

# 얼굴표정에 의한 내적상태 추정\*

## Mapping facial expressions onto internal states

한 재 현\*\* 정 찬 섭\*\*\*

Jaehyun Han, Chansup Chung

**요 약** 얼굴표정과 내적상태의 관계 모형을 수립하기 위한 기초 자료로서 얼굴표정과 내적상태의 대응 관계를 조사하였다. 심리적으로 최소유의미거리에 있는 두 내적상태는 서로 구별되는 얼굴표정으로 대응된다는 것을 확인함으로써 얼굴표정과 내적상태의 일대일 대응 관계가 성립한다는 것을 발견하였다. 얼굴표정 차원값과 내적상태 차원값의 관계 구조를 파악하기 위하여 주다회귀분석 및 정준 상관분석을 실시한 결과, 왜-불쾌는 입의 너비에 의해서, 각성-수면은 눈과 입이 열린 정도에 의해서 얼굴표정에 민감하게 반영되는 것으로 나타났다. 얼굴표정 차원 열 두 개가 내적상태 차원상의 변화를 설명하는 정도는 50% 내외였다. 선형모형이 이처럼 높은 예측력을 갖는다는 것은 이 두 변수 사이에 비교적 단순한 수리적 대응 구조가 존재한다는 것을 암시한다.

얼굴표정은 내적상태를 반영하며(Rinn, 1991) 언어를 제외한 내적상태의 전달 수단 중에서 가장 강력하고 복잡한 신호로 간주된다(Ekman, 1982). 얼굴표정을 인식한다는 것은 단순히 얼굴에 나타나는 물리적 변화를 탐지하는 것이 아니라 그 변화들에 내재되어 있는 내적 정서 및 행위 준비 상태(state of action readiness)를 파악하는 것이기 때문에 의미인식의 한 유형이다(Frijda, 1986). 언어가 의미 전달을 정확하게 할 수 있는 수단이라는 점에서 얼굴표정보다 내적상태를 정확하게 전달한다고 볼 수도 있지만 반드시 그렇지 않을 수도 있다. 언어는 의식의 통제하에 있어 의도에 따라 위장시키거나 왜곡시킬 가능성이 있기 때문이다. 나아가서 얼굴표정에 의해 전달되는 내적상태는 문화적 보편성을 지니고 있어서 다른 언어를 사용하는 종(race) 간 및 종 내에 일관성을 가진다(Ekman 등, 1987). 그럼에도 얼굴표정 인식에 대한 연구는 상징체계를 사용하여 복잡한 영상요소들을 추상화 할 수 없다는 점 때문에 본격화되

기 어려운 연구 영역 중의 하나였다. 그러나 최근에 컴퓨터를 이용하여 대량의 정보를 저장 및 처리할 수 있게 됨으로써 표정의 연구에 필수적인 기술적 문제들이 상당 부분 해결되었다. 그 뿐 아니라 감성과학과 영상 산업 분야에서 감성 측정을 위한 표정인식 기술, 감성의 표현 기술 등이 중요시 됨에 따라 학계와 산업계에서 표정 연구의 필요성이 급증하고 있다.

초기의 얼굴표정 연구는 주로 연구자의 주관적 판단이나 일반 사람들의 평정 자료에 근거를 두고 내적상태가 얼굴표정으로 표현되는 양상을 연구하였다. 근래에는 좀 더 체계적으로 얼굴 근육의 움직임을 부호화 하여 각 내적상태의 표현에 연결시키는 작업들이 진행되었다. 예로서 Ekman 과 Friesen (1978)이 개발한 Facial Action Coding System(FACS)은 얼굴 근육의 움직임을 상세하게 기록한 후 이를 토대로 기쁨, 놀람, 공포, 분노, 혐오 그리고 슬픔의 여섯 가지 기본정서를 판별할 수 있도록 구성되어 있다. Izard(1979)가 개발한 Maximally Discriminative Facial Movement Coding System(MAX)도 얼굴 근육의 해부학적 구조에 따라 근육들을 근육군으로 묶어 움직임을 기록한 후 기본정서들을 판별해 내는

\* 본 연구는 과학기술처 G7 감성공학과제 17-01-09의 연구비 지원을 받아 수행되었음.

\*\* 연세대학교 (인지과학 전공)

\*\*\* 연세대학교 심리학과

E-mail : jaehyun@psylab.yonsei.ac.kr

데 필요한 얼굴 근육의 변화를 추출하는 객관적인 분석체계이다. FACS나 MAX에서는 얼굴표정과 내적상태를 연결하기 위해서 장기적인 훈련을 거친 전문가평가자들에 의한 장시간에 걸친 까다로운 작업을 요한다. 그러나 이제는 측정 모형을 형식화하고 그에 기초한 DB를 만들어 컴퓨터가 이러한 작업을 대행할 수 있는 가능성이 생겨났고 그로부터 시간, 노력, 경비를 대폭 줄일 수도 있게 되었다. 최근의 표정 연구에 대한 수요는 주로 이러한 가능성을 실현할 수 있는 구체적 방법들을 요구하고 있다.

얼굴표정을 관찰하여 내적상태를 추론하는 과정이 어떤 규칙과 경향을 가지는가를 밝혀낼 수 있다면 이는 컴퓨터에 의한 자동 표정인식에 중요한 기초 자료로 쓰일 수 있다. 이러한 규칙과 경향은 효율적이고 정확한 의사 소통의 기반을 마련해 줄 수 있고 표정의 인식 기술에 응용되어 인식 시스템의 처리 속도 및 용량, 인식의 정확율을 증가시킬 수 있다. 또한 역방향으로 표정을 표현해 내거나 합성하는 기술에도 사용될 수 있다.

얼굴표정으로부터 내적상태를 추정하는 과정을 밝히기 위해서는 눈, 코, 입 등과 같은 얼굴 특징요소들의 모양을 정량화하고 표준화할 필요가 있다(Benson, 1995). 이러한 정량화 및 표준화 작업에 얼굴 폭, 눈간의 거리 등 얼굴 변화 차원들로 구성된 공간인 얼굴 공간(face space) 개념이 사용될 수 있다(Valentine 등, 1995). 특정 얼굴표정을 내적상태에 대응시킬 수 있으려면 얼굴 공간을 구성하는 것만으로는 안되며 잘 규정된 내적상태 표상 공간이 있어야 한다. 따라서 얼굴표정과 내적상태의 대응 관계를 파악하기 위해서는 얼굴표정의 영상적 특징요소의 규정, 내적상태의 구조 분석 그리고 얼굴표정과 내적상태의 대응 가능성 등의 핵심적인 문제들을 먼저 점검해보아야 한다.

### 얼굴표정의 영상적 특징요소 규정

표정을 만들어내는 얼굴 근육들의 수축과 이완은 근육과 연결된 피부와 조직들을 움직이도록 할뿐만 아니라 얼굴표면에 주름과 선, 골을 만들고 얼굴표면의 특징요소들을 다양하게 움직이도록 한다(Rinn, 1991). 얼굴표정은 이 밖에도 시선의 방향, 머리의 움직임, 홍조, 안색의 변화, 땀의 발생, 동공의 확장 같은 자동적 반응들을 수반하지만(Oster 등, 1989) 이와 같은 복합적인 요소들을 얼굴표정과 내적상태의

관계 구조 모형에 모두 포함시키기는 매우 어렵다. 실제로 사람들이 얼굴표정으로부터 내적상태를 추론하는 경우에도 관찰되는 얼굴표정의 모든 요소들에 동일한 중요성을 부여한다고 보기는 힘들다. 따라서 표정을 통해서 내적상태를 추론하는 규칙과 경향을 찾기 위해서는 복합적인 얼굴표정을 제한된 수의 핵심적인 요소들로 나타낼 수 있어야 한다.

### 얼굴표정의 결정요소

얼굴표정을 인식하기 위해서 표정이 수반하는 많은 요소들을 모두 고려하여야 한다면 인식 과정에 드는 부담이 크고 시간도 오래 걸릴 것이다. 그러나 실제로 사람들은 다른 사람의 얼굴을 언뜻 보고도 내적상태를 추론할 수 있으며(Russell과 Fehr, 1987). 이로 미루어볼 때 표정에 포함되어 있는 많은 요소들 중 표정인식에 소수의 결정적인 요소들이 있다고 가정할 수 있다.

눈썹, 눈, 코, 입 등은 얼굴의 특징을 가장 잘 파악할 수 있도록 해 주는 얼굴 표면의 표지물(landmark)이다. 이러한 표지물들은 얼굴을 3차원 표면으로 보았을 때 색과 밝기가 가장 민감하게 변하는 곳이며 얼굴 근육의 움직임이 가장 잘 반영되는 곳이다. 얼굴 인식의 결정적인 단서들을 알아내려는 연구를 통해서 Rhodes(1988)는 얼굴인식에는 눈썹, 눈, 코, 입 등의 특징요소들과 그 특징요소들 간의 공간적 관계가 머리카락, 피부, 주름, 점과 같은 얼굴의 다른 특징들보다 중요한 요인임을 밝혔다. 표정의 인식에서도 눈썹, 눈, 코, 입 등의 특징요소들이 핵심적 역할을 하게 된다. Pilowsky, Thornton 과 Stokes(1986)는 얼굴표정으로부터 특정 내적상태를 인식하는데 필수적인 요소는 얼굴표정 특징요소들 간의 거리라고 밝히고 있다.

### 특징요소들 간의 상대적 중요성

표정인식에 있어서 표정에 포함되어 있는 여러 요인들 중 얼굴 표면의 특징요소들이 결정적인 역할을 한다고 해도 모든 특징요소들이 동일한 중요성을 가진다고 보기는 어렵다. 모든 특징요소들이 동일한 중요성을 가진다면 그 요소들을 모두 고려해야만 하는데 이러한 과정은 비효율적이며, 비경제적이다. 따라서 표정인식의 경우에 표정의 특징요소들 간에는 상대적 중요성과 그에 따른 우선 순위가 있을 것이 다.

얼굴 또는 표정이 인식될 때 각 특징요소들이 중요

성에 따라 인식의 우선 순위를 가지는가를 알아보기 위한 실험 방법으로서 눈운동 측정 방법, 얼굴의 특징요소들을 변화시켜 합성하는 방법 등이 사용되어 왔다. Smith, Gale 과 Findlay(1977)는 얼굴을 관찰하는 동안의 눈운동을 추적하여 양 눈 사이와 입 주위 부분에서 시선이 고정됨을 밝혀내었다. Haig(1984)는 얼굴표면의 특징요소들을 각각 여러 차원에서 변화시켜 제시하면서 피험자들에게 변화된 얼굴이 원얼굴과 얼마나 유사한가를 묻고 그에 대한 대답을 기준으로 관찰하는 사람들이 각 특징요소에 대해 얼마나 민감한가를 조사하였다. 이러한 방법을 통하여 얼굴인식은 입의 세로방향의 움직임에 가장 민감하며 그 다음으로 눈의 세로방향의 움직임과 코의 움직임에 민감함이 밝혀졌다. 유사한 자극을 사용한 다른 연구에서는 얼굴의 전체적 윤곽이 얼굴 인식에 가장 중요하고 그 다음으로 눈과 눈썹의 조합, 그리고 입의 순서로 인식에서 중요하며 정면 얼굴을 인식하는 데에 코의 중요성은 매우 작다는 것을 알아내었다(Haig, 1986). 이들 연구들은 얼굴인식에서 얼굴 특징요소들의 중요성에 따른 우선 순위를 밝혀주는 했지만 그것을 표정연구에 그대로 적용하려면 몇 가지 문제가 검토되어야만 한다. 예를 들어 Smith등(1977)의 실험에서 측정된 눈동자의 움직임이 관찰자가 실제로 이용한 정보라고 단정할 수 있기 위해서는 설문지와 같은 부수적인 연구방법들이 수반되어야 한다. Haig(1984, 1986)가 얼굴의 특징요소를 변화시켜 합성하여 제시하고 피험자에게 질문을 함으로써 그 특징요소에 대한 민감도를 조사한 연구 결과들도 질문 유형이 조사 결과에 결정적인 영향을 미칠 수 있기 때문에 제한된 가치를 가지고 있다. 이들 연구 결과를 표정연구에 적용하는데 따른 또 다른 하나의 문제는 얼굴인식이 표정인식과는 차이가 있을 수 있다는 것이다. 그러나 얼굴을 인식하기 위해서는 무엇이 얼굴이며 얼굴의 주요 구성요소가 무엇인지 또 그 요소들의 시각적 및 공간적 특징이 무엇인지에 대해 알아야 하는데 이러한 구성요소와 관련된 부호들은 표정인식 과정과 공유되기 때문에 (Young 등, 1986) 얼굴인식 연구 결과의 상당부분을 표정인식 연구에 적용할 수 있다.

얼굴표정인식에 초점을 두고 특징요소들 간의 상대적 중요성을 조사한 연구들도 얼굴인식 연구들과 유사한 결과를 보여주고 있다. Boucher 와 Ekman(1975)은 공포와 슬픔은 눈과 눈까풀로부터, 기쁨과 혐오는 뺨과 입으로부터 파악됨을 밝혀내었

다. 이러한 연구 결과는 얼굴표정을 통해 내적상태를 추론하는 경우에 추론의 단서가 되는 부분은 파악된 정서에 따라 다를 것이라는 가설을 지지하였다. Fraser, Craig 와 Parker(1990)도 놀란 얼굴, 기쁜 얼굴, 그리고 슬픈 얼굴을 인식하는데는 입이 가장 우세한 특징임을 밝히고 있으며 그 밖의 얼굴표정 특징요소들에도 중요성 면에서 위계적 순위가 있음을 밝혀내었다. 일부의 연구들은 근전도(electromyography) 측정을 통하여 특정한 내적상태에서는 얼굴의 특정 부분이 민감하게 반응함을 알아내었다. 눈썹, 눈, 그리고 뺨 부분의 근육들이 내적상태의 정서가 (valence)와 강도(intensity)에 따라 다르게 반응하였는데 이 결과는 표정인식에서 얼굴표정 특징요소들 간에 우선 순위가 있음을 밝힌 이전의 연구 결과들과 일치하는 것이다(Cacioppo 등, 1986; MaCanne 과 Anderson, 1987).

얼굴표정 특징요소들의 상대적 중요성을 조사한 연구들은 눈과 입이 다른 요소들보다 중요하다는 것을 일관되게 보고하고 있다. 그러나 이 연구들은 대부분 내적상태가 범주적으로 지각된다고 가정하고 있기 때문에 연속적인 내적상태의 변화를 포착하는데 문제가 있다.

### 특징요소 조합형태의 예측력

얼굴특징요소들이 얼굴과 표정인식에 결정적이라는 주장에 대해서, 이러한 특징요소들 자체보다는 특징요소들의 구성과 배치에 대한 정보가 내적상태에 대해 더 큰 예측력을 갖는다는 입장이 있다. 특징요소에 초점을 두는 입장과 특징요소들의 관계에 초점을 두는 입장이 상호 배타적인 것은 아니며 따라서 대부분의 연구자들은 특징요소들 자체와 특징요소들의 관계 모두를 중요시해왔다. 대표적으로 Haig(1985)는 얼굴의 특징요소들을 인식하는 순서의 차이에 의해서라기 보다 요소들의 조합에 의해서 얼굴이 인식된다고 보았다. Young, Hellawell 과 Hay(1987)도 여러 사람의 얼굴특징요소들을 임의로 조합한 합성사진들을 사용한 실험 결과를 토대로 얼굴인식에서는 얼굴특징요소들의 상대적 배치에 대한 정보 (configurational information)가 중요함을 밝혀내었다. Diamond와 Carey(1986)는 상하가 바뀐 얼굴이 제시되었을 때 얼굴인식율이 급격히 떨어지는 것은 특징요소들 간의 관계로 얼굴이 구별되기 때문이라고 가정하였다.

지금까지 개발된 표정과 얼굴의 인식 기술은 주로

얼굴특징요소들의 조합에 의해서 표정이 인식된다는 입장에 근거하고 있다. Essa와 Pentland(1995)는 표정인식 시스템을 개발하기 위해 두 대상인물로부터 미소, 놀람, 눈썹 올림, 분노, 혐오의 다섯 가지 표정에 대한 근육 움직임들의 벡터를 수집하였다. 그들은 이 수집된 자료를 근거로 하여 각 표정에 대한 근육 움직임 특징들을 표준화한 근육의 판형(muscle template)을 결정하였다. 얼굴 근육 움직임들의 조합에 의해서 표정을 인식하도록 고안된 이 시스템은 여섯 사람의 피험자에게 다섯 가지의 표정을 짓도록 하고 그 표정들을 인식하도록 한 결과 98%의 정확율을 보였다. 근육 움직임은 얼굴특징요소들의 움직임 조합에 의해서 나타나게 되므로 이들의 인식 시스템은 요소들 간의 관계를 강조한다. Valentin, Abdifde 와 O'Toole(1994)도 얼굴인식 시스템에서 입력된 얼굴영상에 대해서 화소(pixel) 단위의 정보를 저장하여 그 정보를 고유치로 분해(eigendecomposition)함으로써 얼굴을 효과적으로 표상할 수 있는 방안을 고안해내었다. 얼굴이 고유벡터(eigenvector) 조합으로 표상될 수 있다는 이들의 관점은 얼굴의 전체적인 모습에 기초하여 얼굴인식의 해법을 찾기 때문에 결과적으로 개개 특징요소보다는 그들 간의 관계 구조에 의존한다.

특징요소들 간의 관계에 의해서 얼굴표정이 인식된다는 가설을 표정인식 기술에 적용한 연구들에서는 주로 내적상태가 범주적으로 구성되어 있다고 가정하고 제한된 수의 범주만을 사용하였다. 따라서 Essa 등(1995)이 보고한 98%의 정확율은 큰 의미를 가지지 못할 수도 있다.

## 내적상태의 구조 분석

지금까지 선행연구들의 개관을 통해 얼굴표정을 인식하는 데에는 결정적인 요소들이 있으며 특징요소들 간에 중요성 면에서 우선 순위가 있다는 것을 살펴보았다. 이러한 핵심적인 얼굴특징요소들이 내적상태를 추론하는데 있어서 유용한 단서가 될 수 있기 위해서는 그것과 대응되는 체계화가 잘 된 내적상태의 모형이 뒷받침되어야만 한다.

내적상태가 어떠한 구조를 가지고 있는가를 알아보려는 연구는 대부분 얼굴표정과는 별도로 진행되어 왔으며 이러한 시도들은 크게 기본정서모형과 차원모형의 두 입장으로 나뉘어있다.

## 기본정서모형

기본정서모형을 통하여 내적상태를 이해하려는 심리학자들은 정서가 몇 개의 범주로 크게 분류될 수 있다고 가정한다(Ekman, 1972; Izard, 1971; Tomkins, 1984). 이러한 입장을 지니고 있는 대표적인 연구자로서 Ekman(1972)은 기쁨, 놀람, 공포, 분노, 혐오, 슬픔의 여섯 가지를 기본정서로 보았다.

표정인식에 있어서 얼굴특징요소들의 상대적 중요성에 따른 우선 순위를 알아보기 위한 연구들 대부분은 내적상태가 범주적으로 구성되어 있다고 전제하고 있으며 특정 내적상태를 나타내는 특징요소가 있음을 일관되게 보여주고 있다(Boucher와 Ekman, 1975; Fraser 등, 1990). Ekman(1993)은 이러한 연구 결과들의 일관성이 기본정서모형의 유용성을 지지하는 것이라고 주장하였다. 그러나 기본정서모형들은 다소 정도 차이는 있지만 모두가 사회적이거나 생존과 관련된 반응에 치우쳐 있으며 에너지가 충전된 제한된 범주의 심리 상태를 뿐이기 때문에 인간의 다양하고 미묘한 내적상태를 포괄적으로 다룰 수 없다는 한계점을 지닐 수 있다(정찬섭, 1997).

기본정서모형을 전제로 하고 있는 연구들은 다중 범주에 하나의 심리상태를 분류해야 하는 제약 때문에 일반적으로 강제선택법을 많이 사용하는데 이러한 방법이 연구 결과를 왜곡시킬 수 있다. 중간점을 포함시키지 않는 이 방법은 결과를 과일반화시킬 가능성이 있다는 것이다.

## 차원모형

차원모형에 의하면 내적상태는 연속적이며 양극을 가진(bipolar) 여러 개의 차원으로 이루어진 공간 상에 위치할 수 있다. 차원모형에서는 내적상태 또는 표정을 기술하는 단어의 의미구조를 분석하여 모형공간의 차원을 추출한다. 내적상태 기술 단어로 차원을 추출한 연구들은 내적상태 공간이 3개 이내의 차원으로 구성된다는 연구 결과를 보고하고 있다. 예를 들어 Schlosberg (1952)는 정서가 두 개의 양극(bipolar) 차원으로 구성되며 2차원 상에 원형으로 배열될 수 있다고 밝힌 바 있다. Russell(1980)은 내적상태를 나타내는 28개의 단어를 네 가지의 통계적 방법으로 분석한 결과를 토대로 하여 개별 정서들이 쾌-불쾌, 각성-수면의 두 차원 상에 원형으로 배열된다는 공간적 모형을 제시하였다. 내적상태의 차원모형이 단어 자체의 표면적 어휘 특성에 의해 도출된

것이 아님을 증명하기 위해 Russell과 Bullock(1986)은 특정 내적상태에 해당하는 얼굴특징요소들을 다차원분석(multidimensional scaling)하여 단어에 대한 분석 결과에서 얻은 것과 유사한 구조를 발견하였다.

지금까지의 연구들은 내적상태 공간의 구조에 대해서 두 개에서 네 개까지의 차원을 보고하고 있는데 제 3차원 이상에 대해서는 서로 다른 견해들을 보이고 있으나 제 1차원인 쾌-불쾌차원과 제 2차원인 각성-수면차원에 대해서는 일치된 견해를 보이고 있다(Russell, 1978). Russell(1983)도 다섯 개의 언어권에서 정서 항목들이 제 1, 2 차원인 쾌-불쾌, 각성-수면차원으로 정의되는 공간에 원형으로 배열된다는 것을 발견함으로써 이 두 차원이 범문화권적이라고 보고하였다.

내적상태가 두 개 이상의 차원을 가지는 공간상에 분포되는 구조를 가진다고 가정하면, 공간을 이루는 차원 상에서 양극단 사이의 중간점들은 의미를 가지게 되며 내적상태의 연속적인 변화를 설명할 수 있다.

### 내적상태의 구조에 대한 가정

내적상태의 구조에 대한 범주모형과 차원모형은 내적상태의 분포에 대해서 서로 다른 입장에 있다. 그러나 범주모형은 내적상태가 각각의 범주 내에서의 강도(intensity)에 따라 차등화될 수 있고 두 가지 이상의 내적상태가 합성되면 두 특징을 모두 가지는 새로운 내적상태가 나타날 수 있다(Plutchik, 1980)고 보는 점에서 차원모형의 속성을 일부 가지고 있다. 차원모형도 차원으로 구성된 공간상에서 내적상태의 분포는 범주적으로 이루어지고 있다고 봄으로써(Russell과 Fehr, 1987) 범주모형의 특징을 포함하고 있다. 내적상태의 구조에 대한 두 가지 모형이 완전히 대립되는 배타적 입장은 아니며 각각 서로 다른 모형의 이론과 개념의 일부를 수용하고 있다. 따라서 하나의 모형을 택한다는 것이 상대되는 다른 모형에서의 기본 가정들을 완전히 배제하는 것은 아니다. 내적상태에 대한 차원모형과 범주모형의 입장을 모두 수용하면 일상적으로 사람들은 범주모형에서 가정하는 것처럼 내적상태를 '기쁨', '슬픔'과 같이 범주 유목으로 판단하는 경향이 있지만 그 기저에는 심층 구조로서 '쾌-불쾌', '각성-수면'과 같은 차원으로 이루어진 공간이 존재하고 있다고 가정하는 것이 타당하다.

### 얼굴표정과 내적상태의 연결관계 탐색

영상영역의 얼굴표정을 의미영역의 내적상태로 있기 위해서는 얼굴표정과 내적상태의 기저 표상구조간의 연결가능성을 살펴보아야 한다. 즉, 얼굴표정-내적상태간 함수 관계의 성립 조건을 검증하고 그 결과를 바탕으로 내적상태와 얼굴표정의 함수를 찾아내야 한다.

### 얼굴표정-내적상태 간 함수 관계 성립 조건 검증

내적상태는 생리적 반응을 수반하며 이는 곧 얼굴표정으로 발현된다는 이론들에서는 얼굴표정과 내적상태가 함수적 관계를 갖는다는 것을 묵시적으로 가정한다. 즉 서로 뚜렷하게 구분되는 내적상태는 서로 뚜렷하게 구분되는 얼굴표정을 발현하도록 한다는 것이다(Frijda와 Tcherkassof, 1997). 따라서 단일 내적상태와 얼굴표정을 각기 하나의 공간모형으로 표상할 수 있다면 내적상태 공간의 요소들을 얼굴표정 공간의 서로 구분되는 요소들에 대응시키는 함수  $\psi = f(\phi)$ 가 존재한다는 것을 가정하게 된다. 이러한 함수의 존재가능성을 검증하려면 그 전제조건이 되는 두 개의 공간모형이 확보되어야 한다. 내적상태의 구조에 대해서는 기존의 연구들이 제시하고 있는 차원모형이 공간모형으로서 사용될 수 있다. 그러나 얼굴표정에 대해서는 함수관계 추정의 토대가 될만한 공간모형이 없기 때문에 내적상태 공간의 요소들에 유일하게 대응되는 얼굴표정들이 있다는 것을 확인함으로써 함수의 존재가능성을 간접적으로 검증할 수 있다.

내적상태 공간의 모든 좌표값들이 그 점에 단일한 대응점을 얼굴표정 공간 내에 가진다는 사실을 증명할 수 있다면, 얼굴표정과 내적상태를 함수적인 관계로 표현할 수 있기 위한 전제조건을 만족시키는 것이며, 내적상태에서 얼굴표정으로의 함수의 존재가능성을 확인할 수 있다.

가설의 증명을 위해서는 먼저 정의역(domain)에 해당하는 내적상태요소와 치역(range)에 해당하는 얼굴표정 특징요소들의 집합을 확정지어야 한다. 내적상태요소를 공간좌표로 정량화 하는 것은 주관적 감성이 사람간에 다를 수 있고 한 사람 내에서도 시간에 따라 달라질 수 있기 때문에 무선적인 잡음(random noise)이 개입될 수 있다. 이러한 잡음의 효과를 배제하고 서로 뚜렷하게 구분되는 내적상태요소들을 찾으려면 가설검증에 앞서 신호 대 잡음

(signal to noise)의 비가 큰 요소들만으로 구성된 집합을 찾아야 한다. 이러한 집합은 내적상태를 기술하는 단어들을 꽤-불쾌, 각성-수면차원에 대해서 다수의 사람들에게 평정을 시킨 결과를 근거로 하여 평정평균값들 간에 통계적으로 유의미한 차이를 가지지만 그 거리가 최소인 단어 쌍을 추출함으로써 찾아낼 수 있다. 이와 같은 절차를 거쳐 선정된 단어 쌍들은 신호 대 잡음의 비가 큰 요소들이라고 볼 수 있으며 이 단어들에 대응되는 얼굴표정을 결정하여 이 단어 쌍들이 구분되는 얼굴표정에 대응되는가를 조사해 볼 수 있다.

내적상태 공간 내의 구별되는 두 점이 얼굴표정 공간 내의 두 점으로 대응된다는 사실은 내적상태와 얼굴표정을 각각 공간모형으로 가정하는 것이 타당하다는 것과 내적상태로부터 얼굴표정으로의 함수가 존재할 가능성을 증명하는 것이다.

### 내적상태와 얼굴표정의 함수 탐색

타당성이 검증된 두 공간모형을 바탕으로 얼굴표정으로부터 내적상태의 추론 과정을 함수적으로 표현하는 것이 가능하다. 얼굴표정만으로 내적상태가 완전히 추론될 수 있다는 가정과 모든 사람들이 정확하게 얼굴표정 특징요소들을 관찰할 수 있고 그 관찰 값에 근거하여 일관성 있게 내적상태를 추론한다는 전제하에 얼굴표정으로부터 내적상태를 추론하는 관계식을 유도해보고자 한다.

얼굴표정 공간을 구성하려면 얼굴표정을 결정하는 특징요소들의 모양 변화를 반영해야 한다. 이러한 특징요소들이  $n$ 개가 있다면 이 값을 나타내는  $n$ 항의 벡터를 구성할 수 있다. 이들  $n$ 항의 벡터값을 갖는  $m$ 개의 얼굴이 있다고 할 때  $m \times n$ 의 행렬이 얻어지는데 이 행렬의 열벡터(column vector)들은 선형 독립적이지 않을 수 있다. 이 때, 만일 선형 독립적인 벡터의 수가  $v$ 개라면 얼굴표정공간의 베이스(basis)는  $v$  ( $v \leq n$ )가 된다. 즉 얼굴표정특징요소를  $n$ 개라고 할 지라도 그런 특징벡터들이 만들어내는 공간은  $n$ 차원이 아니라  $v$ 차원이 된다. 표정을 나타내는 얼굴의 특징요소는 상호의존적으로 영향을 미치는 것들이 많기 때문에 얼굴표정 공간의 차원이  $n$ 보다 적게 나온다고 가정하는 것이 타당하다. 얼굴표정을 특징요소 수에 맞추어 정한  $n$ 차원 공간은 실제 존재하지 않는 표정 공간을 포함할 수 있기 때문이다.

내적상태의 주요 변화를  $r$ 차원으로 포착할 수 있고 표정 공간이  $v$ 차원( $v > r$ )이며 내적상태 공간에서 얼굴

표정 공간으로의 함수가 있다면  $v$ 차원 얼굴공간 내에  $k=r$ 인 하위 공간이 존재해야 한다. 이것은 모든 내적상태는 그에 대응되는 표정이 존재한다는 가정이 성립한다고 해도 내적상태 공간 모형의 차원 수를 주요 차원  $r$ 개로 제한하고 있기 때문에 함수가  $v$ 의 자유도를 가질 수 없게 되기 때문이다.

이러한 가정에 기초하여 얼굴표정 공간에서 내적상태로의 함수를 찾기 위해서는 우선 얼굴표정 특징요소를 나타내는  $n$ 항의 벡터에서 자유도가  $k$ 인 벡터를 찾아야 한다. 이러한 목적을 위하여 얼굴표정 사진 자료를 이용하여 각 얼굴표정 특징요소 간의 상관 구조를 파악하고 그 결과에 기초하여  $k$ 차원의 공간모형을 찾아낼 수 있다. 그러나 여기서 구해진  $k$ 차원의 공간모형은 내적상태와는 무관하게 얼굴표정 공간에서의 상관만을 기준으로 한 것이므로 내적상태와 연결하기 위한 얼굴표정 공간의 차원으로는 적합하지 않다. 따라서 얼굴표정 특징요소들을 선형 조합하여 내적상태를 추정하는 함수를 구하는데에는  $n$ 항의 벡터를 모두 사용해야 한다.

### 연구 1: 얼굴표정-내적상태 간 함수관계 성립조건 검증

서로 구별되는 두 내적상태는 서로 다른 얼굴표정으로 나타난다는 가정, 즉 내적상태로부터 얼굴표정으로의 일대일 대응 관계가 성립한다는 것을 경험적인 자료를 토대로 검증하고자 하였다. 내적상태 공간에서 통계적으로 유의미한 거리에 있는 두 점이 얼굴표정 공간내의 서로 구분되는 두 점으로 대응된다는 사실을 검증함으로써 내적상태가 얼굴표정으로 발현된다는 사실을 간접적으로 증명할 수 있다. 또한 내적상태로부터 얼굴표정으로의 일대일 대응 관계가 성립한다는 가설이 검증되면 얼굴표정으로부터 내적상태를 추론하는 과정을 함수적으로 나타낼 수 있기 위한 전제조건을 만족시킬 수 있게 된다.

내적상태 공간으로부터 얼굴표정 공간으로의 일대일 대응 관계를 증명하기 위해 먼저 내적상태 공간에서 유의미한 최소 거리에 있는 두 점을 찾아야 한다. 이를 위해 내적상태 기술 단어들을 내적상태 공간의 축인 꽤-불쾌, 각성-수면차원에 평정시킨 후 평정값들을 비교하여 최소유의미거리에 있는 단어 쌍을 추출하였다. 최소유의미거리에 있는 두 단어에 대응되는 얼굴표정들이 유의미한 거리에 있는가를 조사하기 위해서 먼저 최소유의미거리에 있는 단어 쌍에 대응되

는 얼굴표정 사진을 선정하였다. 이 사진들을 단어가 추출된 차원에 대해서 평정시간 후, 평정값들의 차이를 검증하여 얼굴표정 공간 내에서 유의미한 거리를 가지는가를 조사해보았다.

## 1. 내적상태기술단어들의 차원평정

### 방법

**평정자.** 연세대학교 심리학과에서 개설한 교양 심리학과목을 수강하는 남녀 학부생 91명이 평정자로 조사에 참가하였다.

**내적상태평정단어.** 김영아, 김진관, 박수경, 오경자(1997)가 연세대학교에 재학 중인 학부생 200명과 30.40대 피험자 150명을 대상으로 자유연상 실험을 통하여 수집한 내적상태개술단어 83개를 사용하였다.

**평정차원.** 기존의 정서관련 연구들이 일관되게 제시하고 있는 쾌-불쾌와 각성-수면의 두 차원을 평정의 차원으로 사용하였다. 두 차원의 척도는 모두 양극단 점만 형용사로 표시하였으며 두 척도 모두에서 중성점에 해당하는 값은 4점이었다.

**평정절차.** 응답자들은 83개의 단어를 먼저 쾌-불쾌차원에 대해 평정하고 난 후 각성-수면차원에 대해 평정하도록 하였다. 평정에 제한시간은 없었다.

### 결과 및 논의

**쾌-불쾌차원.** 가장 쾌한 내적상태를 나타내는 것으로 평정된 단어는 '행복'으로 평균 평정값은 1.56 ( $\pm 0.67$ )이었으며 가장 불쾌한 내적상태를 나타내는 것으로 평정된 단어는 '분노'로 평균 평정값은 6.48 ( $\pm 0.70$ )로 나타났다. 평정대상단어 83개에 대해서 91명의 평정자들이 1점에서 7점까지의 7점척도에 평정한 평정값의 총 평균은 4.25, 표준편차는 1.83이었다. 표준편차들의 평균값은 쾌-불쾌차원에 비해 작았다.

**각성-수면차원.** 가장 각성된 내적상태를 기술하는 것으로 평정된 단어는 '경멸' ( $1.84 \pm 1.08$ )이었으며 가장 나른하고 풀어진 내적상태를 기술하는 단어는 '나른함' ( $6.02 \pm 1.10$ )이었다. 평정대상단어 83개에 대한 평정값의 총 평균은 3.53, 표준편차는 1.73이었다. 표준편차들의 평균값은 쾌-불쾌차원에 비해 컸다.

내적상태 기술 단어들에 대한 평정값의 평균표준편차는 각성-수면차원에서 1.39로 쾌-불쾌차원에서의 평균표준편차인 0.87보다 컸다. 이러한 결과는 내적상태를 구성하는 축으로서 각성-수면차원이 쾌-불쾌차원보다 불안정함을 나타내는 것으로 해석할 수 있

다. 어휘를 분석하여 내적 체계의 구조를 밝히고자 한 국내연구들은 각성-수면차원에 대해서 유보적인 입장을 취하거나(이만영 등, 1990) 발견되지 않는다(안신호 등, 1993)고 보고하였으며 이 연구 결과들은 내적상태 기술 단어의 평정값에 대한 표준편차가 각성-수면차원에서 상대적으로 큰 이유를 설명해준다. 평정값의 평균표준편차가 각성-수면차원에서 크게 나타난 것은 사람들이 각성-수면에 대한 개념을 쾌-불쾌의 개념보다 확실하게 인지하고 있지 못하기 때문으로 해석될 수도 있다.

## 2. 최소유의미 거리의 단어 쌍 추출

### 방법

쾌-불쾌, 각성-수면차원에 대해 평정된 83개 단어들의 평균평정값들 간에 유의미한 통계적 최소 유의미 거리에 있는 단어 쌍을 찾기 위해서 차원별로 평균평정값들을 크기 순서대로 배열하였다. 인접한 두 단어들 간의 평균평정값들의 차이를 조사한 후에 점차 단계를 늘려가면서 두 단어간의 거리를 조사하였다. 두 단어가 유의미한 차이가 있다고 할 수 있기 위해서 초과해야 할 임계치는 Tukey의 HSD로 결정하였다. 단, HSD에서의 MS오차는 83개 문항에 대한 91명의 평정값에 대한 전체변량(pooled-variance)을 사용하였고 단어간의 거리가 뚜렷하게 떨어진 쌍을 찾기 위해서 유의도 수준 .01에서 검증하였다.

### 결과 및 논의

**쾌-불쾌차원.** 평정평균값의 크기 순 배열에서 단어 쌍들의 거리를 조사한 결과 네 단계간에서 임계치를 초과하는 단어 쌍인 졸리움(4.22)-홍분(3.13) 쌍과 다섯 단계간에서 유의미한 차이를 보이는 쌍들 중 그 거리가 최소인 부러움(4.55)-놀라움(3.60) 쌍이 추출되었다.

**각성-수면차원.** 평정평균값의 크기 순 배열에서 단어 쌍들의 거리를 조사한 결과 아홉 단계간에서의 나른함-허탈 쌍, 열 단계간에서의 나른함-공허함 쌍, 열 한 단계간에서의 졸리움-홀가분함 쌍이 유의미한 차이를 보였다. 나른함-허탈과 나른함-공허함이 매우 유사하였으므로 각성-수면 차원에서는 나른함(6.02)-허탈(5.00) 쌍과 졸리움(5.78)-홀가분함(4.58) 쌍을 추출하였다.

통계적 유의미 거리에 있는 단어 쌍은 평균평정값의 크기 순 배열에서 쾌-불쾌차원에서는 네 단계간에, 각성-수면차원에서는 아홉 단계간에 처음으로 나타났

다. 쾌-불쾌차원에서 단어들을 평정한 값들이 각성-수면차원에서 평정한 값들보다 더 뚜렷한 차이를 보이는 것은 내적상태를 구성하는 축으로서 각성-수면차원이 쾌-불쾌차원보다 불안정하다는 사실을 일관되게 반영하고 있는 것으로 해석할 수 있다.

### 3. 추출된 단어에 대응되는 얼굴 표정의 결정 방법

응답자. 연세대학교에 재학 중인 남녀 학부생 51명을 대상으로 하여 150장의 사진에 대해서 보기로 주어지는 내적상태 범주 유목 중 대상인물의 내적상태로 분류하도록 하였다.

분류대상사진. 쾌-불쾌, 각성-수면차원에 대한 평정값에서 최소 유의미 거리에 있는 단어 쌍들에 대응하는 얼굴표정을 결정하기 위해서 반세범, 한재현, 정찬섭(1997)이 개발한 얼굴표정DB를 이용하였다. 이 얼굴표정DB는 연세대학교 G7 감성공학과제 연구팀이 내적상태와 표정을 연결하는 상관 모형을 수립하기 위해 개발한 것으로 5명의 남자배우와 5명의 여자배우가 출연한 50편의 영화에 나타나는 자연스러운 표정들을 표집하여 만든 것이다.

분류의 범주 유목 선정. 쾌-불쾌차원에서의 졸리움, 흥분, 부러움, 놀라움, 각성-수면차원에서의 나른함, 허탈함, 졸리움, 홀기분함의 8개 중 졸리움이 중복되었으므로 7개의 단어와 '해당없음'을 포함하여 8개의 항목이 보기로 주어졌다.

분류절차. 각 응답자는 개별적으로 각 사진 속의 표정을 8개 분류유목 중 하나에 분류하였다. 크기가 200×200 화소인 얼굴표정사진 150장이 무선적으로 제시되었으며 선택항목은 사진 아래에 추출된 단어를 가나다순으로 제시하고 8번에 '해당없음'을 제시하였다. 마우스를 이용하여 사진 대상인물의 내적상태를 기술하는 단어를 보기들 중에서 선택하여 클릭하도록 하였다. 선택에 제한시간은 없었으며 하나의 사진에 반응해야만 다음 사진으로 넘어가도록 하였다.

### 결과

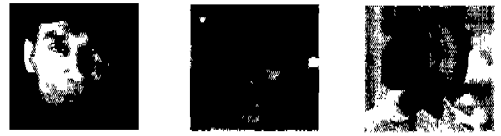
얼굴표정사진 150장 각각에 대해서 51명의 응답자가 8개 응답 범주 유목에 분류시킨 결과를 토대로 각 유목에서 가장 높은 빈도를 보인 사진을 그 유목에 대응되는 사진으로 결정하였다.

표 1은 최빈 응답수로 결정된 각 내적상태별 선정사진, 분류 응답 수 그리고 전체 응답자 수에 대한 분류된 응답자 수의 비율을 나타내며 각 사진들은 그

림 1에 제시되어 있다.

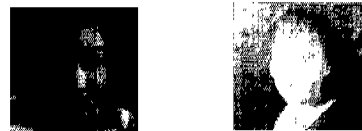
표 1. 최빈 응답수로 결정된 각 내적상태별 선정사진, 분류 응답 수, %

내적상태유목	선정된	분류	%
	사진	응답수	
나른함	사진 8	17	33.3
놀라움	사진 5	49	96.1
	사진 6	49	96.1
	사진 7	49	96.1
부러움	사진 4	21	41.2
졸리움	사진 1	42	82.4
허탈	사진 9	33	64.7
	사진 10	33	64.7
홀기분함	사진 11	33	64.7
흥분	사진 2	42	82.4
	사진 3	42	82.4



졸리움(사진1)      흥분2(사진3)      흥분1(사진2)

(a) 졸리움-흥분 쌍으로 선정된 사진



부러움(사진4)      놀라움1(사진5)



놀라움2(사진6)      놀라움3(사진7)

(b) 부러움-놀라움 쌍으로 선정된 사진

그림 1-1. 쾌-불쾌차원에서 최소유의미거리에 있는 단어들에 대응되는 사진





나른함(사진8)



허탈2(사진10)



허탈1(사진9)

(a) 나른함-허탈 쌍으로 선정된 사진



졸리움(사진1)



홀가분함(사진11)

(b) 졸리움-홀가분함 쌍으로 선정된 사진

그림 1-2. 각성-수면차원에서 최소유의미거리에 있는 단어에 대응되는 사진

#### 4. 대응되는 얼굴표정 간의 거리 계산

##### 방법

평정자. 연세대학교에 재학 중인 학부생 65명이 평정자로 참가하였다.

평정대상사진. 쌍으로 추출된 단어에 대응되는 얼굴표정사진들을 대상으로 그 단어가 추출된 차원에 대해서 7점 척도로 평정하도록 하였다.

평정차원. 평정의 척도는 단어의 평정에서와 마찬가지로 퀘-불쾌차원에서는 1점이 '퀘', 7점이 '불쾌'로, 각성-수면차원에서는 1점이 '각성된', 7점이 '나른하고 풀어진'으로 제시되었다.

평정절차. 평정이 시작되면 퀘-불쾌차원에 대해 평정해야 할 얼굴표정사진 7장이 무선적으로 먼저 제시된 후에 각성-수면 차원에 대해 평정할 사진 5장이 다시 무선적으로 제시되었다. 사진은 200×200 화소의 크기로 17인치 모니터에 제시되었으며 사진 아래에 1에서 7까지의 숫자가 쓰여있는 버튼들 중 화면에 보여지는 대상인물의 내적상태를 추론하고 7점척도상의 위치를 숫자로서 판단하여 클릭하도록 하였다. 평정에 제한시간은 없었으며 하나의 사진에 대해서 평정해야만 다음 사진이 제시되도록 하였다.

##### 결과

퀘-불쾌차원. 졸리움-홍분, 부러움-놀라움에 대응되는 사진들을 퀘-불쾌차원에 대해서 평정시킨 후 각

쌍들의 평정값들을 비교하기 위해서 t검증을 실시한 결과는 표 2와 같다.

표 2. 퀘-불쾌차원에서 최소유의미거리에 있는 단어 쌍에 대응되는 사진들의 차원평정값 차이검증 결과

사진 번호	평정값 평균	사진 번호	평정값 평균	t
(대응 단어)	(표준 편차)	(대응 단어)	(표준 편차)	
1	4.98 (1.08)	2	6.20 (0.81)	6.90***
졸리움		홍분1		
1	4.98 (1.08)	3	5.98 (0.99)	4.98***
졸리움		홍분2		
4	3.09 (1.04)	5	5.02 (1.01)	10.39***
부러움		놀라움1		
4	3.09 (1.04)	6	5.11 (0.81)	12.69***
부러움		놀라움2		
4	3.09 (1.04)	7	4.95 (0.76)	11.06***
부러움		놀라움3		

\*\*\*p<.001

퀘-불쾌차원에서 유의미한 최소한의 거리를 가지는 단어 쌍인 졸리움-홍분, 부러움-놀라움 쌍은 각각에 대응되는 사진들도 모두 유의도 수준 .001에서 유의미한 차이를 보였다.

내적상태 공간 내의 퀘-불쾌차원 상에서 최소한의 거리를 가지는 서로 구분되는 두 점은 얼굴표정 공간 내의 서로 구분되는 두 점으로 대응되었다. 따라서, 내적상태 공간 내의 퀘-불쾌차원 상에서는 얼굴표정 공간으로의 일대일 대응 관계가 성립한다는 가설은 지지되었다.

각성-수면차원. 나른함-허탈, 졸리움-홀가분함에 대응되는 사진들을 각성-수면차원에 대해 평정시킨 후 각 쌍들의 평정값들을 비교한 t검증의 결과는 표 3과 같다.

나른함-허탈 쌍에 대응되는 사진 중 한 쌍은 유의도 수준 .05에서, 나머지 한 쌍은 유의도 수준 .01에서 유의미한 차이를 보였다. 그러나 졸리움-홀가분함에 대응되는 얼굴표정 사진을 각성-수면차원에 대해 평정한 값들은 유의미한 차이를 보이지 않았다.

표 3. 각성-수면차원에서 최소유의미거리에 있는 단어쌍에 대응되는 사진들의 차원평정값 차이검증 결과

사진 번호 (대응 단어)	평정값 평균 (표준 편차)	사진 번호 (대응 단어)	평정값 평균 (표준 편차)	t
8 나른함	4.26 (1.65)	9 허연1	5.12 (1.92)	2.44**
8 나른함	4.26 (1.65)	10 허연2	3.40 (1.20)	-3.21**
11 졸리움	4.92 (1.31)	12 홀가분함	4.86 (1.20)	-.29

\*p(.05), \*\*p(.01)

## 논의

내적상태 공간 내의 왜-볼록차원 상에 있는 구분되는 두 점은 얼굴표정 공간의 뚜렷하게 구분되는 두 점으로 대응되었다. 그러나 각성-수면차원 상의 두 점은 왜-볼록차원 상에서의 대응만큼 뚜렷하게 일대일 대응 관계로 나타나지 않았다. 이러한 결과는 얼굴표정 공간 내의 각성-수면차원은 내적상태 공간에서만큼 뚜렷하지 않은 것으로 해석할 수 있다. 표정으로부터 추출된 내적상태기술단어를 대상으로 다차원 분석한 결과가 자유연상방법으로 단어를 수집하여 분석한 경우보다 각성-수면차원의 설명력이 25%에서 6%로 줄어듦을 밝혀낸 김영아 등 (1997)의 연구 결과는 이러한 해석을 뒷받침해준다.

여기서는 구분되는 두 내적상태를 규정하기 위해서 최소 거리의 개념을 사용하였다. 내적상태를 구성하는 차원에 대한 평정값들 간의 통계적 차이를 기준으로 한 이 개념은 평정대상단어 83개의 평균평정값의 크기 순 배열에서 각 차원 별로 네 단계 간, 아홉 단계 간의 단어 쌍으로 추출되었으며 내적상태 기술 단어로 추출된 83개의 단어들이 구성하는 82단계 중에서의 이들의 거리는 매우 작은 차이로 볼 수 있다. 이러한 작은 차이의 내적상태 범주 유목이 서로 다른 얼굴표정으로 대응된다는 것은 서로 구별되는 두 내적상태는 서로 다른 얼굴표정과 대응된다는 것을 시사하며 동시에 내적상태와 얼굴표정의 관계를 함수로서 표현할 수 있기 위한 전제 조건을 만족시킨다.

## 연구 2: 내적상태와 얼굴표정의 함수 탐색

내적상태와 얼굴표정 공간은 함수적인 대응 관계의 성립 조건을 갖추고 있다는 연구 1의 결과를 토대로 그 함수 관계가 어떤 것인가를 밝히고자 하였다. 내적상태 공간을 구성하는 차원은 지금까지의 연구들 (Averill, 1975; Mehrabian 과 Russell, 1974; Russell, 1978; Russell 과 Bullock, 1986)이 일관되게 밝히고 있는 왜-볼록차원과 각성-수면차원, 그리고 제 3차원으로 김영아 등(1997)의 연구에서 보고된 외부지향-내부지향차원을 가정하였다. 얼굴표정공간의 차원은 Pilowsky 등(1986)이 사용한 열 두 차원을 이용하였다.

얼굴표정으로부터 내적상태를 예언할 수 있는 관계식을 구하기 위해서 먼저 얼굴의 열 두 차원값들을 측정하였다. 이 열 두 차원값의 배후 요인 구조를 확인하기 위하여 주성분 분석(Principal Component Analysis)을 실시하였다. 얼굴표정사진 150장에 대해 내적상태의 세 차원에 대해 평정시킨 후에 그 평정값과 얼굴표정의 차원값들 간의 관계를 조사하여 얼굴표정으로부터 내적상태를 추정하는 함수적 대응 구조를 탐색하였다.

### 1. 얼굴차원값 측정 및 관계 구조 분석

#### 1) 얼굴차원값의 측정

측정차원. 얼굴표정을 계량화하기 위한 Pilowsky 등(1986)의 얼굴의 열 두 차원은 그림 2와 같이 얼굴의 각 특징요소들과 근육들의 움직임을 반영하도록 고안되어 있다. 이 차원들은 열 두 쌍의 얼굴의 특징요소들 간 거리로 구성되어 있다.

측정대상 및 절차. 얼굴표정 차원에 대한 값들을 알아내기 위한 측정대상사진은 자연스러운 얼굴표정이면서 정면얼굴이라는 조건만을 만족시키면 되었으므로 연구 1에서 사용한 표정DB의 사진 150장을 이용하였다. 각 얼굴표정에 대한 차원값들의 절대치가 필요한 것이 아니라 상대적인 비와 차이가 중요하였으므로 측정을 위해 사진들을 확대하였다. 크기 600×600 화소로 확대된 사진에서 마우스로 각 차원들의 끝점을 클릭하면 그 점들 간의 거리가 계산되도록 하여 열 두 얼굴 차원들의 값과 두 가지의 참조값 등 열 네 가지의 값을 얻었다.

왼쪽과 오른쪽의 길이로 나타나는 차원은 두 거리를 모두 측정하여 평균값을 사용하였다. 가로로 길이

에 대해서는 양쪽 눈꼬리 사이의 거리가, 세로의 길이에 대해서는 눈꼬리에서 코끝까지의 거리가 참조값으로 이용되어 얼굴의 움직임이나 사진 크기에서 발생하는 차이를 보정하였다. 각 거리들을 참조값으로 나눈 값들을 최종적인 차원값으로 하였다.

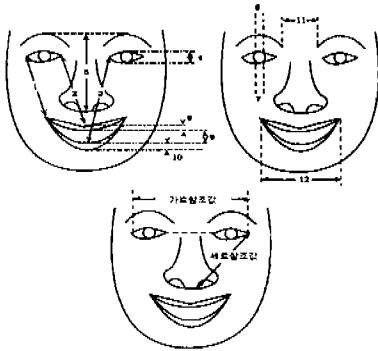


그림 2. Pilowsky 등(1986)이 사용한 얼굴의 12차원 및 참조값

## 2) 주성분 분석

얼굴표정 공간의 측정에 사용된 Pilowsky 등(1986)의 열 두 차원은 독립성이 검증되지 않았다. 얼굴표정은 얼굴 근육들의 수축과 이완의 조합에 의해 구성되고 그 근육의 수는 유한하므로 얼굴 차원들 간에 공변 구조를 가질 것이라고 가정할 수 있다. 이러한 공변 구조를 파악하기 위하여 열 두 차원의 측정값들에 대해 주성분 분석을 실시하였다. 분석 결과 네 가지의 요인이 열 두 차원 전체 변량의 71.0%를 설명하는 것으로 나타났다. 주성분분석 결과 나타난 각 차원들에 대한 네 가지 요인의 부하량은 표 4와 같다.

요인부하량을 토대로 추출된 네 가지 요인을 각각 세로요인, 입너비요인, 눈크기요인, 그리고 입열림요인으로 명명하였다.

세로요인, 세로요인이 얼굴표정의 열 두 차원에 의한 얼굴 움직임 전체 변량의 36.7%를 설명하였으며 눈 안쪽 끝점에서 윗입술 중간점까지의 거리(차원 2), 눈썹의 가장 높은 점에서 코 끝까지의 거리(차원 5), 눈꼬리에서 입꼬리까지의 거리(차원 1), 눈 안쪽 끝점에서 아랫입술 중간점까지의 거리(차원 3)가 세로요인에 대해 .80이상의 요인부하량을 가지고 있었다. 따라서 이 요인은 눈에서 입까지의 거리들과 눈썹에서 코까지의 거리들을 포함하며 주로 얼굴 윗부

분의 세로의 길이와 관련되어 있었다.

표 4. 추출된 네 요인에 대한 얼굴표정 열 두차원의 요인부하

차원	요인	요인1	요인2	요인3	요인4
	요인명	세로	입너비	눈열림	입열림
	설명변량(%)	36.7	14.1	10.5	9.6
	누적설명변량(%)	36.7	50.8	61.3	71.0
차원2		.94	-.11	.05	-.20
차원5		.93	.01	-.07	-.02
차원1		.90	.32	-.03	.02
차원3		.88	.17	.20	.33
차원10		.58	.41	.03	.21
차원4		.49	.42	-.39	-.02
차원12		.07	-.86	.18	.02
차원8		.40	.60	.10	-.09
차원7		.08	-.10	.80	.12
차원6		-.01	-.03	.50	.01
차원9		.04	.06	.30	.86
차원11		.00	-.21	-.48	.62

입너비요인, 입너비요인이 열 두 차원 전체 변량의 14.1%를 설명하였다. 입너비요인에 대해서 입의 가로의 길이(차원 12)가 -.86, 윗 입술의 두께(차원 8)가 .60의 요인부하량을 가지고 있었다. 입의 가로의 길이와 윗입술의 두께가 포함되었다.

눈열림요인, 눈열림요인은 열 두 차원 전체 변량의 10.5%를 설명하였다. 눈열림요인에 대해 눈꼬풀과 눈동자가 만나는 부분에서 눈동자의 위 쪽(차원 7)이 .80, 아래 쪽(차원 6)이 .50의 요인부하량을 가지고 있었다.

입열림요인, 입열림요인은 열 두 차원 전체 변량의 9.6%를 설명하였다. 입열림요인에 대해서는 윗입술에서 아랫입술까지의 거리(차원 9)가 .86, 양눈썹사이의 거리(차원 11)가 .62의 요인부하량을 가지고 있었다.

## 2. 얼굴표정의 내적상태 차원값 평정

얼굴표정과 내적상태 간의 함수적 관계를 찾기 위한 사전 작업으로서 얼굴표정사진 150장에 상응하는 내적상태를 쾌-불쾌, 각성-수면, 외부지향-내부지향의 세차원에 걸쳐 평정하도록 하였다.

## 방법

평정자. 연세대학교에 재학 중인 남녀 학부생 111명이 평정자로 참가하였다.

평정차원. 대상인물의 내적상태를 추론하여 내적상태의 차원에 대해 7점 척도로 평정하도록 하였다. 내적상태의 차원은 기존의 정서관련 연구에서 일관되게 제시하고 있는 쾌-불쾌, 각성-수면차원을 제시하였으며 세 번째 차원으로 외부지향-내부지향차원을 제시하였다. 쾌-불쾌차원은 1점이 '쾌', 7점이 '불쾌'로 주어졌으며, 각성-수면차원은 1점이 '각성된', 7점이 '나른하고 풀어진'으로 주어졌다. 외부지향-내부지향차원은 1점이 '외부지향', 7점이 '내부지향'으로 주어졌다.

평정절차. 평정자들로 하여금 150장의 사진을 내적상태의 세 차원에 대해서 모두 평정하도록 한다면 한 시간 이상이 소요되므로 평정자의 충실도와 평정의 정확성이 문제가 될 수 있다. 따라서 평정대상사진 150장을 30장씩 다섯 묶음으로 나눈 뒤 한 평정자가 그 중 두 묶음을 평정하도록 하였다. 각 평정자는 자신에게 배정된 두 묶음 중 한 묶음의 사진 30장을 한 장씩 무선적으로 제시받고 각 사진을 쾌-불쾌차원, 각성-수면차원, 그리고 외부지향-내부지향차원에 대해 7점 척도로 평정한 후 다시 나머지 한 묶음을 제시받고 동일한 평정 작업을 하였다. 따라서 한 평정자가 평정한 사진은 총 180장(30장×3차원×2묶음)이었다. 평정의 차원이 바뀔 때마다 그 차원에 대한 설명이 제시되었으며 평정에 제한시간은 없었다. 평정자 세 사람은 한 묶음에 대해서만 평정하였고 다섯 개의 묶음에 대한 평정자 수는 각각 44명, 44명, 45명, 44명, 42명이었다.

## 결과 및 논의

쾌-불쾌차원의 평균과 표준편차는 4.34(±0.95), 각성-수면차원은 3.35(±1.20), 외부지향-내부지향차원은 3.67(±1.45)이었다. 이 평균과 표준편차에서 알 수 있듯이 조사대상사진 150장은 불쾌 쪽, 각성 쪽, 외부지향 쪽으로 약간 치우쳐 있으며 표준편차가 1점 내외로 비교적 전 척도 차원에 걸쳐 고루 분포되어 있는 것으로 나타났다.

평균평정값을 기준으로 한 분포도로부터도 얼굴표정사진 150장의 내적상태 세 차원에 대한 평균평정값들은 모두 정상분포에 가까운 경향을 보이고 있음을 알 수 있다. 그러나 이와 같은 분포는 평정자들이

극단값으로 평정하는 것을 피하는 경향을 반영하는 것으로 해석할 수도 있다.

## 3. 얼굴표정 차원값과 내적상태 차원값 간의 관계 구조 분석

얼굴표정사진 150장에 대한 얼굴표정 차원값과 내적상태 차원값의 관계를 알기 위해 중다회귀분석(Multiple Regression Analysis), 정준상관분석(Canonical Correlation Analysis)을 실시하였다.

### 1) 얼굴표정 열 두 차원값과 내적상태 평정값 간의 회귀분석

얼굴표정의 열 두 차원값이 내적상태를 구성하는 각 차원값들 간의 관계를 함수로 나타내기 위해 각 차원별로 얼굴표정의 열 두 차원값을 회귀분석 하였다.

쾌-불쾌차원. 내적상태의 쾌-불쾌차원에 대한 열 두 가지 얼굴차원의 회귀분석 결과는 표 5에 나타나 있다. 입너비(차원 12)만이 유의미한 것으로 나타났으며 전체 변량의 21.5%를 설명하였다. 내적상태 평정에서 낮은 점수는 쾌한 상태를 나타내므로 입이 가로로 넓어질수록 쾌한 상태로 평정되었다.

표 5. 얼굴표정차원들이 내적상태의 각성-수면차원을 예언하는 정도에 대한 중다회귀분석 결과

내적상태차원	R <sup>2</sup>	얼굴차원	Beta	t	p
각성-수면 F(5.144)=19.501. p<.001	.404	4	-.462	-6.264	.000
		9	-.331	-5.060	.000
		5	.323	4.394	.000
		6	.315	4.857	.000
		11	.211	3.237	.001

표 6. 얼굴표정차원들이 내적상태의 쾌-불쾌차원을 예언하는 정도에 대한 중다회귀분석 결과

내적상태차원	R <sup>2</sup>	얼굴차원	Beta	t	p
쾌-불쾌 F(1.148)=40.644. p<.001	.215	12	-.464	-6.375	.000

각성-수면차원. 내적상태의 각성-수면차원에 대한 열 두 차원의 회귀분석 결과는 표 6에 나타나있다. 다섯 가지의 차원이 전체 변량의 40.4%를 설명하였다. 내적상태의 평정에서 낮은 점수가 각성된 상태를 나타냈으므로, 눈을 크게 뜰수록(차원 4, 차원 6), 입을 크게 벌릴수록(차원 9), 눈썹을 내릴수록(차원 5), 눈썹 사이가 좁을수록(차원 11) 각성상태가 높은 것으로 평정되었다.

외부지향-내부지향차원. 내적상태의 외부지향-내부지향차원에 대한 열 두 가지 차원의 회귀분석 결과는 표 7에 제시되어 있다. 다섯 가지의 얼굴차원이 유의미하게 나타났으며 이들이 전체 변량의 44.5%를 설명하였다. 내적상태의 평정에서 낮은 점수는 외부지향적 상태를 나타내므로 눈을 크게 뜰수록(차원 4), 입을 크게 벌릴수록(차원 9), 눈썹을 내릴수록(차원 5) 외부지향적인 경향이 큰 것으로 평정되었음을 알 수 있다. 차원 6과 차원 7은 눈을 크게 뜨되 위쪽으로 크게 뜨는 경우가 더 외부지향적인 상태로 인식됨을 보여준다.

표 7. 얼굴표정차원들이 내적상태의 외부지향-내부지향차원을 예언하는 정도에 대한 중다회귀분석 결과

내적상태차원	R2	얼굴차원	Beta	t	p
각성-수면	.445	4	-.535	-7.234	.000
F(5.144)=23.066,		9	-.387	-6.094	.000
p<.001		5	.360	5.012	.000
		6	.273	4.301	.000
		7	-.153	-2.279	.024

회귀분석 결과는 내적상태의 쾌-불쾌차원과 각성-수면차원에서의 평정값을 예측하도록 하는 얼굴 차원들간에는 큰 차이가 있음을 보여준다. 내적상태의 쾌-불쾌차원은 얼굴표정차원 중 주로 입의 가로의 길이에 의해서 설명된 반면 각성-수면차원은 눈과 입의 세로의 길이에 의해서 설명되었다. 제 3차원인 외부지향-내부지향차원의 경우에는 제 2차원인 각성-수면차원과 크게 차이가 없었다.

## 2) 얼굴표정 열 두 차원값과 내적상태 평정값 간의 정준상관분석

회귀분석 결과 내적상태를 예언하는데 유의미한 얼

굴차원으로 추출된 차원들의 수가 적었고 설명력도 50% 미만이었다. 각 얼굴차원들이 내적상태를 설명하는 경향을 더 자세히 알아보기 위해서 얼굴표정과 내적상태의 상관성이 최대가 되도록 얼굴 차원들과 내적상태 차원들을 모두 조합하여 표현하는 정준상관분석(Canonical Correlation Analysis)을 실시하였다.

내적상태의 세 차원과 얼굴표정의 열 두 차원들이 어떠한 형태로 조합되어 내적상태와 얼굴표정이 최대의 상관성을 가지게 되는가를 자세히 알아보기 위해서 세 가지의 정준함수들을 차례로 분석해보았다. 정준상관분석 결과로 얻은 정준함수들에서 얼굴표정의 열 두 차원이 내적상태 변량의 53.4%, 42.1%, 13.6%를 설명하였다. 이들의 설명력은 회귀분석을 통해 얻어진 설명력보다 크다. 정준상관분석 결과 추출된 세 가지의 정준함수는 표 8에 제시되어 있다.

정준함수 1은 입이 많이 열릴수록(차원 9), 눈을 크게 뜰수록(차원 4, 차원 6) 각성되고 외부지향적인 상태로 인식됨을 나타낸다. 정준함수 2는 내적상태의 쾌-불쾌차원 상의 변화를 나타내고 있으며 입이 가로로 넓어질수록(차원 12) 쾌한 상태로, 눈을 크게 뜨고(차원 4) 윗입술이 두꺼워질수록(차원 8) 불쾌한 상태로 인식됨을 나타낸다. 정준함수 3은 양쪽 눈썹 사이가 좁아질수록(차원 11) 각성되고 내부지향적인 상태로 인식된다는 것을 나타낸다.

## 논의

얼굴표정과 내적상태를 연결하는 관계 모형의 설정을 위해 실시한 중다회귀분석과 정준상관분석 결과를 비교해보았다. 내적상태의 쾌-불쾌차원상의 변화를 설명하는 주된 얼굴표정 차원은 두 가지의 분석에서 모두 입의 가로의 길이(차원 12)로 나타나 유사한 결과를 보여주었다. 입이 가로로 길어질수록 쾌한 상태로 인식되었다. 각성-수면차원에 대해서도 두 가지의 통계적 분석을 통한 결과는 일관되게 나타났다. 눈을 크게 뜰수록(차원 4, 차원 6), 입을 많이 열수록(차원 9) 각성이 높은 상태로 인식되었다. 두 분석을 통해 외부지향-내부지향차원의 변화를 설명하는 얼굴표정 차원은 각성-수면차원의 변화를 설명하는 차원들과 유사하게 추출되었다.

내적상태 쾌-불쾌차원 상의 변화를 가장 민감하게 표현하는 얼굴의 차원이 입의 너비로 나타난 통계적 분석 결과는 기쁨과 혐오가 입으로부터 파악된다고 밝혀낸 Boucher와 Ekman(1975)의 연구 결과와 일치한다. 공포와 슬픔이 눈과 눈꼬리로부터 파악된다

표 8. 얼굴표정 열 두 차원과 내적상태 세 차원의 정준상관 분석 결과

		정준함수 1			정준함수 2			정준함수 3		
		Standardize d Canonical Coefficients	Canonical Loadings	Canonical Cross -Loadings	Standardize d Canonical Coefficients	Canonical Loadings	Canonical Cross -Loadings	Standardize d Canonical Coefficients	Canonical Loadings	Canonical Cross -Loadings
<b>독립변인</b>										
얼굴차원	1	.136	.026	.019	-1.870	-.278	-.180	-.108	-.045	-.020
	2	-.598	.175	.128	.678	.128	.083	3.003	.178	.081
	3	.935	-.197	-.144	.243	.066	.043	-3.380	-.219	-.100
	4	-.730	-.377	-.276	-.106	-.320	-.208	.001	-.049	-.022
	5	.080	.053	.038	1.096	.221	.144	.237	-.014	-.006
	6	.460	.395	.289	.073	.200	.130	-.388	-.230	-.105
	7	-.219	-.129	-.095	-.022	.151	.098	.049	-.132	-.060
	8	-.039	.104	.076	.096	-.319	-.207	.131	-.319	-.145
	9	-1.185	-.646	-.472	.244	.128	.083	1.722	-.339	-.154
	10	.010	-.016	-.011	-.118	-.157	-.102	-.221	-.375	-.170
	11	.159	.032	.024	.126	.179	.116	-.340	-.421	-.191
	12	-.204	-.145	-.016	.067	.714	.463	-.454	-.083	-.038
<b>종속변인</b>										
내적상태	쾌-불쾌	.684	.001	.001	-1.025	-.990	-.643	-.110	.141	.064
	각성-수면	.752	.766	.560	-.232	.547	.355	-1.635	-.337	-.153
	외부-내부지향	.523	.808	.590	.222	.507	.329	1.551	.300	.136
		Canonical correlation coefficient = .731			Canonical correlation coefficient = .649			Canonical correlation coefficient = .454		
		Canonical root, eigenvalue = .534			Canonical root, eigenvalue = .421			Canonical root, eigenvalue = .206		

고 한 이들의 주장도 내적상태의 각성-수면차원 상의 변화가 입열림정도와 눈열림정도에 의해 민감하게 얼굴표정으로 나타난다는 분석 결과에 의해 지지되었다. 내적상태의 쾌-불쾌, 각성-수면 두 차원 상의 변화를 모두 민감하게 나타내는 특징요소는 입이었으므로 Fraser 등(1990)이 놀람, 기쁨, 슬픔을 인식하는데에 입이 가장 우세한 특징요소라고 밝힌 결과와도 일관된다.

내적상태는 범주적 유목들로 구분된다고 가정하거나 또는 내적상태의 구조를 여러 개의 차원으로 이루어진 공간으로 간주하는 것에 관계 없이 얼굴표정의 입과 눈 부분이 내적상태의 변화를 민감하게 표현한다는 일관된 연구 결과가 나타났다. 이러한 연구 결과는 기존의 얼굴인식 연구들(Haig, 1984; Haig, 1986; Smith 등, 1977)과 근전도 측정을 통한 얼굴 근육 움직임에 대한 연구들(Cacioppo 등, 1986; MaCanne 과 Anderson, 1987)의 결과와도 일치한다.

## 종합논의

중다회귀분석과 정준상관분석 결과, 얼굴표정 차원 값이 내적상태 차원값의 변량을 50% 정도 설명할 수 있는 것으로 확인되었는데 이러한 설명력은 모형의 유용성을 보장하기에는 다소 미흡한 면이 있다. 그러나 선형모형이 50% 수준의 설명력을 갖는다는 것은 얼굴표정과 내적상태의 두 변수 사이에 비교적 단순한 수리적 대응 구조가 존재한다는 것을 암시한다. 이 연구의 결과는 이와 동시에 얼굴표정-내적상태의 대응 구조를 파악하기 위해서는 선형적인 것 뿐만 아니라 비선형적인 요소도 파악해야 한다는 것을 시사한다. 이 연구와 동일한 얼굴표정 사진과 특징요소 측정법을 이용한 정찬섭, 오경자, 이일병, 변혜란(1988)의 연구는 한 개의 은닉층에 20개의 은닉단위를 갖는 신경망으로 100%에 가까운 표정인식 학습률을 보고하였다. 이러한 연구 결과는 선형모형에서 설명할 수 없는 변량들이 비선형모형으로 대거 해소

될 수 있다는 것을 보여준다.

이 연구에서는 반세범 등(1997)이 만든 얼굴표정 DB를 사용하였다. 따라서 여기서 얻은 연구 결과가 타당성을 갖기 위해서는 연구에서 사용된 얼굴표정 DB가 특정 표정군에 편파되지 않았다는 점이 보장되어야 한다. 그러나 이 연구에서는 이러한 편파 가능성이 검증되지 않았고 7명의 제한된 영화배우에 국한된 사진들을 사용했기 때문에 좀 더 신뢰롭고 타당한 얼굴표정-내적상태 관계 모형을 만들기 위해서는 이러한 문제점들이 추후 보완되어야 한다.

## 참고 문헌

- 김영아, 김진관, 박수경, 오경자 (1997). 정서관련 어휘 분석을 통한 내적상태의 차원 연구. '97 한국감성과학회 연차학술대회 논문집, 209-214.
- 반세범, 한재현, 정찬섭 (1997). 표정-내적상태 상관모형을 위한 얼굴 DB 구축. '97 한국감성과학회 연차학술대회 논문집, 215-219.
- 안신호, 이승혜, 권오식 (1993). 정서의 구조: 한국어 정서단어 분석. 한국심리학회지:사회, 7(1), 107-123.
- 이만영, 이흥철 (1990). 형용사 서술 의미의 구조에 관한 연구. 한국심리학회지: 실험 및 인지, 2, 118-138.
- 정찬섭 (1997). 감성과학의 심리학적 측면. 한국감성과학회 창립총회 논문집, 13-17.
- 정찬섭, 오경자, 이일병, 변혜란 (1998). 감성 인터페이스: 얼굴표정의 인식 및 합성 모형. 1998년도 한국 심리학회 동계 연구세미나 논문집, 121-160.
- Averill, J. R. (1975). A semantic atlas of emotional concepts. *JSAS Catalogue of Selected Documents in Psychology*, 5, 330 (Ms. No. 421).
- Benson, P. J. (1995). Perspectives on face recognition. Directing research by exploiting emergent prototypes. In Valentine, T. (Ed.). *Cognitive and computational aspects of face recognition*. London: Routledge.
- Boucher, J., & Ekman, P. (1975). Facial areas and emotional information. *Journal of Communication*, 25, 21-29.
- Cacioppo, J. T., Petty, R. E., Losch, M. E., & Kim, H. S. (1986). Electromyographic activity over facial muscle regions can differentiate the valence and intensity of affective reactions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50(2), 260-268.
- Diamond, R., & Carey, S. (1986). Why faces are and are not special: An effect of expertise. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115(2), 107-117.
- Ekman, P. (1972). Universal and cultural differences in facial expressions of emotions. In J. K. Cole (Ed.), *Nebraska symposium on motivation: 1971* (pp. 207-283). Lincoln: University of Nebraska Press.
- Ekman, P. (1982). Methods for measuring facial action. In K.R.Scherer & P.Ekman (Eds.), *Handbook of methods in nonverbal behavior research*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ekman, P. (1993). Facial expression and emotion. *American Psychologist*, 48(4), 384-392.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1978). *Facial action coding system*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologist Press.
- Ekman, P., Friesen, W. V., O'Sullivan, M., Chan, A., Diacoyanni-Tarlatzis, I., Heider, K., Krause, R., LeCompte, W. A., Pitcairn, T., Ricci-Bitti, P. E., Scherer, K., Tomika, M., & Tzavaras, A. (1987). Universals and cultural differences in judgments of facial expressions of emotion, *Journal of Personality and Social Psychology*, 53(4), 712-717.
- Essa, I. A., & Pentland, A. P. (1995). *Coding, analysis, interpretation, and recognition of facial expressions*. MIT Media Laboratory Perceptual Computing Section Technical Report No.325.
- Fraser, I. H., Craig, G. L., & Parker, D. M. (1990). Reaction time measures of feature saliency in schematic faces. *Perception*,

19, 661-673.

- Frijda, N. H. (1986). Facial expression processing. In H. D. Ellis, M. A. Jeeves FRSE, F. Newcombe & A. Young (Eds.), *Aspects of face processing*. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers.
- Frijda, N. H. (1986). *The emotions*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Frijda, N. H., & Tcherkassof, A. (1997). Facial expressions as modes of action readiness. In J. A. Russell & J. M. Fernández-Dols (Eds.), *The psychology of facial expression*. New York: Cambridge university press.
- Haig, N. D. (1984). The effect of feature displacement on face recognition. *Perception*, 13, 505-512.
- Haig, N. D. (1985). How faces differ - a new comparative technique. *Perception*, 14, 601-615.
- Haig, N. D. (1986). Exploring recognition with interchanged facial features. *Perception*, 15, 235-247.
- Izard, C. E. (1971). *The face of emotion*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Izard, C. E. (1977). *Human emotions*. New York: Plenum.
- Izard, C. E. (1979). *The Maximally Discriminative Facial Movement Coding System(MAX)*. Newark: Instructional Resources Center, University of Delaware.
- McCanne, T. R., & Anderson, J. A. (1987). Emotional responding following experimental manipulation of facial electromyographic activity. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52(4), 759-768.
- Mehrabian, A., & Russell, J. A. (1974). *An approach to environmental psychology*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Oster, H., Daily, L., & Goldenthal, P. (1989). Processing facial affect. In A. W. Young & H. D. Ellis (Eds.), *Handbook of research on face processing*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V..
- Pilowsky, I., Thornton, M., & Stokes, B. B. (1986). Towards the quantification of facial expressions with the use of a mathematic model of the face. In H. D. Ellis, M. A. Jeeves FRSE, F. Newcombe & A. Young (Eds.), *Aspects of face processing*. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers.
- Plutchik, R. (1980). *Emotion: A psychoevolutionary synthesis*. New York: Harper & Row.
- Rhodes, G. (1988). Looking at faces: First-order and second-order features as determinants of facial appearance. *Perception*, 17, 43-63.
- Rinn, W. E. (1991). Neuropsychology of facial expression. In R. S. Feldman & B. Rimé (Eds.) *Fundamentals of nonverbal behavior*. New York: Cambridge university press.
- Russell, J. A. (1978). Evidence of convergent validity on the dimensions of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 30, 1152-1168.
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(6), 1161-1178.
- Russell, J. A. (1983). Pancultural aspects of the human conceptual organization of emotions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45(6), 1281-1288.
- 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.
- Russell, J. A., & Bullock, M. (1986). Fuzzy concepts and the perception of emotion in facial expressions. *Social Cognition*, 4, 309-341.
- Russell, J. A., & Fehr, B. (1987). Relativity in the perception of emotion in facial



- expressions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 116(3), 223-237.
- Schlosberg, H. (1952). The descriptions of facial expressions in terms of two dimensions. *Journal of Experimental Psychology*, 44, 229-237.
- Smith, G. J. W., Gale, A. G., & Findlay, J. M. (1977). Eye movement strategies involved in face perception. *Perception*, 6, 313-326.
- Tomkins, S. S. (1984). Affect theory. In K. R. Scherer & P. Ekman (Eds.), *Approaches to emotion* (pp. 163-195). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Valentin, D., Abdifde, H., & O'Toole, A. J. (1994). Categorization and identification of human face images by neural networks: A review of the linear autoassociative and principal component approaches. *Journal of Biological Systems*, 2(3), 413-429.
- Valentine, T., Chiroro, P., & Dixon, R. (1995). An account of the own-race bias and the contact hypothesis based on a 'face space' model of face recognition. In Valentine, T. (Ed.). *Cognitive and computational aspects of face recognition*. London: Routledge.
- Young, A. W., Hay, D. C., & Ellis, A. W. (1986). Getting semantic information from familiar faces. In H. D. Ellis, M. A. Jeeves FRSE, F. Newcombe & A. Young (Eds.), *Aspects of face processing*. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers.
- Young, A. W., Hellowell, D., & Hay, D. C. (1987). Configurational information in face perception. *Perception*, 16, 747-759.

## Mapping facial expressions onto internal states

Jaehyun Han, Chansup Chung

(Yonsei University)

**Abstract** As a foundation to build a model for capturing the relationship between the facial expressions and the internal states, the mapping structure between the internal states and the facial expressions was investigated. It was found that the one-to-one mapping relationship holds between the internal states and the facial expressions by confirming that any two internal states at a significant minimal psychological distance can be mapped onto two distinctive facial expressions. Multiple regression analysis and canonical correlation analysis were performed to investigate the relational structure between the facial expressions and the internal states. The results of the analyses showed that the pleasure-displeasure and arousal-sleep states are sensitively reflected in facial expression by the width of mouth and the degree of eyes or mouth opening, respectively. The variance of internal states explained by the twelve dimensions of facial expression was approximately 50%. Such a high prediction power of the statistical linear models suggests that there can exist a relatively simple mathematical mapping structure between the facial expressions and the internal states.