

배경영상에서 유전자 알고리즘을 이용한 얼굴의 각 부위 추출

이형우, 이상진*, 박석일**, 민홍기***, 홍승홍
인하대학교 전자공학과, *LG산전(주)중앙연구소, **주모시스, ***인천대학교 정보통신공학과
전화:(032)868-4691, FAX:(032)868-4691

Facial Feature Extraction using Genetic Algorithm from Original Image

Hyoung Woo Lee, *Sang Jean Lee, **Seoil Park, ***Hong Ki Min, Seung Hong Hong
Dept. of Electronic Engineering, Inha university, *LG industrial systems co.,Ltd..
Multimedia lab., Mosys Co., Ltd.. *Dept. of Information & Telecommunication Engineering,
university of Incheon
E-mail: gl991201@inhavision.inha.ac.kr

Abstract

Many researches have been performed for human recognition and coding schemes recently. For this situation, we propose an automatic facial feature extraction algorithm. There are two main steps: the face region evaluation from original background image such as office, and the facial feature extraction from the evaluated face region. In the face evaluation, Genetic Algorithm is adopted to search face region in background easily such as office and household in the first step, and Template Matching Method is used to extract the facial feature in the second step. We can extract facial feature more fast and exact by using over the proposed Algorithm.

I.서론

최근에 개인식별에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 그 중에서 얼굴은 그 자체의 유일성 때문에 사람을 인식하고 식별하는데 매우 효과적이다. 따라서 이에 대한 많은 연구가 뛰어난 사양의 컴퓨터 보급 등으로 활발하게 이루어지고 있다. 얼굴인식은 크게 얼굴 영역의 분리, 특징 추출, 그리고 인식의 세 단계

나눌 수 있다. 배경에서 얼굴 영역의 분리 방법은 예지 영상에 얼굴에 대한 형판을 사용하여 검출해 내는 방법 등이 있으며, 얼굴 특징 추출 방법은 KL(Karhunen-Loeve) 변환과 같은 통계적인 추출 방법과 눈, 코, 입 등과 같은 구조적 특징 추출 방법으로 나누어진다. 그리고 인식 과정의 통계적 방법은 모든 입력 얼굴 영상은 고유얼굴(eigenface)에 의해 차원이 축소된 가중치 벡터로 표현되며 유클리드(Euclidean) 거리 방법 인식이 이루어진다. 다른 인식 방법으로 구조적 특징 방법은 눈, 코, 입, 턱, 이마 등의 정보를 이용하여 두 이웃 점들의 거리, 두 인접한 점들을 결합하는 곡선들 간의 각도 등이 인식에 사용되게 된다 [1].

또한, 급속한 멀티미디어의 발달로 동시에 전송되어야 하는 많은 양의 영상 데이터들이 존재하게 되었고, 이 비대해진 데이터 용량에 따른 압축기술 개발이 필수 요소로 부각되어 졌다. 따라서, 높은 코딩 이득을 얻기 위해서는 원 영상에서 많은 정보를 갖고 있는 부분의 추출 과정이 필요하게 되었다.

본 논문에서는 얼굴인식 전단계에 해당되고, 영상 데이터 전송 시 효율적인 코딩 전에 거쳐야 하는 기술로서 얼굴영역 검출 및 검출된 얼굴영역으로부터 얼굴의 각 부위(눈, 코, 입) 추출 과정을 소개하였다

[2] [3]. 첫 단계로, 사무실이나 가정의 배경 영상에서 얼굴영역을 검출해 내는 과정에서 유전자 알고리즘 (Genetic Algorithm)을 적용하였다. 유전자 알고리즘은 복잡하고 검색 공간이 광범위한 영상에서 계산량을 줄이고 쉽게 원하는 대상을 검출할 수 있는 장점을 가지고 있으며, 본 논문에서는 타원형의 얼굴을 검출하는 데 적용하였다 [2] [3] [5]. 두 번째 단계에서는 전 단계에서 검출된 얼굴 영역을 이용하여 얼굴의 각 부위(눈, 코, 입)를 추출하는데 템플릿 매칭 기법을 적용하였다. 이 방법은 눈, 코, 입의 위치가 사람마다 동일하다는 특징을 이용한 것으로 특히, 전 단계의 얼굴 영역 검출 시 얼굴의 중심점을 알고 있기 때문에 더욱 정확하게 얼굴의 각 부위를 찾아낼 수 있는 장점이 있었다 [3] [4] [6].

II. 얼굴영역 검출

1. 유전자 알고리즘

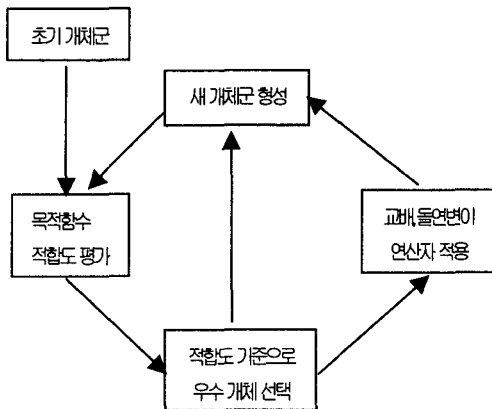


그림 1. 유전자 알고리즘 개략도

유전자 알고리즘은 찾고자 하는 해가 이진(binary) 염색체(chromosome) 형태로 표현되게 되고 일정 특징을 기준으로 개체군(population)으로 나뉘지게 된다. 초기 개체군은 임의로 선택되어진 후 여러 개의 목적 함수(fitness function)에 적용 되어 그 개체의 적합도(fitness value)를 계산하게 된다. 적합도를 기준으로 선택 연산자에 의해 일정 개체가 선택 되고, 교배(crossover), 돌연변이(mutation) 연산자에 의해 새로운 개체군을 형성하게 된다. 지금까지의 설명을 그림 1.과 같이 도식화할 수 있으며, 위의 과정은 반복적으로 수행되게 된다. 반복 수행 뒤 최종적으로 가장 적합도가 높은 개체가 선택되고 그 개체가 찾고자 하는 해가 된다 [2] [3] [5] [7].



a.원영상 b.Blurring 영상 c.에지 영상 d.기준영상
그림 2. blurring 후 에지 영상과 기준영상

2. 기본 구성요소

본 논문에서 적용된 유전자 알고리즘의 기본 구성 요소인 개체, 개체군, 선택연산자, 교배, 돌연변이 연산자의 정의는 다음과 같다.

개체 (string): 중심(x1,y1), 단축 a, 장축 b를 갖는 타원. 256*256 영상에서 각각 4bits 씩 할당되고, 총 32bits의 크기를 갖는다.

$$\frac{(x-x_1)^2}{a^2} + \frac{(y-y_1)^2}{b^2} = 1$$

개체군: 같은 중심을 갖는 모든 타원의 집합.

선택연산자: 임의의 개체군의 모든 개체에 대한 적합도의 합에 대한 비율

$$\frac{f_i}{\sum_i f_i} \quad f_i : \text{개체의 적합도}$$

교배 (Crossover): 두 부모 개체 사이에서 유전자의 일부분을 서로 교환함으로써 다른 영역으로 탐색이 이루어진다.

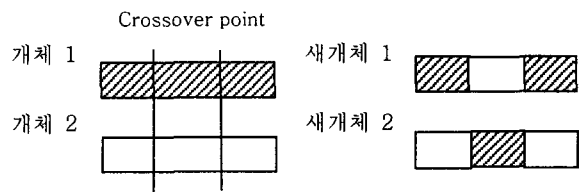


그림 3. 2-point 교배 연산자 적용 예

돌연변이 (mutation): 염색체 배열 중 특정 부분의 값을 랜덤하게 변화시킴. 교배 연산자의 특정 개체군의 지역적 해의 근접을 보완할 수 있다.

3 목적함수

영상의 영역들 중 사람의 머리카락 영역은 같은 그레이 레벨 값을 많이 가지고 있어서 경계 에지(edge)가 쉽게 검출될 수 있고, 그 형태 또한 쉽게 구별되어진다. 본 논문에서는 그 머리카락 영역을 개체 타원의 윗부분으로 가정했고, 이것을 유전자 알고리즘을 이용한 실제 머리 영역과 매칭 시켜 최적의 개체를 찾으려

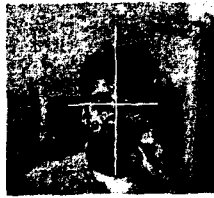


그림 4. 얼굴의 대칭 특성

했다. 개체의 적합도를 조사하기 위해 다음과 같은 목적함수들을 사용하였다

3.1 기준타원과 에지 라인의 일치점 조사

블러링(blurring) 후 얻은 에지 영상과 기준 타원 영상의 에지 라인의 비교를 통해 일치 개수 여부를 조사하게 된다. 이때, 블러링은 머리카락 영역을 주변 영역에 비해 두드러지게 나타내는데 이용되었고, 가우시안 필터를 사용하였다.

$$O1 = \sum_x \sum_y R(x, y)G(x, y) \quad (1)$$

3.2 타원의 안과 밖의 차이 조사

어두운 머리카락 부분과 그 주변 영역의 비교로서 머리 부분을 판단할 수 있다. 타원 위로 1/4이상 되는 타원 상의 점을 기준으로 일정 거리 떨어진 양쪽 픽셀 값을 구해서 그 차이가 문턱값(threshold)보다 더 크게 되면 카운터를 증가시킨다.

$$|G(a) - G(b)| > T, \text{counter 증가} \quad (2)$$

$$O2 = \text{counter sum}$$

3.3 얼굴의 좌우 대칭 특성 이용

타원의 장축을 기준으로 얼굴이 지닌 좌우 대칭 특성을 이용하여 양쪽 값의 비교가 이루어지고 그 차는 얼굴 부분 일 때 최소값을 갖는다. (그림 4.)

$$O3 = \sum |G(a) - G(b)| \quad (3)$$

3.4 얼굴 윗부분의 평균 픽셀 값

타원의 중심을 기준으로 윗부분의 평균 픽셀 값 (Grey value)이 아래쪽보다 낮은 값을 갖는 사실을 적용하였다.

$$O4 = M(a) - M(b) \quad (4)$$

이들 4개의 목적함수로 측정된 적합도는 각 함수의 비중을 고려한 가중치 계수를 부여하여 하나의 실수 값 형태를 갖도록 하는데, 개체군에 속한 모든 개체들

에 적합도 V가 할당되고 서로 비교된다. 선택 연산자에 의해 선택되어진 개체들에 교배와 돌연변이 연산자가 적용되고 새로운 개체가 형성된다.

$$V = aO1 + bO2 - cO3 + dO4 \quad (5)$$

III. 얼굴의 각 부위 추출

1. 템플릿 매칭 (Template Matching)

형판정합이라고도 하는 템플릿 매칭 기법은 관심 있는 대상(object)에 대한 위치, 픽셀 값 등의 정보들을 이미 알고 있는 상황에서 그들 정보들을 이용하여 원하는 부분을 추출해 내는 기법으로 단순하면서도 좋은 결과를 보여준다. 전 단계에서 검출된 타원형 얼굴 영역의 중심점 정보를 알고 있고, 이 중심점으로부터 윗부분에는 두 눈이 존재하고 아래 부분에는 코와 입이 존재한다는 사실에 바탕을 두었기 때문에 이 상황에서의 템플릿 매칭 기법의 적용은 더욱 더 정확한 추출 작업이 이뤄질 수 있게 된다[4][6].

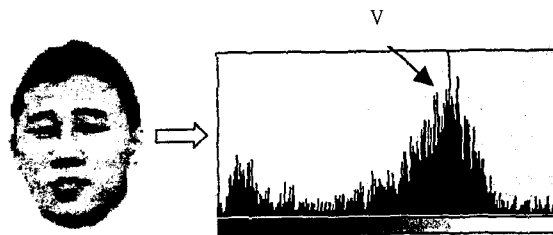


그림 5. 얼굴영역의 히스토그램과 픽셀 평균값 V 위치

2. 추출 과정

위의 그림 5.에서 볼 수 있듯이 얼굴 영역의 밝은 부분은 피부이고, 어두운 부분은 머리카락과 눈썹, 눈, 코 부분, 그리고 입 사이임을 알 수 있다. 따라서 얼굴 영역의 평균 픽셀 값 V는 얼굴의 각 부위의 픽셀 값보다 큰 값을 갖고 피부 영역보다는 낮은 값을 갖는 사실을 템플릿을 이용한 얼굴의 각 부위 추출에 이용했다. 템플릿의 크기는 직사각형으로 검출된 타원형의 얼굴영역에 대한 일정 비율로서 정해지며, 눈과 코 형판은 눈, 코의 크기보다 충분히 작게 만들어져서, 검색 시작 후 얼굴 영역의 픽셀 평균 V보다 작은 영역인 눈, 코 영역 탐색 시 바로 검출해 낼 수 있도록 하였다. 눈을 찾기 위해 타원의 중심에서 x축, y축 순서로 검색해 나가는데, 형판 크기 안의 모든 픽셀에 대한

픽셀 값을 V와 비교하여 작은 픽셀 값을 갖을 경우에 counter를 증가시키고, 그 형판 안의 counter 합이 기준 값 T보다 크게 되면 눈, 코로 인식하게 된다. 입의 추출은 코를 검출한 뒤 코 밑 부분으로 검색하여 V보다 낮은 픽셀 값 영역 탐색 시 입으로 간주하였다. 전체 템플릿 적용 알고리즘은 그림6.와 같다.

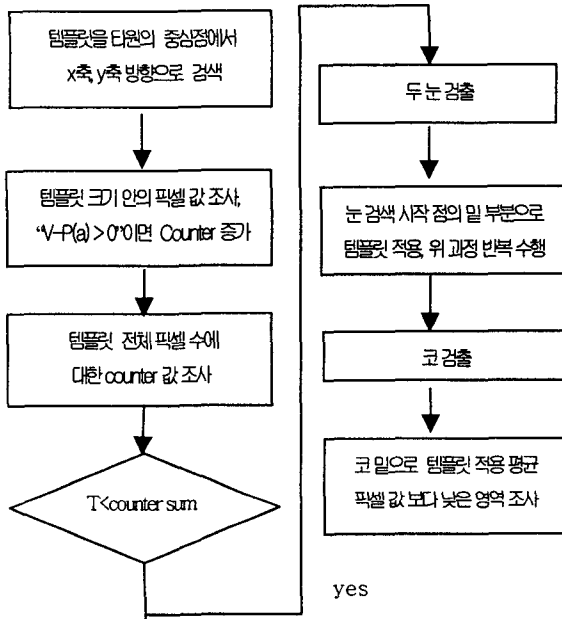


그림 6. 템플릿 적용 눈,코, 입 추출 알고리즘

IV. 결과 및 고찰

실험 영상은 CCD 카메라로 얻은 256*256 크기의 흑백 영상을 사용하였고, 픽셀 값(Grey level)은



그림 7. 원 영상과 추출된 눈,코,입 영상

8bits로 하였다. 피검자는 탈모 되지 않은 검은 색 머리카락을 지닌 사람을 대상으로 하였고, 얼굴의 크기는 전체 영상에서 최소 64*64(1/4)이상되게 하였다. 입으로 선택된 초기 개체군의 타원의 중심은 (127, 127)으로 하였다. 식(5)에서 가중치 계수 a=1, b=0.2, c=0.2 d=0.5으로 정했으며, 밝은 영상일수록 블러링

(blurring) 횟수를 증가시켜 머리 부분과 다른 영역과의 대비를 크게 하였다. 에지 연산자는 프리윗 필터(Prewitt's filter)를 사용하였고, 눈 템플릿의 크기는 타원의 단축을 기준으로 설정하였다. 실험 프로그램은 Visual C++를 사용하였다.

본 논문은 유전자 알고리즘과 템플릿 매칭 기법을 이용하여 사실상 같은 배경 영상에서 얼굴 영역을 검출하고 검출된 얼굴 영역에서 얼굴의 각 부위를 추출하는 알고리즘을 제안했으며, 이것은 기존에 연구되어 왔던 부분적 연구 과정을 하나의 과정으로 통합 연결시키는 알고리즘을 제시한 것이다. 유전자 알고리즘은 광범위하게 존재하는 해의 공간에서 빠르게 해를 찾는데 효율적이었고, 템플릿 매칭은 전단계의 정보를 가지고 정확하게 눈,코, 입을 추출해낼 수 있었다. 두 단계의 수행 과정으로 많은 양의 데이터 처리가 필요하기 때문에 많은 수행 시간을 필요로 하지만, 본 논문에서 제안한 알고리즘 적용으로 보다 빠른 처리 속도를 가질 것으로 기대된다.

본 논문에서 조명 및 머리 모양 등의 제한을 두었는데, 앞으로 위 조건에 구애 받지 않는 향상된 알고리즘 구현이 필요하다고 본다.

참고 문헌

- [1] 이성환, 이미숙, "얼굴 영상 인식 기술의 연구 현황", 전자공학회지 1996년 6월 제 23권 제 6호, pp688-701
- [2] Yujin Suzuki, Hideo Saito, Shinji Ozawa, "Extraction of the Human Face from Natural Background Using GAs". Proceeding of TENCON '96, pp221-226.
- [3] Ja-Ling Wu and Chun-Hung Lin, "Automatic Facial Feature Extraction by Genetic Algorithms", Conference on Visual Communications and Image Processing, Jan.'99, pp925-936.
- [4] A. L. Yuille, P. W. Hallinan, and D. S. Cohen, "Feature extraction from face using deformable templates," Int. Journal of Computer Vision, Vol. 8, No. 2, Feb. 1992, pp.99-111.
- [5] Jay F. Winkeler, "Genetic Programming for Object Detection", Proceedings of the Second Annual Conference, July 3-16, 1997
- [6] 한영환, 홍승홍, "연속 영상에서의 얼굴표정 및 제스처 인식", 의공학회지, August, 1999 Volume 20, Number 4, pp419-425
- [7] David E. Goldberg, "Genetic Algorithms in Search, Optimization & Machine Learning", Addison-Wesley Publishing '89.