

공간 주파수 필터링이 표정 인식 및 연령 지각에 미치는 효과

박수진[†]

충북대학교 사회과학대학

정우현

연세대학교 인지과학연구소

본 연구에서는 얼굴에 대한 공간 주파수 처리가 표정 인식 및 연령 지각에 어떤 영향을 주는지를 살펴보았다. 고주파수 정보와 저주파수 정보 각각이 표정 인식 및 연령 지각에 미치는 효과를 비교하기 위해 두 개의 실험이 수행되었다. 실험 1에서는 쾌 불쾌, 각성-이완의 2차원 정서 공간상에서 대표적인 여덟 개의 표정이 추출, 사용되었고, 실험 2에서는 20대부터 60대까지의 여성 얼굴이 사용되었다. 공간 주파수 필터링은 Vuilleumier, Armony, Driver, 그리고 Dolan(2003)의 연구에 준하여 실시하였다. 실험 결과 표정 인식에서는 쾌 불쾌 차원과 각성 이완 차원 모두에서 고주파수 정보가 저주파수 정보보다 상대적으로 더 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다. 연령 지각에서는 저주파수와 고주파수 필터링 모두 고 연령대의 얼굴에 대한 연령 지각에 특히 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 연령 지각이 얼굴 처리에서 변화 가능한 속성을 처리하는 경로와 불변속성을 처리하는 경로 모두와 관련될 가능성이 있음을 시사한다.

주요어 : 얼굴, 표정, 연령 지각, 공간 주파수 필터링

[†] 교신저자 : 박수진, 충북대학교 사회과학대학 연구원, (361-763) 충청북도 청주시 흥덕구 개신동 산48
E-mail : eulb@gmail.com, Tel : 02-2123-4721

일반적으로 우리는 얼굴을 통해 사람을 구별하고 연령이나 성별을 지각하며 표정을 인식한다. 얼굴에 대한 연구들은 주로 얼굴을 보고 누구인지를 재인하는 얼굴 인식이나 내적인 정서 상태를 추론하는 표정 인식을 중심으로 이뤄져 왔기 때문에 상대적으로 연령이나 성별을 지각하는 과정에 대한 연구는 별로 많지 않다. 사람들은 타인의 얼굴에서 연령을 꽤 정확하게 지각하는 것으로 알려져 있지만 (Burt & Perrett, 1995; George & Hole, 1995; Lanitis, Taylor, & Cootes, 1999), 그 과정에서 얼굴의 어떤 정보를 사용하는지, 또는 어떤 과정을 통해 연령을 지각하는지에 대해서는 잘 알려져 있지 않다.

얼굴 재인과 표정 인식에 대한 얼굴 연구들에서는 재인과 표정 인식이 독립적인 처리 과정을 거쳐 이루어지는 것으로 제안하고 있다 (Bruce & Young, 1986; Hasselmo, Rolls, & Baylis, 1989; Sergent, Ohta, MacDonald, & Zuck, 1994; Haxby, Hoffman, & Gobbini, 2000). Bruce와 Young에 의하면, 얼굴 정보 처리 과정은 초기부터 표정 인식과 관련된 경로와 얼굴 재인에 관련된 경로로 나뉘어 처리된다. Hasselmo 등에 의하면 표정에 반응하는 뉴런은 상측두회(superior temporal sulcus)에 주로 분포하는 반면, 얼굴 재인에 관여하는 뉴런은 주로 하측두회(inferior temporal gyrus)에 분포하는 것으로 나타나 두 정보는 생리학적으로도 서로 다른 신경 기제에 기반하는 것으로 생각된다. Haxby 등은 이러한 연구들을 토대로 얼굴의 불변(invariant) 속성과 가변(changeable) 속성이 서로 다른 체계에 의해 처리됨을 제안하고 있는데, 그에 의하면 눈 응시(eye gaze)나 입 모양의 파악(lip movement), 표정 등은 변화 가능한 속성을 처리하는 신경체계에 의해, 얼굴 재인은

불변 속성 처리 체계에 의해 인식된다.

얼굴 재인의 경우에는 여러 가지 표정 변화에도 불구하고 변하지 않는 속성을 탐지하여 상대가 누구인지를 확인하는 것이 중요하기 때문에 얼굴 재인에서는 불변 속성의 파악이 중요하다. 반면, 표정 인식은 눈이 올라간다는가 눈동자가 커진다는가, 또는 입을 벌린다는가 입 꼬리가 처지는 것과 같은 눈이나 입 등의 변화에 의해 이뤄지기 때문에 표정 인식에서는 얼굴의 가변 속성을 적절하게 파악하고 처리하는 것이 중요하다. 얼굴 재인과 표정 인식으로 나누는 분류에서 연령은 표정보다는 사람을 파악하는 것과 관련되는 것으로 생각되고 연구되어 온 경향이 있으나, 성별이나 인종과 달리 연령 지각은 독특한 측면이 있다. 성별이나 인종은 출생 이후 거의 고정적인 반면 연령은 시간에 따라 변하는 것이고, 이에 따라 연령 지각과 관련된 얼굴 속성들 또한 변화하게 된다. 따라서 나이가 들어감에 따라 얼굴이 변함에도 불구하고 일관되게 한 사람의 얼굴로 볼 수 있다는 점에서, 또한 동일한 구조적 특징을 가진 한 사람의 얼굴에서 연령 변화에 따른 정보를 추출해내야 한다는 점에서 연령 지각은 얼굴에서 제공되는 불변 속성과 가변 속성의 영향을 비교하기 위한 좋은 주제가 될 수 있다.

얼굴에서 불변 속성은 상대적으로 낮은 공간 주파수 정보(spatial frequency information)와 관련되고, 가변 속성은 높은 공간 주파수 정보와 관련된다고 할 수 있다. 표정과 친숙성 간의 관계를 연구한 Nagayama, Yoshida, 그리고 Toshima(1995)는 저주파수 정보는 얼굴의 전반적인 특징을 전달하고, 세부적인 특징은 고주파수 정보에 의해 전달된다고 하였다. 공간 주파수 정보를 이용한 얼굴 연구들은 얼굴 정

보 처리에서 관심을 두는 정보의 속성에 따라 강조하는 주파수 성분이 다른데, 얼굴 재인의 경우 중간 대역을 강조하는 경향이 있는 반면 (Costen, Parker, & Craw, 1994; Hayes, Morrone, & Burr, 1986; Nasanen, 1999), 표정의 경우엔 아직 논란이 있다. 생리적 측면과 관련하여서는 최근의 두 연구가 서로 대비되는 결과를 내놓았다. Goffaux, Gauthier, 그리고 Rossion (2003)은 저주파수 필터링된 얼굴 사진을 자극으로 사용하여 사건 관련 전위(ERP: Event-related potential)를 측정할 결과 정신물리학적 얼굴 연구들에서 얻어진 것과 비슷한 결과를 얻었다. 이들은 얼굴의 초기 처리에서 저주파수 정보가 중요하며 이것이 얼굴의 형태 구조적(configural) 정보의 중요성과 관련되는 것으로 해석하였다. 표정은 눈이나 입처럼 변화될 수 있는 속성을 처리하는 체계와 관련이 있고 (한재현과 정찬섭, 1998) 이런 세부특징의 섬세한 변화는 고주파수 정보에 의존하기 때문에 표정 인식에서는 저주파수보다는 고주파수 정보가 중요할 것으로 생각할 수 있다. 그러나 Vuilleumier, Armony, Driver, 그리고 Dolan (2003)은 최근의 생리적 연구에서 공포 표정의 인식에 저주파수 정보가 더 중요하게 사용될 수 있음을 보여주었다. 이처럼 주파수 성분이 표정 인식에 미치는 영향에 대해서는 아직 분명한 결론을 내리고 있지 못한 실정이라고 할 수 있다.

본 연구의 첫 번째 실험에서는 공간 주파수 필터링을 통해 표정 인식에서 고주파수 및 저주파수 정보의 상대적인 역할을 살펴보았다. 이를 위해 공간 주파수 필터링 자극들에서의 표정 인식과 필터링을 하지 않은 원본 영상 자극에서의 표정 인식을 비교하였다. 만약 표정 인식에 사용되지 않는 정보가 제거된다면

주파수 필터링을 하더라도 원 자극에 대한 반응과 차이가 없을 것이다. 따라서 이를 통해 표정 인식에서 각 주파수 대역의 상대적인 중요도를 파악할 수 있을 것이다. 이러한 방법과 논리를 활용하여 두 번째 실험에서는 연령 지각에서 공간 주파수 정보의 역할을 살펴보았다. 얼굴에서 연령 지각에 사용되는 정보는 세월의 흐름에 따라 변화되는 속성과 관련이 있을 수밖에 없지만 표정 인식에 사용되는 정보와는 달리 연령 지각에 관여하는 정보는 불변 속성의 특징 또한 가지고 있다. 따라서 연령 지각은 얼굴 재인이나 표정 인식과 달리 고주파수 필터링과 저주파수 필터링 모두에 의해 영향 받을 가능성이 있다.

실험 1. 표정 인식과 공간주파수 간의 관계 분석

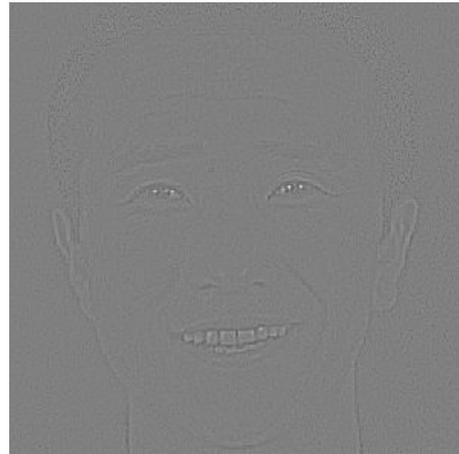
실험 1은 공간 주파수 필터링이 표정 인식에 미치는 효과를 알아보기 위해 수행되었다. 얼굴 재인을 연구하기 위해 다양한 사람들의 얼굴이 필요하다면 표정 인식을 연구하기 위해서는 다양한 표정이 필요하다. 그러나 사람들이 실제로 사용하는 표정은 매우 다양하기 때문에 이들 모두를 연구에 반영할 수는 없다. 차선책으로 기본 정서만을 대상으로 연구를 할 수 있으나, 정서 상태를 어떻게 분류할 것인가에 대해 연구자에 따라 입장이 다르며 범주로 분류할 것이냐 차원으로 볼 것이냐에 따라, 범주로 분류하는 연구자들 간에도 두 개에서 10여 개 이상까지 다양한 범주를 제안하고 있기 때문에 (James, 1884; McDougall, 1926; Watson, 1930; Arnold, 1960; Mowrer, 1960; Izard, 1971; Plutchik, 1980; Panksepp, 1982; Ekman, Friesen, & Ellsworth, 1982; Gray, 1982;

Tomkins, 1984; Weiner & Graham, 1984; Frijda, 1986; Oatley & Johnson-Laird, 1987; Shaver, Murdaya, & Fraley, 2001) 하나의 정답이 있다고 보기 어렵다. 이에 본 연구에서는 차원 모형과 범주 모형의 성격을 두루 반영하여 표정 인식의 측정치로 삼고자 하였으며 이를 위해 정찬섭, 오경자, 이일병, 그리고 변혜란(1998)의 모형을 사용하였다. 정찬섭 등의 모형은 차원 모형 위에 범주 모형을 얹은 형태로 차원 모형과 범주 모형의 속성을 두루 가지고 있다. 즉, 여러 정서 범주들이 정서 차원 상에서 어떤 값을 갖는지를 모형이 포함하고 있는 것이다. 실험 1에서는 공간 주파수 정보가 표정 인식에 미치는 영향을 알아보기 위해 대표적인 표정 자극에 대해 고주파수 및 저주파수 필터링을 하였고, 참가자들이 각각의 필터링 자극과 원 자극의 정서 상태를 척도 값으로 평정하도록 하였다.

방 법

참가자 연세대학교에서 교양심리학을 수강하는 33명의 남녀 대학생이 실험에 참가하였다.

자극 남녀 6명의 전문 연기자가 표현한 여덟 개의 대표적인 표정(정찬섭 등, 1998)을 자극으로 사용하였다. 이들 여덟 가지 표정은 쾌-불쾌, 각성-이완의 2차원 정서 공간의 각 사분면에서 각각 두 개씩 취한 것이었다; 각각은 활기찬, 기분 좋은(이상 쾌-각성), 포근한, 편안한(이상 쾌-이완), 두려운, 짜증난(이상 불쾌-각성), 지겨운, 공허한(이상 불쾌-이완) 표정에 해당되는 것들이었다. 본 연구에서 사용한 이완 상태 표현 어휘들(예를 들어 '편안한')은 각성 정도가 높지 않기 때문에 범주 모형에서는 혼



(가)



(나)

그림 1. 실험 1에 사용된 자극의 예. (가) 고주파수 필터링 자극 (나) 저주파수 필터링 자극.

히 기본 정서 범주로 포함되지 않는 정서 상태이다. 본 연구에서는 차원-범주 모형을 활용하였기 때문에 낮은 각성 상태인 좀 더 미묘한 정서도 연구에 포함시킬 수 있었다. 48개 표정 자극 각각에 대해 고주파수 필터링(high-pass filtering: 이하 HSF)과 저주파수 필터링(low-pass filtering: 이하 LSF)을 실시하여 총

144개의 자극을 만들었다(그림 1 참조). 이들 자극은 기존 연구 결과와의 비교를 위해 Vuilleumier 등(2003)의 표정 자극과 유사한 주파수 대역을 갖도록 제작되었다(고주파수 cut-off 24 cycles/image 이상; 저주파수 cut-off은 6 cycles/image 이하).

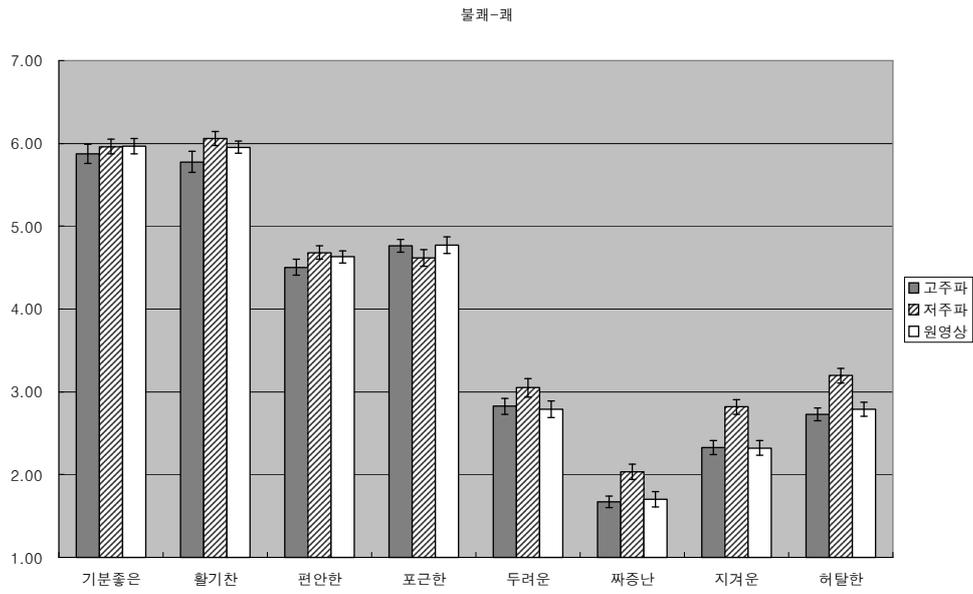
절차 참가자들은 각각 한 대의 PC 앞에 앉아 모니터를 통해 제시된 자극을 보고 마우스를 클릭하여 반응을 하였다. 화면은 1024 X 768 화소(pixel)의 해상도 조건에서 17인치 CRT 모니터 화면에 제시되었으며, 참가자로부터 모니터까지의 거리는 약 70 cm 화면에 제시된 자극의 크기는 가로, 세로 각각 70 cm로 시각(visual angle)으로는 45에 해당되었다. 실험이 시작되면 화면 왼쪽에 얼굴 자극이 제시되고, 화면 오른쪽에 반응 문항이 제시되었다. 실험 참가자의 과제는 무선적으로 제시되는 96개의 HSF와 LSF 표정 사진을 퀘-불패 차원과 각성-이완(수면) 차원에서 각각 7점 척도로 반응하는 것이었다(1 불패 - 7 퀘; 1 이완 - 7 각성). 96개의 필터링 자극에 대한 반응이 모두 끝나면 필터링을 하지 않은 원 영상(original image) 48개에 대해 같은 방식으로 7점 척도 상에서 평정하도록 하였다.

결과 및 논의

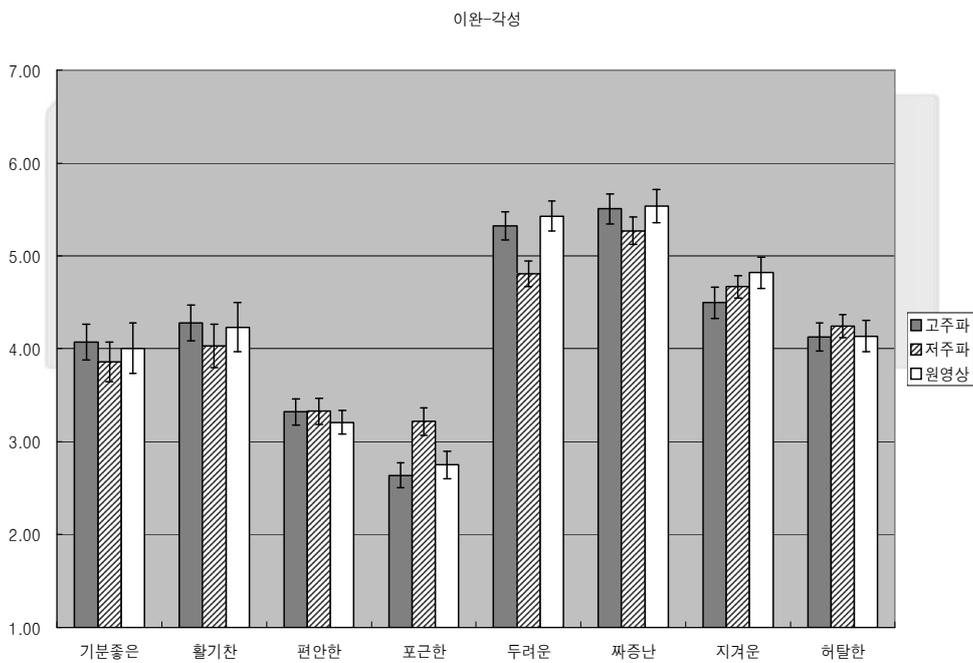
두 가지 필터링 조건과 원 영상 자극에 대한 퀘-불패 차원과 각성-이완 차원의 평정 평균이 그림 2에 제시되어 있다. 그림 2의 (가)에서 볼 수 있듯이 퀘-불패 차원에 대해서 영상의 주파수 특성과 표정 종류 간 상호작용이 통계적으로 유의하였으며 ($F(14, 448) = 4.905$, $MSE = .111$, $p < .001$), 주파수 특성에 따른

주효과와 표정별 주효과도 각각 통계적으로 유의하였다 (각각 $F(2, 64) = 16.583$, $MSE = .257$, $p < .001$; $F(7, 224) = 505.416$, $MSE = .499$, $p < .001$). 여기서 표정별 주효과가 통계적으로 유의하다는 것은 각 표정 자극이 퀘-불패, 이완-각성 차원에서 서로 달랐다는 것을 의미하며 이는 본 실험에서 다양한 표정 자극이 적절하게 잘 선정되었음을 나타내주는 것으로 볼 수 있다. 그림 2의 (가)에서 볼 수 있듯이 퀘-불패 차원에서 불패 쪽 표정일 때(가로 축의 오른쪽 네 가지 표정) LSF 자극의 표정에 대한 평정은 원 영상과 차이가 컸으며 원 영상보다 덜 불패한 표정으로 지각되는 경향이 있었다. 각 표정별로 두 가지 필터링 중에 어느 쪽이 원 영상에 대한 표정 평정과 더 유사한지를 알아보기 위해서 사후 분석을 실시한 결과, 불패 쪽 표정(두려운, 짜증난, 지겨운, 허탈한)의 경우 원영상과 LSF 자극 간의 차이가 통계적으로 유의하였으나 (모두 $p < .01$), 퀘 쪽 표정의 경우엔 조건 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이 결과는 적어도 불패 쪽 표정의 경우엔 HSF 정보가 있어야 표정 인식이 가능함을 보여주는 것이며, 특히 불패 쪽 표정에서 이러한 경향이 두드러진다는 것은 Mandler의 정서 비대칭성 가설(1975, 1990)이 제안하듯이 불패 쪽 표정을 더 섬세하게 구별하기 때문이라고 해석할 수 있을 것이다.

각성-이완 차원에 대해서는 영상의 주파수 특성과 표정 종류 간 상호작용이 통계적으로 유의하였으며 ($F(14, 448) = 6.572$, $MSE = .198$, $p < .001$), 표정별 주효과는 통계적으로 유의하였으나($F(7, 224) = 30.709$, $MSE = 2.476$, $p < .001$), 주파수별 주효과는 통계적으로 유의하지 않았다($F(2, 64) = 1.010$, $MSE =$



(가)



(나)

그림 2. 실험 1의 결과. 가로축은 실험에 사용된 여덟 가지 표정 자극을 나타내며, 세로축은 각 정서 차원에서의 평정 값을 나타낸다. (가) 쾌 불쾌 차원 평정 평균 (나) 각성 이완 차원 평정 평균. 고주파란 HSF 자극, 저주파란 LSF 자극을 지칭한다.

.489, n.s.). 여기서의 표정별 주효과 역시 실험에 사용한 표정이 다양하게 선정되어서 서로 같지 않음을 의미할 뿐이다. 그림 2의 (나)에서 볼 수 있듯이 ‘두려운’ 표정과 ‘포근한’ 표정일 때는 LSF 자극과 원영상 간의 차이가 컸으며 사후분석 결과 이는 각각 통계적으로 유의하였다(각각 $p < .01$). LSF 자극에서는 ‘두려운’ 표정이 덜 각성된 것으로 보이는 반면, ‘포근한’ 표정에서는 덜 이완된 것으로 보이는 차이가 있었다. 그림 2의 (나)를 보면 통계적으로 유의한 차이를 보기 어려운 나머지 표정들에서도 HSF 자극에 대한 평정이 원 영상과 더 비슷한 경향이 있는 표정이 더 많다.

실험 1의 결과에 의하면 쾌-불쾌 차원에서 특히 불쾌 쪽 표정들은 LSF 자극일 때 원 영상과 차이가 더 크며, 각성-이완 차원에서도 LSF 자극이 원 영상과 차이가 더 큰 것으로 나타났다. 이는 표정 인식에서 상대적으로 고주파수 정보가 더 중요한 역할을 하며 Haxby 등(2000)이 주장한 것처럼 표정 인식이 변화 가능한 속성을 처리하는 체계와 관련될 가능성이 있음을 시사하는 것으로 해석될 수 있다. 공포 표정을 중심으로 연구한 Vuilleumier 등(2003)의 연구와 본 연구의 결과를 비교하면 공포에 해당하는 본 연구의 ‘두려운’ 표정 역시 저주파수 정보만으로는 제대로 인식되지 않아서 Vuilleumier 등과 다른 결과를 얻었음을 알 수 있다. 본 연구의 결과는 다양한 표정 자극을 사용하지 않고 공포 표정을 중심으로 연구했다는 한계를 지닌 Vuilleumier 등의 연구와는 일치하지 않지만 네 가지 얼굴 표정에 대해 얼굴 변별 과제를 실시하여 저주파수 정보만으로 정의된 표정은 변별이 잘 되지 않는다는 것을 확인한 Goren과 Wilson(2004)의 연구 결과와는 일치한다. 또한 Nagayama 등(1995)의

연구에서는 표정과 친숙성 재인에 본 연구에서 사용한 것과 비슷한 24.7 cycles/image 정도의 주파수 정보가 중요하다는 결과를 얻었다. 이상을 종합하여 볼 때, 표정 인식에서는 쾌, 불쾌와 같은 전반적인 판단만이 즉각적으로 이뤄지고 개별 정서의 세세한 구별은 보다 긴 시간과 고주파수 정보를 필요로 할 가능성이 있다. 특히 각성 정도가 높은 기본 정서만을 포함한 기존 연구들에서 고려하지 않고 있는 미묘한 정서 변별에서는 그런 개연성이 더 클 수 있다.

실험 2. 연령 지각과 공간주파수 간의 관계 분석

실험 2는 공간 주파수 필터링이 얼굴에서 다양한 연령을 지각하는 데 미치는 효과를 알아보기 위해 수행되었다. 이를 위해 서로 다른 연령대의 얼굴 자극을 각각 고주파수 및 저주파수 필터링을 하고, 참가자들에게 필터링 자극과 원영상 자극 각각의 연령을 두 자릿수로 추정하도록 하였다. 실험 1에서와 마찬가지로 필터링된 자극이 원영상 자극과 차이를 보이는지를 분석하여 고주파수 정보와 저주파수 정보가 연령 지각에 미치는 상대적인 중용성을 비교하였다.

방 법

참가자 실험 1과 동일하게 연세대학교에서 교양심리학을 수강하는 33명의 20대 남녀 대학생이 실험에 참가하였다.

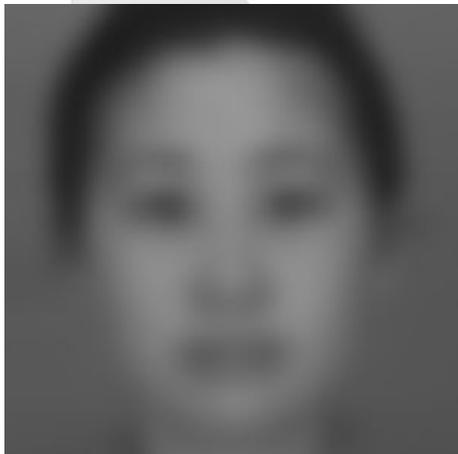
자극 20대부터 60대까지 각 연령대별로 10명씩 50장의 일본 여성 얼굴 사진이 자극으로

사용되었다. 얼굴 자극은 모두 중립적인 표정이었다. 50개의 자극 각각에 대해 실험 1에서와 마찬가지로 방식으로 HSF와 LSF 과정을 적용하여 총 150개의 자극을 만들었다. 그림 3은 이렇게 만들어진 자극의 예이다.

절차 참가자들은 각각 한 대의 PC 앞에 앉아



(가)



(나)

그림 3. 실험 2에 사용된 자극의 예. (가) 고주파수 필터링 자극 (나) 저주파수 필터링 자극.

모니터를 통해 제시된 자극을 보고 마우스를 눌러 반응을 하였다. 모니터 상에 자극이 제시된 조건은 실험 1과 동일하였다. 실험이 시작되면 화면 왼쪽에 얼굴 자극이 제시되고, 화면 오른쪽에 반응 문항이 제시되었다. 실험 참가자의 과제는 먼저 무선적으로 제시되는 100장의 HSF와 LSF 자극에 대해 연령을 추정하는 다음, 필터링을 하지 않은 원 영상 자극 50장에 대해 연령을 추정하는 것이었다. 연령은 두 자릿수로 추정하도록 하였다. 반응 버튼은 십의 자릿수와 일의 자릿수 두 묶음으로 제시되었으며 참가자는 차례로 해당 숫자의 버튼을 마우스로 눌러 연령을 추정하였다. 예를 들어, 제시된 사진이 23살쯤으로 보인다면 우선 십의 자릿수 버튼 모음에서 20이라는 버튼을 클릭한 다음 일의 자릿수 버튼 모음에서 3을 클릭하도록 하였다.

결과 및 논의

실험 2의 결과가 그림 4에 제시되어 있다. 변량분석 결과 연령대와 주파수 특성의 상호작용이 통계적으로 유의하였으며($F(8, 256) = 12.454, MSE = 7.675, p < .001$), 주파수 특성의 주효과와 연령대의 주효과 역시 각각 통계적으로 유의하였다(각각 $F(2, 64) = 23.096, MSE = 31.250, p < .001$; $F(4, 128) = 448.977, MSE = 40.490, p < .001$). 연령대의 주효과가 통계적으로 유의하다는 것은 실험에 사용된 자극이 서로 다른 연령대를 혼동하지 않을 정도의 대표성은 가지고 있었던 것으로 해석될 수 있다. 즉, 실험 참가자들의 연령대에 대한 추정 값이 실제의 연령대와 차이가 있었지만, 그 차이가 가령 30대를 전형적인 20대로 착각할 만큼은 아니었음을 나타내는 것이다. 20대

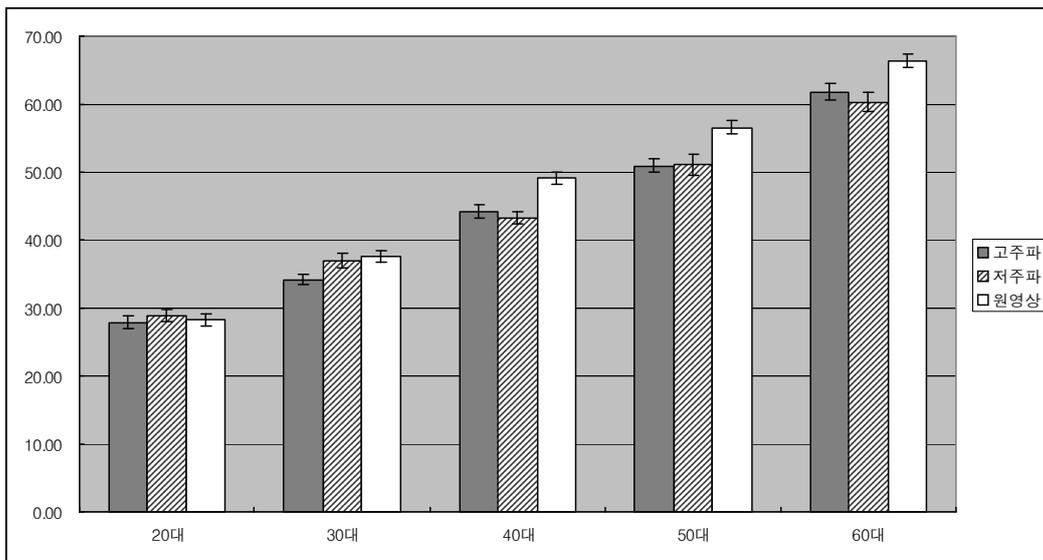


그림 4. 실험 2의 결과. 연령대별 연령 추정 평균. 고주파란 HSF 자극, 저주파란 LSF 자극을 지칭한다.

를 제외한 거의 모든 연령대의 얼굴 판단에서 필터링 자극의 연령대 지각과 원영상 자극의 연령대 지각 간에 차이가 있었다. 실험 참가자들이 20대였기 때문에, 이 결과는 자신과 동일 연령대의 얼굴에 대해서는 연령 판단을 정확히 하고 다른 연령대의 얼굴 판단에서는 오차가 생기는 동연령 효과(own age effect; George & Hole, 1995; Wright & Stroud, 2002)와 관련될 수 있다. 즉, 동연령대에서는 정보가 충분하지 않더라도 더 정확한 연령 지각이 가능했던 것으로 볼 수 있다. 사후 분석 결과, 20대에서는 조건 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었으며 30대의 경우 HSF 자극과 원영상의 차이가 통계적으로 유의하였고($p < .01$), 나머지 연령대에서는 HSF 자극과 원영상 간 LSF 자극과 원영상 간 차이가 각각 통계적으로 유의하였다(각각 $p < .01$). 즉, HSF만으로는 오로지 20대에 대한 연령 추정만이 원 영상에 대한 추정과 통계적으로 유의한 차이가

없었으며, LSF만으로는 20대와 30대에 대한 추정이 원 영상에 대한 추정과 유의한 차이가 없었다. 따라서 동연령에 한해 LSF 자극만 사용할 가능성은 어느 정도 배제할 수 있다. 본 연구의 결과를 통해, 상대적으로 저 연령대의 얼굴 판단에서는 LSF 정보만으로도 비교적 원 영상과 유사한 연령 지각을 하는 반면, 40대 이상의 고 연령대의 얼굴 판단에서는 LSF와 HSF 정보 모두가 필요함을 확인할 수 있었다. LSF와 얼굴의 형태구조적(configural) 정보, HSF와 세부특징(featural) 정보를 연결 짓는 연구(Goffaux, Hault, & Michael, 2004)에 근거하여 볼 때, 본 연구의 결과는 비교적 젊었을 때는 형태구조적 특징만으로 대강의 연령을 파악할 수 있으나, 나이가 들에 따라 정확한 연령 지각을 위해선 주름이나 잡티 같은 세부특징 정보도 필요함을 의미하는 것으로 해석할 수 있을 것이다. 노화가 진행됨에 따라 얼굴에서 이마가 차지하는 비중이 줄어들고 하관이 발

달하여 얼굴의 전반적인 구조가 바뀌는 것만으로는 연령을 추정하기 어려워지는 것이다. 이러한 변화는 유아에서 성인 초기까지에서 주로 이뤄지는 것으로 일단 다 자란 후에는 이와 관련된 정보의 변화는 크지 않다고 할 수 있다. 실험 2의 결과는 얼굴로 연령을 추정할 때 얼굴 내부 특징 정보의 중요성(George & Hole, 1998)이나 이와 더불어 표면 정보(즉 텍스처)의 중요성을 강조한 연구(George & Hole, 2000)들과 일치한다.

종합 논의

표정 인식과 관련한 본 연구의 결과는 다양한 표정의 인식 과정에 고주파수 정보가 필요함을 보여준다. 기존의 공간 주파수 특정한 표정 연구들은 상대적으로 다양한 표정을 제시하지 못했다는 제약이 있었다. 기존 연구들은 특정한 표정을 대상으로 연구하거나(Vuilleumier 등, 2003) 범주 모형을 기반으로 하여 각성 정도가 높은 기본 정서만을 연구 대상으로 삼아왔다(Goren & Wilson, 2004). 본 연구에서는 쾌에서 불쾌까지, 그리고 각성에서 이완까지 다양한 표정을 자극으로 사용하였기 때문에 실험 참가자들은 개별 특징의 변화에 더 주목하여야 했다. 쾌 표정 한 가지와 불쾌 표정 세 가지, 그리고 중립 표정을 실험 자극으로 사용하였던 Goren과 Wilson(2004)의 연구에서도 저주파수 정보만으로는 표정을 제대로 변별하기 어려웠다. 또한, Goren과 Wilson(2003)에 의하면 주변시(periphery)에서 표정 변별이 더 어려워지는데, 주변시에서는 세부 특징이 명확히 구별되지 않는다는 점에서 이 결과 역시 고주파수 정보의 필요성을 보여주는 것으로 볼 수 있다. 본 연구와 Goren과 Wilson

의 연구 결과는 표정에 있어서 저주파수 정보는 짧은 시간 안에 쾌, 불쾌 같은 전반적인 판단을 하는 정도에 제한적으로 쓰이고 다양한 표정의 정확한 변별을 위해서는 고주파수 정보가 필요한 것으로 해석될 수 있을 것이다. 후속 연구에서는 제시 시간이나 반응 시간을 제한하여 시간에 따라 주파수 정보 처리가 어떤 양상으로 나타나는지를 살펴봄으로써 주파수 정보와 표정 인식 간의 관계를 알아볼 예정이다.

한편, 연령 지각과 관련하여서는 상대적으로 저 연령대의 얼굴에서는 저주파수 정보만으로 연령이 지각될 수 있었으나, 고 연령대의 얼굴에서는 고주파수 정보 또한 필요한 것으로 나타났다. George와 Hole(2000)은 정확한 연령 지각을 위해서 표면의 텍스처(texture) 정보와 형태 정보가 모두 필요하다고 제안하였다. 본 연구의 결과는 이것이 특히 고 연령대의 얼굴 판단에서 중요할 가능성이 있음을 보여준다. 고 연령대의 얼굴은 피부의 텍스처가 깨끗하게 지각되면서 나이 듦에 따라 흐릿해지는 얼굴의 세부 특징이 또렷하게 지각되는 상황에서는 실제보다 저 연령으로 지각될 가능성이 있다. 그러나 본 연구는 모든 실험 참가자가 대학생 집단이었기 때문에 동연령 효과가 개입되었을 가능성을 완전히 배제할 수 없으며 더 분명한 결과를 위해서는 추후 다양한 연령층에 대해 실험을 진행할 필요가 있다. 또한 10대의 얼굴 사진처럼 실험 참가자보다 적은 연령대의 자극 사진에 대한 연구도 필요한 것으로 생각된다.

표정 및 주파수 속성과 관련한 최근의 대표적 연구인 Vuilleumier 등(2003)의 연구에 의하면, 방추상회(fusiform gyrus)에서는 원 영상이나 HSF 자극에서 신경 반응이 크고, 편도

체(amygdala)나 시상침(pulvinar), 상구(superior colliculus)에서는 원 영상이나 LSF 자극 조건에서 신경 반응이 크다. 이들은 전자를 주로 얼굴 재인과, 후자를 공포를 중심으로 한 표정 인식과 연관 지어 언급하였으나, 본 연구의 결과는 주파수 특성과 얼굴 정보 처리에 대해 좀 더 세밀한 분석이 필요함을 시사하는 것으로 볼 수 있다. 즉, 얼굴의 어떤 속성이 필요한가에 따라 재인, 표정 인식, 연령 추정 등 얼굴 인식과 관련한 여러 현상들에서 중요한 정보가 제각기 달라질 가능성이 있는 것이다.

참고문헌

- 정찬섭, 오경자, 이일병, 변혜란 (1998). 감성 인터페이스: 얼굴 표정의 인식 및 합성 모형. 1998년도 한국심리학회 동계 연구 세미나 논문집, 121-160.
- 한재현, 정찬섭 (1999). 얼굴 표정에 의한 내적 상태 추정. *감성과학*, 1(1), 41-58.
- Arnold, M. (1960). *Emotion and personality*. New York: Columbia University Press.
- Bruce, V., & Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, 77, 305-327.
- Burt, D. M., & Perrett, D. I. (1995). Perception of age in adult Caucasian male faces: Computer graphic manipulation of shape and colour information. *Proceedings of Royal Society of London. B*, 259, 137-143.
- Costen, N. P., Parker, D. M., & Craw, I. (1996). Effects of high-pass and low-pass spatial filtering on face identification. *Perception & Psychophysics*, 58, 602-612.
- Ekman, P., Friesen, W. V., & Ellsworth, P. (1972). *Emotion in the human face: Guidelines for research and an integration of findings*. New York: Pergamon Press.
- Frijda, N. (1986). *The emotions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- George, P. A., & Hole, G. J. (1995). Factors influencing the accuracy of age estimates of unfamiliar faces. *Perception*, 24(9), 1059-1073.
- George, P. A., & Hole, G. J. (1998). The influence of feature-based information in the age processing of unfamiliar faces. *Perception*, 27, 295-312.
- George, P. A., & Hole, G. J. (2000). The role of spatial and surface cues in the age-processing of unfamiliar faces. *Visual Cognition*, 7(4), 485-509.
- Goffaux, V., Gauthier, I., Rossion, B. (2003). Spatial scale contribution to early visual differences between face and object processing. *Cognitive Brain Research*, 16, 416-424.
- Goffaux, V., Hault, B., Michael, C. Vuong, Q. C., & Rossion, B. (2004). The respective role of low and high spatial frequencies in supporting configural and featural processing of faces. *Perception*, 34(1), 77-86.
- Goren, D., & Wilson, H. R. (2003). Quantifying recognition abilities for four major emotional expressions based on facial geometry. *Journal of Vision*, 3(9), 300a
- Goren, D., & Wilson, H. R. (2004). Differential impact of spatial frequency on facial expression and facial identity recognition. *Journal of Vision*, 4(8), 904a.
- Gray, J. A. (1982). *Neuropsychological theory of*

- anxiety: An investigation of the septal-hippocampal system*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hasselmo, M. E., Rolls, E. T., & Baylis, G. C. (1989). The role of expression and identity in the face-selective responses of neurons in the temporal visual cortex of the monkey. *Behavioural Brain Research*, 32 (3), 203-218.
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A., Gobbini, M. I. (2000). Human neural systems for face recognition and social communication. *Biological Psychiatry*, 51, 59-67.
- Hayes, A., Morrone, M. C., & Burr, D. C. (1986). Recognition of positive and negative band-pass filtered images. *Perception*, 15, 595-602.
- Izard, C. E. (1971). *The face of emotion*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- James, W. (1884). What is an emotion? *Mind*, 19, 188-204.
- Lanitis, A., Taylor, C. J., & Cootes, T. F. (1999). Modeling the process of aging in face images, *Seventh International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 1, 131.
- Mandler, G. (1975). *Mind and emotion*. NY: John Wiley & Sons.
- Mandler, G. (1990). A constructivist theory of emotion. In N. L. Stein, B. Leventhal, & T. Trabasso (Eds.). *Psychological and biological approaches to emotion* (pp. 21-43). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- McDougall, W. (1926). *An introduction to social psychology*. Boston: John W. Luce.
- Mowrer, O. H. (1960). *Learning theory and behavior*. New York: Wiley.
- Nagayama, R., Yoshida, H., & Toshima, T. (1995). Interrelationship between the facial expression and familiarity: Analysis using spatial filtering and inverted presentation. *Shinrigaku Kenkyu*, 66(5), 327-35.
- Nasanen, R. (1999). Spatial-frequency bandwidth used in the recognition of facial images. *Vision Research*, 39, 3824-3833.
- Oatley, K., & Johnson-Laird, P. N. (1987). Towards a cognitive theory of emotions. *Cognition and Emotion*, 1, 29-50.
- Panksepp, J. (1982). Toward a general psychobiological theory of emotions. *The Behavioral and Brain Sciences*, 5, 407-467.
- Plutchik, R. (1980). A general psychoevolutionary theory of emotion. In R. Plutchik, & H. Kellerman (Eds.), *Emotion: Theory, research, and experience: Vol. 1. Theories of emotion* (pp. 3-31). New York: Academic Press.
- Shaver, P. R., Murdaya, U., Fraley, R. C. (2001). Structure of the Indonesian emotion lexicon. *Asian Journal of Social Psychology*, 4(3), 201-224.
- Tomkins, S. S. (1984). Affect theory. In K. R. Scherer, & P. Ekman (Eds.), *Approaches to emotion* (pp. 163-195). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., & Dolan, R. J. (2003). Distinct spatial frequency sensitivities for processing faces and emotional expressions. *Nature Neuroscience*, 6, 624-631.
- Watson, J. B. (1930). *Behaviorism*. Chicago: University of Chicago Press.
- Weiner, B., & Graham, S. (1984). An attributional approach to emotional development. In C.

E. Izard, J. Kagan, & R. B. Zajonc (Eds.),
Emotions, cognitions, and behavior (pp. 167-
191). Cambridge: Cambridge University
Press.

1 차원고접수 : 2006. 8. 14

최종게재결정 : 2006. 10. 10

Wright, D. B., & Stroud, J. N. (2002). Age
differences in lineup identification accuracy.
Law and Human Behavior, 26(6), 641-654.

K C I

The effect of spatial frequency filtering on facial expression recognition and age perception

SooJin Park[†]

Institute of Humanities
Chungbuk National Univ.

Jung Woo Hyun

Center for Cognitive Science
Yonsei Univ.

In this study, we investigated the effect of spatial frequency filtering on facial expression recognition and age perception. Two experiments were performed to compare the relative importance of high spatial frequency information with low spatial frequency information on facial information processing. In the first experiment, the stimuli were made from eight images of facial expressions which were located on the 2-dimensional space of emotion: pleasure-displeasure and arousal-relaxation. In the second experiment, the images used stimuli were the female faces from twenties to sixties. The spatial frequency filtering of facial stimuli were similar to Vuilleumier, Armony, Driver, & Dolan(2003)'s. The results showed that the high spatial frequency information are more decisive than low spatial frequency information in the estimation of the facial expressions on both pleasure and arousal dimensions, and both high and low frequency information are concerned with the estimation of age for the old groups. These results imply that the age perception is related to both pathways of changeable information processing and invariant information processing on the face.

Keywords : face, facial expressions, age perception, spatial frequency filtering