논문
8-3-6

표정 분석 프레임워크
(Facial Expression Analysis Framework)

지은미(Eun Mi Ji)[1)]

요약

사람들은 의식적이든 무의식적이든 표정을 통해 감정을 표현하며 살아간다. 이러한 표정을 인식하려는 시도가 몇 몇 심리학자에 의해 시작되어 과거 10여년동안 컴퓨터 과학자들에게도 관심분야가 되었다. 표정인식은 인간과 컴퓨터의 인터페이스를 기반으로 하는 여러 분야에 응용할 수 있는 미래가치가 높은 분야이다. 그러나 많은 연구에도 불구하고 조명변화, 해상도, 고차원의 정보 처리 등의 어려움으로 실용화된 시스템을 찾아보기 힘들다. 본 논문에서는 표정 분석을 위한 기본 프레임워크를 기술하고 각 단계의 필요성과 국외의 연구동향을 기술하였으며 국내의 표정에 관한 연구사례를 분석하였다. 이를 통해 국내에서 표정분석에 기여하고자 하는 연구자들에게 도움이 되기를 기대한다.

Abstract

Human being represents his emotion through facial expression on purpose or unconsciously. Several psychologists started the research for analysis of facial expression, and over the last decade, many computer scientists were also interested in it. Facial expression recognition is a future-valuable research that can be applicable in many kinds of field based on man-computer interface. However, in spite of lots of study, it is hard to find any practical systems because of a variety of illumination and scale of face, and high dimensional information to be processed. In this paper, I tried to describe a generic framework for facial expression analysis, the need of each level, and international research tendency. Also, I analyzed the case study of facial expression in Korea. I expect it to be helpful for the scientists willing to make contribution on facial expression.

논문 접수 : 2007. 5. 15.
심사 완료 : 2007. 5. 30.

1) 정회원 : 혜천대학

1. 서 론

사람들은 의식적이든 무의식적이든 자신의 감정을 얼굴에 표출하며 살아간다. 이렇게 얼굴에 나타난 표정을 인식하여 삶의 질을 개선하고 서비스 만족도를 높이고자 하는 노력이 여러 분야에서 진행되고 있으며 영상 이해, 비디오 인덱싱, 가상현실, 로보틱스, 심리학적 연구 등 표정분석을 이용한 다양한 응용분야가 있다.

이에 따라 표정인식에 관해 수십년 전부터 많은 연구가 수행되어져 왔으나, 조명이나 해상도 및 기타 여러 가지 어려움으로 실용화되어 사용되고 있는 시스템은 찾아보기 힘들다. 그러므로 본 연구에서는 이제까지 연구된 여러 표정인식에 관한 연구들을 조사해서, 현재 기술이 어디까지 개발되어져 있고, 어떠한 어려움이 남아 있으며, 향 후 어떻게 발달 될 것인지에 대해 국내외의 논문의 분석을 통해 제시하고자 한다.

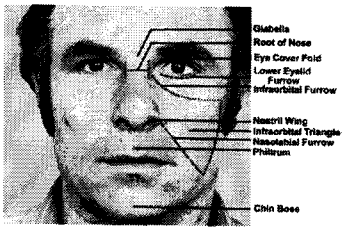
표정인식에 대한 연구를 시작할 때, 기본적으로 먼저 정의해야 할 것은 사람이 표정을 통해 인식하고자 하는 감정에 관한 정의가 필요하다. 1971년 심리학자인 Ekman 과 Friesen은 사람이 표출하는 6가지 기본 감정을 기쁨(happiness), 슬픔(sadness), 공포(fear), 혐오(disgust), 놀람(surprise), 화남(anger)으로 심리학적인 측면에서 가정하고 이 기본 감정은 인종과 문화에 관계없이 모든 사람이 소유하고 있는 감정으로 정의하였다[1]. 이러한 감정에 관한 분류는 향후 표정인식을 위해 진행된 모든 연구에서 유사하게 정의되어 사용되고 있으며, 경우에 따라 혐오를 제외한 5개의 표정만을 인식하는 논문도 있다. <표 1>은 Ekman[2]이 분석한 각 표정에 대한 얼굴의 움직임을 나타낸다.

<표 1>에서 정의한 표정을 분석해 보면 각각의 표정들은 다양한 얼굴의 움직임의 조합으로 구성되어 있음을 알 수 있다. 표정인식은 기본적으로 이러한 움직임의 변화를 측정해서 이를 표정으로 분류하는 것이다.

또한 Ekman[3]은 (그림 1)에서와 같이 표정을 나타내기 위해 해부학적으로 정의한 얼굴 구성요소의 명칭을 FACS(Facial Action Coding System)로 정의하였으며, 얼굴 근육의 수축과 관련하여 정의한 46개의 AU(Action Unit) 및, 이들 AU의 조합을 이용하여 표정을 분석할 수 있음을 (그림 2)에서와 같이 보였다.

<표 26> 표정에 따른 얼굴의 움직임

표정	얼굴의 움직임
기쁨	- 입술의 양끝 상승 - 입이 열리면서 치아가 표시 - 코에서부터 입 양 옆으로 주름 - 뺨 상승 - 아래 눈꺼풀에 주름, 약간 상승
슬픔	- 눈썹의 안쪽 끝이 상승 - 눈썹의 안쪽 끝이 상승, 눈썹 밑 안쪽 눈두덩에 삼각지역 - 위 입술이 상승 - 입술의 양끝이 하강, 떨림현상
놀람	- 눈썹이 구부러지고 높이 상승 - 눈썹 밑 피부가 늘어짐 - 이마에 가로 방향의 주름 - 눈꺼풀이 열리고 흰자위가 많이 표시 - 턱 하강, 입이 열림
화남	- 눈썹이 내려가면서 일그러짐 - 미간에 세로방향의 주름 - 아래 입술이 팽창되고 상승 - 윗입술이 팽창되고, 하강현상 - 눈은 굳게 응시하고, 부풀어 오름 - 입술은 굳게 다물어져서 입의 양끝으로 늘어나거나, 아래로 내려가거나 혹은 열림현상 - 코 구멍이 팽창



(그림 1) 얼굴의 해부학적 명칭

AU Number	FACS Name	Muscular Basis
1	Inner Brow Raiser	Frontalis, Pars Medialis
2	Outer Brow Raiser	Frontalis, Pars Lateralis
4	Brow Lowerer	Depressor Glabellae; Depressor Supercilii; Corrugator
5	Upper Lid Raiser	Levator Palpebrae Superioris
6	Cheek Raiser	Orbicularis Oculi, Pars Orbitalis
7	Lid Tightener	Orbicularis Oculi, Pars Palebralis
8	Lips Toward Each Other	Orbicularis Oris
9	Nose Wrinkler	Levator Labii Superioris, Alaeque Nasi
10	Upper Lip Raiser	Levator Labii Superioris; Caput Infraorbitalis
11	Nasolabial Furrow Deepener	Zygomatic Minor
12	Lip Corner Puller	Zygomatic Major
13	Cheek Puffer	Canine
14	Dimpler	Buccinnator
15	Lip Corner Depressor	Triangularis
16	Lower Lip Depressor	Depressor Labii
17	Chin Raiser	Mentalis
18	Lip Puckerer	Incisivii Labii Superioris; Incisivii Labii Inferioris
20	Lip Stretcher	Risorius
22	Lip Funneler	Orbicularis Oris
23	Lip Tightener	Orbicularis Oris
24	Lip Pressor	Orbicularis Oris
25	Lips Part	Depressor Labii, or Relaxation of Mentalis or Orbicularis Oris
26	Jaw Drop	Masetter; Temporal and Internal Pterygoid Relaxed
27	Mouth Stretch	Pterygoids, Digastric
28	Lip Suck	Orbicularis Oris
36	Nostril Dilator	Nasalis, Pars Alaris
39	Nostril Compressor	Nasalis, Pars Transversa and Depressor Septi Nasi
41	Lid Droop	Relaxation of Levator Palpebrae Superioris
42	Slit	Orbicularis Oculi
43	Eyes Closed	Relaxation of Levator Palpebrae Superioris
44	Squint	Orbicularis Oculi, Pars Palpebralis
45	Blink	Relaxation of Levator Palpebrae and Contraction of Orbicularis Oculi, Pars Palpebralis
46	Wink	Orbicularis Oculi

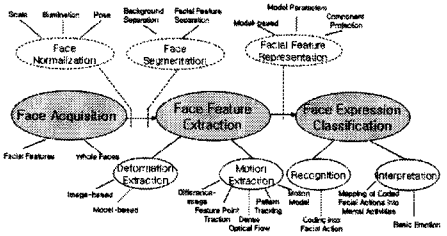
(그림 2) 46개의 Action Unit

(그림 1)과 (그림 2)를 연결해서 분석해 보면, AU는 12개의 upper face, 18개의 lower face, 그리고 이들의 조합으로 이루어진 Additive Combination과 Non-additive Combination으로 구성됨을 알 수 있다. 이에 따라, 이들 AU에 대한 정보와 AU가 조합을 이루는 방법을 학습하면 주어진 표정을 근사적으로 분석 할 수 있으나, 이들 AU가 정량적인 수치를 제공하는 것이 아니기 때문에, AU를 가지고 모든 표정을 설명할 수 있는 것은 아니다. 또한 lower face의 경우에는 upper face 와 비교할 때 움직임이 복잡하고 표정에 따라 다양한 움직임이 발생하기 때문에 이를 이용한 표정 분석에 어려움이 있다.

표정에 대한 심리학자들의 연구가 진행된 이후, 1991년 Mase 와 Pentland 의 자동 얼굴 표정 분석에 관한 연구[4]의 성과를 시작으로 얼굴 표정을 인식하여 여러 가지 응용 분야에 적용하고자 하는 연구에 박차를 가하게 되었다. 본 논제의 2장은 표정 분석의 기본 프레임워크와 기존의 연구동향, 3장은 국내에 발표된 표정 분석 및 인식 방법의 기술, 4장은 결론을 각각 기술한다.

2. 표정 분석의 기본 프레임워크

각 개인이 가지는 표정은 앞서 설명한 바와 같이 Ekman의 6개의 표정으로 분류될 수 있으나, 성별, 인종, 나이, 장식품, 안경의 유무 및 자세나 빛의 변화에 따라 다르게 보일 수 있기 때문에 얼굴 영상으로부터 자동으로 표정을 분석하는 작업은 매우 복잡한 단계를 거치게 된다.



[그림 43] 표정분석을 위한 기본 프레임워크

(그림 3)은 이러한 단계를 크게 얼굴 획득, 특징 추출, 표정 분류의 대분류 3단계로 나누고 각 단계상에 놓이는 소분류 단계를 설명한다.[5]

2. 1 얼굴 획득

배경이 복잡한 일련의 영상으로부터 배경과 얼굴을 분리하는 얼굴 분리(Face Segmentation), 얼굴의 위치를 찾아내는 얼굴

검출(Face Detection)[6][7]과 얼굴 추적(Face Tracking), 검출된 얼굴의 크기와 포즈의 영향을 최소화 하기위한 얼굴 정규화(Face Normalization) 등의 작업은 표정 분석에서 가장 중요한 작업 중 하나이다. 얼굴 검출 및 정규화 과정이 중요한 이유는 이렇게 검출된 얼굴로부터 표정변화에 영향을 미치는 얼굴 특징(facial features)을 추출하기 때문이다. 얼굴 정규화를 위한 연구에는 포즈변화에 따라 얼굴의 특정 영역이 보이지 않는 경우 눈에 보이는 특징을 참조하여 정규화[8] 하거나 얼굴 크기의 정규화를 위해 몇 개의 해상도를 이용하여 영상을 스캐닝[9] 하고 빛의 영향을 줄이기 위한 필터의 개발[10] 등이 있다.

2.2 특징 추출(Feature Extraction)

표정은 얼굴 근육이 수축되면서 눈썹, 눈꺼풀, 코, 입술, 피부의 텍스쳐, 주름 등의 얼굴 특징이 일시적으로 변형되는 것을 의미한다. 이렇게 변형된 특징의 기하학적 변형의 정도나 특정 영역 내에 나타나는 주름의 정도에 따른 강도(intensity)와 변형 위치(location)를 측정한 후, 기본 얼굴을 참조하여 표정의 강도를 결정할 수 있다. 얼굴의 특징은 표정 변화에 따라 일시적으로 생기는 주름이나 팽창된 부분을 의미하는 일시적 특징(transient features)과 표정과 관계없이 늘 존재하는 눈, 눈썹, 입술, 피부 조직 텍스쳐, 머리카락 등의 영구적 특징(intransient features)으로 구분할 수 있다.

또한 얼굴의 특징을 추출하는 방법을 일련의 영상으로부터 추출한 모션을 이용할 것인지, 모델을 이용하여 특정 표정과 관계된 특징을 추출할 것인지에 따라 크게 모션 추출(Motion Extraction)과 변형된 특징 추출(Deformation Extraction)로 나눌 수 있으며 그 외에도 분류방법에 따라 <표 2>와 같이 나누어진다.

<표 27> 특징 추출 기법

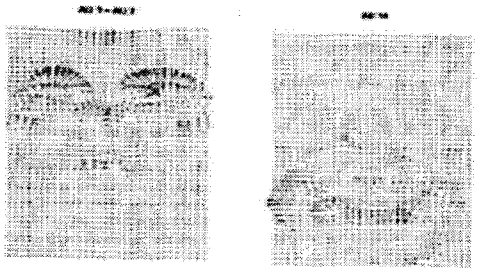
분류방법		내용
image & model	Image-based	하나의 영상으로부터 특징 추출
	model-based	근육, 모션 등의 모델을 이용하여 특징 추출
appearance & muscle	appearance-based	표시된 얼굴 모습으로부터 특징 추출
	muscle-based	3차원 근육 모델을 이용하여 특징 추출

Image-based 기법으로부터 특징을 추출하는 것은 단순하고 쉬운 반면에 여러 각도를 고려해야 하는 경우에는 결과에 따른 신뢰성이 부족하다. 반면에 Model-based 기법은 이러한 단점을 개선할 수 있지만 근육 모델이나 모션 모델을 만드는데 드는 노력과 고 성능의 계산 능력이 요구되는 기법이다. 영상에 나타난 얼굴 모습으로부터 특징을 추출하는 appearance-based 기법과 달리 3차원 근육 정보를 이용하여 얼굴 근육의 수축 및 이완 동작으로부터 특징을 추출하는 muscle-based 기법은 얼굴의 근육 조직이 복잡하고 미묘하기 때문에 정확한 근육의 움직임을 검출하기 어려워 사용하기 어려운 점이 있다.

2.2.1 모션 추출

표정분석을 위해 모션을 추출하는 방법은 dense optical flow, feature point tracking, difference-image 등을 들 수 있다. 현재 다양한 optical flow 알고리즘이 개발되고 있으나 영상의 잡음과 조명 변화에 민감하고 막대한 양의 계산이 필요하다. Dense optical flow 기법은 모션 추출의 대상이 전체 얼굴 영상인지 얼굴 전체에 흩어져있는 근육에 따라 설정된

윈도우내의 모션인지에 따라 Holistic dense optical flow 기법과 Local dense optical flow 기법으로 나눌 수 있다. (그림 4)[5]는 dense optical flow 기법을 이용하여 추출한 모션을 표시하고 있다.



(그림 44) dense optical flow 기법을 이용하여 추출한 모션의 예

Optical flow 분석기법은 좀 더 나은 해석과 안정성을 위해 아래와 같이 여러 가지 모션모델과 결합하여 사용할 수 있다.

◆ Holistic motion models: Terzopoulos[11], Essa[8], DeCarlo[12], Eisert[13]은 일련의 영상으로부터 모션을 추출하기 위해 deformable contours, 3D 모션모델, 3D 근육모델, 3D deformable model 등의 다양한 모델을 사용하여 얼굴형태, 텍스쳐, 모션 등을 추출하였다.

◆ Local motion models: Yacoob[14], Black[15] 은 local parameter 모션 모델을 이용하여 입술, 코, 눈꺼풀, 눈썹 등과 관계있는 모션을 정확하게 기술하였다.

◆ Feature point tracking: 기본 얼굴의 특징점과 관심 얼굴의 특징점을 추적하여 이들의 변위를 계산하므로 모션을 추출하는 방법으로 Otsuka[16]는 특징점을 자동으로 선택하는 기법을 소개하였으며, Tian[17] 는 입술, 눈, 눈썹, 볼 등의 특징점 모델을 사용하였다.

◆ Difference-image: 등록된 참조 영상과 관심 영상의 차 영상을 이용하여 모션을 추출하는 방법으로 Choudhury[18] 은 모션 필드 히스토그램을 이용하여 눈과 눈썹등의 동작을 모델링하였으며 Schiele[19] 는 영상의 방향 및 크기 변화에 강인한 local receptive field 를 사용하였다.

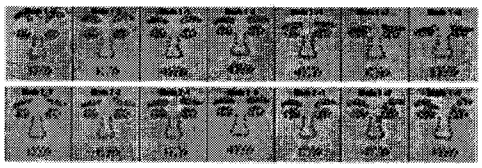
2.2.2 변형된 특징 추출

얼굴 특징의 변형이란 모양과 텍스쳐의 변화를 의미하며, 이러한 변화는 영상이나 공간 주파수 도메인으로부터 명암의 변화량을 가지고 추출할 수 있다. high-pass gradient 나 Gabor wavelet-based filters 를 이용하여 검출한 선의 양 끝점, 에지의 경계선 등이 2장의 서두에서 기술한 일시적 특징과 영구적 특징을 의미하며, 이러한 특징은 표정이 변할 때 각 특징의 주변 조직에 따라 명암이 변하기 때문에 생겨나는 것이다.

(그림 45) Gabor filtered image

(그림 5)는 얼굴 영상에 Gabor filter 를 적용한 결과이다.

변형된 특징을 추출하는 방법으로는 전체 얼굴이 특징이 되는 전체 영상기반(Holistic image-based approaches) 기법과 영구적 특징 영역내의 윈도우로부터 표정 변화 시 나타나는 주름 등의 일시적 특징을 추출하는 지역영상기반(Local image-based approaches) 기법, (그림 6)과 같이 PDM(Point Distribution Model)[20]등과 같은 다양한 모델을 얼굴 영역에 적용하여 얼굴 모양, 얼굴 크기, 얼굴의 자세 등을 결정하는 모양기반모델(Model-based approaches) 등이 있다.



(그림 46) PDM(Point Distribution Model) 의 예

◆ Holistic image-based approaches: 배경으로부터 분리된 얼굴 영상이나 Gabor wavelet filter를 적용한 얼굴을 특징으로 추출하여 분류기(Classifier)와 비교하여 변형된 얼굴의 골격을 추출할 뿐 아니라 조명변화의 영향을 줄일 수 있다.[10][21]

◆ Local image-based approaches: Padgett[22]은 눈과 입술 등의 영구적 특징 영역의 윈도우로부터 지역적 특징을 추출하고 image intensity profile[23]을 이용하여 주름과 같은 일시적 특징을 추출하였다.

◆ Model-based approaches: 얼굴 특징의 형태 모델이나 텍스쳐 모델을 이용하여 표정을 분석하는 방법으로 image-based approaches에 비해 조명변화에 의한 영향을 줄일 수 있다. Lanitis[24]는 AAM(Active Appearance Models)[25] 을 적용하여 변형된 특징을 추출하고 (그림 6)과 같은 PDM(Point Distruibution Model) 에 맞추어 변형된 특징의 크기, 형태, 그리고 포즈 등을 구하였다. AAM과 같이 모델 기반의 표정 분석 기법은 수동으로 모델을 만들어야 하는 노력이 필수적이며, PDM의 경우에는 각 경계표(landmark point)가 해당 영구적 특징영역에 정확하게 놓여야 하는 제한사항이 존재한다. 이 외에도 test face의 크기와 위치를 바꾸어 가며 특징을 추출하는 labled-graph, 30개의 FCP(facial characteristic points)로 구성된 기하학적 얼굴 모델, 전면과 옆면으로 구성된 2D point-based model 등이 있다.

2.3 표정 분류(Facial Expression Classification)

표정 분류는 표정분석의 마지막 단계로서 표정 분석의 결과를 Facial Action으로 코딩할 것인지 코딩된 얼굴의 움직임을 기본 감정중의 하나로 매핑(mapping)할 것인지에 따라 인식(Recognition)과 해석(Interpretation)으로 구분한다. 분류기법으로는 영상의 공간정보와 시간정보를 사용하는 spatio-temporal approaches와 공간정보만을 사용하는 spatial approaches가 있다.

◆ Spatio-temporal approaches: 얼굴 움직임의 강도를 모델로 만들기 위해 모션 추출 방법과 HMM(Hidden Markov models)를 결합하여 사용한 연구[26], 표정 분류를 위해 Neural network을 사용한 연구[27], 표정의 시간적 변화를 구하는 spatio-temporal motion-energy 템플릿에 관한 연구[8] 등이 있다.

◆ Spatial approaches: 표정 분석을 위해 주로 Neural network 기법을 사용하며 영상에 직접 적용하거나 추출된 특징에 적용할 수 있다. 그러나 FACS 프레임워크에서 사용하는 7000여개의 AU 조합[28]에 대한 표정을 고려하는 경우 학습과정이 어렵기 때문에 rule-based neural networks 이 제안되었다.[29]

3. 국내 표정분석 연구동향

3.1 LDA를 이용한 감정인식[30]

기저함수를 이용하여 비주기적인 신호를 분리하는 웨이블렛 변환은 작은 비트율로 정보를 표현하면서도 영상의 전체적인 정보뿐 아니라 에지와 같은 미세한 변화에 관한 정보도 스케일 계수로 포함하기 때문에 얼굴 영상과 같은 고차원의 영상처리에 적합한 방법이다. 고현주[30]은 네 번의 웨이블렛 변환을 거친 LL4, LH4, HL4, HH4 를 입력영상으로 사용하여 LDA를 거쳐 얼굴 표정의 특징 벡터를 구하고 최소거리 분류방법인 유클리디안 거리를 이용하여 감정인식에 적용하였다. 또한 PCA, ICA 그리고 LDA를 이용한 감정인식의 인식률을

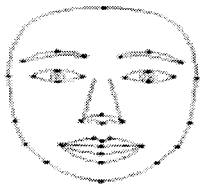
비교하여 <표 3>의 결과를 얻었다. <표 3>으로부터 첫 번째 대역은 이외의 대역과 비교하여 좋은 인식률을 얻었으며 이로부터 LDA가 PCA나 ICA에 비해 조명과 표정변화에 강인한 방법임을 알수 있다.

<표 28> PCA, ICA, LDA를 이용한 감정인식 결정 (단위: %)

구분		LL3	LH3	HL3	HH3
PCA	남	89.4	71.1	65	62.2
	여	88.8	73.3	67.2	60
ICA	남	88.8	76.1	68.3	72.7
	여	92.2	78.3	67.7	67.2
LDA	남	90	75	74.4	70
	여	95	70	64.4	75

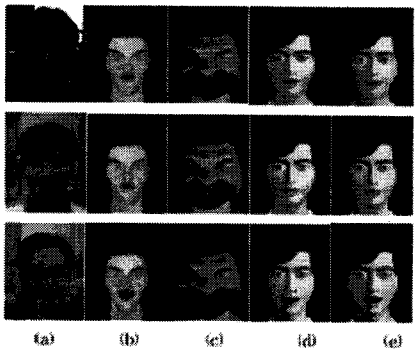
3.2 기준얼굴을 이용한 표정 분석 및 합성 [31][32]

표정은 개인의 성격과 습관에 따라서 다양한 형태를 가지기 때문에, 표정을 분석할 때 미리 정의된 범주중의 하나로 사상시키는 것은 결과적으로 높은 에러율을 포함하게 된다. 박문호[31]는 표정을 기준얼굴과의 함유비율의 관점에서 기술하는 방법을 제안하며 이를 표정의 합성에 적용하였다. 이를 위해 표정분석에 사용한 모델은 '93 Expo 3차원 얼굴 데이터[32]이며, CCD 카메라로 입력받은 얼굴 영상에서 마우스를 사용하여 38개의 특징점을 지정하는 방법으로 (그림 7)과 같이 얼굴을 모델링하였다.



(그림 47) 특징점 모델

표정은 얼굴의 여러 AU 가 조금씩 움직여 만들어낸 것이므로 표정이 없는 기준얼굴과 각각의 감정표현의 혼합정도를 벡터로 표현한 후, 연산하여 기준 얼굴로부터 변위 벡터를 구하여 합성에 사용하였다. (그림 8)은 기준얼굴을 이용하여 표정을 합성한 결과이다.



(그림 48) 표정의 합성 결과

3.3 특징영역의 Optical Flow를 이용한 표정인식[33]

이미애[33]은 배경, 얼굴의 크기를 고정하지 않은 동영상으로부터 표정추출을 위한 특징영역을 자동으로 설정하고, 특징영역들의 이동방향을 이용해 표정을 인식하는 방법을 제안하였다.

◆ 얼굴 구성요소 검출: 대역적 색상정보와 히스토그램을 이용한 피부색상 정보, 얼굴 크기 및 위치 정보를 이용하여 자동으로 얼굴 및 눈썹, 눈, 입술 요소를 검출하고 이들의 특징 영역을 설정한다.

◆ Optical flow 추정: 특징영역에 대하여 근육의 움직임을 구하기 위해 Gradient Method[34]를 이용하였으며 이렇게 생성한 Optical flow를 파라미터로 이용하여 표정을 인식하는 알고리즘을 제안 하였다.

3.3.1 AU와 특징영역 설정

<표 4>는 Ekman[3]이 제안한 64개의 AU 중 행복, 화남, 놀람, 슬픔 등 기본 표정에 사용되는 AU의 조합이며 <표 5>는 기본 표정에 사용되는 AU 목록으로 이를 이용하여 눈썹, 눈, 입술에 대하여 특징 영역을 설정하였다.

◆ 눈썹의 특징 영역: <표 5>로부터 AU1, AU2, AU4와 관련되며 눈썹위치의 위치 정보와 색상정보를 참조하여 특징영역을 설정한다.

◆ 눈의 특징 영역: <표 5>로부터 AU5, AU6과 관련되며 이미 검출된 눈의 위치 정보를 참조하여 특징영역을 설정한다.

◆ 입술 요소: <표 5>로부터 AU10, AU12, AU15, AU25, AU26과 관련되며 입술 요소의 모양 정보와 위치정보를 참조하여 설정한다.

<표 29> 기본 표정에 사용되는 AU 조합

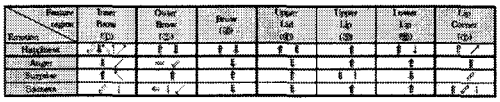
감정의 종류	AU No.
행복	5, 12, 26
화남	4, 5, 7, 10, 25, 26
놀람	1, 2, 5, 26
슬픔	1, 4, 15

<표 30> 기본 표정에 사용되는 AU 목록

AU No.	FACS Name
1	Inner Brow Raiser
2	Outer Brow Raiser
4	Brow Lowerer
5	Upper Lid Raiser
7	Lid Tightener
10	Upper Lip Raiser
12	Lip corner Puller
15	Lip Corner Depressor
25	Lip Part
26	Jaw Drop

3.3.2 표정인식 알고리즘

4가지 정서중 하나를 나타내는 임의의 테스트 영상에 대해 각 특징 영역의 광류를 추정하여 방향패턴을 계산한 후 (그림 9)와 같이 구축된 방향 모델의 방향패턴과 매칭을 시도하여 매칭의 조합이 최소를 나타내는 부분이 가장 유사한 정서임을 판단하여 인식한다.



(그림 49) 4가지 정서에 대한 방향모델

4. 결 론

2006년에 미국의 미래학회에서 발표한 향후, 10년 이내에 일상생활에서 현실화될 기술로 인지 공학이 포함되었다. 이는 향 후, 가까운 시일 안에 인간의 감정을 인식하고 이를 이용한 다양한 서비스가 현실에서 사용될 수 있을 것을 의미한다. 이에 따라, 미국, 일본 및 유럽 등의 선진국에서는 표정인식에 대한 많은 연구가 수행되어져 왔으나, 국내 연구는 극히 미미한 실정이다. 본 논문에서는 먼저 표정인식을 위한 감정분류에 대해 설명하였으며, 다양한 국내외의 연구들을 분석하여 각 방법에 대한 장단점을 기술하여, 향 후 국내에서 표정인식을 연구하고자 하는 연구자들에게 도움을 주고자 하였다.

참고 문헌

[1] P. Ekman, W. V. Friesen(1971). Constants across cultures in the face and emotion, *J. Personality Social Psychol,* 17(2) pp. 124-129

[2] P. Ekman, W. V. Friesen(1975), Unmasking the Face. A Guide to recognizing emotions from facial clues, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall

[3] P. Ekman, W. V. Friesen(1978), Facial

Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement, Consulting Psychologists Press, Palo Alto

[4] K. Mase, A. Pentland, Recognition of facial expression from optical flow," *IEICE Trans. E,* 74(10), pp. 3474-3483

[5] B. Fasel, J. Luetin(2003), Automatic facial expression analysis: a survey, *Pattern Recognition,* 36, pp. 259-275

[6] M. H. Yang, D.J. Kriegman, and N. Ahuja(2002), Detecting Faces in Images: ASurvey, *IEEE Trans. PAMI,* 24(1), pp. 34-58

[7] E. Hjelmas, B.K. Lee(2001), Face Detection: A Survey, *Computer Vision and Image Understanding,* 83, pp. 236-274

[8] I. Essa, A. Pentland(1997), Coding, analysis, interpretation and recognition of facial expressions, *IEEE Trans. PAMI,* 19(7), pp. 757-763

[9] H. Rowley, s. Baluja, T. Kanade(1998), Neural network-based face detection, *IEEE Trans. PAMI,* 20(1), pp. 23-28

[10] W. Fellenz, J. Taylor, N. Tsapatsoulis, S. Kollias(1999), Comparing template-based, feature-based and supervised classification of facial expressions from static images, *Proceedings of CSCC '99,* pp. 5331-5336

[11] D. Terzopoulos, K. Waters(1990), Analysis of facial images using physical and anatomical models, *Proceeding of the Third International Conference on Computer Vision,* pp. 272-732

[12] D. Decarlo, D. Metaxas(1996), The integration of optical flow and deformable models with applications to human face shape and motion estimation, *CVPR '96,* pp. 231-238

[13] P. Eisert, B. Girod(1997), Facial expression analysis for model-based coding of video sequences, Picture Coding symposium, Berlin, Germany, pp. 33-38

[14] Y. Yacoob, L.S. Davis(1996), Recognizing human facial expression from long image sequences using optical flow, *IEEE Trans. PAMI,* 18(6), pp. 636-642

[15] M. Black, Y. Yaccob(1997), Recognizing facial expressions in image sequence using local parameterized models of image motion, *International Journal of Computer Vision,* 25(1), pp. 23-48

[16] T. Otsuka, J. Ohya(1998), Extracting facial motion parameters by tracking feature points, *Proceedings of First International Conference on Advanced Multimedia Content Processing, Osaka, Japan,* pp. 442-453

[17] Y. Tian, T. Kanade, J. Cohn(2001), Recognizing action units for facial expression analysis, *IEEE Trans. PAMI,* 23(2), pp. 97-115

[18] T. Choudhury, A. Pentland(2000), Motion field histograms for robust modeling of facial expressions, Proceedings of the ICPR '2000, Barcelona, Spain

[19] B. Schiele, J. Crowley(1996), Probabilistic object recognition using multidimensional receptive field histograms," Proceedings of the ICPR '96, Vienna, Austria, 1996

[20] I. Matthews(1997), Active shpae model toolbox, University of East Anglia, Norwich, UK, Matlab Toolbox version 2.0.0

[21] M. Dailey, G. Cottrell, "PCA Gablor for expression recognition," Institution UCSD, No. CS-629, 1999

[22] C. Padgett, G. Cottrell, Representing face image for emotion classification, in: M. Mozer, M. Jordan, T. Petsche(Eds.), Advances in Neural Information Processing Systems, 9, MIT Press, Cambridge, MA, pp.

894-900

[23] M. Barlett(1998), Face image analysis by unsupervised learning and redundancy reduction, ph. D. Thesis, University of California, San Diego.

[24] A. Lanitis, C. Taylor, T. Cootes(1997), Automatic interpretation and coding of face images using flexible models, *IEEE Trans. PAMI*, 19(7), pp. 743-756

[25] T. Cootes, G. Edwards, C. Taylor(2001), Active appearance models, *IEEE Trans. PAMI,* 23(6), pp. 681-685

[26] T. Otsuka, J. Ohya(1998), Spotting segments displaying facial expression from image sequences using HMM, *IEEE Proceedings of the Second International conference on Automatic Face and Gesture Recognition(FG '98)*, Nara, Japan, pp. 442-447

[27] M. Rosenblum, Y. Yacoob, L. Davis(1996), Human expression recognition from motion using a radial basis function network architecture, *IEEE Trans. Neural Networks,* 7(5), pp. 1121-1138

[28] P. Ekamn(1982), Methods for measuring facial actions. in: K. Scherer, P. Ekman(Eds.), Handbook of Methods in Nonverbal Behaviour Research, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 45-90

[29] S. Kaiser, T. Wehrle(1992), Automated coding of facial behavior in human-computer interactions with FACS. *J. Nonverbal Behavior* 16(2), pp. 67-83

[30] 고현주, 이대종, 전명근(2004), "얼굴표정과 음성을 이용한 감정인식," 정보과학회 논문지: 소프트웨어 및 응용 31(6) pp. 799-807

[31] 박문호, 고희동, 변혜란(2000), "기준얼굴을 이용한 얼굴 표정 분석 및 합성," 정보과학회 논문지: 소프트웨어 및 응용 제 27(8), pp. 827-833

[32] Ko. H., Kim, M. S., Park, H. G., and Kim, S. W.(1994), Face sculpturing robot with recognition capability, CAD, 26(11), pp. 814-821

[33] 이미애, 박기수(2005), 얼굴 특징영역상의 광류를 이용한 표정인식, *정보과학회 논문지: 소프트웨어 및 응용,* 32(6), pp.570-579

[34] B. K. P. orn, B. B. Schunck(1981), Determing optical flow, *Artificial Intelligence,* 17, pp. 185-203