

## 시각탐색 반응시간 분포 분석에 기초한 무표정 얼굴의 정서가 특성 평가\*

박 형 범

현 주 석<sup>†</sup>

중앙대학교 심리학과

얼굴표정에 함의된 정서 특성에 대한 연구들은 대개 무표정 얼굴을 중립 정서자극으로 사용한다. 그러나 일상생활에서 흔히 무표정은 타인에 의해 부정적 정서의 표현으로 해석되는 경향이 있다. 본 연구에서는 유쾌 혹은 불쾌한 얼굴에 대한 무표정 얼굴의 상대적 현출성을 비교하기 위해 유쾌 또는 불쾌 얼굴표정 방해자극들 사이에 출현한 무표정 표적자극에 대한 시각탐색을 요구하였다. 탐색 과제의 반응시간과 정확도 자료에 대한 분석을 시도한 결과 유쾌보다는 불쾌 방해자극 사이에 표적 자극이 출현한 경우 반응시간이 지연되었으며 정확성 또한 감소한 것이 관찰되었다. 이러한 상대적 부정확성은 무표정과 불쾌 방해자극을 서로 구분하는 민감도(d')의 저하에 의한 것으로 나타났다. 또한 ex-Gaussian 모형에 근거하여 개별 참가자들의 반응시간 분포를 유쾌 혹은 불쾌 방해자극 조건 간 상호 비교하였다. 표적있음 시행의 불쾌조건에서의 반응시간 지연은 의사결정 및 반응선택이 초래하는 편포성 증가에 기인한 것으로 나타났으며, 특히 이러한 반응시간의 지연은 표적없음 시행에서 분포의 전반적 지연과 함께 더욱 두드러졌다. 본 연구의 결과는 유쾌 및 불쾌 표정의 맥락 내에서 무표정한 얼굴이 출현할 경우, 무표정 얼굴은 지각된 정서(emotional valence) 차원에서 유쾌 표정보다는 불쾌 표정과 상대적으로 구분되기 어려움을 시사한다.

주제어 : 얼굴표정, 무표정, 시각탐색, 반응시간 분포, ex-Gaussian

\* 본 연구는 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2012R1A1A2044320).

<sup>†</sup> 교신저자 : 현주석, 중앙대학교 사회과학대학 심리학과, (06974) 서울시 동작구 흑석로 84  
E-mail : jshyun@cau.ac.kr

사회적 상황에서 얼굴표정은 정서와 태도 등 개인의 내적 상태에 관한 다양한 정보를 반영하므로 대인관계에서 매우 중요하게 작용한다. 가령 미소나 웃음 등의 긍정적 정서를 내포하는 표정은 호의적 친밀감 및 안정감을 제공하는 반면, 찡그린 표정이나 화난 표정 등 부정적 정서를 내포하는 얼굴표정은 긴장이나 갈등, 불만족 등 잠재적 위협에 대한 반응으로 해석된다. 일상생활에서 이와 같은 정보의 빈번하고 반복적인 노출은 개인으로 하여금 타인의 표정으로부터 표출되는 정서를 빠르고 정확하게 범주화하는 능력과 기준을 형성하게끔 한다.

이러한 중요성을 바탕으로 얼굴표정은 다양한 학문분야의 연구 주제로 다루어져 왔다. 그 중 실험 및 인지심리학 분야에서 지배적인 주제 중 한 가지는 긍정적 얼굴표정과 부정적 얼굴표정 중 어느 것이 더욱 빠르고 효율적으로 처리되는지에 대한 논쟁이다. 구체적으로, 부정적 얼굴표정이 다른 범주의 표정들보다 더욱 두드러지고 현저하게(salient) 지각된다는 공포 우세효과(fear superiority)를 예로 들 수 있다(Hansen & Hansen, 1988; Öhman & Mineka, 2001; Stein, Seymour, Hebart, & Sterzer, 2014; Tamietto & De Gelder, 2010; Whalen, Rauch, Etkoff, McNerney, Lee, & Jenike, 1998; Yang, Zald, & Blake, 2007). 공포 우세 효과는 진화적 관점에서 타인의 얼굴표정으로부터 잠재적인 위협을 즉각적으로 인식하고 이로부터 벗어나는 것이 유기체의 생존에 중요한 역할을 한다는 점에 근간을 둔다. 반대로, 긍정적 범주의 얼굴표정이 부정적인 그것보다 더욱 효율적으로 지각 및 재인된다는 행복한 얼굴의 이득효

과(happy face advantage) 역시 다양한 연구들에 의해 지지되었다(Calvo, Fernández-Martín, & Nummenmaa, 2014; Calvo & Nummenmaa, 2011; Kirita & Endo, 1995; Juth, Lundqvist, Karlsson, & Öhman, 2005; Mermillod, Vermeulen, Lundqvist, & Niedenthal, 2009; Yoon, Hong, Joormann, & Kang, 2009).

이와 같은 연구들은 주로 시각적 탐색(visual search) 과제를 사용하여 표적으로 지정된 긍정적 또는 부정적 얼굴표정 자극이 방해자극 표정들 사이에서 제시되었는지의 여부를 보고하도록 지시한다. 이 때 흔히 무표정 얼굴을 중립정서자극으로 사용하는데, 이목구비와 눈썹 등 얼굴표정을 구성하는 요소들의 물리적 속성 및 정서가(emotional valence) 차원에서 무표정이 긍정과 부정적 얼굴표정의 연속선상 중앙에 위치한다고 가정하기 때문이다. 그러나 무표정이 반드시 정서적으로 중립이거나 또는 범주적으로 불명료하다고(ambiguous) 단정 짓기에는 다소 무리가 뒤따른다. 예를 들어 일상적 맥락에서 무표정은 때때로 중립보다는 무관심이나 비공감 등 부정적 정서의 표현과 동일시되는 경향이 있다. 특히 이러한 무표정에 대한 예외적 해석은 범주가 분명한 다른 정서적 얼굴표정들의 맥락 속에서 무표정한 얼굴표정이 출현할 경우 더욱 분명하다. 그럼에도 불구하고 대부분의 얼굴표정 연구들은 무표정을 중립 정서자극으로 간주해 왔으며, 무표정의 정서적 함의성에 대한 연구는 비교적 드물게 발견된다(Mermillod et al., 2009; Lee, Kang, Park, Kim, & An, 2008).

사회적 맥락에서 무표정이 부정적 정서표현으로 해석되는 근간에는 무표정에 대한 비중

립적인 정서 지각 편향이 원인일 가능성이 있다(Park, Han, & Hyun, 2015). 예를 들어 Park 등(2015)의 연구에서는, 긍정적(smiling; 이하 유쾌) 또는 부정적(frowning; 이하 불쾌) 얼굴표정 방해자극들 가운데서 무표정(expressionless) 표적 자극을 탐색하는 시각탐색 과제가 시도되었다. 그 결과 무표정 표적에 대한 탐색 반응시간은 불쾌 방해자극 조건에서 유쾌 방해자극 조건보다 유의미하게 지연되었으며(Experiment 1), 이러한 비대칭적 탐색(search asymmetry) 효과의 상대적인 크기는 항목개수에 비례하여 증가하였다(Experiment 2). 또한 얼굴표정 자극들의 정서 범주를 기억하도록 요구한 기억 과제에서, 기억과 검사항목 간 정서 변화가 무표정에서 불쾌 혹은 불쾌에서 무표정으로 변할 경우 다른 정서범주 간 변화조건보다 기억 수행이 저하되었다(Experiment 3). 이러한 결과는 웃는 표정과 같은 긍정적 얼굴표정이 다른 범주의 정서적 얼굴표정이 대체할 수 없는 분명한 현출성을 제공하며, 경우에 따라서는 무표정한 얼굴의 정서 표현이 부정적 얼굴표정의 그것과 혼동될 가능성을 주장하였다.

그렇다면 Park 등(2015)의 시각탐색 과제에서 유쾌 방해자극 조건대비 불쾌 조건에서 무표정 표적 탐색을 지연시킨 원인은 무엇일까? 다시 말해, 불쾌한 방해자극들 가운데 무표정이 제시되었는지를 판단하는 과정에서 어떠한 속성의 간섭이 초래되었을까? 한 가지 가능성은 실험에서 사용된 얼굴표정 자극세트가 정서가 보다는 물리적 속성 면에서 무표정과 불쾌한 얼굴표정이 상대적으로 유사하였을 경우이다. 시각탐색에서 방해자극이 초래하는 간섭효과는 표적과 방해자극간 유사성

(target-distractor similarity)에 영향을 받으므로(Duncan & Humphreys, 1989; Bundesen, 1990), 그러한 경우 불쾌 조건에서의 상대적인 탐색 지연이 온전히 해석된 정서 차원에서 무표정과 유사성에 기인한다기보다는 감각정보의 편향된 유사성이 개입하였을 가능성으로부터 자유로울 수 없다. 이러한 가능성에 대해 Park 과 동료들은 GBVS (graph-based visual saliency; Harel, Koch, & Perona, 2006) 분석을 통해 탐색 자극의 지각적 현출성을 얼굴표정 범주 간에 걸쳐 분석하였다. 분석 결과, 적어도 감각적 속성 차원에서는 정서범주에 따른 얼굴자극 간 뚜렷한 차이가 없음을 발견하였다.<sup>1)</sup> GBVS 분석은 관찰자의 시각적 주의 분배 및 안구운동을 효과적으로 예측하는 것으로 알려져 있다(Fuchs, Ansorge, Redies, & Leder, 2011; Wang & Pomplun, 2012). 따라서 유쾌와 불쾌 그리고 무표정 얼굴자극 간 감각적 유사성 및 시각적 주의의 유인(attraction) 정도는 탐색 수행에 미미한 영향을 준 것으로 간주할 수 있다. 그러나 해당 연구에서는 시각탐색 수행에 대해 평균 반응시간에 국한된 종속측정치를 사용하였으므로 탐색 조건 간 정보처리 과정의 차이를 상세히 이해하는 것이 불가능하였다. 또한 평균 탐색 정확도가 천정 수준에 머무른 바(92.9%), 정확도 차원에서 의미 있는 결과를 제공할 수 없었다. 따라서 본 연구에서는 Park 등(2015)의 실험 1의 결과를 토대로 방해자극

1) GBVS는 물리적 시각정보가 지니는 현출성 지도(saliency map)를 산출하기 위한 모형 중 한 가지로 색상, 강도, 그리고 방위 차원의 세부특징 채널로부터 활성화 지도를 형성하며 개별 픽셀수준의 현출성을 0에서 1사이의 값으로 산출한다.

정서의 처치효과를 검증하고, 신호탐지 이론 및 반응시간 분포 분석을 통해 무표정 표적 탐색에서의 정보처리 과정에 대한 이해를 시도하였다.<sup>2)</sup>

구체적으로, 본 연구는 불쾌 방해자극 조건에서 상대적으로 어려웠던 표적 탐색의 원인을 규명하기 위해 신호탐지 민감도(sensitivity)와 반응기준(response criterion) 차원에 초점을 맞추었다. 시각탐색 과제의 탐색 민감도는 표적을 탐지하거나 방해자극을 기각하는 능력의 지표로 간주되며, 반응기준은 개별 탐색 시행에서의 반응 편향을 반영하는 것으로 이해할 수 있다. 이러한 신호탐지 분석뿐만 아니라, 정반응에 해당하는 표적탐지 적중(hit) 시행과 방해자극에 대한 정확한 기각(correct rejection; 이하 정기각) 시행에서 산출된 반응시간 자료에 대한 분포 분석을 수행하였다. 평균과 변량에 근거한 반응시간 분석은 시각적 주의 및 정보처리를 탐색하기 위한 중요한 측정치로 사용되어왔으나, 인지적 과제에서의 반응시간 자료는 대개 의사결정 및 반응선택 과정에서 초래되는 잡음 등의 영향으로 정적 편포를 이룬다. 따라서 비정규분포를 이루는 자료에 대해 평균값을 집중경향치로 간주할 경우 이러한 편포를 초래한 정보처리 특성을 곡해할 가능성이 있다(Van Zandt, 2000; Luce, 1986). 본

연구에서 수행된 무표정 탐색과제에서는 개별 얼굴표정 자극으로부터의 정서해석이 요구된다는 점에서 지각적으로 단순한 자극을 활용한 일반적인 시각탐색 정보처리와는 차이가 있다. 이러한 경우 정적 편포를 초래하는 의사결정 잡음 등에 의한 극단치의 영향은 평균 반응시간에 근거한 자료해석을 곡해할 가능성이 더욱 높은 것으로 간주할 수 있다. 특히 인지적 과제에서 일반적인 반응 경향에서 벗어나는 ‘느린’ 반응시간의 속성이 개인의 주의 통제나 작업기억, 일반지능 등 인지적 요인과 밀접한 상관을 보인다는 worst performance rule (WPR; Coyle, 2003)을 고려할 때, 반응시간 스펙트럼에서 관찰자의 주된 반응 경향과 이와 구분될 수 있는 지연반응 요소에 대한 개별적인 평가를 통해 반응시간 자료로부터 이를 초래한 정보처리 특성에 대한 상세한 이해를 시도할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 지수(exponential) 분포와 가우시안(Gaussian) 분포가 혼합된 ex-Gaussian 모형에 기초해 반응시간 분포를 분석하였다. 구체적인 모형설명 및 자료 해석을 방법 란에 기술하였다.

## 실 험

본 실험에서는 얼굴 표정의 정서에 대한 연구들에서 중립정서 자극으로 흔히 사용되는 무표정 얼굴에 대한 정서 지각이 부정적 얼굴 표정의 그것과 상대적으로 유사함을 가정하였다. 이러한 가정을 바탕으로 유쾌 혹은 불쾌한 얼굴표정들 사이에서 무표정 얼굴에 해당하는 표적 자극의 제시여부를 판단하는 시각 탐색 과제를 실시하였다. 정확한 탐색을 위해

2) Park 등(2015)의 Experiment 1에서는 탐색 과정에서의 정보처리 특성을 이해하기 위해 전통적인 집중경향치인 평균 반응시간(mean reaction time)을 사용하였다. 본 연구는 이러한 전통적인 집중경향치의 한계점을 감안해, 표적 탐지 민감도 및 반응시간 자료들에 내재하는 변산성에 대한 수리적 분석을 시도했다는 점에서 Park 등(2015)의 연구와는 차별화된다.

서는 무표정한 얼굴의 정서적 속성을 방해자극 얼굴표정들로부터 구분하는 것이 요구되므로, 방해자극에 대한 표적의 정서적 유사성에 따라 탐색수행 반응시간이 서로 상이할 가능성이 있다. 본 연구에서는 측정된 탐색수행에 대해 신호탐지 민감도 및 반응시간의 분포 특성에 분석의 초점을 맞추므로써 Park 등(2015)에서 관찰된 결과의 신뢰성을 확인하고 나아가 무표정 탐색 과제에서의 정보처리 과정에 대한 정확한 이해를 시도하였다.

## 방 법

**참가자** 중앙대학교에 재학 중인 25명(19~24세, 여성 16명)이 실습의 일환으로 실험에 참여하였다.<sup>3)</sup> 모든 참가자는 참가 동의서에 서명을 한 뒤 실험에 참여하였으며, 정상 색상 지각과 정상 시력 또는 정상 교정시력을 보유하고 있음을 보고하였다.

**자극과 절차** 그림 1에 실험자극 및 조건을 도해하였다. 얼굴 표정 자극으로는 KUFEC (Korea University Facial Expression Collection; Lee, Lee, Lee, Choi, & Kim, 2006) 중 각각 5명의 서로 다른 남녀의 유쾌, 불쾌, 그리고 무표정 얼

굴 자극이 선별되었다. 실험은 참가자로부터 60cm 간격에 위치한 19인치 LCD 모니터를 통해 이루어졌다. 탐색 항목개수는 4개로 고정되었다. 모든 시행은 화면 중앙에 500ms 동안 제시되는 응시점(시각  $0.35^\circ \times 0.35^\circ$ )과 함께 시작된다. 응시점이 사라진 뒤, 각각 화면 중앙으로부터  $3.97^\circ$  거리를 중심으로 하는 네 개의 얼굴표정 자극( $4.21^\circ \times 4.21^\circ$ )이 탐색배열(search array)로 제시되었다. 탐색 표적은 무표정으로, 방해자극은 조건에 따라 각각 유쾌 또는 불쾌한 얼굴표정으로 지정되었다.

참가자들은 탐색배열에 제시된 얼굴표정 자극들 중 무표정 표적의 제시여부를 판단하여 키보드상의 ‘z’ 또는 ‘/’ 버튼을 통해 보고하도록 지시 받았다. 총 192 시행이 수행되었으며, 이 때 ‘표적유무’(표적있음 vs. 표적없음)와 ‘방해자극유형’(유쾌 vs. 불쾌) 변인의 조합에 따라 조건마다 48 시행으로 구성된다(표적없음-유쾌, 표적없음-불쾌, 표적있음-유쾌, 표적있음-불쾌). 탐색배열은 최대 5,000ms 동안 제시되었으며 이 기간 내에 참가자가 반응하지 않은 경우 오답시행으로 기록되었다. 반응 이후 500ms의 간격을 두고 다음 시행이 시작되었다. 각각의 조건 및 탐색배열에 제시되는 인물은 시행 간에 무선회되었다. 모든 참가자는 연습시행 이후 본 실험에 참여하였으며, 반응의 정확성과 속도가 동일하게 강조되었다.

**반응시간 자료 분석** 반응시간 분포 분석을 위해 개별 조건에서 얻어진 정반응 반응시간 자료에 대해 ex-Gaussian 모형을 적용하였다. ex-Gaussian 모형은 정적으로 편포된 반응시간 자료의 분포가 가우시안 분포와 지수 분포의

3) 본 연구의 실험 참가자 25명 중 21명의 결과 자료는 Park 등(2015)의 연구에 보고된 Experiment 1의 결과 자료와 동일하며, 새로운 4명 참가자의 결과 자료가 추가되었음을 밝혀둔다. 이는 비교적 적은 표본의 반응시간 자료를 대상으로 최대우도 추정에 근거한 ex-Gaussian 수리모형을 적용하고 집단 반응시간 분포를 해석하기 위한 충분한 검증력의 확보에 목적을 둔다(Heathcote, 1996).



그림 1. 실험에서 사용된 자극세트 및 세부조건(실험에서는 실물사진이 사용됨). 참가자는 탐색배열에 제시되는 얼굴표정들 가운데 무표정 표적자극의 제시여부를 보고하도록 지시 받았다. 실험 조건은 무표정 표적 유무(표적있음 vs. 표적없음)과 방해자극유형(유쾌 vs. 불쾌)에 따라 총 네 가지로 구분된다.

혼합으로 구성된다고 가정하며, 경험적 반응 시간 분포를 효과적으로 기술할 수 있음이 보고된 바 있다(Balota & Yap, 2011; Balota & Spieler, 1999; Luce, 1986; Ratcliff & Murdock, 1976; 박형범 & 현주석, 2014).

최대우도 추정법(maximum likelihood estimation)에 근거한 ex-Gaussian의 확률밀도 함수(probability density function)는 다음과 같다.

$$f(x|\mu, \sigma, \tau) = \frac{1}{\tau} \exp\left(\frac{\mu}{\tau} + \frac{\sigma^2}{2\tau^2} - \frac{x}{\tau}\right) \Phi\left(\frac{x - \mu - \frac{\sigma^2}{\tau}}{\sigma}\right)$$

공식에서 ‘Φ’ 부분은 가우시안 분포의 누적 밀도함수(cumulative density function)에, 그리고 ‘exp’ 부분은 지수함수에 해당된다. ex-Gaussian 확률밀도 함수는 반복법(iterative approach)을 통해 반응시간 자료의 빈도 분포를 가장 적합하게 기술하는 세 가지 파라미터 뮤(μ), 시그마(σ), 그리고 타우(τ)를 산출해내며, 이 때 모형 적합도(goodness-of-fits)는 우도(likelihood)에 의해 평가된다(Myung, 2003). μ와 σ는 각각 가우시안 성분의 평균과 변량을, τ는 지수 성분의 왜도를 반영하며 이 때 ex-Gaussian 평균

은  $\mu + \tau$  이며 변량은  $\sigma^2 + \tau^2$  이다(Ratcliff, 1978). 세 가지 파라미터의 조합을 통해 반응 시간 분포 형태에 대한 정량적 검증이 시도된다.

경험적 반응시간 분포 추정에 대한 우수성에도 불구하고, 기본적으로 ex-Gaussian은 기술적(descriptive) 모형에 해당하므로 이를 구성하는 각각의 성분이 이론적 측면에서 어떤 인지적 처리와 직접적으로 대응되는지에 대해서는 논쟁이 있다(Luce, 1986; Schwarz, 2001; Spieler, Balota, & Faust, 2000). 그 중 핵심적인 쟁점은 가우시안 및 지수 성분 중 어느 것이 각각 의사결정 처리(decision process)와 잔여 행동반응(residual-motor process)에 해당하는가에 관한 문제이다. 그러나 적어도 특정 과제에서의 ex-Gaussian 모형 분석 사례가 누적됨에 따라 시각탐색 과제에서 개별 ex-Gaussian 파라미터에 대한 정보처리 차원의 해석을 시도하는 것이 가능하다(Palmer, Horowitz, Torralba, & Wolfe, 2011; 박형범 & 현주석, 2014). 가령 Palmer 등(2011)의 연구 결과에 근거할 때, 공간구조(spatial configuration) 탐색 과제에서 항목 개수가 증가함에 따라 표적있음 시행에서는 τ

파라미터의 유의미한 증가가 관찰된 반면, 표적없음 시행에서는  $\mu$ 와  $\sigma$ , 그리고  $\tau$  파라미터 모두에서 유의미한 증가가 관찰되었다. 기본적으로 지수성분  $\tau$ 는 가우시안  $\mu$ 와 함께 평균 반응시간과 밀접한 관련이 있으나, 정적편포를 초래하는 지연반응을 반영하므로 주의통제의 일탈 또는 후기 의사결정 및 반응선택 과정에서의 잡음과 관련되는 것으로 간주할 수 있다. 반면  $\mu$ 의 증가는 반응시간 분포의 전반적 지연(rightward shift)을 반영하므로, 표적없음 시행에서 ‘없음’ 반응을 도출하기까지 소요되는 개별항목에 대한 총 평가 시간과 관련되는 것으로 간주할 수 있다.

얼굴표정 지각이 다양한 기하학적 세부특징이 조합된 형태로 이루어진다는 점에 근거할 때(Leder & Bruce, 2000; Sergent, 1984), 본 연구에서 수행된 무표정 시각탐색에서의 수행 특성은 적어도 단순 세부특징 탐색보다는 공간 구조 탐색의 수행을 모방할 가능성이 있다. 그러나 본 연구에서는 무표정 표적과 불쾌 방해자극 간 정서가의 유사성에 따른 상대적인 반응시간의 지연이 분포 형태면에서 어떻게 관찰되는지에 초점을 맞추므로 지각적으로 단순한 탐색과제에서의 반응시간 분포와는 상이할 가능성이 있다.

### 결과 및 논의

먼저 고전적 집중경향치 산출에 근거한 탐색과제 수행 정확도 및 반응시간 분석이 시도되었다. 대개 천정 수준에 근접하는 탐색과제의 평균 정확도와는 달리, 반응시간 자료는 대개 참가자 간 변산성이 크고 지나치게 빠르

거나 느린 극단치(outlier)를 포함하므로 자료해석을 왜곡할 가능성이 있다. 따라서 본 연구에서는 분포 분석에 한하여 개별 참가자의 반응시간을 표준편차(SD) 단위로 표준화시켰다. 표준화 과정에서 개별 참가자의 평균으로부터 4-SD를 벗어나는 시행을 극단치로 간주했으며, 이 기준에 의해 전체 4,396 정반응 시행 중 0.45%에 해당하는 20시행의 극단치가 제거되었다. 그 결과 제거된 시행의 비율은 표적없음 시행의 유쾌 및 불쾌(0.87% 및 0.25%) 방해자극 조건 그리고 표적있음 시행의 유쾌 및 불쾌 조건(0.40% 및 0.29%)에 걸쳐 큰 차이가 발견되지 않았다( $F(3, 45) = 2.48, p = .082, \eta^2 = .141$ ).

유쾌 및 불쾌 방해자극 조건에서 참가자들의 무표정 표적에 대한 탐색 정확도와 평균 반응시간을 그림 2A와 2B에 도해하였다. 방해자극유형(유쾌 vs. 불쾌)과 탐색수행 자료 유형(정확도 vs. 반응시간) 변인을 대상으로 반복측정에 근거한 이원변량분석을 실시한 결과, 두 변인 간 유의미한 상호작용은 속도-정확도 교환현상이 발생하지 않았음을 의미한다( $F(1, 24) = 62.23, p < .001, \eta^2 = .721$ ). 또한 정확도와 반응시간 자료에 대해 각각 유쾌 및 불쾌 방해자극 조건 간 대응표본  $t$ -검증을 실시한 결과, 참가자들은 불쾌 조건보다 유쾌 조건에서 상대적으로 정확했으며( $t(24) = -3.14, p < .01$ ) 반응시간 또한 신속했음이 관찰되었다( $t(24) = 7.89, p < .001$ ).

얼굴표정과 같이 지각적으로 다소 복잡한 자극을 활용한 시각탐색에서 관찰자는 개별 탐색항목에 대한 순차적 평가를 수행한다. 이러한 순차적 자기종료 탐색아래 표적없음 반

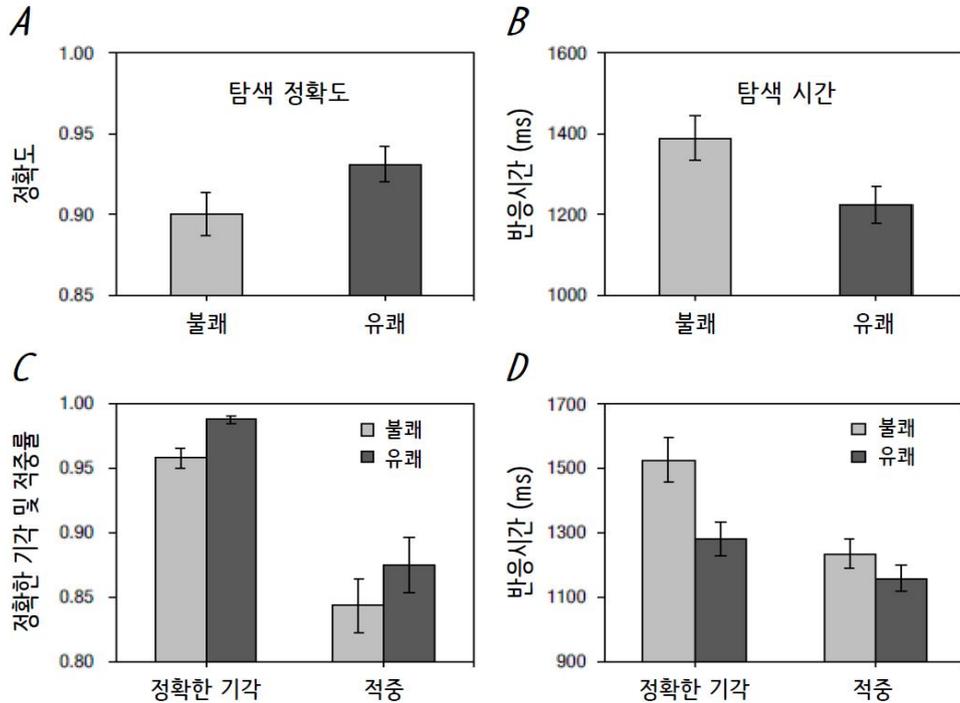


그림 2. 방해자극유형에 따른 시각탐색 정확도(A) 및 평균 반응시간(B)과 무표정 표적유무에 따른 정반응 비율(C)과 평균 반응시간(D). '정확한 기각(정기각)'은 무표정 표적이 탐색배열에 제시되지 않았을 경우에 표적 없음으로 반응한 경우를, '적중'은 무표정이 제시되었을 경우에 표적 있음으로 반응한 경우를 의미한다(오차막대: 표준오차).

응은 표적있음 반응에 비해 약 1.5~2배가량 지연되는데, 이는 화면에 제시된 표적이 탐지되는 시점이 평균적으로 전체 항목개수의 절반에 해당하는 반면에 표적이 제시되지 않을 경우 표적없음으로 탐색을 종료하기 위해서는 대개 전체 항목에 대한 평가가 수반되기 때문이다(Wolfe, 1994; Treisman, 1999; Woodman & Luck, 2003). 따라서 방해자극 유형이 무표정 탐색에 미치는 영향에 대한 상세한 이해를 위해 참가자의 탐색 수행을 유래 및 불래 방해자극 조건별 적중 혹은 정기각 시행으로 구분하였으며, 두 시행 유형의 반응 확률과 평균

반응시간을 그림 2C와 2D에 도해하였다.

먼저 정반응 비율에 대한 이원변량분석을 실시한 결과, 표적유무의 주효과와( $F(1, 24) = 43.19, p < .001, \eta^2 = .64$ ) 방해자극 유형의 주효과가 관찰되었으나( $F(1, 24) = 9.86, p < .01, \eta^2 = .29$ ), 두 변인간의 상호작용은 유의미하지 않았다( $F(1, 24) = 0.01, p = .93, \eta^2 = .00$ ). 반응시간 자료에 대해 동일한 분석을 실시한 결과, 표적유무와 방해자극 유형의 주효과[표적유무에 대해  $F(1, 24) = 55.34, p < .001, \eta^2 = .70$ ; 방해자극 유형에 대해  $F(1, 24) = 57.67, p < .001, \eta^2 = .71$ ] 및 상호작용[ $F(1,$

24) = 47.97,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .671$ 이 모두 유의미한 것으로 나타났다. 이를 바탕으로 유쾌 및 불쾌 방해자극 조건 간 정기가 및 적중 반응확률, 그리고 각각의 경우 반응시간에 대해 개별적으로 차이검증을 실시한 결과, 모두 유쾌 조건대비 불쾌 조건에서 부정확하고 지연된 반응이 관찰되었으나 [ $p_s < .001$ ], 적중시행 유형의 반응확률에서는 경향성만이 관찰되었다 [ $t(24) = -1.83, p = .079$ ]. 이러한 결과는 표적유무와 관계없이, 유쾌한 표정의 방해자극 보다는 불쾌한 표정의 방해자극이 제시된 경우 상대적으로 부정확한 탐색이 이루어졌고 반응시간 또한 지연되었음을 의미하며, 특히 불쾌조건에서의 탐색지연은 표적 없음 조건에서 더욱 분명했음을 시사한다.

**신호탐지 분석** 불쾌 방해자극 조건에서의 부정확한 탐색수행의 원인에 대해 신호탐지 차

원에서 민감도의 저하 또는 반응기준 이동의 두 가지 가능성을 상정할 수 있다. 민감도(d)는 ‘Z(적중률) - Z(오경보율)’를 통해, 반응기준(c)는 ‘[Z(적중률) + Z(오경보율)] \* -0.5’를 통해 산출된다(Macmillan & Creelman, 2005). 따라서 표적있음과 표적없음 반응의 양자택일을 강제하는 2-AFC(two-alternative forced choice) 방식에 근거한 탐색 민감도는 개별 탐색항목에 대한 표적 여부를 평가하는 능력을 반영하는 반면, 반응기준은 표적 있음으로의 반응편향을 반영하는 것으로 이해할 수 있다(Wolfe & Van Wert, 2010; Godwin, Menneer, Cave, Thaibsyah, & Donnelly, 2015).

산출된 민감도와 반응기준 측정치를 그림 3에 도해하였다. 각각의 측정치에 대해 방해자극유형이 초래하는 영향을 분석한 결과, 불쾌 조건에서의 상대적으로 부정확한 수행은 민감

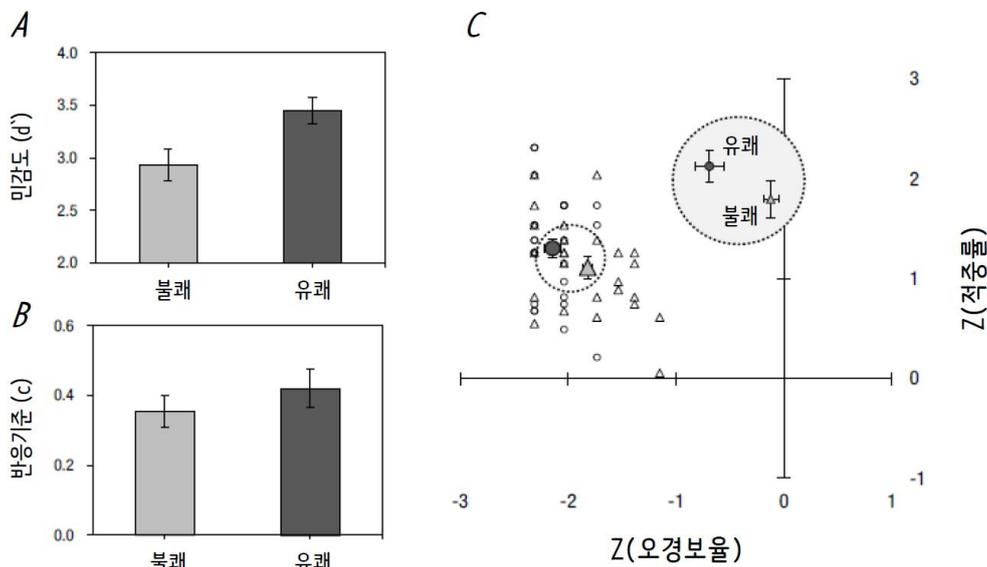


그림 3. 방해자극유형에 따른 신호탐지 민감도(A)와 반응기준(B). (C) 의사결정 공간상 오경보율과 적중률에 따른 개별 참가자 및 표본평균의 위치

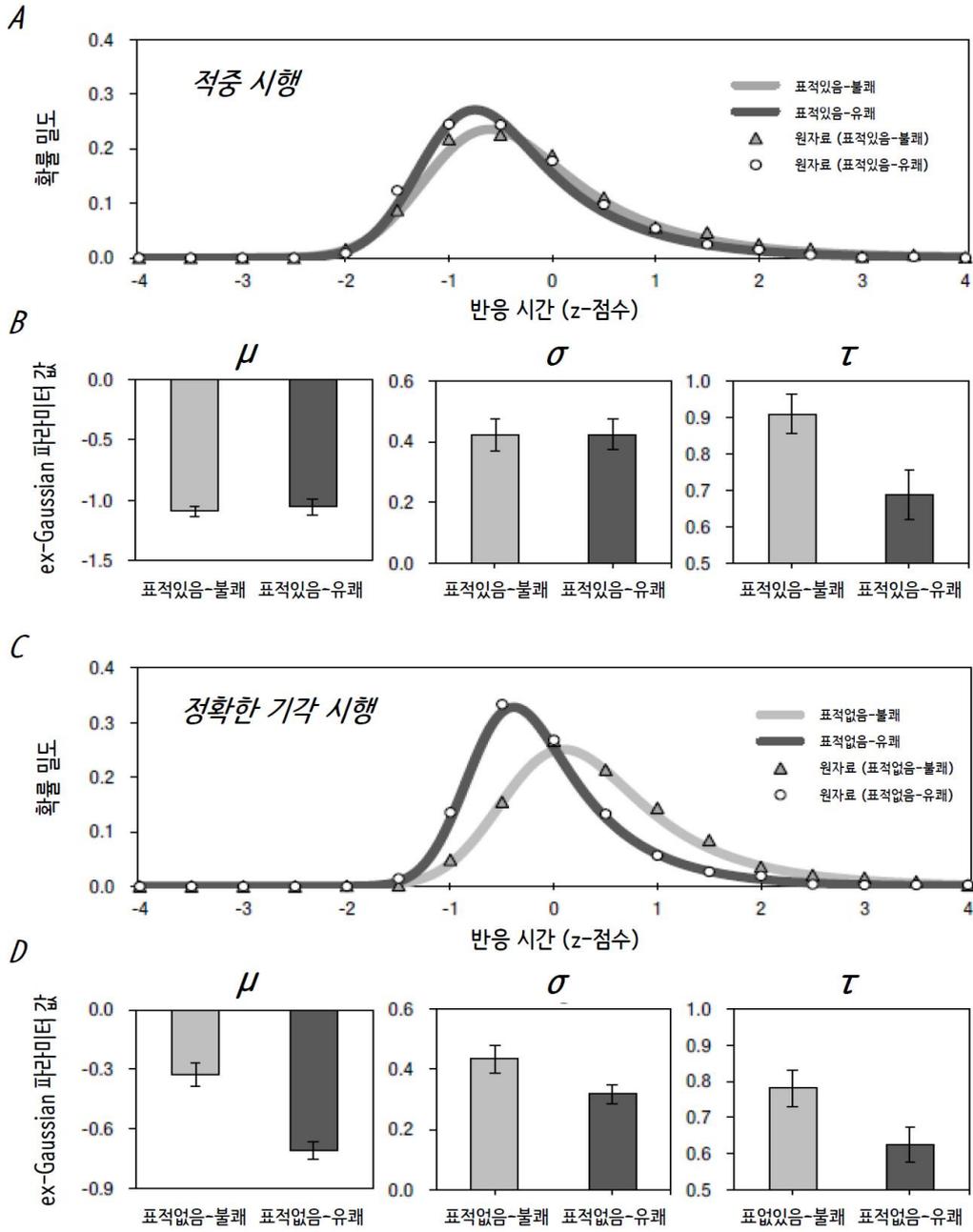


그림 4. ex-Gaussian 함수를 통해 추정된 반응시간 분포. 표적있음-적중 시행(A와 B) 및 표적없음-정기각 시행(C와 D)에서 관찰된 방해자극유형 조건별 Z표준화된 반응시간 분포의 확률밀도함수 및 파라미터 값. 확률밀도 곡선상의 표식은 반응시간 원자료의 반응빈도를 의미한다. 분포분석을 위해 반응시간 자료를 표준화하였으므로 가우시안 파라미터  $\mu$  값은 음의 값으로 갈수록 신속하였음을 의미한다.

도 저하에 의한 것으로 나타났으며  $t(24) = -3.96, p < .001$ , 반응기준 차원에서는 불쾌와 유쾌 방해자극 조건 간 차이가 관찰되지 않았다  $t(24) = -1.09, p = .287$ . 방해자극 조건 간 민감도 차이의 원인을 파악하기 위해 의사결정 공간상에서 이를 구성하는 오경보율과 적중률 즉  $Z(\text{false alarm rate})$ 와  $Z(\text{hit rate})$ 의 위치를 개별 참가자 및 표본 평균 수준에서 그림 3C에 도해하였다. 방해자극유형의 효과는 오경보율과  $t(24) = -3.81, p < .001$ , 적중률  $t(24) = 2.07, p < .05$  모두에서 관찰되었다. 이러한 결과는 불쾌 방해자극보다는 유쾌 방해자극 가운데서 무표정 표적의 출현여부를 판단하는 것이 상대적으로 수월했음을 의미하며, 적어도 유쾌한 방해자극이 구성하는 정서맥락 내에서 무표정 얼굴에 대한 정서적 구분이 상대적으로 수월했음을 시사한다.

**ex-Gaussian 모형에 근거한 반응시간 분포 분석** 표적유무에 따라 정기각 반응에 소요되는 시간( $1398.8 \pm 60.5\text{ms}$ )은 적중 반응( $1185.7 \pm 41.9\text{ms}$ )에 비해 지연되는 것이 관찰되었다(그림 2D). 이는 순차적 자기종료 탐색(serial self-terminating search) 상황에서 표적없음 시행이 표적있음 시행에 비해 탐사종료에 소요되는 시간이 지연된 것으로 설명할 수 있다(Treisman, 1999; Wolfe, 1994; Wolfe, Cave, & Franzel, 1989; Kwak, Dagenbach, & Egeth, 1991). 그러나 불쾌 조건의 상대적인 반응시간 지연이 적중 시행보다는 정기각 시행에서 더욱 분명했던 점, 즉 표적유무와 방해자극유형 변인간의 상호작용을 고려할 때 각각의 경우 무표정 표적 탐색에 관여한 정보처리 과정을 정확

히 이해할 필요가 있다.

이를 위해, 무표정 표적유무 및 방해자극유형에 따른 개별 피험자의 반응시간 자료에 대해 최대우도 추정법에 근거한 ex-Gaussian 모형 분석을 적용하였다. 그 결과 산출된 확률밀도함수 및 파라미터 값을 그림 4에 도해하였다. 반복법에 근거한 최대우도 추정과정에서 우도 적합성에 도달하지 못한 3명의 참가자는 ex-Gaussian 분포분석에서 제외되었다. 분포분석을 위해 표준화된 반응시간 값을 사용하였으므로 가우시안 파라미터  $\mu$  값은 음의 값으로 갈수록 신속하였음을 의미한다. 분석에 앞서 모든 조건에서 원 자료의 반응빈도 비율이 ex-Gaussian 확률밀도 곡선상에 대부분 위치한다는 사실을 통해 ex-Gaussian 함수가 반응시간의 분포를 비교적 정확히 추정했다는 점을 알 수 있다.

그림 4A와 4C에 나타난 바와 같이 무표정 표적유무에 따른 적중과 정기각 시행의 반응시간의 분포는 매우 상이하였으며, 개별 탐색 상황에서 서로 상이한 정보처리가 시도되었음을 시사한다. 이는 표적유무(표적있음, 없음)와 방해자극유형(유쾌, 불쾌), 그리고 ex-Gaussian 파라미터( $\mu, \sigma, \tau$ ) 변인들 간의 유의미한 삼원 상호작용  $F(2, 42) = 4.92, p < .05, \eta^2 = .19$  및 표적유무 x 방해자극유형  $F(1, 21) = 44.17, p < .001, \eta^2 = .68$ , 그리고 표적유무 x 파라미터의 유의미한 이원 상호작용에 의해 지지되었다  $F(2, 42) = 28.80, p < .001, \eta^2 = .58$ .

적중과 정기각 시행에서 불쾌 방해자극 조건의 평균 반응시간이 지연된 원인을 추정하기 위해 두 시행유형에서 관찰된 반응시간 분포를 각각 유쾌 및 불쾌 방해자극 조건 간에

걸쳐 상호 비교하였다. 표적있음 시행의 경우, 유쾌 및 불쾌 적중시행의 확률밀도 곡선은 다소간 유사했으나 불쾌 조건에서 상대적으로 정적 편포된 것으로 나타났다(그림 4A). 두 분포 간 차이를 구체적으로 비교하기 위해 ex-Gaussian 파라미터  $\mu$ ,  $\sigma$ , 그리고  $\tau$  값에 대해 방해자극유형 조건 간 대응표본  $t$ -검증을 실시하였다(그림 4B). 분석 결과, 반응시간의 집중 경향을 반영하는 가우시안 파라미터  $\mu$  값에는 불쾌 및 유쾌 방해자극 조건 간 큰 차이가 없었으며( $t(21) = -0.57, p = .577$ ),  $\sigma$  값 또한 차이가 관찰되지 않았다( $t(21) = -0.03, p = .978$ ). 그러나 집중경향으로부터의 이탈 즉 편포도를 반영하는 지수 파라미터  $\tau$ 에서는 두 방해자극 조건 간 유의미한 차이가 관찰되었다( $t(21) = 2.67, p < .05$ ). 이러한 결과는 두 방해자극 조건 간 평균적인 전반적인 탐색 소요시간은 비교적 일정했으나 불쾌 방해자극 조건에서 참가자의 주된 반응경향을 이탈하는 지연반응이 상대적으로 더욱 빈번하게 발생했음을 의미한다.

반면 표적없음 시행의 경우, 정기가 시행에서 방해자극유형에 따른 확률밀도 곡선은 매우 상이한 것으로 나타났다(그림 4C). 각 ex-Gaussian 파라미터 값에 대해 불쾌와 유쾌 방해자극 조건사이의 차이를 비교한 결과, 지수 성분  $\tau$  뿐만 아니라( $t(21) = 2.30, p < .05$ ), 가우시안 성분  $\mu$  와( $t(21) = 6.10, p < .001$ ),  $\sigma$  에서( $t(21) = 2.83, p < .01$ ) 모두 불쾌조건에서 유의미한 차이가 관찰되었다(그림 4D). 이는 표적없음 시행의 경우 유쾌 방해자극 조건에 비해 불쾌 방해자극 조건에서 전반적인 탐색 소요 시간이 크게 지연되었으며 반응 경향을

이탈하는 지연반응 또한 표적있음 시행에서처럼 빈번했음을 의미한다.

## 종합 논의

본 연구에서는 서로 다른 정서맥락을 지니는 얼굴표정 방해자극들 가운데 무표정 얼굴의 출현 여부를 판단하는 시각적 탐색 과제를 사용하여 무표정 얼굴자극에 대한 정서가 특성을 평가하였다. 실험 결과 첫째, 불쾌 방해자극 가운데서 무표정 표적유무를 판단할 경우의 탐색 수행은 유쾌 방해자극 조건보다 상대적으로 부정확하고 지연된 것이 관찰되었다. 둘째, 신호탐지 차원에서 불쾌 방해자극 조건에서의 부정확한 탐색 수행은 반응편향이 아닌 무표정 표적과 불쾌 방해자극간 정서 범주 구분 과정에서의 민감도 저하에 의한 것으로 나타났다. 셋째, 반응시간 분포 차원에서 불쾌 방해자극 조건에서의 반응시간의 상대적 지연은 무표정 표적의 출현 여부에 따라 상이하였다. 구체적으로 무표정 표적이 제시된 경우, 즉 표적 있음-적중 시행에서 주된 반응 경향을 반영하는 가우시안 파라미터  $\mu$ 와  $\sigma$ 는 방해자극유형 조건 간 유사했던 반면, 편포도를 반영하는 지수 파라미터  $\tau$ 에서만 불쾌 방해자극 조건에서 유의미한 증가가 관찰되었다. 반면 표적없음-정기가 시행의 경우,  $\tau$ 에 더해 가우시안  $\mu$ 와  $\sigma$  값에서 모두 불쾌 방해자극 조건에서 상대적인 증가가 관찰되었다.

무표정 표적유무에 따라 반응시간 분포 분석에서 상이한 방해자극유형 효과를 해석기 위해서는 일반적인 시각탐색 상황에서의 정보 처리 특성을 고려할 필요가 있다. 2-AFC 방식

에 근거한 순차적 탐색상황에서 관찰자는 현재 선택적 주의를 할당된 항목에 대해 잠재적 표적 가능성을 평가하여 ‘Yes’ 또는 ‘No’ 반응 중 한 가지 내적결정에 도달해야한다. 이 때 해당 항목의 평가된 표적 가능성이 관찰자의 내적 결정 준거(internal decision criterion)를 만족할 경우 ‘표적 있음’으로의 의사결정과 함께 행동반응이 뒤따르나, 그렇지 않을 경우 관찰자는 ‘표적 없음’ 반응으로 탐색을 종료하기 위한 역치(quitting threshold)를 만족할 때까지 탐색을 지속한다(Chun & Wolfe, 1996; Wolfe & Van Wert, 2010).

본 연구에서 수행된 시각탐색 과제에서 참가자는 무표정에 해당하는 표적 표상을 형성해 개별 항목의 표적 가능성을 평가한다. ex-Gaussian 모형의 가정에 기초하여 본 과제에서의 순차적 자기종료 탐색 정보처리를 추정할 경우 무표정 있음/없음 반응으로의 의사결정이 이루어지고 탐색이 종료되기까지 개별 얼굴표정에 대한 연속적인 평가과정에 소요되는 총 시간은 관찰자의 주된 반응경향 즉 가우시안 성분의 평균과 변량  $\mu$ 와  $\sigma$ 에 반영되며, 의사결정에 뒤따르는 반응선택 및 행동반응 과정의 잠음 수준은 지수 성분  $\tau$ 에 반영되는 것으로 간주할 수 있다(Palmer et al., 2011). 따라서 무표정 표적이 탐색배열에 출현할 경우 무표정 얼굴에 대한 초점주의 이동 및 그에 따른 탐색 항목 평가는 방해자극유형과 관계없이 사실상 유사할 수 있다. 그러나 초점주의가 집중된 탐색 항목을 표적으로 확정하고 ‘표적 있음’으로 반응하는 과정에는, 주변 방해자극이 초래하는 의사결정 및 반응선택 과정의 잠음 여부에 따라 참가자의 주된 반응

경향을 이탈하는 지연반응이 빈번하게 발생할 수 있다. 반면 표적이 제시되지 않은 경우, 표적이 제시된 경우에 비해 상대적으로 다수의 항목에 대한 표적 여부 평가가 요구되므로 전반적인 반응시간의 지연이 불가피하다. 이는 반응선택과 행동반응 과정의 잠음 뿐 아니라 탐색종료 역치에 도달하기 위한 지속적인 평가과정에 보수적인 기준을 적용함에 따라 불쾌 방해자극 조건에서 가우시안 성분  $\mu$ 와  $\sigma$ 의 상대적인 증가를 초래한다.

본 연구에서 시도된 탐색 민감도 및 탐색과제의 반응시간 분포에 대한 분석 결과는 이러한 예측과 어느 정도 일치하는 것으로 판단된다. 방해자극이 불쾌한 얼굴 표정인 경우 무표정한 얼굴 표적에 대한 탐지 민감도는 방해자극이 유쾌한 얼굴 표적인 경우에 비해 상대적으로 저하되었다. 이는 특정 방해자극 유형에서의 반응편향보다는 불쾌 방해자극과 무표정 표적 간 정서적 범주 구분의 어려움이 반응시간의 상대적 지연을 초래했음을 시사한다. 이처럼 민감도의 상대적 감소가 초래되는 상황에서는 초점주의의 개입이 뒤따르며(Wolfe et al., 1989; Chun & Wolfe, 1996) 결과적으로 초점주의의 순차적 이동으로 인해 반응시간 또한 상대적으로 지연되므로 ex-Gaussian 분포의 가우시안 파라미터인  $\mu$ 와  $\sigma$ 에 직접적인 영향을 초래한다.

이러한 영향은 본 연구의 실험에서 표적없음 조건의 정반응에 해당하는 정기각 반응시간 분포에 대한 분석 결과에서 더욱 두드러졌다. 순차적 초점주의 이동을 가정할 경우 표적유무에 대한 판단을 위해 상대적으로 표적 있음 조건에 비해 다수의 탐색항목을 고려하

므로 반응시간이 상대적으로 지연될 수밖에 없는데, 이때 탐색 민감도 저하가 초래된 불쾌 방해자극 조건의 경우 이러한 상대적 지연은 더욱 분명할 수밖에 없다. 이는 본 연구에서 표적없음 시행 중 정기각 반응이 이루어진 시행들에서 반응시간의 상대적 지연 및 반응변산성의 증가를 반영하는  $\mu$ 와  $\sigma$ , 그리고 의사결정 및 반응선택 과정에서 초래되는 잡음의 영향력을 반영하는  $\tau$ 가 유쾌보다는 불쾌 방해자극 조건에서 상대적으로 증가하였던 결과에 의해 확인된다.

다만 이와 같은 불쾌 방해자극 조건의  $\mu$ 와  $\sigma$ 의 상대적 증가가 표적있음 시행 중 적중 반응이 초래된 시행들에서 다소 분명하지 않았으며,  $\tau$ 의 증가만이 분명한 것으로 나타났다. 이에 대해서는 표적있음 시행의 경우 불쾌 방해자극의 탐색 간섭 효과를 배제하기 위한 초점주의 처리 과정이 개입되지 않았으며 단순히 빈번한 극단치의 발생이 원인일 수 있다는 결과로 얼핏 해석될 가능성이 있다. 그러나 참가자는 표적유무에 대해서는 탐색이 시도되지 않은 한 사전에 표적유무를 구분할 수 없으므로 임의로 초점 및 분산 주의 처리를 개별 시행 수행에 앞서 결정할 수 없다. 또한 탐색 민감도 분석 결과, 불쾌 방해자극 조건에서 민감도의 상대적 저하가 분명하게 관찰되었으므로 탐색 항목 대다수가 불쾌한 표정일 경우 참가자는 표적유무에 관계없이 초점주의 집중에 의한 순차적 탐색을 시도했을 가능성이 매우 크다. 마지막으로 탐색과제의 반응시간 자료를 통한 초점주의 개입 여부는 단일 항목개수 처치로는 검증이 불가능하며 항목개수 증감 처치를 통한 탐색기울기(search

slope) 분석이 수반되어야 가능하다. 특히 이러한 항목개수 처치가 시도된 Park 등(2015)의 연구(Experiment 2)에서 불쾌 방해자극 조건에서 표적 있음 및 없음 조건에 걸쳐 전형적인 1:2 탐색기울기(Treisman, 1988)가 분명했다는 점을 고려할 때, 표적있음 조건에서의  $\mu$ 와  $\sigma$ 의 상대적 증가가 분명하지 않았던 점을 초점주의 처리 과정의 부재로 해석하기에는 분명히 무리가 뒤따른다.

적중 시행에서 유쾌 및 불쾌 방해자극간  $\mu$ 와  $\sigma$ 의 차이가 분명하지 않았던 것은 결과적으로 탐색 항목이 네 개에 그쳐 표적있음 시행에서의 불쾌 방해자극의 간섭 효과의 크기가 상대적으로 표적없음 시행에서의 그것에 비해 두드러지지 않았을 가능성이 있다. 분명한 것은 이러한 간섭효과의 영향에 의해 의사결정 및 반응선택 과정에 추가 잡음이 발생했다면  $\tau$ 의 증가가 예상되는데, 이러한  $\tau$ 의 증가는 본 연구의 표적있음 시행에서 분명하게 관찰되었다. 결과를 종합할 때, 본 연구는 유쾌 및 불쾌한 얼굴 표정의 맥락 내에 출현한 무표정한 얼굴 표정에 대해 지각된 정서가(emotional valence)는 유쾌 표정 보다는 불쾌 표정이 지닌 정서가와 상대적으로 구분이 어려울 가능성을 시사한다.

그럼에도 불구하고 본 연구에서 적용된 ex-Gaussian 모형은 관찰된 경험적 반응시간 자료의 분포를 효과적으로 추정하고 수치화된 파라미터를 통해 이를 해석할 수 있도록 하는 기술적 방법에 해당하므로(Luce, 1986), 관찰된 ex-Gaussian 파라미터와 참가자들의 정보처리를 직접적으로 연결하기에는 여전히 한계가 있다. 따라서 불쾌 방해자극 조건에서 관찰되는 반

응시간 지연을 정보처리 과정 차원에서 보다 명확하게 설명하기 위해서는 안구운동(eye movement) 관찰과 같은 수렴적 증거의 확보가 필요할 수 있다. 가령 Godwin 등(2015)은 표적 제시확률(target prevalence)을 달리한 시각 탐색 상황에서 참가자의 안구운동을 분석하여 표적 없음 시행에서 보수적 탐색에 의한 반응시간의 증가가 단일 응시시간(first fixation duration) 증가가 아닌 이전에 검사한 항목에 대한 재방문 비율(proportion revisited) 증가에 의한 것임을 보고하였다. 본 연구에서 무표정 표적이 제시되지 않았을 경우 불쾌 방해자극 항목을 기각하고 탐색을 종료하기 위한 탐색과정에서도 유사한 정보처리가 이루어졌을 가능성이 있다.

최근의 얼굴표정 연구들은 긍정적 얼굴표정과 부정적 얼굴표정 간 표정 현출성에 대해 상반되는 결과들을 보고한 바 있다. 그로 인해 전체 얼굴이 표현하는 정서가 아닌 이목구비를 비롯하여 치아, 눈썹 등 얼굴표정을 구성하는 국소적 표정 요소의 영향력 즉 정서-특정적 지배성(emotion-specific dominance)에 대한 검증이 빈번하게 시도되어왔던 것이 사실이다(Savage, Lipp, Craig, Becker, & Horstmann, 2013; Horstmann, Lipp, & Becker, 2012; Tipples, Atkinson, & Young, 2002). 본 연구는, 이러한 국소적 표정 요소의 감각 특성뿐만 아니라 얼굴 표정이 출현하는 정서적 맥락에 대한 연구 필요성 및 수리모형 분석을 예시함으로써 향후 관련 분야의 연구에 있어서 새로운 방향을 모색하는데 기여할 것으로 예상된다.

## 참고문헌

- 박형범, 현주석 (2014). ex-Gaussian 모형을 활용한 인지적 과제의 반응시간 분포 분석. *감성과학*, 17(2), 63-76.
- Balota, D. A., & Spieler, D. H. (1999). Word Frequency, Repetition, and Lexicality Effects in Word Recognition Tasks: Beyond Measures of Central Tendency. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128(1), 32-55.
- Balota, D. A., & Yap, M. J. (2011). Moving beyond the mean in studies of mental chronometry the power of response time distributional analyses. *Current Directions in Psychological Science*, 20(3), 160-166.
- Bundesen, C. (1990). A theory of visual attention. *Psychological Review*, 97(4), 523-547.
- Calvo, M. G., & Nummenmaa, L. (2011). Time course of discrimination between emotional facial expressions: The role of visual saliency. *Vision research*, 51(15), 1751-1759.
- Calvo, M. G., Fernández-Martín, A., & Nummenmaa, L. (2014). Facial expression recognition in peripheral versus central vision: role of the eyes and the mouth. *Psychological research*, 78(2), 180-195.
- Chun, M. M., & Wolfe, J. M. (1996). Just say no: How are visual searches terminated when there is no target present?. *Cognitive psychology*, 30(1), 39-78.
- Coyle, T. R. (2003). A review of the worst performance rule: Evidence, theory, and alternative hypotheses. *Intelligence*, 31(6), 567-587.

- Duncan, J., & Humphreys, G. W. (1989). Visual search and stimulus similarity. *Psychological Review*, 96(3), 433-458.
- Fuchs, I., Ansorge, U., Redies, C., & Leder, H. (2011). Saliency in paintings: Bottom-up influences on eye fixations. *Cognitive Computation*, 3(1), 25-36.
- Godwin, H. J., Menneer, T., Cave, K. R., Thaibsyah, M., & Donnelly, N. (2015). The effects of increasing target prevalence on information processing during visual search. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22(2), 469-475.
- Hansen, C. H., & Hansen, R. D. (1988). Finding the face in the crowd: an anger superiority effect. *Journal of personality and social psychology*, 54(6), 917-924.
- Harel, J., Koch, C., & Perona, P. (2006). Graph-based visual saliency. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 19, 545-552.
- Heathcote, A. (1996). RTSYS: A DOS application for the analysis of reaction time data. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 28(3), 427-445.
- Horstmann, G., Lipp, O. V., & Becker, S. I. (2012). Of toothy grins and angry snarls - Open mouth displays contribute to efficiency gains in search for emotional faces. *Journal of Vision*, 12(5), 7 (1-15).
- Juth, P., Lundqvist, D., Karlsson, A., & Öhman, A. (2005). Looking for foes and friends: perceptual and emotional factors when finding a face in the crowd. *Emotion*, 5(4), 379-395.
- Kirita, T., & Endo, M. (1995). Happy face advantage in recognizing facial expressions. *Acta psychologica*, 89(2), 149-163.
- Kwak, H. W., Dagenbach, D., & Egeth, H. (1991). Further evidence for a time-independent shift of the focus of attention. *Perception & Psychophysics*, 49(5), 473-480.
- Leder, H., & Bruce, V. (2000). When inverted faces are recognized: The role of configural information in face recognition. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 53(2), 513-536.
- Lee, E., Kang, J. I., Park, I. H., Kim, J. J., & An, S. K. (2008). Is a neutral face really evaluated as being emotionally neutral?. *Psychiatry Research*, 157(1), 77-85.
- Lee, T. H., Lee, K., Lee, K. Y., Choi, J. S., & Kim, H. T. (2006). *Korea University Facial Expression Collection: KUEFC*. Lab of Behavioral Neuroscience. Department of Psychology, Korea University, Seoul, Korea.
- Luce, R. D. (1986). *Response Times: Their Role in Inferring Elementary Mental Organization*. Oxford University Press, New York, NY.
- Macmillan, N. A., & Creelman, C. D. (2005). *Detection Theory: A User's Guide*. Lawrence Erlbaum Associates. New York.
- Mermillod, M., Vermeulen, N., Lundqvist, D., & Niedenthal, P. M. (2009). Neural computation as a tool to differentiate perceptual from emotional processes: The case of anger superiority effect. *Cognition*, 110(3), 346-357.
- Myung, I. J. (2003). Tutorial on maximum likelihood estimation. *Journal of Mathematical*

- Psychology*, 47(1), 90-100.
- Öhman, A., & Mineka, S. (2001). Fears, phobias, and preparedness: toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychological review*, 108(3), 483-522.
- Tipples, J., Atkinson, A. P., & Young, A. W. (2002). The eyebrow frown: A salient social signal. *Emotion*, 2(3), 288-296.
- Park, H. B., Han, J. E., & Hyun, J. S. (2015). You may look unhappy unless you smile: The distinctiveness of a smiling face against faces without an explicit smile. *Acta psychologica*, 157, 185-194.
- Palmer, E. M., Horowitz, T. S., Torralba, A., & Wolfe, J. M. (2011). What are the shapes of response time distributions in visual search?. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 37(1), 58-71.
- Ratcliff, R., & Murdock, B. B. (1976). Retrieval processes in recognition memory. *Psychological Review*, 83(3), 190-214.
- Ratcliff, R. (1978). A theory of memory retrieval. *Psychological Review*, 85(2), 59-108
- Savage, R. A., Lipp, O. V., Craig, B. M., Becker, S. I., & Horstmann, G. (2013). In search of the emotional face: Anger versus happiness superiority in visual search. *Emotion*, 13(4), 758-768.
- Schwarz, W. (2001). The ex-Wald distribution as a descriptive model of response times. *Behavioral Research Methods, Instruments & Computers*, 33(4), 457-469.
- Sergent, J. (1984). An investigation into component and configural processes underlying face perception. *British Journal of Psychology*, 75(2), 221-242.
- Spieler, D. H., Balota, D. A., & Faust, M. E. (2000). Levels of selective attention revealed through analyses of response time distributions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 26(2), 506-526.
- Stein, T., Seymour, K., Hebart, M. N., & Sterzer, P. (2014). Rapid fear detection relies on high spatial frequencies. *Psychological science*, 25(2), 566-574.
- Tamietto, M., & De Gelder, B. (2010). Neural bases of the non-conscious perception of emotional signals. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(10), 697-709.
- Treisman, A. (1988). Features and objects: The fourteenth bartlett memorial lecture. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, 40A(2), 201-237.
- Treisman, A. (1999). Solutions to the binding problem: progress through controversy and convergence. *Neuron*, 24(1), 105-125.
- Van Zandt, T. (2000). How to fit a response time distribution. *Psychonomic bulletin & review*, 7(3), 424-465.
- Wang, H. C., & Pomplun, M. (2012). The attraction of visual attention to texts in real-world scenes. *Journal of Vision*, 12(6), 26.
- Whalen, P. J., Rauch, S. L., Etkoff, N. L., McInerney, S. C., Lee, M. B., & Jenike, M. A. (1998). Masked presentations of emotional

- facial expressions modulate amygdala activity without explicit knowledge. *The Journal of neuroscience*, 18(1), 411-418.
- Wolfe, J. M., Cave, K. R., & Franzel, S. L. (1989). Guided Search: An Alternative to the Feature Integration Model for Visual Search. *Journal of Experimental Psychology*, 15(3), 419-433.
- Wolfe, J. M. (1994). Guided search 2.0 a revised model of visual search. *Psychonomic bulletin & review*, 1(2), 202-238.
- Wolfe, J. M., & Van Wert, M. J. (2010). Varying target prevalence reveals two dissociable decision criteria in visual search. *Current Biology*, 20(2), 121-124.
- Woodman, G. F., & Luck, S. J. (2003). Serial deployment of attention during visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29(1), 121-138.
- Yang, E., Zald, D. H., & Blake, R. (2007). Fearful expressions gain preferential access to awareness during continuous flash suppression. *Emotion*, 7(4), 882-886.
- Yoon, K. L., Hong, S. W., Joormann, J., & Kang, P. (2009). Perception of facial expressions of emotion during binocular rivalry. *Emotion*, 9(2), 172-182.

1 차원고접수 : 2015. 06. 15

수정원고접수 : 2015. 08. 17

최종게재결정 : 2015. 09. 01

## **Information Processing on Distinguishing an Emotionless Face against Explicit Facial Expressions**

**Hyung-Bum Park**

**Joo-Seok Hyun**

Department of Psychology, Chung-Ang University

Many studies characterizing perceived emotion on one's face have used emotionless faces as neutral face stimuli. In our daily circumstances, however, an emotionless face tends to represent a negative expression of emotion rather than purely neutral. The present study aimed to compare the saliency of an emotionless face against either smiling or frowning faces, and asked participants to search for a target of an emotionless face among the distractors of either smiling or frowning faces. The analyses of search found delayed RTs as well as inaccurate search performance if the target was displayed among the frowning distractors rather than among smiling faces. The relative inaccuracy of target search was shown to derive from the decrease of sensitivity ( $d'$ ) for discriminating the emotionless target from frowning distractor faces. We also compared the search RT distributions according to the ex-Gaussian model across the smiling and frowning distractor conditions. The ex-Gaussian analyses showed that the delayed RTs in the frowning condition owes to an increase of skewness in the distribution as a result of decision and response-selection processes. The skewness became more evident in the target-absent trials with an overall delay in their RTs. The results of the present study indicate that the emotionless faces is more difficult to distinguish from frowning faces than smiling faces if it is displayed among either of the two faces.

*Key words* : facial expression, emotionless face, visual search, reaction time distribution, ex-Gaussian