



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

차 옥 균 교수 지도  
석사학위 청구논문

주의를 준 항목만을 이용한 기억 및  
다양성 판단의 이중과제 수행

2024

성신여자대학교 대학원  
심리학과  
김수연

주의를 준 항목만을 이용한 기억 및  
다양성 판단의 이중과제 수행

차 옥 균 교수 지도

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2023년 11월

성신여자대학교 대학원


심 리 학 과


김 수 연


# 인준서

김수연의 석사학위 논문으로 인준함

2023년 11월

심사위원장 박혜경 

심사위원 진정호 

심사위원 차욱균 

성신여자대학교 대학원

## 논문개요

사람들은 많은 수의 물체로부터 빠르게 통계적 특성(평균, 분산)에 대한 판단을 할 수 있다. 이를 앙상블 판단이라고 하며, 앙상블 판단에 주의 자원이 필요하지 않다는 주장이 존재한다. Bronfman 등(2014)의 연구에서, 참가자들은 4×6 격자에 표시된 다양한 색의 문자들을 보고 단서 행의 문자를 기억하는 과제를 수행하면서 동시에 전체 배열의 색 다양성을 판단할 수 있었으며, 이러한 앙상블 판단은 문자 기억 과제의 수행에 영향을 미치지 않았다. 본 연구에서는 참가자들이 주의를 준 단서 행 주변의 문자들이 앙상블 판단에 중요한 역할을 할 수 있다는 대안적 가설을 검증하였다. 참가자들은 5×5 격자에 표시된 다양한 두께의 문자들을 보고, 배열이 제시되기 전 단서가 주어지는 행(단서 행)의 문자를 기억했다. 배열이 사라진 후, 참가자들은 단서 행 중 하나의 위치에 제시되었던 문자를 보고했고 이어서 전체 문자 배열의 두께 다양성을 판단했다(낮음 대 높음). 실험 1에서는 단서 행으로부터 가까운 2개의 행과 먼 2개의 행의 문자 두께 다양성을 독립적으로 조작했다. 실험 결과, 다양성 판단은 가까운 행의 문자에 의해서 더 많은 영향을 받았다. 실험 2에서는 단서 행의 위와 아래에 간격을 추가함으로써 단서 행과 다른 행들의 문자 사이의 거리를 조작했다. 실험 결과, 단서 행 주변에 간격이 있을 때, 다양성 판단이 덜 정확했다. 본 연구 결과는 주의를 준 행 주변의 문자(주의 창 내의 문자)가 앙상블 판단에 기여하고, 따라서 초점 주의를 필요로 하는 과제를 수행하면서 추가적인 주의 자원 없이 주의 창 안의 자극을 이용하여 앙상블 판단을 수행할 수 있다고 제안한다.

주요어 : 초점 주의, 분산 주의, 앙상블 판단, 주의 창, sperling 패러다임

# 목 차

## 논문개요

<b>I. 서론</b> .....	<b>1</b>
1. 초점 주의(focused attention).....	2
2. 앙상블 지각(ensemble perception).....	6
3. 앙상블 지각과 개별 물체 지각.....	8
4. 앙상블 지각에 필요한 주의.....	12
5. 연구 문제 및 가설.....	16
<b>II. 실험 1</b> .....	<b>17</b>
1. 연구 방법.....	17
1) 연구 참가자.....	17
2) 연구 자극 및 절차.....	18
2. 결과.....	21
<b>III. 실험 2</b> .....	<b>25</b>
1. 연구 방법.....	25
1) 연구 참가자.....	25
2) 연구 자극 및 절차.....	25
2. 결과.....	26
<b>IV. 논의</b> .....	<b>29</b>

## 참고문헌

## ABSTRACT

## 그림 목 차

<그림 1> 실험 1의 실험 조건에 따른 배열 자극의 예.....	19
<그림 2> 실험 1의 과제 절차.....	20
<그림 3> 실험 1의 조건별 “높은 다양성” 응답의 비율.....	24
<그림 4> 실험 2의 실험 조건에 따른 배열 자극의 예.....	26
<그림 5> 실험 2의 조건별 “높은 다양성” 응답의 비율.....	28

# I. 서론

사람들이 일상생활에서 마주치는 많은 장면들은 전경(figure)과 배경(ground)으로 구분될 수 있다. 예를 들어, 공원에서 꽃을 볼 때 꽃은 전경으로 뒤쪽에 있는 잔디는 배경으로 볼 수 있다. 인간의 시각 체계는 배경보다 전경에 더 주의를 기울여 처리하는 경향이 있다(Ren et al., 2006). 그렇지만 사람들은 배경을 구성하는 시각 정보 또한 처리할 수 있다. 배경에는 비슷한 물체가 반복되는 경우가 자주 있다(예, 공원의 풀들, 강의실의 청중). 사람들은 이런 중복되거나 비슷한 물체들의 통계적 특성을 활용해 빠르게 지각하는 능력이 있다(양상불 지각, ensemble perception; Ariely, 2001; Chong & Treisman, 2003; Kacin et al., 2021; Parkes et al., 2001). 예를 들어, 많은 사람들을 대상으로 발표하는 발표자는 특별히 한 사람을 전경으로 보지 않은 채, 사람들이 평균적으로 어떤 정서를 가지고 있는지 빠르게 판단할 수 있고(Haberman & Whitney, 2007, 2009), 청중 속에 여성이 많은지 남성이 많은지 짧은 시간에 판단할 수 있다(Haberman & Whitney, 2007). 일상생활에서 보게 되는 많은 시각 장면은 전경과 배경을 모두 포함하고 있으므로 전경에 모든 주의를 기울이고 배경을 하나도 처리하지 않는 것은 좋은 전략이 아니다. 실제로 배경의 시각 정보는 전경을 지각하는 데 도움을 줄 수 있다(Davenport & Potter, 2004; Ganis & Kutas, 2003; Mudrik et al., 2010). 사람들은 축구장에 있는 축구선수나 성당에 있는 신부와 같이 배경과 일치하는 전경을 배경과 일치하지 않는 전경보다 더 정확하게 지각했다(Davenport & Potter, 2004). Wolfe 등(2011)은 배경에 관한 통계적 정보가 먼저 빠르게 처리되어서 전경에 대한 시각 정보 처리를 안내할 수 있다고 제안하기도 했다. 그렇지만 배경의 통계적 특성을 빠르게 처리하는 동시에 전경의 정보를 지각하기 위해서 사람들이 전경과 배경에 어떻게 주의를 분산하는지는 아직 연구가 많이 진행되지 않았다.

본 연구에서는 전경에 대한 정보 처리가 필요한 과제와 배경에 대한 정보 처리가 필요한 상상블 판단 과제를 동시에 수행할 때 주의가 전경과 배경에 어떻게 분포하는지 연구하여, 상상블 지각 메커니즘에서 주의의 역할을 자세히 살펴보았다. 상상블 지각과 주의의 관계에 대해 알아본 한 연구(Bronfman et al., 2014)에서는 초점 주의(focused attention)가 필요한 주요과제와 상상블 판단이 필요한 이차과제를 사용하였다. 저자들은 주요과제가 충분히 어렵다면, 주요과제를 수행하기 위해 초점 주의가 사용되며, 과제와 관련된 물체(전경) 외에 다른 부분에는 주의가 분포하지 않을 것이라고 가정했고, 따라서 이차과제인 상상블 지각은 주의 없이 처리된다고 주장했다. 본 연구에서는 사람들이 전경에만 주의를 기울이는 것이 아니라 배경에도 주의를 분산시켜 상상블을 판단했을 가능성을 살펴보았다. 전경과 배경에 주의를 분산하여 상상블 판단을 할 수 있다면, 일상적인 시각 장면에서도 물체와 배경(주변 물체들)을 동시에 처리하기 위해 주의를 분산할 수 있을 것이다. 즉, 사람들이 주요 물체에 집중적으로 주의를 기울이면서(초점 주의), 주변 물체들에도 주의를 분산시킬 수 있는지(분산 주의, distributed attention)에 대해서 연구했다. 본 연구를 통해 기존 연구(Bronfman et al., 2014)의 결과에 대한 대안적인 설명을 제공했고, 상상블 지각에서 주의가 하는 역할에 대한 이해를 증진시켰다.

## 1. 초점 주의(focused attention)

사람들은 보고 있는 장면에 주의를 기울이고, 장면에 대한 주관적인 지각 경험을 갖게 된다. 그렇게 주의를 기울인 부분의 시각 정보를 선택적으로 처리하고, 주의를 기울이지 않은 부분의 시각 정보는 처리하지 않는 선택적 주의(selective attention)를 사용하여 정보의 효율적인 처리를 추구한다(Johnston

& Dark, 1986). 배경에 많은 물체들이 존재할 때도 선택적 주의를 사용하여 장면을 지각할 수 있다. 사람들은 처리할 수 있는 정보의 양이 제한되어 있어 모든 정보를 잘 처리할 수 없음에도 불구하고, 주관적으로 모든 사물에 대해 좋은 시각 경험을 가지고 있다고 느낀다(Cohen et al., 2016). 그렇지만 좋은 시각 경험을 가지고 있다고 생각하는 사물도 사실은 잘 처리하지 못하는 경우가 많다. 대표적으로 주변 시야에 존재하는 물체들은 정확하게 처리하지 못한다. Freeman과 Simoncelli(2011)는 주변부의 사물 모양이 일그러져 심하게 왜곡된 이미지를 제시했는데, 참가자들은 대략적인 색과 형태만 보존되면 왜곡된 이미지와 정상 이미지를 구분하지 못했다. 또한, 주변 시야에 제시된 물체 주변에 유사한 물체들이 같이 제시되면 유사한 물체들을 잘 구분해서 보지 못한다(과밀효과, visual crowding; Levi, 2008; Pelli & Tillman, 2008; Whitney & Levi, 2011). 예를 들어, 주변 시야에 “BOARD”와 같은 일련의 문자들이 제시될 때 읽기 어려울 수 있다. 사람들은 “BORAD”와 같이 잘못된 순서로 볼 수 있고, “A”를 아예 보지 못할 수도 있다(Lettvin, 1976).

주변 시야가 아닌 중심 시야에 제시된 물체들도 특정한 부분에 집중적으로 주의를 기울이는 초점 주의(focused attention)를 주지 않으면 사람들은 잘 지각하지 못한다. Rensink 등(1997)의 연구에서 사람들은 빠르게 제시되는 이미지 사이에서 변화를 알아차리지 못했다(변화맹, change blindness). Rensink 등(1997)은 변화맹을 알아보기 위해서 flicker 패러다임을 개발하여 사용하였다. 패러다임에서는 원래의 이미지 A와 수정된 이미지 A'가 번갈아 제시되고, 이미지들 사이에 짧은 공백(blank)이 포함되어 있다. 참가자들은 연속적인 이미지들을 보고, 변화를 탐지하면 버튼을 누르고, 변화의 유형을 보고해야했다. 이미지 사이의 변화는 다음과 같았다: 카페에서 식사를 하는 장면에서 배경 난간이 아래에서 위로 이동하고, 조종석 창문에서 보이는 헬리콥터가 옆으로 이동하는 등의 변화가 발생한다. 연구 결과, 참가자들은 시각적으로 현저한 변

화였지만 알아차리는데 평균적으로 10.9초가 걸렸다. 변화맹은 Levin과 Simons(1997)에서도 나타났다. 실험에서 참가자들은 두 명의 배우가 대화를 하는 영상을 보게 된다. 영상에서 스카프 색이 변하거나 접시의 색이 변화하는 등의 변화가 발생한다. 참가자들은 영상을 보고 바뀐 것이 있는지 응답한다. 10명의 참가자 중 1명만이 변화를 알아차렸다고 응답했다. 이후 참가자들에게 명시적으로 변화를 찾으라고 요청했을 때도 탐지하지 못한 변화가 존재했다. 이는 사람들이 주의를 기울이고 있는 부분이 아닌 곳에서 일어난 변화는 완벽하게 지각하지 못한다는 것을 보여준다. 사람들이 장면에 주의를 기울이더라도 특정 부분에 집중적으로 주의를 기울인다면, 다른 부분에서 일어나는 변화를 알아차리지 못할 수 있다.

중심 시야에 제시되더라도 주로 배경에 해당하는 물체들에 일어나는 변화를 탐지 못하는 것뿐만 아니라 주의를 주고 있는 물체들(또는 사람들)과 같은 공간을 차지하고 심지어 주의를 준 물체들을 가리기까지 하는데도 물체를 알아보지 못하는 경우도 존재한다. Simons와 Chabris(1999)에서 사람들은 종종 물체를 지각하지 못했다(무주의맹, inattention blindness). 참가자들은 영상을 보면서 과제를 수행했다. 영상에서는, 각 3명으로 이루어진 두 팀의 사람들이 나오고, 한 팀은 하얀 색, 다른 팀은 검정 색 옷을 입는다. 그리고 같은 팀끼리 농구공을 주고받는다. 서로 공을 주고받는 사이에, 우산을 든 여성이나 고릴라가 화면을 가로질러 지나간다(예상하지 못한 사건). 참가자들은 두 팀 중 한 팀에 주의를 기울여서, 쉬운 조건에서는 전체 패스의 수가 얼마인지 세야 했고, 어려운 조건에서는 공을 튀기거나, 공중 패스를 별도로 계산해야 했다. 어려운 조건보다 쉬운 조건에서, 고릴라보다 우산을 든 여성을 더 많이 알아차렸지만, 모든 참가자들의 약 절반(45%)은 예상하지 못한 사건을 알아차리지 못했다. 이러한 결과는 사람들이 장면에 대한 정보를 효율적으로 얻기 위해 특정 부분에 주의를 기울이는 초점 주의를 사용한다는 것을 보여주며, 동시에

주의하고 있지 않는 것을 지각하지 못한다는 것을 보여준다.

사람들의 시지각 능력에 한계가 있다는 것을 밝힌 많은 연구에도 불구하고 사람들은 주의를 주지 않은 곳도 잘 보고 있다고 믿는다. 사람들은 주변에서 자신의 시각과 색 지각이 얼마나 나쁜지 깨닫지 못하며(Dennett, 1991), 변화맹 실험에서도 참가자들은 자신이 작은 변화도 알아차릴 것이라 예측하지만 그러한 예측은 과대평가였다(Levin et al., 2000). 구체적으로 Levin 등(2000)의 연구에서 Levin과 Simons(1997)에서 테스트된 시나리오를 설명했을 때, 장면에서 일어나는 접시의 색 변화나 스카프가 나타나거나 사라지는 것을 각각 참가자들의 76.3%, 90.5%가 알아차릴 수 있다고 응답했지만, 실제 실험에서는 변화를 거의 알아차리지 못했다. 사람들이 시각 처리를 과대평가한다는 것은 변화맹에 ‘깜박임(flickering)’을 추가한 연구에서도 밝혀졌다(Scholl et al., 2004). Scholl 등(2004)은 짧은 간격을 포함하여 동일한 이미지를 반복적으로 번갈아 제시했다. 참가자들에게 깜박임 사이에 변화가 추가될 수 있다고 말하며, 변화를 즉시 추가하였다. 참가자들에게 변화가 추가된 시점을 추정하라고 요청했을 때 참가자들은 실제보다 평균 6.35초 후에 변화가 일어난 것으로 추정하였다. 이는 사람들이 시각 시스템의 처리를 과대평가한다는 것을 보여준다. Rivera-Aparicio 등(2021)은 사람들이 지각경험을 과대평가한다는 것을 직접적으로 보여주었다. 실험에서 참가자들은 흐릿한 장면의 이미지를 보고 그 뒤 동일한 이미지가 다른 흐릿한 수준으로 나타났을 때 원래의 이미지와 같아지도록 흐릿한 정도를 조절하라는 요청을 받는다. 참가자들은 실제보다 더 선명하게 이미지를 조절했다. 즉, 인코딩할 때 나타났던 실제 이미지보다 더 높은 품질의 이미지로 잘못 기억하는 경향(생생함 확장, vividness extention)이 나타났다.

## 2. 앙상블 지각(ensemble perception)

사람들이 주관적으로 좋은 지각 경험을 가지고 있다고 믿는 것에는 분산 주의가 어느 정도 기여할 수도 있다. 사람들은 특정 물체나 사람에 집중적으로 주의를 기울여 정보를 처리하기도 하지만, 장면 전체에 주의를 분산해 정보를 처리하기도 한다. 배경에 있는 물체들이 주의를 주는 물체의 처리에 도움이 되기도 하므로(Davenport & Potter, 2004; Ganis & Kutas, 2003; Mudrik et al., 2010) 시각 정보를 효율적으로 처리하기 위해 주의를 분산시킬 필요가 있다. 이러한 분산 주의를 사용하는 대표적인 예가 앙상블 지각이다. 앙상블 지각은 우리가 다양한 물체들을 볼 때, 물체들의 통계적 특성(평균, 분산)을 지각하는 것을 말한다. Ariely(2001)는 평균 구별 패러다임을 사용하여 사람들이 여러 크기의 원이 제시된 디스플레이에서 원의 평균 크기를 판단할 수 있다는 것을 보여주었다. 실험에서 참가자는 다양한 크기의 원들로 구성된 디스플레이를 보고, 하나의 테스트 원이 제시된 디스플레이를 보게 된다. 참가자는 테스트 원의 크기가 이전에 제시된 원들의 평균 크기보다 크거나 작는지 판단해야 했고, 참가자는 원들의 평균 크기를 상당히 정확하게 판단했다. Chong과 Treisman(2003)에서는 개별 원의 지각과 앙상블 지각을 함께 살펴보았다. 실험에서 자극은 디스플레이 중앙의 고정점을 기준으로 왼쪽과 오른쪽에 각각 여러 개, 또는 하나의 원이 제시되었다. 참가자들은 디스플레이 왼쪽과 오른쪽에 크기가 서로 다른 12개의 원이 제시될 때는 어느 쪽의 원들의 평균 크기가 더 큰지 판단했고, 원이 하나씩 제시될 때는 어느 쪽의 크기가 더 큰지 판단해야 했다. 원들의 평균 크기를 비교하는 것은 두 개의 단일 항목을 비교한 것만큼 정확했다. 참가자들은 디스플레이가 50ms동안 제시되었을 때도 원들의 평균 크기를 정확하게 판단할 수 있었다. 사람들이 물체 세트에서 크기 뿐 아니라 다양한 특성의 평균을 추출할 수 있다는 것이 많은 연구를 통해서 밝

혀졌다. 단순하게는 선의 길이(Kacin et al., 2021), 방향(Kacin et al., 2021; Parkes et al., 2001)의 평균을 판단하는 것에서부터, 다양한 회색 음영으로 채워진 점들의 디스플레이를 보고, 이후 제시된 하나의 회색 점이 이전에 제시된 점들의 평균보다 밝은지 어두운지도 판단할 수 있다(Bauer, 2009). 사람들은 고정된 물체뿐만 아니라 움직이는 물체들에서도 물체가 움직이는 속도의 평균을 추출할 수 있고(Emmanouil & Treisman, 2008), 시간에 걸쳐 크기가 변화하는 물체에 대해서도 평균 크기를 지각할 수 있다(Albrecht & Scholl, 2010).

사람들은 단순한 특질뿐만 아니라 고차원의 복잡한 판단을 필요로 하는 특질에서도 통계적 특성을 추출할 수 있다. 예를 들어 얼굴 정서와 정체성 또는 성별(de Fockert & Wolfenstein, 2009; Haberman & Whitney, 2007, 2009)에서 통계적 특성을 추출할 수 있다. de Fockert와 Wolfenstein(2009)에서는 4개의 다른 얼굴이 세트로 디스플레이에 제시된다. 그 뒤 하나의 테스트 얼굴이 제시되고, 참가자들은 테스트 얼굴이 이전에 제시되었던 세트에 존재했는지 존재하지 않았는지 판단해야 했다. 테스트 얼굴로는 이전 세트에 제시되었던 얼굴과 제시되지 않았던 얼굴, 세트의 평균 얼굴이 사용되었다. 참가자들은 이전 세트에 존재했던 얼굴보다 4개 얼굴 세트의 평균으로 만들어진 얼굴이 세트에 존재했다고 반응한 비율이 더 높았다. 이를 통해 얼굴 정체성에 대해서도 사람들이 통계적 특성에 기반한 표현을 사용한다는 것을 알 수 있었고, 이는 사람들이 기억하기 어려운 숫자의 얼굴을 효율적으로 처리하기 위해 통계적 특성을 이용한다는 것을 시사한다. 최근에는 자동차 모델(Cha et al., 2021; Chang & Gauthier, 2022; Sun & Gauthier, 2021)과 새 종(Chang & Gauthier, 2022)에 대해서도 통계적 특성을 추출할 수 있음이 밝혀졌다. 이런 연구들은 다양한 물체의 통계적 특성을 추출하는 것이 가능하고, 사람들이 통계적 특성을 사용하여 배경을 지각할 수 있다는 것을 시사한다.

배경을 효율적으로 처리하기 위해서는 여러 물체의 평균 특성 뿐 아니라 변산(variance)과 같은 다른 통계적 특성도 처리할 수 있다면 좋을 것이다. 실제로 사람들은 물체의 집합에서 변산에 대한 판단을 할 수 있다. 두 세트의 원들이 제시될 때, 어느 쪽의 평균 원이 더 큰지 판단할 수 있을 뿐만 아니라 어느 쪽의 변산이 더 큰지 판단할 수 있다(Cha et al., 2022; Lau & Brady, 2018). Cha와 동료들(2022)은 동일한 물체 특징에 대한 다른 통계적 판단(즉, 평균, 변산)의 관계에 대해서 알아보았고, 서로 다른 통계적 특성을 추출하는 능력이 공통의 메커니즘을 공유한다는 것을 밝혔다. 변산 외에도 다른 통계적 특성에 대해서 알아본 연구가 존재한다. Khayat과 Hochstein(2018)은 크기, 방향, 또는 밝기가 다른 자극(원 또는 선) 여러 개를 순차적으로 제시하고, 두 개의 테스트 자극을 제시하여 어느 것이 제시되었던 것인지 판단하게 했다. 참가자들은 평균 근처의 자극을 많이 선택했고(평균 효과, mean effect), 범위를 벗어난 자극 즉, 제시된 제일 작은 자극보다 더 작거나 제시된 제일 큰 자극보다 더 큰 자극은 잘 선택하지 않았다(범위 효과, range effect). 즉, 최솟값, 최댓값도 통계적 특성으로 추출되어 처리될 수 있다. 또한 Khayat과 Hochstein(2018)의 연구는 순차적인 자극에서도 앙상블 지각이 가능함을 보여주었다. 사람들이 시간에 걸쳐 변하는 배경을 지각할 때 통계적 특성을 사용하여 정보를 처리하기 위해서는 이런 능력이 필수적일 것이다.

### 3. 앙상블 지각과 개별 물체 지각

앙상블 지각은 개별 물체 지각과 다른 과정으로 처리될까? 앙상블 지각은 주로 통계적 처리를 하는 것이므로 개별 물체의 특성을 지각한 후 이를 합쳐서 통계적 특성을 추정한다고 직관적으로 이해될 수 있다. 그렇지만 Haberman과 Whitney(2011)는 그렇지 않다고 제안한다. Haberman과

Whitney(2011)는 개별 물체의 처리가 앙상블 지각의 전제 조건인지에 대해서 알아보았다. 실험에서, 참가자들은 연속적인 두 자극 세트를 보고 두 가지 과제를 수행했다. 자극은 다양한 정서(행복, 중립, 슬픔)로 구성된 16개의 얼굴이  $4 \times 4$  격자에 배치된 세트였고, 첫 번째 세트에서 얼굴 4개의 정서를 바꾸어 두 번째 세트를 만들었다. 예를 들어, 행복한 얼굴 4개가 슬픈 얼굴로 바뀔 수 있었다. 참가자들은 연속적으로 두 세트를 보고, 어떤 세트가 평균적으로 더 행복한지(슬픈지) 판단한 후, 정서가 바뀐 얼굴의 위치를 보고해야 했다. 흥미로운 결과는 정서가 변화된 얼굴의 위치를 보고하지 못한 시행에서도 평균 정서를 판단하는 수행은 우연수준 이상으로 높았다는 것이다. 다시 말해, 참가자들은 정서가 변화된 얼굴의 위치를 정확하게 찾을 수 없었음에도 세트의 평균 정서를 보고할 수 있었다. 이는 개별 물체의 변화를 탐지하는 메커니즘이 앙상블 지각 메커니즘과 어느 정도 독립적임을 시사한다.

또한 앙상블 지각과 개별 물체 지각을 수행하기 위해서 필요한 주의의 분포에도 서로 차이가 있다. Chong과 Treisman(2005)은 통계적 특성을 추출하는 것에 적합한 주의 분포를 알아보았다. 연구에서는 틈이 존재하는 원(C)과 닫힌 원(O)들로 구성된 디스플레이에서 표적을 찾는 시각 탐색 과제로 주의 배치를 통제하였다. 틈이 존재하는 원들 사이에 닫힌 원을 탐색하는 것(직렬 탐색, serial search)은 원 하나하나를 순차적으로 탐색하여 각 항목에 초점 주의를 주게 되는 반면, 원들 사이에 틈이 있는 원을 찾는 것(병렬 탐색, parallel search)은 사물 하나하나에 초점 주의를 주는 대신 화면 전체에 어떤 시각 특질(여기선, 선이 끝나는 모서리)에 분산 주의를 주어 한번에 물체를 찾을 수 있다(Treisman & Souther, 1985). 참가자들은 디스플레이를 보고 탐색 과제를 수행한 후, 이전에 제시된 디스플레이의 평균 원의 크기 또는 제시된 표시(marker)에 위치했던 개별 원의 크기를 판단해야 했다. 실험 결과, 탐색 과제 유형과 크기 판단 유형 사이의 상호작용이 발견되었다. 즉, 개별 원의 크기 판

단은 초점 주의 사용(직렬 탐색) 후에 더 잘했고, 평균 원의 크기 판단은 분산 주의 사용(병렬 탐색) 후에 더 잘했다. 이는 초점 주의가 주로 사용되는 개별 물체 지각과 다르게, 앙상블 지각에서는 분산 주의가 사용된다는 것을 시사한다.

또한 앙상블 지각을 통해 지각한 시각 정보는 개별 물체에 대한 시각 정보와 다른 형태로 작업 기억에 저장된다. 시각 작업 기억의 제한적 용량에 대해서는 많이 연구되었다(Lcuk & Vogel, 1997; Vogel & Machizawa, 2004; Vogel et al., 2001). Vogel 등(2001)은 변화 탐지 과제를 사용하여, 시각 작업 기억의 저장 용량을 알아보았다. 실험 자극으로 동일한 크기의 다양한 색을 가진 사각형들이 무작위 위치에 배치된 배열이 사용되었다. 각 시행에는 기억 배열과 테스트 배열이 존재했고, 테스트 배열은 기억 배열과 동일하거나 기억 배열에서 한 항목의 색이 달라진 배열이었다. 참가자들은 기억 배열과 테스트 배열이 동일한지 다른지 응답해야했다. 배열에 존재하는 사각형의 수를 증가시켜 작업 기억의 용량을 알아본 결과, 평균적으로 3-4개의 물체를 시각 작업 기억에 저장할 수 있다는 것이 밝혀졌다. Brady와 Tenenbaum(2013)에서는 여러 물체를 앙상블로 기억할 수 있도록 하면 다른 결과가 나온다는 것을 보여주었다. 참가자들은 변화 탐지 과제를 수행하여, 두 배열을 순차적으로 보고 두 배열이 동일한지 다른지 응답했다. 최대 12개의 사각형을 사용한 개별 물체의 작업 기억 연구와 다르게, 실험에서는  $5 \times 5$  격자에 배치된 25개 점의 색을 이용하여 변화 탐지 민감도를 측정하였다. 디스플레이에 한 번에 제시되는 물체의 수가 증가함에도 패턴을 사용하여 물체의 색을 앙상블 표현으로 저장할 수 있도록 조작했다. 예를 들어, 무작위로 색이 칠해진 디스플레이는 기억하기 어렵지만, 5개씩 수평으로 동일한 색을 갖는 디스플레이는 기억하기 쉬운 패턴을 가지고 있었다. 일관된 패턴일수록 변화 탐지의 민감도가 증가하는 결과를 보였지만, 패턴이 복잡하거나 색 변화가 일어난 점이 전체적인 패

턴을 크게 바꾸지 않으면 변화 탐지의 민감도가 높지 않았다. 즉, 일관된 패턴일수록 더 많은 물체의 색을 기억할 수 있었다. 이러한 결과는 참가자들이 통계적 정보를 사용하여 더 많은 정보를 작업 기억에 저장한다는 것을 나타내지만, 민감도가 높았던 조건에서도 25개의 개별 물체 모두를 기억한다는 것을 의미하지는 않는다. 참가자들이 개별 물체를 작업 기억에 저장하는 것과 같은 기제를 사용했다면 이러한 결과를 얻을 수 없었을 것이며, 따라서 개별 물체를 작업 기억에 저장했을 때와는 다른 기제를 사용했다는 것을 시사한다.

기존 연구들을 살펴보면, 짧은 시간에 물체를 지각하고, 더 많은 물체를 작업 기억에 저장하는 것과 같이 양상블 지각이 개별 물체 지각보다 뛰어나 보인다. 개별 물체 판단과 비교하여 양상블 지각이 뛰어나 보이는 이유에 대한 설명은 통계가 갖는 특성에서 비롯된다. 개별 물체 표현의 노이즈는 독립적이고 랜덤하기 때문에 평균을 하면 노이즈가 상쇄되어 표현의 평균이 더 정확할 수 있다(Alvarez, 2011). 예를 들어, 앞서 언급된 Chong과 Treisman(2003)에서 디스플레이에는 12개의 원이 제시된다. 개별 원들의 크기에 대한 지각은 상당한 오류가 있을 수 있지만, 지각된 크기의 평균을 계산하면 실제보다 크게 예측한 원, 작게 예측한 원 등이 평균되면서 계산한 평균값이 실제 평균과 가까워질 것이다. 이것은 변산에도 마찬가지로 작용한다. 어떤 개별 물체에 대한 오류는 변산을 증가시키는 방향으로 발생하고, 다른 개별 물체에 대한 오류는 변산을 감소시키는 방향으로 발생하면, 결과적으로 변산은 정확해질 수 있다. 개별 물체 하나하나에 주의를 많이 주지 않은 채로 처리하면 개별 물체 하나의 특성에는 오류가 상당히 크겠지만, 이것을 평균하면 오류가 줄어드는 효과가 있어서 물체 하나만 처리할 때의 오류 수준으로 줄어들 수 있고, 따라서 양상블을 어느 정도의 정확도로 판단하기 위한 주의 자원은 많이 필요하지 않을 수 있다.

#### 4. 앙상블 지각에 필요한 주의

앙상블 지각이 평균 추정 과정에서 노이즈가 상쇄되어 주의 자원을 많이 사용하지 않아도 비교적 정확하게 지각할 수 있다고 설명한 Alvarez(2011)와 다르게, 앙상블 지각이 초점 주의 밖에서 주의 자원 없이도 지각될 수 있다고 주장한 연구자들이 있다(Bronfman et al., 2014). 의식 분야에서는 실제 사람들이 보고할 수 있는 것보다 더 많은 것을 보고 있다는 풍부한-경험(rich-experience) 가설(Block, 1995, 2007, 2011; Lamme, 2006)과 그 반대의 빈곤한-경험(impooverished-experience) 가설(Cohen & Dennett, 2011; Dehaene et al., 2006; Kouider et al., 2010; Tye, 2010)이 존재한다. 사람들은 다양한 물체들이 포함된 시각 장면을 보고, 단지 3-4개의 물체만을 보고할 수 있었다(Luck & Vogel, 1997; Vogel & Machizawa, 2004; Vogel et al., 2001). 풍부한-경험 가설은 사람들이 실제로는 시각 장면에 대한 풍부한 경험을 가지고 있지만, 그것을 보고하기 위해 인출하는 부분에서 제한이 있어 3-4개만을 인출할 수 있다고 주장한다(Block, 2011). 반대로 빈곤한-경험 가설을 주장하는 연구자들은 이러한 현상학적 경험의 풍부함은 환상에 불과하고 인간의 시각 정보 처리 용량은 그보다 부족하다고 주장한다. Bronfman과 동료들(2014)은 앙상블 판단을 이용해 주의를 주지 않은 자극의 특성을 이용한 판단을 내릴 수 있다고 주장했다. 이는 사람들이 자극을 보는 동안 초기 보고에 사용하는 것보다 더 많은 시각적 정보를 경험한다고 주장으로 풍부한-경험 가설과 일치한다. 이러한 주장은 기존 인지 심리에서 정보 처리(information processing)에 주의를 사용된다는 관점과는 다르다(Boduroglu et al., 2009; Huang, 2015; Vartanian et al., 2007). Bronfman과 동료들(2014)은 Sperling 패러다임(Sperling, 1960)의 수정된 버전을 사용했다. 실험에서는, 자극으로 24개의 색이 다양한 문자 배열(4행 6열)이 사용되었다. 참가자들의 주요과제는

단서가 제공된 행(단서 행)의 문자를 보고하는 것이었다. 단서는 기억해야 하는 문자들로 주의를 기울이도록 문자 배열 자극이 제시되기 전에 제시되었다. 이차과제는 단서 행의 색 다양성 또는 단서가 제공되지 않은 나머지 3개의 행의 색 다양성을 판단하는 것이었다. 높은 다양성 조건에서 문자들의 색은 색상환(color wheel)에 고르게 분포한 19개의 색에서 선택되었으며, 낮은 다양성 조건에서 문자들의 색은 색상환의 서로 인접한 6개의 색 중에서 선택되었다. 단서 행의 다양성(낮음, 높음)과 나머지 3개의 행(단서가 아닌 행)의 다양성(낮음, 높음)이 독립적으로 조작되었다. 연구 절차는 다음과 같았다. 우선, 한 행의 크기와 동일한 크기의 직사각형이 단서 행으로 제시된 이후, 문자 배열이 제시되었다. 그 후 문자 하나의 크기와 동일한 정사각형이 단서 행 중 하나의 문자 위치에 나타나고 참가자들은 해당 위치에 제시되었던 문자를 보고해야 했다. 문자를 보고한 후, 참가자들은 단서 행 또는 단서가 아닌 나머지 3개의 행의 다양성 수준(낮음 또는 높음)을 판단해야 했다. 실험 결과, 참가자들은 단서 행에 대한 다양성을 판단하든지 단서가 아닌 행의 다양성을 판단하든지 문자 기억 과제에서 좋은 수행을 보였다. 이는 참가자들이 어떤 조건에서든 주요과제에 필요한 단서 행에 초점 주의를 기울였다는 것을 나타낸다. 다양성 판단 과제 또한 단서 행과 단서가 아닌 행 모두에서 잘 수행되었다. 참가자들은 관련 다양성 수준이 낮을 때 낮다고 응답했고, 다양성 수준이 높을 때 높다고 응답하였다. 이러한 결과는 참가자들이 주요과제에 필요한 단서 행에만 초점 주의를 기울여도 문자를 보고하는 데 필요한 비용 외에 추가적인 자원 없이 단서가 아닌 행들의 다양성을 판단할 수 있다는 것을 시사한다.

Bronfman과 동료들(2014)의 연구 결과에 대해 다른 설명을 제시한 연구자들이 있다. 사람들이 많은 시각적 정보를 경험한다는 주장의 Bronfman과 동료들(2014)의 연구에서는 문자의 색 다양성 판단을 위해 개별 문자의 색에 대한 처리를 기본적으로 가정한다. 하지만, Ward 등(2016)은 개별 문자 색에 대

한 인식이 색 다양성 판단의 전제 조건이 아니라고 제안했다. 즉, 색 다양성을 판단하는 능력은 개별 문자 색의 풍부한 시각적 경험을 동반하지 않을 수 있다고 제안했다. Ward 등(2016)은 Bronfman과 동료들(2014)의 연구에서와 동일한 실험 패러다임을 사용했고, 추가로 개별 문자들에 대한 색 지각을 물어 보았다. 실험 결과, 참가자들은 개별 문자의 색상에 대한 인식이 존재하지 않는다고 명시적으로 보고한 경우에도 색 다양성 판단을 할 수 있었다. 이어진 실험에서는 문자 색의 변화를 알아차리지 못한 경우에도 색 다양성 판단이 가능했다는 가설을 지지하는 결과를 발견했다. 이러한 결과는 색 다양성을 판단하는 능력이 개별 문자의 풍부한 색 경험을 수반하지 않을 수 있음을 시사하고, 이는 위에 언급된 개별 물체의 메커니즘과 앙상블 지각 메커니즘이 어느 정도 독립적임을 시사하는 Haberman과 Whitney(2011)의 결과와도 일치한다.

Jackson-Nielsen 등(2017)은 Sperling 패러다임과 무주의맹 패러다임의 수정된 버전을 함께 사용했다. 연구자들은 처음에는 단일과제로 참가자들에게 문자 기억 과제를 수행하도록 한 후, 블록의 마지막 시행으로 색이 다양한 자극 배열을 제시한다. 자극 배열이 사라진 이후 3지선다(3-Alternative Forced Choice, 3-AFC) 과제를 사용해서 보기 중에서 이전에 제시된 자극과 가장 유사한 것을 고르도록 요청했다. 그 후, 문자 기억 과제와 색 다양성 판단의 이중과제를 요청하고, 블록의 마지막 시행에서는 크기가 다양한 자극 배열을 제시한다. 참가자들은 동일하게 제시된 자극과 가장 유사한 것을 선택한 후, 다음 블록으로 문자 기억 과제와 크기 다양성 판단 과제를 수행하게 된다. 많은 참가자들이 블록의 마지막 시행에서 발생한 과제와 관련 없는 통계적 특성 변화(문자 기억 과제에서 색 다양성 변화, 문자의 색 다양성 판단에서 크기 변화)를 알아차리지 못했으며, 이는 과제와 관련 없는 통계적 특성은 주의 없이 처리되지 않았음을 시사한다. 연구자들은 시각 앙상블이 효율적으로 처리될 수 있지만, 앙상블 통계의 의식적 지각을 위해서는 어느 정도의 주의가 필요

하다고 주장한다.

본 연구에서는 Bronfman과 동료들(2014)의 연구 결과에 대한 대안적인 설명을 제공하고자 했다. 주요과제에 필요한 초점 주의만을 사용하여, 주요과제와 상상블 판단을 할 수 있다고 주장한 Bronfman과 동료들(2014)과 다르게, 본 연구에서는 그러한 결과가 주요과제에 대한 초점 주의뿐만 아니라 관련 자극에도 주의가 분산되어 두 과제를 동시에 수행할 수 있기에 나타났을 것이라 생각했다. 상상블 판단에 주의가 필요한지에 대해서 초점을 맞추었던 이전 연구(Jachson-Nielsen et al., 2017; Ward et al., 2016)와는 다르게, 본 연구에서는 참가자들이 초점 주의가 필요한 하나의 과제와 분산 주의가 필요한 다른 과제를 동시에 수행하는 방법에 초점을 맞춰 연구를 진행하였다. Bronfman과 동료들(2014)의 실험 맥락에서, 참가자들은 단서 행에 주의를 주고, 동시에 다른 행에 있는 문자의 다양성을 판단해야 했다. 대부분의 주의 자원을 단서 행에 사용하되 일부의 주의 자원을 남겨서 단서 행 주변에 분산시킨다면 참가자들은 단서 행의 문자를 기억하는 동시에 단서 행이 아닌 행의 다양성도 판단할 수 있을 것이다. 즉, 주의 창(사람들의 주의가 분포하는 공간적 범위, attentional window)에 단서 행뿐만 아니라 단서 행 주변의 문자들까지 포함된다면, 문자 기억 과제와 동시에 상상블 판단도 할 수 있을 것이다. Bronfman과 동료들(2014)의 연구에서 사용된 패러다임을 동일하게 사용하여 주요과제에 초점 주의를 기울이게 하면서, 문자 배열 자극은 행별로 다양성을 다르게 조작하여, 참가자의 다양성 판단에 단서 행 주변에 있는 문자가 더 큰 영향을 주는지(실험 1), 그리고 다른 문자들이 단서 행에서 멀어지면 다양성 판단 수행이 저하되는지(실험 2) 알아보았다.

## 5. 연구 문제 및 가설

본 연구는 사람들이 전경의 정보와 배경의 정보를 동시에 처리하기 위해 전경과 배경에 어떻게 주의를 분산하는지 알아보았다. 이를 위해 Sperling 패러다임을 사용하여, 참가자들이 문자 기억 과제와 다양성 판단을 동시에 할 수 있는지 살펴보았다. 본 연구의 연구 문제와 가설은 다음과 같다.

**연구 문제 1.** - 단서 행 주변의 문자들(주의 창 내 항목들)이 다양성 판단에 영향을 미치는가?

**가설 1.** - 단서 행 주변의 문자들(주의 창 내 항목들)이 다양성 판단에 단서 행에서 먼 문자들보다 더 큰 영향을 미칠 것이다.

**연구 문제 2.** - 문자들이 단서 행에서 멀어지면(주의 창에 포함되는 항목의 수가 줄어들면), 다양성 판단 수행이 영향을 받는가?

**가설 1.** - 단서 행 주변의 문자들이 단서 행에서 멀어지면(주의 창에 포함되는 항목의 수가 줄어들면), 다양성 판단 수행이 저하될 것이다.

## II. 실험 1

### 1. 연구 방법

실험 1에서는 단서 행 주변의 문자가 다른 문자들보다 다양성 판단에 더 큰 영향을 주는지 알아보았다. 이를 위해 다음과 같은 부분을 제외하고 Bronfman과 동료들(2014)의 연구에서 사용된 것과 동일한 과제를 사용했다. 첫째, 4행 6열의 문자 배열 대신 5행 5열의 문자 배열을 사용했다. 행별로 다양성 판단에 미치는 영향을 자세히 살펴보기 위해, 단서 행에 가장 가까운 두 행의 다양성과 단서 행에서 먼 나머지 두 행의 다양성을 독립적으로 조작했다. 예를 들어, 세 번째 행이 단서 행일 때, 두 번째와 네 번째 행은 가까운 행이고, 첫 번째와 다섯 번째는 먼 행으로 설정되었다. 이 조작을 통해서 가까운 행에 있는 문자가 다양성 판단에 미치는 영향과 먼 행에 있는 문자가 다양성 판단에 미치는 영향을 비교할 수 있었다. 둘째, 온라인으로 실험을 진행하기 위해서 문자의 색 다양성 대신 문자의 두께 다양성을 조작했다. 온라인 실험 참가자들이 사용하는 모니터 사이에 색의 편차가 심할 수 있다는 점을 고려하면 문자의 두께 차이는 문자의 색 차이보다 더 일관성이 있을 것이다. 가까운 행에 주의가 분산되고 주의가 기울여진 문자들(주의 창 내 문자들)이 다양성 판단에 사용되었다면, 가까운 행이 먼 행보다 다양성 판단에 더 많은 영향을 미칠 것이다.

#### 1) 연구 참가자

본 연구는 미국 또는 영국에 사는 만 18세 이상의 성인 총 30명(남성 15명, 여성 15명;  $M_{age} = 38.100$ ,  $SD_{age} = 10.688$ )을 대상으로 진행되었다. 연구 참가

자는 Prolific(<https://prolific.co>)을 통해 모집하였다. Prolific은 온라인으로 실험에 참가할 연구 참가자를 모집하여 실험에 참여하도록 하고, 연구자가 지급한 실험 참가비를 연구 참가자에게 대신 지급해주는 플랫폼이다. 본 실험에 대한 예측할 수 있는 효과 크기에 대한 정보가 없으므로 참가자 수의 적합성을 확보하기 위해, 순차 베이스 요인(Sequential Bayes Factor, SBF) 설계(Schönbrodt et al., 2017)를 사용했다. SBF 설계를 사용하는 실험에서 연구자는 먼저 사전에 결정한 최소 참가자 수 이상의 데이터를 수집하고, 그 이후로는 데이터 수집과 Bayesian 통계 분석을 병행한다. 연구자는 Bayesian 통계 분석의 결과가 사전에 결정한 기준을 만족할 때까지 데이터를 수집할 수 있다. 본 연구에서는 Schönbrodt 등(2017)의 실험 연구 최소 참가자 수 추천에 따라 30명을 최소 참가자 수로 설정했고, 총 30명을 모집했다. 관심 효과에 대한 BF(Bayes Factor)에 대한 역치값(threshold)은 일반적인 기준( $BF > 3$  또는  $BF < .33$ )으로 설정했다. 데이터 수집 계획의 구체적인 세부사항은 사전 등록(pre-registration, <https://osf.io/8wnf6>)에서 확인할 수 있다.

참가자들은 실험 전에 사전 동의서를 읽고 웹 페이지 하단에 “동의함(accept)” 버튼을 눌러 연구에 동의했다. 실험이 끝난 후, 약 7.5 파운드(GBP)의 보상이 주어졌다. 모든 절차는 성신여대 기관생명윤리위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받았다(SSWUIRB-2022-027).

## 2) 연구 자극 및 절차

본 연구는 온라인으로 진행되었다. 연구 참가자는 스스로 선택한 장소에서 개인용 컴퓨터를 이용해서 연구에 참여했다. 연구 참가자는 연구 참여에 동의를 한 후, 인구통계학적 정보(나이, 성별)를 입력하고 본 실험에 참여했다. 연구에 사용되는 모든 시각 자극(그림 1)은 웹 브라우저의 전체 화면 모드에서 제시되며, 참가자는 컴퓨터의 키보드와 마우스를 이용해서 응답했다. 실험은

약 50분 정도 소요되었다.

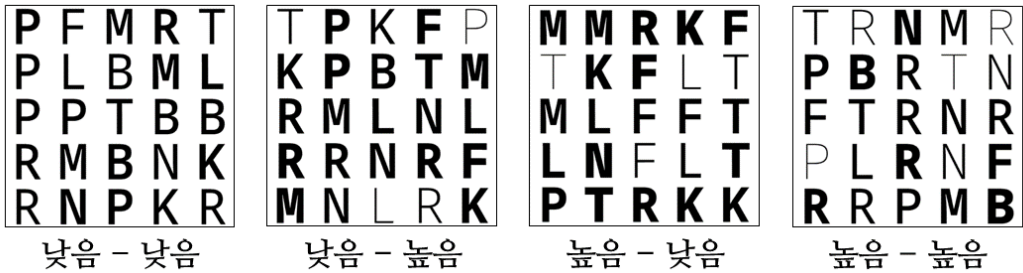


그림 1. 실험 1의 실험 조건에 따른 배열 자극의 예(가까운 행의 다양성-먼 행의 다양성: 낮음-낮음, 낮음-높음, 높음-낮음, 높음-높음 조건; 단서 행은 세 번째 행일 때)

본 연구에서 문자 배열 자극은 5행 5열 격자에 표시된 다양한 문자 두께를 가진 25개의 문자로 구성되었다(그림 1). 이 문자들은 Noto Sans Mono 글꼴로 작성되었으며, B, F, K, L, M, N, P, R, 또는 T의 9개 알파벳 대문자 중 하나로 선택되었다. 9개의 알파벳은 선행연구(Bronfman et al., 2014)를 참고하여 선택되었다. 문자의 두께는 100에서 900사이의 범위(100 단위)에서 선택되었다. 모든 문자는 밝은 회색 배경의 중간에 위치한 흰 사각형(500 × 500 pixels)에 제시되었다. 검은색 테두리의 직사각형(100 × 500 pixels)은 참가자가 기억해야 할 행을 나타냈다. 단서 행(문자 기억 과제와 관련된 행)에 가까운 두 행은 가까운 행으로, 다른 두 행은 먼 행으로 설정되었다. 가까운 행과 먼 행의 문자 두께 다양성을 독립적으로 조작했고, 단서 행의 문자 두께는 다른 4개 행의 평균 문자 두께였다. 따라서 네 조건이 존재한다(가까운 행의 다양성-먼 행의 다양성: 낮음-낮음, 낮음-높음, 높음-낮음, 높음-높음; 그림 1). 다양성이 높은 행의 각 문자 두께는 9개의 값(100-900) 범위에서 무선적으로 선택되었다. 다양성이 낮은 행의 각 문자 두께는 7가지 범위(100-300, 200-400, 300-500, 400-600, 500-700, 600-800, 700-900) 중 하나에서 무선적으로 선택되었다. 즉, 다양성이 낮은 행에 있는 문자는 인접한 3개의 두께 범위 내의 두

계를 가지게 되었다. 낮음-낮음 조건에서는 단서 행을 제외한 4개의 행에 대한 문자 두께는 5개의 범위(200-400, 300-500, 400-600, 500-700, 600-800) 중에서 무선적으로 선택되었다. 이는 쉬운 다양성 판단(즉, 매우 얇거나 매우 두꺼운 문자만을 사용하는 시행)을 막기 위함이었다. 실험은 참가자들이 선택한 컴퓨터에서 실행되었기 때문에, 자극의 물리적 크기(문자 두께 포함)는 참가자에 따라 다르지만 실험 내내 일정하게 유지되었다.

실험 절차는 다음과 같다(그림 2). 참가자들은 단서 행에 있는 문자들을 기억하고 배열 자극에 있는 전체 문자들의 다양성을 판단하는 과제를 수행했다. 시행이 시작되면 디스플레이 중앙에 십자 고정점이 제시되었고(500ms), 각 시행에서 무선적으로 선택된 5개 행 중 하나에 검은색 직사각형(사전 단서)이 제시되었다(300ms). 단서가 사라진 후, 25개의 문자로 이루어진 배열 자극이 제시되었다(300ms). 빈 화면(900ms) 후, 단서가 제공된 행의 5개 문자 중 하나의 위치에 검은색 정사각형이 나타났다. 참가자들은 마우스를 이용하여 화면에 제시된 9개의 알파벳 중 하나를 클릭하여 응답하며, 이 사각형은 참가자들이 응답할 때까지 제시되었다. 참가자들은 이전의 문자 배열에서 해당 위치에 제시된 문자를 보고했고, 응답에 대한 피드백(correct/wrong, 어떤 문자가 제시되었는지에 대한 정보는 없음; 400ms)을 받았다. 피드백은 참가자들을 기억 과제에 더 집중하게 만들었다. 그 후, 참가자들은 모든 행에 있는 문자들의 두께 다양성이 낮은지 또는 높은지 판단했다.

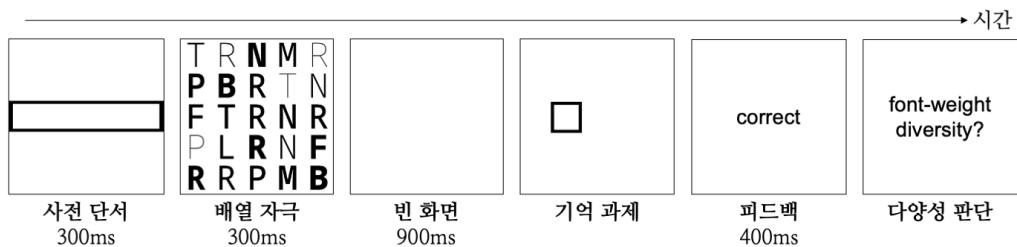


그림 2. 실험 1의 과제 절차

문자 두께 다양성은 각 참가자가 주관적으로 판단했지만, 실험 내내 일관된 기준을 사용하도록 지시받았다. 또한 참가자들은 문자를 보고하는 과제가 더 중요하다는 지시를 받았다.

실험은 2개의 연습 블록과 4개의 실험 블록으로 구성되었다. 참가자들이 실험 절차와 문자 두께 다양성의 범위에 친숙해질 수 있도록 기억 과제로만 구성된 40 시행(첫 번째 연습 블록)과 기억 과제 후 다양성 판단을 수행하는 20 시행(두 번째 연습 블록)의 연습 블록이 있었다. 4개의 실험 블록은 각각 80 시행으로 구성되었으며, 블록 간 30초의 의무적인 휴식 시간이 존재했다.

## 2. 결과

통계 분석은 JASP 소프트웨어를 사용하여 수행되었다(JASP Team, 2022). 분석에서는, 기억 과제에서 우연 수준보다 더 잘 수행한 참가자의 데이터만 사용했다(전반적인 정확도 > 14.06%, 성공 확률이 11.11%인 이항 분포의 단측 95% 신뢰 구간에 의해 결정됨). 실험 1의 참가자들의 기억 과제 정확도는  $M = 0.798$ ,  $SD = 0.140$ 이었고, 총 30명의 참가자들 모두 기억 과제의 정확도가 우연 수준보다 높았다.

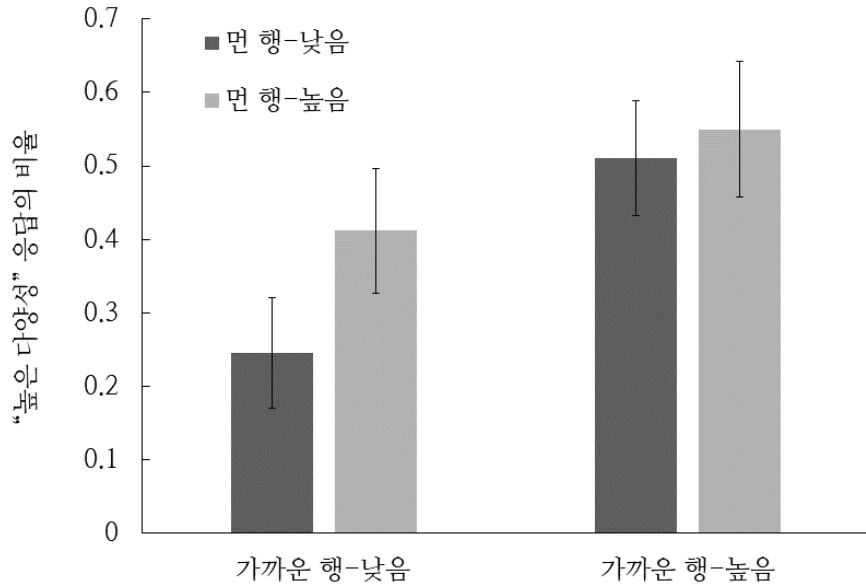
실험 1에는 세 가지 참가자 내 요인이 존재했다: 단서 행 위치, 가까운 행의 문자 두께 다양성(낮음 대 높음), 먼 행의 문자 두께 다양성(낮음 대 높음). 단서 행이 두 번째, 세 번째, 네 번째 행이고 참가자가 기억 과제 수행을 정확하게 보고한 시행에서 다양성 판단에 “높은 다양성”이라고 응답한 비율을 분석했다. 첫 번째 또는 다섯 번째 행이 단서 행인 경우에는 각각 두 번째와 세 번째 행 또는 세 번째와 네 번째 행이 가까운 행이 되며, 이 경우 단서 행에서 가까운 행까지의 평균 거리가 1.5행이 되어 단서 행에서 가까운 행까지의

평균 거리가 1행인 경우(단서 행이 두 번째, 세 번째, 네 번째 행)와 동일하지 않기에 분석에서 제외시켰다. 본 연구에서는 낮음-낮음, 낮음-높음, 높음-낮음, 높음-높음(가까운 행의 다양성-먼 행의 다양성) 조건의 “높은 다양성” 응답의 비율을 계산했다. 모든 조건에서 전반적인 “높은 다양성” 응답의 비율은  $M = 0.432$ ,  $SD = 0.192$ 이었다.

주요 선행 연구(Bronfman et al., 2014)에서는 참가자들은 문자 기억 과제에서 좋은 수행을 보이는 동시에 다양성 또한 잘 판단했다. 구체적으로, 참가자들은 색 다양성이 낮은 조건에서는 다양성이 낮다고 응답했고, 다양성이 높은 조건에서는 높다고 응답했다. 본 실험에서 낮음-낮음 조건은 전체적인 다양성이 낮은 조건으로 선행 연구의 다양성이 낮은 조건과 동일하고, 높음-높음 조건은 다양성이 높은 조건과 동일하다. 따라서 선행 연구와 동일한 낮음-낮음 조건과 높음-높음 조건을 사용하여, 본 연구의 결과가 주요 선행 연구의 결과를 부분적으로 반복 검증하는지 확인하였다. Bayesian 대응표본 t 검정 결과, 낮음-낮음 조건( $M = 0.246$ ,  $SD = 0.200$ )보다 높음-높음 조건( $M = 0.549$ ,  $SD = 0.248$ )에서 참가자들의 “높은 다양성” 응답의 비율이 높았다( $BF_{10} = 63865.684$ ).  $BF_{10}$ 은 두 조건 간 차이가 있는 모델의 가능도(likelihood)를 두 조건 간 차이가 없는 모델의 가능도와 비교한 값이다. 본 실험 결과는 차이가 있는 모델이 맞을 가능성이 차이가 없는 모델에 비해 63865.684배 높은 것을 의미한다.  $BF_{10}$ 가 3에서 10 사이의 값이면 중간 정도의 증거, 10에서 30 사이의 값이면 강한 증거, 30 이상이면 아주 강한 증거를 나타낸다(Lee & Wagenmakers, 2014).

연구 가설 1을 확인하기 위해 두 가지 검증을 수행했다. 먼저, 전체 다양성은 동일하지만 가까운 행의 다양성이 다른 두 조건, 낮음-높음 조건과 높음-낮음 조건의 “높은 다양성” 응답을 비교했다. Bayesian 대응표본 t 검정 결과, 가까운 행의 다양성이 높은 높음-낮음 조건( $M = 0.511$ ,  $SD = 0.210$ )이 가까

운 행의 다양성이 낮은 낮음-높음 조건( $M = 0.412$ ,  $SD = 0.228$ )보다 “높은 다양성” 응답의 비율이 높게 나타났다( $BF_{10} = 53.322$ ). 다음으로 가까운 행과 먼 행의 다양성이라는 두 요인으로 Bayesian 반복측정 분산분석이 수행되었다. 분석 결과, 가까운 행의 문자 두께 다양성의 주효과( $BF_{incl} = 8.472 \times 10^9$ ), 먼 행의 문자 두께 다양성의 주효과( $BF_{incl} = 458.379$ )와 가까운 행과 먼 행의 문자 두께 다양성의 상호작용( $BF_{incl} = 3.871$ )이 나타났다(그림 3).  $BF_{incl}$ 은 두 개의 독립변인과 상호작용을 조합해서 종속변인을 예측하는 다양한 모델을 만들고 각각의  $BF_{10}$ 을 계산했을 때, 모델에 관심 변인이나 상호작용이 추가되면 모델의 데이터를 몇 배 더 잘 설명하는지 나타내는 것이다. 가까운 행의 주효과가 발견되었으므로 가까운 행이 다양성 판단에 사용된다는 것을 알 수 있고, 먼 행의 주효과가 발견되었으므로 먼 행 또한 다양성 판단에 사용되지 않는 것은 아니라는 점을 알 수 있다. 가까운 행과 먼 행의 문자 두께 다양성의 상호작용은 가까운 행의 다양성이 낮을 때 주의 창이 넓어지는 것으로 해석할 수 있다. 본 연구에서 단서 행의 문자들의 두께는 나머지 행들의 평균 두께로 설정되었다. 가까운 행이 낮은 다양성을 가졌을 때는 다양성 판단의 단서가 될 수 있는 문자들, 즉 두께 차이가 큰 문자들을 찾기 위해서 주의 창이 넓어졌을 가능성이 있다. 따라서 가까운 행의 다양성이 낮을 때 주의 창이 넓어지고, 다양성을 더 정확하게 판단할 수 있다.



**그림 3.** 실험 1의 조건별 “높은 다양성” 응답의 비율. 왼쪽의 두 막대는 가까운 행의 다양성이 낮을 때, 오른쪽의 두 막대는 가까운 행의 다양성이 높을 때의 응답을 나타냄. 진한 회색 막대는 먼 행의 다양성이 낮을 때, 연한 회색 막대는 먼 행의 다양성이 높을 때의 응답을 나타냄. 각 막대는 왼쪽부터 낮음-낮음, 낮음-높음, 높음-낮음, 높음-높음 조건을 나타냄. 오차 막대는 표준 오차를 의미함.

## Ⅲ. 실험 2

### 1. 연구 방법

실험 2에서는 단서 행과 나머지 행 사이에 물리적 거리를 조작해, 다양성을 판단해야 할 문자들이 초점 주의에서 멀어지면 다양성 판단이 어려워지는지 알아보았다. 이를 위해 단서 행 위와 아래에 문자 하나 높이의 간격을 추가하여 단서 행과 나머지 행 사이의 거리를 조작했다. 자극에서 문자들의 물리적 간격이 다양성 판단에 영향을 미친다면, 간격 없이 문자가 제시되었을 때보다 간격만큼 띄어서 문자가 제시될 때 문자 두께 다양성을 더 못 판단할 것이다.

#### 1) 연구 참가자

본 연구의 연구 참가자는 Prolific을 통해 미국 또는 영국에 사는 성인을 대상으로 84명 모집되었다. SBF 설계와 실험 1과 동일한 데이터 제외 기준을 사용하여, 총 79명(남성 42명, 여성 36명, 기타 1명;  $M_{age} = 35.987$ ,  $SD_{age} = 12.789$ )이 최종 표본에 포함되었다. 실험이 끝난 후, 참가자들에게 약 5.25 파운드(GBP)의 보상이 주어졌다. 모든 절차는 성신여대 기관생명윤리위원회의 승인을 받았다(SSWUIRB-2022-027).

#### 2) 연구 자극 및 절차

본 연구는 온라인으로 진행되었다. 참가자는 동일하게 컴퓨터의 키보드와 마우스를 이용해서 응답했다. 실험은 약 35분 정도 소요되었다.

자극은 다음과 같은 두 가지 변화를 제외하고는 실험 1과 동일했다. 첫째, 단서가 아닌 행의 다양성은 단서 행과의 거리와 관계없이 모두 같았다. 즉, 행

에 따라서 다른 다양성을 가지는 것이 아니라 단서 행을 제외한 4개의 행이 동일하게 높은 두께 다양성을 갖거나 낮은 두께 다양성을 가졌다. 둘째, 7행 5열의 격자를 사용하였다. 간격이 없는 조건에서는 두 번째 행부터 여섯 번째 행까지 간격 없이 문자가 제시되어 자극은 실험 1과 동일하게 보였다. 간격이 있는 조건에서는 단서 행의 위와 아래 행을 제외하고 첫 번째 행부터 일곱 번째 행까지 문자가 제시되었다(그림 4). 사전 단서는 두 번째 행과 여섯 번째 행 사이에 무작위로 제시되었다.

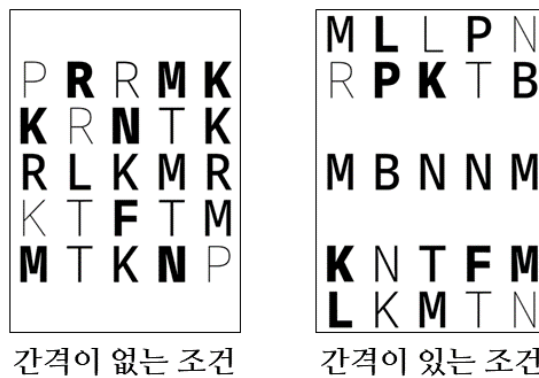


그림 4. 실험 2의 실험 조건에 따른 배열 자극의 예(단서 행은 세 번째 행일 때)

절차는 실험 1과 동일했다(그림 2). 참가자들은 기억 과제와 다양성 판단을 수행했다. 두 개의 연습 블록(기억 과제만 40 시행, 기억 과제와 다양성 판단 20 시행) 후, 참가자들은 각각 60 시행씩 4개의 실험 블록을 수행했고, 블록들 사이에 30초씩 의무적인 휴식 시간이 존재했다.

## 2. 결과

통계 분석은 JASP 소프트웨어를 사용하여 수행되었다(JASP Team, 2022).

데이터 제외 기준은 실험 1과 동일했다. 84명 중 5명 참가자의 정확도는 우연 수준보다 낮게 나타나 분석에서 제외되었고, 총 79명의 데이터가 분석에 사용되었다. 참가자 79명의 기억 과제 정확도는  $M = 0.791$ ,  $SD = 0.124$ 였다.

참가자 내 요인은 다음과 같았다: 단서 행 위치, 단서 행 주변의 간격(없음 대 있음), 단서가 아닌 4개 행의 문자 두께 다양성(낮음 대 높음). 네 가지 조건(간격-다양성: 없음-낮음, 없음-높음, 있음-낮음, 있음-높음)에 대한 “높은 다양성” 응답의 비율을 계산했다. 모든 조건에서 전반적인 “높은 다양성” 응답의 비율은  $M = 0.427$ ,  $SD = 0.211$ 이었다. 단서 행 주변의 간격(없음 대 있음)과 문자의 두께 다양성(낮음 대 높음)의 두 요인으로 Bayesian 반복측정 분산 분석이 수행되었다. 분석 결과, 단서 행 주변의 간격과 문자의 두께 다양성에 따른 “높은 다양성” 응답 비율의 상호작용이 있었다( $BF_{incl} = 3.633$ ). 이러한 결과는 상호작용을 포함하는 모델이 평균적으로 3.633배 데이터를 더 잘 설명한다는 것을 나타낸다. 간격이 없을 때보다 간격이 있을 때, 문자의 두께 다양성이 낮은 조건과 높은 조건 사이의 참가자의 “높은 다양성” 응답 비율 차이가 적었다. 즉, 단서 행 주변의 간격이 있을 때 참가자들의 문자 두께 다양성 판단이 덜 민감해졌다. 상호작용 외에도, 문자의 두께 다양성의 주효과( $BF_{incl} = 1.083 \times 10^{14}$ )가 발견되었다. 이는 다양성이 낮은 조건과 높은 조건에서 “높은 다양성” 응답 비율에 차이가 존재한다는 것으로, 참가자들이 다양성 판단을 정확하게 했다는 것을 보여준다. 단서 행 주변의 간격의 주효과( $BF_{incl} = 0.682$ )는  $BF_{incl}$ 가 1보다 작기 때문에 간격에 따른 “높은 다양성” 응답 비율의 차이가 없다는 모델이 데이터를 더 잘 설명한다. 이는 간격의 존재 자체가 다양성 판단에 영향을 준 것이 아님을 나타낸다. 추가적으로 조건에 따라서 기억 과제의 수행에 차이가 있는지 알아보기 위해, Bayesian 대응표본 t 검정이 수행되었다. 기억 과제는 간격이 없는 조건( $M = 0.770$ ,  $SD = 0.135$ )보다 간격이 있는 조건( $M = 0.811$ ,  $SD = 0.014$ )에서 수행이 좋았다( $BF_{10} = 1506.377$ ).

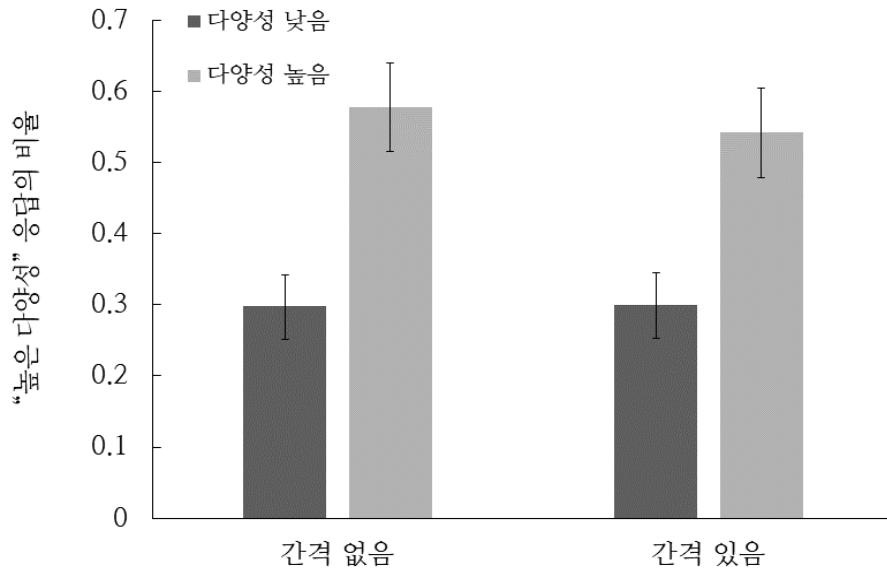


그림 5. 실험 2의 조건별 “높은 다양성” 응답의 비율. 왼쪽의 두 막대는 간격이 없을 때, 오른쪽의 두 막대는 간격이 있을 때의 응답을 나타냄. 진한 회색 막대는 다양성이 낮을 때, 연한 회색 막대는 다양성이 높을 때의 응답을 나타냄. 각 막대는 왼쪽부터 없음-낮음, 없음-높음, 있음-낮음, 있음-높음 조건을 나타냄. 오차 막대는 표준 오차를 의미함.

## IV. 논의

본 연구에서는 사람들이 전경과 배경의 정보를 동시에 처리할 때 주의가 어떻게 분산되는지 살펴보았다. 구체적으로, 사람들이 전경에 주로 주의를 기울이면서(초점 주의), 배경의 물체들에도 주의를 분산시킬 수 있는지(분산 주의)에 대해서 알아보았다. 이를 위해, 참가자들에게 다양한 두께의 알파벳 25개를 5행 5열 배열로 제시하고, 초점 주의가 필요한 기억 과제와 분산 주의가 필요한 상상블 판단 과제를 동시에 수행하도록 요청했다. 실험 1에서는 기억 과제를 수행하는 행(단서 행)에 가까이 위치한 문자와 멀리 위치한 문자가 상상블 판단에 다른 영향을 주는지 알아보기 위해 단서 행과 가까운 행, 먼 행의 문자 두께 다양성을 독립적으로 조작했고, 문자 전체의 다양성에 대한 판단은 가까운 행들의 문자들의 다양성에 더 많은 영향을 받음을 발견했다. 실험 2에서는 단서 행에서 문자가 멀어질수록 상상블 판단이 어려워지는지 알아보기 위해 단서 행과 다른 문자들 사이의 물리적 거리를 조작했고, 그 결과 참가자들은 문자들이 단서 행에 가까울 때 더 좋은 상상블 판단 수행을 보였다.

사람들은 하나의 물체에 주의를 집중하여 물체를 처리할 수 있고, 다수의 물체에 주의를 분산시켜 통계적 정보를 통해 물체들을 처리할 수도 있다. 일상생활에서는 다수의 물체가 존재하는 배경 정보와 주의를 준 물체 정보를 같이 처리해야 하는 경우가 많다(Davenport & Potter, 2004; Ganis & Kutas, 2003; Mudrik et al., 2010). 본 연구에서는 초점 주의를 사용하는 기억 과제는 주의를 기울인 물체의 처리와 비슷한 기제로, 분산 주의를 사용하는 상상블 판단 과제는 주의 분산을 요구하는 배경 정보의 처리와 비슷한 기제로 처리될 것으로 예상하여, 두 과제를 통해 전경과 배경에 주의가 어떻게 분포하는지 알아보았다. 주의를 준 물체와 배경을 같이 처리하는 방법에 대한 기존 연구들은 배경의 정보를 통계적으로 처리하기 위해 전경 처리에 사용하는 주의 자

원을 양적으로 나눠서 사용하는지에만 초점을 맞춰왔다. 즉, 배경의 정보를 처리하기 위해 사용하는 주의 자원이 초점 주의와 같은 자원을 공유하는지 알아보려는 목적으로 배경 정보를 처리하면 초점 주의를 위한 자원이 줄어드는지에 대해서 연구했다. 예를 들어, Jackson-Nielsen 등(2017)에서는 과제와 관련 없는 통계적 특성은 주의 없이 처리되지 않는다는 것을 발견했다. 다른 연구(Chong & Treisman, 2005)에서는 배경 정보를 처리하는 동안은 초점 주의를 사용해서 개별 물체를 잘 처리하지 못한다고 주장했다. 종합하면, 연구의 결과들은 배경 정보 처리와 주의를 준 물체의 처리는 같은 자원을 배타적으로 사용한다는 것을 시사한다. 이와는 대조적으로 배경 정보 처리는 주요 물체 처리에 영향을 받지 않는다고 주장한 연구도 존재한다(Bronfman et al., 2014). Bronfman과 동료들(2014)은 초점 주의 과제가 양상블 판단에 영향을 받지 않는다고 주장했다. 즉, 초점 주의 과제는 주의 자원을 사용하지만, 양상블 판단은 주의 자원을 소모하지 않거나, 최소한 초점 주의 과제와 같은 자원을 사용하지 않는다고 주장했다. 구체적으로 참가자들의 주의가 어려운 기억 과제에 완전히 기울여지는 동안에도 양상블 판단을 할 수 있는지에 대해서 알아보았다. 양상블 판단은 동시에 수행된 기억 과제의 수행에 영향을 주지 않고 처리되었기 때문에 연구자들은 양상블 판단이 주의 자원에 크게 의존하지 않는다고 주장했다.

본 연구의 결과는 양상블 지각과 주의의 관계에 대해서 알아본 기존 연구(Bronfman et al., 2014)에서 어떻게 초점을 준 물체와 배경을 동시에 처리할 수 있는지에 대한 대안적인 설명을 제공한다. 본 연구에서는 참가자들이 어려운 기억 과제를 수행할 때 기억 과제에 필요한 자극 외에 주변 자극들도 일부 주의 창 안에 포함한다는 가설을 검증했다. 구체적으로 기존 연구와 동일한 기억 과제를 사용해 특정한 행(단서 행)에 초점 주의를 기울이도록 하면서, 문자 배열 자극의 두께 다양성을 행별로 조작하여 기억 과제와 관련되어 주의를

준 부분 외에 다른 부분이 다양성 판단에 영향을 미치는지 알아보았다. 본 연구 참가자들의 상상블 판단은 초점 주의를 준 부분 주변의 자극, 즉 가까운 행들의 문자들에 영향을 더 많이 받았고(실험 1), 주의를 준 부분과 다른 문자들의 물리적 거리가 멀어지면 수행이 감소했다(실험 2). 이러한 결과는 참가자들이 기억 과제와 상상블 판단을 동시에 수행할 때, 주요 과제에 초점 주의를 주면서 주의 창에 들어온 주변 자극들을 활용해서 상상블 판단을 할 수 있고, 그 결과 추가적인 주의 자원을 소모하지 않고 상상블 판단을 수행하는 것처럼 보일 수 있다고 시사한다. 본 연구는 상상블 판단에 주의 자원이 필요하다는 기존의 주장들과 추가적인 주의 자원이 필요하지 않을 수 있다는 Bronfman 등(2014)의 주장을 통합하는 설명을 제공한다.

본 연구의 결과가 Bronfman 등(2014)의 결과를 부정하는 것은 아니다. 본 연구의 실험 조건 중 기존 연구의 결과로 예측할 수 있는 조건은 모두 예측과 같은 결과를 보였으며, 본 연구의 새로운 결과는 모두 기존 연구에서는 없던 새로운 조작을 추가하여 발견했다. 실험 1에서 “높은 다양성” 응답의 비율은 단서 행을 제외한 모든 행 문자들의 두께가 낮은 다양성을 가지는 조건보다 두께가 높은 다양성을 가지는 조건에서 더 높게 나타났다(단서 행의 두께는 나머지 행들 두께의 평균이었다). 다양성이 낮거나 높은 두 조건은 참가자들이 단서가 아닌 행의 문자들의 색 다양성을 보고한 Bronfman 등(2014)의 실험 1의 조건과 거의 동일했으며, 기억 과제를 수행하면서 주변 자극의 다양성을 판단할 수 있다는 점에서 기존의 연구와 일치하는 결과를 발견했다. 본 연구에서는 행의 두께 다양성을 독립적으로 조작하여 새로운 조건을 추가했다. 새롭게 추가된 조건에서, 단서 행을 제외한 나머지 행 중 두 행은 높은 두께 다양성을, 다른 두 행은 낮은 두께 다양성을 가져 전반적인 문자들의 다양성은 높은 다양성과 낮은 다양성 사이에 있을 것이다. 기존 연구에서는 이런 중간 정도의 다양성을 갖는 조건을 사용하지 않았고, 본 연구에서는 이렇게 중

간 정도의 다양성을 가지는 조건에서 참가자들의 행동이 가까운 행의 다양성에 더 많은 영향을 받음을 발견했다. 한편, 실험 2에서는 간격의 존재 여부에 따라 다양성이 높은 조건과 낮은 조건에서의 “높은 다양성” 응답의 차이를 보았는데, 간격이 있을 때의 차이는  $M = 0.243$ , 간격이 없을 때의 차이는  $M = 0.280$ 으로 차이가 적어 보일 수 있다. 실험 2의 조건은 실험 1에서 다양성을 판단하기 가장 쉬운 두 조건, 즉 배열의 모든 문자들이 높은 다양성을 가진 조건과 배열의 모든 문자들이 낮은 다양성을 가진 조건을 기반으로 했다. 쉬운 조건의 자극들은 다양성이 비교적 명확해 보인다는 점과 다양성이 낮을 때 넓어진 주의 창으로 다양성 판단이 정확해진다는 점을 고려하면, 참가자들의 응답에 차이가 존재한다는 것은 단서 행 주변에 추가된 간격이 다양성 판단에 효과적으로 영향을 미친다는 것을 시사한다.

본 연구는 두 가지 측면에서 선행 연구(Bronfman et al., 2014)와 차이점이 있지만 이런 차이점이 연구 결과에 영향을 미치지 않는 것으로 예상된다. 첫째, 본 연구에서는 색 다양성 대신에 문자들의 두께 다양성을 조작했다. 본 연구는 온라인으로 진행되었기 때문에, 참가자들이 연구에 참여하는 환경을 고려하였다. 색은 참가자들이 사용하는 모니터의 색 재현 능력에 영향을 받을 수 있는 반면, 문자들의 상대적인 두께는 모니터에 따라 크게 다르지 않을 것이다. 본 연구는 다른 특질에 대한 양상불 판단을 사용했기 때문에 이전의 발견(Bronfman et al., 2014)을 두께 다양성 판단까지 일반화할 수 있게 한다. 둘째, 본 연구에서는 참가자들에게 단서 행 또는 단서가 아닌 나머지 행들의 다양성을 묻는 대신, 모든 행의 문자들의 다양성을 판단하도록 했다. 본 실험에서 단서 행 문자들의 두께는 항상 단서가 아닌 나머지 행의 모든 문자들의 평균 두께였다. 따라서 이는 다양성 판단에 영향을 미치지 않으며, 본 연구의 실험 조건들은 선행 연구에서 단서가 아닌 행들의 다양성을 판단한 실험 조건과 비슷하다.

주의 창은 사람들이 주의를 주고 있는 공간적인 범위를 말한다. 단서 행 주변의 문자들이 다양성 판단에 더 많은 영향을 미친다는 결과(실험 1)는 주의 창이 단서 행만을 포함하는 것이 아니라 단서 행 주변의 문자들까지 포함한다고 시사한다. 문자들이 단서 행에서 멀어져 주의 창에 포함되는 항목의 수가 줄어들면 다양성 판단의 수행은 저하되었다(실험 2). 주의 창에 포함되는 항목의 수가 적을수록 유리한 기억 과제의 수행에 대해서 살펴봤을 때, 실험 2에서 기억 과제의 수행은 주의 창에 포함되는 항목이 적을 때(간격이 있는 조건)보다 주의 창에 포함되는 항목의 수가 많을 때(간격이 없는 조건) 저하되었다. 이러한 결과는 단서 행 주변의 주의 창 내의 항목이 기억 과제와 양상불 판단의 수행에 모두 사용되고 있음을 시사하며, 주의가 주의 창 내의 항목에 분산된다는 것을 나타낸다. 주의 창 내에 적은 항목이 포함되면 한 항목에 할당되는 주의 자원이 상대적으로 많아 기억 과제를 잘 수행하지만, 주의 창 내에 더 많은 항목이 포함되면 한 항목에 할당되는 주의는 분산되어 양상불 판단을 잘 수행하게 된다. 다시 말해, 본 연구는 단서 행을 중심으로 하는 주의의 줌 렌즈 모양(Eriksen & James, 1986)이 초점 주의와 분산 주의가 필요한 과제를 동시에 수행하는 방법을 제공한다고 제안한다.

본 연구의 결과를 통해서 사람들이 주의를 분산시켜 시각 자극을 처리할 수 있다는 것을 확인했다. 이는 사람들이 전경에 주로 주의를 기울이면서 배경의 물체들에도 주의를 분산시킬 수 있다는 것을 나타낸다. 예를 들어, 공원에서 꽃을 볼 때, 사람들은 주의를 분산하여 꽃과 잔디를 함께 지각할 수 있다. 즉, 사람들은 일상생활의 시각 장면에서 전경의 정보를 처리하고 이후 배경의 정보를 처리하는 것이 아니라 주의를 분산시켜 전경과 배경의 정보를 동시에 처리하는 능력을 가지고 있다.

## 참 고 문 헌

- Albrecht, A. R., & Scholl, B. J. (2010). Perceptually averaging in a continuous visual world: Extracting statistical summary representations over time. *Psychological Science, 21*(4), 560-567.
- Alvarez, G. A. (2011). Representing multiple objects as an ensemble enhances visual cognition. *Trends in Cognitive Sciences, 15*(3), 122-131.
- Ariely, D. (2001). Seeing sets: Representation by statistical properties. *Psychological Science, 12*(2), 157-162.
- Bauer, B. (2009). Does Stevens's power law for brightness extend to perceptual brightness averaging? *The Psychological Record, 59*, 171-185.
- Block, N. (1995). On a confusion about a function of consciousness. *Behavioral and Brain Sciences, 18*(2), 227-247.
- Block, N. (2007). Consciousness, accessibility, and the mesh between psychology and neuroscience. *Behavioral and Brain Sciences, 30*(5-6), 481-499.
- Block, N. (2011). Perceptual consciousness overflows cognitive access. *Trends in Cognitive Sciences, 15*(12), 567-575.
- Boduroglu, A., Shah, P., & Nisbett, R. E. (2009). Cultural differences in allocation of attention in visual information processing. *Journal of Cross-Cultural Psychology, 40*(3), 349-360.
- Brady, T. F., & Tenenbaum, J. B. (2013). A probabilistic model of visual working memory: Incorporating higher order regularities into working

- memory capacity estimates. *Psychological Review*, *120*(1), 85.
- Bronfman, Z. Z., Brezis, N., Jacobson, H., & Usher, M. (2014). We see more than we can report: “Cost Free” color phenomenality outside focal attention. *Psychological Science*, *25*(7), 1394–1403.
- Cha, O., Blake, R., & Gauthier, I. (2021). The role of category- and exemplar-specific experience in ensemble processing of objects. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *83*, 1080–1093.
- Cha, O., Blake, R., & Gauthier, I. (2022). Contribution of a common ability in average and variability judgments. *Psychonomic Bulletin & Review*, *29*, 108–115.
- Chang, T. Y., & Gauthier, I. (2022). Domain-general ability underlies complex object ensemble processing. *Journal of Experimental Psychology: General*, *151*(4), 966–972.
- Chong, S. C., & Treisman, A. (2003). Representation of statistical properties. *Vision Research*, *43*(4), 393–404.
- Chong, S. C., & Treisman, A. (2005). Attentional spread in the statistical processing of visual displays. *Perception & Psychophysics*, *67*(1), 1–13.
- Cohen, M. A., & Dennett, D. C. (2011). Consciousness cannot be separated from function. *Trends in Cognitive Sciences*, *15*(8), 358–364.
- Cohen, M. A., Dennett, D. C., & Kanwisher, N. (2016). What is the bandwidth of perceptual experience? *Trends in Cognitive Sciences*, *20*(5), 324–335.
- Davenport, J. L., & Potter, M. C. (2004). Scene consistency in object and background perception. *Psychological Science*, *15*(8), 559–564.

- de Fockert, J., & Wolfenstein, C. (2009). Short article: Rapid extraction of mean identity from sets of faces. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *62*(9), 1716–1722.
- Dehaene, S., Changeux, J. P., Naccache, L., Sackur, J., & Sergent, C. (2006). Conscious, preconscious, and subliminal processing: A testable taxonomy. *Trends in Cognitive Sciences*, *10*(5), 204–211.
- Dennett, D. C. (1991). *Consciousness explained*. Brown.
- Emmanouil, T. A., & Treisman, A. (2008). Dividing attention across feature dimensions in statistical processing of perceptual groups. *Perception & Psychophysics*, *70*(6), 946–954.
- 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*(4), 225–240.
- Freeman, J., & Simoncelli, E. P. (2011). Metamers of the ventral stream. *Nature Neuroscience*, *14*(9), 1195–1201.
- Ganis, G., & Kutas, M. (2003). An electrophysiological study of scene effects on object identification. *Cognitive Brain Research*, *16*(2), 123–144.
- Haberman, J., & Whitney, D. (2007). Rapid extraction of mean emotion and gender from sets of faces. *Current Biology*, *17*(17), R751–R753.
- Haberman, J., & Whitney, D. (2009). Seeing the mean: Ensemble coding for sets of faces. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *35*(3), 718–734.
- Haberman, J., & Whitney, D. (2011). Efficient summary statistical representation when change localization fails. *Psychonomic Bulletin &*

*Review*, 18, 855–859.

- Huang, L. (2015). Statistical properties demand as much attention as object features. *PLoS One*, 10(8), e0131191.
- Jackson-Nielsen, M., Cohen, M. A., & Pitts, M. A. (2017). Perception of ensemble statistics requires attention. *Consciousness and Cognition*, 48, 149–160.
- JASP Team. (2022). JASP (Version 0.16) [Computer Software]. Available at <http://jasp-stats.org/>
- Johnston, W. A., & Dark, V. J. (1986). Selective attention. *Annual Review of Psychology*, 37(1), 43–75.
- Kacin, M., Gauthier, I., & Cha, O. (2021). Ensemble coding of average length and average orientation are correlated. *Vision Research*, 187, 94–101.
- Khayat, N., & Hochstein, S. (2018). Perceiving set mean and range: Automaticity and precision. *Journal of Vision*, 18(9), 23–23.
- Kouider, S., De Gardelle, V., Sackur, J., & Dupoux, E. (2010). How rich is consciousness? The partial awareness hypothesis. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(7), 301–307.
- Lamme, V. A. (2006). Towards a true neural stance on consciousness. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(11), 494–501.
- Lau, J. S. H., & Brady, T. F. (2018). Ensemble statistics accessed through proxies: Range heuristic and dependence on low-level properties in variability discrimination. *Journal of Vision*, 18(9), 3.
- Lee, M. D., & Wagenmakers, E. J. (2014). *Bayesian cognitive modeling: A practical course*. Cambridge University Press.

- Lettvin, J. Y. (1976). On seeing sidelong. *The Sciences*, 16(4), 10-20.
- Levi, D. M. (2008). Crowding—An essential bottleneck for object recognition: A mini-review. *Vision Research*, 48(5), 635-654.
- Levin, D. T., & Simons, D. J. (1997). Failure to detect changes to attended objects in motion pictures. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4, 501-506.
- Levin, D. T., Momen, N., Drivdahl IV, S. B., & Simons, D. J. (2000). Change blindness blindness: The metacognitive error of overestimating change-detection ability. *Visual Cognition*, 7(1-3), 397-412.
- Luck, S. J., & Vogel, E. K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390, 279-281.
- Mudrik, L., Lamy, D., & Deouell, L. Y. (2010). ERP evidence for context congruity effects during simultaneous object - scene processing. *Neuropsychologia*, 48(2), 507-517.
- Neisser, U., & Becklen, R. (1975). Selective looking: Attending to visually specified events. *Cognitive Psychology*, 7(4), 480-494.
- Parkes, L., Lund, J., Angelucci, A., Solomon, J. A., & Morgan, M. (2001). Compulsory averaging of crowded orientation signals in human vision. *Nature Neuroscience*, 4(7), 739-744.
- Pelli, D. G., & Tillman, K. A. (2008). The uncrowded window of object recognition. *Nature Neuroscience*, 11(10), 1129-1135.
- Ren, X., Fowlkes, C. C., & Malik, J. (2006). Figure/Ground assignment in natural images. *Proceedings of the European Conference on Computer Vision*, 2, 614-627.

- Rensink, R. A., O'regan, J. K., & Clark, J. J. (1997). To see or not to see: The need for attention to perceive changes in scenes. *Psychological Science*, *8*(5), 368–373.
- Rivera-Aparicio, J., Yu, Q., & Firestone, C. (2021). Hi-def memories of lo-def scenes. *Psychonomic Bulletin & Review*, *28*, 928–936.
- Scholl, B. J., Simons, D. J., & Levin, D. T. (2004). 'Change blindness' blindness: An implicit measure of a metacognitive error. In D. T. Levin (Ed.), *Thinking and seeing: Visual metacognition in adults and children* (pp. 145–164). MIT Press.
- Schönbrodt, F. D., Wagenmakers, E. J., Zehetleitner, M., & Perugini, M. (2017). Sequential hypothesis testing with Bayes factors: Efficiently testing mean differences. *Psychological Methods*, *22*(2), 322–339.
- Simons, D. J., & Chabris, C. F. (1999). Gorillas in our midst: Sustained inattentive blindness for dynamic events. *Perception*, *28*(9), 1059–1074.
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs: General and Applied*, *74*(11), 1–29.
- Sun, J., & Gauthier, I. (2021). Car expertise does not compete with face expertise during ensemble coding. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *83*, 1275–1281.
- Treisman, A., & Souther, J. (1985). Search asymmetry: A diagnostic for preattentive processing of separable features. *Journal of Experimental Psychology: General*, *114*(3), 285.
- Tye, M. (2010). Attention, seeing, and change blindness. *Philosophical Issues*, *20*(1), 410–437.

- Vartanian, O., Martindale, C., & Kwiatkowski, J. (2007). Creative potential, attention, and speed of information processing. *Personality and Individual Differences, 43*(6), 1470-1480.
- Vogel, E. K., & Machizawa, M. G. (2004). Neural activity predicts individual differences in visual working memory capacity. *Nature, 428*(6984), 748-751.
- Vogel, E. K., Woodman, G. F., & Luck, S. J. (2001). Storage of features, conjunctions, and objects in visual working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 27*(1), 92-114.
- Ward, E. J., Bear, A., & Scholl, B. J. (2016). Can you perceive ensembles without perceiving individuals?: The role of statistical perception in determining whether awareness overflows access. *Cognition, 152*, 78-86.
- Whitney, D., & Levi, D. M. (2011). Visual crowding: A fundamental limit on conscious perception and object recognition. *Trends in Cognitive Sciences, 15*(4), 160-168.
- Wolfe, J. M., Võ, M. L. H., Evans, K. K., & Greene, M. R. (2011). Visual search in scenes involves selective and nonselective pathways. *Trends in Cognitive Sciences, 15*(2), 77-84.

# ABSTRACT

## Diversity of items within attentional window explains “cost-free” diversity judgments

Suyeon Kim  
Department of Psychology  
Graduate School of  
Sungshin University

People can judge statistical properties (e.g., mean, variance) from a group of objects. Bronfman and colleagues (2014) made a claim that this type of judgments, dubbed ensemble judgments, does not require attentional resources. In their study, participants viewed multicolored letters in a 4×6 grid and judged the color diversity of the letters without a decrement in the performance of the simultaneous memory task for the letters in a cued row. The present study investigated whether participants could make ensemble judgments based on several letters around the cued row where participants’ attention was directed to. Participants were presented with letters in a 5×5 grid and memorized the letters in the one row cued before the stimulus presentation (cued row). Then, participants were asked to report the letter at one of the locations cued after the stimulus presentation. At the end of the trials, they judged the diversity of font weights of all

letters (low vs. high). In Experiment 1, the font-weight diversity for the two rows adjacent to the cued row and the other two rows were manipulated separately. The results showed that the letters in the adjacent rows had more influence on diversity judgments. In Experiment 2, the distance between the letters in the cued row and the letters in the other rows was manipulated by adding gaps above and below the cued row. When there were gaps around the cued row, participants' diversity judgments were less accurate. These results suggest that diversity judgments are more affected by the letters located adjacent to the focus of attention and that people could perform focused attention task and ensemble judgments simultaneously based on the letters within the attentional window around the cued row.

*Keywords : focused attention, distributed attention, ensemble perception, attentional window, sperling paradigm*