

유전자 알고리즘을 이용한 얼굴의 특징점 추출

김상균, 오승하, 이명은, 박순영

목포대학교 전자공학과

Facial Feature Extraction by using a Genetic Algorithm

Sang Kyoon Kim, Seung Ha Oh, Myoung Eun Lee, Soon Young Park
Dept. of Electronics Engineering, Mokpo National Univ.

skkim@chungkye.mokpo.ac.kr

<Abstract>

In this paper we propose a facial feature extraction method by using a genetic algorithm. The method uses a facial feature template to model the location of eyes and a mouth, and genetic algorithm is employed to find the optimal solution from the fitness function consisting of invariant moments. The simulation results show that the proposed algorithm can effectively extract facial features from face images with variations in position, size, rotation and expression.

I. 서론

얼굴 인식은 다양한 응용 분야와 그 중요성 때문에 그 동안 많은 연구원들의 관심을 끌었다. 그 응용 분야는 신분 확인 시스템, 범죄자 식별, 비디오 코딩, 무인 감시 시스템 등 여러 분야에서 이용할 수 있다. 그러나 이런 많은 응용에도 불구하고 그 동안의 연구는 제한된 조건하에서 이루어졌다.

얼굴 인식은 영상내에서 얼굴 영역의 검출 및 얼굴의 특징점을 추출하는 단계와 데이터 베이스에 저장된 얼굴과 비교하는 단계로 이루어져 있다.

지금까지 연구된 얼굴 영역의 검출 방법에는 두 영상간의 차를 계산하여 움직인 부분만을 추출하여 얼굴의 경계를 추출하는 방법[1], 타원 모양의 얼굴 모델을 만든 후에 템플릿 매칭방법을 이용하여 얼굴 영역을 추출하는 방법[2], 적응적 Hough Transform을 이용해

서 얼굴의 윤곽선에 해당하는 턱등을 찾아내는 방법, 신경망과 퍼지 이론을 이용한 방법[3], HMM(Hidden Markov Model)을 이용한 방법[4], 얼굴의 색정보와 영역확장(region growing)알고리즘을 사용하여서 얼굴을 검출하는 방법[5] 등이 연구되었다. 또한 최근에는 유전자 알고리즘을 적용하여 효과적으로 얼굴의 특징점을 추출하는 방법이 개발되었다[7-10].

본 논문에서는 타원 모양의 얼굴 모델을 이용한 템플릿과 얼굴의 색정보, 눈의 모양에 대한 정보로부터 추출된 Invariant Moments를 사용하여 적합도 함수를 구성한 후에 유전자 알고리즘을 적용하여 최적의 얼굴 특징점을 추출하는 알고리즘을 제안한다.

II. 제안된 얼굴의 특징점 추출 알고리즘

1. 전처리 단계

얼굴 특징점을 추출하기 위해서는 먼저 얼굴 영역을 검출하여야 한다. 그 방법에는 텍스처, 모양, depth, 칼라 정보 또는 이들을 조합하는 방법이 있다.

본 연구에서는 얼굴 영역이 주위의 환경보다 더 밝은 성분으로 되어 있다는 가정하에 Thresholding 방법을 이용하여 영상을 이진화하였다. 또한 이진화된 영상에서 얼굴의 특징점을 강조하기 위하여 형태학적 연산자인 Dilation을 사용하였다.

2. 얼굴 특징점 추출

후보 영역이 검출된 후 다음 단계는 후보 영역내에서 얼굴의 특징점을 추출해야 한다. 얼굴의 특징점을 추

출하기 위해서 얼굴의 기하학적인 거리 정보와 눈의 모양에 대한 정보를 이용하였다.

사람의 얼굴은 그림 1과 같이 타원 모양으로 모델링할 수 있다. 특징점 추출을 위해 우리는 3개의 특징들을 기초로 하였다. 즉, 눈과 눈 사이의 거리(eew), 눈과 입 사이의 거리(em), 눈의 폭(w)과 높이(h), 입의 폭과 높이 등의 기하학적인 정보를 이용하여 다음과 같은 템플릿을 만들었다.

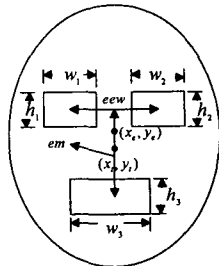


그림 1. 눈과 입의 위치를 찾기 위한 타원형 얼굴 template

단, 모든 사람들의 눈과 눈 사이의 거리, 양쪽 눈의 중심과 입 사이의 거리에 대한 비율은 일정하다는 가정하였다.

사람의 특징중에서 눈은 다른 특징들에 비해 매우 많은 정보를 가지고 있으므로 눈에 대한 정보를 이용하면 특징 추출에 대한 정밀도를 더 높일 수 있다. 그래서 먼저, 얼굴 특징점을 추출하기 위하여 눈 영역을 추출한다. 이것은 눈 주위의 색상 정보를 이용하는데 이진화된 얼굴 영역에서 눈 영역은 주위보다 어두운 성분을 많이 가지고 있으며 밝은색의 성분으로 둘러싸여 있기 때문이다. 먼저 눈의 위치를 계산하기 위하여 템플릿에서 왼쪽 눈과 오른쪽 눈에 대해서 각 영역의 전체 면적과 어두운 성분의 비율을 비교하였다.

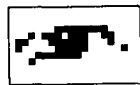


그림 2. 눈 영역

그림 2와 같은 눈 영역에서 전체 면적 (A_k)과 어두운 성분 (P_k)에 대한 비율을 비교하여 적당한 비율을 갖는 영역을 눈 영역으로 가정하는데 그 비율을 대략 75% ~ 85%로 한다.

사람의 얼굴은 양쪽이 서로 대칭적이므로 두 눈의 모양에 대한 대칭적인 정보를 이용하면 더 정확한 특징을 추출할 수 있다. 우리는 양쪽 눈의 모양이 완전히 서로 대칭적이라는 가정하에 이동, 회전, 크기의 변화

에 대해 불변인 7개의 invariant moments를 각각 계산하여 최적의 눈 영역을 선택하였다[9][10].

Invariant moments는 패턴의 형태를 측정하는데 매우 유용한 계수들로 이진화 함수 $f(x, y)$ 에 대한 차수 $(p+q)$ 의 moment는 다음과 같이 정의된다.

$$m_{pq} = \sum_x \sum_y x^p y^q f(x, y) \quad (1)$$

1차 central moment μ_{00} 는 m_{00} 에 의하여 표시할 수 있으며, 차수 $(p+q)$ 의 central moments는 다음 식(2)으로 정의된다.

$$\mu_{pq} = \sum_x \sum_y (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y) \quad (2)$$

여기서 $\bar{x} = m_{10}/m_{00}$, $\bar{y} = m_{01}/m_{00}$ 이다.

Normalized central moments는 η_{pq} 로 나타내며 $\eta_{pq} = \mu_{pq}/(\mu_{00})^r$ 로 정의된다.

여기서 $r = \frac{1}{2}(p+q) + 1$ for $p+q=2, 3, \dots$ 이 되며 2차, 3차 moments로부터 7개의 invariant moments 계수를 추출할 수 있다.

3. 유전자 알고리즘

유전자 알고리즘은 Holland에 의해서 소개된 적응적 탐색 알고리즘으로 자연 법칙을 응용한 모델이다. 자연계의 진화와 퇴화, 자연 선택, 약육강식등의 자연 현상을 이용하여 알고리즘화 한 것으로 잡음에 강하고 빠른 탐색 속도 때문에 패턴 인식 및 최적해 그리고 계산이 복잡하고 많은 탐색 영역을 요구하는 분야에 많이 응용되고 있다.

유전자 알고리즘은 문제에 대한 해를 2진 스트링 형태로 표현한 집단으로 구성되어 있으며 집단은 여러개의 개체로 구성되어 있다. 각 개체는 문제에 맞게 설계된 fitness 함수에 의해서 평가되어지고 이 적합도에 의해서 새로운 개체를 재생한다.

다음 세대의 새로운 개체를 선택하기 위해서 유전자 알고리즘은 교배와 돌연변이 두 가지의 연산자를 사용한다. 교배 연산자는 임의적으로 두 개의 개체를 선택하여 임의적으로 선택된 교배점을 중심으로 서로 자리를 바꿈으로서 이루어지는데 그 과정은 그림 3과 같다.

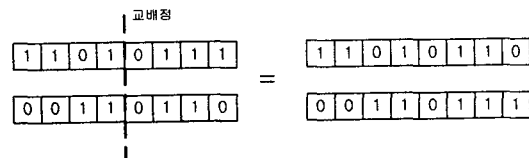


그림 3. 교배 연산 과정

돌연변이 연산은 돌연변이 확률에 따라 임의적으로 선택된 지점의 값을 0은 1로, 1은 0으로 서로 바꾸는 연산자이다. 그러므로 문제의 국부해에 빠질 위험과 조기 수렴 가능성을 예방할 수 있다.

개체 선택은 적합도에 비례하여 새로운 개체를 형성하는 roulette wheel 방법을 사용한다. 적합도가 높은 개체는 그것에 비례하여 새로운 개체를 형성하고, 반대로 적합도가 낮은 개체는 소멸하는 자연 선택의 원리를 응용한 것이다.

이런 방법으로 개체는 생성되고 선택, 소멸을 반복하며 세대가 거듭되면서 문제에 알맞은 최적의 해로 수렴하게 된다.

본 논문에서는 각 개체의 파라미터로서 얼굴 특징점들의 기하학적인 정보를 이용하였다. 즉 타원의 중심 좌표와 template의 중심좌표간의 차(dx, dy), 눈과 입의 폭(w_k)과 높이(h_k), 양쪽 눈 사이의 거리(eew), 양쪽 눈의 중심과 입과의 거리(em)를 개체의 파라미터로 설정하였다. 또 개체의 적합도를 계산하기 위해 다음과 같은 적합도 함수를 설정하였다.

$$f = \sum_{k=1}^3 a_k d_k + b \sum_{k=1}^7 \left| \frac{\phi_{1k} - \phi_{2k}}{\phi_{1k} + \phi_{2k}} \right| - c \frac{em}{eew} \quad (3)$$

여기서, d_k 는 $f(\frac{P_k}{A_k})$ 로서 눈 영역의 전체 면적과 어두운 성분의 비율에 대하여 그림 4와 같이 normalize시킨 값이다. 그리고 $\phi(\cdot)$ 는 invariant moments, em 은 양쪽 눈의 중심과 입 사이의 거리, eew 는 양쪽 눈 사이의 거리이다.

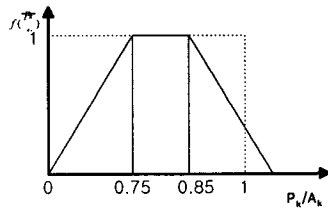


그림 4. 눈 영역에 대한 normalize 함수

III. 실험 및 결과

본 실험은 20명이 5종류의 위치, 회전, 크기, 표정등의 변화를 만든후 취득된 영상으로 총 100개의 얼굴 영상으로부터 얼굴 특징점을 찾기 위하여 제안된 알고리즘을 적용하여서 성능을 평가한다.

먼저, 각 영상을 이진화하여 얼굴 영역을 검출하였고 눈 영역의 어두운 성분을 증가시키기 위해 형태학적 연산자인 Dilation 연산을 사용하였다.

정확한 얼굴 특징점의 위치를 찾기 위하여 얼굴 모양

과 비슷한 타원형 template를 사용하였으며 얼굴 특징점들의 기하학적 거리 정보, 눈의 색상 성분 및 눈의 모양 정보를 이용하여 적합도를 계산하였다.

얼굴의 특징점을 추출하기 위하여 유전자 알고리즘의 각 개체는 10개의 파라미터로 구성하고 임의적으로 50개의 초기 집단을 생성하였으며 최대 200세대까지 진화시켰다. 그리고 자식 개체를 생성하기 위한 교배와 돌연변이 확률을 각각 0.85, 0.002를 사용하였으며, 새로운 집단을 생성시키기 위한 선택 메카니즘으로서 roulette wheel 방법을 사용하였다.

본 연구에서는 각각의 얼굴 특징점을 얼마나 정확히 찾을 수 있는지에 대한 실험을 하였다.

실험 결과 다음과 같은 결과가 나타났다.

표 1. 실험 결과 (단위 : %)

	Left-eye	Right-eye	Mouth
True	85.7	85.7	87.1
False	14.3	14.3	12.9

실험 결과 제안한 알고리즘은 얼굴의 크기, 표정의 변환에 관계없이 특징점을 잘 찾을 수 있었다. 또한 처리 속도면에서 실시간으로 얼굴의 특징점을 추출할 수 있을 정도를 빠르게 수행되었다.



그림 5. 얼굴의 특징점 추출 결과

그림 5에서 제안된 알고리즘을 수행한 결과를 보여주

여 주는 것과 같이 정면의 얼굴 영상에서는 정확히 얼굴의 특징점을 추출할 수 있었다. 그러나 안경을 쓰고 있는 경우 안경테의 영향으로 눈의 전체 영역이 넓어졌고 정확한 위치에서 약간 벗어났다.

IV. 결론

본 논문에서는 유전자 알고리즘과 얼굴의 기하학적 정보 및 눈의 영역에 대한 밝기와 눈에 대한 Invariant moments를 이용하여 얼굴의 특징점들을 추출하였다.

첫단계에서는 Threshold에 의해서 얼굴 영역을 검출하였고 다음 단계에서는 검출된 영역에서 얼굴의 특징점들을 추출하였다. 얼굴의 특징점들간의 기하학적인 거리와 눈 영역에서 나타나는 많은 특징들을 이용하여 추출한 결과 거의 대부분의 영상에서 정확히 얼굴의 특징점들을 추출할 수 있었다.

지금까지의 실험은 단일 영상내에 1명의 얼굴이 있는 경우로 가정하고 실험을 하였다. 그러나 앞으로 단일 영상내에 여러명의 얼굴이 동시에 존재할때 뿐만 아니라 동영상내에서 움직이는 사람의 얼굴을 검출하여 특징을 추출하고 인식할 수 있는 시스템에 대한 연구가 더 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] L.Stringa, "Eyes detection for face recognition", Applied Artificial Intelligence, vol. 7, no. 4, pp. 365-382, Oct. 1993.
- [2] G.Yang and T.S.Huang, "Human face detection in a complex backgroud", Pattern Recognition, vol. 27, no. 1, pp. 53-63, 1994.
- [3] S.Y.Lee, Y.K.Ham and R.H.Park, "Recognition of human front faces using knowledge-based feature extraction and neuro-fuzzy algorithm", in press, Pattern Recognition, vol. 29, no. 11, Nov. 1996.
- [4] Ara V.Nefian and Monson H.Hayes III, "HIDDEN MARKOV MODELS FOR FACE RECOGNITION", in Proc. IEEE Int. Conf. Acoust., Speech, Signal Processing, vol. V, pp.3737-3740, May 1998.
- [5] K.Sobottka and I.Pitas, "Face Localization and Facial Feature Extraction based on Shape and Color Information", IEEE Inter. Conf. on Image Processing, pp. 483-486, 1996.
- [6] Xiaoguang Jia and Mark S. Nixon, "Extending the Feature Vector for Automatic Face Recognition", IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 17, no. 12, DEC. 1995.
- [7] Hertog Nugroho, Shigeyoshi Takahashi, Yoshiteru Ooi and Shinji Ozawa, "Locating and Extracting Human Face in a Cluttered Scene by using Genetic Search", T.IEE Japan, vol. 118-C, no. 5. pp. 727-736 1998.
- [8] Ching-Liang Su, Chidchanok Lursinsap, "Face Recognition by Feature Orientation and Feature Geometry Matching", IEEE Proceedings of ICPR, pp. 401-405 1996
- [9] R. Pinto-Elias, J.H.Sossa-Azuela, "Automatic Facial Feature Detection and Location", IEEE, pp. 1360-1364, 1998.
- [10] Ja-Ling and Chun-Hung Lin, "Automatic Facial Feature Extraction by Genetic Algorithms", Part of the IS&T/SPIE Conf. on Visual Communications and Image Processing '99, pp. 925-935, Jan. 1999.