

## 표상 유사성 분석을 이용한 연령별 얼굴 정서 차원 비교

### Comparison Between Core Affect Dimensional Structures of Different Ages using Representational Similarity Analysis

김종완<sup>†</sup>

Jongwan Kim<sup>†</sup>

#### Abstract

Previous emotion studies employing facial expressions have focused on the differences between age groups for each of the emotion categories. Instead, Kim (2021) has compared representations of facial expressions in the lower-dimensional emotion space. However, he reported descriptive comparisons without statistical significance testing. This research used representational similarity analysis (Kriegeskorte et al., 2008) to directly compare empirical datasets from young, middle-aged, and old groups and conceptual models. In addition, individual differences multidimensional scaling (Carroll & Chang, 1970) was conducted to explore individual weights on the emotional dimensions for each age group. The results revealed that the old group was the least similar to the other age groups in the empirical datasets and the valence model. In addition, the arousal dimension was the least weighted for the old group compared to the other groups. This study directly tested the differences between the three age groups in terms of empirical datasets, conceptual models, and weights on the emotion dimensions.

**Key words:** Ages, Core Affect, Facial Expression, Individual Differences Multidimensional Scaling, Representational Similarity Analysis

#### 요약

기존의 연령별 얼굴정서 인식 비교 연구에서는 정서별로 연령 간에 어떤 차이가 있는지 밝혔다. 이에 Kim(2021) 연구에서는 개별 정서가 아닌 정서공간에서 표상된 정서를 연령 간 비교하였다는 점에서 의의가 있으나, 기술적 (descriptive) 비교만 시행하였을 뿐, 통계적 유의미 검증을 하지 않았다는 한계가 있다. 본 연구에서는 표상 유사성 분석(representational similarity analysis) 방법을 통해 연령간 실제 데이터 및 정서 모델 유사성행렬을 직접적으로 비교하였다. 또한 개인차 다차원척도법(individual differences multidimensional scaling)을 통해 연령간 정서 차원에 대한 비중을 비교하였다. 그 결과 실제 데이터 비교에서 노년 집단은 청년 및 중년 집단과 가장 유사하지 않았으며, 쾌불쾌 차원이 포함된 정서 모델과의 유사성 비교에서도 가장 유사하지 않았다. 또한 노년 집단은 각성 차원에 대한 비중이 청년 및 중년 집단과 유사하지 않음이 발견되었다. 본 연구는 실제 데이터, 정서 모델, 그리고 정서 차원 비중이라는 세 가지 측정치에 대해 노년 집단과 청년 및 중년 집단의 차이를 통계적으로 검증하였다는 점에서 의의가 있다.

**주제어:** 표상 유사성 분석, 얼굴표현, 핵심정서, 개인차 다차원척도법, 연령

※ 이 논문은 2022년도 전북대학교 연구기반 조성비 지원에 의하여 연구되었음.

<sup>†</sup> (교신저자) 김종완: 전북대학교 심리학과 조교수 / E-mail: jongwankim80@jbnu.ac.kr / TEL: 063-270-2925

## 1. 서론

인간의 정서 경험에서 중요한 요소 중 하나는 정서 인식이다. 다른 사람이 어떠한 정서를 표현하는지 빠르고 정확하게 인식하는 것은 정서적 의사소통에서 큰 부분을 차지한다. 다른 사람의 정서를 명확하게 인식하게 되면 본인이 경험하는 정서에 대한 갈등이 적고 문제를 유발하는 정서에 대해 어떻게 대처해야 할지 더 정확하게 알 수 있다(Salovey et al., 1995). 그 중 얼굴 표정은 타인에게 자신의 정서적 상태를 전달하고, 행동을 예측하게 하는 비언어적 의사소통의 가장 중요한 요소이다(Stone et al., 1996). 그러므로 얼굴 표정 인식은 대인관계 의사소통과 사회적 관계 유지에 있어 필수적이다(David & Gibson, 2000). 최근 전세계적인 급격한 고령화 사회진입은 여러 문제가 예상되며, 정서적 의사소통이 그 중 하나가 될 것이다. 세대 내 뿐만 아니라 더 활발한 세대간 의사소통이 필요하지만, 연령별 정서표상의 차이가 있다면 이는 원활하지 않을 것이다.

연령에 따른 정서인식에 대한 연구에서는 고령자가 다른 사람들의 얼굴 표정, 특히 범주적(categorical)으로 부정정서를 인식하는데 어려움을 겪는 것으로 보인다. 메타 연구에서 이러한 수행 저하를 보고하였으며(Ruffman et al., 2008), 그 결과 정서적 의사소통에 문제가 있을 수 있다는 점을 언급하였다(Sullivan & Ruffman, 2004). 연구 참가자 입장에서 노년 집단은 청년 집단에 비해 비교적 얼굴자극 정서 판별과제에서 더 낮은 정확률, 특히 슬픔, 분노, 역겨움 등의 부정정서에서 이 같은 결과를 보고하였다(Lee et al., 2005; Sullivan & Ruffman, 2004). 그 외 공포(Calder et al., 2003), 분노 및 슬픔(West et al., 2012)의 정서 인식 수행 저하가 발견되었다. 고령자의 정서인식 저하는 정서에 대한 평가 경향의 변화 때문일 수 있는데 결과는 일관적이지 않다. 긍정 정서를 더 긍정적으로, 부정 정서를 더 부정적으로 평가하는 결과를 보고한 연구(Grühn & Scheibe, 2008; Kang & Kwon, 2019), 긍정 및 부정 정서 모두 더 부정적으로(Soh et al., 2015), 혹은 긍정적으로(Smith et al., 2005) 보고한 연구가 혼재되어 있다.

위 연구들은 연구 참가자의 연령간 정서인식의 차이를 연구하였으나, 정서를 개별적으로 검증하는 범주적

접근방법에 그쳤다는 단점이 있다. 정서는 기본적으로 범주적 접근방법과 차원적(dimensional) 접근방법이 있는데, 얼굴을 이용한 정서연구에서 사용되는 얼굴표현은 에크만의 기본정서(Ekman, 1999)에 해당하는 기쁨, 슬픔, 화남, 두려움, 역겨움 등의 범주적 접근방법에 기반하지만, 얼굴자극에 대한 평정 등의 방법으로 자극이 정서공간에 표상(represent)될 때는 쾌불쾌(valence) 차원과 각성(arousal) 차원으로 이루어진 저차원 공간에 위치하게 되어(Posner et al., 2009; Russell, 1980) 차원적 접근방법을 지지한다고 볼 수 있다. 쾌불쾌 차원과 각성 차원을 모두 고려한 연구(Kang & Kwon, 2019)에서는 고령자가 일반 성인에 비해 두 차원이 더 선형적(linear)인 관계를 보인다는 점을 보고하여 개별 정서가 아닌 정서 차원의 접근 역시 필요함을 시사하였다. 즉 이 결과는 연령간 개별 정서에 대한 정서 인식이 다르다는 점이 중요한 것이 아니라, 정서가와 각성의 차원으로 이루어진 정서차원 구조가 연령별로 차이가 있는지를 살펴보아야 한다는 점을 시사한다.

저차원으로 이루어진 정서구조를 살펴본 Kim(2021)의 연구에서는 얼굴자극의 세 연령의 표상된 정서구조를 비교하였다. 이 연구에서는 정서 판단 과제를 통한 반응시간 혹은 정확도로 유사성행렬을 계산한 후, 이를 다차원척도법(Multidimensional Scaling, MDS)으로 분석하여 연령간 정서구조를 추출하였다. MDS 솔루션 값과 디자인행렬과의 상관계수는 세 연령층 모두 비슷하였으나, 다차원척도법 결과를 한 공간에 표시한 경우 노년층의 ‘역겨움’, ‘중립적인’ 정서는 다른 집단과 표상에서의 거리가 있었음을 밝혔다. 그 외 노년층이 표현하는 부정정서쌍에 대해서 구별하기 더 어려웠다는 점을 밝혔다. Kim(2021)의 연구는 개별정서가 아닌 정서구조를 이용했다는 점에서 의의가 있으나, 정서차원에서 개별 정서가 위치하는 거리를 기술적으로(descriptive) 서술하는 방법으로 정서 구조의 차이를 밝혔다는 점에서, 통계적 유의미 검증을 하지 못했다는 한계가 있다.

본 연구에서는 표상 유사성 분석(Representational Similarity Analysis, RSA)를 통해 연령별 정서구조를 유의미 검증이 포함된 통계적 비교를 하고자 한다(Kriegeskorte et al., 2008). 표상 유사성 분석은 주로 인지신경과학 분야에서 서로 다른 성질의 데이터를 비교하기 위한 방법으로 고안되

어 사용되어 왔다(Gao & Shinkareva, 2021). RSA는 유사성 데이터로 이루어진 상관행렬과 같은 유사성행렬 자체를 비교할 수 있는 방법으로 사람과 다른 사람, 사람과 다른 종, 행동데이터와 뇌데이터, 실제 데이터와 계산 및 이론적 모형 등 직접 비교가 불가능한 서로 다른 성질의 데이터를 직접 비교할 수 있게 해 주는 장점이 있다(Kriegeskorte et al., 2008). 데이터는 보통 자극 × 측정치(정확도, 반응시간, 뇌 활성화 정도, 생리 측정치, 설문 응답, 디자인 값 등)라는 형태를 가지고 있는데, 행(row)에 위치한 자극은 데이터의 종류에 따라 변화 없이 일정할 수 있으나, 열(column)에 위치한 측정치는 데이터의 종류에 따라 그 범위나 성질이 다르고, 열의 개수 또한 다르다. 물론 열을 선형 변환(linear transformation)하는 등의 과정(예: 평균)을 거치면 열의 개수를 같게 할 수 있지만, 원래 데이터의 성질이 다르기 때문에 이마저도 모든 데이터에 일괄적으로 동일하게 적용하기 어렵다. RSA는 이러한 다양한 종류의 데이터를 ‘자극 × 측정치’의 형태에서 ‘자극 × 자극’의 동일한 형태로 변환함으로써 두 유사성행렬을 직접 비교할 수 있다는 장점이 있다. 관련 선행 연구로 Said et al.(2010)은 다양한 종류의 얼굴 표현에 대한 행동 측정치, 뇌 상측두구(superior temporal sulcus)에서의 뇌영상 데이터 간의 표상이 유사함을 RSA를 통해 발견하였다. Murray et al.(2021) 역시 개념적 모델을 기반으로 한 디자인 행렬과 실제 뇌 반응 데이터 간의 표상 유사성 분석을 하여 뇌 영역 중 내측전두피질(medial prefrontal cortex) 및 상측두구에서 유의미한 관계를 발견하였다.

본 연구에서는 범주적으로 선정된 얼굴자극이 서로 다른 연령에서 차원적 접근방법으로 정서구조가 어떻게 표상되는지를 먼저 알아내고, 표상된 정서구조끼리, 그리고 핵심 정서 이론에서 밝힌 쾌불쾌, 각성, 동기의 세 차원을 이용한 디자인 행렬 간에 관계를 유의미 검증하고자 하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 데이터 설명

본 연구에서는 연령별 얼굴 정서 표현에 대한 기존

연구(Kim, 2021)의 데이터를 이용하였다. 이 연구에는 University of South Carolina에서 심리학 과목 수강생 31명이 참가하였다. 자극은 FACES 얼굴자극세트 남녀 성별에, 청년, 중년 및 노년 모형이 표현한 얼굴자극이 포함되어 있다(<https://faces.mpg.de/imeji/>) (Ebner et al., 2010). 표현한 정서 범주는 화난(angry), 역겨운(disgusted), 두려운(fearful), 행복한(happy), 중립적인(neutral), 그리고 슬픈(sad), 6가지이다(Ekman, 1999). 실험에서 자극은 같은 정서 쌍 12번(6개 정서 × 2번)과 다른 정서 쌍 15번(6개 정서 조합), 총 27번이 한 번의 세션으로 구성되었다. 27번 × 성별 2(남, 녀) × 연령 3(청년, 중년, 노년) × 2번 반복으로 한 참가자 당 총 324번의 시행으로 구성되었다. 컴퓨터 스크린에 두 자극이 양 옆으로 나란히 제시되었으며, 이 때 표현하는 정서가 같은지 혹은 다른지를 반응하는 것이 과제였다. 이에 대한 정확도와 반응시간이 매 시행 측정되었다.

### 2.2. 통계분석

#### 2.2.1. 표상 유사성 분석(Representational Similarity analysis, RSA)

두 개 이상의 유사성행렬을 비교하기 위해 표상 유사성 분석을 사용하였다(Kriegeskorte et al., 2008). 먼저 얼굴자극 각 연령별 데이터를 유사성행렬로 변환하였다. Kim(2021)의 연구에서 변량분석, 상관분석 및 다차원척도법 분석 결과 두 종류의 데이터(정확도와 반응시간)가 유사한 결과를 보였다. 따라서 본 연구에서는 반응시간을 기반으로 유사성행렬을 계산하였다. 각 참가자 당 정서쌍 간의 반응시간을 계산한 후 다시 참가자간 평균을 구하여 모든 정서쌍 당 반응시간을 계산하였다. 정서쌍 당 데이터를 재배열하여 6×6 유사성행렬 형태로 전환하였다. 이 과정을 얼굴자극 세 연령대의 데이터에 적용하여 각 연령간 유사성행렬을 구했다.

다음으로 실제 데이터와 정서모델 간의 관계를 살펴보기 위해 모델 디자인 값(Table 1)을 기반으로 정서모델 유사성행렬을 구성하였다. Table 1은 각 얼굴 정서가 정서의 세 차원인 쾌불쾌, 각성(Barrett & Bliss-Moreau, 2009; Russell, 1980), 동기(Gable & Harmon-Jones, 2008)에 해당하는 디자인값을 보여주고 있다. 가

Table 1. Design matrix of six emotions

Emotion	Valence	Arousal	Motivation
Angry	-1	1	1
Disgusted	-1	0	-1
Fearful	-1	1	-1
Happy	1	1	0
Neutral	0	-1	0
Sad	-1	-1	0

령 ‘행복한’ 정서에 대해서 쾌불쾌는 긍정적(+1), 각성은 높으며(+1), 동기는 중간(0)임을, ‘화난’은 부정적(-1), 각성이 높으며(+1), 동기는 높음(+1)을 보여주고 있다. 다음으로 세 가지의 개별 차원을 이용하여 모델 유사성행렬을 구하였는데, 1차원 모델로는 정서의 세 차원 각각 하나씩으로 구성된 ‘쾌불쾌’, ‘각성’, ‘동기’, 2차원 모델로는 ‘쾌불쾌+각성’, 마지막으로 3차원 모델은 세 차원이 모두 포함된 ‘쾌불쾌+각성+동기’, 이렇게 5개의 모델을 구성하였다. 각 정서모델에서는 차원 값을 기반으로 각 자극간 유클리디안 거리를 계산하여 거리행렬(distance matrix)을 구하였으며, 각 행렬의 최대값에서 거리행렬을 빼줌으로서 유사성행렬로 변환하였다. 이렇게 3종류의 데이터 유사성행렬, 5종류의 정서모델 유사성행렬을 준비하였다(Fig. 1).

8종류의 유사성행렬을 이용하여 RSA를 시행하였다(Fig. 2). 먼저 비교하고자 하는 행렬의 대각선 값을 포함하여 비대각선 값을 추출하였다. 일반적으로 알려진 RSA와의 차이점은 대각선값의 유무인데, 보통 유사성행렬, 예컨대 상관행렬의 대각선값은 1, 거리행렬의 대각

선값은 0으로 아무런 정보가 없는 반면, 본 연구에서는 같은 자극쌍에 대해서도 반응시간의 값이 존재하므로 대각선값을 RSA에 포함하였다. 이렇게 추출된 값을 벡터화(vectorize)한 뒤 두 벡터의 스피어만(Spearman) 상관이 RSA 값으로 사용되었다(Kriegeskorte et al., 2008).

본 연구에서는 산출된 RSA에 대하여 두 종류의 분석을 실시하였다. 첫 번째로는 전체 참가자의 평균을 이용한 그룹 RSA를 실시하여 얼굴자극 세 종류의 연령집단과 다섯 종류의 정서 모델간의 관계를 탐색하였다. 유의도 검증을 위해 순열검정(permutation test)을 실시하였다. 순열검정의 절차는, 먼저 데이터의 레이블과 실제 데이터를 무선적으로 섞은 후, 위 RSA과정을 실시하여 가장 높은 RSA값을 기록하였다. 이 과정을 10,000번 시행하여 경험적(empirical)으로 영분포(null distribution)을 만든 후, 상위 5%( $\alpha=0.05$ )의 RSA값을 임계값(critical value)으로 정하였다. 두 번째로는 위 기술된 RSA값을 모든 참가자들에 대하여 개별적으로 구하고, 이를 이용하여 정서 모델과 연령의 RSA값의 차이를 알기 위해 반복측정 변량분석을 실시하였다. 이를 통해 5개의 정서 모델 중 어떤 모델이 실제 데이터를 가장 잘 설명하는지, 그리고 세 연령 사이 차이가 있는지를 검증하였다. 변량분석 옴니버스(omnibus) 결과가 유의미한 경우, 정서 모델 간 비교에는 본페로니 보정(Bonferroni correct)이 된 쌍별 비교(pairwise comparison)를 실시하였다. 얼굴자극 연령 간 비교에는 다항식 추세 분석(polynomial trend analysis)을 실시하였는데, Kim(2021)의 연구에서 노년층이 청년 및 중년 집단과

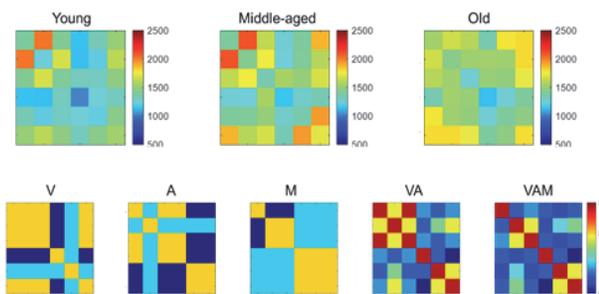


Fig. 1. Similarity matrices from young, middle-aged, and old age groups based on reaction time data (top panel) and distance matrices from emotion models (bottom panel). V=valence-only, A=arousal-only, M=motivation-only, VA=valence-arousal, and VAM=valence-arousal-motivation model

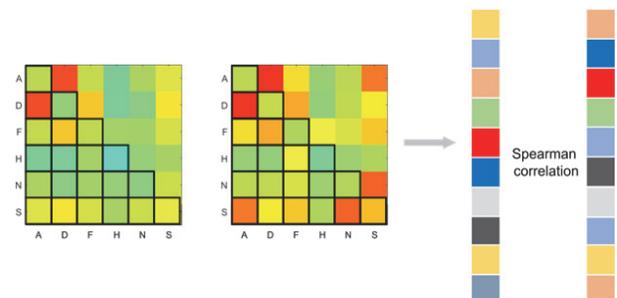


Fig. 2. Representational similarity analysis (RSA) procedure. The off-diagonal elements of the similarity matrices including diagonal values were extracted and then vectorized. The two vectors were Spearman-correlated, yielding RSA measures. A=Angry, D=Disgusted, F=Fearful, H=Happy, N=Neutral, S=Sad

다른 표상 결과를 보였기 때문에, 첫 번째 대비(contrast)에서는 청년 및 중년 집단 대 노년 집단 비교를, 두 번째 대비에서는 청년과 중년 집단을 비교하였다.

2.2.2. 개인차 다차원척도법 (Individual differences multidimensional scaling, INDSCAL)

각 참가자 별로 얼굴자극 각 연령 데이터를 다차원 척도법 분석을 하였을 때, 각 차원에 얼마만큼의 비중 (weight)을 두는 지를 비교하기 위해 개인차 다차원척도법(Individual differences multidimensional scaling, INDSCAL)을 실시하였다. 일반적인 다차원척도법은 그룹 데이터를 이용하여 자극간 유사성을 저차원 공간 (lower dimensional space)에 위치시키는 방법인데, 이때 INDSCAL은 공통의 저차원 공간의 각 차원에 각 개인의 비중이 서로 다르다고 가정하고 차원별 그 비중을 구하는 방법이다(Carroll & Chang, 1970). 가령 2차원 MDS 솔루션에서 2차원에 비해 1차원에 더 비중을 두는 참가자의 표상은 1차원에서의 거리가 더 먼 반면, 2차원에 더 비중을 두는 참가자의 표상은 2차원에서의 거리가 더 멀게 나타난다. INDSCAL은 참가자 별로 각 차원의 비중을 계산할 수 있어 어느 차원에 더 민감한지 파악할 수 있다. 본 연구에서는 참가자 별로 얼굴자극 각 연령대 유사성행렬을 INDSCAL을 실시하여 차원별 가중치를 계산하였다. 그 후, 차원별로

얼굴자극 세 연령간 가중치의 상관분석을 실시하였다. 이를 통해 얼굴 표현에 대한 정서 표상의 차원별 가중치가 연령별로 어떤 관계가 있는지 검증하였다. 모든 통계분석에는 MATLAB R2021을 이용하였다.

3. 결과

3.1. 그룹 RSA 결과

그룹 RSA 결과는 Fig. 3과 같다. 먼저 세 연령 그룹 간의 관계를 살펴보면, 청년-중년 RSA 값(.83)이 청년-노년(.64), 중년-노년(.63)보다 더 높았다. 즉, 노년 얼굴 자극에 대한 정서 표상은 다른 두 연령대의 얼굴자극에 대한 정서 표상과는 덜 비슷하다는 사실을 의미한다. 다음으로 5개의 정서 모델과 실제 3종류의 연령 데이터 정서 표상과의 관련성을 살펴보면, 먼저 공통적으로 ‘각성모델’과 ‘동기모델’은 모두 음의 RSA값을 보여주고 있어 실제 데이터 기반 정서 표상과는 거리가 있음을 보여주고 있다. 즉, 최소한 ‘쾌불쾌’차원이 포함된 모델이 실제 데이터를 잘 반영한다는 것을 의미한다. 쾌불쾌, 쾌불쾌+각성, 쾌불쾌+각성+동기, 세 모델을 비교하였을 때 쾌불쾌 차원만 포함된 모델 RSA값이 세 연령 모두에서 가장 높았으며 ‘쾌불쾌+각성’, ‘쾌불쾌+각성+동기’ 모델 순으로 나타났다. 마지막으로 3종류의 연령 데이터 정서 표상이 정서 모델과 어떻게 관련이 있나 살펴보면, 노년 얼굴자극에 기반한 정서 표상이 다른 두 연령에 비해 가장 정서 모델과 덜 비슷하였다. 쾌불쾌, 쾌불쾌+각성, 쾌불쾌+각성+동기 세 모델 모두에서 같은 경향을 보여주고 있다. 청년과 중년 자극은 쾌불쾌 모델에서는 .09의 차이가 있으나 쾌불쾌+각성과 쾌불쾌+각성+동기 모델에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 결론적으로 세 연령간에는 노년 자극 정서 차원이 다른 두 연령의 정서 차원과는 차이가 있었으며, 정서 모델과의 관련성에 있어서도 다른 두 연령에 비해 낮았다. 모델간 비교에서는 얼굴 자극 기반 정서표상에 있어서 쾌불쾌 차원이 데이터를 가장 잘 설명하는 차원임을 의미한다.

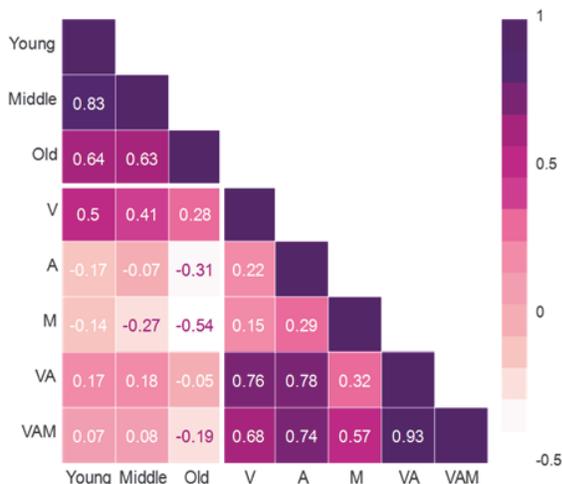


Fig. 3. Group RSA results. Young=young age group, Middle=middle-aged group, Old=old age group, V=valence-only, A=arousal-only, M=motivation-only, VA=valence-arousal, and VAM=valence-arousal-motivation model

3.2. 개별 RSA 기반 반복 측정 변량분석 결과

정서 모델들간, 그리고 연령 차이를 통계적으로 검증하기 위하여 RSA 값을 참가자별로 구하고, 이를 바탕으로 한 반복 측정 변량분석을 실시하였다(Fig. 4). 위 그룹 RSA 분석에서 정서 모델 중에서는 ‘각성’과 ‘동기’모델은 실제 데이터를 잘 설명하지 못한다는 사실이 밝혀졌으므로 이 분석에서는 제외하였다. 먼저 RSA값에 대한 정서 모델의 주효과는 유의미하였다,  $F(2,60)= 71.279, p<.001$ . 본페로니 교정을 한 쌍별 비교 결과 쾌불쾌 모델이 다른 두 모델에 비해 유의미하게 높았으며,  $ps<.001$ , 쾌불쾌+각성 모델은 쾌불쾌+각성+동기 모델보다 RSA값이 유의미하게 높았다,  $p<.001$ . 결론적으로 쾌불쾌, 쾌불쾌+각성, 쾌불쾌+각성+동기 모델 순으로 실제데이터와의 연관성이 높았다. 다음으로, RSA값에 대한 연령의 주효과 역시 유의미하였다,  $F(2,60)= 5.076, p=.009$ . 본페로니 교정을 한 쌍별 비교 결과 노년 조건은 청년 및 중년 조건과 유의미한 차이가 있었으나,  $p=.034, p=.013$ , 청년조건과 중년 조건은 서로 유의미한 차이가 없었다,  $p>.05$ . 다항 추세분석 역시 청년과 중년 조건을 비교하는 선형대비는 유의미하지 않았으나, 청년 및 중년 조건과 노년 층을 비교하는 2차대비는 유의미하였다,  $p=.002$ . 결론적으로 노년 조건은 청년 및 중년 조건에 비해 정서 모델

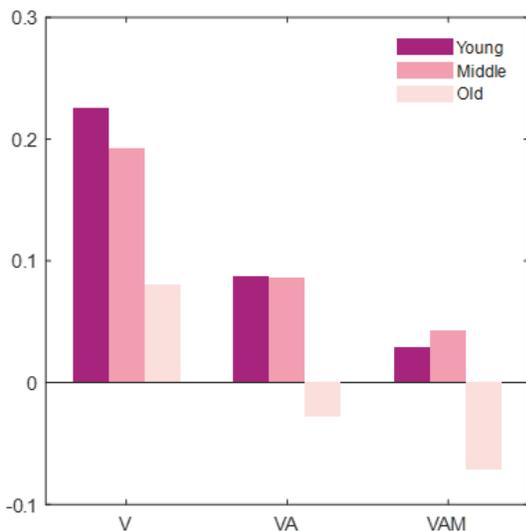


Fig. 4. Bar graph of individual RSA measures for each age group. V=valence-only, VA=valence-arousal, and VAM=valence-arousal-motivation model

과의 연관성이 낮음을 확인하였다. 정서 모델과 연령의 상호작용은 유의미하지 않았다,  $F(4,120)=.692, p=.599$ .

각 정서 모델별로 반복측정 변량분석을 실시한 결과 먼저 쾌불쾌 모델에서 연령의 주효과는 유의미하였으며,  $F(2,60)=5.257, p=.008$ , 다항식 추세분석 역시 청년과 중년 조건을 비교하는 선형대비는 유의미하지 않았으나, 청년 및 중년 조건과 노년층을 비교하는 2차대비는 유의미하였다,  $p=.002$ . 쾌불쾌+각성 모델 역시 유의미한 주효과,  $F(2,60)=4.157, p=.020$ , 유의미한 2차효과가 발견되었다,  $p=.002$ . 마지막으로 쾌불쾌+각성+동기 모델에서 유의미한 주효과,  $F(2,60)=3.635, p=.032$ , 유의미한 2차효과가 발견되었다,  $p=.009$ .

3.3. INDSCAL 결과

얼굴 표현에 대한 정서 표상의 차원별 가중치가 연령 별로 어떤 관계가 있는 지 검증하기 위해 참가자별 유사성행렬에 INDSCAL을 실시하여 각 참가자별로 차원별 가중치를 계산한 후, 차원별 세 연령간 가중치의 상관분석을 실시하였다. 먼저 첫 번째 차원인 정서가 차원 가중치 평균은 청년, 중년, 노년 모두  $M=.99$ 였으며, 각성이 차원 가중치 평균은 각각  $M=.88, M=.88, M=.85$ 였다. 상관분석 결과, 정서가 차원에서 청년과 중년 조건 간은  $r=.91$ , 청년과 노년 조건 간은  $r=.94$ , 중년과 노년 조건 간은  $r=.89$ 로 세 연령 집단간 상관이 비교적 높으며 큰 차이를 보이지 않았다. 반면 두 번째 차원인 각성이 차원에서 청년과 중년 조건 간은  $r=.51$ , 청년과 노년 조건 간은  $r=.35$ , 중년과 노년 조건 간은  $r=.13$ 으로 나타났다. 이 결과는 각성이 차원에 두는 가중치가 청년과 중년 조건 간은 비교적 비슷한 양상을 보이는 반면 노년 집단 얼굴 자극을 평정하는 데 있어 각성이 차원에 두는 비중의 패턴은 다른 두 집단과 비교하여 관련이 낮음을 시사한다.

4. 논의

본 연구는 연령별 얼굴자극을 이용하여 얼굴표현으로 표상되는 핵심정서 구조의 차이를 밝히고자 하였다.

이를 위해 연구참가자들에게 얼굴 자극 한 쌍을 제시하고 정서가 같은지의 여부를 판별하는데 걸리는 반응 시간을 유사성 측정치로 활용하였다. 반응시간이 길면 두 얼굴 정서가 더 유사하기 때문에 판별이 더 어렵다는 점에서 높은 유사성을, 반응시간이 짧은 경우는 두 얼굴 정서가 유사하지 않기 때문에 판별이 더 쉽다는 점에서 낮은 유사성을 가정하였다. 표상 유사성 분석 방법을 통해 세 연령별 구성된 유사성행렬을 직접적으로 비교할 수 있었으며, 추가적으로 기존 연구에 기반한 5가지 정서모델별 유사성행렬 역시 비교함으로써 연령별 비교뿐만 아니라 어떤 정서모델이 실제 데이터와 더 유사한지, 그리고 어떤 연령 데이터가 정서모델과 유사한지 역시 살펴보았다.

정서모델간 비교에서 ‘쾌불쾌’, ‘각성’, ‘동기’, ‘쾌불쾌+각성’, ‘쾌불쾌+각성+동기’의 5가지 정서 모델 중 그룹 RSA 분석 결과 ‘각성’, ‘동기’ 두 모델은 실제 데이터와 유사성이 가장 낮았다. 이 결과는 얼굴정서 표현에서 쾌불쾌 차원이 가장 중요한 차원임을 시사한다. 지금까지 얼굴, 그림, 소리, 음악, 영상 등 다양한 종류의 자극을 제시하고 다차원척도법을 이용한 행동, 생리, 뇌영상 연구에서 거의 대부분 첫 번째로 추출된 차원은 쾌불쾌 차원이었다. 또한 안구 추적 기능을 이용한 발달 연구에서도 6개월 된 유아가 쾌불쾌 차원에 반응 할 수 있다고 보고하였다(Prunty et al., 2022). 본 연구 결과는 이러한 기존 정서연구 결과와 마찬가지로 인간에게 핵심정서는 쾌불쾌와 각성, 두 차원이지만 그 중 얼굴정서 지각에서 더 일차적인 차원은 쾌불쾌 차원임을 시사한다.

연령간 RSA 결과 비교에서 청년-중년의 유사성보다 노년-청년, 노년-중년의 유사성이 낮았으며, 정서모델들과의 유사성 비교에서도 청년 및 중년 조건에 비해 노년 조건인 경우 더 낮은 유사성을 보였다. 다항식 추세분석을 통해 청년 조건과 중년 조건 간에는 유의미한 차이를 발견하지 못하였으며, 노년 집단만이 다른 두 집단과 차이가 있음을 밝혔다. 이러한 결과는 개별 정서별 분석에서 노년층이 다른 집단에 비해 낮은 정확도와 더 긴 반응시간을 보인 Kim(2021)의 연구를 지지하는 결과이다. Kim(2021)의 연구에서는 연령별 정서 공간에서의 얼굴정서 표상끼리 직접적인 비교를 하

지 못하였으나, 본 연구에서는 표상 유사성 분석을 통해 연령간, 연령과 정서 모델간 직접적인 비교를 할 수 있었다는 점에서 의의가 있다.

얼굴 정서 연구에서 고려해야 할 사항으로는 연구참여자와 얼굴 자극의 연령의 일치성 여부이다. 연구참여자와 얼굴 자극의 연령을 체계적으로 조작한 경우에는 (Anastasi & Rhodes, 2005; Lamont et al., 2005) 기존에 알려진 노년 얼굴 자극에 대한 낮은 정서인식 정확률 (Lee et al., 2005)이 발견되지 않았다. 본 연구의 결과에 연령의 일치성을 적용해 본다면, 연구참가자들은 비교적 중년층과 사회적 상호작용은 있지만, 노년층과는 비교적 사회적 상호작용이 적기 때문에 이러한 결과가 나왔다고 해석할 수 있다. 이러한 주장은 연령이 아닌 인종을 독립변인으로 포함한 연구에 의해 뒷받침 되는 데(Choi et al., 2014; Dailey et al., 2010), 서양과 동양 연구 참가자들이 서양과 동양 얼굴자극에 대한 정서판단을 할 경우 같은 인종에 대한 얼굴자극을 이용한 과제 수행이 더 좋다고 보고되었다. 이 같은 결과 역시 사회적 상호작용이 더 활발한 같은 인종 집단에 대한 정서 인식이 더 정확하다고 해석할 수 있다. 종합해 보면 얼굴자극의 연령에 따른 정서인식의 차이는 친숙성 (familiarity)에 의한 것일 수 있음을 시사한다. 따라서 후속연구에서 다양한 연령 집단이 연구참여자로 모집된다면 이러한 가설을 직접적으로 검증할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 INDSCAL을 통해 각 연령별로 쾌불쾌와 각성 차원에 두는 비중을 비교하였다. 그 결과 정서가 차원에서는 세 연령간 차이가 발견되지 않았으나, 각성 차원에서 노년 집단이 다른 두 연령 집단과 차이가 있음을 발견하였다. 기존 연령간 정서인식 비교 연구에서 쾌불쾌 차원에서의 차이(Soh et al., 2015; Kang & Kwon, 2019)와 각성 차원에서의 차이(Soh et al., 2015)가 보고되었다. 특히 Soh et al.(2015)은 청년 집단으로부터는 쾌불쾌-각성 차원의 관계에서 일반적인 U자 모양의 비선형적인 관계를 발견하였으나, 노년 집단은 비선형적인 관계가 아닌 선형적 관계를 발견하였다. 본 연구 결과는 노년 집단이 다른 두 연령 집단에 비해 각성 차원에 낮은 비중을 보인다는 것을 밝혔으며, 기존 연구 결과를 해석할 수 있는 설명을 제공하였다는

점에서 의의가 있다.

후속연구 제안사항으로 정서 연구에서 최근의 중요한 쟁점 중의 하나인 반응 일관성을 적용하는 것이다. 기존 심리학 연구에서는 조건간 평균의 차이를 비교하는 방식이 주로 사용되어 왔으며, 조건 간에 참가자들의 반응이 얼마나 일관적인지에 대한 관심은 상대적으로 많지 않았다. 하지만 최근 이를 직접적으로 검증할 수 있는 기술인 참가자간 상관(intersubject correlation) (Hasson et al., 2004), 그리고 참가자간 표상 유사성 분석(intersubject representational similarity analysis) (Chen et al., 2020; Finn et al., 2020) 방법 등이 개발되었으며, 이러한 분석도구가 심리적 기능에 대한 행동, 생리, 뇌 반응이 얼마나 일관적인지를 조건간, 집단간 비교할 수 있게 되었다(Kim et al., 2022; Li et al., 2016). 본 연구 결과 역시 반응 일관성 측정을 통해 연령간, 정서별 정서 반응의 일관성을 비교할 수 있을 것으로 예상된다.

결론적으로 본 연구에서는 기존 범주적 접근방법에 기반한 연구에서 밝히지 못했던 정서표상의 차이를 밝히기 위해 세 연령 집단의 얼굴정서 표상을 통계적으로 직접 비교하였으며 노년 집단이 실제 데이터, 정서 모델, 그리고 차원에 대한 비중, 세 가지 측면에서 모두 다른 두 연령 집단과의 차이가 있음을 밝혔다. 통계적 유의미 검증이 포함된 표상 유사성 분석 방법을 통해 유사성행렬을 직접적으로 비교함으로써 이 방법이 얼굴 정서표상 연구에도 효과적으로 적용될 수 있음을 보여주었다.

## REFERENCES

- Anastasi, J. S., & Rhodes, M. G. (2005). An own-age bias in face recognition for children and older adults. *In Psychonomic Bulletin and Review* (Vol. 12, Issue 6, pp. 1043-1047). Springer New York LLC. DOI: 10.3758/BF03206441
- Barrett, L. F., & Bliss-Moreau, E. (2009). Affect as a *Psychological Primitive*. *In Advances in Experimental Social Psychology* (Vol. 41, pp. 167-218). Academic Press. DOI: 10.1016/S0065-2601(08) 00404-8
- Calder, A. J., Keane, J., Manly, T., Sprengelmeyer, R., Scott, S., Nimmo-Smith, I., & Young, A. W. (2003). Facial expression recognition across the adult life span. *Neuropsychologia*, 41(2), 195-202.
- Carroll, J. D., & Chang, J.-J. (1970). Analysis of individual differences in multidimensional scaling via an N-way generalization of "Eckart-Young" decomposition. *Psychometrika*, 35(3), 283-319.
- Chen, P. H. A., Jolly, E., Cheong, J. H., & Chang, L. J. (2020). Intersubject representational similarity analysis reveals individual variations in affective experience when watching erotic movies. *NeuroImage*, 216. DOI: 10.1016/J.NEUROIMAGE.2020.116851
- Choi, H., Ghim, H., & Eom, J. (2014). Differences in recognizing the emotional facial expressions of diverse races in Korean children and undergraduates. *The Korean Journal of Developmental Psychology*, 27(1), 19-31.
- Dailey, M. N., Joyce, C., Lyons, M. J., Kamachi, M., Ishi, H., Gyoba, J., & Cottrell, G. W. (2010). Evidence and a computational explanation of cultural differences in facial expression recognition. *Emotion*, 10(6), 874-893.
- Ebner, N. C., Riediger, M., & Lindenberger, U. (2010). FACES-a database of facial expressions in young, middle-aged, and older women and men: Development and validation. *Behavior Research Methods*, 42(1), 351-362. DOI: 10.3758/BRM.42.1.351
- Ekman, P. (1999). Basic emotions. *Handbook of Cognition and Emotion*, 98(45-60), 16.
- Finn, E. S., Glerean, E., Khojandi, A. Y., Nielson, D., Molfese, P. J., Handwerker, D. A., & Bandettini, P. A. (2020). Idiosyncrony: From shared responses to individual differences during naturalistic neuroimaging. *NeuroImage*, 215. DOI: 10.1016/J.NEUROIMAGE.2020.116828
- Gable, P. A., & Harmon-Jones, E. (2008). Approach-motivated positive affect reduces breadth of attention. *Psychological Science*, 19(5), 476-482.
- Gao, C., & Shinkareva, S. V. (2021). Modality-general and modality-specific audiovisual valence processing.

- Cortex*, 138, 127-137. DOI: 10.1016/J.CORTEX.2021.01.022
- Grühn, D., & Scheibe, S. (2008). Age-related differences in valence and arousal ratings of pictures from the International Affective Picture System (IAPS): Do ratings become more extreme with age? *Behavior Research Methods*, 40, 512-521.
- Hasson, U., Nir, Y., Levy, I., Fuhrmann, G., & Malach, R. (2004). Intersubject synchronization of cortical activity during natural vision. *Science*, 303(5664), 1634-1640. Retrieved from <http://science.sciencemag.org/>
- Kim, I., Jang, J., Kim, H., & Kim, J. (2022). Measuring consistency of affective responses to ASMR stimuli across individuals using intersubject correlation. *The Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology*, 2022(2), 121-133. DOI: 10.22172/cogbio.2022.34.2.007
- Kim, J. (2021). Representation of facial expressions of different ages: A multidimensional scaling study. *Korean Society for Emotion and Sensibility*, 24(3), DOI: 10.14695/kjsos.2021.24.3.71
- Kriegeskorte, N., Mur, M., & Bandettini, P. A. (2008). Representational similarity analysis-connecting the branches of systems neuroscience. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 2, 4.
- Lamont, A. C., Stewart-Williams, S., & Podd, J. (2005). Face recognition and aging: Effects of target age and memory load. *Memory and Cognition*, 33(6), 1017-1024. <https://doi.org/10.3758/BF03193209>
- Lee, K.-U., Chae, J.-H., Choi, I.-C., Lee, H.-K., Kweon, Y.-S., & Lee, C. T. (2005). Decreased recognition of facial affects in elderly. *Journal of the Korean Neuropsychiatric Association*, 44(2), 259-263.
- Li, Y., Long, J., Huang, B., Yu, T., Wu, W., Li, P., Fang, F., & Sun, P. (2016). Selective audiovisual semantic integration enabled by feature-selective attention. *Scientific Reports*, 6(1), 18914. DOI: 10.1038/srep18914
- Murray, T., O'Brien, J., Sagiv, N., & Garrido, L. (2021). The role of stimulus-based cues and conceptual information in processing facial expressions of emotion. *Cortex*, 144, 109-132.
- Posner, J., Russell, J. A., Gerber, A., Gorman, D., Colibazzi, T., Yu, S., Wang, Z., Kangarlu, A., Zhu, H., & Peterson, B. S. (2009). The neurophysiological bases of emotion: An fMRI study of the affective circumplex using emotion-denoting words. *Human Brain Mapping*, 30(3), 883-895. DOI: 10.1002/hbm.20553
- Prunty, J. E., Keemink, J. R., & Kelly, D. J. (2022). Infants show pupil dilatory responses to happy and angry facial expressions. *Developmental Science*, 25(2), e13182.
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(6), 1161-1178. DOI: 10.1037/h0077714
- Salovey, P., Mayer, J. D., Goldman, S. L., Turvey, C., & Palfai, T. P. (1995). Emotional attention, clarity, and repair: Exploring emotional intelligence using the Trait Meta-Mood Scale. In J. W. Pennebaker (Ed.), *Emotion, disclosure, & health* (pp. 125-154). American Psychological Association. DOI: 10.1037/10182-006
- Said, C. P., Moore, C. D., Engell, A. D., Todorov, A., & Haxby, J. V. (2010). Distributed representations of dynamic facial expressions in the superior temporal sulcus. *Journal of Vision*, 10(5), 1-12.
- Smith, D. P., Hillman, C. H., & Duley, A. R. (2005). Influences of age on emotional reactivity during picture processing. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 60B, 49-56.
- Soh, Y., Choi, J., Kim, S., & Noh, S. (2015). Adult age differences in facial emotion recognition. *The Korean Psychology Conference*, 365.
- Stone, V. E., Nisenson, L., Eliassen, J. C., & Gazzaniga, M. S. (1996). Left hemisphere representations of emotional facial expressions. *Neuropsychologia*, 34(1), 23-29.
- Sullivan, S., & Ruffman, T. (2004). Emotion recognition deficits in the elderly. *International Journal of Neuroscience*, 114(3), 403-432.

West, J. T., Horning, S. M., Klebe, K. J., Foster, S. M., Cornwell, R. E., Perrett, D., Burt, M., & Davis, H. P. (2012). Age effects on emotion recognition in facial displays: From 20 to 89 years of age. *Experimental Aging Research*, 38(2), 146-168.

원고접수: 2022.09.23

수정접수: 2022.11.04

게재확정: 2022.11.11