

기하학적인 특징 추출을 이용한 얼굴 표정인식

신영숙 이일병
연세대학교 인지과학과

Recognition of Facial Expressions using Geometrical Features

Youngsuk Shin Yillbyung Lee
Dept. of Cognitive Science, Yonsei University

요 약

본 연구는 기하학적인 특징 추출을 기반으로 얼굴 영상에서 얼굴표정을 인식하는 방법을 제시한다. 얼굴표정은 3가지 그룹으로 제한한다(무표정, 기쁨, 놀람). 표정에 관련된 기본 특징들을 추출하기 위하여 얼굴표정영상에서 눈높이, 눈폭, 입높이, 입폭을 추출하여 데이터를 분석한다. 분석결과로 눈높이, 입폭, 입높이가 표정을 분별하는 주요 특징으로 추출되었다.

각 표정별 눈높이, 입폭, 입높이의 평균과 표준편차를 구하여 표정별 표준 템플릿을 작성하였다. 표정인식 방법은 최소 근접 분류기(nearest neighbor classifier)를 사용하였다. 새로운 얼굴표정 영상과 표준 템플릿간의 유클리드 거리를 계산하여 새로운 표정에 대하여 83% 인식률을 얻었다.

1. 서 론

얼굴표정을 인식할 수 있는 기술이 여러 분야에서 연구되었다[1,2,3,4,5]. 만약 기계가 인간의 표정으로부터 그들의 상황을 이해할 수 있다면 감지된 상황에 따라 능동적으로 인간을 도울수 있게 될 것이다. 이것은 인간과 기계가 마음에서 마음으로 통신을 실현하는 인터페이스를 제공한다.

인간은 얼굴표정을 인식할 수 있는 뛰어난 능력을 갖는다. 심리학 분야에서 얼굴 분석과 인식은 수십년간 연구되었다[1, 2]. 본 연구에서는 기하학적인 특징이 얼굴표정 인식에 작용하는 방법을 조사한다. Ekman의 연구에 따르면 표정은 놀람, 공포, 화냄, 혐오, 슬픔, 기쁨의 6가지로 범주화된다. 이 연구에서는 초기단계로 무표정, 기쁨, 놀람을 대상으로 한다. 표정인식을 위한 연구들로는 신경망[3], 유전자알고리즘[4], 템플릿 매칭[5]

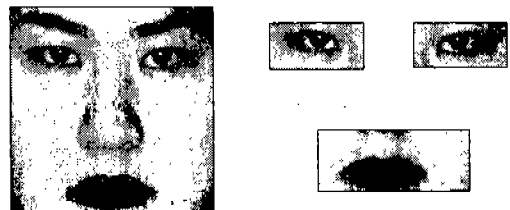
을 이용한 많은 연구들이 수행되고 있다. 이들 대부분의 연구는 인식에 사용된 얼굴 특징 벡터에 의해 성능이 결정된다. 따라서 얼굴표정과 관련된 신빙성 있는 기본 특징들을 추출하는 것은 얼굴표정인식을 수행하는 데 중요한 역할을 한다.

본 연구에서는 표정과 관련된 기본 특징들을 추출하기 위하여 인의로 얼굴표정 데이터를 수집하고, 각각의 수집된 표정 데이터 분석 결과를 기반으로 표정의 특징정보로서 눈높이, 입폭, 입높이를 생성하였다. 이 특징정보는 최소 근접 분류기를 이용하여 표정인식을 수행한다. 이 연구에서 기하학적인 특징 정보를 이용한 표정인식이 인간의 표정인식과 유사함을 확인할 수 있었다.

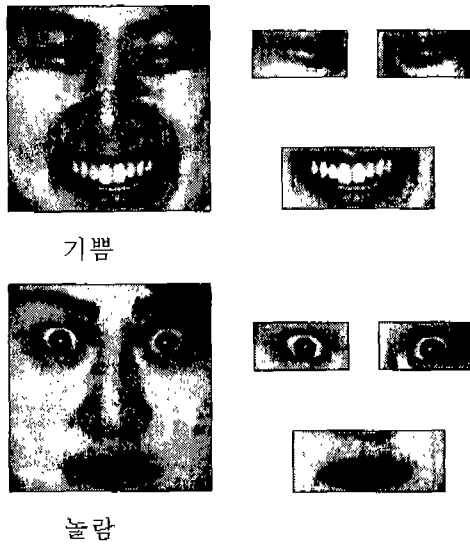
다음 2장에서는 실험에 사용된 얼굴 데이터에 대하여 살펴보고, 3장에서는 특징 추출방법과 인식 결과를 소개하고 4장에서 결론을 내린다.

2. 얼굴 데이터

특징 추출을 위해 사용되는 얼굴 데이터는 15명 각각의 3가지 표정을 나타내는 45개의 표정데이터로 구성되며 인식을 위해서는 특징 추출에 사용되지 않은 4사람 각각 3가지 표정인 12가지 표정데이터로 구성된다. 디지털 카메라를 사용하여 정규화된 128 × 128 해상도를 갖는 정면 영상을 수집한다. 수집된 영상에서 각 표정별 눈은 63×45, 입은 96 × 39 로 자른다[그림1].



무표정



[그림 1]

얼굴표정 그룹은 무표정, 기쁨, 놀람 3가지로 임의적으로 범주화하였다.

3. 기하학적인 특징 기반 인식

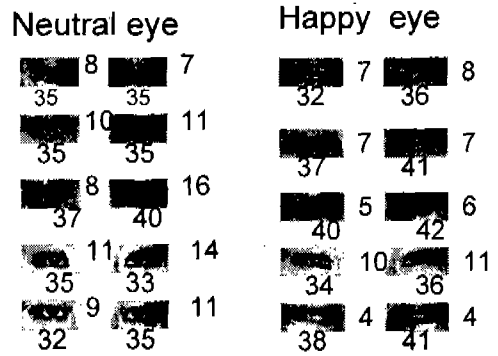
기하학적인 특징 추출은 얼굴 영상이 조명에 의해 영향을 받는 것을 해소할 수 있다. 따라서 상세하게 보이지 않는 낮은 해상도에서도 표정인식이 가능하다는 사실은 기하학적인 특징이 표정인식을 위한 특징으로서 의미가 있음을 알 수 있다.

3.1 특징 추출

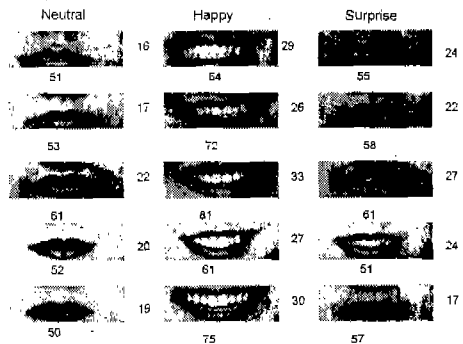
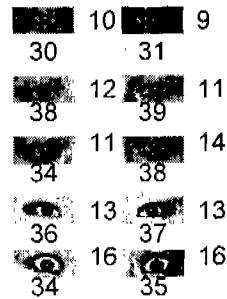
표정 데이터에서 눈과 입의 위치와 크기로 표현되는 수치데이터 벡터는 기하학적인 특징을 의미한다. 이러한 특징점의 정보는 얼굴표정을 인식하는 얼굴 표정 정보로 추출될 수 있다. 표정에 관련된 기본 특징들을 추출하기 위하여 입의의 얼굴표정 데이터에서, 눈, 입의 얼굴특징점의 위치 데이터를 가공하여 기하학적인 특징들인 눈폭, 눈높이, 입폭, 입높이를 추출하여 데이터를 분석하였다. 사용된 위치데이터는 12개 이다. 얼굴특징점의 위치데이터는 눈, 입의 폭과 높이를 이루는 영상의 한 화소 위치를 나타낸다[그림2]. 얼굴표정 영상을 $I(x,y)$ 라고 가정하면 [그림2]에서 각각의 표정별로 가로에 나타나는 숫자(W)는 눈과 입 각각의 끝점을 이루는 화소들의 x값들의 차이를 나타내고 세로로 보이는 숫자(H)는 눈과 입의 y값들의 차이를 나타낸다.

$$W = X_{i+1} - X_i \quad (1)$$

$$H = Y_{i+1} - Y_i \quad (2)$$



Surprise eye



[그림2]

실험에 사용된 15명 각각의 무표정한 데이터의 눈폭, 눈높이, 입폭, 입높이를 기반으로 각각의 웃는표정과 놀람표정의 눈폭, 눈높이, 입폭, 입높이의 차이를 측정하였다. 분석결과 눈높이와 입폭, 입높이가 표정을 분별하는 큰 특징값을 보였다. 따라서 이 3가지 데이터를 얼굴표정을 분류하는 주요 특징으로 추출하였다[그림 3].

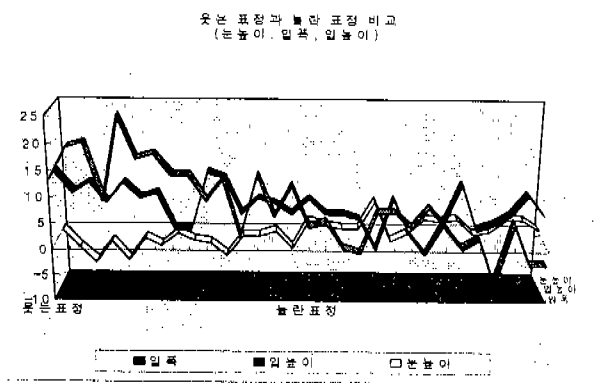
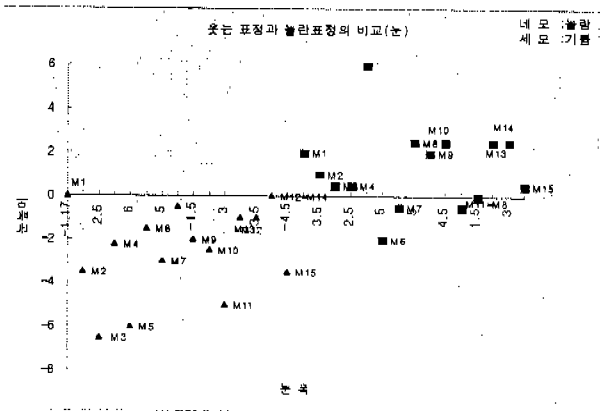
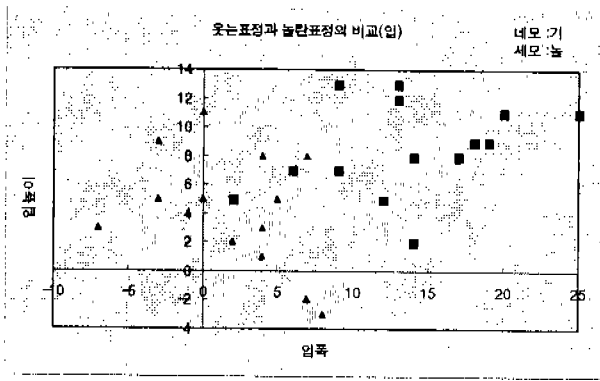
$$X_{i,width} = N_{i,width} - E_{i,i}$$

$$X_{i,height} = N_{i,height} - E_{i,h}$$

i: 실험데이터

X: 눈, 입 N: 중립표정

E: 표정(기쁨,놀람)



[그림 3]

3.2 표정 인식

15명 각각의 3가지 표정별 특징(눈높이, 입폭, 입높이)을 이용하여 표정별 표준 템플릿을 작성하였다. 인식 방법은 입력 범주를 가장 작은 값을 갖는 템플릿의 범주로 판단하는 최소 근접 분류기를 사용하였다. 사용된 템플릿은 Smith[5]가 제안한 방법과 유사하다.

$$\sigma_{x,y} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_{x,i} - \mu_x)^2} \quad (3)$$

$$\sigma_y^2 = \sum_{x=1,3} (\mu_{x,y} - f_y)^2 / \sigma_{x,y}^2 \quad (4)$$

(3)에서 μ_x 는 y번째 표정별 템플릿에서 x번째 특징(눈높이, 입폭, 입높이)의 평균을 나타내며 $\sigma_{x,y}$ 는 표준편차를 나타낸다. f는 입력 얼굴표정의 특징들을 나타낸다. 각각의 표정별 Q_y^2 를 구하여 최단거리를 갖는 표정 템플릿을 입력 얼굴표정의 표정으로 결정한다.

3.3 인식 성능

테스트에 사용된 데이터는 4사람의 각각의 무표정, 웃는 표정, 놀란 표정으로 12개의 표정데이터가 사용되었다. 12개의 표정데이터들은 각각의 표정에 대한 표준 템플릿에 의하여 인식되었다. 인식결과 10개의 데이터가 올바르게 인식되었으며, 나머지 2개의 데이터는 오인식으로 나타났다. 인식률은 83%(10/12)이다[표1]. 이 테스트에서는 모든 사람의 개별적인 템플릿을 사용하지 않고 테스트 데이터가 포함되지 않은 15명에 의해 생성된 3가지 표정에 대한 표준 템플릿에 의해 인식된 결과이다.

		결정		
		무표정	기쁨	놀람
입력범주	무표정	3	1	0
	기쁨	0	4	0
	놀람	0	1	3

[표1]

4. 결론

기하학적 기반을 사용하여 표정인식을 수행하는 기본 특징을 추출할 수 있었으며, 이 특징값을 이용하여 표정별 표준 템플릿을 만들어 새로운 표정 영상에 대하여 83%의 인식률을 얻었다. 이 결과로부터 제한적인 표정(무표정, 기쁨, 놀람)에서 기하학적인 특징들이 인간이 표정을 인식하는 것과 유사하게 행위함을 알 수 있었다. 앞으로 해결되어야 할 문제로서 다양한 표정을 대상으로 한 자동화된 표정인식이 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] P. Ekman and W. Friesen. "Facial Action Coding System". Consulting Psychologists, Palo Alto, CA, 1977.
- [2] M. Bartlett, P. Viola, T. Sejowski, J. Larsen, J. Hager, and P. Ekman,

"Classifying facial action". In Advances in Neural Information Processing Systems 8, Cambridge, MA, 1996. MIT Press.

- [3] H.Kobayashi and F.Hara, "Recognition of six basic facial expressions and their strength by neural network", Proc. of IEEE International Workshop on Robot and Human Communication, pp.381-386(1992).
- [4] J.Ohya and F. Kishno, "Detection facial expressions from face images using a genetic algorithm" , Proc of ICPR, pp.649-653(1996).
- [5] H.Sako and A.V.W.Smith, " Real-Time Facial Expression Recognition Based on Features' Positions and Dimentions", Proc. ICPR pp. 643-648, 1996.
- [6] H.sako, A.Smith, M. Whitehouse and A. Sutherland, "Real-Time Facial Feature Tracking Based on Matching Techniques and its Applications", Proc. of 12th ICPR, pp.320-324(1994).