

자발적 웃음과 인위적 웃음 간의 구분: 사람 대 컴퓨터*

Discrimination between spontaneous and posed smile: Humans versus computers*

엄진섭** · 오형석** · 박미숙** · 손진훈**†

Jin-Sup Eom** · Hyeong-Seock Oh** · Mi-Sook Park** · Jin-Hun Sohn**†

**충남대학교 심리학과/뇌과학연구소

**Department of Psychology, Brain Research Institute, Chungnam National University

Abstract

The study compares accuracies between humans and computer algorithms in the discrimination of spontaneous smiles from posed smiles. For this purpose, subjects performed two tasks, one was judgment with single pictures and the other was judgment with pair comparison. At the task of judgment with single pictures, in which pictures of smiling facial expression were presented one by one, subjects were required to judge whether smiles in the pictures were spontaneous or posed. In the task for judgment with pair comparison, in which two kinds of smiles from one person were presented simultaneously, subjects were to select spontaneous smile. To calculate the discrimination algorithm accuracy, 8 kinds of facial features were used. To calculate the discriminant function, stepwise linear discriminant analysis (SLDA) was performed by using approximately 50 % of pictures, and the rest of pictures were classified by using the calculated discriminant function. In the task of single pictures, the accuracy rate of SLDA was higher than that of humans. In the analysis of accuracy on pair comparison, the accuracy rate of SLDA was also higher than that of humans. Among the 20 subjects, none of them showed the above accuracy rate of SLDA. The facial feature contributed to SLDA effectively was angle of inner eye corner, which was the degree of the openness of the eyes. According to Ekman's FACS system, this feature corresponds to AU 6. The reason why the humans had low accuracy while classifying two kinds of smiles, it appears that they didn't use the information coming from the eyes enough.

Key words : posed, spontaneous, smile, facial expression

요약

본 연구에서는 자발적인 웃음과 인위적인 웃음을 변별하는 데 있어서 일반 사람들의 정확도와 컴퓨터를 이용한 분류 알고리즘의 정확도를 비교하였다. 실험참가자들은 단일 영상 판단 과제와 쌍비교 판단과제를 수행하였다. 단일 영상판단 과제는 웃음 영상을 한 장씩 제시하면서 이 영상의 웃음이 자발적인 것인지 인위적인 것인지를 판단하는 것이었으며, 쌍비교 판단과제는 동일한 사람에게서 얻은 두 종류의 웃음 영상을 동시에 제시하면서 자발적인 웃음 영상이 어떤 것인지 판단하는 것이었다. 분류 알고리즘의 정확도를 산출하기 위하여 웃음 영상

* 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 휴먼인지환경사업본부-신기술융합형 성장동력사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2012K001339)

† 교신저자 : 손진훈 (충남대학교 사회과학대학 심리학과 및 뇌과학연구소)

E-mail : jhsohn@cnu.ac.kr

TEL : 042-821-6369

FAX : 042-821-8875

각각에서 8 종류의 얼굴 특성치들을 추출하였다. 약 50%의 영상을 사용하여 단계적 선형판별분석을 수행하였으며, 여기서 산출된 판별함수를 이용하여 나머지 영상을 분류하였다. 단일 영상에 대한 판단결과, 단계적 선형판별분석의 정확도가 사람들의 정확도보다 높았다. 쌍비교에 대한 판단결과도 단계적 선형판별분석의 정확도가 사람들의 정확도보다 높았다. 20명의 실험참가자 중 선형판별분석의 정확도를 넘어서는 사람은 없었다. 판별분석에 중요하게 사용된 얼굴 특성치는 눈머리의 각도로, 눈을 기늘게 뜬 정도를 나타낸다. Ekman의 FACS에 따르면, 이 특성치는 AU 6에 해당한다. 사람들의 정확도가 낮은 이유는 두 종류의 웃음을 구별할 때, 눈에 관한 정보를 충분히 사용하지 않았기 때문으로 추론되었다.

주제어 : 인위적 표정, 자발적 표정, 기쁨, 얼굴 표정

1. 서론

컴퓨터가 사람의 정서를 인식하도록 하는 것은 감성공학이나 인간공학에서 매우 중요한 연구문제들 중 하나이다. 정서인식은 주로 사람의 얼굴 영상, 음성, 또는 자율신경계 반응 등을 이용한다. 이 방법들 중 가장 많은 연구가 이루어지고 있는 것은 얼굴영상을 이용하는 것으로 보인다.

컴퓨터가 사람의 얼굴영상으로부터 정서를 인식하기 위해서는 사람의 정서표정 데이터베이스가 정서표정을 얻는 방법에는 두 가지가 있다. 한 가지는 사람들에게 인위적으로 특정 표정을 짓게 하는 방법이며, 다른 한 가지는 특정 정서를 유발시켜서 정서 표정을 얻는 방법이다. 정서 인식연구에서는 이들 두 가지 방법을 모두 사용하고 있다(Zeng, Pantic, Roisman, & Huang, 2009).

수집된 얼굴표정이 무슨 정서를 나타내는지 확인하기 위하여 연구자들이 얼굴표정을 평가한다. Kanade와 Cohn, Tian(2000)은 사람들에게 특정 표정을 짓도록 한 후에, Facial Action Coding System(FACS)을 훈련받은 사람들로 하여금 주어진 표정이 무엇인지를 확인하게 하였다. O'Toole 등(2005)은 영화나 TV프로그램을 이용하여 특정 정서를 유발시킨 후에 실험자가 정서를 분류하였다. ‘인간은 만물의 척도이다(man is the measure of all things)’라는 말처럼, 대부분의 얼굴 표정 데이터에 대해서 특정 표정이 무엇인지를 사람이 판단하였다. 얼굴 정서 인식 알고리즘의 성능을 평가할 때에는 사람이 만든 기준을 이용하게 된다.

일반적인 사람과 얼굴 정서 인식 알고리즘 중에 누구의 정서 인식 정확도가 더 높은가? 답에 대한 단서를 선행연구들에서 찾아볼 수 있다. 동일한 표정 데이터를 사용하여, 사람의 정확도를 평가한 연구와 정서 분류 알고리즘의 정확도를 평가한 연구들을 찾아볼

수 있다. NimStim 데이터셋(Tottenham, Nordscheid, Ellertsen, Marcus, & Nelson, 2002)에 대해 Tottenham과 Borscheid, Ellertsen, Marcus, Nelson(2009)이 훈련받지 않은 사람들로 하여금 분류하게 한 결과 평균 개인정확도가 83%였고, Lin과 Pan(2009)이 고안한 얼굴인식 알고리즘으로 이 데이터를 분류한 결과 정확도가 약 74%로 사람의 판단정확도가 더 높았다. 반면에 Fadboud Faces Database (Langner, Dotsch, Bijlstra, & Wigboldus, 2010)의 타당화 연구에 의하면, 6가지 기본정서에 대해 대학생 참가자들의 평균 정확률은 82.6%였고, Ilbeygi와 Shah-Hosseini(2012)가 고안한 정서분류 알고리즘은 94.0%의 정확도를 보여, 정서분류 알고리즘의 정확도가 더 높았다. 사용한 데이터 셋에 따라서 다양한 결과가 산출되는 것으로 보이며, 아직까지는 어느 것의 정확도가 더 높다고 판단하기 어렵다. 따라서, 얼굴정서인식 알고리즘의 활용도 측면에서 보면, 얼굴정서인식 알고리즘은 사람의 판단이 개입하기 어려운 상황에서 타인의 정서를 인식하는데 사용될 수 있을 것이다.

얼굴표정에 나타난 정서인식과 관련하여, 인위적으로 지은 얼굴표정과 실제로 정서가 유발된 얼굴표정 간의 차이를 확인하려는 연구들이 있다. 여러 정서에 대해서 인위적인 표정과 자발적인 표정을 구분하려는 연구들도 있지만(Zhang, Tjondronegoro, & Vhandran, 2011), 현재까지 웃음(smile)에 대한 연구들이 가장 많이 수행되었다(Dibeklioglu, Valenti, Salah, & Gevers, 2010; Schmidt, Bhattacharya, & Denlinger, 2009). 이 연구들은 실험자의 요청에 의해 인위적으로 지은 정서표정과 소리나 사진, 동영상 시청하는 동안 유발된 자발적인 정서표정을 이용하였다. 수집된 표정이 인위적인 웃음인지 또는 자발적인 웃음인지는 표정이 얻어진 상황에 근거해서 분류하게 된다. 실험자의 요청에 의해 인위적으로 웃은 표정은 인위적인 웃음으

로, 동영상 등에 의해 유발된 표정은 자발적인 웃음으로 분류한다.

자발적인 웃음과 인위적 웃음 간에 몇 가지 차이가 있는 것으로 밝혀졌다. 가장 큰 차이는 자발적인 웃음은 대협골근(zygomaticus major)과 안륜근(orbicularis oculi)의 조합에 의해서 만들어지지만, 인위적인 웃음은 대협골근에 의해서만 만들어진다는 점이다(Ekman, Davidson, & Friesen, 1990). Ekman 등(1990)은 프랑스 해부학자인 Duchenne의 이름을 따서, 자발적인 웃음을 ‘Duchenne smile’이라고 불렀다. 대협골근은 입꼬리를 귀쪽으로 끌어 올리는 역할을 한다. 안륜근은 눈꼬리를 주름지게 하며, 뺨을 위로 끌어올리고, 눈썹을 끌어 내리고, 눈 밑의 피부를 탕탕하게 만들고, 눈을 가늘게 만드는 역할을 한다. 자발적인 웃음과 인위적인 웃음은 서로 다른 운동 경로(motor pathway)를 통해서 조절되는데, 자발적인 웃음은 추체의 운동신경경로(extrapyramidal motor pathway)를 통하며, 인위적인 웃음은 추체 운동신경경로(pyramidal motor pathway)를 통한다(Rinn, 1984). 대협골근은 의지에 의해서 쉽게 수축할 수 있지만, 안륜근은 의지로 수축하기 어렵다(Ekman et al., 1990). 이러한 차이는 뇌활동의 기록을 통해서도 나타난다. Duchenne 웃음과 비 Duchenne 웃음에 대해서 전측 측두 영역(anterior temporal region)의 alpha 파워가 좌뇌에서 차이가 있는 것으로 나타났다.

자발적인 웃음과 인위적인 웃음은 좌우 대칭성에서 차이가 있다는 연구들이 있다(Ekman, Hager, & Friesen, 1981; Hager & Ekman, 1985; Skinner & Mullen, 1991). Ekman 등(1981)은 인위적인 웃음이 자발적인 웃음보다 대협골근의 움직임에서 비대칭성이 더 많이 나타난다고 하였으며, Hager와 Ekman(1985)은 AU6와 AU12 모두 자발적 웃음이 인위적 웃음보다 더 대칭적이라고 하였다. 그러나 입꼬리의 움직임을 추적하여, 움직임 시간과 거리를 계산한 연구들에서는 자발적인 웃음과 인위적인 웃음 간에 대칭성이 나타나지 않기도 하였다(Schmidt et al., 2009, Schmidt, Ambadar, Cohn, & Reed, 2006). 서로 다른 연구결과와는 측정방법에 기인하는 것으로 보인다.

자발적인 웃음과 인위적인 웃음은 시간의 경과에 따른 입꼬리의 움직임에 의해서도 구분될 수 있다(Cohn & Schmidt, 2004; Hess & Kleck, 1990; Schmidt et al., 2006, 2009). 이 연구들은 인위적 웃음이 자발적 웃음보다 웃음의 정점에 도달하는 시간과 웃음의 정점에서 다시 원점으로 돌아오는 시간이 더 빠르다는

것과(Hess & Kleck, 1990; Schmidt et al., 2006), 인위적인 웃음에서 입 꼬리가 더 많이 움직인다는 것(Cohn & Schmidt, 2004; Schmidt et al., 2006), 인위적인 웃음에서 입 꼬리가 더 빠르게 움직인다는 것(Schmidt et al., 2006, 2009)을 보여주었다.

위와 같은 단서를 이용하여 인위적인 웃음과 자발적인 웃음을 구분하는데 있어서, 일반적인 사람과 분류 알고리즘 중 누가 더 정확한가? 아직까지 동일한 영상자료에 대하여 사람과 분류 알고리즘의 정확도를 산출한 연구를 찾지 못하였다. 선행연구들에서는 서로 다른 데이터를 이용하여 사람들의 판단정확도를 산출하거나, 분류알고리즘의 정확도를 산출하였을 뿐이다.

본 연구에서는 인위적 웃음과 자발적 웃음을 구별하는 데 있어서, 사람들의 능력과 분류 알고리즘의 성능 중 어느 쪽이 더 정확한지 비교하였다. 만약 사람의 분류가 더 정확하다면, 분류 알고리즘은 사람이 개입하기 어려운 상황에서만 제한적으로 유용할 것이지만, 분류 알고리즘이 사람보다 더 정확하게 두 종류의 웃음을 구분한다면, 분류 알고리즘은 인위적 웃음과 진짜 웃음을 구별하고자 하는 상황에서는 거의 언제나 사람을 대신하여 사용될 수 있을 것이다.

2. 방법

2.1. 자발적 및 인위적 웃음 영상

본 연구에서 사용한 웃음 영상은 본 연구자들이 수행한 ‘얼굴 표정을 이용한 정서인식 연구’에서 만들어진 것으로, 285명의 사람들이 얼굴표정 데이터베이스 제작에 참가하였다. 참가자들로부터 자극에 의해 유발된 정서 표정 동영상과 인위적인 정서 표정에 대한 장의 정지 영상을 촬영하였다.

2.1.1. 참가자

중고등학생(129명)과 대학생(156명) 285명이 자원하여 참여하였다. 남자는 140명이었고, 여자는 145명이었다. 평균연령은 20.09세(범위 13-31세)였다.

2.1.2. 웃음 유발 자극 및 측정도구

웃음을 유발하기 위한 자극을 개발하여 실험에 사용하였다. 웃음 유발 자극은 두 단계로 구성되어 있다. 첫 번째 단계는 심리적으로 안정상태를 유도하기 위하여 ‘+’모양의 자극을 1분간 제시하였다. 두 번째 단계에서는 회전 원판 게임을 하도록 구성되어 있다. 원판은 8개 영역으로 동등하게 구분되어 있는데, ‘꽝’이 4개 있고, ‘1000원’, ‘2000원’, ‘3000원’, ‘5000원’이 각각 한 번씩 적혀 있다. 실험참가자는 총 6번 게임을 할 수가 있으며, 게임에서 획득한 금액을 줄 것이라고 알려주었다. 게임 당첨 금액은 사전에 정해져 있었는데, 처음 3부분은 ‘꽝’으로, 뒤의 3부분은 2000, 3000, 5000원을 선택되도록 하여 총 만원을 획득하도록 구성되어 있다.

본 실험에 참가한 285명에게 웃음 유발 자극에 대한 적합성(실제로 기쁨을 느꼈는가?)과 효과성(얼마나 기쁨을 강하게 느꼈는가? 7점 척도로 측정)을 확인하였다. 참가자들의 78.6%(224명)가 기쁨 감정을 경험하였다고 응답하였으며, 유발된 기쁨 감정의 강도는 평균 5.37(SD=1.19)였다.

얼굴 영상을 촬영하기 위해 모니터 위에 웹캠(Logitech Quick Cam Pro9000)을 설치하여 촬영하였다. 실험실 내의 조명은 천장에 4개와 참가자를 중심으로 좌우로 약 45도씩 떨어진 곳에 2개를 설치하여, 총 6개의 조명을 켜 상태에서 촬영하였다. AMCAMP 소프트웨어 프로그램을 사용하여 실험참여자의 표정을 초당 15frame으로, avi파일로 컴퓨터에 저장하였다.

2.1.3. 웃음 유발 절차

참가자는 연구 참가에 대한 동의서를 작성한 후 연구에 참가하였다. 가로 6m, 세로 7.2m의 실험실 안에 마련된 가로 3m, 세로 5m의 소음이 차폐된 촬영실에서 한 번에 한명씩 동영상 및 정지 영상을 촬영하였다. 자발적인 웃음을 유발시키기 위한 회전 원판 게임은 피험자로부터 1m 앞에 놓인 LCD 모니터(17inch HP_728S)로 제시하였다.

참가자에게 컴퓨터 마우스를 주었으며, 회전 원판이 돌기 시작한 후 ‘눌러주세요’ 라는 글자가 제시되었을 때, 마우스 왼쪽 버튼을 누르라고 지시하였다. 회전 원판에서 선택된 금액은 연구 참가 수당에 추가하여 지급이 될 것이라고 말을 하였다. 설명이 끝난

뒤 얼굴영상 녹화를 시작하였으며 컴퓨터 화면에 ‘+’모양의 자극을 1분간 제시하여 실험참가자를 안정상태가 되도록 유도하였다. 그 후 회전 원판 게임을 시작하였으며, 세 번의 연속적인 ‘꽝’ 다음에 세 번의 당첨이 있었다. 연속적인 ‘꽝’ 이후 당첨이 되었을 때 자연스러운 웃음이 유발될 것이라 가정하였다. 원판 게임을 마친 후에 어떠한 감정을 느꼈는지 질문하였으며, 그 감정의 강도가 얼마나 강했는지를 7점 척도로 답하게 하였다. 회전 원판 게임이 끝나고 나서 인위적 웃음 영상을 촬영하였다. 실험참여자에게 기쁨을 느꼈을 때를 가정하여 얼굴표정을 지어달라고 요청한 후 웃음 표정이 나타났을 때의 얼굴표정을 정지 영상으로 촬영하였다.

2.1.4. 웃음 영상 추출

자발적인 웃음 표정을 추출하기 위하여, 회전 원판 게임에서 기쁨 감정을 보고한 224명의 녹화영상을 선정하였다. 선행연구들에서는 대부분 얼굴표정 평가에 대한 전문적인 교육을 받은 연구자들이 얼굴의 표정과 강도를 평가한다. 본 연구에서는 Mind reading emotions library(Baron-Cohen, Golan, Wheelwright, & Hill, 2003)를 이용하여 약 2시간에 걸쳐 얼굴표정에 대해 교육을 받은 대학생 10명이 224명의 영상을 본 후, 기뻐서 웃는 감정이 얼굴 표정에 나타났다고 평가된 부분을 단일 영상으로 추출하였다. 기쁨 감정을 보고한 224명 중 141명만 웃는 감정이 얼굴 표정에 나타났으며, 이 들로부터 총 1261장의 영상을 얻었다. Mind reading emotions library로 교육을 받은 또 다른 대학생 3명에게 1261장의 영상을 보여주고 기쁨의 강도를 7점 척도(점수가 높을수록 기쁨 강도가 강함)상에 평가하게 하였다. 동일한 사람의 영상이 여러 장 있으므로, 동일한 사람의 영상 중에서 세 명의 강도 평가의 평균치가 가장 높았던 1장을 추출하여, 141장의 자발적인 웃음 영상을 구성하였다.

인위적인 웃음 영상을 추출하기 위하여, 자발적인 웃음 영상에 포함된 141명의 인위적 웃음 영상을 선택하였다. 141장의 영상을 위에서 언급한 3명의 대학생에게 보여준 후, 기뻐서 웃는 표정을 선택하도록 하였으며, 기쁨의 강도를 7점 척도상에 평가하게 하였다. 141명의 인위적 기쁨 영상 중에서 세 명의 평가자가 모두 기쁨표정이었다고 응답한 영상이 103장 있었으며, 이것을 인위적 웃음 영상을 최종적으로 선택하

었다. 자발적인 웃음 영상도 이들 103명에 대한 것만 최종적으로 선택하였다. 결과적으로, 총 103명의 참가자로부터 자발적인 웃음 표정과 인위적인 웃음 표정을 각각 1장씩 추출하였다.

2.2. 사람에 의한 두 웃음 영상의 분류

2.2.1. 실험참가자

정서에 대하여 학습한 경험이 있는 심리학과 학부생 7명, 심리학 석사(석사과정, 수료, 졸업생) 7명, 심리학과 박사(수료, 졸업생) 6명이 실험에 참여하였다. 성별은 남자 8명, 여자 12명이었으며, 평균연령은 30.3세(범위 21-41세)였다.

2.2.2. 실험자극

본 연구에서 추출한 자발적 웃음 영상 103장과 동일한 사람의 인위적 웃음 영상 103장을 실험에 사용하였다. 얼굴 영상의 크기는 350×350pixel이었으며, 19인치 LCD 모니터로 제시하였다.

2.2.3. 절차

실험은 두 번에 걸쳐서 진행하였다. 실험 1은 단일 영상 판단 실험으로, 실험참가자에게 웃음 영상을 1장씩 제시하면서 제시된 웃음 영상이 자발적 웃음인지 또는 인위적 웃음인지를 평가하게 하였다. 자발적 웃음 영상 103장과 인위적 웃음 103장을 무선적으로 섞어서 한 장씩 제시하였으며, 총 206장의 웃음 영상을 모두 평가하도록 하였다. 자발적 웃음 영상과 인위적 웃음 영상에 대한 비율은 언급하지 않았다.

실험 2는 쌍비교 판단 실험으로, 동일한 사람의 자발적 웃음 영상과 인위적 웃음 영상을 동시에 나란히 제시하면서 자발적 웃음 영상이 어느 것인지 선택하도록 하였다. 103명에 대한 영상을 무선적인 순서로 제시하였으며, 총 103번 평가하도록 하였다.

두 번의 실험이 끝난 후에는 자발적인 웃음 영상과 인위적인 웃음 영상을 구분할 때 사용한 개인적 기준을 가능한 자세히 기술하도록 하였다. 영상자극의 제시하는 개인용 컴퓨터를 이용하였으며, 컴퓨터 마우스를 사용하여 반응하도록 하였다.

2.2.4. 분석

본 실험의 과제가 자발적 웃음을 찾아내는 것이라고 가정하였다. 그리고, 단일 영상 판단 실험에 대한 실험참가자의 반응을 자발적 웃음을 자발적 웃음이라고 옳게 판단한 적중률(hit rate)과, 자발적 웃음을 인위적 웃음이라고 틀리게 판단한 탈루율(miss rate), 인위적 웃음을 자발적 웃음이라고 틀리게 판단한 오경보율(false alarm rate), 인위적 웃음을 인위적 웃음이라고 옳게 판단한 정기각률(correct reject rate)을 계산하였다. 다음으로, 적중률과 정기각률을 이용하여 정확판단율을 계산하였다. 쌍비교 판단실험에서는 적중률과 정기각률이 같을 수밖에 없으므로, 정확판단율만을 계산하였다.

2.3. 컴퓨터에 의한 두 웃음 영상의 분류

2.3.1. 자극

본 연구에서 추출한 자발적 웃음 영상 103장과 동일한 사람의 인위적 웃음 영상 103장을 컴퓨터를 이용한 분류에 사용하였다.

2.3.2. 특성치 추출

각각의 영상에 대하여, 그림 1과 같이 눈썹과 눈, 코, 입 등에 20개의 기준점을 마련한 후, 이 기준점을 이용하여 특성치들을 계산하였다. 기준점의 선정은 Antonini와 Sorci, Bierlaire, Thiran(2006)의 연구를 참고하였다. 기준점들로부터 계산된 특성치들이 표 1에 제시되어 있다. 이들은 기쁨 정서를 판단할 때 사용되는 특성치들과 자발적 웃음과 인위적 웃음 간에 차이가 있다고 알려진 특성치들이었다. 기쁨 정서와 관련이 있는 특성치들은 Antonini 등(2006)의 연구에 제시된 특성치들로, 눈의 가로 길이와 세로 길이의 비율 (Feature 1), 입의 가로 길이와 세로 길이의 비율 (Feature 2), 코의 세로 길이와 가로 길이의 비율 (Feature 3), 눈의 높이와 눈썹의 높이의 비율 (Feature 4), 코의 가로 길이와 입의 가로 길이의 비율 (Feature 5)이었다. 자발적 웃음과 인위적 웃음 간에 차이가 있다고 알려진 특성치들은 눈 머리에서 눈의 위와 아래에 이루는 각도 (Feature 6; Dibeklioglu et al., 2010), 대협골근 수축(AU12)의 좌우차이를 반영하는 값인 입의

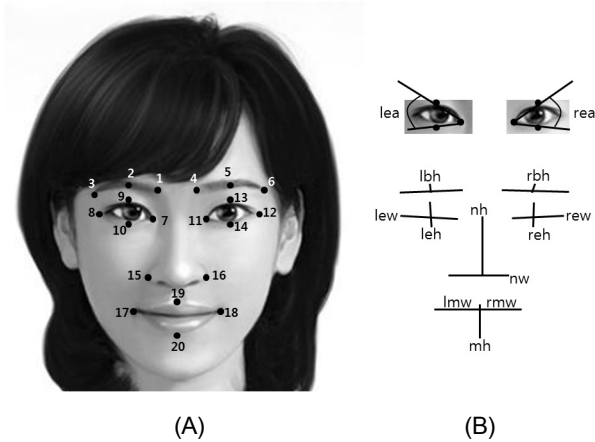


Figure 1. (A) Facial landmarks (20 points) (B) Facial descriptors

왼쪽 세로길이와 오른쪽 세로길이의 비율(Feature7; Ekman, 1981), 안륜근 수축(AU6)의 좌우차이를 반영하는 값인 왼쪽 눈의 가로세로 비율과 오른쪽 눈의 가로세로 비율의 비율(Feature8; Hager & Ekman, 1985)이었다.

2.3.3. 분석

특성치들을 이용하여 자발적 웃음과 인위적 웃음 구분하기 위하여 단계적 선형판별분석(stepwise linear discriminant analysis)을 실시하였다. 교차타당화를 위하여, 103명의 두 종류 영상을 두 개의 표본으로 나눈 후, 50명의 영상은 판별함수를 만드는데 사용하였고, 나머지 53명의 영상은 정확도를 산출하는데 사용하였다. 사람의 평가와 비교하기 위하여, 판별분석의 정확도를 두 가지 방법으로 산출하였다. 한 가지는 단일 영상 판단으로, 두 번째 표본의 106개 웃음 영상 각각에 대하여, 자발적 웃음 영상인지 또는 인위적 웃음 영상인지를 판별하였다. 즉, 각 사진에 대하여 자발적 웃음 영상일 확률과 인위적 웃음 영상일 확률을 계산하여, 확률이 더 높은 쪽에 할당하였다. 다른 한 가지는 쌍비교 판단으로, 동일한 사람의 두 가지 영상에 대하여 자발적 웃음일 확률을 각각 산출한 다음, 확률이 더 높은 쪽을 자발적 영상으로, 확률이 낮은 쪽을 인위적 영상으로 할당하였다. 단일 영상 판단에서는 적중률과 탈루율, 오경보율, 정기각률을 계산하였으며, 쌍비교 판단에서는 정확판단율만 계산하였다.

Table 1. Facial features

Features	Definition
Feature 1	$(lew + rew) / (leh + reh)$
Feature 2	$(lmw + rmw) / mh$
Feature 3	nh / nw
Feature 4	$(leh + reh) / (lbh + rbh)$
Feature 5	$nw / (lmw + rmw)$
Feature 6	$(\angle lea + \angle rea) / 2$
Feature 7	$\begin{cases} \text{if}(lmw > rmw) & lmw / rmw \\ \text{if}(lmw < rmw) & rmw / lmw \end{cases}$
Feature 8	$\begin{cases} \text{if}(\frac{lew}{leh} > \frac{rew}{reh}) & \frac{lew}{leh} / \frac{rew}{reh} \\ \text{if}(\frac{lew}{leh} < \frac{rew}{reh}) & \frac{rew}{reh} / \frac{lew}{leh} \end{cases}$

3. 결과

3.1. 자발적 및 인위적 웃음의 강도

103명으로부터 추출한 자발적 웃음과 인위적 웃음 영상에 대해, 웃음 강도를 분석하였다. 자발적 웃음의 강도는 7점 척도상에 5.54(0.86)점이었으며, 인위적 웃음의 강도는 5.13(1.34)점으로, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($t=3.48, df=102, p<.001$).

3.2. 사람에 의한 분류

3.2.1. 분류정확도

실험참가자들의 판단결과가 표 2에 제시되어 있다. 단일 영상 판단 실험의 정확판단율은 평균 57.8%로 우연수준인 50%보다 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다($t=6.92, df=19, p<.001$). 쌍비교 판단 실험에서는, 동일한 사람의 자발적 웃음영상과 인위적 웃음 영상 중에서 자발적 웃음영상을 고르도록 하였는데, 72.2%의 정확도를 보였으며 우연수준보다 통계적으로 유의하게 더 높았다($t=10.11, df=19, p<.001$). 쌍비교 판단 정확도는 단일 영상 판단 정확도 보다 통계적으로 유의하게 더 높았다($t=6.36, df=19, p<.001$). 단일 영상 판단에 대한 적중률과 정기각률이 표 3에 제시되어 있다. 자발적인 웃음 영상 중에서 자발적인 웃음 영상이라고 옳게 판단한 적중률은 48.6%였으며,

Table 2. Accuracy rate (%) of each participant

Participants	Single pictures	Pair comparison
1	56.3	86.4
2	64.6	71.8
3	54.9	65.0
4	60.7	73.8
5	53.9	44.7
6	58.3	76.7
7	54.9	77.7
8	57.3	69.9
9	49.0	76.7
10	58.7	73.8
11	57.3	76.7
12	53.9	68.9
13	71.4	87.4
14	53.4	69.9
15	54.4	63.1
16	55.8	72.8
17	66.0	61.2
18	56.8	87.4
19	61.7	66.0
20	57.3	74.8
Mean	57.8	72.2

인위적 웃음 영상 중에서 인위적 웃음 영상이라고 옳게 판단한 정지각률은 67.0%였다. 인위적인 웃음 영상을 자발적인 웃음영상보다 더 잘 확인하는 것으로 나타났다($t=2.27, df=19, p<.05$).

3.2.2. 분류기준

20명의 실험참가자 중에서 18명이 자신이 사용한 분류기준을 기술하였다. 18명중 눈과 관련된 정보를 자연스런 웃음 판단에 사용하였다는 경우는 14명이었으며, 입과 관련된 정보를 자연스런 웃음 판단에 사용하였다는 경우도 14명이 있었다. 눈과 입을 모두 이용하였다는 경우는 11명이었다.

Table 3. Contingency table for human's judgement

	Kinds of smiles		Total
	Spontaneous smile	Posed smile	
Spontaneous smile	48.6%	51.4%	100.0%
Posed smile	33.0%	67.0%	100.0%

3.3. 컴퓨터에 의한 분류

3.3.1. 두 종류의 웃음에 대한 특성치 차이

선행연구들로부터 추출한 8개 특성치들이 자발적 웃음과 인위적 웃음을 구별해주는 타당한 값들인지를 확인하기 위하여, 자발적인 웃음 영상과 인위적인 웃음 영상의 특성치 평균에 대한 대응표본 t 검증을 수행하였다. 결과가 표 4에 제시되어 있다. 검증결과, Feature 1(눈의 가로길이의와 세로길이의 비율)이 두 종류의 웃음에서 차이가 있었다($t=7.40, df=102, p<.001$). 자발적 웃음의 비율이 더 높았는데, 두 종류의 웃음에서 눈의 가로길이의와 세로길이를 각각 비교해본 결과, 주로 자발적 웃음에서 눈의 세로길이가 인위적 웃음에서보다 더 작았기 때문이었다. Feature 2(입의 가로길이의와 세로길이의 비율)도 차이가 있었는데($t=4.08, df=102, p<.001$), 인위적 웃음에서 더 큰 비율을 보였다. 입의 가로길이의와 세로길이를 두 웃음에서 비교해본 결과, 입의 가로 길이는 큰 차이가 없었지만 세로 길이는 다른 것으로 나타났다. 자발적 웃음이 인위적 웃음보다 입을 더 크게 벌렸다는 것을 의미한다.

Feature 3(코의 세로길이의와 가로길이의 비율)도 두 종류의 웃음에서 차이가 있었는데($t=7.48, df=102, p<.001$), 인위적 웃음이 자발적 웃음보다 비율이 더 컸다. 코의 가로길이의와 세로길이를 각각 분석해본 결과, 코의 가로길이가 더 큰 기여를 한 것으로 나타났다. Feature 4(눈높이의와 눈썹높이의 비율)도 유의한 차이가 있었는데($t=6.00, df=102, p<.001$), 자발적 웃음의 비율이 더 작았다. 주로 눈의 높이가 자발적 웃음보다 인위적 웃음에서 더 컸기 때문이었다. Feature 5(코의 가로길이의와 입의 가로길이 간의 비율)도 유의한 차이가 있었는데($t=5.59, df=102, p<.001$), 자발적 웃음의 비율이 더 컸다. 주로 코의 가로길이가 달랐기 때문이었다. Feature 6(눈 머리의 각도)에서 유의하 차이가 있었는데($t=8.77,$

Table 4. Mean (SD) of feature values for two type of smiles

	Spontaneous smile	Posed smile	t
Feature 1	3.51 (0.92)	2.87 (0.76)	7.40***
Feature 2	2.09 (0.45)	2.35 (0.49)	-4.08***
Feature 3	0.87 (0.08)	0.92 (0.10)	-7.48***
Feature 4	1.15 (0.31)	1.31 (0.37)	-6.00***
Feature 5	0.75 (0.07)	0.72 (0.06)	5.59***
Feature 6	33.24 (6.84)	39.03 (6.71)	-8.77***
Feature 7	1.08 (0.07)	1.07 (0.06)	1.24
Feature 8	1.17 (0.14)	1.15 (0.14)	1.41

*** $p < .001$

$df=102, p < .001$), 자발적 웃음이 인위적 웃음보다 더 작았다. Feature 7(입의 좌우 폭의 비대칭)과 Feature 8(눈의 폭과 높이의 비율의 비대칭)은 두 웃음간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다(각각 $t=1.24, df=102, p > .1; t=1.44, df=102, p > .1$).

두 종류의 웃음 간에 웃음의 강도가 다르므로, 웃음 종류에 따른 특성치의 차이가 웃음의 강도 때문일 수 있다. 이 가능성을 확인하기 위하여 웃음의 강도를 통제 후, 두 웃음 간에 특성치들의 평균이 다른지 검증한 결과, 통제하지 않은 경우와 동일한 결과가 산출되었다. 즉, 본 연구에서 나타난 두 웃음 간의 차이가 웃음의 강도 차이 때문에 나타난 결과는 아니었다.

특성치들 간의 관련성을 살펴보기 위하여 특성치들 간의 상관계수를 산출하였다. 상관계수가 표 5에 제시되어 있다. Feature 1과 Feature 6의 상관은 -.91로 매우

높았다. Feature 6과 Feature 4의 상관도 .66으로 비교적 높았으며, Feature 1과 Feature 4의 상관도 -.65로 비교적 높았다. 특성치 1, 4, 6은 모두 눈의 높이를 반영하는 지수이다. Feature 1과 3($r=-.45$), 3과 4($r=.41$), 3과 5($r=-.42$), 3과 6($r=.50$)도 유의한 상관을 보였다. Feature 3과 5는 코의 폭과 관련이 있는 지수이다. 입의 폭과 높이의 비율(Feature 2)과 비대칭 지수(Feature 7, 8)는 다른 특성치들과의 상관계수가 크지 않았다.

3.3.2. 판별분석결과

단계적 선형판별분석을 이용하여 특정 영상이 자발적 웃음 영상인지 인위적 웃음 영상인지 판단하였다. 방법에서 언급한 바와 같이, 50명에 대한 자발적인 웃음과 인위적인 웃음 영상을 이용하여 단계적 선형판별분석을 수행하였고, 판별함수를 도출하였다. 이 판별함수를 이용하여 나머지 53명에 대한 웃음 영상들을 분류하였다. 8개의 특성치를 독립변인으로 사용한 단계적 판별분석결과, 표 6과 같이 특성치 6번과 특성치 2번만 판별함수에 포함되었다. 이 판별함수를 이용하여 교차타당화 표본에 포함된 53명의 두 가지 웃음을 분류한 결과가 표 7에 제시되어 있다. 단일 영상 판단 결과, 자발적 웃음 영상을 자발적 웃음 영상이라고 옳게 분류한 적중률은 73.6%였으며, 인위적 웃음을 인위적 웃음이라고 옳게 분류한 정기각률은 71.7%였다. 전체적인 정확도는 72.6%였다. 쌍비교 판단을 위하여, 교차타당화 표본의 각 영상들이 자발적 웃음일 확률을 산출한 다음, 동일한 사람의 두 종류 웃음에 대하여 자발적 웃음일 확률이 더 높은 쪽을 자발

Table 5. Correlation coefficients among features

	Feature 1	Feature 2	Feature 3	Feature 4	Feature 5	Feature 6	Feature 7	Feature 8
Feature 1	1.00							
Feature 2	-0.12	1.00						
Feature 3	-0.45***	0.18**	1.00					
Feature 4	-0.65***	0.04	0.41***	1.00				
Feature 5	0.06	-0.22**	-0.42***	-0.13	1.00			
Feature 6	-0.91***	0.15*	0.50***	0.66***	-0.08	1.00		
Feature 7	0.00	-0.06	-0.03	-0.07	0.09	-0.02	1.00	
Feature 8	0.07	-0.02	0.06	-0.09	-0.09	-0.07	0.09	1.00

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Table 6. Fisher's linear discriminant function

	Spontaneous smile	Posed Smile
Feature 6	6.87	7.82
Feature 2	.60	.71
Constant	-17.78	-23.91

적 웃음으로, 확률이 낮은 쪽을 인위적 웃음으로 분류하였다. 쌍비교 판단 결과, 정확판단율은 88.7%였다.

3.4. 사람과 컴퓨터에 의한 분류 간의 비교

사람의 분류 정확도와 컴퓨터에 의한 분류 정확도가 통계적으로 유의하게 다른지 검증하기 위하여, 사람들의 분류 정확도를 표본으로 하고, 컴퓨터의 분류 정확도를 비교 값으로 한, 단일표본 *t* 검증을 수행하였다. 단일 영상 판단에서, 판별분석의 정확도(72.6%)가 사람의 판단정확도(57.8%)보다 통계적으로 유의하게 더 높은 것으로 나타났다($t=13.08, df=19, p<.001$). 쌍비교 판단에 대한 분류정확도도 판별분석(88.7%)이 사람(72.2%)보다 더 높았다($t=7.486, df=19, p<.001$). 특히 단일 영상 판단과 쌍비교 판단 모두에서 20명의 실험참가자 중에 판별분석의 정확도보다 높은 정확도를 보이는 참가자는 한명도 없었다.

4. 논의

본 연구에서는 자발적인 웃음과 인위적인 웃음을 구별하는 일반 사람들의 능력과 분류 알고리즘의 능력을 비교하였다. 이를 위하여, 103명의 사람들로부터 자발적인 웃음영상과 인위적인 웃음영상을 추출하였다. 사람들로 하여금 206장의 웃음영상 중에서 자발적인 웃음 영상이 어떤 것인지 찾도록 하였으며, 단계적 선형판별분석을 이용하여 자발적 영상이 어떤 것인지 판별하였다.

본 연구에서 사용한 103장의 자발적 웃음 영상과 103장의 인위적 웃음 영상은 웃음의 강도에 있어서 서로 다른 것으로 나타났다. 웃음 영상을 선정하는 절차상의 이유로, 자발적 웃음의 강도가 인위적 웃음의 강도보다 더 강하였다. 이 점은 본 연구의 약점이 될 수 있지만, 사람에 의한 분류와 컴퓨터에 의한 분류에 동일한 영상을 사용하였기 때문에, 두 웃음 간의 강도

Table 7. Contingency table for computer's judgement

	Kinds of smiles		Total
	Spontaneous smile	Posed smile	
Spontaneous smile	73.6%	26.4%	100.0%
Posed smile	28.3%	71.7%	100.0%

Accuracy with single pictures: 72.6%
Accuracy with pair comparison: 88.7%

차이가 사람에 의한 분류 정확도와 컴퓨터에 의한 분류 정확도를 비교하는데 큰 장애가 되지는 않을 것으로 여겨진다.

20명의 참가자들이 두 종류의 웃음영상을 분류한 결과, 단일 영상에 대한 분류정확도는 57.8%로 우연수준인 50%을 약간 넘어서는 수준이었다. 자발적 웃음을 자발적 웃음으로 옳게 분류한 비율은 48.6%였으며, 인위적 웃음을 인위적 웃음으로 옳게 분류한 비율은 67.0%였다. 사람들이 자발적 웃음을 찾아내는 능력이 약하다는 것은 선행연구들에서도 나타난 결과였다. 동영상을 사용한 Hess와 Kleck(1994)의 연구에서는 실험참가자들이 자발적 웃음의 약 65%, 인위적 웃음의 약 55%를 정확하게 판별하였다. 역시 동영상을 사용한 Murphy와 Lehrfeld, Isaacowitz(2010)의 연구에서는 젊은 성인의 경우 53~57%, 나이든 성인의 경우 60%의 정확판판율을 보였다.

동영상 또는 사진이 행복해 보이는지를 질문한 연구에서도 자발적 웃음과 인위적 웃음 간에 차이가 크지 않았다. Miles와 Johnston(2007)은 동영상과 사진에 대해 행복해 보이는지를 평가하도록 한 결과, 동영상과 사진 각각에서 자발적 웃음은 78%와 98%가 행복해보이고 인위적 웃음은 71%와 89%가 행복해 보인다고 응답하였다. 사진만을 사용한 McLellan과 Johnston, Dalrymple-Alford, Porter(2010)에서도 자발적 웃음은 99%가, 인위적 웃음은 96%가 행복해 보인다고 응답하였다. 그러나 앞의 두 연구에서 행복이 느껴지는지를 질문했을 때, 자발적 웃음에서 행복이 느껴지는 비율은 72~95%였지만, 인위적 웃음에서 행복이 느껴지는 비율은 34~55%로 감소함을 보이기도 하였다.

본 연구의 결과와 선행연구 결과들을 종합하면, 자발적 웃음과 인위적 웃음을 구별하는 사람들의 능력은 높지 않은 것으로 보인다. Ekman 등(1990)이 언급

한 바와 같이, 두 웃음의 결정적 차이는 안륜근의 움직임에 있다. 사람들이 두 웃음을 구별하는 능력이 낮은 이유는 안륜근에 주의를 주지 않기 때문일 것이다. Mai 등(2011)의 연구에서 정서를 판단할 때 얼굴의 어느 부위를 중요하게 보았는지를 질문한 결과 눈이 중요하다고 응답한 비율은 약 44%에 불과하였다. 본 연구에서는 약 70%의 사람들이 눈을 고려했다고 응답하였지만, 대부분은 입도 함께 고려했다고 응답하였다. Hess와 Kleck(1994)이 분석한 바와 같이 평가자들은 두 웃음을 구별하는데 부정확한 기준들을 사용하고 있기 때문에, 정확판단율이 낮아졌을 것이다.

Gosselin과 Perron, Legault, Campanella(2002)은 안륜근의 움직임을 조작한 실험을 수행하였다. 배우가 표정을 지은 대칭적인 Duchenne 웃음과 비대칭적인 Duchenne 웃음, 비 Duchenne 웃음을 동영상으로 촬영하여 사람들에게 보여준 후, 행복해 보이는지 질문하였다. 6-7세 아이들은 세 종류의 웃음에 대해 모두 45% 내외로 행복해 보인다고 응답하였으며, 성인들은 비 Duchenne 웃음은 31%, Duchenne 웃음은 53%와 57%로 약간의 차이를 보였을 뿐이며, 정확판단율이 크게 증가하지는 못하였다. 행복한 얼굴을 판단하는데 눈의 역할을 검증한 Leppanen과 Hietanen(2007)의 연구에서도 눈은 크게 중요하지 않았다는 결론을 얻었다. 이러한 결과들은 사람들이 웃음의 진실 여부를 판단할 때, 눈을 크게 고려하지 않는다는 점을 보여준다.

실험참가자들이 쌍비교 판단을 수행하였을 때에는 정확판단율이 72.2%로 증가하였다. 그 이유는 동일한 사람의 두 웃음 영상을 나란히 놓고 비교해봄으로써, 안륜근의 차이를 발견하기가 쉬웠을 것이라 생각된다.

영상의 특성치들을 이용한 판별분석결과, 단일영상에 대한 정확판단율은 72.6%로 사람들의 정확판단율보다 높았다. 이 정확도는 정지영상을 사용한 거의 유일한 연구인 Zhang 등(2011)의 정확도 65.6~80.5%와 유사한 수준이었다. 판별에 중요한 기여를 한 특성치는 Feature 6과 Feature 2였다. Feature 6은 안륜근의 수축을 반영한 특성치로 눈이 얼마나 가늘어졌는지를 수치화한 것이다. Feature 6만을 사용한 판별결과, 정확도는 69.8%로 두 개의 특성치를 사용한 결과와 큰 차이가 없었다. Dibeklioglu 등(2010)은 20개의 동영상에 대한 분석을 수행하여 눈이 가늘어진 정도가 중요하다고 결론을 내렸었는데, 본 연구에서는 비교적 많은 수의 영상을 이용하여 Feature 6이 중요함을 입증하였다.

Feature 2만을 사용한 판별결과, 정확도는 63.2%였다. Feature 2는 입의 가로길기와 세로길기의 비율로, 입을 크게 벌릴수록 입의 가로길기와 세로길기의 비율이 작아진다. 자발적인 웃음에서 이 비율이 더 작게 나타났다. 즉, 자발적인 웃음에서 입을 더 벌렸다는 것을 의미한다. 웃음에서 입을 벌린 정도는 긍정적 정서의 증가와 관련이 있다(Ambadar, Cohn, & Reed, 2009; Messinger, Fogen, & Dickson, 2001; Otta, Abrosio, & Hoshino, 1996). 자발적인 웃음은 긍정정서로부터 직접 표현된 것이므로, 인위적인 웃음보다 입을 더 벌린 것으로 생각된다.

Feature 1과 3, 4, 5도 두 웃음간에 유의한 차이가 있었지만, 단계적 판별분석에서는 제외되었다. 그 이유는 이 Feature 1, 3, 4가 Feature 6과 상관이 높고, Feature 5가 Feature 3과 상관이 높았기 때문이었다. Feature 1, 4, 6은 눈의 세로 길기와 관련이 있고, Feature 3, 5는 코의 가로 길기와 관련이 있다. 자발적 웃음에서 눈이 가늘어지는 것과 동시에 코의 폭이 넓어졌다는 것을 의미한다.

이상의 결과를 종합하면, 자발적인 웃음과 인위적인 웃음을 구별할 때, 특성치를 이용한 판별분석이 사람의 판단보다 더 정확하였다. 이 차이는 눈에 대한 정보를 얼마나 잘 이용하는가에 있는 것으로 보인다. 판별분석은 눈 모양을 매우 중요한 요소로 사용한 반면, 사람들은 눈의 정보를 잘 사용하지 않는 것으로 보인다. 따라서 표정에 관한 교육을 받지 않은 일반적인 사람들이 자발적인 웃음과 인위적인 웃음을 구별하고자 할 때에는 판별분석 알고리즘이 도움이 될 것이다. 이러한 기법들은 거짓말 탐지 방법과 같은 분야에 적용될 수 있을 것이다.

본 연구는 두 가지 중요한 제한점을 가진다. 가장 큰 제한점은 웃음 동영상에 아닌 웃음이 가장 강할 때의 정지 영상을 연구에 이용하였다는 점이다. 본 연구에서는 자극 자료의 제한으로 인하여 정지영상을 사용할 수밖에 없었다. 선행연구들 중 많은 수는 동영상을 이용하였으며, 시간의 경과에 따른 변화가 두 웃음의 중요한 차이라는 것을 밝혀왔다. 이 때문에 두 종류의 웃음 간의 차이가 동영상에서 더 뚜렷하게 나타날 것이다(Murphy et al., 2010). 실제로 동영상의 얼굴 특성치들을 사용하여 두 종류의 웃음을 구별한 연구들에서는 72% ~ 94%의 분류정확도를 보이고 있다(Cohn & Schmidt, 2004; Dibeklioglu, Salah, & Gevers, 2012; Valster, Gunes, & Pantic, 2007). 그러나, 선행연

구들에 비추어 보면, 동영상을 이용하여도 사람보다는 특성치를 이용한 분류알고리즘의 정확도가 높을 것으로 예상된다.

다른 한 가지 제한점은 본 연구에서 웃음 영상을 추출하고 평가할 때, 소수의 대학생을 단기간 교육시켜서 활용하였다는 점이다. 이들의 판단이 FACS 전문가들의 판단보다 덜 정확할 것이므로, 자발적 웃음 영상에 다소간의 오류가 포함되어 있을 가능성이 있다.

REFERENCES

- Ambadar, Z., Cohn, J. F., & Reed, L. I. (2009). All smiles are not created equal: Morphology and timing of smiles perceived as amused, polite, and embarrassed/nervous, *Journal of Nonverbal Behavior*, 33, 17-34.
- Antonini, G., Sorci, M., Bierlaire, M., & Thiran, J. (2006). Discrete Choice Models for Static Facial Expression Recognition, *Lecture Notes in Computer Science*, 710-721.
- Baron-Cohen, S., Golan, O., Wheelwright, S., & Hill, J. (2003). *Mind reading emotions library*. London: Jessica-Kingsley Publishers (www.jkp.com/mindreading).
- Cohn, J., & Schmidt, K. L. (2004). The timing of facial motion in posed and spontaneous smiles, *International Journal of Wavelets, Multiresolution, and Information Processing*, 2, 1-12.
- Dibeklioglu, H., Valenti, R., Salah, A. A. & Gevers, T. (2010). Eyes do not lie: Spontaneous versus posed smiles, Pater presented in the Proceedings of the *International Conference on Multimedia*, 703-706.
- Dibeklioglu, H., Salah, A. A. & Gevers, T. (2012). Are you really smiling at me? Spontaneous versus posed enjoyment smiles. *Computer Vision Lecture Notes in Computer Science*, 7574, 525-538.
- Ekman, P. Hager, J. C., & Friesen, W. V. (1981). The symmetry of emotional and deliberate facial actions, *Psychophysiology*, 18, 101-106.
- Ekman, P., Davidson, R. J., & Friesen, W. V., (1990). The Duchenne smile: Emotional expression and brain physiology II, *Journal of Personality and Social Psychology*, 58, 342-353.
- Gosselin, P, Perron, M., Legault, M., & Campanella, P. (2002). Children's and adults' knowledge of the distinction between enjoyment and nonenjoyment smiles, *Journal of Nonverbal Behavior*, 26, 83-108.
- Hager, J. C. & Ekman, P. (1985). The asymmetry of facial actions is inconsistent with models of hemispheric specialization, *Psychophysiology*, 22, 307-318.
- Hess, U. & Kleck, R. (1990). Differentiating emotion elicited and deliberate emotional facial expressions, *European Journal of Social Psychology*, 20, 369-385.
- Hess, U. & Kleck, R. (1994). The cues decoders use in attempting to differentiate emotion-elicited and posed facial expression, *European Journal of Social Psychology*, 24, 367-381.
- Ilbeygi, M., & Shah-Hosseini, H. (2012). A novel fuzzy facial expression recognition system based on facial feature extraction from face images, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 25, 130-146.
- Kanade, T., Cohn, J., & Tian, Y. (2000) Comprehensive database for facial expression analysis, In *Proceedings of International Conference on Face and Gesture Recognition*, 46-53.
- Langner, O., Dotsch, R., Bijlstra, G., & Wigboldus, D. H. J. (2010). Presentation and validation of the Radboud Faces Database, *Cognition and Emotion*, 24, 1377-1388.
- Leppanen, J. M., & Hietanen, J. K. (2007). Is there more in a happy face than just a big smile? *Visual Cognition*, 15, 468-490.
- Lin, D. T., & Pan, D. C. (2009). Integrating a mixed-feature model and multiclass support vector machine for facial expression recognition, *Integrated Computer-Aided Engineering*, 16, 61-74.
- Mai, X., Ge, Y., Tao, L., Tang, H., Liu, C., & Luo, Y. J. (2011). Eyes are windows to the Chinese soul: Evidence from the detection of real and fake smiles, *Plos One*, 6.
- McLellan, T., Johnston, L., Dalrymple-Alford, J., & Porter, R. (2010). Sensitivity to genuine versus posed emotion specified in facial displays, *Cognition and Emotion*, 24, 1277-1292.

- Messinger, D. S., Fogel, A., & Dickson, K. L. (2001). All smiles are positive, but some smiles are more positive than others, *Developmental Psychology*, 37, 642-653.
- Mill, L., & Johnston, L. (2007). Detecting happiness: Perceiver sensitivity to Enjoyment and Non-Enjoyment Smiles, *Journal of Nonverbal Behavior*, 31, 259-275.
- Murphy, N. A., Lehrfeld, J. M., & Isaacowitz, D. M. (2010). Recognition of posed and spontaneous dynamic smiles in younger and older adults, *Psychology and Aging*, 25, 811-821.
- O'Toole, A. J., Harms, J., Snow, S. L., Hurst, D. R., Pappas, M. R., Ayyad, J. H., & Abdi, J. (2005). A video database of moving faces and people, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 27, 812-816.
- Otta, E., Abrosio, F. F., Hoshino, R. L. (1996). Reading a smiling face: Messages conveyed by various forms of smiling, *Perceptual and Motor Skills*, 82, 1111-1121.
- Rinn, W. E. (1984). The neuropsychology of facial expression: A review of the neurological and psychological mechanisms for producing facial expressions, *Psychological Bulletin*, 95, 52-77.
- Schmidt, K., Ambadar, Z., Cohn, J., & Reed, L. (2006). Movement differences between deliberate and spontaneous facial expressions: Zygomaticus major action in smiling, *Journal of Nonverbal Behavior*, 30(1), 37-52.
- Schmidt, K. L., Bhattacharya, S., & Denlinger, R. (2009). Comparison of deliberate and spontaneous facial movement in smiles and eyebrow raises, *Journal of Nonverbal Behaviour*, 33, 35-45.
- Skinner, M., & Mullen, B. (1991). Facial asymmetry in emotional expression: A meta-analysis of research, *British Journal of Social Psychology*, 30, 113-124.
- Tottenham, N., Borscheid, A., Ellertsen, K., Marcus, D., & Nelson, C. (2002). Categorization of facial expressions in children and adults: establishing a larger stimulus, *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14, S74.
- Tottenham, N., Tanake, J. W., Leon, A. C., McCarry, T., Nurse, M., Hare, T. A., Marcus, D. J., Westerlund, A., Casey, B. J., & Nelsen, C. (2009). The NimStim set of facial expressions: Judgments from untrained research participants, *Psychiatry Research*, 168, 242-249.
- Valster, M. F., Gunes, H., & Pantic, M. (2007). How to distinguish posed from spontaneous smiles using geometric features, Paper presented in the Proceedings of the *ACM International Conference On Multimodal Interfaces*, 38-45.
- Zeng, Z., Pantic, M., Roisman, G. I., & Huang, T. S. (2009). A survey of affect recognition methods: Audio, visual, and spontaneous expressions, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 31, 39-58.
- Zhang, L., Tjondronegoro, D. W., & Chandran, V. (2011). Geometry vs appearance for discriminating between posed and spontaneous emotions, *Neural Information Processing: Lecture Notes in Computer Science*, 7064, 431-440.

원고접수: 2013.03.04

수정접수: 2013.03.22

게재확정: 2013.03.28