동된 방향과 그 자극이 제시되는 눈의 조건은 3차원 깊이상의 변화로 지각되고, 이는 교차 부등과 비교차 부등으로 해석된다. 이상의 독립변인들은 모두 피험자 내 변인이었다. 그리고 깊이 변화 방향에 따라 반응이 할당된 방식은 피험자 간 변인이었다. 독립변인에 근거하여 반복측정 변량분석을 하였으며, 종속변인은 정확 반응을 한 시행의 반응시간이었다.

결 과

총 93명의 참가 신청자 중, 입체맹(stereoblindness)으로 의심되거나, 실험 진행 중 입체시 지각에 불편함을 호소했던 신청자 9명을 제외한 84명이 실험에 참가하였다. 과제 수행의 난이도가 높았기 때문에 실험을 마쳤지만 많은 오류와 늦은 반응을 보인 참가자가 많았다. 틀린 반응 시행과 반응시간이 2000ms 이상인 시행을 오류 시행으로 판정하여 계산하고, 일차적으로 전체 오류율이 10%가 넘는 관찰자의 자료를 제외한 결과, 다가오는 자극을 오른손 반응으로 할당한 집단은 23명, 왼손 반응으로 할당한 집단은 20명이 되었다. 전체

오류율을 11.5% 이하로 정하는 경우 두 집단 간 참가자 수가 23명으로 같아져 이를 기준으로 최종 분석 자료로 선정하였다. 두 집단 각각 23명의 자료에 대하여 반복측정 변량분석을 실시하였다. 46명의 참가자들은 모두 우세안 검사에서 오른쪽 눈이 우세하였으며, 이 중 2명은 왼손잡이였고, 44명은 오른손잡이였다.

자극 위치별 반응시간을 자극이 제시된 왼쪽 눈과 오른쪽 눈 각각에 대하여 그림 3에 제시하였다. 원의 면적은 반응시간을 나타내는데, 원이 클수록 반응시간이 상대적으로 빨랐음을 뜻한다.

주효과로는, 그림 3의 안쪽 원들과 바깥쪽 원들의 크기 차이가 분명한 데서 볼 수 있듯이, 초점과의 상대적 거리에 따른 자극의 위치에 따라 반응시간(842ms vs. 689ms)이 더 빨랐다, $F(1, 44) = 402.032, p < .001, MSE = 31984.512$. 그리고 시야의 수직위치에 대한 주효과가 유의미 하였는데, $F(2, 88) = 11.753, p < .001, MSE = 15918.520$, 즉 자극의 공간 위치 변화 지각이 상단과 중단에 비해서 하단에서 느렸다(762ms vs. 752ms vs. 783ms). 우세안의 역할과 직접적으로 관련된 것으로 가장 주목하는 이동된 자극이 제시되는 눈의 주효과는 관찰되지 않았다. 그리고 다른 독립변인인, 자극의 수평위치 그리고 자극이 움직이는 방향의 주 효과는 통계적으로 유의미하지 않았다.

이동된 자극이 제시되는 눈의 효과는 이원 상호작용으로 나타났다. 자극의 이동정보가 제시되는 눈과 자극의 이동 방향(그림 4), $F(1, 44) = 41.253, p < .001, MSE = 48022.305$, 이동

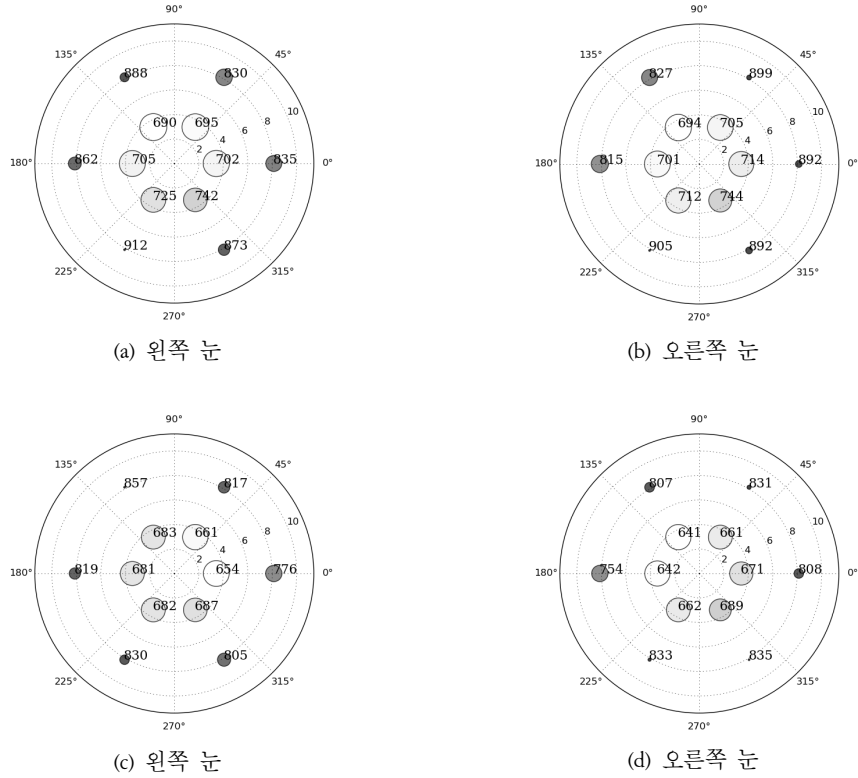


그림 3. 다가오는 자극에 오른손을 할당한 조건(a, b), 왼손을 할당한 조건(c, d)의 자극 위치별 반응시간. 원 면적이 클수록 반응시간이 빠름을 나타낸다.

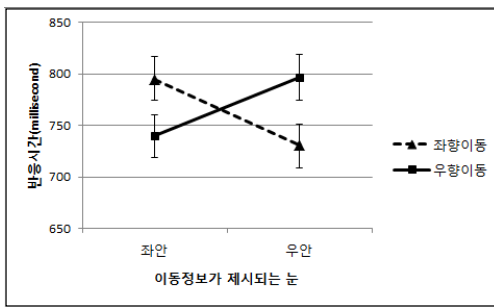


그림 4. 이동정보가 제시되는 눈과 자극의 이동 방향과의 이원상호작용효과

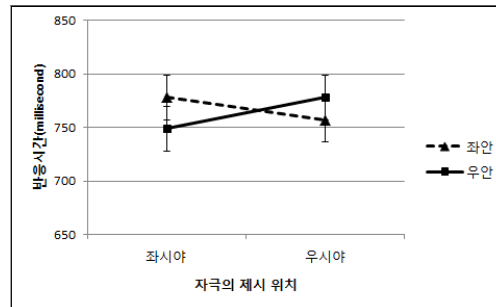


그림 5. 자극의 수평 시야 위치 그리고 제시된 눈과의 이원상호작용효과

된 자극이 제시되는 눈과 수평 시야 상의 자극 위치(그림 5), $F(1, 44) = 32.675, p < .001$,

$MSE = 10711.977$, 효과가 통계적으로 유의미하게 있었다. 그리고 자극의 이동 방향과 수

평 시야 상의 위치, $F(1, 44) = 8.556, p < .01, MSE = 7466.066$, 초점과의 상대적 거리와 수직 시야 상의 위치, $F(1, 44) = 5.265, p < .01, MSE = 7861.031$, 이원상호작용 효과가 통계적으로 유의미하게 있었다.

이동된 자극이 제시되는 눈과 자극의 이동 방향에 따른 반응시간의 차이로 나타나는 상호작용효과가 그림 4에 제시되어 있다. 자극 구성 방법에서 설명한 바와 같이 눈 요인과 이동방향의 두 독립변인이 상호작용하는 효과는 부등 상태 변화(교차 vs. 비교차)의 주효과로 볼 수 있다. 두 변인이 교차 부등 상태로의 변화를 만들도록 조합된 경우(왼쪽 눈에 제시된 자극이 우측 이동, 또는 오른쪽 눈에 제시된 자극이 좌측 이동)에 반응시간이 빨랐다.

이동된 자극이 제시되는 눈과 좌우 시야 사이의 교차 상호작용효과가 본 연구에서 가장 주목하는 효과인데, 왼쪽 눈의 경우 우측 시야에 나타난 변화에 대한 반응시간이 빨랐으며, 오른쪽 눈의 경우 좌측 시야에 나타난 변화에 대한 반응시간이 빨랐다. 이는 두 눈에서 시작되는 시각 경로와 밀접한 관계가 있다. 즉, 좌시야에 제시된 자극이 우안에 투영된 경우와 우시야에 제시된 자극이 좌안에 투영된 경우는 동측 경로로 처리되며, 좌시야에 제시된 자극이 좌안에 투영된 경우와 우시야에 제시된 자극이 우안에 투영된 경우는 대측 경로로 처리된다. 관찰된 상호작용 효과는 대측 경로와 동측 경로로 전달되는 정보 처리 속도의 차이로 인한 것이라는 해석이 가능하다. 더 나아가 눈과 시야의 이원상호 작용은 자극의 이동 방향과 삼원상호 작용이 관찰되

었다.

다음은 관찰된 삼원상호작용이다. 먼저 제시된 눈과 이동 방향의 두 요인을 공통으로 초점과의 상대적 거리에 따른 자극위치, $F(1, 44) = 6.701, p < .05, MSE = 10372.364$, 수직 시야, $F(2, 88) = 3.459, p < .05, MSE = 8905.201$, 수평 시야(그림 6), $F(1, 44) = 9.421, p < .005, MSE = 8771.311$, 효과가 유의미하였다. 그리고 수평 시야와 수직 시야를 공통으로 초점과의 거리, $F(2, 88) = 4.980, p < .01, MSE = 6387.973$, 이동 방향, $F(2, 88) = 7.878, p < .005, MSE = 4998.475$, 눈, $F(2, 88) = 4.586, p < .05, MSE = 6107.769$, 효과가 유의미하였다. 그리고 눈, 수평 시야, 초점과의 거리, $F(1, 44) = 11.669, p < .001, MSE = 6830.393$, 효과가 유의미하였다.

제시된 눈, 화면상 자극 이동 방향, 그리고 초점과의 거리의 삼원상호작용 효과는 교차/비교차 부등 효과가 초점의 수준에 따라 다르게 나타나는 상호작용효과로 환언할 수 있다. 교차/비교차 효과 차이가 초점이 가까운 수준보다 초점이 먼 수준에서 컸다. 그리고 제시된 눈, 화면상 자극 이동 방향, 그리고 수직 시야의 삼원상호작용 효과는 이동 방향과 수직 시야의 이원상호작용 효과가 제시된 눈에 따라 반대로 나타나기 때문에 관찰되었다. 즉, 좌안에서는 우측 이동이, 우안에서는 좌측 이동이 빠르게 탐지되었다.

제시된 눈, 화면상 자극 이동 방향, 그리고 수평 시야의 상호작용 효과는 그림 6에 제시되어 있다. 제시된 눈과 이동 방향의 상호작용 효과가 좌시야보다 우시야에서 크게 나타난다. 특히 이 삼원상호작용 효과는 반응할당

과 결합하여 유의미한 사원상호작용 효과를 보였다(그림 7), $F(1, 44) = 17.455, p < .001, MSE = 8771.311$. 반응 할당의 상호작용 효과는 다가오는 자극을 왼손에 할당한 경우 좌측 이동 방향에 대한 반응의 변화로 관찰되었다. 좌안과 왼쪽 이동의 조합은 자극이 멀어지는 경우로 우시야에서 반응이 빨랐으며, 우안과 왼쪽 이동의 조합은 자극이 다가오는 경우로 좌시야에서 반응이 빨랐다.

논 의

본 연구는 좌우 시야 그리고 양안에 따라, 3차원 자극의 깊이 변화 탐지가 어떻게 다른지를 알아보기 위해 자극의 위치, 시각도, 자극의 움직임 속성을 조작하여 실험을 실시하였다. 실험에 사용된 3차원 자극 제시 기법은 좌우뇌의 기능 파악과 직결된 좌우시야 분리뿐만 아니라, 좌우안과 연합된 동측/대측 시각 경로의 분리도 가능하다고 보았다. 그 결과로

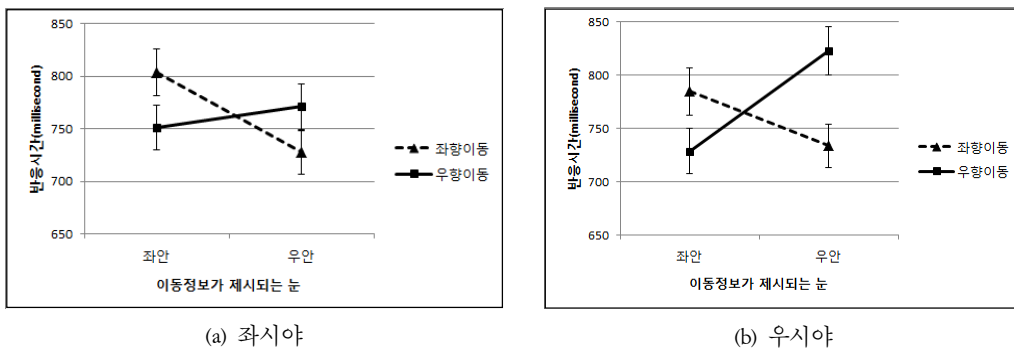


그림 6. 수평 시야의 자극위치, 이동정보가 제시되는 눈, 그리고 자극의 이동방향에 따른 삼원상호작용 효과. 교차/비교차 위치 변화로 해석하면, 다가오는 교차 움직임의 탐지는 들어가는 비교차 움직임의 탐지보다 빠르고, 특히 좌시야보다 우시야에서 우안으로 탐지하는 경우 이러한 차이가 크게 드러난다.

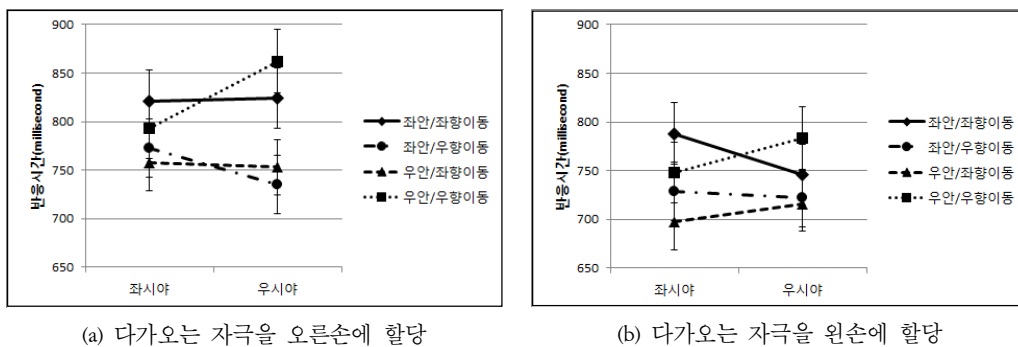


그림 7. 수평 시야의 자극위치, 이동정보가 제시되는 눈, 자극의 이동방향, 그리고 반응할당에 따른 사원상호작용 효과. 앞에서 제시한 삼원상호작용 효과가 반응 할당 조건에 따라 다르게 관찰된다.

자극의 이동정보가 제시되는 눈과 시야의 수평위치 간의 상호작용효과가 관찰되어, 시각 경로 간의 처리 차이가 있음을 시사 하는 결과를 얻었다. 또한 기존 연구에서 잘 알려진 바 있는 요인들의 효과들이 관찰되었는데, 예를 들면, 초점과의 거리에 따른 자극의 위치, 시야의 수직위치에 따라 다양한 형태로 반응 시간의 차이가 있었다.

중심-주변 시야의 차이에 관해 일반적인 시각 탐색 연구에서 보고된 결과(Carrasco, Evert, Chang, & Katz, 1995)와 일치하는 결과가 있었다. 즉, 초점과의 거리가 가까운 위치에서 탐지되는 깊이 변화에 대한 반응이 빠르다는 결과를 얻었다. 시야의 중심 정도와 관련한 시각의 수행능력은 시야의 주변부로 갈수록 감소하지만 시야의 상단과 하단이 나란히 비례하여 감소하는 것은 아니다. 일반적으로 같은 이심율(eccentricity)이라면 하단 시야에서 더 좋은 수행을 보인다는 연구가 있다(Danckert & Goodale, 2001; Levine & McAnany, 2005; McAnany & Levine, 2007). 또한 시간적 민감성, 명암의 민감성(Skandies, 1987), 시각의 정확성(Skandies, 1987), 공간 해상도(Rezec & Dobkins, 2004), 색조(Levine & McAnany, 2005), 운동(Edwards & Badcock, 1993; Lakha & Humphreys, 2005; Levine & McAnany, 2005; Raymond, 1994) 등에 관한 정신물리학 연구에서 시야의 하단 부분이 처리에 이점이 있다는 실험결과를 보고하고 있다.

그러나 본 연구에서는 상단, 중단, 하단으로 시야를 나누어서 분석하였을 때, 시야의 상단과 중단에 위치한 자극의 입체시 변화 탐지가 빨랐다. 이는 시야의 하단에서 수행이 더 좋

다는 기존의 연구와 사뭇 다른 결과이다. 그러나 Wolfe & O'Neill(1998)은 시각탐색 연구에서 상단과 중단의 반응시간이 하단의 반응시간보다 빠르다는 결과를 보고한 바 있다. 이들은 실험 목적을 중심에서 멀어진 정도에 따라 반응시간이 변한다는 점에 두었기 때문에, 좌우시야 또는 상중하단 시야에 따른 반응시간을 따로 분석하지는 않았으나, 이들이 수행한 실험 1의 결과는 본 실험 결과와 완전히 부합하고 있다. 또한 깊이 변화를 위해서는 양안 정보가 필요하므로 양안 시야의 기능적 역할을 반영할 수도 있다. 즉, 하단 부분이 중단이나 상단에 비해서 양안 입체시의 기능이 약할 가능성이 있다(Stanojic, Wilkins, Bunce, & Ionides, 2010). 하단 시야의 경우 밀도, 가림 단서와 같은 깊이를 알 수 있게 하는 단안 단서가 풍부하기 때문에, 상대적으로 중단이나 상단 시야의 경우에는 양안부등 정보에 더 많이 의존할 필요성이 있으므로 이런 수행 차이가 생겼을 가능성이 있다.

본 연구에서 시각 경로와 관련하여 주목한 요인인 위치 이동 자극이 제시되는 눈과 좌우시야의 주 효과는 관찰되지 않았다. 양안부등 처리에 기준으로 작용할 수 있는 우세안과 비우세안의 구분에 따라 반응시간의 차이가 있다는 효과도 관찰되지 않았다. 또한 공간 능력에서 우뇌가 우세하다면, 좌측 시야에서 발생하는 공간 깊이 변화가 더 빠르게 처리될 수 있을 것이라는 해석이 가능한 좌우시야의 주효과도 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 본 연구의 과제는 위치 변동을 탐지하는 것이었고, 따라서 좌우뇌의 기능적 특성이 반영되는 단계 이전인 초기 시각 과정이기 때문에 얻어

졌을 가능성이 있다고 본다.

그러나 위에 언급한 두 가지 요인은 교차 상호작용으로 관찰되었다(그림 5). 본 연구에서 사용된 과제에서 공간 깊이 변화는 두 눈의 정보가 결합되어야 탐지할 수 있었다. 그 결과 동측 시각경로와 대측 시각경로의 차이를 보이는 결과를 얻었다. 동측 시각경로를 통해 전달된 정보와 대측 시각경로를 통해 전달된 정보가 결합되어야만 과제를 수행할 수 있도록 했기 때문에 두 정보의 결합은 늦게 전달된 정보에 의존하게 된다. 즉, 두 경로 중 한 쪽 경로의 정보는 변화가 없기 때문에 변화가 발생한 다른 경로의 정보에 수행이 의존하게 된다. 동측 경로의 정보는 변동 없이 대측 경로의 정보가 바뀌는 경우보다는 대측 경로의 정보는 변동 없이 동측 경로의 정보가 바뀌는 경우에 수행이 빠른 것은 두 경로의 정보 처리 속도 차이를 보이는 증거로 해석할 수 있다. 본 연구가 좌우안의 대측 경로와 동측 경로로 구성되는 네 가지의 시각 경로를 행동적으로 분리하고 측정할 연구라고 간주할 수 있는 이유가 이 결과 때문이라고 할 수 있다. 본 연구의 실험 구성에서 왼쪽 눈의 코쪽 시야는 좌시야, 측두부쪽 시야는 우시야로 대응되고, 오른쪽 눈의 코쪽 시야는 우시야, 측두부쪽 시야는 좌시야로 대응된다. 따라서 이는 측두부쪽 시야(temporal visual field)와 코쪽 시야(nasal visual field)의 비대칭성으로 나타난 결과라고 해석될 가능성도 있다. 일부 연구들은 주의 과제에서 측두부쪽의 시야의 우세성을 밝혔으며, 이는 피질하 영역에서 시각정보의 전달이 측두부쪽 시야의 지배적인 수치적 표상 때문으로 생각하였다(Itaya & Van Hoesen,

1983).

본 연구에서 오른쪽 눈과 왼쪽 눈의 측두부쪽과 코쪽 시야를 나누어서 비교해 보면, 오른쪽 눈은 측두부쪽 시야의 반응시간이 코쪽 시야의 반응시간 보다 빨랐고, 왼쪽 눈은 측두부쪽과 코쪽 시야에서 반응시간의 차이가 상대적으로 작았다. 본 연구는 단순한 자극 탐지가 아니라 깊이 변화의 탐지를 측정한 것인데, 왼쪽 눈(비우세안)에 제시된 정보를 탐지하는 수행이 일관적이었고, 오른쪽 눈(비우세안)은 변동이 컸기 때문에 삼원상호작용 효과로 나타났다. 이 효과는 비우세안이 3차원 지각에 더 안정적으로 기여하기 때문에 얻어진 결과로 볼 수 있다(임재아, 남종호, 2014). 비우세안에 제시된 자극으로 인해 깊이에서 변화가 발생할 경우는 좌우측 시야에 관계없이 일관성 있게 깊이 변화를 탐지하고 반응하였지만, 우세안은 좌우측 시야의 차이가 컸다. 입체시의 깊이 변화 탐지에서 나타난 왼쪽 눈과 오른쪽 눈의 수행 차이는 양안은 3차원 지각과정에서 비대칭성을 갖는다고 잠정적으로 해석할 수 있다.

본 연구에서 이러한 해석을 다르게 볼 수 있는 결과로 나온 것이 있다. 판단의 기준으로 삼았던 자극 깊이의 변화 방향, 즉 교차부등과 비교차부등 자극에 대한 반응 할당을 집단 간 상대균형화 하였는데, 그 결과로 교차부등과 비교차 부등 변화를 반영하는 양안과 이동 방향 요인, 그리고 수평 시야와 반응 할당 집단의 사원 상호작용이 관찰되었다(그림 7).

이동 자극이 제시되는 눈과 그 자극의 이동방향은 상호작용효과가 있는데(그림 4), 이

는 위에 언급한 사원 상호작용효과를 구성하는 요인들의 일부이다. 두 요인의 조합은 참가자에게 자극이 멀어진 변화(비교차 부등)와 다가온 변화(교차 부등)로 지각되는 입체시 효과로 반영되는데, 교차 부등의 조건이 비교차 부등의 조건보다 수행이 빠르게 나타났다. 이는 스테레오그램을 이용한 입체시 연구에서 교차부등을 가진 자극의 탐지시간이 비교차 부등을 가진 탐지시간에 비해 짧게 나타난다 (Manning, Finlay, Neil, & Frost, 1987)는 기존 연구결과와 부합한다. 또한 Shirai & Yamaguchi (2004)는 자신 쪽으로 다가오거나 멀어지는 것 같은 움직임 인상을 확장/축소 시각 자극을 이용하여 실험을 수행하였을 때 시각 체계는 눈 밖으로 멀어지는 움직임보다 눈 쪽으로 다가오는 움직임에 좀 더 민감하다는 결과를 얻었는데, 이러한 특성은 위험한 충돌을 피하는데 기여한다고 제안하였다.

본 연구에서 도입한 반응 할당 요인이 다른 지각 요인들과 결합하여 사원상호작용으로 나타난 것은 다가오는 자극에 대한 반응을 오른손보다 왼손에 할당한 경우, 좌우시야에 모두 빠르고 상대적으로 대칭적인 반응 양태를 보이기 때문이다. 다가오는 반응은 왼손에 할당하고, 멀어지는 반응은 오른손에 할당하는 것이 자연스러운 것이라고 해석할 수 있는 가능성이 있다.

반응 할당이 포함되는 상호작용 효과가 관찰된 것을 고려한다면, 부등 정보의 처리는 관련된 정보를 비우세안에 제시한 경우 안정되게 처리된다는 임재아와 남종호(2014)의 연구는 다가오는 반응을 오른손에 할당한 조건에서만 지지되는 것으로 보인다. 그림 7(a)에

제시된 사원상호작용의 조건에서 이런 유형의 결과가 보인다. 그림 7(b)에 제시된 결과는 자극의 위치가 멀어지는 변화가 있는 조건에서 좌안과 우안 조건의 반응시간이 상당히 서로 대칭적인 결과 패턴을 보이고 있다.

좌우 시야에 제시된 자극 변화의 정보는 각각 대측 반구로 정보가 전달된다는 사실, 그리고 손 반응은 대측 반구가 결정한다는 사실을 고려하면, 반응 할당은 아무런 효과가 없어야 한다. 그렇다면 본 연구에서 관찰된 반응 할당 효과는 대부분의 오른손잡이에게서 나타나는 반응 경향을 반영한 것이라는 추론을 할 수 있을 것이다. 다가오는 물체에 대한 방어 반응은 일반적으로 왼손을 사용하고, 멀어지는 물체를 잡으려는 반응은 오른손을 사용하는 경향이 있기 때문에 이러한 결과가 얻어졌을 가능성이 있다. 예를 들면, 야구선수들의 경우 공이 갑작스럽게 오는 경우에 보이는 반사적 행동 패턴을 고려하면 이런 추론을 해볼 수도 있다. 본 연구에 사용된 과제에서 오른손잡이와 완전히 반대인 왼손잡이의 경우에 대칭적인 결과 패턴이 얻어질 수 있을지는 추후 연구를 통해 확인해볼 필요가 있다.

참고문헌

임재아, 남종호 (2014). 3-D 영상 제작 시 고려해야 할 좌우 눈의 비대칭적인 역할. 방송공학회지, 19, 478-490.

Blake, R. & Sekular, R. (2006). *Perception*. New York: McGraw-Hill.

Boulinguez, P., Ferrous, M., & Graumer, G. (2003). Hemispheric asymmetry for trajectory

- perception. *Cognitive Brain Research*, 16, 219-225.
- Brackenridge, C. J. (1982). The contribution of genetic factors to ocular dominance. *Behavioral Genetics*, 12(3), 319-325.
- Carrasco, M., Talgar, C. P., & Cameron, E. L. (2001). Characterizing visual performance fields: Effects of transient covert attention, spatial frequency, eccentricity, task, and set size. *Spatial Vision*, 15, 61-75.
- Christman, S., Kitterle, F. L., & Hellige, J. (1991). Hemispheric asymmetry in the processing of absolute versus relative spatial frequency. *Brain and Cognition*, 16, 62-73.
- Christman, S. D. & Niebauer, C. L. (1997). The Relation Between Left-Right and Upper-Lower Visual Field Asymmetries (or: What goes up goes right, while what's left lays low). In S. D. Christman, (Ed.), *Cerebral Asymmetries in Sensory and Perceptual Processing* (pp.263-296), Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science.
- Corballis, P. M. (2003). Visuospatial processing and the right-hemisphere interpreter. *Brain and Cognition*, 53, 171-176.
- Corballis, P. M., Funnell, M. G., & Gazzaniga, M. S. (2002). Hemispheric asymmetries for simple visual judgments in the split brain. *Neuropsychologia*, 40, 401-410.
- Corbetta, M., Miezin, F. M., Shulman, G. L., & Peterson, S. E. (1993). A PET study of visuospatial attention. *Journal of Neuroscience*, 13, 1202-1226.
- Coren, S. (1999). Sensorimotor performance as a function of eye dominance and handedness. *Perception and Motor Skills*, 88, 424-426.
- Danckert, J., & Goodale, M. A. (2001). Superior performance for visually guided pointing in the lower visual field. *Experimental Brain Research*, 137, 303-308.
- Delis, D. C., Robertson, L. C., & Efron, R. (1986). Hemispheric specialization of memory for visual hierarchical stimuli. *Neuropsychologia*, 24, 205-214.
- Durand, A. C. & Gould, G. M. (1910). A method of determining ocular dominance. *Journal of the American Medical Association*, 55, 369-370.
- Edwards, M. & Badcock, D. R. (1993). Asymmetries in the sensitivity to motion in depth: A centripetal bias. *Perception*, 22, 1013-1023.
- Freeman, G. L., & Chapman, J. S. (1935). Minor studies from the psychological laboratory of Northwestern University. *American Journal of Psychology*, 47, 146-151.
- Grabowska, A., & Nowicka, A. (1996). Visual-spatial-frequency model of cerebral asymmetry: A critical survey of behavioral and electrophysiological studies. *Psychological Bulletin*, 120, 434-449.
- Heilman, K. M., & Van Den Abell, T. (1979). Right hemisphere dominance for mediating cerebral activation. *Neuropsychologia*, 17, 315-321.
- Hellige, J. B., & Michimata, C. (1989). Categorization versus distance: Hemispheric differences for processing spatial information.

- Memory and Cognition*, 17, 770-776.
- Hickok, G., Kirk, K., & Bellugi, U. (1998). Hemispheric organization of local-and global-level visuospatial processes in deaf signers and its relation to sign language aphasia. *Brain and Language*, 65, 276-286.
- Itaya, S. K., & Van Hoesen, G. W. Retinal projections to the inferior and medial pulvinar nuclei in the Old-World monkey. *Brain Research*, 269 (1983) 223-230.
- Ivry, R. B., & Robertson, L. C. (1998). *The two sides of perception*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. Siegelbaum, S. A. (2000). *Principles of neural science(4th Ed.)* (p.532). New York: McGraw-Hill.
- Kitterle, F. L., Hellige, J. B., & Christman, S. D. (1992). Visual hemispheric asymmetries depend on which spatial frequencies are task relevant. *Brain and Cognition*, 20, 308-314.
- Kitterle, F. L., & Selig, L. M. (1991). Visual field effects in the discrimination of sine-wave gratings. *Perception and Psychophysics*, 50, 15-18.
- Kosslyn, S. M. (1987). Seeing and imagining in the cerebral hemispheres: A computational approach. *Psychological Review*, 94, 148-175.
- Kosslyn, S. M., Koenig, O., Barrett, A., Cave, C. B., Tang, J., & Gabrieli, J. D. E. (1989). Evidence for two types of spatial representations: hemispheric specialization for categorical and coordinate relations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 723-735.
- Lakha, L., & Humphreys, G. (2005). Lower visual field advantage for motion segmentation during high competition for selection. *Spatial Vision*, 18, 447-460.
- Lamb, M. R., Robertson, L. C., & Knight, R. T. (1989). Effects of right and left temporal parietal lesions on the processing of global and local patterns in a selective attention task. *Neuropsychologia*, 27, 471-483.
- Levine, M. W., & McAnany, J. J. (2005). The relative capabilities of the upper and lower visual hemifields. *Vision Research*, 45, 2820-2830.
- Lund, F. H. (1932). The dependence of eye-hand coordinations upon eye-dominance. *American Journal of Psychology*, 44, 756-762.
- Manning, M. L., Finlay, D. C., Neil, R. A., & Frost, B. G. (1987). Detection threshold differences to crossed and uncrossed disparities. *Vision Research*, 27, 1683-1686.
- Mattingley, J. B., Bradshaw, J. L., Nettleton, N. C., & Bradshaw, J. A. (1994). Can task specific perceptual bias be distinguished from unilateral neglect? *Neuropsychologia*, 32, 805-817.
- McAnany, J. J., & Levine, M. W. (2007). Magnocellular and parvocellular visual pathway contributions to visual field anisotropies. *Vision Research*, 47, 2327-2336.
- Merrell, D. J. (1957). Dominance of eye and hand. *Human Biology*, 29, 314-328.
- Okubo, M., & Nicholls, M. E. R. (2008). Hemispheric asymmetries for temporal

- information processing: transient detection versus sustained monitoring. *Brain and Cognition*, 66, 168-175.
- Peirce, J. W. (2007) PsychoPy - Psychophysics software in Python. *Journal of Neuroscience Methods*, 162, 8-13.
- Peyrin, C., Baciú, M., Segebarth, C., & Marendaz, C. (2004). Cerebral regions and hemispheric specialization for processing spatial frequencies during natural scene recognition. An event-related fMRI study. *NeuroImage*, 23, 698-707.
- Porac, C., & Coren, S. (1976). The dominant eye. *Psychological Bulletin*, 83, 880-897.
- Porac, C., & Coren, S. (1982). The relationship between sighting dominance and the fading of a stabilized retinal image. *Perception & Psychophysics*, 32(6), 571-575.
- Porac, C., & Coren, S. (1984). Monocular asymmetries in vision: a phenomenal basis for eye signature. *Canadian Journal of Psychology*, 38, 610-624.
- Raymond, J. E. (1994). Directional anisotropy of motion sensitivity across the visual field. *Vision Research*, 34, 1029-1037.
- Rezec, A. A., & Dobkins, K. R. (2004). Attentional weighting: A possible account of visual field asymmetries in visual search? *Spatial Vision*, 17, 269-293.
- Schatz, J., & Erlandson, F. B. (2003). Level-repetition effects in hierarchical stimulus processing: timing and location of cortical activity. *International Journal of Psychophysiology*, 47, 255-269.
- Schoen, Z. J., & Scofield, C. F. (1935). A study of the relative neuromuscular efficiency of the dominant and non-dominant eye in binocular vision. *Journal of General Psychology*, 11, 156-181.
- Sergent, J. (1982). The cerebral balance of power: Confrontation or cooperation? *Journal of Experimental Psychology: Human, Perception and Performance*, 8, 253-272.
- Shirai, N. & Yamaguchi, M. (2004). Asymmetry in the perception of motion-in-depth. *Vision Research*, 44, 1003-1011.
- Shneur, E. & Hochstein, S. (2006). Eye dominance effects in feature search. *Vision Research*, 46, 4258-4269.
- Shneur, E. & Hochstein, S. (2008). Eye dominance effects in conjunction search. *Vision Research*, 48, 1592-1602.
- Skrandies, W. (1987). The upper and lower visual field of man: electrophysiological and functional differences. In D. Ottoson (Ed.), *Progress in sensory physiology* (pp.1-93). Berlin: Springer.
- Sperry, R. W. (1968). Hemisphere disconnection and unity in conscious awareness. *American Psychologists*, Vol 23(10), 723-733.
- Stanojic, N., Wilkins, M., Bunce, C., & Ionides, A. (2010). Visual fields in patients with multifocal intraocular lens implants and monovision: an exploratory study. *Eye*, 24, 1645-1651.
- Sturm, W., Reul, J., & Willmes, K. (1989). Is

- there a generalized right hemisphere dominance for mediating cerebral activation? Evidence from a choice reaction experiment with lateralized simple warning stimuli. *Neuropsychologia*, 27, 747-751.
- Wolfe, J. M. & O'Neill, P. (1998) Why are there Eccentricity Effects in Visual Search? *Perception and Psychophysics*, 60, 140-156
- Zoccolotti, P. (1978). Inheritance of ocular dominance. *Behavior Genetics*, 8, 377-379.
- 1 차원고접수 : 2015. 02. 16
수정원고접수 : 2015. 04. 15
최종게재결정 : 2015. 04. 21

Interaction Effect between Visual Field and Eye on 3-D Movement Perception

Hyun Ho Moon

Jong-Ho Nam

Department of Psychology, the Catholic University of Korea

It is investigated whether the visual pathway starting from retina could be separated and measured behaviorally. It could be possible to separate visual pathways with four combinations of left/right visual fields and viewing eyes. 12 spherical stimuli along two imagery concentric circles were presented against dark background, and then one of stimulus was shifted rightward or leftward. Since a stimulus shift occurred on one of two visual displays viewed exclusively by one of two eyes, an observer perceived it as shifted its depth position closer or further away. We manipulated the stimulus shifting conditions, consisting of viewing eyes, visual fields, stimulus shifting directions, and measured observers' reaction time performance as promptness to its change. Several interaction effects among visual fields, viewing eyes, and shift directions were obtained to show that there could be a performance difference between contralateral and ipsilateral visual pathway of the 3-D related information processing. In addition, the interaction effect with response assignment might be caused by the natural human response tendency to the 3-D motion direction.

Key words : Depth Perception, Asymmetry between visual fields, Visual Pathway, Stimulus-Response Compatibility