

표상 유사성 분석을 이용한 감각양상에 따른 정서표상 모델과 정서가 모델의 검증

Testing Modality-Generality and Valence Models using Representational Similarity Analysis

김현중¹ · 김종완^{2†}

Hyeonjung Kim¹ · Jongwan Kim^{2†}

Abstract

Among the discussions on affective representation, the first is to explain the affective representation in the dimensions, and the second is to explain the affective representation according to the modality. In previous studies, to explain affective representation, valence models (signed valence, unsigned valence) and Modality-generality models (modality-general, modality-specific) were presented. In this study, we compared models presented in the previous study using the recently published ASMR to confirm which models explain affective representation well. The data used in this study were behavioral rating values collected by Kim & Kim (2022), and these were obtained for ASMR stimuli that were divided into three affective types (negative, neutral, and positive) and two modalities (auditory and audiovisual). Then, a multidimensional scaling, a representational similarity analysis with a two-way repeated measures ANOVA, and a multiple regression analysis with a two-way repeated measures ANOVA were performed. The results revealed that signed valence and modality-general distinguished between affective types of stimuli better than unsigned valence and modality-specific. Similar to the results of multidimensional scaling, the results of a representational similarity analysis and a multiple regression also showed that the signed valence and modality-general significantly explained affective representation better than the unsigned valence and the modality-specific. These results suggest that the model in which positive and negative are located at the opposite ends of the one dimension explains the affective representation of ASMR well, and that the affective representation was consistent regardless of modality.

Key words: Modality, Multidimensional Scaling, Valence, Representational Similarity Analysis

요약

정서표상에 대한 논의 중 첫 번째는 정서가 차원에서의 정서표상, 두 번째는 감각양상에 따른 정서표상을 설명하는 것이다. 선행연구에서는 정서표상을 설명하기 위해 정서가 모델(부호 정서가, 비부호 정서가), 감각양상에 따른 정서표상 모델(감각보편성, 감각특정성)들이 제시되었다. 본 연구에서는 최근에 등장한 ASMR을 이용하여 기존 연구에서 제시된 모델들을 비교하여 어떠한 모델이 정서표상을 잘 설명하는지 확인하고자 하였다. 본 연구에서 사용한 자료는 Kim & Kim(2022)에서 수집한 3개의 정서유형(부정, 중립, 긍정) 및 2개의 감각양상(청각, 시청각)으로 구분된 ASMR 자극에 대한 정서평정 자료를 사용하였다. 이후, 해당 자료에 대한 다차원척도법, 표상 유사성 분석 및 이원 변량분석, 다중회귀분석 및 이원 변량분석을 실시하였다. 다차원척도법 결과, 비부호 정서가에 비해 부호 정서가, 감각특정성에 비해 감각보편성에서 자극의 정서유형 간 구분이 잘 이루어졌다. 다차원척도법 결과와 유사하게, 표상 유사성 분석 및 다중회귀분석 결과 또한 비부호 정서가에 비해 부호 정서가, 감각특정성에 비해 감각보편성이 유의하게 정서표상을 잘 설명하였다. 이러한 결과는 정서가 모델 중 1차원의 양극단에 긍정과 부정이 위치하는 모델이 ASMR에 대한 정서표상을 잘 설명하며, 감각양상과 상관없이 정서표상이 일관적임을 시사한다.

주제어: 감각양상, 다차원척도법, 정서가, 표상 유사성 분석

* 이 논문은 한국연구재단 4단계 BK21사업(전북대학교 심리학과)의 지원을 받아 연구되었음(No. 4199990714213).

¹ 김현중: 전북대학교 심리학과 석사과정

^{2†} (교신저자) 김종완: 전북대학교 심리학과 부교수 / E-mail: jongwankim80@jbnu.ac.kr / TEL: 063-270-3917

1. 서론

정서는 주의, 의사결정, 판단, 목표설정과 같은 전반적인 인지기능과 행동에 영향을 미치는 것으로 알려져 왔으며, 심리적인 작용을 이해하고 설명하기 위한 요소 중 한 가지로 여겨진다. 정서가 어떻게 표상되는지를 설명하기 위한 다양한 연구들이 진행되어 왔으며 Russell(1980)은 쾌와 불쾌가 양극단에 존재하는 한 차원인 정서가 차원(valence), 각성 수준이 낮은 상태에서 높은 상태까지 이르는 차원인 각성가 차원(arousal)이라는 2차원의 핵심정서(core affect)차원으로 정서가 표상될 수 있다고 주장하였다. 핵심정서차원에서 정서표상을 설명하기 위해 소리(Bradley & Lang, 2000; Viinikainen et al., 2012), 음악(Gomez et al., 2004; Kim & Wedell, 2016), 사진(Baucom et al., 2012; Codispoti et al., 2001; Larsen et al., 2003), 비디오(Kim et al., 2017, 2020), 얼굴(Kim, 2021)과 같이 다양한 자극에 대한 행동 측정치, 생리 측정치 및 뇌영상 자료를 이용한 여러 연구들이 진행되어왔다.

정서표상을 설명하려는 과정에서 두 가지의 논의가 진행되고 있다. 첫 번째는 정서가 차원에서의 정서표상을 설명하기 위해 어떠한 모델이 더 적절한지에 대한 논의이다(Barrett & Bliss-Moreau, 2009). Lindquist et al.(2016)은 정서가 차원에서 나타나는 정서표상을 설명하기 위한 총 3가지의 가설을 제시하였다. 첫 번째 가설은 긍정과 부정이 동일한 차원 내에서 양극단에 위치하고있는 하나의 차원(긍정 대 부정)이라는 양극단 정서가(bipolarity) 가설, 두 번째 가설은 긍정과 부정은 서로 독립적인 차원으로 두 가지의 차원(긍정 대 중립, 부정 대 중립)이 존재한다는 이원 정서가(bivalent) 가설, 마지막으로 세 번째 가설은 양극단 가설과 이원 정서가 가설이 동시에 존재할 수 있다는 정서-보편적 정서적 작업공간(valence-general affective workspace) 가설이다. 또한, Kim et al.(2020)은 Lindquist et al.(2016)이 제시한 가설 중 양극단 정서가 가설과 이원 정서가 가설에 기반하여 일어나는 정서표상에 대한 구체적인 두 가지의 모델을 제시하였다. 첫 번째로, 양극단 정서가와 일관되게 하나의 차원의 양극단에 위치한 긍정과 부정을 서로 다른 부호로 나타내어 표시할 수 있는 부호 정서가(signed valence)를 제시하였다. 이때, 부호 정서가에서 중립 정서는 양극단에 있는 긍

정과 부정 사이의 가운데에 위치한다(Kim et al., 2020; Lindquist et al., 2016; Russell & Carroll, 1999). 두 번째로, 이원 정서가는 긍정과 중립으로 이루어진 한 차원과 부정과 중립으로 이뤄진 한 차원을 긍정 및 부정과 중립으로 이뤄진 하나의 차원(긍정/부정 대 중립)으로 표현한 비부호 정서가(unsigned valence)를 제시하였다. Lindquist et al.(2016)의 연구 결과에 따르면 양극단 가설과 이원 정서가 가설에 따라 정서표상을 설명할 수 있음을 밝히지 못하였으나, Kim et al.(2020)의 정서표상 모델에 대한 뇌영상 실험의 결과는 부호 정서가 모델에서 정서표상을 잘 예측하여 양극단 가설을 지지하는 결과를 보여주었다. 이처럼 정서가 차원에서의 정서표상을 설명하기 위해 어떠한 모델이 더 적절한지 확인하기 위한 연구들이 진행되어왔으나, 여전히 어떠한 모델이 더 적절한지 명확히 밝혀지지 않았으며, 다양한 자극 및 방법을 활용한 연구는 많지 않다. 이에 따라, 기존 연구에서 사용한 자극들이 아닌 다른 정서 자극들을 활용한 추가적인 연구가 필요하다.

정서표상을 설명하는 과정에서 진행되고 있는 나머지 한 가지 논의는 감각양상에 따른 정서표상을 설명하는 것이다. 핵심정서이론에서는 두 가지의 기능적 하위체계인 내장 운동 네트워크(visceromotor network)와 감각 통합 네트워크(sensory integration network)에 따라 정서표상이 이뤄지는 과정을 설명한다(Barrett & Bliss-Moreau, 2009). 먼저, 내장 운동 네트워크에 따르면 정서표상은 서로 다른 감각특징들 간 공유되는 방식으로 이뤄진다. 즉, 감각양상과 관련없이 공유되는 정서표상을 나타내며 이는 감각보편성(modality-general)이라고 불린다(Barrett & Bliss-Moreau, 2009). 다음으로, 감각 통합 네트워크에 따라 이뤄지는 정서표상은 어떠한 대상(object)의 외부적인 감각특징(예: 청각, 시각)과 함께 정서에 대한 정보를 담은 표상을 일으키며, 각 감각양상에 따라 다른 정서표상의 양상을 이끄는 것으로 여겨지는데, 이는 감각특정성(modality-specific)이라고 불린다(Barrett & Bliss-Moreau, 2009). 이 두 가지 모델에 따라 서로 다른 감각양상 간 유사한 정서표상을 나타내는지 또는 다른 정서표상을 나타내는지 밝히기 위해 다양한 연구들이 진행되어오고 있으며, 감각보편성을 지지하는 연구(Gao & Shinkareva, 2021; Kim et al., 2017)와 감각특정성을 지지하는 연구(Shinkareva et al., 2014) 또한 존재한다. 따라서, 기존에 사용하지 않았던

자극을 이용하여, 감각보편성 모델과 감각특정성 모델 중 어떠한 모델이 감각양상에 따른 정서표상을 설명하는지 설명하는 추가적인 연구들이 필요하다.

정서가 모델 및 감각양상에 따른 정서표상 모델을 비교하기 위해, 본 연구에서는 다변량분석(multivariate analysis) 방법인 다차원척도법(multidimensional scaling: MDS) 및 표상 유사성 분석(representational similarity analysis: RSA)(Shinkareva et al., 2013; Weaverdyck et al., 2020), 추가적으로 다중회귀분석(multiple regression)을 실시하였다. 첫 번째로 실시한 다차원척도법은 자극, 참가자, 조건 간의 유사성을 저차원 공간상의 거리로 표현하는 분석방법으로, 특히 정서 연구에서 핵심정서차원인 정서가와 각서가 차원에 정서표상을 나타내기 위한 방법으로 다양한 연구에 사용되어 왔다(Dellacherie et al., 2011; Russell & Bullock, 1985; Viellard & Guidetti, 2009; Kim, 2021). Procrustes 회전을 통해 실험자가 가설적으로 구성된 저차원 공간상에 정서자극을 회전시킴으로써, 해당 차원에서 정서표상의 분류가 잘 이루어졌는지 확인하기에 매우 용이하다는 장점을 지니고 있다. 본 연구에서는 각 정서가 모델 및 감각양상에 따른 정서표상 모델에 따라 정의된 저차원 공간에서 정서표상이 잘 구분되어 나타나는지 확인하기 위해 실시하였다. 두 번째로, 정서가 모델들 및 감각양상에 따른 정서표상 모델들을 개별적으로 비교하고자 표상 유사성 분석을 실시하였다. 표상 유사성 분석은 유사성 또는 비유사성 행렬을 이용하여 여러 종류의 데이터를 비교하는 방법으로 뇌 활동 측정, 행동 측정, 물리적 측정 및 계산적인 모델들 간의 직접적인 비교를 제공한다는 장점을 지닌다(Shinkareva et al., 2013). 또한, 서로 다른 종(species), 참가자, 다른 감각양상과 같은 직접 비교가 어려운 형태의 데이터라도 유사성 매트릭스로 표현된 데이터를 이용하여 서로 비교할 수 있도록 한다(Kriegeskorte et al., 2008). 이런 장점을 통해 본 연구에서는 서로 다른 감각양상에 대한 정서표상 자료들을 이용하여 개념적인 모델들을 비교하고자 표상 유사성 분석을 이용하였다. 표상 유사성 분석은 주로 각 개인에게 실시하여 이를 비교하기보다 집단에 걸친 분석을 통해 뇌 영역을 비교하거나 모델 간의 유사성을 확인하기 위해 사용되는 반면, 본 연구에서는 개인에 걸쳐 개별 모델과의 유사성 분석을 실시한 후, 각 모델들을 비교하기 위해 개인들의 정서표상에 대한 모델의 설명력을

이용하였다는 차이점을 지닌다. 본 연구에서는 표상 유사성 분석을 이용하여 두 가지의 감각양상에 대한 개별 참가자의 정서표상을 정서가 모델 및 감각양상에 따른 정서표상 모델에서 설명가능한지 확인 및 비교하고, 반복측정 변량분석(repeated measures ANOVA)을 이용하여 모델 간 유의한 차이를 보이는지 확인하였다. 마지막으로 다중회귀분석을 실시하였다. Nastase et al.(2017)은 주의 할당이 동물의 행동 및 분류에 대해 뇌의 영역에서 어떻게 표상되는지 확인하고 비교하기 위한 과정에서 다중회귀분석을 이용하였다. 이때, 유의미하게 표상되는 뇌의 영역을 찾기 위해 모델들을 독립변인, 신경활성화 패턴의 비유사성 매트릭스를 종속변인으로 한 회귀분석을 실시하였으며, 유의한 뇌 영역들에 대한 모델들의 적합도를 비교하였다. 각 모델과 참가자들의 정서표상에 대해 쌍별로 여러 번에 걸쳐 분석이 이루어지는 표상 유사성 분석과 달리 다중회귀분석은 동시에 다수의 모델을 이용하여 참가자의 정서표상에 대한 설명을 시도한다. 이때, 회귀분석은 독립변인 간 다중공선성을 통계적으로 보정한 독립변인의 회귀계수를 얻을 수 있기 때문에 독립변인으로 사용된 각 모델의 고유 설명력에 따라 모델 간 유의한 차이를 보이는지 확인하기 위해 사용되었다.

본 연구에서는 최근에 등장한 ASMR (autonomy sensory meridian response)이라는 자극을 이용하여 선행연구에서 제시되었던 정서가 모델들 및 감각양상에 따른 정서표상 모델들 중 어떠한 모델이 정서표상을 잘 설명하는지 비교하고자 실시되었다. ASMR이란 자율 감각 쾌감 반응으로 직역할 수 있는 신조어로서, 사람에게 심리적 안정감이나 쾌감(tingle)을 주는 특정 소리 및 현상을 지칭하며, Youtube와 같은 동영상 플랫폼, Twitch와 같은 스트리밍 플랫폼에서 활발히 만들어지며 소비되고 있다. Kim & Kim(2022)에서 ASMR이 핵심정서차원에 위치함을 밝힘에 따라, ASMR에 대한 정서표상에서 정서가 모델 및 감각양상에 따른 정서표상 모델을 비교하고자 하였다. 정서가 모델은 부호 정서가 모델과 비부호 정서가 모델, 감각양상에 따른 정서표상 모델은 감각보편성 모델과 감각특정성 모델을 비교하였다. 또한, 본 연구에서는 감각특정적으로 유발된 정서표상을 서로 다른 감각양상이 설명할 수 있는지 여부에 따라, 정서표상을 설명할 수 있음을 가정한 상호작용-감각특정성(interaction modality-specific), 정

서표상을 설명할 수 없음을 가정한 독립-감각특징성 (independent modality-specific)이라는 두 개의 모델로 감각특징성 모델을 구분하여 비교하였다.

2. 연구방법 및 절차

2.1. 연구참가자

본 연구는 Kim & Kim(2022)의 자료를 이용하여 진행하였다. Kim & Kim(2022)에서의 참가자는 총 33명 (남성: 6, 여성: 27)의 참가자가 온라인 구글 설문지를 통해 실험에 참여하였으며, 본 연구는 전북대학교 생명윤리위원회의 승인을 받았다.

2.2. 실험자극 및 절차

실험자극은 Kim & Kim(2022)에 자세히 기술되어 있다. Kim & Kim(2022)에서 사용되었던 실험자극은 3가지의 정서유형(부정, 중립, 긍정)과 2가지의 감각양상(청각, 시청각), 총 3×2개인 6개의 조건으로 이루어졌다. 실험자극은 각 정서유형 조건별로 10개, 총 30개 영상이 준비되었으며, 각 감각양상 조건별로 30개 영상이 준비되어 총 60개 영상이 실험에 사용되었다. 청각 ASMR 영상은 ASMR 영상의 화면을 검은색 이미지로 가린 후 사용하였다. 시청각 ASMR 영상은 청각 ASMR 영상의 소리와 알맞은 내용을 담고 있는 시각 영상의 장면을 싱크가 일치하도록 결합하여 사용하였다(예: 낙엽 밟는 소리의 청각 자극과 낙엽을 밟고 있는 영상의 시각적인 장면을 결합). 영상의 소리 크기는 정규화(normalize)하여, 소리의 물리적인 특성의 차이로 인한 영향을 최소화하였고, 모든 영상의 길이는 동일하게 30초로 맞추어 사용하였다. 각 영상에 대한 정서평정은 5가지 정서(분노, 슬픔, 불안, 평온한, 기쁨/즐거움)에 부합하는 형용사를 각 정서 당 2가지의 형용사, 총 10가지 형용사(짜증난다, 화난다, 편안하다, 즐겁다, 기쁘다, 평온하다, 슬프다, 불안하다, 서글프다, 두렵다)를 사용하였다. 각 형용사를 평정하기 위해 1점(전혀 그렇지 않다)부터 5점(매우 그렇다)으로 구성된 5점 리커트 척도를 이용하였다(Kim & Kim, 2022). 선행연구 실험은 온라인 구글 설문지를 통해 실시되었다. 설

문지를 통해 실험의 목적, 보상 등 본 실험에 관한 정보를 제공받은 후, 연구 참여에 동의한 참가자들은 성별, 나이 등 인적사항을 기록하도록 하였다. 이후, 한 개의 영상과 10개 형용사가 제시되었으며, 참가자는 제시된 영상을 끝까지 시청 후 10가지 형용사에 대한 평정을 실시하였다. 이와 같은 절차가 모든 영상이 한 번씩 제시되도록 총 60번 반복되었다. 자극 제시와 평정을 마친 후 연구 종료에 대한 안내문이 제시되었다.

2.3. 분석

본 연구는 통계분석을 위해 MATLAB R2021b와 IBM SPSS 25를 사용하였다.

2.3.1 다차원척도법

ASMR 자극을 저차원 공간에 표현하여 정서가 모델과 감각양상에 따른 정서표상 모델 각각에서 어떠한 모델로 잘 구분이 이뤄지는지 확인하기 위해 다차원척도법을 실시하였다. 모든 영상들에 대한 참가자 개인의 정서평정자료를 이용하여 전체 60개의 영상 간 Pearson 상관분석을 실시하였으며, 해당 절차를 모든 참가자에게 반복하여, 총 33개의 영상 간 상관 매트릭스를 도출하였다. 얻어진 33개의 영상 간 상관 매트릭스를 평균하여 참가자 전체에 대한 60×60 영상 간 상관 매트릭스를 도출하였으며, 이를 영상 간 유사성 자료로 이용하여 5차원 다차원척도법을 실시하였다. 이후, 각 정서가 모델과 감각양상에 따른 정서표상 모델에 알맞은 디자인 매트릭스를 구성하여(Table 1), Procrustes 회전을 실시하였다. 회전을 실시한 후, 다차원척도법 솔루션 값과 각 모델들의 차원 간의 일치성을 알아보기 위하여, Procrustes 회전 후 다차원척도법 솔루션 값과 각 디자인 매트릭스 간의 Pearson 상관분석을 진행하였다. 이러한 절차는 감각양상에 따른 정서표상 모델을 구성하는 과정에서 미리 정의된 정서가 모델(부호 정서가, 비부호 정서가) 각각에 대해 반복하여 총 2회 실시되었다.

Procrustes 회전에 사용한 디자인 매트릭스는 정서가 모델에 따라 (1)부호 정서가, (2)비부호 정서가, 총 두 개로 나눠 구성되었으며, 각 디자인 매트릭스는 1)감각양상(modality), 2)감각보편성(modality-general), 3)상호작용-감각특징성(interaction modality-specific), 4-1)독립-청각 특징성(independent auditory modality-specific), 4-2)독립-시청각 특징성(independent audiovisual modality-

specific), 총 5차원으로 구성되었다. 먼저 정서가 모델에 따라 매트릭스를 두 개로 구분하였다. (1)부호 정서가(signed valence)는 한 차원의 양극단에 부정과 긍정이 존재하고 두 정서의 중간에 중립이 존재하므로 부정, 중립, 긍정 각각 -1, 0, 1인 디자인 값을 기반으로 디자인 매트릭스를 구성하였다. (2)비부호 정서가(unsigned valence)는 긍정과 부정은 각각 독립적인 차원이며 긍정/부정-중립 2차원으로 구성되므로 부정, 중립, 긍정이 각각 -1, 2, -1인 디자인 값을 기반으로 디자인 매트릭스를 구성하였다(Table 1).

다음으로 각 정서가 모델에 기반한 5차원 디자인 매트릭스 값을 구성하였다. 1)감각양상은 자극의 감각양상 조건에 따라 구분되도록 디자인 값을 구성하였다. 2)감각보편성은 감각양상에 상관없이 일관적인 정서표상을 보일 것이므로 감각양상에 상관없이 각 정서에 해당하는 영상에 대해 동일한 정서가 디자인 값으로 구성하였다. 감각특징성은 두 가지의 하위 모델에 따라 서로 다른 감각양상 모델 간 다른 정서가 디자인 값으로 구성하였다. 첫 번째로, 서로 다른 감각양상에 대한 정서표상의 양상이 다른 경우에도 두 가지의 감각양상이 모두 한 차원에 위치하여 특정한 감각양상에 따른 정서표상을 다른 감각양상으로도 설명 가능함을 고려할 수 있다. 본 연구에서는 이를 설명하기 위한 모델로

3) 상호작용-감각특징성을 고려하였다. 감각양상에 따라 한 차원 내에서 서로 다른 정서표상을 보일 것이므로 감각양상 디자인 값과 정서가 디자인 값을 곱하여, 서로 다른 감각양상 간 반대의 부호를 갖는 디자인 값으로 구성하였다. 두 번째로, 각 감각양상이 독립적인 차원으로 존재하며 동일한 감각양상 내 정서표상은 설명이 가능하지만 서로 다른 감각양상 간 정서표상을 설명할 수 없음을 고려할 수 있다. 본 연구에서는 이를 설명하기 위한 모델로 4) 독립-감각특징성을 구성하였으며, 본 연구에서 사용된 감각양상은 청각과 시청각이므로, 독립-감각특징성은 독립-청각 특징성과 독립-시청각 특징성, 총 2개의 하위 모델로 구성되었다. 4-1)독립-청각 특징성과 4-2)독립-시청각 특징성은 감각양상 중 청각 또는 시청각 감각양상 유형에 대한 정서표상만 설명이 가능하므로, 자극의 정서가 디자인 값과 각 감각양상 디자인 값을 곱한 값으로 구성하였다. 이때, 각 모델은 다른 감각양상에 따른 정서표상을 설명하지 못하므로 독립-청각 특징성은 시청각, 독립-시청각 특징성은 청각 감각양상에 해당하는 자극에 해당하는 디자인 값을 0으로 구성하였다. 위 내용이 반영된 디자인 매트릭스는 Table 1에 제시되어 있으며, 모델에 따라 각 차원 상의 정서표상에 대한 가설적인 그림은 Fig. 1에 제시되어 있다.

Table 1. Design matrix of ASMR videos

<i>(1) Signed valence hypotheses</i>						
Condition		1) Modality	2) Modality-general	3) Interaction modality-specific	4) Independent modality-specific	
					4-1) Independent auditory modality-specific	4-1) Independent audiovisual modality-specific
Auditory	Negative	1	-1	-1	-1	0
	Neutral	1	0	0	0	0
	Positive	1	1	1	1	0
Audiovisual	Negative	-1	-1	1	0	-1
	Neutral	-1	0	0	0	0
	Positive	-1	1	-1	0	1
<i>(2) Unsigned valence hypotheses</i>						
Condition		1) Modality	2) Modality-general	3) Interaction modality-specific	4) Independent modality-specific	
					4-1) Independent auditory modality-specific	4-1) Independent audiovisual modality-specific
Auditory	Negative	1	1	1	1	0
	Neutral	1	-2	-2	-2	0
	Positive	1	1	1	1	0
Audiovisual	Negative	-1	1	-1	0	1
	Neutral	-1	-2	2	0	-2
	Positive	-1	1	-1	0	1

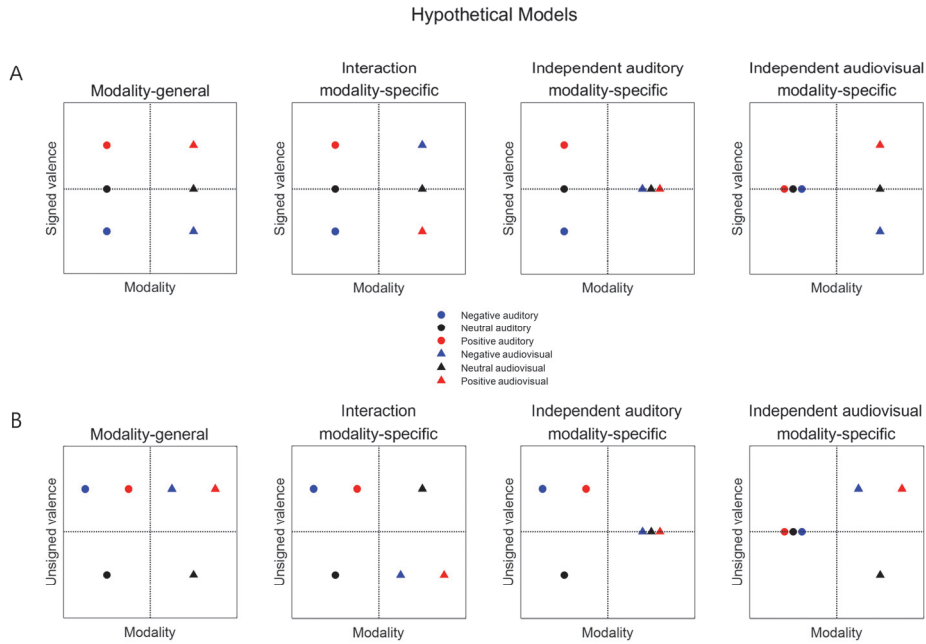


Fig. 1. Illustration of affective representation on hypothetical models. All X axes indicated modality and each y axis indicated signed valence and unsigned valence in Panel A and B. In one panel, each matrix represented modality-general, interaction modality-specific, independent auditory modality-specific, and independent audiovisual modality-specific based on valence model according to the design matrix (Table 1). Circles indicated auditory ASMR videos, and triangle indicated audiovisual ASMR videos. Red, black, and blue colors indicated each positive, neutral, and negative

2.3.2. 표상 유사성 분석 및 반복측정 변량분석

정서가 모델들, 감각양상에 따른 정서표상 모델들 각각에서 어떠한 모델이 영상에 대한 참가자의 정서 반응을 잘 설명할 수 있는지 확인하기 위해 표상 유사성 분석을 실시하였다. 우선, 정서유형과 감각양상별 ASMR 영상에 대한 디자인 매트릭스를 이용하여 (Table 1), 6개의 모델(부호 정서가 감각보편성, 부호 정서가 상호작용-감각특징성, 부호 정서가 독립-감각특징성, 비부호 정서가 감각보편성, 비부호 정서가 상호작용-감각특징성, 비부호 정서가 독립-감각특징성) 각각의 영상 간 유클리드 거리를 계산하였다. 감각보편성, 상호작용-감각특징성은 각각의 디자인 값으로 계산하였으며, 독립-청각 특징성과 독립-시청각 특징성의 경우 두 하위모델이 한 개 모델인 독립-감각특징성을 구성하므로, 두 디자인 값을 함께 이용하여 유클리드 거리를 계산하였다. 이를 이용하여 유클리드 거리로 이루어진 60×60 영상 간 비유사성 매트릭스를 도출한 후, 각 매트릭스에서 최대값에서 각 매트릭스 값들을 빼 줌으로써, 비유사성 매트릭스를 유사성 매트릭스로 변환하였다(Fig. 2A). 그다음, 앞서 Pearson 상관분석을 실시하여 얻었던 각 참가자 개인들의 매트릭스 및 각

모델들의 매트릭스에서 대각선 밑에 있는 자료(서로 다른 자극 간 관계에 대한 자료)를 벡터(vector)로 추출하여 총 39개의 벡터 자료를 얻었다. 이 자료를 이용한 Spearman 상관분석을 실시하여 감각양상에 따른 정서표상 모델(6개)+참가자 개인(33명)에 대한 39×39 상관 매트릭스를 도출하였다(Fig. 2B). 이후, 각 모델을 비교하기 위해, Spearman 상관분석을 통해 얻어진 각 모델과 참가자 개인들 간 유사성 매트릭스에서 각 모델과 참가자 개인 간 표상 유사성 값만 추출하여 모델 간 비교를 위한 자료로 사용하였다(Fig. 2B).

정서가 및 감각양상에 따른 정서표상 모델들을 독립변인, 표상 유사성 값을 종속변인으로 한 이원 반복측정 변량분석(two-way repeated measures ANOVA)과 추세분석(trend analysis)을 실시하였다. 정서가 모델 간 유의한 차이를 보이는 경우, 특정한 정서가 모델에 기반한 감각양상에 따른 정서표상 모델 각각에 대해 일원 반복측정 변량분석(one-way repeated measures ANOVA)을 실시하였으며, 감각양상에 따른 정서표상 모델 간 차이가 유의한 경우 어떠한 모델에서 차이가 나타났는지 확인하기 위해 추세분석을 실시하였다.

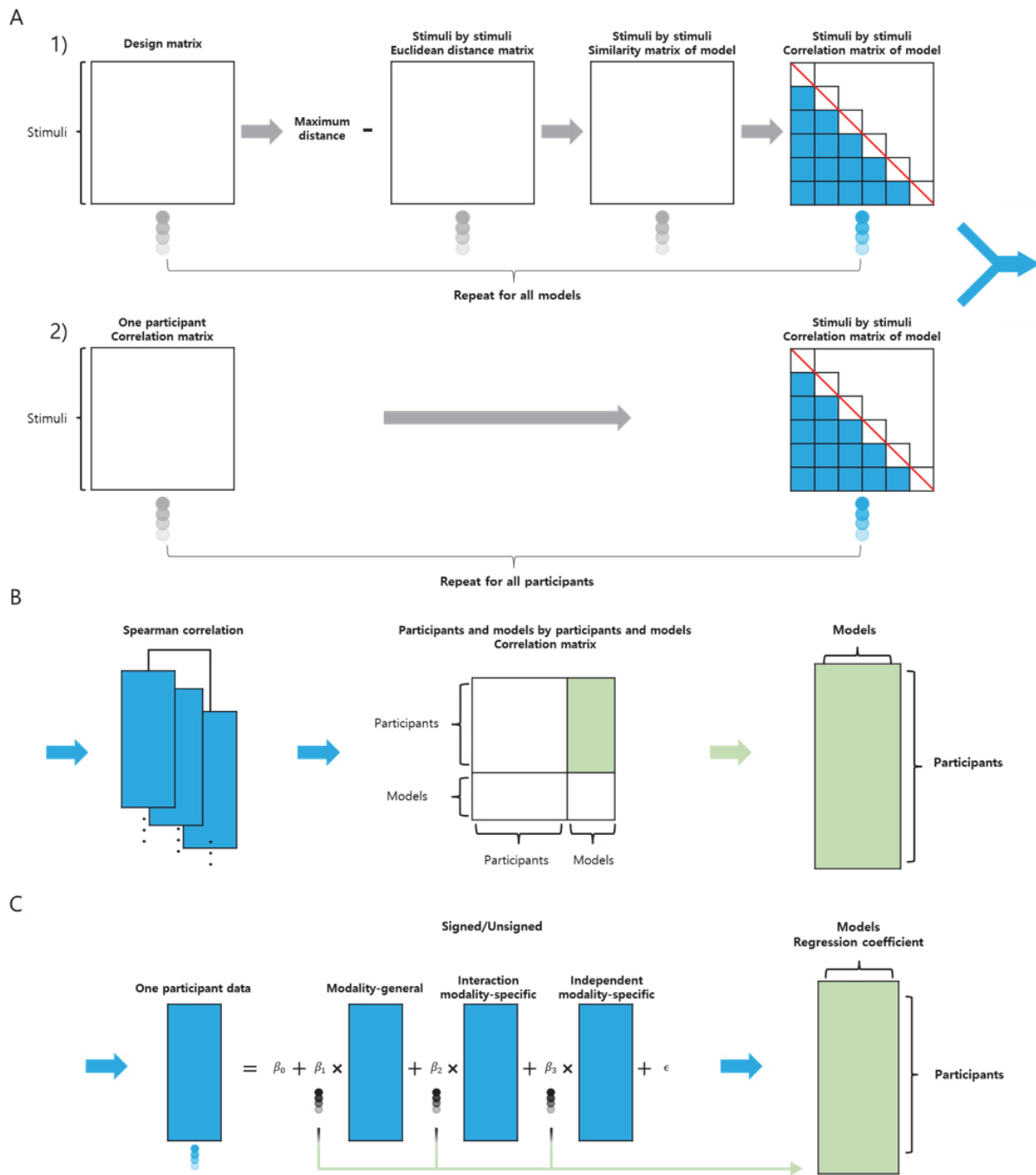


Fig. 2. Illustration of RSA and multiple regression procedure. Panel A illustrates procedure for correlation analysis between stimuli based on two conceptual valence models and three modality-general models. After calculating the Euclidean distances between stimuli based on the design matrix (Table 1), the dissimilarity matrix was converted into a similarity matrix by subtracting dissimilarity matrix from the maximum value in the matrix. This procedure was repeated for six models of two valence models by three modality-general models. Panel B illustrates procedure for RSA. Correlation values which were placed in the triangle under diagonal line of each matrix for 33 participants and six models were extracted as vectors separately. Then Spearman correlations were calculated between vectors of 33 participants' correlation values and six models' correlation values between stimuli. By correlation analysis, 39×39 correlation matrix whose rows and columns represented 33 participants and six models was obtained. Green part of correlation matrix represented only Spearman correlation coefficients between participants and models, and these were extracted from the matrix to use a dataset for 2-way repeated measures ANOVA. Panel C illustrates procedure for multiple regression procedure. After obtaining correlation values in the same procedure as RSA, then multiple regressions to vectors of one participant' correlation values were calculated by using three models' correlation values between stimuli. It's repeated each valence model and all 33 participants. By multiple regression, 33×6 matrix whose rows and columns represented 33 participants and six models' regression coefficients was obtained as in a green matrix, submitted to 2-way repeated measures ANOVA

2.3.3. 다중회귀분석 및 반복측정 변량분석

정서가 모델들, 감각양상에 따른 정서표상 모델들 각각에서 어떠한 모델이 영상에 대한 참가자의 정서반응을 잘 설명할 수 있는지 확인하기 위해 다중회귀분석을 실시하였다(Nastase et al., 2017). 다중회귀분석을 하기위해 정서가 모델 및 감각양상에 따른 정서표상 모델, 참가자 개인의 영상에 대한 정서표상 자료를 얻는 과정은 표상 유사성 분석을 위해 실시한 절차와 동일하게 진행되었다. 이후, 정서가 모델에 따라 부호 정서가를 기반으로 하는 3가지의 감각양상에 따른 정서표상 모델(부호 정서가 감각보편성, 부호 정서가 상호작용-감각특정성, 부호 정서가 독립-감각특정성), 비부호 정서가를 기반으로 하는 3가지의 감각양상에 따른 정서표상 모델(비부호 정서가 감각보편성, 비부호 정서가 상호작용-감각특정성, 비부호 정서가 독립-감각특정성)을 구분하여 각각에 대한 다중회귀분석을 실시하였다(Fig. 2C). 이때, 다중회귀분석은 3가지의 감각양상 모델(감각보편성, 상호작용-감각특정성, 독립-감각특정성)에 대한 자료를 이용하여 영상에 대한 참가자 개인의 정서표상 자료에 대해 실시되었으며, 이를 총 33명의 모든 참가자에 대해 반복하였다. 각 모델마다 총 33개의 회귀계수를 얻은 후, 이를 모델 간 비교를 위한 자료로 사용하였다.

정서가 및 감각양상에 따른 정서표상 모델들을 독립변인, 각 모델의 회귀계수를 종속변인으로 한 이원 반복측정 변량분석과 추세분석을 실시하였다. 정서가 모델간 유의한 차이를 보이는 경우, 특정한 정서가 모델에 기반한 감각양상에 따른 정서표상 모델 각각에 대해 일원 반복측정 변량분석을 실시하였으며, 감각양상에 따른 정서표상 모델 간 차이가 유의한 경우 어떠한 모델에서 차이가 나타났는지 확인하기위해 추세분석을 실시하였다.

3. 결과

3.1. 다차원척도법

정서가 모델(부호 정서가, 비부호 정서가) 각각을 기반으로 한 감각양상에 따른 정서표상 모델 및 감각양상에 대한 5차원 다차원척도법을 통해 분석이 실시되었다. 이후 디자인 매트릭스를 이용한 Procrustes 회전을 통해

ASMR 자극들은 1차원은 영상의 감각양상차원, 2차원은 한가지 정서가 모델을 기반으로 구성된 감각양상에 따른 정서표상 차원에 위치하였다. 첫 번째로 부호 정서가를 기반으로 한 Procrustes 회전 이후 각 차원에 해당하는 디자인 매트릭스와 MDS 솔루션 값의 Pearson 상관분석 결과, 1차원인 감각양상 차원은 약한 관계를 보였으며, $r=.2927$, $p<.05$, 2차원으로 표현됐던 감각보편성(Fig. 3A), 독립-청각 특정성(Fig. 3C), 독립-시청각 특정성(Fig. 3D)의 Pearson 상관계수는 각각 .7470, .4582, .4743로 유의한 관련성을 보였다, $p<.001$. 이와 다르게 상호작용-감각특정성은 유의하지 않은 관계를 보여주었다(Fig. 3B), $r=.1201$, $p=.361$. 이를 통해, 부호 정서가를 기반으로 각 정서표상을 확인할 때, 감각양상에 따른 정서표상 모델 중 감각특정성 모델들에 따른 자극의 정서유형 구분은 잘 이루어지지 않은 반면, 감각보편성이 자극의 정서유형을 잘 구분함을 확인하였다. 또한, 감각특정성 모델 중, 두 감각양상이 양극단에 있는 감각특정성에 비해, 각 감각양상을 각 한가지 차원으로 갖는 독립-청각 특정성과 독립-시청각 특정성이 자극의 정서유형을 잘 구분하는 것을 확인하였다.

두 번째로 비부호 정서가를 기반으로 한 Procrustes 회전 이후 각 차원에 해당하는 디자인 매트릭스와 MDS 솔루션 값의 Pearson 상관분석 결과, 1차원인 감각양상은, $r=.2087$, $p=.110$, 2차원으로 표현됐던 감각보편성(Fig. 4A)은, $r=.2143$, $p=.100$, 상호작용-감각특정성 1(Fig. 4B)은, $r=.0628$, $p=.633$, 독립-청각 특정성(Fig. 4C)은, $r=.1592$, $p=.224$, 독립-시청각 특정성(Fig. 4D)은, $r=.0985$, $p=.454$ 로 모두 유의하지 않았다. 이를 통해, 정서가 모델 중 비부호 정서가에 비해 부호 정서가에서 자극이 정서유형에 따라 잘 구분되며, 정서표상에 대한 설명력이 높은 것을 확인하였다.

3.2. 표상 유사성 분석 자료를 이용한 반복측정 변량분석

표상 유사성 값에 대해 정서가 모델, 감각양상에 따른 정서표상의 모델 간 차이가 있는지 확인하기위해 이원 반복측정 변량분석을 실시하였다. 구형성 검정 결과 정서가 모델, 감각양상에 따른 정서표상 모델, 두 모델의 상호작용이 모두 구형성 가정을 만족하지 못하여 $p<.001$, Greenhouse-Geisser 보정값을 참고하였다.

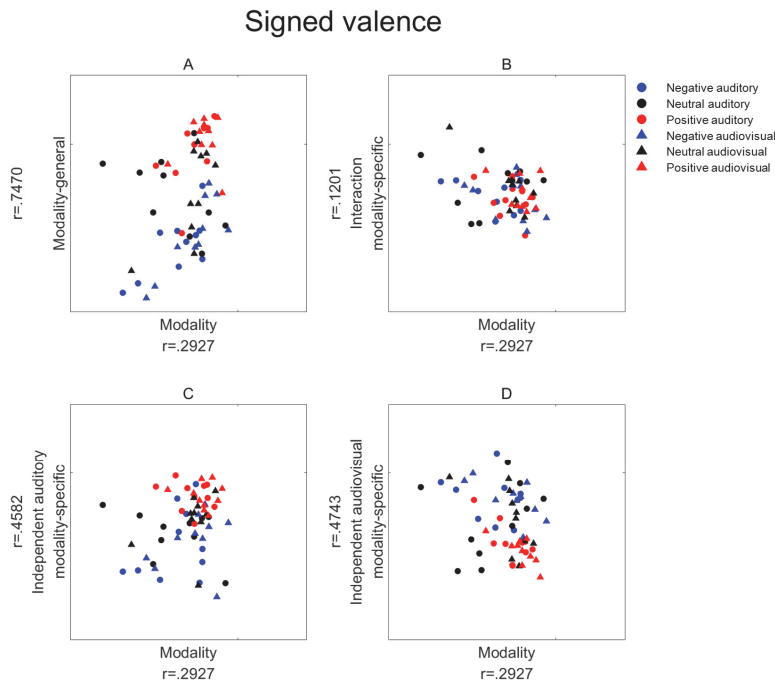


Fig. 3. 5-dimensional rotated multidimensional scaling solutions. All X axes indicated modality and each y axis of Panels A, B, C, and D represented modality-general, interaction modality-specific, independent auditory modality-specific, and independent audiovisual modality-specific based on signed valence according to the design matrix (Table 1). 'r' indicated a Pearson correlation coefficients between design matrix values and rotated MDS solutions. Circles indicated auditory ASMR videos, and triangle indicated audiovisual ASMR videos. Red, black, and blue colors indicated each positive, neutral, and negative

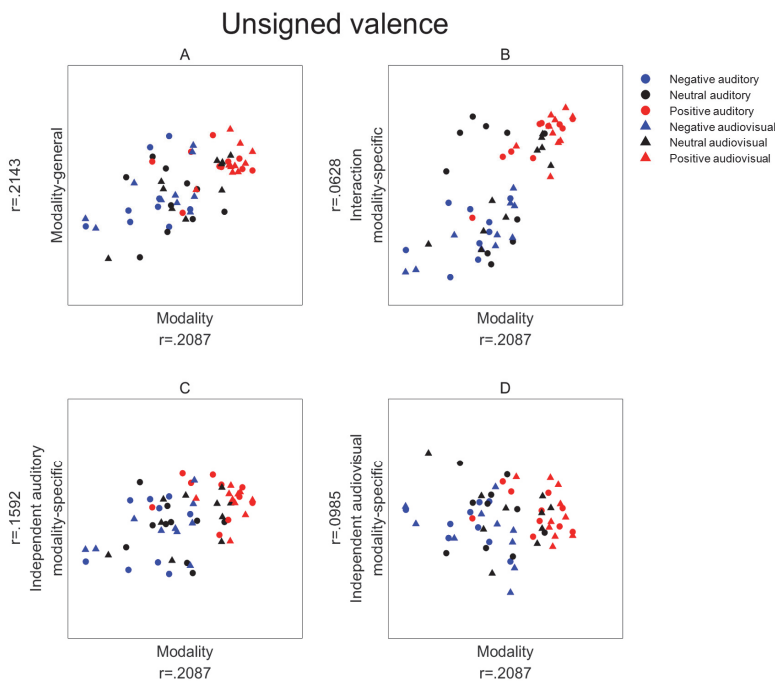


Fig. 4. 5-dimensional rotated multidimensional scaling solutions. All X axes indicated modality and each y axis of Panels A, B, C, and D represented modality-general, interaction modality-specific, independent auditory modality-specific, and independent audiovisual modality-specific based on unsigned valence according to the design matrix (Table 1). 'r' indicated a Pearson correlation coefficients between design matrix values and rotated MDS solutions. Circles indicated auditory ASMR videos, and triangle indicated audiovisual ASMR videos. Red, black, and blue colors indicated each positive, neutral, and negative

첫 번째로, 감각양상에 따른 정서표상 모델 간 유의한 차이를 보였다(Fig. 5), $F(2,64)=61.698, p<.001$. 또한, 감각양상에 따른 정서표상 모델 간 추세분석을 실시한 결과로 선형 모형은, $F(1,32)=51.147, p<.001$ 로 유의하였으며, 2차 모형은 $F(1,32)=67.410, p<.001$ 로 유의하였다. 이를 통해, 독립-감각특징성이 상호작용-감각특징성보다 참가자들의 정서표상을 잘 설명하였으며, 감각보편성이 상호작용-감각특징성과 독립-감각특징성보다 참가자들의 정서표상을 잘 설명한다는 사실을 확인하였다. 두 번째로, 정서가 모델 간 유의한 차이가 있었다(Fig. 5), $F(1,32)=13.196, p=.001$. 이에, 부호 정서가가 비부호 정서가보다 참가자들의 정서표상을 잘 설명한다는 사실을 확인하였다. 마지막으로, 정서가 모델과 감각양상에 따른 정서표상 모델의 상호작용이 유의하였다(Fig. 5), $F(2,64)=37.980, p<.001$.

정서가 모델 간 유의한 차이를 보였던 결과를 고려하여, 각 정서가 모델을 기반으로 한 감각양상에 따른 정서표상 모델 간의 차이를 검증하고자 일원 반복측정 변량분석을 실시하였다. 구형성 검정 결과 부호 정서가를 기반으로 한 모델은 $p<.001$, 비부호 정서가를 기반으로 한 모델은 $p<.05$ 로 구형성 가정을 만족하지 못하여 Greenhouse-Geisser 보정값을 참고하였다. 첫 번째로, 부호 정서가를 기반으로 한 감각양상에 따른 정서표상 모델 간 유의한 차이가 있었다(Fig. 5), $F(2,64)=49.606, p<.001$. 또한 추세 분석 결과, 선형 모형은 $F(1,32)= 34.549, p<.001$ 로 유의하

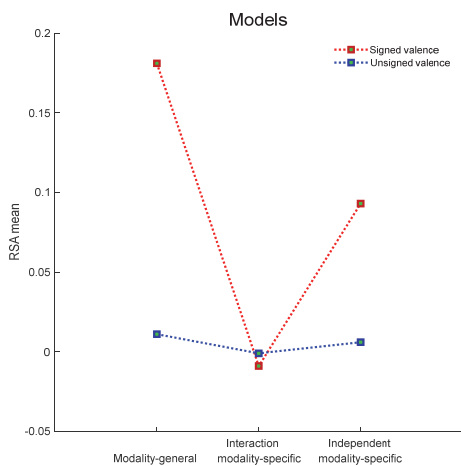


Fig. 5. The plot represented result of 2-way repeated measures ANOVA based on RSA values. Red color indicated each modality-general models based on signed valence and blue color indicated each modality-general models based on unsigned valence. The Figures represented comparison of valence models, modality-general models, and the interaction effect between valence models and modality-general models

였으며, 2차 모형은 $F(1,32)= 60.155, p<.001$ 로 유의하였다. 이를 통해, 부호 정서가를 기반으로 하였을 때, 독립-감각특징성이 상호작용-감각특징성보다 참가자들의 정서표상을 잘 설명하였으며, 감각보편성이 상호작용-감각특징성과 독립-감각특징성보다 참가자들의 정서표상을 잘 설명한다는 사실을 확인하였다. 두 번째로, 비부호 정서가를 기반으로 한 감각양상에 따른 정서표상 모델 간 유의한 차이가 있었다(Fig. 5), $F(2,64)=7.412, p=.002$. 추세분석 결과, 선형 모형은 $F(1,32)=4.153, p<.05$, 2차 모형은 $F(1,32)=13.264, p=.001$ 로 유의하였다. 이를 통해, 비부호 정서가를 기반으로 하였을 때, 부호 정서가에서의 분석결과와 마찬가지로 독립-감각특징성이 상호작용-감각특징성보다 참가자들의 정서표상을 잘 설명하였으며, 감각보편성이 상호작용-감각특징성과 독립-감각특성보다 참가자들의 정서표상을 잘 설명한다는 사실을 확인하였다.

3.3. 다중회귀분석 자료를 이용한 반복측정 변량분석

참가자 정서표상에 대한 관계인 회귀계수에 대해 정서가 모델, 감각양상에 따른 정서표상의 모델 간 차이가 있는지 확인하기 위해 이원 반복측정 변량분석을 실시하였다. 구형성 검정 결과 정서가 모델은 $p<.001$, 감각양상에 따른 정서표상 모델은 $p<.001$, 두 모델의 상호작용은 $p=.003$ 로 모두 구형성 가정을 만족하지 못하여 Greenhouse-Geisser 보정값을 참고하였다. 첫 번째

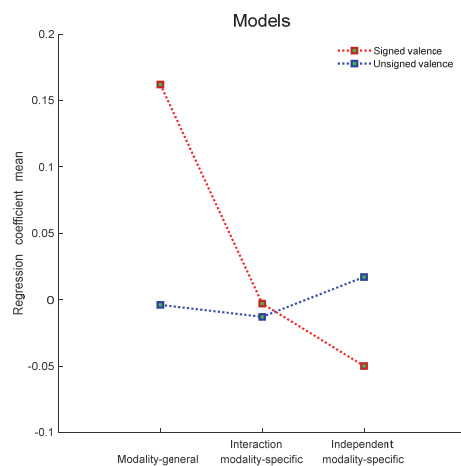


Fig. 6. The plot represented result of 2-way repeated measures ANOVA based on regression coefficient means. Red color indicated each modality-general models based on signed valence and blue color indicated each modality-general models based on unsigned valence. The Figures represented comparison of valence models, modality-general models, and the interaction effect between valence models and modality-general models.

로, 감각양상에 따른 정서표상 모델 간 유의한 차이를 보였다(Fig. 6), $F(2,64)=15.489$, $p<.001$. 또한, 감각양상에 따른 정서표상 모델 간 추세분석을 실시한 결과로 선형 모형은, $F(1,32)=.214$, $p=.647$ 로 유의하지 않았으며, 2차 모형은 $F(1,32)=31.517$, $p<.001$ 로 유의하였다. 이를 통해, 독립-감각특징성과 상호작용-감각특징성 간의 유의한 차이를 발견하지 못하였지만, 감각보편성이 상호작용-감각특징성과 독립-감각특징성보다 참가자들의 정서표상을 잘 설명한다는 사실을 확인하였다. 두 번째로, 정서가 모델 간 유의한 차이가 있었다(Fig. 6), $F(1,32)=25.177$, $p<.001$. 이에, 부호 정서가 비부호 정서보다 참가자들의 정서표상을 잘 설명한다는 사실을 확인하였다. 마지막으로, 정서가 모델과 감각양상에 따른 정서표상 모델의 상호작용이 유의하였다(Fig. 6), $F(2,64)=18.345$, $p<.001$.

정서가 모델 간 유의한 차이를 보였던 결과를 고려하여, 각 정서가 모델을 기반으로 한 감각양상에 따른 정서표상 모델 간의 차이를 검증하고자 일원 반복측정 변량분석을 실시하였다. 구형성 검정 결과 부호 정서를 기반으로 한 모델은 $p=.015$, 비부호 정서를 기반으로 한 모델은 $p<.001$ 로 구형성 가정을 만족하지 못하여 Greenhouse-Geisser 보정값을 참고하였다. 첫 번째로, 부호 정서를 기반으로 한 감각양상에 따른 정서표상 모델 간 유의한 차이가 있었다(Fig. 6), $F(2,64)=24.150$, $p<.001$. 또한 추세분석 결과, 선형 모형은 $F(1,32)=2.274$, $p=.141$ 로 유의하지 않았으며, 2차 모형은 $F(1,32)=44.812$, $p<.001$ 로 유의하였다. 이를 통해, 부호 정서를 기반으로 하였을 때, 상호작용-감각특징성과 독립-감각특징성 간의 유의한 차이를 발견하지 못하였지만, 감각보편성이 상호작용-감각특징성과 독립-감각특징성보다 참가자들의 정서표상을 잘 설명한다는 사실을 확인하였다. 두 번째로, 비부호 정서를 기반으로 한 감각양상에 따른 정서표상 모델 간 유의한 차이를 발견하지 못하였다(Fig. 6), $F(2,64)=1.032$, $p=.318$.

4. 논의

본 연구는 정서 표상을 설명하는 정서가 모델 및 감각양상에 따른 정서표상에 대한 선행연구(Barrett & Bliss-Moreau, 2009)를 기반으로, 정서가 모델 및 감각양상에 따른 정서표상 모델을 직접 검증하고자 다변량

분석 기법인 MDS 및 표상 유사성 분석, 추가적으로 다중회귀분석을 이용하였다. 연구 결과, 정서가 모델에서는 부호 정서가 비부호 정서에 비해 정서를 잘 설명하는 모델이라는 것을 확인하였으며, 또한 감각보편성이 감각특징성에 비해 감각양상에 따른 정서표상을 잘 설명하는 모델이라는 것을 확인하였다.

각 정서가 모델을 기반으로 한 5차원 다차원척도법, 표상 유사성 분석을 활용한 반복측정 변량분석 및 추세분석, 다중회귀분석을 활용한 반복측정 변량분석 및 추세분석을 통해 정서를 설명하기 위한 모델 중 부호 정서가 모델이 비부호 정서가 모델에 비해 정서를 잘 설명함을 확인하였다. 선행연구(Lindquist et al., 2016)에서는 정서표상을 설명하기 위해 3가지 가설을 제시하였다. 첫 번째는 한 차원 내에서 긍정과 부정 정서가 양극단에 존재한다는 양극단 정서가 가설, 두 번째는 긍정 정서와 중립 정서 차원과 부정 정서와 중립 정서 차원, 총 두 개의 독립적인 차원으로 이루어진 이원 정서가 가설, 세 번째는 앞선 양극단 정서가 가설과 이원 정서가 가설이 함께 존재한다는 정서-보편적 정서적 작업공간 가설이다. 이러한 가설에 기반하여 자극이 정서가 차원에 표상된다면 양극단 정서가 가설은 긍정과 부정이 양극단에 존재하는 한 차원으로 표현한 부호 정서가 모델로 표현되며, 이원 정서가 가설은 긍정 및 부정 정서와 중립 정서 차원으로 표현한 비부호 정서가 모델로 표현된다(Kim et al., 2020). 여러 분석에 걸쳐 도출된 본 연구 결과는 부호 정서와 비부호 정서, 두 모델의 유의한 설명력을 찾지 못했던 선행연구(Lindquist et al., 2016)와는 다르게 두 모델 중 부호 정서가 모델이 유의하게 높은 설명력을 보였음을 의미한다. 또한, 본 연구 결과는 비부호 정서가 모델에서는 유의하지 못한 예측결과 및 부호 정서가 모델에서 유의한 예측결과를 확인하였던 선행연구(Kim et al., 2020)의 결과와 일치한다. 이러한 점에서 본 연구는 정서가 모델 중 한 차원 안에서 긍정과 부정이 양극단에 존재하는 부호 정서가 모델이 사람들의 정서를 잘 설명한다는 것을 지지한다.

다음으로, 본 연구에서는 감각양상에 따른 정서표상 모델 중 감각보편성 모델이 두 감각특징성 모델(상호작용-감각특징성 및 독립-감각특징성 모델)에 비해 참가자들의 정서표상을 잘 설명하는 모델임을 확인하였다. 핵심정서이론에서는 정신처리과정을 두 가지의 기능적 하위체계인 감각통합 네트워크와 내장운동 네트

워크로 설명한다(Barrett & Bliss-Moreau, 2009). 두 정서처리과정에 대한 모델 사이에서 감각보편성 모델이 다른 모델에 비해 참가자들의 정서표상을 잘 설명한다는 본 연구 결과는 감각양상과 그에 따른 정보를 담은 표상을 이끌고 정보를 통합하기에 감각양상 간 특징적이라고 불리는 감각통합 네트워크에 비해, 서로 다른 감각양상간 공유되는 방식으로 정서를 처리하기에 감각양상 간 일관적이라고 불리는 내장운동 네트워크에 따른 정서표상과 일치하는 것으로 보인다. 또한, 감각특정성 모델이 정서 표상을 더 잘 설명하고 감각보편성의 유의미하지 않은 설명력을 밝힌 선행연구(Shinkareva et al., 2014)와는 다르게 감각특정성에 비해 감각보편성이 높은 설명력을 보였다. 또한 감각보편성의 유의한 설명력을 밝힌 선행연구(Chikazoe et al., 2014; Dalenberg et al., 2018; Kim et al., 2017; Klasen et al., 2011; Peelen et al., 2010)와 일치하는 결과를 보이며, 이러한 점에서 본 연구는 감각양상에 따른 정서표상 모델 중 감각보편성 모델이 감각특정성 모델에 비해 사람들의 정서표상을 잘 설명한다는 것을 지지한다. 선행연구(Kim & Kim, 2022)의 분류분석 결과에 따르면 ASMR 자극에 대한 정서표상이 감각양상 일관적으로 일어났다. 본 연구의 결과는 감각양상 간 일관적인 정서표상이 일어난 것을 반영한 결과로 생각된다. 또한, 실험에서 사용한 자극들은 청각 자극과 시청각 자극으로 구성되어 청각이라는 감각양상을 공유한다. 이러한 이유로 인해 본 연구 결과가 나타났을 가능성을 고려해볼 수 있다.

본 연구에서는 서로 다른 정서가 모델들 및 감각양상에 따른 정서표상 모델들을 중 어떠한 모델이 참가자들의 정서표상을 잘 설명하는지 확인하기 위한 하나의 방법으로 표상 유사성 분석을 이용하였다. 표상 유사성 분석은 유사성 또는 비유사성 행렬을 이용하여 뇌 활동 측정, 행동 측정, 물리적 측정 및 계산적인 모델들 뿐만 아니라 서로 다른 중, 참가자, 다른 감각양상 등 서로 다른 것에 걸쳐 비교할 수 있다는 장점을 갖는다(Kriegeskorte et al., 2008; Shinkareva et al., 2013). 이러한 표상 유사성 분석의 통계적 이점을 고려한다면, 표상 유사성 분석은 각 참가자의 자극에 대한 정서표상을 설명하는 정서표상 모델들을 비교하기 위한 본 연구의 목적에 적합하다. 또한, 표상 유사성 분석은 각 개인에게 실시하여 이를 비교하기보다 집단에 걸쳐 뇌 영역을 비교하거나 모델을 비교하기 위해 주로 사용되어온 반면, 본 연구에서는 각 개인에 걸쳐 각 모델과의 유사성 분석

을 실시하여 각 개인들의 정서표상에 대한 모델의 설명력을 이용하였다는 차이점이 있다. 이러한 표상 유사성 분석의 이점을 이용하여, 본 연구에서는 자극에 대한 정서표상에서 각 참가자들과 각 모델들을 쌍별로 비교하여 유사성을 확인하였고, 어떠한 모델이 참가자들의 정서표상을 잘 설명하는지 검증하였다. 앞선 표상 유사성 분석과 더불어 다중회귀분석을 이용하여 정서가 모델들 및 감각양상에 따른 정서표상 모델들을 비교하였다. 본 연구에서 사용한 다중회귀분석(Nastase et al., 2017)은 감각양상에 따른 정서표상 모델을 동시에 고려한 분석을 위해 이용하였다. 다중회귀분석은 각 개인 및 각 모델 간 쌍별로 실시된 표상 유사성 분석과 달리, 동시에 모든 모델을 포함하여 참가자들의 정서표상을 설명한다. 해당 연구에서 사용하는 감각양상에 따른 정서표상 모델 중 감각보편성 모델과 상호작용-감각특정성 모델은 서로 독립적이지만, 독립-감각특정성 모델은 감각보편성 모델과 완벽히 독립적이지 않기에 중복되는 설명력을 고려하기에 적절하다고 여겨진다.

본 연구에서 사용한 감각양상 간 특징적임을 설명하는 두 모델(상호작용-감각특정성, 독립-감각특정성)을 비교한 결과는 참가자의 정서표상에 대한 각 모델의 설명력을 구하기 위한 방법론(표상 유사성 분석, 다중회귀분석)에 따라 다르게 나타났다. 표상 유사성 분석 방법을 통한 모델의 비교에서 독립-감각특정성이 상호작용-감각특정성에 비해 유의하게 높은 설명력을 나타낸 반면, 다중회귀분석의 경우 두 모델 간 유의한 설명력의 차이는 발견하지 못하였다. 감각보편성 모델과 서로 독립적인 모델인 상호작용-감각특정성 모델은 표상 유사성 분석과 다중회귀분석 모두 비슷한 양상을 보인 반면, 감각보편성 모델과 완벽히 독립적이지 않은 모델인 독립-감각특정성 모델의 경우 두 분석방법에서 서로 다른 결과 양상을 보였다. 이러한 결과 양상은, 모델 간 중복되는 설명력을 다루는 두 방법론의 차이에서 비롯한 것으로 추측된다. 개념적으로 표상 유사성 분석과 다중회귀분석은 상당히 유사한 분석방법이다. 표상 유사성 분석은 각 모델과 참가자 개인의 상관계수, 다중회귀분석은 회귀식에서 독립변인인 모델이 갖는 회귀계수를 이용함으로써 두 방법 모두 각 모델이 참가자의 정서표상을 얼마나 잘 설명하는지를 알아보기 위해 실시되었다. 하지만 두 분석방법은 독립변인의 다중공선성 처리 여부에 따른 차이를 지닌다. 다중회귀분석은 동시에 여러 독립변인들을 고려하여 종속변인에 대

한 설명력을 확인할 수 있으며, 각 독립변인의 다중공선성을 통계적으로 보정하기 때문에 독립적이지 않고 중복되는 설명력을 제거하고 변수의 고유 설명력을 반영한다. 이와 다르게, 표상 유사성 분석은 다중공선성을 고려하지 않기 때문에 변수 간 중복되는 설명력이 제거되지 않으며, 가능한 모든 변수에 대해 각 쌍별 관계들을 분석하여 비교할 수 있다. 따라서, 몇몇 독립변인들을 한 번에 비교하며 다중공선성을 고려할 수 있다는 점이 다중회귀분석의 장점으로 고려되며, 이와 다르게 많은 변수들을 쌍별로 비교하고자 하는 경우 표상 유사성 분석이 유용할 것으로 여겨진다. 표상 유사성 분석을 이용한 분석에서 독립적이지 않은 변수에 대해 중복되는 설명력을 제거하는 경우 다중회귀분석과 비슷한 결과를 보일 것으로 예상되며, 이는 추후 연구를 통해 알아볼 수 있을 것이다.

본 연구가 갖는 몇 가지의 제한점을 고려할 필요가 있다. 우선, 서로 다른 감각양상의 자극 간 청각 요소가 선행연구에서 사용된 시청각 자료는 실험에 사용되었던 청각 AMSR 자극과 해당 자극에 알맞은 시각자료를 결합한 것으로, 청각 및 시청각 ASMR 자극에서의 청각적 요소가 동일하다. 동일한 자극이 감각양상에 따른 정서표상에 영향을 미쳤을 가능성을 고려하여, 추후 연구에서는 동일한 감각양상이 공통적으로 포함된 자극의 경우, 공통적으로 포함된 감각양상 내에서 제시되는 자극들이 동일하지 않도록 하는 것이 고려된다. 다음으로, 본 연구는 행동 측정치만을 고려하였다는 한계점이 있다. 여러 모델을 검증하기 위해 행동 측정치만이 아닌, 생리 측정치, 뇌영상 자료 등 다양한 자료를 고려한 연구가 이루어질 필요가 있다. 그럼에도, 본 연구는 새로운 자극을 이용하여 정서가 모델과 감각양상에 따른 정서표상 모델을 비교하였으며, 통계 분석방법에 따른 결과의 차이를 살펴보았다는 의의가 있다.

REFERENCES

- Barrett, L. F., & Bliss-Moreau, E. (2009). Affect as a psychological primitive. *Advances in Experimental Social Psychology*, 41, 167-218. DOI: 10.1016/S0065-2601(08)00404-8
- Baucom, L. B., Wedell, D. H., Wang, J., Blitzer, D. N., & Shinkareva, S. V. (2012). Decoding the neural representation of affective states. *NeuroImage*, 59(1), 718-727. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2011.07.037
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2000). Affective reactions to acoustic stimuli. *Psychophysiology*, 37(2), 204-215. DOI: 10.1111/1469-8986.3720204
- Chikazoe, J., Lee, D., Kriegeskorte, N., & Anderson, A. K. (2014). Population coding of affect across stimuli, modalities and individuals. *Nature Neuroscience*, 17(8), 1114-1122. DOI: 10.1038/nn.3749
- Codispoti, M., Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2001). Affective reactions to briefly presented pictures. *Psychophysiology*, 38(3), 474-478. DOI: 10.1111/1469-8986.3830474
- Dalenberg, J. R., Weitkamp, L., Renken, R. J., & ter Horst, G. J. (2018). Valence processing differs across stimulus modalities. *NeuroImage*, 183, 734-744. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2018.08.059
- Dellacherie, D., Bigand, E., Molin, P., Baulac, M., & Samson, S. (2011). Multidimensional scaling of emotional responses to music in patients with temporal lobe resection. *Cortex*, 47(9), 1107-1115. DOI: 10.1016/j.cortex.2011.05.007
- 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
- Gomez, P., Stahel, W. A., & Danuser, B. (2004). Respiratory responses during affective picture viewing. *Biological Psychology*, 67(3), 359-373. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2004.03.013
- Kim, H., & Kim, J. (2022). Affective responses to ASMR using multidimensional scaling and classification. *Science of Emotion & Sensibility*, 25(3), 47-62. DOI: 10.14695/KJSOS.2022.25.3.47
- Kim, J. (2021). Representation of facial expressions of different ages: A multidimensional scaling study. *Science of Emotion and Sensibility*, 24(3), 71-80. DOI: 10.14695/KJSOS.2021.24.3.71
- Kim, J., & Wedell, D. H. (2016). Comparison of physiological responses to affect eliciting pictures and music. *International Journal of Psychophysiology*, 101, 9-17. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2015.12.011
- Kim, J., Shinkareva, S. V., & Wedell, D. H. (2017). Representations of modality-general valence for videos and music derived from fMRI data. *NeuroImage*, 148, 42-54. DOI: 10.1016/J.NEUROIMAGE.2017.01.002

- Kim, J., Weber, C. E., Gao, C., Schulteis, S., Wedell, D. H., & Shinkareva, S. V. (2020). A study in affect: Predicting valence from fMRI data. *Neuropsychologia*, *143*, 107473. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2020.107473
- Klasen, M., Kenworthy, C. A., Mathiak, K. A., Kircher, T. T. J., & Mathiak, K. (2011). Supramodal representation of emotions. *Journal of Neuroscience*, *31*(38), 13635-13643. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.2833-11.2011
- Kriegeskorte, N., Mur, M., & Bandettini, P. (2008). Representational similarity analysis - connecting the branches of systems neuroscience. *Frontiers in Systems Neuroscience*, *2*, 1-28. DOI: 10.3389/neuro.06.004.2008
- Larsen, J. T., Norris, C. J., & Cacioppo, J. T. (2003). Effects of positive and negative affect on electromyographic activity over zygomaticus major and corrugator supercilii. *Psychophysiology*, *40*(5), 776-785. DOI: 10.1111/1469-8986.00078
- Lindquist, K. A., Satpute, A. B., Wager, T. D., Weber, J., & Barrett, L. F. (2016). The brain basis of positive and negative affect: Evidence from a meta-analysis of the human neuroimaging literature. *Cerebral Cortex*, *26*(5), 1910-1922. DOI: 10.1093/cercor/bhv001
- Nastase, S. A., Connolly, A. C., Oosterhof, N. N., Halchenko, Y. O., Guntupalli, J. S., Visconti di Oleggio Castello, M., Gors, J., Gobbini, M. I., & Haxby, J. V. (2017). Attention selectively reshapes the geometry of distributed semantic representation. *Cerebral Cortex*, *27*(8), 4277-4291. DOI: 10.1093/cercor/bhx138
- Peelen, M. V., Atkinson, A. P., & Vuilleumier, P. (2010). Supramodal representations of perceived emotions in the human brain. *Journal of Neuroscience*, *30*(30), 10127-10134. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.2161-10.2010
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, *39*(6), 1161. DOI: 10.1037/h0077714
- Russell, J. A., & Bullock, M. (1985). Multidimensional scaling of emotional facial expressions: Similarity from preschoolers to adults. *Journal of Personality and Social Psychology*, *48*(5), 1290-1298. DOI: 10.1037/0022-3514.48.5.1290
- Russell, J. A., & Carroll, J. M. (1999). On the bipolarity of positive and negative affect. *Psychological Bulletin*, *125*(1), 3-30. DOI: 10.1037//0033-2909.125.1.3
- Shinkareva, S. V., Wang, J., & Wedell, D. H. (2013). Examining similarity structure: Multidimensional scaling and related approaches in neuroimaging. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, *2013*. DOI: 10.1155/2013/796183
- Shinkareva, S. V., Wang, J., Kim, J., Facciani, M. J., Baucum, L. B., & Wedell, D. H. (2014). Representations of modality-specific affective processing for visual and auditory stimuli derived from functional magnetic resonance imaging data. *Human Brain Mapping*, *35*(7), 3558-3568. DOI: 10.1002/HBM.22421
- Vieillard, S., & Guidetti, M. (2009). Children's perception and understanding of (dis)similarities among dynamic bodily/facial expressions of happiness, pleasure, anger, and irritation. *Journal of Experimental Child Psychology*, *102*(1), 78-95. DOI: 10.1016/j.jecp.2008.04.005
- Viinikainen, M., Kätsyri, J., & Sams, M. (2012). Representation of perceived sound valence in the human brain. *Human Brain Mapping*, *33*(10), 2295-2305. DOI: 10.1002/hbm.21362
- Weaverdyck, M. E., Lieberman, M. D., & Parkinson, C. (2020). Tools of the trade multivoxel pattern analysis in fMRI: A practical introduction for social and affective neuroscientists. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *15*(4), 487-509. DOI: 10.1093/scan/nsaa057

원고접수: 2022.08.29

수정접수: 2022.11.04

게재확정: 2022.12.01