

얼굴 표정인식을 위한 얼굴요소 추출

Facial Feature Extraction for Face Expression Recognition

이경희*, 고재필*, 변혜란*, 이일병*, 정찬섭**

Kyunghee Lee, Jaephil Ko, Hyeran Byun, Yillbyung Lee, Chansup Chung

요약 본 논문은 얼굴인식 분야에 있어서 필수 과정인 얼굴 및 얼굴의 주요소인 눈과 입의 추출에 관한 방법을 제시한다. 얼굴 영역 추출은 복잡한 배경하에서 움직임 정보나 색상정보를 사용하지 않고 통계적인 모델에 기반한 일종의 형판정합 방법을 사용하였다. 통계적인 모델은 입력된 얼굴 영상들의 Hotelling변환 과정에서 생성되는 고유 얼굴로, 복잡한 얼굴 영상을 몇 개의 주성분 값으로 나타낼 수 있게 한다. 얼굴의 크기, 영상의 명암, 얼굴의 위치에 무관하게 얼굴을 추출하기 위해서, 단계적인 크기를 가지는 탐색 윈도우를 이용하여 영상을 검색하고 영상 강화 기법을 적용한 후, 영상을 고유얼굴 공간으로 투영하고 복원하는 과정을 통해 얼굴을 추출한다. 얼굴 요소의 추출은 각 요소별 특성을 고려한 엣지 추출과 이진화에 따른 프로젝트션 히스토그램 분석에 의하여 눈과 입의 경계영역을 추출한다. 얼굴 영상에 관련된 윤곽선 추출에 관한 기존의 연구에서 주로 기하학적인 모양을 갖는 눈과 입의 경우에는 주로 가변 템플릿(Deformable Template)방법을 사용하여 특징을 추출하고, 비교적 다양한 모양을 갖는 눈썹, 얼굴 윤곽선 추출에는 스네이크(Snakes:Active Contour Model)를 이용하는 연구들이 이루어지고 있는데, 본 논문에서는 이러한 기존의 연구와는 달리 스네이크를 이용하여 적절한 파라미터의 선택과 에너지함수를 정의하여 눈과 입의 윤곽선 추출을 실현하였다. 복잡한 배경하에서 얼굴 영역의 추출, 추출된 얼굴 영역에서 눈과 입의 영역 추출 및 윤곽선 추출이 비교적 좋은 결과를 보이고 있다.

1. 서론

최근 컴퓨터 시각 분야에서 활발히 연구되고 있는 과제 중 하나는 얼굴 인식에 관한 연구이다. 얼굴 인식은 출입 통제 시스템을 위한 손바닥, 지문 인식과 같은 생물학적 인식 방법중의 하나로, 사용자에게 친숙하다는 장점으로 인하여 특히 주목받고 있으며, 많은 연구 결과들이 발표되고 있다. 또한 해당 얼굴 영상의 사람의 내적상태를 추정할 수 있는 표정인식 분야에 관한 연구도 활발히 진행되고 있다.

이러한 얼굴 인식과 표정인식에 있어서 입력된 영

상으로부터 얼굴 영역을 정확히 추출하고, 추출된 얼굴 영역에서 눈과 입 등의 얼굴 주요소의 영역과 특징점 추출에 관한 연구는 선행되어야 할 필수 분야이다.

또한 얼굴 및 얼굴 요소의 자동 추출에 관한 연구는 2차원 얼굴영상에서 3차원 얼굴 형상 모델로의 정합과정에서 사람이 손으로 특징점을 포인팅해 주던 것을 자동으로 정합할 수 있게 하는데 이용될 수 있다. 또 차세대 영상 압축 전송시에 동영상에서 변화가 없는 배경으로부터 얼굴 및 얼굴 요소의 자동 추출에 의하여 이에 관한 정보만 전송하는 데 이용될 수 있다. 이 때 얼굴 영상을 나타낼 수 있는 모델인 FDP(Face Description Parameter)의 특징점을 자동으로 추출할 수 있다면 얼굴 영상의 압축의 성능에 효과적인 영향을 미치리라 기대된다.

* 연세대학교 컴퓨터과학과
Dept. of Computer Science, Yonsei University
** 연세대학교 심리학과
Dept. of Psychology, Yonsei University
Email: {unicorn, nonezero, hrbyun}@csai.yonsei.ac.kr

따라서 얼굴 및 얼굴 요소의 추출에 관한 연구는 위에서 서술한 바와 같이 여러 응용분야에 적용될 수 있으므로 얼굴의 복잡성, 다변성으로 인하여 많은 연구가 있음에도 불구하고 지속적인 연구가 기대되는 분야 중의 하나이다. 얼굴 영역 추출에 관한 연구는 얼굴인식 연구와 병행되어져 왔는데, 모자이크 모델에 기반한 형판정합 방법[1], 신경망을 이용한 방법 [2][3], 얼굴의 지형적인 특징에 기반한 방법[4], 색상정보를 이용한 방법[5], 주성분 분석을 통한 방법 [6]등이 있다. 형판정합 방법은 지형적인 특징에 기반한 방법에 비해 비교적 복잡한 배경하에서도 잘 동작한다[7]. 이는 복잡한 배경하에서 얼굴의 특징요소들을 추출하기가 어렵기 때문이다. 신경망을 이용한 방법은 높은 성능을 보이나, 학습에 많은 시간이 소요되고, 얼굴이 아닌 영상을 학습하기가 쉽지 않은 단점이 있다. 색상정보를 사용한 방법은 얼굴의 색상 분포를 연구하여 얼굴영역을 빠르게 추출할 수 있으나, 영상 상태나 명암에 상당히 민감하다. 주성분 분석을 통한 방법은 얼굴의 개인차를 어느정도 극복하는 등 높은 성능을 보이나, 시간이 많이 소요된다. 이외에도 많은 연구들이 이루어 지고 있으나, 앞으로도 개선의 여지가 많이 남아 있다. 얼굴 요소 영역 추출에는 주로 히스토그램 분석과 색상 정보를 이용하였고, 이외에도 고립 영역 분석을 이용한 연구[14], 유전자 알고리즘과 결정트리를 병합하여 이용한 눈의 추출 연구[15]도 이루어지고 있다. 얼굴 영상에 관련된 윤곽선 연구에는 주로 가변 템플릿(Deformable Template)방법[9][13]과 스네이크(Snakes: Active Contour Model)를 이용한 연구[10]가 있다. 기존의 윤곽선 추출 연구에서는 기하학적인 모양을 갖는 눈과 입의 경우에는 주로 가변 템플릿 방법을 사용하여 특징을 추출하고, 비교적 다양한 모양을 갖는 눈썹, 얼굴의 윤곽선 추출에는 스네이크를 이용하였다[10].

본 논문에서는 얼굴 인식 또는 표정 연구에 있어서 핵심적인 연구과제인 얼굴 및 얼굴요소의 추출에 관한 방법을 제시한다. 그레이 영상을 입력으로 하며 얼굴 영역의 추출은 통계적인 모델에 기반한 형판정합 방법을 사용하여 복잡한 배경하에서 얼굴 영역을 추출할 수 있게 한다. 또한 이렇게 찾아진 얼굴 영역에서 얼굴의 주요소인 눈과 입의 영역 추출과 스네이크를 이용한 윤곽선 추출에 관한 방법을 제시한다.

먼저 2장에서는 시스템 전체의 개요에 대하여 간단히 기술하고, 3장에서는 얼굴 영역의 추출 기법과 4장에서는 눈과 입의 영역 및 윤곽선 추출에 대하여

설명한다. 5장에서는 실험결과에 대하여 살펴보고, 마지막으로 6장에서는 문제점 및 앞으로의 연구 방향을 제시한다.

2. 시스템 개요

본 논문에서는 얼굴, 얼굴요소의 영역 및 얼굴요소의 윤곽선을 추출하기 위하여, 복잡한 배경하에서 먼저 얼굴영역을 추출하고 이를 기반으로 하여 얼굴요소의 영역을 추출하고 다시 얼굴요소의 윤곽선을 추출한다. 그림 1은 이를 위한 시스템의 전체적인 개략도를 보여준다.

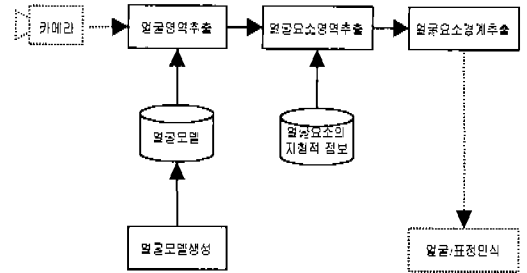


그림 1 시스템 개략도

시스템은 얼굴에 대한 통계적인 모델을 생성하고 이를 이용하여 얼굴영역을 추출하는 과정, 추출된 얼굴영역에 대하여 얼굴요소의 옛지영상이나 이들에 대한 프로젝션을 이용하여 얼굴요소를 추출하는 과정, 스네이크를 이용하여 얼굴요소의 경계를 추출하는 과정으로 구성된다. 이렇게 추출된 얼굴, 얼굴요소의 영역 및 경계는 추후 얼굴인식이나 표정인식 또는 3차원 얼굴 모델링을 위한 자동정합을 위하여 사용될 수 있다.

3. 얼굴 추출

얼굴 추출은 Hotelling변환[8]을 이용하여 얼굴영상으로부터 고유얼굴을 만들고 이를 얼굴모델로 사용함으로써 가능하다. 임의의 얼굴영상을 고유얼굴에 투영하고 다시 복원한후 이들의 오차를 구하여 얼굴영역을 추출할 수 있다.

3.1 얼굴영역 추출을 위한 Hotelling 변환

Hotelling 변환은 복잡한 얼굴영상을 몇 개의 주성분값으로 표현할 수 있기 때문에 주로 얼굴인식 분

야에서 사용되고 있으나, 이를 역변환 하는 과정을 추가하여 얼굴영역을 추출할 수 있다. 얼굴영상을 NxN 차원의 256명압값을 가지는 변수 X라 하고 학습에 사용한 얼굴영상들을 $X_1, X_2, X_3, \dots, X_M$. 평

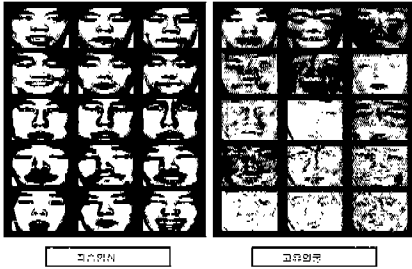


그림 2 학습영상 및 고유영상

균을 X_m 이라 하자. 이들 벡터로 부터 구한 공분산행렬의 고유벡터 및 고유값을 각각 A_k, λ_k 라 하면 Hotelling변환을 통해 얼굴영상을 얼굴공간 y로 변환할 수 있다. 이때 A_k 는 고유얼굴로 불리며, 얼굴영상을 얼굴공간으로 변환하기 위한 기저벡터로 사용된다. 즉, 고유얼굴을 얼굴추출을 위한 얼굴모델로 사용한다. 그림 2는 학습 얼굴영상 및 이에 대한 고유얼굴을 보여준다. 참고로, NxN 차원의 영상에 대한 공분산행렬은 N2xN2차원으로 고유벡터 및 고유값이 각각 N2개가 존재하기 때문에, 이를 계산하는 것은 일반적인 영상의 크기에 비추어 볼 때, 상당한 시간 및 저장공간을 필요로 한다. 따라서, 실제 구현에서는 MxM행렬 문제로 축소하고 그 결과로 나온 벡터들을 이용해서 계산한다.

새로운 얼굴영상 XI 를 학습 얼굴들로부터 구한 고유얼굴을 이용하여 얼굴공간으로 변환하여 벡터 w 를 구한다.

$$w_k = A_k (X_I - X_m) \tag{1}$$

얼굴공간으로 변환된 벡터 w 를 이용하여 식(2)을 통해 복원된 얼굴영상 XR를 구할 수 있다.

$$X_R = \sum_{k=1}^M A_k^T w_k \tag{2}$$

XR을 평균으로 정규화한 영상을 XRm=XR-Xm이라고 하면, 식(3)에서와 같이 입력영상과 복원영상 사이의 오차를 구하여 얼굴여부를 판단할 수 있다.

$$\epsilon = MSE(X_I - X_{Rm}) \tag{3}$$

그림 3은 얼굴영상 및 배경영상에 대한 각각의 복원영상을 보여준다. 얼굴영상을 복원한 그림에서 학습에 사용하지 않은 세 사람의 얼굴을 고유얼굴을 통해 복원하였을 때, 입력된 얼굴영상과 가장 근접한 학습영상으로 유사하게 복원되는 것을 보여준다. 이는 고유얼굴을 통한 복원과정이 자기연상기억(auto-associative memory)장치와 유사한 특성을 가지는 것을 말한다. 배경영상을 복원한 그림에서는 입력영상과 유사한 영상으로 복원되지 못하는 것을 볼 수 있다.

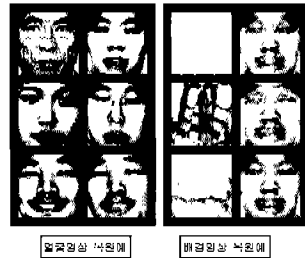


그림 3 얼굴 및 배경 영상에 대한 복원 예

3.2 얼굴 영역 추출

구현한 얼굴영역 추출 시스템은 크게 고유얼굴을 통한 모델생성 단계와 얼굴탐색 단계로 나뉜다. 얼굴 모델은 얼굴의 주요 구성요소인 눈과 입만을 포함하도록 영역을 한정하였다. 이는 얼굴여부를 판단하는 주요 특징부위가 눈,코,입 순이라는 연구결과에 기인한다.(3) 이 영역에 존재하는 모든 화소들을 이용하여 고유얼굴을 생성하는 것은 실제 구현에서 유효하지 못할 뿐 아니라, 얼굴의 표정, 영상의 명암, 얼굴의 개인차, 잡음, 얼굴의 기울어짐등에 매우 민감해져, 얼굴의 공통적인 특징을 나타내는데 부적절 하다. 이를 해결하기 위하여 학습 얼굴영역을 모자이크 처리하였다. 모자이크 처리를 함으로서 다음과 같은 잇점을 얻을 수 있다.

- 얼굴의 표정, 얼굴의 개인차, 영상의 잡음, 얼굴의 작은 기울어짐등에 대한 보정을 통한 얼굴의 공통적인 특징 유지
- 학습 얼굴영역의 크기 정규화 및 Hotelling변환의 빠른 수행

모자의 처리후 명암에의한 영향을 줄이기 위해 히스토그램 평활화를 적용한다. 위 과정을 통해 획득한 얼굴영상들을 이용하여 고유얼굴 영상을 생성한다. 탐색단계에서는 다양한 크기의 얼굴영상을 추출하기 위하여, 탐색 윈도우의 크기를 변경해 가며 입력영상을 순차적으로 검색한다. 각 검색영역에 대하여 학습 단계에서 적용한 처리과정 및 고유얼굴을 이용해 복원하는 과정을 통해 입력영상과 복원영상과의 오차를 계산하고, 최소값을 가지는 검색영역을 얼굴영역으로 추출한다.

4. 얼굴 요소 추출

4.1 눈,입의 영역 추출

그레이 얼굴 영상에서 얼굴 요소의 영역을 찾아내는 방법으로는 엣지 정보, 그레이 스케일 정보, 이진화시킨 이미지를 이용하는 방법이 있다. 본 논문에서는 각 얼굴 요소별로 구분할 수 있는 많은 정보를 가지고 있는 엣지 정보와 그레이 스케일 정보, 이진화 이미지를 같이 병합하여 이용하였다.

얼굴 각 요소의 엣지를 추출하는 방법으로는 비교적 성능이 좋은 소벨(Sobel)연산자를 사용하였는데, 이러한 엣지를 추출하는 방법에도 각 얼굴 요소별 특성을 잘 반영할 수 있는 방법을 모색한 결과 수직, 수평으로 분리된 연산자를 적용하면 좋은 결과를 낼 수 있음을 알아내었다. 즉 눈의 경우에는 눈동자에 의한 수직성분의 강한 엣지가 검출되고, 입은 수평성분의 엣지가 강하게 검출됨을 이용하여 각 요소별로 분리된 연산자로 엣지를 추출한다. 이러한 엣지의 프로젝션 히스토그램을 얼굴의 지형적 특징을 고려하면서 분석하여 눈, 입이 존재할 대략적인 후보 영역을 찾을 수 있었다.

이렇게 찾아진 후보영역에 각 얼굴 요소의 부분 특징을 기반으로 한 지식을 도출하여 이를 이용한 분석 방법을 사용하여 눈,입을 둘러싸고 있는 가장 작은 사각형으로 이루어진 경계영역을 찾아 내었다.

4.2 눈,입의 윤곽선 추출

앞에서 찾아진 눈과 입의 경계영역에 대하여 스네이크를 이용하여 윤곽선을 추출하는 실험을 하는데, 스네이크(활성화된 윤곽선 모델)에 대하여 먼저 간단히 살펴본다.

4.2.1 스네이크(Snakes:Active Contour Model)

스네이크는 외부의 제한적 힘에 의해 이끌어지고, 라인, 엣지 등과 같은 특징방향으로 당기는 이미지 힘에 의해 영향을 받는 에너지 최소화하는 구조이다 [11].

스네이크는 엣지근처에 수렴하게 되고, 엣지를 정확하게 지역화한다. 스네이크의 에너지 함수는 식(4)로 정의된다.

$$E_{snake} = \int_0^1 (E_{internal}(v(s)) + E_{images}(v(s)) + E_{constraint}(v(s))) ds \quad (4)$$

$v(s)$ 는 스네이크의 위치를 나타내고, $E_{internal}$ 은 윤곽선을 구부리는 내부 에너지이고, E_{images} 는 이미지 힘을 나타내고, $E_{constraint}$ 는 외부 에너지를 나타낸다.

스네이크는 에너지 최소화 구조이기 때문에 지역적 최소가 가능한 해의 집합을 이루도록 에너지 함수를 개발해야 할 필요가 있다. 이러한 해의 집합으로부터의 해의 선택은 기대되는 해 쪽으로 모델을 밀 수 있는 에너지 항을 추가함으로써 이루어진다.

4.2.2 눈,입의 윤곽선 추출

원래의 스네이크는 사용자와의 대화형으로 사용자 의 피드백에 의해 영향을 받을 수 있었다. 따라서 알고리즘이 반복되어감에 따라 해에 가장 근접하다고 보이는 지역적 최소를 얻을 수 있도록 에너지항들이 조정된다.

본 논문에서는 스네이크의 에너지 최소화하는 반복 과정에서 빠른 반복을 위하여 greedy algorithm을 사용[12]하여 구현하였다. 이 방법은 여전히 전역적인 최소를 보장하지는 않지만 반복 속도는 훨씬 개선된다. 본 논문에서 정의한 에너지 함수는 식(5)와 같다.

$$E_{snake} = \int_0^1 (\alpha(s)E_{continuity}(v(s)) + \beta(s)E_{curvature}(v(s)) + \gamma(s)E_{images}(v(s))) ds$$

$$= \int_0^1 \alpha(s) \left| \frac{dv}{ds} \right|^2 + \beta(s) \left| \frac{d^2v}{ds^2} \right|^2 - \gamma \nabla I(v) ds \quad (5)$$

위식에서 보듯이 연속성, 곡률, 엣지값으로 이루어

진 에너지 함수에 의해 최소화하는 방향으로 수렴해 가면서 윤곽선을 추출해 간다.

스네이크는 초기값에 영향을 많이 받는 단점이 있지만, 얼굴요소 추출에서 각 요소에 근접한 경계영역을 정확히 추출할 수 있다면 이점은 충분히 보완될 수 있으리라 생각된다. 또한 에너지 함수에 있어서 적당한 α, β, γ 의 값과 반복과정에 사용되는 임계치의 조정이 윤곽선 추출의 성능에 커다란 영향을 주기 때문에, 여러 실험을 통하여 이러한 파라미터 값과 임계치들을 결정하였고, 또한 에너지 함수를 변형하여 실험하였다.

5. 실험결과

5.1 얼굴 영역 추출

실험에 사용한 데이터는 세가지 종류로, A. 디지털 카메라를 이용하여 획득한 20명에 대한 다양한 표정이 담기고 배경이 고른 얼굴영상 51장과, B. CCD카메라를 이용해 획득한 배경이 복잡한 얼굴영상 7장, 그리고 C. 영화장면으로부터 비교적 정면얼굴이 포함된 영상을 115장 선정하여 사용하였다. 실험은 윈도우 PC에서 수행하여, 240x180해상도를 가지는 입력영상을 검색하는데 4초정도 걸렸다. 그림 4은 실험에 사용한 일부 얼굴영상 및 얼굴영역 추출결과를 보여준다. 학습얼굴은 데이터 A에서 7장, B에서 3장, C에서 12장을 선정하여, 5-7장의 고유얼굴을 탐색과정에서 사용하였다. 선정된 영상을 포함하여 각각 48장, 7장, 73장의 영상에서 정확하게 얼굴영역을 추출하였다. 표 1에서는 시스템의 추출결과를 정리 하였다.

데이터군 \ 항목	학습수/총영상수	추출성공수	성공률
A 데이터	7 / 51	48	94%
B 데이터	3 / 7	7	100%
C 데이터	12 / 115	69	71%

표 1. 얼굴 영역 추출 결과

실험결과, 배경이 단순한 A경우 얼굴이 손으로 가리거나 옆으로 심하게 회전된 얼굴을 제외하고는 모두 정확하게 얼굴영역을 추출하였고, 비슷한 환경에서 획득한 B는 42%를 학습에 사용함으로써 100%의 탐색성공률을 보여 주었으며, 비교적 C는 정면 얼굴

영상을 선정 하였음에도 조명에 의한 얼굴내의 차이로 인해 성공률이 저조하였다.



그림 4. 얼굴 영역 추출 결과



그림 5. 눈과 입의 영역 추출

5.2 얼굴 요소 추출

각 얼굴 요소의 특징을 고려한 분리된 엣지 연산자에 의한 프로젝션 히스토그램을 통한 분석과 얼굴 요소의 부분적 특징을 병합하여 사용함으로써 각 요소 추출의 수행시간과 성능에서 좋은 결과를 보일 수 있었다. 실험한 결과는 그림 5에서 보듯이 눈, 입의 경계

영역을 정확하게 추출하고 있다.



그림 6 스네이크를 이용한 눈과 입의 윤곽선 추출

그림 6에서 추출한 눈과 입의 영역에 스네이크를 적용하여 윤곽선 추출에 관한 실험을 하였다 이 때 에너지 함수의 적절한 파라미터의 선택과 에너지항의 변형에 의해 그림 6와 같은 비교적 좋은 눈, 입의 윤곽선 추출 결과를 보였다.

6. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는, 동적 정보 및 칼라 정보가 없는 그레이 정지 영상에서 얼굴 및 얼굴 요소를 추출하는 시스템을 설명하였다. 얼굴 영역의 추출은 주요소 분석을 이용하였고, 얼굴 요소의 윤곽선 추출은 스네이크를 사용하여 실험하였다.

실험 결과, 얼굴 영역의 추출은 배경이 단순하거나, 학습에 사용된 영상 비율이 큰 경우 높은 탐색 성공률을 보여 주었다. 이는 주요소 분석을 통한 얼굴 공간 생성이 두 가지 종류(본 논문에서는 얼굴과 배경)를 분리하기 위한 시각 학습 기법으로 유용함을 보여 준다. 그러나, 얼굴 영상을 얼굴 공간을 통해 복원하는 수행시간이 다소 길다는 것이 단점으로 지적된다. 또한 얼굴 요소의 추출 결과는 그림 5에서 보듯이 눈과 입의 경계영역은 정확하게 추출되었고, 그림 6에서는 추출된 윤곽선이

획일적인 기하학적인 모양이 아니라 개인차에 따른 변형을 반영하고 있음을 보여주고 있다.

얼굴인식과 관련된 모든 연구 분야에서 그러하듯이, 얼굴 및 얼굴 요소의 추출에 관한 연구도 특히 조명, 해상도 등의 영상의 상태와 얼굴의 기울기, 회전 등에 따라서 민감한 영향을 받는 연구 분야이므로 일관된 성능을 보이는 시스템을 구현하기 어려운 문제점이 있다.

향후 연구과제로는 그레이 영상이 아닌 컬러 영상을 입력으로 한 색상 정보를 사용하여 좀 더 정확하고 일반화된 얼굴 및 얼굴요소의 추출을 수행할 예정이다. 또한 이를 이용하여 동영상에서 실시간으로 얼굴 및 얼굴요소의 추출과 이를 기반으로 한 FDP(Face Description Parameter)를 나타내는 특징점의 추출에 대해서도 연구를 계속 진행할 계획이다. 아울러 2차원 얼굴영상에서 3차원 얼굴형상모델로의 정합에 필요한 얼굴 및 얼굴 요소들의 특징점들을 정확하게 추출하여 자동정합 시스템에 이용할 수 있다.

참고 문헌

- Guangzheng Yang and Thomas S. Huang, "Human Face Detection in A Complex Background", Pattern Recognition, Vol. 27, No. 1, pp. 53-63, 1994
- Shang-Hung Lin, et, "Face Recognition/-Detection by Probabilistic Decision-Based Neural Network", IEEE Trans. on Neural Network, Vol. 8, No. 1, pp. 114-132, January 1997
- H. Rowley, S. Baluja, and T. Kanade, "Human Face Detection in Visual Scenes", TR. CMU-CS-95-158R, Carnegie Mellon Univ., November 1995
- Saad Ahmed Sirohey, "Human Face Segmentation and Identification", CAR-TR-695, CS-TR-3176, CMU, November 1993
- K. Sobottka and I.Pitas, "Extraction of Facial Regions and Features Using Color and Shape Information", Proc. ICIP, pp. 483-486, 1996
- Matthew A. Turk and Alex P. Pentland, "Face

- Recognition Using Eigenfaces", Proc. of CVPR, pp. 586-591, 1991
- R. Brunelli and T. Poggio, "Face Recognition: Features versus Templates", IEEE Trans. PAMI., Vol. 15, pp. 1042-1052, 1993
- R.C.Gonzalez and R.E woods, "Digital Image Processing", Addison-Wesley Publishing Company, pp. 148-156, 1994
- Alan L. Yuille, Peter W. Hallinan, and David S. Cohen, "Feature Extraction from Faces Using Deformable Templates", International Journal of Computer Vision, pp.99-111, 1992
- Chung-Lin Huang and Ching-Wen Chen, "Human Facial Feature Extraction For Face Interpretation and Recognition", Pattern Recognition, Vol.25, No.12, pp.1435-1444, 1992
- Michael Kass, Andrew Witkin, and Demetri Terzopoulos, "Snakes:Active Contour Models", International Journal of Computer Vision, pp.321-331, 1988
- Donna J. Williams and Mubarak Shah, "A Fast Algorithm for Active Contours and Curvature Estimation", CVGIP:Image Understanding, Vol.55, No.1, January, pp14-26, 1992
- Kin-Man Lam and Hong Yan, "Locating and Extracting the Eye in Human Face Images", Pattern Recognition, Vol.29, No.5, pp.771-779, 1996
- 윤호섭, 소정, 왕민, 민병우, "고립 영역 분석에 의한 얼굴 요소 추출", 정보과학논문지, 23권, 7호, pp.752-765, 1996
- J. Bala, K. DeJong, J. Huang, H. Vafaie, and H. Wechsler, "Visual Routine for Eye Detection Using Hybrid Genetic Architectures", IEEE Proceedings of ICPR'96, pp.606-610, 1996

Facial Feature Extraction for Face Expression Recognition

Kyunghee Lee, Jaephil Ko, Hyeran Byun, Yillbyung Lee, Chansup Chung

(Yonsei University)

Abstract This paper proposes a method to detect facial region and extract facial features which is crucial for visual recognition of human faces. We use a template matching method based on the statistical model in detection of face without motion and color information. The statistical model is an eigenface using Hotelling transform of input face and the eigenface represents principle components of face. To extract face independent on size, location of face and brightness of image, we search image with window of variable size, and then project image into eigenface space and extract face region during reconstruction process. In the previous research, they capture the contours of the eye and mouth by a deformable template model and extract the contours of eyebrow, nostril, and face by using an active contour model. In this paper, we extract the contours of the eye and mouth using an active contour model(snakes). We select proper parameters and define energy function. Experimental results show that face region in complex background and contours of the eye and mouth in the detected face region can be correctly extracted.