

움직이는 대상에서의 주의의 대상 효과와 군집화 효과

권 미 경 김 민 식[†]

연세대학교 심리학과

최근 많은 연구자들이 시각적 주의과제에서 대상 효과 혹은 군집화 효과가 나타남을 보였으며, 이러한 대상/군집화 효과를 위치-독립적인 시각 표상에 근거한 후기 선택(late selection)의 증거로 해석해 왔다 (Duncan, 1984 등). 그러나 이들 대다수는 대상이 점유하는 위치에서 실험을 수행하였기 때문에, 대상과 위치의 효과를 독립적으로 측정하는 데 실패했을 가능성이 있다. 본 연구는 대상/군집화 효과를 독립적으로 측정하기 위하여 공간적 단서를 제시한 후 대상을 다른 위치로 이동시켰으며, 대상이 처음 제시된 위치와 대상의 이동된 위치에서 주의의 효과를 측정하였다. 실험 1에서는 대상 효과를 측정하였으며, 실험 2에서는 색에 의한 군집화 효과를 살펴 보았다. 그 결과, 실험 1에서는 대상의 처음 위치에서 위치 효과가, 그리고 이동된 대상에서는 유의하지는 않지만 대상효과의 경향성이 발견되었다. 실험 2에서는 이동된 대상뿐만 아니라 대상의 처음 위치에서도 유의미한 군집화 효과가 발견되었다. 대상의 이동전 위치에서 군집화 효과가 발견되었다는 것은 군집화 효과가 위치 선택 및 초기 선택과 관련이 있음을 시사한다.

주제어 군집화 효과, 대상 효과, 위치 효과

[†] 교신저자 : 김 민 식, (120-749) 서울시 서대문구 신촌동, 연세대 심리학과,
E-mail : kimm@yonsei.ac.kr

우리의 시각 시스템은 매순간 외부 세계로부터 많은 시각적 정보를 입력하지만, 그 처리 능력은 한계가 있어서, 입력한 시각 정보들 중에서 중요한 일부만을 선택적으로 처리한다. 이와 같은 시각 정보의 선택 기제를 시각적 주의(visual attention)라고 한다. 많은 학자들이 이러한 시각적 선택의 존재를 증명해왔지만, 그 선택이 시각적 정보 처리의 어느 단계에서 어떤 표상을 기준으로 이루어지는 지에 대해서는 아직 정확하게 결론을 내리지 못하고 있다. 시각적 선택의 기준에 관해서는 아직 논란중이지만, 지금까지의 경험적 연구들로 미루어보아, 위치와 대상이 시각적 선택에 중요한 역할을 하는 것은 분명한 것으로 보인다.

시각적 정보의 선택이 어떤 표상에 근거하는지를 설명하기 위해서 학자들은 시각 정보 처리 기제가 외부 세계를 그대로 반영한 공간 표상(spatial representation)을 근거로 주의를 할당한다고 제안했다. 즉, 주의를 마치 집중조명(spotlight)이나 스포트라이트처럼 특정 위치를 중심으로 밀집되어 주어지거나 선택된 표상 내에서 이동하며, 그 영역에 놓인 자극들의 처리를 촉진시킨다는 것이다 (Eriksen & St. James, 1986). 이러한 주장은 공간적 단서 패러다임(spatial cuing paradigms)을 이용한 일련의 연구들에 의해 지지를 받아왔다(Eriksen & St. James, 1986; Posner & Cohen, 1984; Posner, Snyder, & Davidson, 1980). 공간적 단서 패러다임이란 피험자들에게 화면에 제시되는 표적을 탐색하거나 보고하도록 한 후, 단서가 주어진 위치(cued location)와 단서가 주어지지 않은 위치(uncued location)에서의 표적에 대한 반응시간 또는 정확률을 비교함으로써 공간적 주의의 효과를 측정하는 것을 말한다. 예를 들어, Posner와 Cohen (1984)은 단서와 표적 자극 사이의 제시시간간격(Stimulus Onset Asynchrony, SOA)이 짧은 경우, 공

간적 단서가 제시되지 않은 위치에 표적이 제시될 때보다 공간적 단서가 제시된 위치에 표적이 제시되었을 때에 표적에 대한 반응이 더 빠르게 나타남을 보였다.

반면 시각정보의 선택이 지각적 군집(grouping)이나 위치와 독립적인 대상(object)을 근거로 이루어질 수 있음을 보인 연구들도 있다. 이 연구들은 시각장(visual scene)이 세부특징(feature)간의 유사성이나 근접성, 좋은 연속성 등에 근거하여 먼저 나누어지고 이러한 분리의 결과로 나타난 지각적 대상에 주위가 주어짐을 제안한다. 이 모형을 지지하는 대표적 증거로는 물리적 위치와 거리만으로는 설명하기 어려운 대상 효과(object effect)가 있다. 여기서 대상 효과란 주위가 주어진 대상이 상대적으로 갖는 이득을 의미한다. 예를 들어, Duncan(1984)은 두 대상에서 각각 한 가지의 속성을 보고하는 과제의 수행이 한 대상에서 두 가지의 속성들을 보고하는 과제의 수행보다 더 어려움을 보고했다. 또한, 색을 이용한 군집화 연구에서도 이 모형을 지지하는 결과가 발견되었다. Baylis와 Driver(1992)는 표적자극과 동일한 색을 지닌 방해자극이 표적자극과 다른 색을 지닌 방해자극보다 더 쉽게 군집화 되어 표적에 더 많은 간섭을 일으킴을 발견하였다. 또한, 이러한 경향은 전자가 후자보다 거리 상으로 더 멀리 위치할 때에도 동일하였다.

한편, 어떤 연구자들은 위치와 대상에 근거한 선택 모형이 서로 배타적인 설명이 아니며, 두 기제가 공존함을 주장하였다. 예를 들어, Egly, Driver와 Rafal(1994)은 두 개의 직사각형 중 한 직사각형의 한쪽 끝에 단서를 제시한 후 표적에의 반응시간을 측정하였을 때, 단서가 제시된 위치에서 상대적으로 반응시간이 빠르게 나타날 뿐 아니라, 단서가 제시되지 않은 위치 중에서도 단서가 제시된 직사각형의 반대쪽 끝(그림 1에서

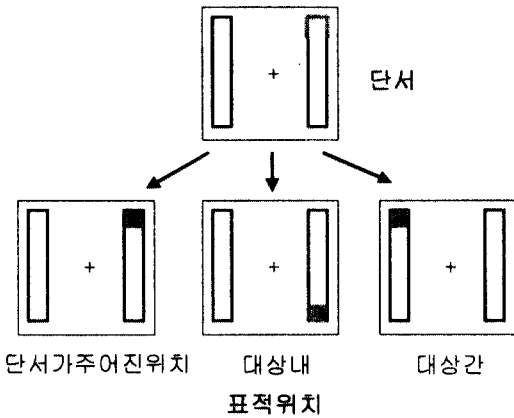


그림 1. Egly 등(1994)의 실험 자극 및 조건. 대상내 조건의 표적위치와 단서가 주어진 위치간의 거리는 대상간 조건의 표적위치와 단서가 주어진 위치간의 거리와 동일하다. 표적에 대한 반응시간은 단서가 주어진 위치, 대상내, 대상간 조건 순으로 빠르게 나타났다.

대상내 조건)에서의 반응시간이 단서 제시 지점으로부터의 동일한 거리에 위치한 다른 대상(그림 1에서 대상간 조건)에서의 반응시간보다 빠르게 나타남을 보였다. Egly 등은 단서 제시 위치에서의 반응 이득을 공간적 단서에 의한 위치 효과로 보았으며, 단서가 제시되지 않은 두 위치간의 반응시간 차이를 위치와 독립적인 대상에 근거한 효과로 보았다. 이 실험에서 사용된 자극과 그에 대한 설명이 그림 1에 제시되었다.

기존의 대상 중심 선택 모형을 지지하는 실험들의 대다수는 대상을 고정된 위치에 제시한 후 그 대상에서의 주의의 효과를 측정하였다(Duncan, 1984; Egly 등, 1994). 그러나 대상이 제시된 특정 위치에서 주의를 측정하는 것은 대상에 기인한 효과뿐만 아니라 그 대상이 점유하고 있는 위치에 기인한 효과를 함께 반영할 가능성이 있으며, 실제로 이에 대한 논의가 있어 왔다(Schendel, Robertson, & Treisman, 2001). 또한, Davis, Driver, Pavani와 Shepherd(2000)는 주의의

대상 효과를 주의의 확산 효과의 한 변형으로 설명하고 있다. 이들은 두개의 대상은 하나의 대상보다 더 넓은 영역과 많은 정보를 포함하게 되므로 주의의 확산 정도가 낮아져 수행이 저하된다고 주장했다.

대상과 위치에 의한 효과를 독립적으로 측정하기 위해서는 대상과 대상이 처음 제시된 위치를 분리시켜야 한다. 이 둘을 분리시키는 한 방법으로 대상을 처음 제시한 위치에서 다른 위치로 이동시키는 방법이 있다. 예를 들어, Tipper, Jerreat과 Burak(1994)은 두 정사각형 중 어느 하나에 단서를 준 후, 이 사각형들을 다른 위치로 이동시켰으므로, 단서가 처음 주어진 위치와 단서가 주어졌던 대상을 분리했다. 이 때, 단서가 주어지고 이동된 사각형은 처음에 단서가 주어진 위치와 물리적으로 다른 위치를 차지하기 때문에, 여기서 발견되는 반응시간의 차이를 대상에 기인한 효과로 가정하였다. 그러나 Tipper 등의 방법은 대상에 근거한 효과 대신 위치에 의한 효과를 측정했을 가능성을 여전히 내포하고 있다. Schendel, Robertson과 Treisman (2001)은 Tipper 등이 사용한 실험 방법이 위치와 독립적인 대상에 기인한 효과를 측정하는 대신 절대적 위치와 구별되는 의미로써의 상대적 위치에 기인한 효과를 측정할 가능성이 있음을 지적했다. 즉, Tipper 등은 두 개의 사각형을 같은 속도로 원의 궤적을 따라 회전시켰는데, 이 때 피험자들이 응시점을 중심으로 참조틀을 회전시켰을 가능성이 있으며, 참조틀의 회전 결과로 단서가 주어진 대상이 이동된 위치는 단서가 주어진 처음 위치에 상응하는 상대적 위치가 된다는 것이다.

만약, 대상에 기인한 효과가 나타날 것으로 기대되는 위치에 기존의 다른 실험에서 발견된 대상 효과가 나타나는 지의 여부를 확인한다면, Schendel 등이 지적한 문제점을 검증하고, 대상과

위치에 기인한 효과를 더 효과적으로 측정할 수 있을 것이다. 본 실험에서는 대상의 이동 패러다임과 Egly 등(1994)의 단서 패러다임을 결합함으로써 대상과 위치 효과를 독립적으로 측정하고자 하였다. 즉, Egly 등이 사용한 직사각형을 제시하고 이들을 다른 위치로 이동시킨 후, 대상이 처음 제시되었던 위치와 이동된 대상이 점유하는 위치 모두에서 Egly 등(1994)이 보인 위치 효과와 대상 효과가 관찰되는 지를 알아보았다(이후부터 대상이 처음 제시되었던 위치를 이동전 조건, 이동된 대상이 점유하는 위치를 이동후 조건으로 명명한다). 이 때, 이동전 조건은 대상이 처음 제시되었던 물리적 공간을 의미하며 대상이 존재하지 않는다는 점에서 위치의 효과만을 보유한다. 반면, 이동후 조건은 대상이 점유하고 있는 지점으로 처음에 대상이 제시되었던 지점과는 다른 위치이다. 그러나 직사각형 자극의 특성상 상대적인 거리 효과가 나타날 수 있으므로 이러한 거리 효과를 이동후 위치 효과라는 용어를 사용하여 함께 관찰하였다.

본 연구의 가설은 다음과 같다. 만약 위치에 의한 선택과 대상에 의한 선택이 모두 존재한다면, 이동전 조건에서 위치 효과가 발견되고 이동후 조건에서 대상 효과가 발견될 것이다. 반면, 극단적 대상 중심적 모형에서 주장하는 것처럼 주의가 대상에 주어지며 위치와 무관한 것이라면 이동전 조건에서 위치 효과가 발견되지 않고 이동후 조건에서 대상 효과가 발견될 것이다. 또한, 위치에 의한 선택만이 존재한다면, 이동전과 이동후 조건 모두에서 위치 효과만 발견될 것이다. 이 가설을 검증하기 위해 실험 1이 수행되었다.

한편, 군집화 효과는 대상 효과와 함께 대상에 근거한 선택의 대표적 증거로 여겨지고 있지만, 이들은 서로 다른 단계에서 일어날 가능성이 있

다. 기존의 많은 연구자들이 지각적 군집과 대상의 분리가 일어난 후 주의가 주어지는 후기선택(late selection)을 가정하였으나(Baylis & Driver, 1992; Moore & Egeth, 1997), 최근 Freeman, Sagi와 Driver (2001)는 군집화에도 주의가 필요하며 초기 선택(early selection)과 관련이 있음을 보고하였다. Freeman 등(2001)은 동일한 방위를 가진 주변자극(flanker)에 주의를 주었을 때 표적에의 반응 수행이 향상되지만, 주의를 주지 않았을 때에는 표적 반응 수행에 이득이 나타나지 않음을 발견했다. 이 결과는 동일한 방위 속성을 통한 군집화가 전주의적으로 일어나지 않으며 주의가 필요함을 시사한다. 또한, Kim과 Cave(2001)는 군집화가 초기 위치 선택에 의해 영향을 받음을 제안하였다. 이들에 따르면, 표적자극에 주의가 주어져 그 위치가 선택될 때 표적자극의 세부 특징들의 상위 수준 표상들의 활성화가 일어나며, 그 후, 같은 세부특징을 공유하는 다른 위치를 선택하는 피드백(feedback) 기제가 발생하여 그 위치가 선택된다. 군집화가 후기 선택의 증거라는 기존의 믿음에 반하는 연구 결과 및 주장들이 있음을 고려할 때, 대상 효과에 관한 실험과는 별도로 군집화 효과에 관한 추가적인 연구가 필요하다. 실험 2에서는 움직이는 대상에서 군집화 효과가 어떻게 나타나는 지를 알아보았다. 기존의 주장처럼 군집화가 전주의적으로 일어난다면, 공통적인 색에 근거하여 군집화가 이루어진 후 공간적 단서가 주어진 대상의 색을 공유한 대상이 우선적으로 선택될 것이다. 그 결과로 이동후 조건에서만 군집화 효과가 발견될 것으로 기대하였다. 반면, 군집화 효과가 위치의 선택 혹은 초기 선택과 관련이 있다면, 단서가 주어진 위치, 즉, 이동전 조건에서 군집화 효과가 발견될 것이다.

실험 1: 주의의 대상 효과

첫 번째 실험은 움직이는 대상에서의 주의의 대상 효과가 어떻게 나타나는 지를 알아보하고자 계획되었다. Tipper 등(1994)의 이동 패러다임과 Egly 등(1994)의 단서 패러다임이 사용되었다. 대상을 이동시킴으로써 대상과 대상이 처음 제시되었던 위치를 분리하고, 분리된 대상과 위치에서 각각 Egly 등이 발견한 대상 효과와 위치 효과가 나타나는 지를 관찰함으로써 대상에 근거한 효과와 위치에 근거한 효과를 측정하였다. 또한, 자극의 크기를 점차적으로 확대, 혹은 축소하여 자극이 앞으로 다가오거나 뒤로 멀어지는 것처럼 지각하도록 유도함으로써, 삼차원적 실제 세계에 보다 유사한 실험 환경을 만들도록 하였다.

만약, 대상의 이동전 조건에서 위치 효과가 발견되고 대상의 이동후 조건에서 대상 효과가 발견된다면, 이것은 위치에 의한 선택과 대상에 의한 선택이 모두 존재함을 시사하는 결과일 것이다. 반면, 이동전 조건에서 위치 효과가 발견되지 않고 이동후 조건에서 대상 효과가 발견된다면, 이는 대상에 의한 선택만이 존재함을 의미할 것이다. 또한, 이동전과 이동후 조건 모두에서 위치 효과만 발견된다면, 이것은 위치에 의한 선택을 지지하는 결과일 것이다.

방법

피험자. 연세대학교에서 교양 심리학 수업을 듣는 학부생 35명이 과목 이수 조건으로 실험에 참가하였다. 모든 피험자는 나안 혹은 교정 시력이 0.8이상의 정상 시력을 보유하고 있으며, 본 실험의 가설과 목적을 알지 못하였다.

장치. 실험 자극을 제시하고 피험자의 반응을

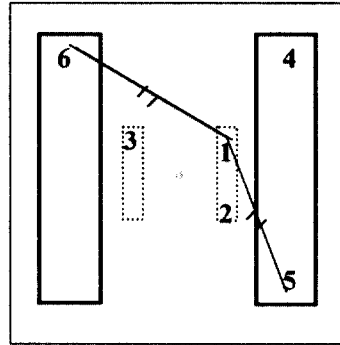


그림 2. 실험 1의 자극 및 표적위치의 예. 단서가 1의 위치에 제시된 경우, 순서대로 1) 이동전 동일위치, 2) 이동전 대상내, 3) 이동전 대상간, 4) 이동후 동일대상, 5) 이동후 대상내, 6) 이동후 대상간 위치로 명명한다.

기록하는 일련이 절차들은 Marlab으로 제작된 프로그램을 통해 IBM호환 Pentium 120개인용 컴퓨터에서 제어되었다. 자극은 LG Flatron 795FT plus 모니터에 제시되었으며, 모니터의 화면 주사율(frame rate)은 75Hz였다. 피험자들은 모니터에서 60cm 떨어진 턱받침 대에 턱을 고정한 채로 자극을 관찰하였고 자판을 통해 반응하였다.

자극. 실험 1의 자극을 그림 2에 도식적으로 제시하였다. Egly 등(1994)의 자극과 유사한 두 개의 직사각형이 자극으로 사용되었다. 자극 제시의 바탕은 검은색이며, 응시점과 자극은 짙은 회색이다. 자극은 응시점으로부터 도형까지의 거리와 도형의 가로, 세로 길이가 같은 비율로 점차적으로 확대 또는 축소되어 제시되었다. 가장 작게 제시되는 자극은 1.01도 x 6.03도 이었으며, 가장 크게 제시되는 도형의 가로 세로는 1.82도 x 10.45도였다. 단서는 두 직사각형의 밝은 회색의 두꺼운 격자로 제시하였으며, 표적은 흰색 정사

각형으로 제시하였다. 이 때, 표적의 크기는 작게 제시될 때는 가로 세로 모두 1.01도이고, 크게 제시될 때는 1.82도로 자극의 크기 변화 비율에 맞추어 변화되었다.

실험 설계 및 절차. 응시점과 그 양 옆에 두 개의 직사각형이 약 1초 동안 제시된 후, 회색 격자 모양의 단서가 약 67ms 동안 주어졌다. 양옆의 두 직사각형이 10개의 장면(frame)에 걸쳐 약 133ms 동안 점차적으로 중앙으로 축소, 혹은 주변으로 확대된 후, 흰 색 사각형이 표적으로 40ms 동안 제시되거나 표적 없이 마지막 장면이 제시되었다.

피험자는 제시된 표적을 발견했을 때 가능한 한 빠르고 정확하게 자판의 'k' 키를 누르고, 표적이 나타나지 않으면 반응을 하지 않도록 지시 받았다. 표적이 제시되고 1.5초가 지나도록 반응이 입력되지 않으면, 그 시행이 취소되고 다음 시행이 곧바로 제시되었다. 표적이 제시되었을 때 반응을 하지 않거나, 표적이 제시되지 않았을 때 반응을 한 경우, 경고음이 울렸다. 실험의 절차는 그림 3에 도식적으로 제시되었다. 표적은 단서가 주어지던 위치(그림 2에서 1)에서 전체 시행의 40%, 단서가 주어지고 이동된 위치(4)에서 40%의 비율로 나타났으며, 단서가 주어지지 않은 나머지 위치(2, 3, 5, 6)에서 각각 5%의 비율로 나타났다.

실험에 앞서, 피험자들은 단서가 제시된 위치에서 표적이 제시될 확률이 높다는 정보가 주어졌으며, 실험 수행 중 눈이나 머리를 움직이지 말고 응시점에만 시선을 고정시키도록 거듭 지시를 받았다.

실험의 본 시행은 자극의 이동방향(확대 또는 축소), 자극의 이동전후, 표적위치(동일 위치 혹은 대상, 대상내, 대상간)조건에 각각의 제시 확률을

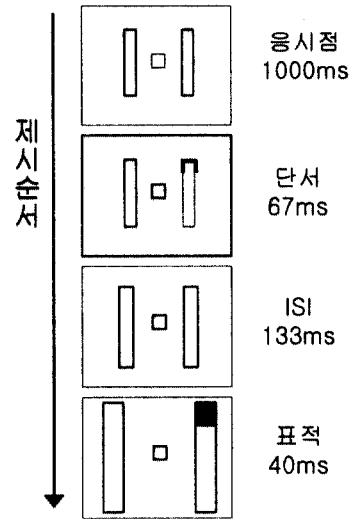


그림 3. 실험 1에서 사용된 단일 시행의 도식적 절차(확대 조건의 예).

곱한 것을 2번 반복한 320시행이었으며, catch trial은 본 시행의 20%에 해당하는 64시행이 주어졌다. 각 조건은 무선적으로 제시되었다. 본 시행이 시작되기 전 무작위로 추출된 10시행이 연습 시행으로 주어졌다. 표적이 제시되는 위치는 다음과 같다. 일차단서가 제시되었던 위치와 물리적으로 동일한 위치(그림 2에서 1), 단서가 제시되었던 직사각형 내의 다른 끝 부분이 있던 물리적 위치(2), 단서가 제시된 직사각형과 이웃한 직사각형의 같은 끝(3), 확대 또는 축소되고 형태상 동일한 위치 (4), 확대 또는 축소된 직사각형 내의 또 다른 끝 부분 (5), 확대 또는 축소된 이웃 사각형의 한 끝 부분(6)의 여섯 부분에서 표적이 나타난다 (이하, 순서대로 이동전 동일위치, 이동전 대상내, 이동전 대상간, 이동후 동일대상, 이동후 대상내, 이동후 대상간으로 부르기로 한다). 이 때 동일한 사각형의 한 끝 부분에서 다른 끝 부분까지의 거리는 두 사각형들간의 거리와 같다. 또한 단서가 제시되었던 지점은 이동후 대상

내 지점과 이동후 대상간 지점으로부터 동일한 거리에 위치하였다.

결과

분석에 사용된 종속 변인은 자극의 이동 방향, 이동전후, 표적위치 조건에 따른 반응시간이었다. 분석에 들어가기 전 반복 제거 절차(iterative trimming procedure)를 통해 각 조건별 평균으로부터 비편중 표준오차 3SD 이상 벗어난 반응시간 들을 제외하였으며, 이 절차를 통해 제거된 자료의 총 비율은 전체 자료의 3.07%였다. 전체 피험자들의 평균 오반응률은 전체 시행의 4.1%이었으며, catch trial의 오반응 평균 비율은 22%였다.

자극의 이동방향(확대 또는 축소), 자극의 이동 전후, 표적위치(동일대상, 대상내, 대상간)를 피험자 내 변인으로 한 2 × 2 × 3 요인설계 결과에 대한 변량분석을 실시하였다. 자극의 이동방향에 따른 반응시간에는 유의한 차이가 없었으며, $p > .1$, 자극의 이동전후와 표적위치에 따른 반응시간의 차이는 각각 통계적으로 유의미하였다 (각각, $F(1, 34) = 17.11, MSE = 1330.48, p < .001$; $F(2, 68) = 8.43, MSE = 1677.01, p = .001$). 유의한 이원상호작용 및 삼원 상호작용은 나타나지 않았다. 구체적으로, 자극의 이동전후 조건에 따른 반응시간 평균은 이동전 조건에서 430ms, 이동후 조건에서 444ms으로 이동전 조건에서 더 빠르게 나타났으며, 표적위치 조건에 따른 반응시간 평균은 동일대상 위치에 표적이 제시될 때 426ms, 대상내 위치에서 439ms, 대상간 위치에서 446ms으로 동일대상, 대상내, 대상간 위치순으로 빠르게 나타났다. 이동전후 조건에서의 각 표적위치 별 반응시간 평균이 그림 4에 도식적으로 제시되었다.

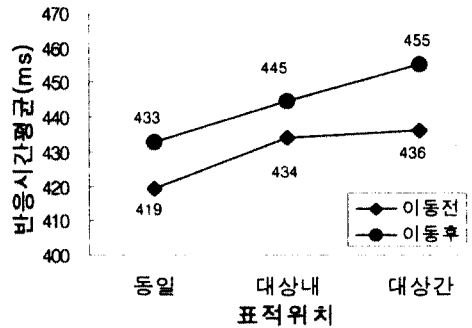


그림 4. 실험 1의 각 표적위치에서의 조건별 반응시간 평균. 동일위치 조건과 대상내 조건간의 반응시간 차이는 주의의 위치 효과를 의미하며, 대상내 조건과 대상간 조건간의 반응시간 차이는 주의의 대상 효과를 의미한다.

Egly 등(1994)이 보였던 주의의 위치 효과와 대상 효과가 대상의 이동전후에서 나타나는 지를 알아보기 위해 이동전후 조건에서의 각 표적위치 별 반응시간을 비교하였다. 이 때, 주의의 위치 효과는 표적위치 조건 중 동일위치 조건과 대상내 조건간의 반응시간 차이로 정의되었으며, 주의의 대상 효과는 대상내 조건과 대상간 조건간의 반응시간 차이로 정의되었다. 분석 결과, 동일 위치 조건과 대상내 조건의 반응시간 차이는 이동전 조건에서 통계적으로 유의하였으며, $F(1, 34) = 7.12, MSE = 546.86, p < .05$, 이동후 조건에서는 통계적으로 유의하지 않았다, $p = .096$. 대상내 조건과 대상간 조건간의 반응시간 차이는 이동전 조건과 이동후 조건 모두에서 통계적으로 유의하지 않았다 (순서대로, 이동전에서는 $p > .67$, 이동후에서는 $p = .086$).

논의

먼저 동일위치(혹은 대상) 조건과 대상내 조건간의 비교를 통한 위치효과는 이동전 위치에서

통계적으로 유의미한 수준에서 관찰되었으며, 이동후 위치에서도 비록 통계적으로 유의미하지는 않았지만 비슷한 경향성($p = .096$)을 보여주고 있다. 이동전 조건에서 동일위치가 대상내 위치나 대상간 위치보다 주의의 이득을 더 보인 것은 시각적 단서가 주어진 동일한 위치에 선택적 주의가 남아있음을 시사한다. 이동후 조건에서는 이러한 동일위치로 인한 주의 이득이 대상의 이동으로 인하여 다소 약화된 것으로 보인다.

대상내 조건과 대상간 조건간의 비교로 정의된 대상효과는 이동전 및 이동후 조건 모두에서 통계적으로 유의미한 수준에 이르지 못했지만, 그림 4에서 보이는 바와 같이 이동후 조건에서 대상효과의 경향성($p = .086$)이 보였다. 즉 이동전 조건에서는 더 이상 대상이 존재하지 않음으로 인하여 대상효과가 거의 나타나지 않지만, 대상이 존재하는 이동후 조건에서는 Egly 등(1994)의 실험 결과와 유사한 대상효과의 경향성을 보여주고 있다.

이러한 결과들은 대상이 처음 위치에서 다른 위치로 움직일 때, 대상이 처음 제시되었던 빈 공간에서 위치에 근거한 시각적 정보의 선택이 일어나며, 동시에 이동하는 대상에서는 대상에 근거한 시각적 정보의 선택도 함께 일어날 수 있음을 시사한다. 이것은 대상에 할당된 주의가 대상이 움직일 때 함께 이동한다는 선행 연구들의 발견과 일치하는 결과이다.

이동방향 요인과 표적위치 요인간의 이원 상호작용과 이동방향, 자극의 이동전후, 표적위치 요인간의 삼원 상호작용이 모두 유의하게 나타나지 않은 것으로 미루어 보아, 위의 경향들은 자극이 확대가 되면서 자극간의 거리가 멀어지든지 자극이 축소가 되어 자극간의 거리가 가까워지든지에 관계없이 동일하게 일어남을 알 수 있다.

실험 2: 군집화 효과

실험 2는 대상에 근거한 주의 선택 모형의 또 다른 증거로 여겨지고 있는 군집화 효과에 대한 재고찰을 위해 계획되었다. 실험 1과 마찬가지로, 대상을 이동시킴으로써 대상의 이동전 위치와 대상의 이동후 위치를 구분한 후, 두 조건에서 군집화 효과가 어떻게 나타나는 지를 알아보았다. 단, 자극의 크기는 변하지 않았으며, 자극간의 거리를 멀어지거나 가까워지도록 함으로써 이차원 평면상에서 대상이 움직이는 것으로 지각되도록 하였다. 만약 기존의 주장처럼, 군집화 효과가 대상에 근거한 후기 선택의 결과라면, 색 정보를 보유한 이동후 조건에서만 군집화 효과가 발견될 것이다. 반면, Kim과 Cave(2001)의 주장처럼, 군집화 효과가 초기 위치선택에 의해 영향을 받는 것이라면, 색 정보를 보유하는 이동후 조건과 색 정보가 처음 제시되었던 이동전 조건 모두에서 군집화 효과가 발견될 것이다.

방법

피험자. 연세대학교 교양 심리학을 듣는 학부생 34명을 대상으로 실험이 수행되었다. 모든 피험자는 나안 혹은 교정 시력이 0.8이상의 정상 시력을 보유하고 있으며, 본 실험의 가설과 목적을 알지 못하였다.

도구 및 자극. 빨간 색 원 2개와 초록색 원 2개가 사용되었다. 이 원의 지름은 1.82도이고, 두께는 0.06도였으며, 이 크기는 실험 조건에 따라 변하지 않고 일정하였다. 이 4개의 원 중 어느 하나의 윤곽이 밝고 굵어지는 단서를 제시하였으며, 단서의 두께는 0.13도였다. 표적은 작은 흰색 원으로 나타났으며, 지름은 0.9도이고 두께는

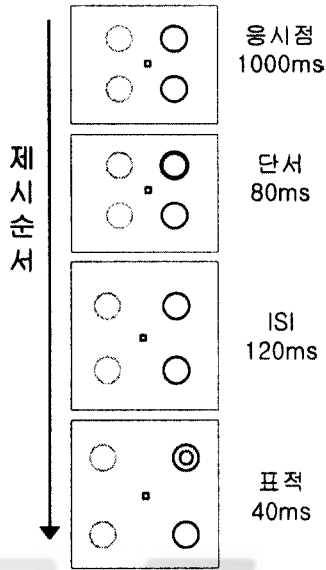


그림 5. 실험 2의 자극 및 실험 절차(떨어지는 조건의 예). 실제 자극은 빨강과 녹색으로 제시되었으며, 위의 그림에서는 각각 회색과 검은색으로 표시되었다. 표적자극은 실제로는 흰색의 작은 원으로 제시되었으며, 위의 그림에서는 짙은 회색으로 표시되었다.

0.13도였다. 이동전 자극과 이동후 자극간의 중심 간 거리는 약 4.3도였다. 실험에 사용된 자극은 그림 5에 도식적으로 제시되었다.

실험 설계 및 절차. 응시점과 그 양 옆 대각선 방향으로 네 개의 원이 약 1초 동안 제시된 후, 윤곽이 밝고 굵어지는 단서가 약 80ms 동안 주어졌다. 네 원이 8개의 장면(frame)에 걸쳐 120ms 동안 중앙에서 바깥쪽으로 혹은 바깥쪽에서 중앙으로 이동하여 응시점으로부터 멀어지거나 응시점으로 가까워지는 것으로 지각되도록 하였다. 흰 색 작은 원이 표적으로 40ms 동안 제시되거나 표적 없이 마지막 장면이 제시되었다. 피험자는

제시된 표적을 발견했을 때 가능한 한 빠르고 정확하게 자판의 'k' 키를 누르고, 표적이 나타나지 않으면 반응을 하지 않도록 지시 받았다. 만약 표적이 제시되고 1.5초가 지나도록 반응이 입력되지 않으면, 그 시행이 취소되고 다음 시행으로 넘어가게 된다. 표적이 제시되었을 때 반응을 하지 않거나, 표적이 제시되지 않은 조건에서 반응을 한 경우, 경고음이 울렸다. 실험 절차는 그림 5에 제시되었다. 표적은 실험 1과 마찬가지로 단서가 주어진 위치와 단서가 주어지고 이동된 위치에서 전체 시행의 80%비율로 나타났으며, 단서가 주어지지 않은 나머지 위치에서 전체 시행의 20%비율로 나타났다. 실험에 앞서, 피험자들은 단서가 제시된 위치에서 표적이 제시될 확률이 높다는 정보를 받았으며, 실험 수행 중 응시점에만 시선을 고정하도록 거듭 지시 받았다.

실험의 본 시행은 자극의 이동 방향(떨어짐/가까워짐), 자극의 이동전후, 표적위치(동일 위치 혹은 대상, 군집내, 군집간), 표적이 제시되는 원의 색(빨강/초록), 군집화 방향(수직/수평)에 각각의 제시 확률을 곱한 640시행이었으며, catch trial은 본 시행의 20%에 해당하는 128시행이 주어졌다. 각 조건은 무선적으로 제시되었다. 표적위치에 대해 좀 더 구체적으로 언급하자면, 동일 위치 조건은 단서가 주어진 위치에 표적이 제시되는 것을 의미하며, 동일 대상 조건은 대상이 이동된 후 처음 단서가 주어졌던 대상의 위치를 의미한다. 군집내 조건은 단서가 주어진 대상과 동일한 색상의 다른 원을 의미하며, 군집간 조건은 단서가 주어진 대상과 다른 색상을 지닌 원의 위치 조건을 의미한다.

결과

자극의 이동 방향, 이동전후, 표적위치 조건에

따른 반응시간이 분석에 사용되었으며, 분석에 들어가기 전에 반복 제거 절차(iterative trimming procedure)를 통해 평균으로부터 비편중 표준오차 3 SD 이상 벗어난 반응시간들을 제외하였다. 이 절차를 통해 제거된 자료의 총 비율은 전체 자료의 1.82%였다. 전체 피험자들의 평균 오반응률은 전체 시행의 3.63%였으며, catch trial의 오반응 평균 비율은 11.98%였다.

어떠한 분석에서도 자극의 색(빨강과 녹색)과 군집화 방향(수평과 수직)에 따른 차이는 나타나지 않았기 때문에 각 자료들은 합쳐서 분석되었다. 자극의 이동방향(멀어짐 혹은 가까워짐), 이동전후, 표적위치(동일 위치 혹은 대상, 군집내, 군집간)에 대한 삼요인 변량분석을 실시하였다. 분석 결과, 자극의 이동방향과 이동전후, 표적위치 조건 각각에 대한 주효과가 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타났다 (순서대로, $F(1,33) = 4.40$, $MSE = 1492.02$, $p < .05$; $F(1,33) = 28.93$, $MSE = 949.52$, $p < .001$; $F(2,66) = 26.17$, $MSE = 788.77$, $p < .001$). 이동방향과 이동전후 조건간의 상호작용이 유의하게 드러났으며, $F(1,33) = 9.34$, $MSE = 1300.95$, $p < .01$, 그 외의 이원 상호작용과 삼원 상호작용은 유의하게 나타나지 않았다, $p > .1$ 구체적으로, 자극의 이동방향 조건에 따른 반응시간 평균은 멀어짐 조건에서 가까워짐 조건보다 더 빠르게 나타났으며, 자극의 이동전후 조건에 따른 반응시간 평균은 이동전 조건이 이동후 조건보다 빠르게 나타났다. 표적위치 조건에 따른 반응시간 평균은 동일대상 위치, 군집내, 군집간 위치순으로 빠르게 나타났다. 이동방향, 이동전후, 표적위치에 따른 반응시간평균이 표 1에 제시되었다. 이동방향과 이동전후 조건간의 상호작용은 이동전 조건에서 이동후 조건에서보다 이동방향에 따른 반응시간 차이가 크게 나타난 것에 기인하는 것으로 보인다.

표 1. 자극의 이동방향, 이동전후 및 표적위치에 따른 반응시간 평균(ms)

	이동전		이동후			
	동일	군집내	군집내	군집간		
멀어짐	516	518	534	533	550	566
가까워짐	531	538	552	534	549	563

대상이 이동되기 전의 위치와 이동된 후의 위치에서 군집효과가 어떻게 나타나는 지를 알아보기 위해 이동전후 조건에서의 각 표적위치 별 반응시간에 대한 사전대비검사(planned comparison)를 수행하였다. 이 때 사용된 각 조건별 반응시간 평균이 그림 6에 제시되었다. 군집화 효과는 표적위치 조건 중 군집내 조건과 군집간 조건간의 반응시간차이로 정의되었다. 분석 결과, 이동전후 조건 모두에서 군집내 조건의 반응시간이 군집간 조건의 반응시간보다 빠르게 나타났으며, $F(1,33) = 8.84$, $MSE = 849.10$, $p < .01$, $F(1,33) = 4.36$, $MSE = 1291.79$, $p < .05$, 이것은 주의의 군집화 효과가 이동전후 모두에서 나타남을 보여준다. 한편, 동

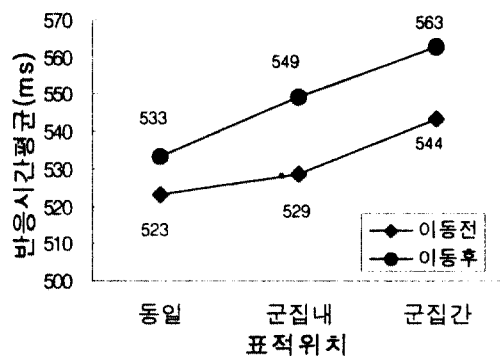


그림 6. 실험 2의 각 표적위치에서의 조건별 반응시간 평균. 이동전후 조건 모두에서 동일위치 조건과 군집내 조건의 반응시간이 군집간 조건의 반응시간보다 빠르게 나타났으며, 이것은 주의의 군집화 효과가 이동전후 모두에서 나타남을 보여준다.

일위치조건과 군집내 조건의 반응시간은 이동전 조건에서는 통계적으로 차이가 없었으나, $p > .05$, 이동후 조건에서는 유의하게 나타났다. $F(1,33) = 6.83$, $MSE = 1291.79$, $p < .05$.

논의

실험 2에서 이동후 조건에서만뿐만 아니라 이동전 조건에서도 색에 의한 군집화 효과가 발견되었다. 대상이 이미 사라진 이동전 조건에서 단서가 주어진 자극과 색을 공유하는 위치에서 다른 색의 자극에 대한 반응 이득이 발견되었다는 것은 색에 기인한 군집화가 일어날 때 표적 자극과 같은 색을 지닌 자극의 위치가 함께 선택됨을 시사한다. 이러한 결과는 위치의 선택과 군집화 효과가 서로 관련이 있음을 보인 Kim과 Cave(2001)의 연구와 일치한다.

자극이 처음 제시된 위치의 중요성은 이동전 조건과 이동후 조건에서의 표적위치간의 반응시간 차이 분석을 통해서도 나타난다.

이동전 조건에서는 동일위치 조건과 군집내 조건간에는 반응시간의 차이가 나타나지 않고 군집내와 군집간 조건과의 반응시간 차이는 크게 나타났다. 이것은 전형적인 군집화 현상의 경향을 보여준다. 반면에, 이동후 조건에서는 군집내와 군집간 조건뿐만 아니라 동일대상과 군집내 조건간에도 반응 시간의 차이도 관찰되었다. 이 결과는 대상이 처음 위치에서 다른 위치로 이동되면 동일한 색에 근거한 군집화 효과가 처음보다 약해지는 것으로 해석할 수 있다.

이러한 경향은 멀어짐과 가까워짐 조건 모두에서 동일하게 나타났다. 한 가지 흥미로운 사실은 자극간의 거리가 가까울수록 군집화가 잘 일어난다는 기존의 가정과 달리, 본 연구에서는 가까워짐 조건에서 자극간의 거리가 멀리 떨어진 곳이

동전 조건)에서 근접한 곳(이동후 조건)보다 군집화 효과가 더 강력하게 나타났다. 이러한 결과는 군집화에 있어서 처음에 자극이 제시된 위치가 자극간의 물리적 거리보다 더 중요한 요인임을 시사한다.

종합 논의

기존의 위치에 근거한 선택 또는 대상에 근거한 선택 모형을 지지하는 연구자들은 일반적으로 대상을 제시한 후 그 대상이 점유하고 있는 위치에서 주의의 효과를 측정하였다. 그러나 대상은 필연적으로 특정 위치를 점유하기 때문에, 대상이 처음 제시된 위치에서 측정된 효과는 대상과 위치의 효과가 혼재된 결과물일 가능성이 있다. 이런 맥락에서, 보다 정확한 측정을 위해, 대상과 대상이 처음 제시된 위치를 분리할 필요가 있으며, 이러한 실험 환경 하에서 기존의 연구들의 재검토가 필요하다.

본 연구는 움직이는 대상에서의 대상 효과와 군집화 효과를 증점적으로 살펴보았다. 대상과 위치에 근거한 효과를 보다 독립적으로 측정하기 위해서, 대상을 처음 제시한 위치에서 다른 위치로 이동시킨 후, 대상의 이동전 위치와 이동후 위치에서 각각 주의의 효과를 측정하였다. 대상의 처음 위치(이동전 조건)와 대상(이동후 조건)을 분리함으로써, 대상 자체에 주의가 주어진다 주장과 대상이라는 세부 속성이 점유하고 있는 위치에 근거하여 선택이 일어난다는 주장을 비교 검증할 수 있었다. 실험 1에서는 대상 효과를 증점적으로 살펴보았으며, 이동전 조건에서 공간적 단서가 주어진 위치와 표적의 위치가 일치하면 일치하지 않는 위치에서보다 표적에의 반응시간이 빠르게 나타났다(위치 효과). 또한, 이동후 위

치에서 단서가 주어진 대상의 반대쪽 끝의 위치에 표적이 제시되었을 때, 동일한 거리의 다른 대상에 표적이 제시되었을 때보다, 통계적으로 유의한 수준에 미치지지는 못하지만, 반응시간이 더 빠르게 나타났다(대상 효과). 이는 시각적 선택이 위치 혹은 대상에 근거하여 배타적으로 이루어지는 것이 아니라, 두 기제가 모두 공존함을 시사한다. 즉, 대상이 다른 위치로 이동하더라도, 주의가 주어졌던 대상은 주의의 이득을 가지며, 그와 동시에 그 대상이 이동하기 전에 위치하였던 공간은 공간적 단서에 의한 이득을 가짐을 의미한다.

한편, 대상 효과와 군집화 효과가 대상에 근거한 선택의 산물이라는 기존의 가정에 따르면, 본 연구에서는 이동후 조건에서만 대상 효과와 군집화 효과가 발견되어야 한다. 그러나, 실험 2에서는 이동전 위치와 이동후 위치 모두에서 공통된 색에 근거한 군집화 효과가 발견되었다. 대상이 이미 사라져 버린 이동전 위치에서 색에 기인한 군집화 이득이 나타났다는 것은 색이라는 세부특징을 지닌 대상 자체뿐만 아니라 그 세부특징을 공유했던 위치에 근거하여 시각적 선택이 일어남을 시사한다.

본 연구에서는 자극을 화면의 중심에서 주변, 혹은 주변에서 중심으로 이동하였기 때문에 이동전후에 따라 자극의 망막이심률(retinal eccentricity)이 다르다. 그러나 이러한 망막이심률이 표적위치간의 반응시간 차이를 가져온 것은 아니다. 만약 본 연구에서 보인 대상 효과, 혹은 군집화 효과가 망막이심률에 기인한다면, 자극이 중심에서 멀어지거나 가까워짐에 따라 표적위치간의 반응시간 경향이 다르게 나타나야 할 것이다. 그러나 본 연구에서는 실험 1과 2 모두에서 자극의 이동방향에 관계없이 동일한 경향을 발견하였으며, 이러한 결과는 본 연구 결과가 단순한 망막이심

률에 기인한 것은 아님을 보여준다.

또한, 실험 2에서 보인 군집화 효과는 색에 기인한 참조틀 효과로 설명할 수 없다. 실험 2에서는 빨간색과 녹색의 자극을 사용하였기 때문에, 색에 따른 상하 또는 좌우 분면을 구분하는 참조틀이 만들어지고 이러한 참조틀 형성의 결과로 색에 따른 반응 시간 차이가 나타난 것이라는 비판이 있을 수 있다. 만약 본 연구의 결과가 참조틀에 의한 결과라면, 이동전후 조건에 관계없이 표적위치 간의 반응시간 차이 경향이 동일하게 나타나야 할 것이다. 그러나 본 연구에서는 이동전 조건에서는 동일위치와 군집내 간의 차이가 거의 없었던 반면에, 이동후 조건에서는 둘 간의 차이가 유의하게 나타났다. 이러한 경향은 멀어짐 조건과 가까워짐 조건에서 동일하게 나타났으며, 이상의 결과는 본 연구에서 나타난 효과들이 단순히 참조틀의 구분에 의해 나타난 것이 아님을 보여준다.

실험 1과 2에서 서로 다른 결과가 나타난 것에 대해서 다음과 같은 해석이 가능하다. 지금까지 여러 연구자들은 암묵적으로 대상은 강력한 군집의 일종으로 가정하였지만, 대상과 군집의 차이는 단순한 군집의 강약 차이 이상일 가능성이 있다. 즉, 후기 선택의 증거로 여겨져 온 대상 효과와 군집화 효과가 사실은 서로 다른 정보 처리 단계에서 일어날 가능성이 있다. Freeman 등(2001)은 주의가 주어진 경우에는 동일한 방위 속성에 따른 이득이 나타나지만 주의가 주어지지 않으면 그 이득이 사라짐을 보임으로써 군집화 현상과 초기 선택의 관련성을 제기하였다. 또한, Kim과 Cave(2001)는 군집화가 초기 위치 선택의 영향을 받는다고 제안하였는데, 그들의 모형을 본 연구의 실험 2에 적용해보면 다음과 같다. 우선 단서가 주어질 때 표적자극의 위치가 선택되고 표적자극의 색과 다른 세부 특징들의 상위 수준의

표상들의 활성화가 일어난다. 그 후, 같은 세부 특징을 공유하는 다른 위치를 선택하는 피드백(feedback) 기제가 발생하여 표적자극과 같은 색의 자극의 위치가 선택된다. 위치가 처음에 선택되기 때문에 동일한 색에 의한 반응 이득이 대상이 존재하는 이동후 조건에서만 아니라 대상이 처음 제시되었던 이동전 조건에서도 나타나게 된다.

실험 1과 실험 2의 결과가 다르게 나타난 것은 사용된 자극의 깊이 차이에 기인할 가능성이 있다. 실험 1은 자극의 크기를 점차적으로 확대하거나 축소시킴으로써 대상이 점차적으로 앞으로 다가오거나 뒤로 멀어지는 것처럼 지각되도록 하여 3차원 깊이와 유사한 실험 환경을 만들었다. 반면, 실험 2에서는 자극의 크기를 변화시키지 않았으며, 2차원 평면상에서 화면의 중심에서 점차적으로 멀어지거나 가까워지도록 제시하였다. 이러한 깊이감의 차이가 시각적 선택에 다른 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 이런 맥락에서, 2차원적 실험 상황과 3차원적 실험 상황에서의 기존의 대상 효과 및 군집화 효과에 관한 후속 연구가 필요하다.

참고문헌

- Baylis, G. C., & Driver, J. (1992). Visual parsing and response competition: The effect of grouping factors. *Perception & Psychophysics*, 51, 145-162.
- Davis, G., Driver, J., Pavani, F., & Shepherd, A. (2000). Reappraising the apparent costs of attending to two separate visual objects, *Vision Research*, 40, 1323-1332.
- Duncan, J. (1984). Selective attention and the organization of visual information. *Journal of experimental Psychology: General*, 113, 501-517.
- Egly, R., Driver, J., & Rafal, R. D. (1994). Shifting visual attention between objects and locations: Evidence from normal and parietal lesion subjects. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123, 161-177.
- Eriksen, C. W., & St. James, J. D. (1986). Visual attention within and around the field of focal attention; A zoom lens model. *Perception & Psychophysics*, 40, 225-240.
- Freeman, E., Sagi, D., & Driver, J., (2001). Lateral interaction between targets and flankers in low-level vision depend on attention to the flankers. *Nature Neuroscience*, 4, 1032-1036.
- Kim, M. S., & Cave, K. R. (2001). Perceptual grouping via spatial attention in a focused-attention task. *Vision Research*, 41, 611-624.
- Moore, C., M., & Egeth, H. (1997). Perception Without Attention: Evidence of grouping under conditions of inattention. *Perception & Psychophysics*, 23, 339-352.
- Posner, M. I., & Cohen, Y. (1984). Components of visual orienting. In H. Bouma & D. Bouwhuis (Eds.), *Attention and Performance X* (pp. 55-56), Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Posner, M. I., Snyder, C. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, 160-174.
- Schendel, K. L., Robertson, L. C., & Treisman, A. (2001). Objects and their locations in exogenous cuing. *Perception & Psychophysics*, 63, 577-594.
- Tipper, S. P., Jereat, L. M. and Burak, A. L. (1994). Object-based and environment-based inhibition of return visual attention. *Journal of experimental Psychology: human perception and performance*, 20, 479-299.

Object Effects and Grouping Effects on Moving Objects

Mee-Kyoung Kwon

Min-Shik Kim

Department of Psychology, Yonsei University

Many studies have shown object effects and grouping effects on visual selection and interpreted them as evidence for the selection from spatially-invariant representations or the late selection (e.g., Duncan, 1984). However, most of them might have failed to measure object effects independently from location effects, because they observed the attentional effects only at the locations which objects occupied. To measure object/grouping effects independently from location effects, we moved objects in the display, and measured the effects both at the old cued locations and at the new locations which objects moved into. We investigated object effect in experiment 1 and grouping effect in experiment 2. In experiment 1, we found location effect at the old cued location and a marginal object effect at the new location. In contrast, grouping effect was found not only at the new location but also at the old cued location. The result suggests that grouping effects may be related to location selection and that grouping effects considered as evidence for late selection might occur in earlier stage.

Key Words grouping effect, object effect, location effect

1차원고접수 : 2002. 10. 8.

2차원고접수 : 2002. 11. 23.

최종게재결정 : 2002. 12. 10.