

# The Influence of Task-irrelevant motion on Prediction Motion task: Spatial information as a mechanism for Contextual effect\*

Joo-Ho Lee<sup>1</sup>, Jong-Ho Nam<sup>1†</sup>

<sup>1</sup>Department of Psychology, the Catholic University of Korea

This study investigated the impact of surrounding object motion on the estimation time of prediction motion task. In Experiment 1, we explored the effect of relative speed differences between target and distractor stimuli on prediction motion estimation time. Additionally, we conducted a pre-training session before the main task to examine whether the context effect was cognitive. Context effects were observed in the motion estimation task, and they persisted even after repeated training. In Experiment 2, we investigated whether the context effect was influenced by the distance between moving objects by adding the speed of distractor stimuli to the target stimulus speed. As the distance between moving objects increased, the magnitude of the context effect also increased. In Experiment 3, we manipulated the speed information and position information provided by the surrounding context independently by adding multiple distractor stimuli. Estimation time varied depending on the type of clues available during the observation of motion. This study confirmed that the motion of other objects affects the estimation time of a hidden object's motion. The results suggest that the global spatial arrangement of objects plays an important role in motion estimation.

**Keywords:** prediction motion, context effect, global spatial arrangement information

1차원고접수: 24.05.20; 수정본접수: 24.09.01; 최종게재결정: 24.10.21



Copyright: © 2024 The Korean Society for Cognitive and Biological Psychology. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided that the article is properly cited and the use is non-commercial.

우리는 역동적 환경 속에서 살아간다. 따라서 나 아닌 다른 대상의 움직임을 파악하는 것은 여러 측면에서 필수적이다. 대상의 움직임을 추정할 때 고려해야 할 사항 중 하나는, 일상의 시각 장면에는 물체가 단독으로 등장하기보다는 여러 물체가 함께 등장한다는 것이다. 실제로 지각된 움직임은 주변의 영향을 받는다. 예를 들면, 움직임 대비효과(Motion Contrast effect)가 있다(Jun, Su-Ling & Valois, 1993). 이 효과는 주변의 움직임 자극 속도가 중앙의 움직임 자극보다 빠르면 중앙 자극의 움직임 속도는 실제보다 느리게 지각되

고, 반대로 주변 자극의 속도가 중앙 자극보다 느리면 중앙 자극의 속도는 실제보다 빠르게 지각되는 것을 말한다. 이와 반대되는 현상으로 움직임 동조 효과(Motion Assimilation effect)가 있는데, 이는 중앙 자극의 지각된 속도가 주변 자극의 속도와 유사한 방향으로 편향되는 것을 말한다(Nawrot & Sekuler, 1990).

그런데 주변 자극이 지각된 움직임을 변화시키는 방식은 다양하다. 주변 자극에 의한 지각된 움직임의 변화는 근접한 움직임 신호의 교란 작용 때문에 나타나기도 하지만, 시각

\* 본 연구는 2023년도 가톨릭대학교 교비 연구비의 지원을 받아 수행된 연구임(과제번호 1040395-202305-01).

† 교신저자: 남종호, 가톨릭대학교 심리학과, 경기도 부천시 지봉로 43, E-mail: texton@catholic.ac.kr

시스템이 장면 속 물체 간 관계성을 반영한 결과이기도 하다. 이러한 움직임 처리과정의 맥락성을 객체 간 상대적 의존성(Object-relative dependency)이라 한다. 예를 들어, 유도된 움직임(induced motion)은 물체의 망막 상 위치가 변화하지 않더라도 물체를 둘러싼 참조 틀(frame of reference)에 의해 움직임이 지각되는 현상을 말한다. 이 경우 물체는 참조 틀이 움직이는 반대로 움직이는 것처럼 지각되며, 이는 물체와 참조 틀이 이루는 관계성이 지각된 움직임에 영향을 미칠 수 있음을 보여준다(Wallach, 1959). 지각된 움직임은 물체를 둘러싼 배경뿐 아니라, 시각 장면에 등장하는 다른 물체의 움직임에 의존하기도 한다. 예를 들어, 단일한 원형 물체가 오른쪽 위 사선 방향으로 움직이면 지각된 움직임은 실제 움직임 방향과 일치한다. 그러나 물체의 위아래에 오른쪽 직선 방향으로 움직이는 물체가 추가되면, 가운데 원형 물체의 움직임은 위아래에 추가된 물체 사이에서 위쪽 수직 방향으로 움직이는 것처럼 지각된다(Johansson, 1975). 이는 유사한 방향으로 움직이는 세 물체가 집단화되어 오른쪽의 공동 움직임으로 통합되고, 통합되지 않은 잔여 움직임 신호가 가운데 원형 물체의 단독 움직임으로 지각되기 때문이다. 이처럼 객체 간 상대적 의존성은 시각 시스템이 여러 물체의 관계성과 주변 환경의 맥락을 고려하여 자가 움직임(self-motion)을 판단하거나 생물성 움직임(biological motion)을 지각하는 데 도움을 주는 등 주변 환경과의 상호작용을 쉽게 만든다(Johansson, 1973; Nishida et al., 2018).

또한 시각 시스템은 움직이는 여러 물체가 보이는 환경에서 움직임을 지각하지만, 많은 경우 시각 정보가 제한된 경우에 작동한다. 예를 들어, 운행 중인 트럭 뒤에 가려진 승합차는 움직임이 보이지 않고, 이러한 상황에서 운전자는 안전한 운행을 위해 필요한 행동을 실행하기 어렵다. 이를 보완하기 위해 시각 시스템은 움직임 외삽(Motion extrapolation)을 통해 가려져 보이지 않는 움직임을 추정한다. 가려진 움직임을 추정할 때 관찰자의 눈 운동을 측정하면, 물체가 가려진 후 200ms까지는 움직임 방향과 부합하는 눈 운동이 자동으로 나타나지만, 움직임을 200ms 이상 추정해야 할 때는 자동적인 추적 운동이 관찰되지 않는다(Battaglini & Ghiani, 2021). 이 경우 시각 시스템은 관찰한 움직임에 대한 기억, 시간 정보, 사전 지식 등 다양한 정보를 활용한다(Battaglini & Mioni, 2019; Khoei, Masson & Perrinet, 2013; Makin, Poliakoff, Chen & Stewart, 2008).

선행 연구들은 여러 움직임이 동시에 등장하는 상황에서 움직임을 추정하는 능력에 대해 알아보았다. Lyon과 Waag(1995)는 일정 시간 동안 원형 운동 궤적을 가진 물체가 움직이다가 가려지는 자극을 제시하고, 관찰자들에게 가

려진 물체가 특정 지점을 통과했는지를 판단하도록 하였다. 이때 목표 자극 옆에 움직이는 방해 자극이 등장하면 과제 수행 정확도가 감소하였다. 연구자들은 이러한 결과에 대해 움직임 추정이 눈 운동을 활용한 추적 전략(Tracking strategy)을 통해 수행되며, 방해 자극의 존재가 추적 눈 운동을 방해하여 과제 수행의 정확도가 감소한 것이라 주장하였다. 또한 Oberfeld와 Hecht(2008)의 연구에서는 물체가 관찰자에게 다가오다가 가려졌으며, 관찰자는 물체와 자신의 충돌 시점을 예상하고 그 시점에 키보드로 반응해야 하였다. 연구 결과, 과제와 무관한 방해 자극이 함께 움직일 때 충돌 예상 시간이 감소하였다. 이에 대하여 연구자들은 방해 자극의 존재가 다가오는 움직임 상황에서 잠재적인 위험을 증가시키며, 관찰자들이 충돌 시점을 더 이르게 예상하는 안전 전략을 유발한 것이라 설명하였다. Baures(2015)는 수평 선상에서 움직이는 두 개의 물체를 제시하였다. 관찰자는 두 물체 중 하나에 시선을 고정한 후, 목표 지점에 먼저 도달할 것 같은 물체를 예상하도록 하였다. 이후 움직임이 가려지면 참가자는 해당 물체가 목표 지점에 도달할 순간을 예측하여 반응해야 했다. 연구 결과에 따르면, 단일한 물체의 움직임을 추정하는 기저선 조건과 두 물체의 움직임이 동시에 등장하는 조건 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. Baures는 이 결과를 바탕으로, 주의 용량을 분리 할당하여 움직임을 추정했을 때의 정확도가 단일한 물체의 움직임을 추정할 때와 다르지 않다고 하였다. Battaglini(2016)는 목표 물체 주변에 움직이는 배경 자극을 함께 제시하였다. 배경 움직임이 목표 물체보다 빠른 경우 배경 움직임이 없는 경우보다 움직임 추정 시간이 증가했으며 배경 움직임이 보다 느린 경우 움직임 추정 시간이 감소하였다. 이에 대하여 Battaglini는 목표 물체의 추정된 움직임이 주변 맥락에 의존할 수 있음을 보고하였다.

그러나, 이러한 선행 연구들은 객체 간 상대적 의존성이 추정된 움직임에 미치는 구체적인 영향을 밝히는 데에 한계가 있다. Lyon과 Waag(1995)는 방해 자극의 유무에 따른 추정 정확도에 초점을 맞추었다. 따라서, 방해 자극의 움직임 특성에 따라 목표 자극의 추정된 움직임이 어떻게 변화하는지 파악하기 힘들다. 또한 Oberfeld와 Hecht(2008)는 다가오는 움직임을 사용하여 가상의 충돌 상황을 연출하였다. 이는 증가한 잠재적 위험이 움직임 추정 능력에 미치는 효과를 통제할 수 없음을 의미한다. 다가오는 움직임이 제시되면, 관찰자는 물체가 목표 지점에 도달하는 시점을 정확히 추정하는 것보다 충돌 상황으로부터 회피하는 것을 우선시할 수 있다. 따라서 해당 연구 결과를 통해 방해 자극의 움직

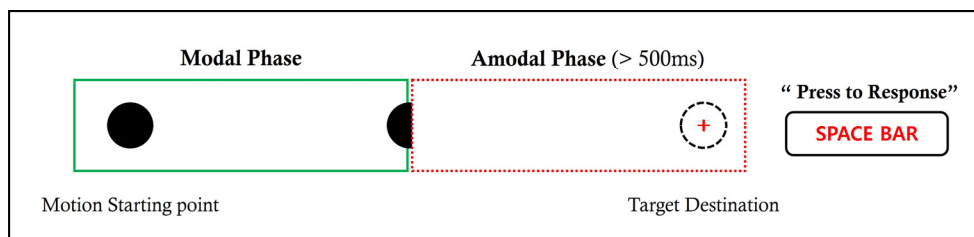
임 특성이 추정된 움직임에 미치는 영향을 파악하기 어렵다. Baures(2015)의 연구에서 움직이는 두 물체는 모두 과제와 관련 있었으며, 이에 관찰자는 여러 물체에 주의를 분리할당해야 하였다. 따라서 해당 연구는 주의 분할이 추정 시간의 변화에 미치는 영향과, 주변 움직임의 특성이 목표 물체의 추정된 움직임에 미치는 효과를 구분하기 힘들다. 구체적으로, Baures(2015)의 연구에서 단일 물체의 움직임을 추정하는 기저선 조건과 두 물체가 등장하는 조건 간의 추정 시간에 유의한 차이가 없었다. 만일 주의 분할로 인하여 추정 시간이 증가한다면, 다른 물체의 움직임이 추정 시간을 유의미하게 감소시키더라도 두 효과가 상쇄되어 추정 시간의 차이를 확인하기 어려울 수 있다. Battaglini(2016)의 연구는 주변 배경 움직임이 목표 물체의 추정된 움직임에 미치는 영향을 살폈으므로 움직임 추정 상황에서 나타나는 맥락 효과에 대해 알아볼 수 있었다. 그러나 이 연구에서 목표 물체는 주변 배경 위에 제시되었다. 이 경우, 목표 물체와 주변 배경이 망막 위상적으로 근접하기 때문에 주변 배경이 제공하는 국소 움직임 신호가 추정 결과에 큰 영향을 미칠 수 있다. 따라서 비교적 공간적 거리가 있는 다른 물체와의 객체 간 상대적 의존성이 목표 물체의 추정된 움직임에 미치는 영향을 확인하기 어렵다.

이에 본 연구는 이전 선행 연구들의 자극 구성의 문제점을 보완하여 목표 자극 주변에 등장하는 움직임이 목표 자극의 추정된 움직임에 미치는 영향을 구체적으로 알아보고자 하였다. 특히, 움직임 지각에서 나타나는 객체 간 상대적 의존성이 움직임 추정 상황에서도 유효한지 확인하고자 하였다. 먼저, 움직임 추정 과제(Prediction Motion task; PM, Figure 1)를 활용하여 움직임 추정 시간을 측정하였다. PM 과제는 물체의 움직임을 관찰한 후 물체가 가려지고 나서도 계속될 움직임을 추론하는 과제로, 관찰자는 물체가 목표 지점에 도달하는 순간에 맞추어 키보드로 반응해야 한다. 이를 통해 단순히 방해 자극이 목표 자극 움직임의 추정 시

간에 미치는 영향을 구체적으로 파악할 수 있도록 하였다. 또한, 본 연구는 전면-수평(Fronto-parallel) 움직임을 사용하여 다가오는 움직임 상황에서 유발될 수 있는 잠재적인 안전 전략을 통제하였다. 방해 움직임을 과제와 무관한 자극(Task-irrelevant stimuli)으로 설정하여 주의 분할로 인해 발생할 수 있는 혼입 효과를 통제하였다. 마지막으로, 객체 간 상대적 의존성이 추정된 움직임에 미치는 영향을 알아보기 위해 방해 움직임을 목표 물체 및 주변 배경과 구분되는 독립된 객체의 움직임으로 설정하였다. 이러한 특징들을 결합하여 움직임 추정 상황에서 나타나는 객체 상대적 맥락 효과를 연구하기에 적합한 자극을 구성하였다.

PM 과제는 눈 운동보다는 지각된 속도에 더 큰 영향을 받는다. Battaglini(2021)는 PM 과제를 수행할 때 눈 운동이 필수적이지 않다고 주장한다. 그 근거로, 눈 추적 운동이 가능했던 조건과 시선을 고정한 채 PM 과제를 수행하는 조건 사이의 결과 차이가 크지 않았다. 또한 암묵적 주의와 명시적 주의를 주어 PM 과제를 수행한 조건 간의 유의한 차이가 나타나지 않았다. 반면, 지각된 속도는 PM 과제 결과에 큰 영향을 미친다. 밝기 대비를 줄이거나 움직이는 배경 자극을 추가하여 목표 자극의 지각된 속도를 조절한 연구들은 PM 수행에 유의한 변화가 나타남을 보고하였다(De'Sperati & Thornton, 2019). 만일 지각된 움직임과 같이 추정된 움직임에서도 객체 상대적 의존성이 유효하다면, 추정된 움직임은 움직임 대비효과를 따라 변화할 것이다. Spering(2007)의 연구에 따르면, 목표 자극의 지각된 속도는 움직임 대비효과를 따른다. 반면, 관찰자의 눈 운동은 움직임 동조 효과를 따른다. 즉, 주변 자극의 속도가 더 빠른 경우 목표 자극의 속도는 실제보다 느리게 지각되었지만, 관찰자의 시선은 방해 자극을 따라 목표 자극보다 앞서 있었다. 따라서 눈 운동이 과제 수행에 주요한 영향을 미친다면 움직임 동조 효과가, 그렇지 않다면 움직임 대비 효과가 나타날 것으로 예측할 수 있다.

PM 과제의 또 다른 특징은 운동 반응 시간보다 움직임



**Figure 1.** The figure illustrates the visual structure of the Prediction Motion(PM) task. In this task, participants are required to observe the motion of an object during the modal phase and then predict the object's motion during the amodal phase. Notably, the target object does not reappear after modal phase. The amodal phase typically exceeds 500ms in duration.

이 가려진 시간이 길다는 것이다(Visuomotor delay + Execution time < Occlusion duration, Figure 2). 이는 PM 과제를 수행할 때 시각 표상에 따른 즉각적 행동 반응이 필수적이지 않음을 의미한다(Tresilian, 1995). Tresilian은 이러한 PM 과제의 특성을 바탕으로, PM 과제를 수행할 때 행위 중심의 두정엽 경로보다는 물체의 식별과 재인을 담당하는 측두엽 경로를 통해 시각 정보가 처리될 것으로 보았다. 이는 PM 과제가 물체가 지나는 의미와 같은 인지적 요인에 영향을 받을 가능성을 시사하는 것인데, 이와 관련하여 Battaglini(2019)는 거북이와 토끼, 자전거와 오토바이 그리고 열기구와 로켓 등과 같이 상징적 속도가 다른 물체들의 움직임 추정 시간을 비교하였다. 연구 결과, 상징적 속도가 빠른 물체의 움직임 추정 시간이 상징적 속도가 느린 물체의 추정 시간보다 짧았다. Vicovaro(2019) 또한 물체의 질감이 하강 움직임 추정 시간에 미치는 영향을 조사하였다. 스티로폼 질감 물체의 움직임 추정 시간이 나무 질감 물체의 추정 시간보다 길었다. 이는 물체의 질감과 중력 작용 간의 상관관계가 하강 속도를 결정지을 수 있다는 사전 지식이 PM 과제 수행에 영향을 미친 것으로 해석할 수 있다.

이처럼 상징적 의미나 사전 지식 등과 같은 물체와 연관된 관념이 인지적 요인으로서 PM 과제 수행에 영향을 미친다면, PM 과제에서 나타나는 객체 상대적 맥락 효과 또한 인지적 요인이 추정된 움직임에 영향을 미친 결과일 수 있

다. 예를 들어, 움직임이 보이는 시점에 목표 자극보다 빠른 방해 자극이 제시되면, 관찰자는 방해 자극과의 상대적 비교를 통해 목표 자극에 대하여 ‘느린 물체’라는 관념을 형성할 수 있다. 이러한 인지적 관념은 이후 목표 물체의 움직임을 추정할 때 추정 시간을 증가시킬 수 있다. 반대로, 방해 자극이 상대적으로 느린 경우 목표 자극에 대한 ‘빠른 물체’라는 관념이 추정된 움직임 시간을 감소시킬 수 있다. 이와 같은 방식으로 맥락 효과가 발생하는지 확인하기 위해 PM 과제의 특성을 이용하였다. Tresilian(1995)은 목표 자극이 가려지고 나서 반응하기까지의 시간이 긴 PM 과제의 특성으로 인해 시각 정보가 대체로 물체의 재인과 의미 표상을 담당하는 측두엽 경로를 통해 처리될 것이라 하면서 동시에 반복적인 훈련을 거쳐 관찰자가 PM 과제에 익숙해지면, 점차 무의식적이고 반복적인 행위를 담당하는 두정엽 경로를 통해 처리될 것이라 주장하였다. 이는 PM 과제에 미치는 인지적 요인의 영향이 훈련에 따라 점차 감소할 수 있음을 의미한다. 실험 1에서는 매 블록 훈련 세션을 추가하여 훈련에 따른 인지적 효과의 감소가 맥락 효과의 감소로 이어지는지를 확인하고자 하였다. 만일 블록이 진행됨에 따라 맥락 효과의 크기가 감소한다면, 맥락 효과가 인지적 요인과 관련 있다고 추론할 수 있을 것이다.

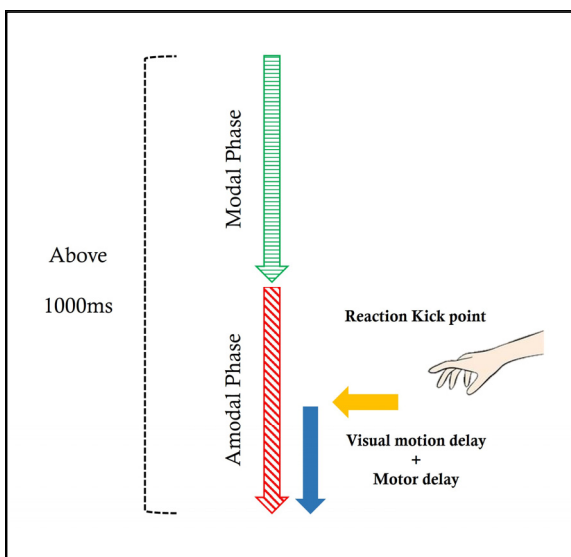
### 실험 1

실험 1은 PM 과제 상황에서 객체 상대적 맥락 효과가 나타나는지 확인하고자 하였다. 이를 위해 목표 자극과 방해 자극 간의 상대적 속도가 추정된 움직임 시간에 미치는 영향을 조사하였다. 나아가, PM 과제 상황에서 나타나는 객체 상대적 맥락 효과의 기제를 탐색하고자 하였다.

### 방 법

#### 참가자

심리학 관련 과목을 수강하는 가톨릭대학교 학부생 33명을 대상으로 진행하였다. 참가자들의 평균 연령은 22.1세(±2.5)였다. 참가자들은 모두 정상 시력(나안 또는 교정)을 가졌으며, 연구의 가설과 목적을 알지 못하였다. 실험 참여에 대한 보상으로 참가자들에게 수강 과목에 대한 가산점을 부여하였다. 실험의 모든 절차는 가톨릭대학교 생명윤리심의위원회(IRB)의 승인[1040395-202305-01]을 받아 진행하였다.



**Figure 2.** The figure illustrates the temporal structure of Prediction Motion(PM) task. Participants have to response while considering both visual motion delay and motor delay. Typically, the delay in visual motion and motor response is shorter than the duration of the amodal phase.

## 도구

실험은 가외 자극을 통제할 수 있는 어두운 방에서 진행되었다. 자극 제시 및 참가자 반응 기록은 Python 프로그래밍 언어를 기반으로 하며, 심리학 실험 제작용으로 전문화된 PsychoPy를 활용하였다(Peirce, J. W., 2009). 제작된 실험 프로그램은 컴퓨터(Intel Core(TM) i3 7100, NVIDIA GeForce GTX 1060, 6GB)와 와이드 모니터(Samsung C49RG90SSK, 49인치, 5120×1440 pixel, 120Hz)를 사용하여 제시하였다. 턱 받침대(chin rest)를 사용하여, 참가자와 모니터 간 거리를 모니터 권장 사용 거리인 50cm로 유지하고 머리 움직임을 통제하였다.

## 자극

본 시행의 자극은 목표 자극의 속도( $2.09^\circ/s$ ,  $5.22^\circ/s$ ,  $8.36^\circ/s$ ), 방해 자극의 속도(목표 자극 속도의  $\times 0.25$ ,  $\times 1$ ,  $\times 1.75$ 배) 그리고 총 움직임 시간(2s, 3s, 4s) 요인의 조합에 따라 구성되었다. 본 시행의 화면에는 검은색 배경 화면에 목표 자극, 2개의 방해 자극, 도착 지점, 보이지 않는 가림막이 등장하였다. 목표 자극과 방해 자극 그리고 목표 지점은 흰색 원 형태를 지녔다. 목표 지점은 항상 화면의 중앙에 위치하였다. 목표 자극은 조건에 따라 목표 지점으로부터 일정 거리 떨어진 위치에 등장하였으며, 움직임 방향에 따라 목표 지점의 왼쪽 혹은 오른쪽에 나타났었다. 방해 자극은 목표 자극의 수직 선상에 등장하였다. 보이지 않는 가림막은 목표 자극의 운동이 총 움직임 시간의 반절만큼 보일 수 있도록, 목표 자극이 가려지는 지점과 목표 지점 사이에 배치되었다.

훈련 시행에서는 방해 자극이 등장하지 않았으며, 목표 자극의 속도 및 총 움직임 시간은 본 시행과 동일하였다. 또한 훈련 시행에서는 참가자의 반응 이후 피드백을 제공하였다. 피드백은, 참가자가 반응한 순간 목표 자극의 실제 위치를 표시하고, 추정 시간의 오차를 제시하였다. 오차가 200ms 이하이면 목표 자극의 색상을 초록색으로, 200ms를 초과하면 빨간색으로 바꾼 뒤 위치를 표시하였다.

## 절차

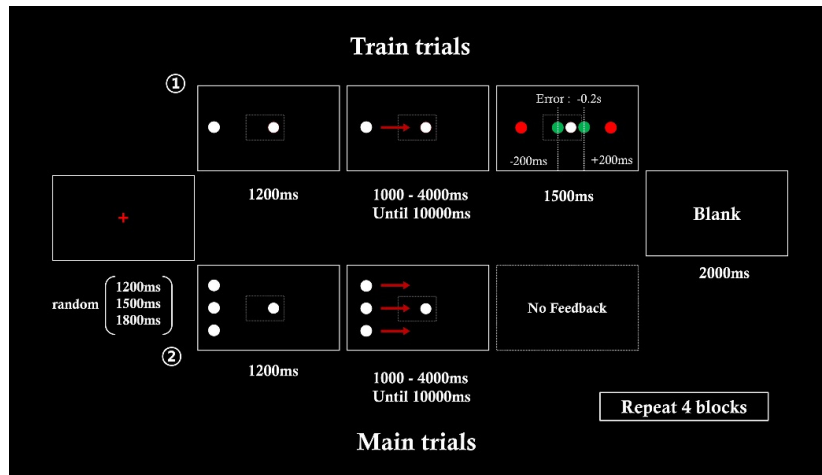
전체 실험은 총 4블록으로 구성되었으며, 각 블록은 훈련 시행과 본 시행으로 이루어져 있었다. 움직임 방향의 효과를 통제하기 위하여 왼쪽의 움직임과 오른쪽의 움직임을 블록 별로 한 번씩 제시하였다. 블록별 움직임 방향은 LRRL(left-right-left-right) 혹은 RLLR(right-left-right-left) 순이었다. 참가자 별로 움직임 방향 제시 순서를 상쇄 균형화하였다. 각 블록의 훈련 시행과 본 시행은 동일한 움

직임 방향을 가졌다. 훈련 시행은 참가자가 PM 과제에 더욱 익숙해지도록 하기 위한 목적으로 진행되었으며, 각 블록당 18회, 총 72회의 시행 수로 구성되었다. 훈련 시행을 거쳤을 때 참가자들은 그렇지 않은 때보다 상대적으로 PM 과제를 수행하는 데 익숙할 것이라 예상하였다.

본 시행이 시작되면, 참가자의 시선을 화면 중앙으로 유도하는 빨간색 십자기를 화면 중앙에 제시하였다. 실험이 진행되는 동안 참가자의 주의력을 유지하기 위해 십자가가 제시되는 시간은 시행마다 1200ms, 1500ms, 1800ms 중 무작위로 선택되었다. 이후 목표 자극, 방해 자극, 목표 지점의 위치가 1200ms 동안 표시되었다. 일정 시간 후 목표 자극은 목표 지점을 향해 정해진 속도( $2.09^\circ/s$ ,  $5.22^\circ/s$ ,  $8.36^\circ/s$ ), 그리고 정해진 시간(2s, 3s, 4s) 동안 움직였다. 방해 자극은 같은 시간 동안 목표 자극 속도의 0.25배, 1배, 1.75배의 속도로 움직였다. 목표 자극은 움직임 도중, 보이지 않는 가림막 뒤로 가려지고 다시 나타나지 않았다. 2개의 방해 자극은 목표 자극이 사라지는 시점에 투명도가 점차 증가하며 사라졌다. 이는 방해 자극 속도 조건에 따라 방해 자극 등장 시간의 차이를 통제함과 동시에, 방해 자극이 갑작스레 사라지는 경우 주의를 분산시키는 효과를 통제하기 위함이었다. 참가자는 목표 자극과 목표 지점이 일치되는 순간을 예상하고 스페이스 바를 통해 응답해야 했다. 움직임이 시작되고 나서 10초 이상의 시간 동안 응답이 없으면 높은 피치(880Hz)의 경고음을 제시하여 주의를 환기하였다. 10초 이내에 응답하면 중간 피치(660Hz)의 경고음과 함께 반응 시간(Reaction time)을 기록하였다. 기록한 반응 시간은 움직임이 시작되고 난 이후부터 참가자의 반응까지의 시간이었으며, 해당 시행에서 참가자의 추정 시간(Estimation time)으로 사용되었다. 반응 이후 2000ms 동안 빈 화면이 제시되고 바로 다음 시행으로 넘어갔다. 과제 수행 시 자유로운 눈 움직임이 가능하였고, 과제 안내 시 목표 자극을 눈으로 추적하라는 등과 같은 수행 전략에 대한 구체적 지시를 내리지 않았다. 훈련 시행에서는 피드백을 1500ms 동안 제시하였다. 이후 단계는 본 시행과 동일하였다(Figure 3).

## 분석

분석은 정 오차(Constant error; CE)와 가변 오차(Variable error; VE)에 대하여 진행하였다. CE는 추정 시간에서 실제 움직임 시간을 뺀 값으로, 양수 값이면 실제 움직임 시간보다 추정 시간이 더 길음을 의미하고 음수 값이면 더 짧음을 의미한다. VE는 각 조건 별 CE의 표준편차 값이다. VE는 반응 민감도(Sensitivity)를 나타내는 지표로, 참가자 반응의



**Figure 3.** A schematic diagram of experimental procedure in Experiment 1. During main trials, task-irrelevant objects moving in the same direction as the target object appeared above and below the target. In training trials, only the target object appeared on the screen. Feedback during training trials was provided both chromatically and numerically. The difference between the actual and estimated destination time was displayed to the observer. If the absolute error exceeded 200ms, the object's location at the estimated time was indicated by a red circle; if the error was below 200ms, a green circle was used. The four chromatic circles in the figure exemplify each cases where participants' absolute estimation errors were either above or below 200ms.

일관성을 알 수 있다.

분석을 위한 통계프로그램으로 jamovi 2.2.5를 사용하였다. 조건 간 차이의 유의성을 검증하기 위해 반복 측정 분산 분석(Repeated Measures ANOVA)을 실시하였다. 필요에 따라 세부 조건 비교를 위해 대응 표본 t 검정을 실시하였다. 실험 1의 경우, 전체 참가자 33명 중 방해 자극이 등장하지 않는 훈련 시행에서의 RMSE가 0.7 이하인 30명의 데이터가 분석되었다. 제외 기준 RMSE 값은 전체 참가자의 RMSE 평균으로부터 표준편차 1.5 이상인 경우 (RMSE=0.71)를 따라 설정하였다. PM 과제에서의 RMSE는 수식 1과 같이 계산되며, 참가자의 수행도를 나타낸다(Qin et al., 2023).

$$RMSE = \sqrt{CE^2 + VE}$$

**Equation 1.** Equation for deriving Root Mean Squared Error (RMSE) in prediction motion task.

## 결과 및 논의

### 주요인 CE

목표 자극의 속도, 방해 자극의 속도 그리고 총 움직임 시간 요인에 대해 반복 측정 분산 분석을 실시하였다(Figure 4). 분석 결과, 목표 자극의 속도( $F(2,58) = 140.27, MSE = 13.47, \eta^2 = 0.83, p < .001$ ), 방해 자극의 속도( $F(2,58) =$

$5.43, MSE = 0.19, \eta^2 = 0.16, p = 0.007$ ), 총 움직임 시간 ( $F(2,58) = 8.63, MSE = 0.77, \eta^2 = 0.23, p < .001$ ) 요인에 대한 주 효과를 관찰하였다. 목표 자극의 속도가 증가함에 따라 정 오차 또한 증가하였다. 이는 물체의 속도가 증가함에 따라 추정 시간이 과대평가 된다는 것을 의미한다. 방해 자극의 속도가 목표 자극의 0.25배로 설정된 조건이 1배 그리고 1.75배로 설정된 조건보다 작은 정 오차를 보였다. 이는 방해 자극이 목표 자극보다 느린 경우가 빠른 경우와 비교하여 목표 자극의 추정 시간이 과소평가 되었음을 의미한다. 해당 결과는 PM 과제에서 맥락 효과가 나타나고, 움직임 대비 효과와 같은 경향성이 있음을 시사한다. 총 움직임 시간이 증가함에 따라 정 오차가 감소하였다. 이는 움직임이 나타난 시간과 가려진 시간이 늘어남에 따라 추정 시간이 짧아졌음을 의미한다. 목표 자극 속도와 방해 자극 속도 ( $F(4,116) = 6.17, MSE = 0.10, \eta^2 = 0.18, p < .001$ ) 간의 상호 작용 효과가 유의하였다. 목표 자극의 속도가 빠르거나 중간일 때 방해 자극 속도가 0.25배인 조건, 1배인 조건, 1.75배인 조건 순으로 정 오차가 증가하였다. 반면, 목표 자극의 속도가 느린 경우 방해 자극의 속도가 0.25배인 조건과 1.75배인 조건 간의 차이가 나타나지 않았다. 이는 목표 자극의 속도가 빠르거나 중간인 경우에만 맥락 효과가 관찰됨을 시사한다. 목표 자극의 속도와 총 움직임 시간( $F(4,116) = 8.39, MSE = 0.20, \eta^2 = 0.22, p < .001$ ) 간의 유의한 상호 작용 효과를 관찰하였다. 목표 자극의 속도가 증가함에 따라 추정 시간에 대한 총 움직임 시간의 효과가 감소하였다. 즉,

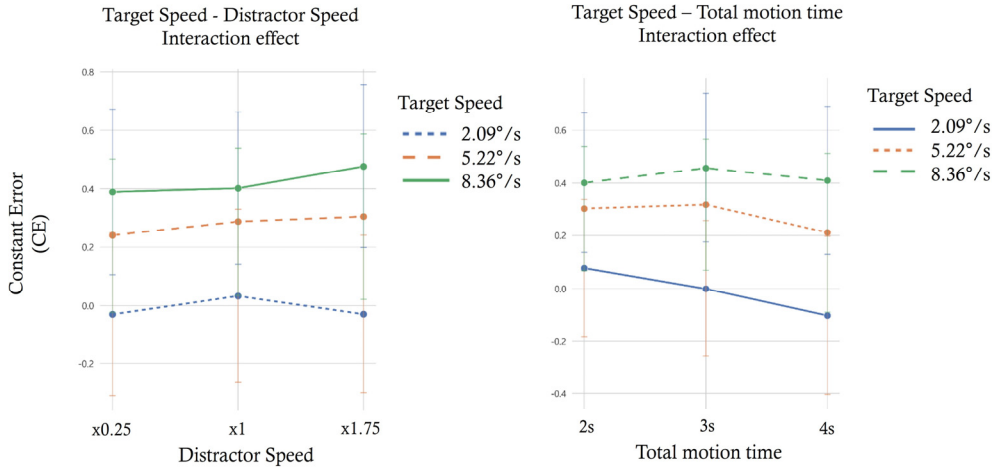


Figure 4. Plots for interaction effects observed in Main factor CE analysis of Experiment 1.

목표 자극의 속도가 빨라질수록 총 움직임 시간이 늘어남에 따라 나타나는 정오차의 감소 폭이 줄어들었다. 이는 움직임 시간이 PM 수행에 미치는 영향이 목표 자극의 속도에 의해 조절됨을 의미한다. 그 밖의 효과는 유의하지 않았다(방해 자극 속도 × 총 움직임 시간;  $F(4,116) = 1.22$ ,  $MSE = 0.03$ ,  $p = .308$ , 목표 자극 속도 × 방해 자극 속도 × 총 움직임 시간;  $F(8,232) = 0.90$ ,  $MSE = 0.01$ ,  $p = .515$ ).

**주 요인 VE**

정 오차 분석과 동일한 요인의 가변 오차에 대한 반복 측정 분산 분석을 실시하였다. 분석 결과, 목표 자극의 속도 ( $F(2,58) = 3.15$ ,  $MSE = 0.22$ ,  $p = .05$ )와 총 움직임 시간( $F(2,58) = 26.30$ ,  $MSE = 0.46$ ,  $p < .001$ )에 대한 주 효과가 나타났다. 목표 자극의 속도가 증가함에 따라 가변 오차가 증가하였고, 이는 속도에 따라 참가자의 반응 민감도가 감소함을 의미한다. 또한 총 움직임 시간에 비례하여 가변 오차가 증가하였고, 이는 움직임 시간이 늘어남에 따라 참가자의 반응 민감도가 감소함을 의미한다. 방해 자극의 속도와 관련한 주 효과 혹은 상호작용 효과가 나타나지 않았다. 이는 방해 자극 조건에 따라서 참가자의 반응 민감도가 달라지지 않았다는 것을 시사한다. 이외 효과는 유의하지 않았다(방해 자극 속도;  $F(2,58) = 0.31$ ,  $MSE = 0.01$ ,  $p = .736$ , 목표 자극 속도 × 방해 자극 속도;  $F(4,116) = 1.31$ ,  $MSE = 0.02$ ,  $p = .271$ , 방해 자극 속도 × 총 움직임 시간;  $F(4,116) = 0.69$ ,  $MSE = 0.03$ ,  $p = .602$ , 목표 자극 속도 × 방해 자극 속도 × 총 움직임 시간;  $F(8,232) = 0.70$ ,  $MSE = 0.01$ ,  $p = .694$ ).

주요 요인에 대한 정 오차와 가변 오차 분석 결과, 방해 자극의 속도에 따라 목표 움직임에 대한 일관된 추정 편향이 나타났다. 목표 자극의 추정된 움직임은 주변 자극의 속도와 반대되는 방향으로 편향되었다. 이는 움직임 추정 상황에서 주변 맥락이 움직임 대비 효과를 발생시켰음을 의미한다. 방해 자극 요인에 대한 가변 오차 분석 결과는 유의하지 않았다. 이는 관찰된 맥락 효과를 조건 간 반응 민감도의 차이로 설명할 수 없음을 시사한다. 그러나, 목표 자극의 속도가 느린 경우, 맥락 효과가 나타나지 않았으며 목표 자극의 속도가 중간이거나 빠른 경우에서만 나타났다.

**블록 요인 CE**

훈련에 따라 맥락 효과에 나타나는 변화를 확인하기 위해, 블록 간 요인, 블록 내 요인 그리고 방해 자극 속도 요인 (x0.25, x1.75)으로 조건을 재구성하여 반복 측정 분산 분석을 실시하였다(Figure 5). 블록 내 요인은 한 블록 내에 제시된 시행을 전반과 후반 시행 두 조건으로 나누어 구성하였다. 블록 간 요인은 블록 순서와 동일하게 네 조건으로 구성하였다. 블록 내 요인( $F(1,26) = 20.97$ ,  $MSE = 2.10$ ,  $p < .001$ )의 주 효과와 블록 내 요인과 블록 간 요인 간의 상호 작용 효과( $F(3,78) = 5.07$ ,  $MSE = 0.17$ ,  $p = .016$ ,  $p = .003$ )를 관찰하였다. 다른 효과는 유의하지 않았다(블록 간;  $F(3,78) = 0.19$ ,  $MSE = 0.02$ ,  $p = .905$ , 방해 자극 속도;  $F(2,52) = 2.84$ ,  $MSE = 0.10$ ,  $p = .068$ , 블록 내 × 방해 자극 속도;  $F(2,52) = 0.19$ ,  $MSE = 0.00$ ,  $p = .825$ , 블록 간 × 방해 자극 속도;  $F(6,156) = 2.01$ ,  $MSE = 0.02$ ,  $p = .067$ , 블록 내 × 블록 간 × 방해 자극 속도;  $F(6,156) = 0.78$ ,  $MSE = 0.01$ ,  $p = .586$ ).

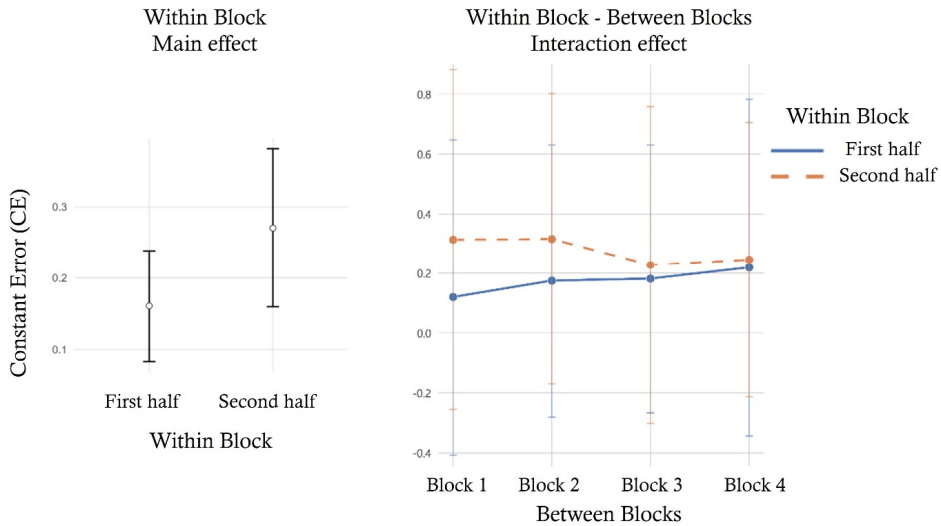


Figure 5. Plots for observed effects in Block factor CE analysis of Experiment 1.

블록 내 요인에 대한 주 효과의 경우, 블록 내 시행의 전반에서 후반으로 갈수록 정 오차가 증가하였다. 이는 개별 블록 내에서 훈련 시행의 효과가 블록의 후반부로 갈수록 감소함을 시사한다. 블록 내 요인과 블록 간 요인의 상호 작용의 경우, 블록이 진행됨에 따라 블록 내 전반 시행과 후반 시행의 정 오차가 수렴하였다. 이는 블록이 진행됨에 따라 참가자들이 더욱 일정한 반응을 보이며, 훈련의 효과가 블록 간 수행에 영향을 미쳤음을 의미한다. 그러나, 방해 자극 속도 요인과 관련된 상호 작용 효과는 유의하지 않았다. 이는 PM 과제에서 나타나는 객체 상대적 맥락 효과가 훈련 여부에 따라 변화하지 않음을 시사한다. 블록 순서와 무관하게 맥락 효과의 양상이 유지되는 것은, PM 과제에 영향을 주는 인지적 요인의 영향이 맥락 효과와는 무관할 수 있음을 의미한다.

실험 1을 통해 객체 상대적 맥락 효과가 오직 빠른 속도 조건과 중간 속도 조건에서 나타남을 확인하였다. 이는 움직임 추정하는 물체가 일정 속도 이상인 경우에만 맥락 효과가 나타남을 의미하며, 따라서 PM 과제에서의 맥락 효과가 속도 선택적 효과일 가능성을 제기한다. 빠른 속도 움직임과 느린 속도 움직임의 독립적인 처리 기제를 주장하는 정신 물리학 연구들은 맥락 효과가 속도 선택적 효과라는 가설을 뒷받침한다(Gorea, Papathomas & Kovacs, 1993; Matsumiya & Shiori, 2015). 그러나, 맥락 효과가 느린 속도 조건에서 관찰되지 않은 이유에 대한 대안적 설명이 가능하다. 실험 1에서는 목표 자극의 자체 속도가 변화하여도, 목표 자극과 방해 자극의 상대적 속도 차이는 같도록 방해 자극의 속도를 목표 자극의 배수로 설정하였다. 그 결과, 느린 속도 조건에서는 목표 자극과 방해 자극 간의 절대적 속도 차이가

1.57°/s이었지만 빠른 속도 조건에서는 절대적 속도 차이가 6.27°/s이었다. 이러한 예시처럼, 목표 자극의 속도 조건과 함께 변화하는 요인들이 특정한 목표 자극 속도 조건에서만 맥락 효과가 나타난 이유일 수 있다.

## 실험 2

실험 2는 실험 1의 결과를 바탕으로 객체 상대적 맥락 효과의 기제를 확장적으로 탐색하였다. 실험 1에서 방해 자극의 속도는 목표 자극 속도의 배수로 설정되어 목표 자극의 자체 속도와 함께 변화하는 요인들을 통제할 수 없었다. 이에 따라 목표 자극의 속도가 느린 조건에서 맥락 효과가 나타나지 않은 것에 관하여 다양한 해석이 가능하다. 첫째로 맥락 효과는 목표 물체 속도에 선택적으로 나타날 수 있다. 둘째로 목표 자극과 방해 자극 간의 절대적 속도 차이가 일정 수준 이상인 경우에만 맥락 효과가 나타날 수 있다. 마지막으로, 맥락 효과의 관찰 여부는 방해 자극과 목표 자극의 위치 관계에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 목표 물체의 속도가 1이고 방해 물체의 속도가 1.5일 때의 맥락 효과가 목표 물체의 속도가 3이고 방해 물체의 속도가 4.5일 때보다 작을 수 있다. 두 경우 모두 상대적 속도 비율은 1.5배로 같지만, 같은 시간 동안 움직였을 때 목표 물체와 방해 물체 간의 위치 차이는 전자의 경우에서 더 작다. 이러한 맥락에서, 실험 1의 목표 물체 속도가 느린 조건에서는 방해 자극과 목표 자극 간 거리 차이가 크지 않아 맥락 효과가 나타나지 않았을 수 있다.

그러므로 실험 2에서는 목표 자극 속도와 연관된 혼입 요인들을 통제하여 PM 과제에서의 객체 상대적 맥락 효과의



기제를 명확히 밝히고자 하였다. 이를 위해 방해 자극의 속도를 목표 자극 속도의 가산으로 설정하여, 목표 자극의 속도와 방해 자극과 목표 자극 간 절대적 속도 차이를 독립적으로 조작하였다. 목표 자극의 속도와 무관하게 목표 자극과 방해 자극 간의 절대적 속도 차이에 따라 맥락 효과가 증감한다면, 맥락 효과가 특정한 속도를 가진 움직임을 추정할 때만 나타난다는 가설을 기각할 수 있을 것이다. 또한, 실험 2에서는 총 움직임 시간이 긴 조건을 추가하였다. 목표 자극과 방해 자극 간의 절대적 속도 차이가 같은 경우에도, 긴 움직임 시간을 지닌 조건에서는 두 물체 간의 거리 차이가 증가한다. 이때, 맥락 효과의 크기가 달라진다면 절대적 속도 차이가 아닌 위치 차이를 맥락 효과의 주요한 기제로 지목할 수 있을 것이다.

## 방 법

### 참가자

실험 2는 심리학 관련 과목을 수강하는 가톨릭대학교 학부생 34명을 대상으로 진행하였다. 참가자들의 평균 연령은 20.7세( $\pm 1.7$ )였다. 이하는 실험 1과 같았다.

### 도구

실험 1과 같았다.

### 자극

실험 2의 자극은 방해 자극 속도( $1.93^\circ/s$ ,  $6.76^\circ/s$ ,  $9.96^\circ/s$ ,  $14.74^\circ/s$ ), 총 움직임 시간(2s, 3s, 4s, 6s) 요인의 조합에 따라 구성되었다. 목표 자극의 속도는 실험 1에서 맥락 효과가 관찰된  $8.36^\circ/s$ 로 고정하였다. 목표 자극과 방해 자극 간의 절대적 속도 차이는  $\pm 1.6^\circ/s$  혹은  $\pm 6.39^\circ/s$ 이었다. 이는 실험 1에서 목표 자극의 속도가 느릴 때와 빠를 때 나타난 방해 자극과의 속도 차이( $1.57^\circ/s$ ,  $6.27^\circ/s$ )를 기반으로 설정하였다. 이외는 실험 1과 같았다.

### 절차

실험 2에서는 훈련 시행을 제거하고 오직 본 시행만 진행하였다. 따라서, 과제에 적응할 수 있는 연습 시행을 16회 제시하였다. 연습 시행에서는 방해 자극 없이 목표 자극만 등장하였으며, 실험 1의 훈련 시행과 같이 피드백이 주어지지 않았다. 이외 실험 절차는 실험 1과 같았다.

## 분석

실험 1과 같은 정 오차 분석을 진행하였다. 추가로 목표 자극과 방해 자극 간의 거리 차이가 맥락 효과에 미치는 영향을 확인하기 위해 표준화된 정 오차 분석을 진행하였다. 이외는 실험 1과 같았다.

## 결과 및 논의

### CE

방해 자극 속도와 총 움직임 시간의 정 오차에 대한 반복 측정 분산 분석을 실시하였다. 분석 결과, 방해 자극 속도 ( $F(3,99) = 3.50$ ,  $MSE = 0.16$ ,  $\eta^2 = 0.10$ ,  $p = .018$ ), 총 움직임 시간( $F(3,99) = 4.77$ ,  $MSE = 1.34$ ,  $\eta^2 = 0.13$ ,  $p = .004$ )의 주 효과가 관찰되었다. 방해 자극 속도 주 효과의 경우, 실험 1에서 관찰한 맥락 효과를 재확인한 결과이다. 총 움직임 시간의 주 효과의 경우, 움직임 시간이 길어질수록 정 오차가 증가하였다. 이는 움직임 추정 시간이 길어질수록 추정 오차가 증가한다는 면에서 선행 연구와 일치하는 결과이다. 그러나, 정 오차가 나타난 방향성을 고려해 보았을 때 움직임 시간이 길어질수록 추정 시간이 과소평가 된다는 선행 연구 결과와는 달랐다(Vierordt's law; Lejeune & Wearden, 2009; Tresilian, 1955). 방해 자극 속도와 총 움직임 시간 간의 상호 작용 효과는 유의하지 않았다( $F(9,297) = 0.63$ ,  $MSE = 0.02$ ,  $\eta^2 = 0.02$ ,  $p = .775$ ).

정 오차 분석 중 방해 자극의 속도 주 효과에 따르면, 목표 자극의 속도가 고정되어 있음에도 방해 자극과의 절대적 속도 차이에 따라 맥락 효과의 크기가 변화하였다. 목표 자극과 방해 자극 간의 속도 차이가 작은 경우( $6.76^\circ/s$ ,  $9.96^\circ/s$ ), 추정된 움직임이 방해 자극에 따라 편향되는 정도가 작았다. 반면, 목표 자극과 방해 자극 간의 속도 차이가 큰 경우( $1.93^\circ/s$ ,  $14.74^\circ/s$ ) 방해 자극이 추정된 움직임에 미치는 영향이 증가하였다. 이러한 결과는 실험 1에서 목표 자극 속도가 느릴 때 맥락 효과가 관찰되지 않은 이유가 단순히 방해 자극과의 속도 차이가 작았기 때문이라는 해석을 뒷받침한다.

그러나, 목표 자극과 방해 자극 간의 속도 차이가 변화함에 따라 둘 간의 위치 차이 또한 함께 변화한다. 움직이는 물체를 추적할 때 물체의 위치 정보는 중요하다(Kwon, 2015). 예를 들어 날아가는 공의 움직임은 회전하는 국소 움직임(local motion)과 앞으로 향하는 직선 움직임(translational motion)으로 구분 지을 수 있다. 그러나, 두 유형의 움직임은 초기 움직임 신호가 통합된 이후에 구분할

수 있다. 따라서 움직임 신호만을 활용하여 국소 움직임과 궤적 움직임을 구분 지어야 한다면, 어떤 영역의 움직임 신호를 어느 유형의 움직임에 배정할지에 관한 문제(source-attribution problem)가 발생한다(Albright & Stoner, 1995). 이때, 물체의 위치 정보는 source-attribution problem을 해소할 수 있는 단서가 된다. 위치 요인이 PM 수행에서 관찰되는 맥락 효과에 어떠한 영향을 미치는지 자세히 살펴보기 위해 표준화된 정 오차 분석을 하였다.

**표준화된 CE**

표준화된 정 오차는 목표 자극이 가려지는 시점, 즉 최신의 시각 장면에 나타난 방해 자극과 목표 자극 간의 거리가 추정 시간에 어떠한 영향을 미치는지 확인하기 위하여 도출되었다. 목표 자극과 방해 자극 간의 거리 차이에 따라 조건을 재구성한 결과, 16 조건으로 구성되었다(+18.65°, +12.68°, +9.58°, +6.42°, +4.825°, +3.22°, +2.415°, +1.61°, -1.61°, 2.415°, -3.22°, -4.825°, -6.42°, -9.58°, -12.68°, -18.65°). 선행 연구와 더불어 앞선 실험 1의 결과에서 확인할 수 있듯이, 목표 자극의 움직임 시간이 PM 수행에 영향을 미친다. 따라서, 움직임 시간이 정 오차에 미치는 영향을 배제하기 위하여 각 거리 조건에 해당하는 정 오차 값이 수식 2와 같이 표준화되었다. 반복 측정 분산 분석 시, 16개 조건은 거리 차이 크기 요인(18.65°, 12.68°, 9.58°, 6.42°, 4.825°, 3.22°, 2.415°, 1.61°)과 거리 차이 방향 요인(+, -)으로 나누어 분석하였다.

$$\text{Standardized } CE_{\text{distance}} = CE_{\text{distance}} - \overline{CE}_{\text{total motion time}}$$

$$\text{where, } \overline{CE}_{\text{total motion time}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N CE_{\text{total motion time}, i}$$

**Equation 2.** The equation for calculating Standardized CE for the distance factor involves a standardization process, in which the mean CE for the total motion time is subtracted from the observed CE for the distance factor. The mean CE for the total motion time is calculated by obtaining the individual mean of CE for each corresponding motion time condition.

분석 결과, 거리 차이 방향 요인의 주 효과( $F(1,33) = 15.38, MSE = 0.32, = 0.32, p < .001$ )가 관찰되었다. 방해 자극이 목표 자극에 앞서 있을 때의 정 오차가 목표 자극의 뒤에 있을 때의 정 오차보다 컸다. 이는 앞서 관찰한 맥락 효과와 동일한 결과이다. 이외의 주 효과 및 상호 작용 효과

는 유의하지 않았다(거리 차이 크기;  $F(7,231) = 0.53, MSE = 0.02, = 0.02, p = .810$ , 거리 차이 크기 × 거리 차이 방향;  $F(7,231) = 1.18, MSE = 0.04, = 0.03, p = .318$ ). 그러나, 세부 조건 대응 표본 t 검정 결과, +6.42°와 -6.42° ( $t(33)=2.95, p = .006$ ), +9.58°와 -9.58° ( $t(33)=2.94, p = .006$ ), +12.68°와 -12.68° ( $t(33)=2.39, p = .023$ ) 조건 간의 유의한 차이가 관찰되었다(Table 1). 거리 차이가 벌어질수록 효과 크기(Cohen's d)의 절대값이 증가하는 추세를 보였다. 이는 목표 자극과 방해 자극 간의 거리가 증가함에 따라 맥락 효과가 증폭된다는 것을 시사한다. 그러나, 두 거리 차이 방향 요인 모두 거리 차이 크기가 18.65° 인 조건에서는 표준화된 정 오차 값이 0으로 수렴하였다. 이는 목표 자극과 방해 자극의 위치가 일정 거리 이상 차이 나면, 추정된 움직임에 미치는 방해 자극의 효과가 사라짐을 의미한다(Figure 6).

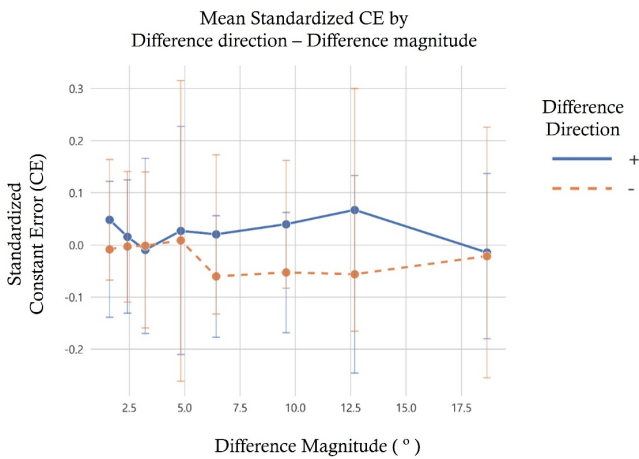
실험 2의 결과를 통해, 맥락 효과가 속도 선택적 효과가 아님을 확인하였다. 목표 자극의 속도가 고정되어 있음에도, 방해 자극과 목표 자극의 절대적 속도 차이에 따라 맥락 효과의 크기가 변화하였다. 이는 움직임은 두 물체 간의 절대적 속도 차이가 맥락 효과의 주요한 요인일 수 있음을 시사한다. 그러나, 두 물체 간의 거리 차이 또한 절대적 속도 차이와 함께 변화하는 요소로서 맥락 효과를 초래하는 주요인으로 고려될 수 있다. 표준화된 정오차 분석 결과, 목표 자극과 방해 자극 간의 절대적 속도 차이가 같음에도 두 물체 간의 거리 차이에 따라 맥락 효과의 크기가 증가하였다. 이는 목표 자극과 방해 자극 간의 위치 차이가 맥락 효과를 발생시키는 주요인이라는 가설을 뒷받침한다.

위치 정보를 맥락 효과의 주요 기제로 지목하기에 앞서, 또 다른 대안적 가설을 검토해보아야 한다. 자극 구성상 거리 차이가 증가함에 따라 움직임 시간 또한 증가하였다. 이는 물체 간 거리 차이가 증가함에 따라 관찰자에게 물체 간 속도 차이가 제시되는 시간이 길어짐을 의미한다. 따라서 물체 간 속도 차이가 드러나는 시간이 길어질수록 추정된 움직임에 미치는 방해 자극의 영향이 커질 수 있다. 본 가설에 따르면 속도 차이가 드러난 시간이 가장 긴 조건에서 맥락 효과의 크기가 최대여야 한다. 그러나, 움직임 시간이 가장 긴 조건(+18.65°, -18.65)에서 맥락 효과가 증폭되지 않고 사라졌다. 이는 오직 물체의 속도 차이가 드러난 시간을 통해 본 실험에서 관찰한 맥락 효과의 변화를 충분히 설명할 수 없음을 의미하며, 움직임 추정 시 물체 간 상대적인 위치의 중요성을 강조한다.

**Table 1.** Results of paired samples t-test in experiment 3

		<i>t</i>	<i>Cohen's d</i>
+18.65°	-18.65°	0.13	0.02
+12.68°	-12.68°	2.39*	0.41
+9.58°	-9.58°	2.94**	0.50
+6.42°	-6.42°	2.95**	0.51
+4.825°	-4.825°	0.28	0.05
+3.22°	-3.22°	-0.22	-0.04
+2.415°	-2.415°	0.64	0.11
+1.61°	-1.61°	1.83	0.31

Note.\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$



**Figure 6.** Mean Standardized CE plot by Difference direction and Difference magnitude factor in Experiment 2.

### 실험 3

실험 3은 위치 정보가 객체 간 상대적 맥락 효과에 미치는 영향을 탐색하였다. 실험 2를 통해 알 수 있는 바와 같이, 물체 간 상대적 위치는 PM 과제에서의 맥락 효과에 중요하다. 그러나 이러한 사실만으로는 맥락 효과의 기제를 규명하기에 불충분하다. 물체 간 상대적 위치 차이는 자극의 구성적 특징으로서 움직임 추정 상황에서 맥락 효과를 발생시키는 조건일 수 있으나, 맥락 효과가 발생하는 원리로 제시할 수 없다. 자극의 구성적 특징은 시각 시스템의 관점에서 다양한 효과를 유발할 수 있기 때문이다.

예를 들어, 방해 자극과 목표 자극 간의 거리 차이는 방해 자극이 목표 자극의 지각된 속도에 미치는 영향을 조절할 수 있다. 즉, 두 물체 간의 거리가 일정 수준 이내면 목표 자극의 지각된 속도는 방해 자극이 제공하는 움직임 신호에 영향을 받아 변할 수 있지만, 두 물체 간 거리가 일정 수준 이상

면 경우 방해 움직임 신호의 근접성이 감소함에 따라 방해 물체에 의한 목표 물체의 속도 편향이 사라질 수 있다. 이 경우, 실험 2의 결과와 같이 일정 수준의 거리 차이를 기준으로 맥락 효과의 크기가 증감할 것이다. 본 예시에서 물체 간 위치 차이는 방해 자극에 의한 목표 물체의 속도 편향을 조절하는 매개 요인일 뿐, 맥락 효과의 주요 기제는 방해 자극이 제공하는 속도 정보일 것이다.

가능한 다른 예시로, 두 물체 간의 위치 차이에 따라 드러나는 전역적 위치 배열이 맥락 효과를 발생시키는 원리일 수 있다. 목표 자극이 가운데 제시되고 목표 자극보다 +1만큼 빠른 방해 자극이 상 하단에 제시되는 경우 위치 배열은 꼭짓점이 움직임 방향을 향한 형태를 지니게 된다. 반면, 방해 자극이 -1만큼 느린 경우 위치 배열은 꼭짓점이 움직임 반대 방향을 향한 형태를 지니게 된다. 또한 목표 자극이 방해 자극보다 +1만큼 빠른 경우 위치 배열은 밀집된 형태를 띠겠지만, +2만큼 빠른 경우 위치 배열은 더욱 분산된 형태를 띠 것이다. 전역적 위치 배열의 형태가 목표 물체의 움직임을 추정할 때 추가적인 단서의 역할을 한다면, 위치 배열의 형태에 따라 맥락 효과의 관찰 여부나 맥락 효과의 크기가 결정될 수 있다. 본 예시에서 물체 간 위치 차이는 전역적 배열이라는 독립적인 정보로서 추정된 움직임에 직접 영향을 미치며, 위치 정보를 맥락 효과의 주요 기제로 지목할 수 있을 것이다.

실험 3은 움직임 추정 시 나타나는 맥락 효과의 주요한 기제가 위치 정보인지 알아보려고 하였다. 이를 위하여, 방해 자극이 제공하는 위치 정보와 속도 정보를 독립적으로 조작할 수 있는 자극을 구성하였다. 실험 1과 2에서 방해 자극은 목표 자극의 상단과 하단에 하나씩 제시되었으며, 이때 목표 자극과 방해 자극 간의 거리 차이가 명확히 드러났다. 방해 자극의 속도가 목표 자극보다 빠른 경우, 방해 자극은 목표 자극의 앞에 위치하였으며 반대의 경우 목표 자극의 뒤에 위치하였다. 이는 방해 자극의 속도에 따라 다른 전역적 배열이 구성되며, 위치와 속도 정보를 독립적으로 조작할 수 없음을 의미한다. 반면, 방해 자극의 움직임 경로에 여러 개의 방해 자극이 제시되면, 방해 자극의 속도에 따라 특정한 전역적 배열이 형성되지 않을 것이다. 방해 자극의 속도가 목표 자극보다 빠른 경우에도 방해 자극 중 일부는 목표 자극의 뒤에 위치할 것이기 때문이다. 추가된 방해 자극은 전역적 배열의 차이 없이 방해 자극의 속도를 달리 설정할 수 있게끔 하며, 위치 정보와 속도 정보의 독립적 조작을 가능케 한다. 만일 전역적 배열이 제공하는 위치 정보가 부재한 상태에서 맥락 효과가 나타나지 않는다면, 위치 정보를 맥락

효과의 주요 기제로 말할 수 있을 것이다.

또한 실험 3에서는 위치 정보가 다양한 상황에서 맥락효과에 미치는 영향을 알아보기 위해 속도 정보만 주어지는 조건, 속도 정보와 위치 정보가 동시에 주어지는 조건 그리고 속도 정보와 위치 정보가 동시에 제시되지만 서로 반대되는 단서를 제공하는 조건을 제시하였다. 위치 정보가 맥락 효과의 주요한 기제라면, 위치 정보가 제시되는 조건에서만 맥락 효과가 관찰될 것이다. 또한, 속도 정보와 위치 정보가 상충하는 경우 위치 정보에 따라 추정된 움직임이 변화할 것으로 예측하였다.

### 방 법

#### 참가자

실험 3은 심리학 관련 과목을 수강하는 가톨릭대학교 학부생 27명을 대상으로 진행하였다. 참가자들의 평균 연령은 20.4세(±1.4)였다. 이외는 실험 1과 같았다.

#### 도구

실험 1과 같았다.

#### 자극

실험 3의 자극은 단서 요인(속도, 속도+위치, 속도+역위치), 방해 자극 속도 요인(+6.39° /s, -6.39° /s) 그리고 움직임 시간 요인(2s, 4s, 6s)의 조합에 따라 구성되었다. 목표 자극의 속도는 실험 2와 같이 8.36° /s로 고정되었다. 목표 자극은 모든 조건에서 초록색 원의 형태를, 방해 자극은 모두 흰

색 사각형의 형태를 띠었다. 방해 자극은 목표 자극의 상 하단에 제시되었으며 방해 자극 간의 간격은 동일하였다. 위치 정보가 함께 제시되는 두 단서 조건(속도+위치, 속도+역위치)의 경우, 상 하단 각각의 방해 자극들 중 하나가 목표 자극과 같은 초록색 원의 형태를 띠었다. 이는 목표 자극과 방해 자극의 집단화를 촉진하여 시각 장면에 나타나는 전역적 배열을 강조하기 위함이었다. 초록색 원 형태를 지닌 방해 자극이 등장하는 위치는 조건마다 상이하였다. 속도+위치 조건에서 초록색 원 형태의 방해 자극은 목표 자극의 수직 선상에 등장하였다. 방해 자극 속도가 목표 자극보다 빠른 경우, 시간이 지남에 따라 방해 자극의 위치는 항상 목표 자극에 앞서 있었으며 반대의 경우 목표 자극의 뒤에 위치하였다. 속도+역위치 조건에서는 방해 자극이 목표 자극보다 느린 경우, 초록색 원 형태의 방해 자극은 목표 자극보다 앞선 위치에 등장하였으며 반대의 경우 뒤에선 위치에 등장하였다. 이러한 처치는 방해 자극의 속도에 따라 전형적인 위치 배열이 만들어지는 것을 방지하였다(Figure 7).

#### 절차

실험은 총 6블록으로 구성되었으며, 각 단서 조건 당 2블록이 제시되었다. 모든 참가자는 속도 정보만 제시되는 조건을 수행한 뒤, 위치 정보가 동시에 제시되는 두 조건을 수행하였다. 위치 정보가 함께 제시되는 두 조건의 제시 순서는 참가자 간 상쇄 균형을 통해 조정되었다. 움직임 방향의 제시 순서는 LRLRL, RLLRLR 중 하나였으며 이 또한 참가자 간 상쇄 균형을 통해 조정되었다. 본 시행에 앞서 총 12회의 연습 시행이 진행되었으며, 실험 1의 훈련 시행

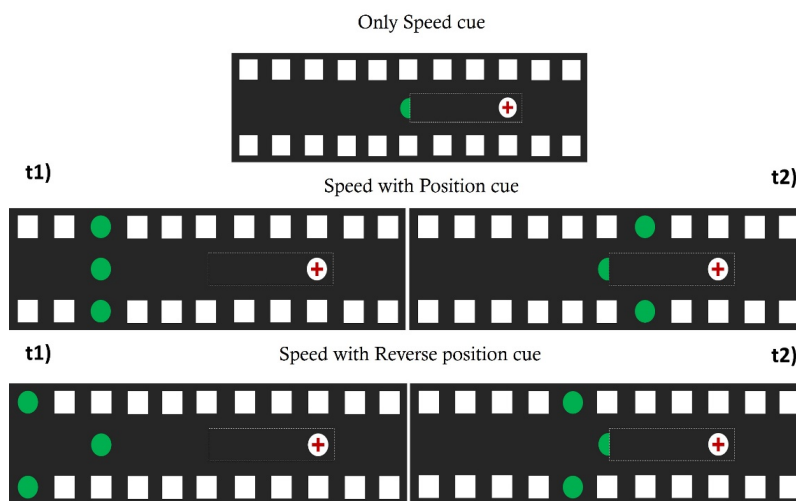


Figure 7. Schematic diagram of cue conditions used in Experiment 3. The illustrated examples represent the anticipated visual scenes at various time points, where the distractor objects move at a speed faster than the target object.

과 같이 피드백이 주어지지 않았다. 이외의 절차는 실험 1과 같았다.

**분석**

실험 1과 같은 정 오차 분석을 진행하였다. 이외는 실험 1과 같았다.

**결과 및 논의**

단서, 방해 자극 속도 그리고 움직임 시간 요인의 정 오차에 대한 반복 측정 분산분석을 실시하였다(Figure 8). 분석 결과, 단서 요인( $F(2,52) = 18.26, MSE = 4.03, \eta^2 = 0.41, p < .001$ ), 방해 자극 속도 요인( $F(1,26) = 10.14, MSE = 0.81, \eta^2 = 0.28, p = .004$ ) 그리고 움직임 시간 요인( $F(2,52) = 7.33, MSE = 4.13, \eta^2 = 0.22, p = .002$ )에 대한 주 효과가 관찰되었다. 단서 요인 주 효과의 경우, 속도, 속도+역 위치 그리고 속도+위치 조건 순으로 정 오차가 증가하였다. 움직임 시간 주 효과의 경우, 추정 시간이 길어질수록 추정된 움직임이 상대적으로 과소평가 되었다. 방해 자극 속도 주 효과의 경우, 실험 1과 2의 결과와 달리 움직임 동조 효과가 나타났다. 방해 자극 속도가 빠른 경우가 느린 경우에 비하여 더 이른 반응을 야기하였다. 단서 요인과 움직임 시간 간의 상호 작용 효과( $F(4,104) = 3.27, MSE = 0.22, \eta^2 = 0.11, p = .014$ )가 관찰되었다. 움직임 시간에 비례하여 추정된 움직임이 과소평가 되는 경향성이 단서 조건에 따라 변화하였다. 속도 정보만 제시되는 조건에서는 움직임 시간이 증가할수록 추정 시간이 감소하였다. 속도+역 위치 조건 또한 움직

임 시간에 따라 추정 시간이 감소하였다. 그러나, 추정 시간이 감소하는 정도가 속도 정보만 제시되는 조건보다 작았다. 속도+위치 조건의 경우, 2초와 4초 조건 사이의 추정 시간 변화가 관찰되지 않았다. 그러나 6초 조건에서의 추정 시간은 급격히 감소하며 속도+역 위치 조건에 수렴하는 모습을 보였다. 이외의 유의한 상호 작용 효과는 관찰되지 않았다 (단서 × 방해 자극 속도;  $F(2,52) = 0.35, MSE = 0.02, \eta^2 = 0.01, p = .706$ , 방해 자극 속도 × 총 움직임 시간;  $F(2,52) = 1.92, MSE = 0.06, \eta^2 = 0.07, p = .157$ , 단서 × 방해 자극 속도 × 총 움직임 시간;  $F(4,104) = 0.39, MSE = 0.01, \eta^2 = 0.01, p = .813$ ).

실험 3에서 추정된 움직임은 단서 요인과 무관하게 움직임 동조 효과가 나타났다. 이는 여러 개의 추가된 방해 자극으로 인해 증가한 시공간 움직임 신호(Spatiotemporal motion energy)를 통해 설명할 수 있다. 지각된 속도는 초기 시공간 움직임 신호의 영향을 받는다(Adelson & Bergen, 1985). 이에 Battaglini(2018)는 움직임 추정 경로에 특정한 움직임 방향을 지니지 않지만 시공간 움직임 신호를 증가시키는 무선 시각 잡음(Random dynamic visual noise; rDVN)을 제시하였다. 분석 결과, 추정 경로에 rDVN을 제시한 조건의 추정된 움직임이 정적 시각 잡음(Static visual noise; SVN)을 제시한 조건보다 과소평가 되었다. 본 실험에서 추가된 여러 개의 방해 자극은 rDVN과 유사하게 시각 장면 내 시공간 움직임 신호를 증가시키는 역할을 수행했을 가능성이 있다. 이 경우 목표 자극의 지각된 속도는 방해 자극의 속도에 의해 유도될 수 있다.

추가된 방해 자극에 의한 효과로 인해 위치 정보가 맥락 효과에 갖는 중요성을 명확히 확인하기 어렵다. 그러나, 위치 정보가 움직임 추정 과정에 독립적인 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 속도 정보만 제시되는 조건과 비교하여 위치 정보가 같이 주어지는 조건에서의 추정 오차가 더 컸다. 이는 속도 정보와 별개로 위치 정보가 움직임을 추정하는 데 추가적인 지각적 부하를 야기함을 의미한다. 또한, 위치 정보와 속도 정보가 상충하는 ‘속도+역 위치’ 조건의 추정 오차는 두 정보가 합쳐지는 ‘속도+위치’ 조건과 속도 정보만 제시되는 조건의 추정 오차 사이에 위치한다. 이는 움직임을 추정하는 과정에서 위치와 속도 정보가 경쟁적 구도를 형성함을 시사하며, 속도 정보와 구별되는 위치 정보의 독립성을 반증한다. 단서 요인과 움직임 시간 간의 상호 작용 효과 또한 위치 정보의 중요성을 뒷받침한다. 세부 조건 t 검정 결과, 움직임 시간이 4초인 조건에서만 ‘속도+위치’ 조건과 ‘속도+역 위치’ 조건 간의 유의한 차이가 나타났다. 이는 실험

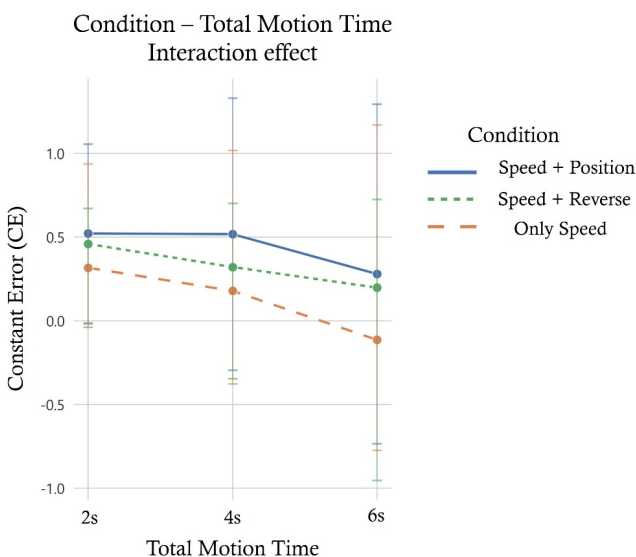


Figure 8. Plot for CE interaction effect in Experiment 3.

2에서 목표 자극과 방해 자극의 거리 차이가 작거나 큰 조건에서 맥락 효과가 관찰되지 않은 결과처럼, 목표 자극과 방해 자극의 거리가 가깝거나 먼 2초와 6초 조건과 달리 4초 조건에서는 전역적 배열이 비교적 명백히 드러나기 때문이라고 볼 수 있다.

### 종합 논의

본 연구는 시각 장면에서 등장하는 다른 물체의 움직임이 추정된 움직임에 영향을 미치는지 확인하고자 하였다. 지각된 움직임에 대한 객체 간 상대적 의존성이 추정된 움직임에도 영향을 미친다면, 목표 움직임의 추정 시간이 다른 물체의 움직임에 따라 증가하거나 감소할 것으로 예상하였다. 이러한 가설은 실험 1과 2에서 관찰된 결과와 부합하였다. 목표 자극과 대비되는 방해 자극의 속도에 따라 추정된 움직임이 변화하는 맥락 효과가 나타났다. 이는 시각 시스템이 움직임을 추정할 때도 물체 간의 관계를 고려한다는 점을 시사한다. 또한, PM 과제에서 관찰된 맥락 효과는 움직임 대비 효과를 따랐다. 방해 자극의 속도가 목표 자극보다 빠를 경우 추정 시간이 증가하고, 방해 자극의 속도가 더욱 느릴 경우 추정 시간이 감소하였다. 이러한 결과는 눈 운동이 아닌 지각된 속도가 추정된 움직임에 주요한 영향을 미친다는 선행 연구를 뒷받침한다(Spering, 2008; Makin, 2018). 또한, 본 연구에서 관찰한 맥락 효과는 객체 간 상대적 의존성에 의해 야기된 목표 물체의 지각된 속도 변화가 추정된 움직임으로 연결될 수 있음을 시사한다.

그러나 실험 1의 결과는 움직임 추정 시간이 단순히 목표 물체의 지각된 속도에만 의존하지 않음을 보여준다. 만일 맥락 효과가 오직 목표 자극의 지각된 속도 변화에 의해 발생한다면, 목표 자극의 자체 속도와 무관하게 목표 자극과 방해 자극의 상대적 속도가 동일할 때 일관된 맥락 효과가 관찰되어야 한다. 그러나 실험 1에서는 방해 물체와 목표 물체 간의 상대적 속도 차이가 동일함에도, 맥락 효과가 나타나거나 나타나지 않았다. 구체적으로, 목표 물체의 속도가 느린 경우 맥락 효과가 관찰되지 않았지만, 속도가 중간이거나 빠른 경우 맥락 효과가 관찰되었다. 이는 지각된 목표 물체의 속도 이외에 추정된 움직임에 영향을 미치는 추가적인 요인이 존재함을 암시한다. 실험 2에서 이러한 가설을 뒷받침하는 증거가 관찰되었다. 실험 1에서 맥락 효과가 목표 물체의 속도에 따라 선택적으로 나타난 결과는 목표 물체와 방해 물체 간의 절대적 속도 차이를 통해 설명할 수 있다. 목표 물체의 속도가 느린 조건에서는 절대적 속도 차이가 작아, 목

표 물체의 지각된 속도가 방해 물체에 의해 크게 변하지 않을 수 있으며, 이에 따라 맥락 효과가 관찰되지 않을 수 있다. 그러나 실험 2의 결과, 절대적 속도 차이가 동일한 경우에도 방해 자극과 목표 자극 간의 거리에 따라 움직임 추정 시간이 변화하였다. 이는 움직임 관찰 단계에서 드러난 목표 물체의 지각된 속도와 함께 목표 자극과 방해 자극 간의 상대적 위치 또한 추정된 움직임에 영향을 미치는 요인임을 시사한다. 실험 3의 결과는 위치 정보가 추정된 움직임에 영향을 미치는 추가적인 요인임을 뒷받침한다. 실험 3에서는 실험 1과 2와 달리, 추정된 움직임이 운동 동조 효과를 따랐다. 이는 여러 개의 방해 자극에 의해 증가한 초기 움직임 신호의 결과로 예상된다. 즉, 움직임 추정 시 주변 맥락이 제공하는 초기 움직임 신호는 목표 물체에 대한 속도 편향을 발생시킬 수 있으며, 이는 전역적 배열이 제공하는 위치 정보의 영향력을 압도하는 것으로 보인다. 그럼에도, 위치 정보는 독립적인 요인으로서 추정된 움직임에 영향을 미친다. 위치 정보가 두드러진 조건에서 그렇지 않은 조건보다 추정된 움직임 시간이 증가하였다. 또한, 위치 정보와 속도 정보가 대립하는 경우, 두 정보의 영향을 타협한 결과가 나타났다. 이는 움직임 추정 시 전역적 위치 배열이 독립적인 정보로서 고려됨을 시사한다.

종합적으로, 본 연구의 결과는 움직임 지각 상황뿐만 아니라 움직임 추정 상황에서도 객체 간 상대적 의존성이 유효하며, 움직임 추정 상황에서는 이러한 의존성이 움직임 지각 상황과는 상이한 방식으로 나타날 수 있음을 시사한다. 충분한 감각 신호가 주어지는 움직임 지각 상황에서는 물체 간 정보 교류가 주로 움직임 신호를 통해 이루어질 수 있다. 시각 장면 속 개별 물체들의 움직임이 전역적 움직임(Global motion)으로부터 위계적 해체(Hierarchical decomposition) 과정을 통해 추론된다는 주장은 이를 뒷받침한다(Bill, 2022). 이때 위계적 해체 과정은 주로 움직임 신호를 통해 이루어진다. 반면, 움직임 신호가 부재한 움직임 추정 상황에서는 더욱 다양한 정보의 교류를 통해 객체 간 상대적 의존성이 나타날 수 있다. 본 연구 결과, 물체 간 상대적 위치는 추정된 움직임에 주요한 영향을 미쳤다. 이는 전역적 움직임과 더불어 전역적 위치 배열(Global spatial array)이 움직임 추정 상황에서 객체 간 상대적 의존성을 매개할 수 있음을 시사한다. 본 연구에서 목표 물체와 방해 물체 간의 거리 차이는 움직임이 가려지기 직전 극대화되었다. 이때 전역적 위치 배열은 최신의 정보로서 이후 움직임을 추정하는 데 추가적인 단서로 작용하였을 수 있다. 예를 들어, 방해 자극이 앞서 있는 형태는 방해 자극이 목표 자극보다 빠른 물체임을 상기

시킬 수 있으며, 이는 움직임 추정 시간을 감소시킬 수 있다. 이처럼 가용할 수 있는 움직임 신호가 제한된 움직임 추정 상황에서 위치 정보가 주요한 역할을 할 수 있다는 점은, 궤적을 포함한 움직임처럼 움직임 신호만으로 실제 움직임을 추론하기 어려운 상황에서 위치 정보가 활용된다는 Kwon(2015)의 주장에 의해 뒷받침될 수 있다. 또한, 관찰 간 거리 등과 같은 전역적 형태를 결정하는 요인이 생물학적 움직임에 대한 탐지 민감도를 조절한다는 선행 연구는 전역적 위치 배열에 의해 추정된 움직임이 결정될 수 있음을 지지한다(Thurman & Lu, 2013; Thirkettle & Scott-Samuel, 2009).

추가로 본 연구 결과를 통해 맥락 효과의 기제에 대하여 고려할 만한 사항들이 나타났다. 실험 2에서 거리 차이가 가장 컸던  $+18.65^\circ$  조건과  $-18.65^\circ$  조건에서는 방해 자극의 효과가 사라졌다. 두 조건 모두 방해 자극과 목표 자극의 위치가 가장 큰 시각도 차이를 가진다는 공통점이 있다. 만일 참가자가 과제를 수행할 때 목표 자극에 눈을 고정했다면, 목표 자극이 가려지는 시점에 방해 자극은 참가자의 주변 시야 부근에 위치하게 된다. 이는 방해 자극이 중심 시야 혹은 주변 시야 부근에 위치하는지 여부가 맥락 효과를 조절하는 요인일 수 있음을 시사한다. 따라서 망막 위상에 따른 신경학적 표상의 차이가 추정된 움직임에 미치는 영향을 알아볼 필요가 있다. 또한, 본 연구에서는 위치 정보가 맥락 효과에 미치는 영향을 명확히 알기 어려웠다. 실험 3에서 추가된 방해 자극의 효과로 인하여 위치 정보가 야기하는 맥락 효과의 변화를 관찰하지 못하였다. 이에 따라 추후 연구에서는 위치 정보만 제공하였을 때 추정된 움직임의 변화를 확인하는 연구를 제언한다. 목표 자극이 가려지는 시점에 방해 자극이 잠시 깜빡이는 자극을 구성한다면, 주변 움직임이 제공하는 속도 정보를 통제하며 전역적 배열이 형성되는 장면을 연출할 수 있다. 잠시 등장하는 방해 자극의 위치에 따라 추정된 움직임이 움직임 대비 효과를 따른다면, 맥락 효과의 기제로 위치 정보를 지목할 수 있을 것이다.

## References

- Adelson, E. H., & Bergen, J. R. (1985). Spatiotemporal energy models for the perception of motion. *Josa a*, 2, 284-299.
- Albright, T. D., & Stoner, G. R. (1995). Visual motion perception. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 92, 2433-2440.
- Anstis, S., & Kim, J. (2018). The field-size effect: Short motions look faster than long ones. *Vision research*, 146, 32-40.
- Baker, D. H., & Graf, E. W. (2010). Contextual effects in speed perception may occur at an early stage of processing. *Vision research*, 50, 193-201.
- Battaglini, L., & Ghiani, A. (2021). Motion behind occluder: Amodal perception and visual motion extrapolation. *Visual Cognition*, 29, 475-499.
- Battaglini, L., & Mioni, G. (2019). The effect of symbolic meaning of speed on time to contact. *Acta psychologica*, 199, 102921.
- Battaglini, L., Campana, G., & Casco, C. (2013). Illusory speed is retained in memory during invisible motion. *i-Perception*, 4, 180-191.
- Battaglini, L., Maniglia, M., Konishi, M., Contemori, G., Coccaro, A., & Casco, C. (2018). Fast random motion biases judgments of visible and occluded motion speed. *Vision research*, 150, 38-43.
- Battaglini, L., Mioni, G., Casco, C., Contemori, G., & Konishi, M. (2021). Probing the effect of the expected-speed illusion. *Psychological Research*, 85, 2782-2791.
- Baurès, R., Bennett, S. J., & Causer, J. (2015). Temporal estimation with two moving objects: overt and covert pursuit. *Experimental brain research*, 233, 253-261.
- Bennett, S. J., Baures, R., Hecht, H., & Benguigui, N. (2010). Eye movements influence estimation of time-to-contact in prediction motion. *Experimental brain research*, 206, 399-407.
- Bill, J., Gershman, S. J., & Drugowitsch, J. (2022). Visual motion perception as online hierarchical inference. *Nature communications*, 13(1), 7403.
- Chang, C. J., & Jazayeri, M. (2018). Integration of speed and time for estimating time to contact. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115, E2879-E2887.
- De'Sperati, C., & Thornton, I. M. (2019). Motion prediction at low contrast. *Vision Research*, 154, 85-96.
- Duncker, K. (1938). Induced motion.
- Gibbon, J. (1977). Scalar expectancy theory and Weber's law in animal timing. *Psychological review*, 84, 279.
- Gorea, A., Pappathomas, T. V., & Kovacs, I. (1993). Motion perception with spatiotemporally matched chromatic and achromatic information reveals a "slow" and a "fast" motion system. *Vision Research*, 33, 2515-2534.
- Johansson, G. (1950). Configurations in the perception of

- velocity. *Acta Psychologica*.
- Johansson, G. (1973). Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Perception & psychophysics*, 14, 201-211.
- Johansson, G. (1975). Visual motion perception. *Scientific American*, 232, 76-89.
- Jun, Z., Su-Ling, Y., & De Valois, K. K. (1993). Motion contrast and motion integration. *Vision Research*, 33, 2721-2732.
- Khoei, M. A., Masson, G. S., & Perrinet, L. U. (2013). Motion-based prediction explains the role of tracking in motion extrapolation. *Journal of Physiology-Paris*, 107, 409-420.
- Kim, J., & Wilson, H. R. (1997). Motion integration over space: interaction of the center and surround motion. *Vision research*, 37, 991-1005.
- Kwon, O. S., Tadin, D., & Knill, D. C. (2015). Unifying account of visual motion and position perception. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112, 8142-8147.
- Lejeune, H., & Wearden, J. H. (2009). Vierordt's The Experimental Study of the Time Sense (1868) and its legacy. *European Journal of Cognitive Psychology*, 21, 941-960.
- Lyon, D. R., & Waag, W. L. (1995). Time course of visual extrapolation accuracy. *Acta psychologica*, 89, 239-260.
- Makin, A. D. (2018). The common rate control account of prediction motion. *Psychonomic Bulletin & Review*, 25, 1784-1797.
- Makin, A. D., Poliakoff, E., Chen, J., & Stewart, A. J. (2008). The effect of previously viewed velocities on motion extrapolation. *Vision research*, 48, 1884-1893.
- Matsumiya, K., & Shioiri, S. (2015). Smooth pursuit eye movements and motion perception share motion signals in slow and fast motion mechanisms. *Journal of vision*, 15, 12-12.
- Nawrot, M., & Sekuler, R. (1990). Assimilation and contrast in motion perception: Explorations in cooperativity. *Vision research*, 30, 1439-1451.
- Nawrot, M., & Sekuler, R. (1990). Assimilation and contrast in motion perception: Explorations in cooperativity. *Vision research*, 30, 1439-1451.
- Nishida, S. Y., Kawabe, T., Sawayama, M., & Fukiage, T. (2018). Motion perception: From detection to interpretation. *Annual review of vision science*, 4(1), 501-523.
- Oberfeld, D., & Hecht, H. (2008). Effects of a moving distractor object on time-to-contact judgments. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34, 605.
- Oberfeld, D., Hecht, H., & Landwehr, K. (2011). Effects of task irrelevant texture motion on time-to-contact judgments. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 73, 581-596.
- Peirce J. W. (2009). Generating stimuli for neuroscience using PsychoPy. *Frontiers in Neuroinformatics*, 2 (10), 1-8.
- Peterken, C., Brown, B., & Bowman, K. (1991). Predicting the future position of a moving target. *Perception*, 20, 5-16.
- Qin, K., Liu, Y., Liu, S., Li, Y., Li, Y., & You, X. (2023). Neural mechanisms for integrating time and visual velocity cues in a prediction motion task: An fNIRS study. *Psychophysiology*, e14425.
- Spering, M., & Gegenfurtner, K. R. (2007). Contrast and assimilation in visual motion processing for perception and smooth pursuit eye movements. *Journal of Vision*, 7, 99-99.
- Tresilian, J. R. (1995). Perceptual and cognitive processes in time-to-contact estimation: Analysis of prediction-motion and relative judgment tasks. *Perception & Psychophysics*, 57, 231-245.
- Vicovaro, M., Noventa, S., & Battaglini, L. (2019). Intuitive physics of gravitational motion as shown by perceptual judgment and prediction motion tasks. *Acta psychologica*, 194, 51-62.



## 과제 무관 방해 자극이 움직임 추정 시간에 미치는 영향: 맥락 효과를 중심으로

이주호<sup>1</sup>, 남종호<sup>1</sup>

<sup>1</sup>가톨릭대학교 심리학과

본 연구는 주변 물체의 움직임이 가려지는 물체의 움직임을 추정하는 움직임 추정 과제 수행에 미치는 영향에 대해 알아보았다. 실험 1에서는 목표 자극과 방해 자극의 상대적인 속도 차이가 움직임 추정 시간에 미치는 영향을 탐구하였다. 또한 주변 맥락의 영향이 인지적 효과인지 알아보기 위해 본 시행 전 훈련 시행을 실시하였다. 움직임 추정 과제에서 맥락 효과가 관찰되었고, 반복된 훈련 시행에도 맥락 효과가 유지되었다. 실험 2에서는 맥락 효과가 움직이는 물체들 간의 거리로 인해 야기되는지 알아보기 위해, 방해 자극의 속도를 목표 자극 속도에 가산하여 실험을 진행하였다. 움직이는 물체들 간의 거리가 증가할수록 맥락 효과의 크기가 증가하였다. 실험 3에서는 맥락 효과의 기제를 알아보기 위해 여러 개의 방해 자극을 추가하여 주변 맥락이 제공하는 속도 정보와 위치 정보를 독립적으로 조작하였다. 추정 시간은 움직임을 관찰하는 시기에 가능했던 단서의 유형에 따라 달랐다. 본 연구는 다른 물체의 움직임이 가려지는 물체의 움직임 추정 시간에 영향을 미침을 확인하였다. 본 연구 결과는 물체들이 이루는 전역적 위치 배열이 움직임 추정에 중요한 역할을 한다는 것을 시사한다.

**주제어:** 움직임 추정 과제, 맥락 효과, 전역적 위치 배열 정보