

유전자 알고리즘을 이용한 얼굴특징 정합에 관한 연구

김윤수, 류정식, 김준식
호서대학교 전기정보통신공학부

A Study on the Facial Feature Matching using Genetic Algorithm

Youn-Soo Kim, Jeong-Sig Ryu, Joon-Seek Kim
Dept. of Electrical and Information Telecommunication Engineering,
Hoseo University

요약

본 논문에서는 보안시스템에 적용할 수 있는 얼굴인식 알고리즘을 제안하였다. 얼굴인식을 위해 기존에는 얼굴특징의 거리와 각도를 이용하는데 반해, 제안한 방법에서는 명암영상을 직접적인 입력으로 사용하였고, 원영상과 입력영상의 두 검색체를 비교하여 적응도가 가장 좋은 개체를 선택하는 유전자 알고리즘을 사용하였고, 모의 실험을 통해 성능을 검증하였다.

ABSTRACT

In this paper, we proposed the face recognition algorithm which can use a security system. The distance and angle of the face features are used in the conventional method, but the proposed method used the genetic algorithm which selects image to best fit the input image in the database images.

The performance of proposed algorithm is verified through the simulation. The proposed one has good performance.

I. 서론

사회가 선진화되면서 자신의 재산 및 인권을 보호하려는 현상이 늘어나고 있다. 이런 현상에 가장 부합되는 것이 바로 보안시스템이다. 보안의 한 방법으로 생체인식방법으로는 지문, 손바닥 영상, 얼굴, 홍채, 망막, 손등의 정맥, DNA 등의 고유의 특징들을 이용하는 방법들이 있다. 이 중 얼굴인식 시스템은 다른 인식 시스템보다 사용자편의를 생각할 수 있는 구조로서, 카메라를 잠시 쳐다보는 것만으로 모든 인식작업을 수행한다.[1][2]

그림 1은 유전자 알고리즘을 이용하여 실제 대상자를 선택하는 얼굴인식 시스템의 구성도이다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 얼굴의 특징 중에서 눈, 코, 입의 거리와 각도를 이용하여 1차 후보인물을 선택한다. 1차 후보들

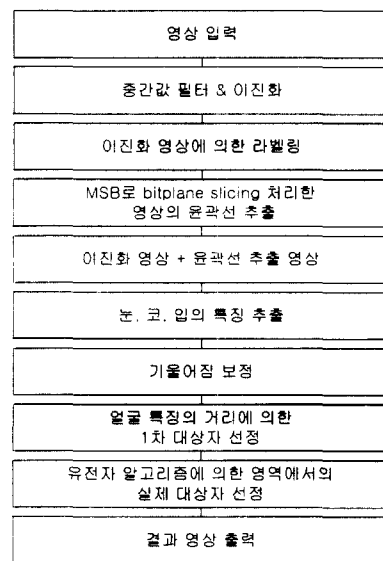


그림 1. 얼굴인식 시스템의 구성도

의 얼굴 특징을 기본 영상으로 하고 입력 조건 영상에 대해 검색체를 구성하고 만들어진 검색체를 비교하여 적응도가 높은 유전자를 가진 영상을 동일 인물로 판단하는 유전자 알고리즘을 이용하여 최종인물을 찾아내는 방법이 본 논문의 요지이다.

II. 전처리(Preprocessing)

전처리 과정으로 잡음제거를 위해 중간값 필터(median

filter)를 사용한 후, 이진화, 다음으로 이진화 영상으로 라벨링 작업을 수행한다.

라벨링 과정에서 이진화값을 높은 값을 사용했을 경우는 동일 영역이 떨어져 나타나는 경우가 있다. 그러므로 일정거리 이내의 영역은 같은 영역으로 처리해 준다.

1. 윤곽선 추출 (edge detection)

윤곽선 추출을 위해서 이진화 과정과 같은 bit-plane slicing을 사용하여 최상위비트(MSB)로 판단하여 이진화를 수행하였고, 이 영상을 이용하여 윤곽선을 추출하였다.

2. 얼굴 특징 추출 (Facial Feature Extraction)

윤곽선 추출 영상과 이진화에서 얻은 영상을 더하여 얼굴의 윤곽과 특징이 동시에 나타나도록 하여 얼굴 특징영역이 잘 나타나도록 한다.

얼굴특징의 분리작업을 수행하기 전에 알아야 할 사항으로 그림 2에서 볼 수 있듯이 일반적 인물의 특징으로 양눈의 거리를 기준거리 1.0d라고 하였을 때, 눈에서 코까지의 거리는 0.78d, 눈에서 입까지의 거리는 1.12d, 눈에서 눈썹까지의 거리는 0.3d로 정규화 할 수 있다. 눈과 입의 각도는 63.2° 이고, 눈과 코의 각도는 49° 이다. 이 조건은 다음 제한 조건이 적용된 후 각 라벨을 찾아내는데 사용된다[3].

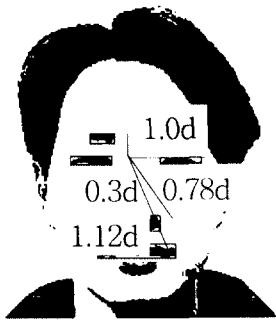


그림 2. 눈, 코, 입 등의 특징을 추출한 영상

검색을 수행하는데 필요한 시간을 단축시키고, 다른 잡음이 생길 경우를 대비하여 눈, 코, 입의 라벨을 구성하는 유효화소의 개수를 50~500개로, 양눈의 후보 라벨의 각도는 45° ~ -45° 이내로 조건을 주어 라벨의 개수를 필요한 만큼으로 줄였다.

3. 기울어짐 보정

추출한 얼굴영역은 바른 자세에서 입력받은 영상이라 할지라도 조금씩 기울어지는 경우가 발생한다. 기울어짐을 보정하여 비교적 일관된 상태에서 유전자 알고리즘을 적용하여 보다 정확한 계산을 하도록 한다.



(a) 원영상 (b) 얼굴특징 검색영상 (c) 보정영상

그림 3. 기울어짐 보정

$$\theta = \tan^{-1} \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)} \quad (1)$$

그림 3에서는 식 (1)에서 사용된 좌측과 우측 눈의 무게 중심인 (x_1, y_1) , (x_2, y_2) 값을 기준으로 구한 각도로 기울어진 얼굴영역을 정면영상으로 보정하였다.

III. 얼굴인식 알고리즘

1. 유전자 알고리즘

유전자 알고리즘(Genetic Algorithm : GA)은 1970년대에 Holland[4]에 의해 제안되었고, 생물의 진화과정을 모의한 최적화 탐색 알고리즘의 일종이다.

유전자 알고리즘은 사용자가 지정하는 '0'과 '1'의 특정한 형태의 구조를 만들며, 이것을 나열해 만든 것이 염색체 (chromosome)로 표현된다. 이 염색체를 평가하는 방법으로 적응도를 계산한다. 대체로 적응도가 높은 염색체가 살아남고, 그렇지 못한 염색체는 도태되어 가는 것을 반복하여 최후에 가장 좋은 염색체를 남기는 것이 유전자 알고리즘의 기본이다.

2. 염색체 (Chromosome)

염색체는 유전자 알고리즘을 적용하는 방법에 따라 다르게 구성된다. 본 논문에서는 입력되는 특징영상에 대해 위치와 크기에 따른 염색체를 만들었고, 그림 4와 같이 설정하였다. 염색체는 유전자 알고리즘을 적용하는데 있어서 교배, 돌연변이 특성을 적용시키는데 가장 핵심적인 부분이다. 이 염색체의 구성으로 각 노드는 X와 Y의 Offset 좌표와 Size, 그리고 적응도(fitness)로 구성된다.

| | | | | | |
|------|----------|----------|--------|--------|---|
| 영상ID | Offset X | Offset Y | Size X | Size Y | F |
|------|----------|----------|--------|--------|---|

그림 4. 염색체 구조

- 영상ID : 저장영상 인물을 구별하기 위한 ID, 4비트로 설정
- Offset X, Y : 입력영상의 위치를 X, Y 만큼 이동시켜

준다. 눈, 코, 입으로 설정된 영역을 고려하여 5bit로 설정

- Size X, Y : 입력영상의 크기를 X, Y에서 설정한 크기 만큼 늘이거나 줄여준다. 3비트로 설정
- F : 적응도 : 적응도를 계산한 결과값을 각 유전자에 갖고 있도록 하는 부분으로 12비트를 사용한다.

구성된 염색체는 영상의 형태에 대한 유전자의 구성이 아니고, 입력영상과 저장영상의 비교 위치 및 조건에 대한 방법이며, 이 방법과정에서 최적의 상태에서의 적응도를 비교하여 평가하는 것이 본 논문의 방법이다.

3. 적응도 (Fitness)

적응도는 각 염색체에 대해 정해진 함수의 계산 결과에 의해 선택(도태)을 하는데 직접적으로 사용된다. 입력영상과 저장영상의 농담값을 직접 비교 사용하기 때문에 100% 정확하게 일치하기 어렵다. 그러므로 입력영상과 저장영상의 차이를 나타내는 가상 좋은 방법으로 표준편차 값을 계산하여 적응도로 사용하도록 하였다. 그리고 표준편차 값은 적은 값이 더 잘 정합되는 것이므로 적은 값이 적응도가 높은 것으로 정하였다.

$$Fi(i) = \sigma = \sqrt{\sum(S_i - I_i)^2 / N} \quad (2)$$

식 (2)에서 S_i 는 저장영상이고 I_i 는 입력영상, N 은 저장영상과 입력영상의 겹치는 화소의 수로써 각 화소의 차이값으로 편차를 내는 방법을 표현하고 있다.

4. 재생산 (Reproduce)

세대를 넘기면서 여러 가지 염색체는 없어지고, 여러 연산을 통해 새롭게 염색체들이 만들어지는 작업을 한다. 이를 재생산(Reproduce)이라 부른다. 재생산의 방법에는 정렬된 개체를 순위대로 선택하는 순위적 선택법, 교배될 개체의 이웃을 선택하는 국부적 선택법, 일정개수 이상만 선택하는 절단적 선택법등의 여러 가지 방법이 있다[5]. 본 논문에서 사용된 재생산 방법에는 순위적 선택법을 사용하였다. 재생산 과정에서 20%는 선택연산을, 70%는 교배연산을, 나머지 10%는 돌연변이연산을 수행하였다.

5. 교배, 교차 (Crossover)

적응도 최상위 20%는 선택연산을 수행한 후, 다음의 70% 염색체에 대해 한쌍단위로 교배연산을 수행한다. 이 연산은 염색체의 일부를 교환하여 이전염색체와 비슷한 값으로 새 염색체를 만드는 연산이다. 선택연산의 염색체

에서 더욱 최적화 적응도를 가진 염색체를 찾아내기 위한 방법이다.

6. 돌연변이 (Mutation)

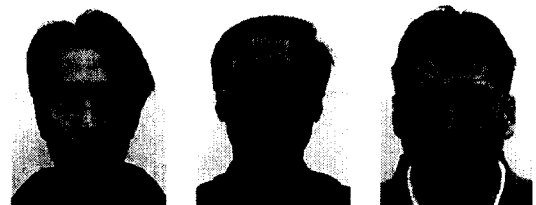
돌연변이는 유전자를 정해 놓은 확률에 의해 탐색 범위 측면에서 보면 큰폭의 변화를 하는 조작이다. 교배는 최상위 비트의 변화는 시키지 않기 때문에 큰폭의 변화가 필요할 때 돌연변이로서 상위비트를 변화시켜 처리한다.

본 논문에서는 교차의 결과, 만들어진 두 개체의 근사도를 해밍거리로 측정하고, 거리가 가까울수록 높은 변이율로 하는 적응변이 기법을 사용하였다. 이것은 집단 중에서 유전자형의 다양성을 확보하고, 가능한 한 넓은 해 공간을 탐색하기 위해서이다.

IV. 실험 및 결과

1. 실험상지

실험을 위해서 대중화된 디지털 카메라로 640×480 크기의 영상을 입력받아 그림 5의 (a), (b), (c)의 세 개의 원영상을 만들어 사용하였고, 그림 5의 (d)는 유전자 알고리즘에 적용될 입력영상을 보여주고 있다. 모의 실험은 Pentium-II 400 PC와 Visual C++, Matlab등을 사용하여 실험하였다.



(a) 원 영상 (b) 원 영상 (c) 원 영상



(d) 입력 영상

그림 5. 유전자 알고리즘에 적용될 원 영상과 입력 영상

2. 모의 실험 및 결과

얼굴영상으로부터 특징영역을 추출하고, 각각의 거리와 각도를 계산한 다음 입력영상에서 얻은 특징영역과 기본영상에 저장된 특징영역을 유전자 알고리즘을 적용하여 적응도를 계산한다. 유전자에 의해 개체가 생성되므로 각각의 유전자를 교배와 돌연변이로 변화시키면서 새로운 개체를 생성하면서 원하는 세대까지 진행이 된 후 결과를

출력한다. 유전자 알고리즘을 적용하는 부분은 눈, 코, 입의 특징영역에 대해서 유전자 내부의 Offset과 Size 위치에 대해 돌연변이와 교배를 사용하여 재생산을 수행하였다.

표 1. 염색체 예제 배열

| ID | Offset | | Size | | Fitness |
|------|--------|-------|------|-----|--------------|
| | X | Y | X | Y | |
| 0010 | 00000 | 10101 | 010 | 010 | 011011010100 |
| 0010 | 10100 | 00101 | 001 | 010 | 011101000110 |
| 0010 | 10010 | 00000 | 010 | 001 | 010011111110 |
| 0100 | 00011 | 00111 | 010 | 010 | 011101110110 |
| 0100 | 01000 | 11001 | 010 | 110 | 100100110110 |
| 0100 | 10111 | 10100 | 100 | 010 | 011100110011 |
| 0110 | 10011 | 11000 | 010 | 010 | 011101010000 |
| 0110 | 00111 | 00011 | 011 | 001 | 011101111010 |
| 0110 | 00010 | 00011 | 010 | 001 | 010111101000 |

실험에서는 인구수를 100으로 설정하여 만들었지만, 표 1은 그 중에 몇 개만을 추출해 실제 데이터의 저장형태만을 보여주고 있다. ID는 실제 인물의 ID를 의미한다. 표 1에서 가장 근접한 사람의 ID가 바로 0010의 인물인데 이는 그림 6에서 (c)의 영상의 인물이고, (a)와 (b)의 인물이 각각 0100과 0110의 ID를 가진 인물이다. Offset은 각각 x, y의 좌표이동을 나타내는데 잘 정합되는 부분에 적응도가 높아지는 것을 알 수 있다. 그리고 다른 ID를 가진 인물이 잘 정합되는 부분에 있더라도 같은 인물의 값보다는 조금 큰 것을 확인할 수 있다.

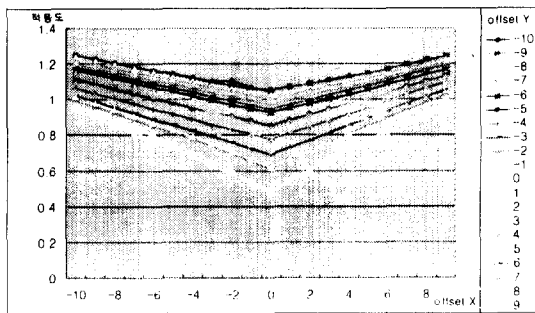
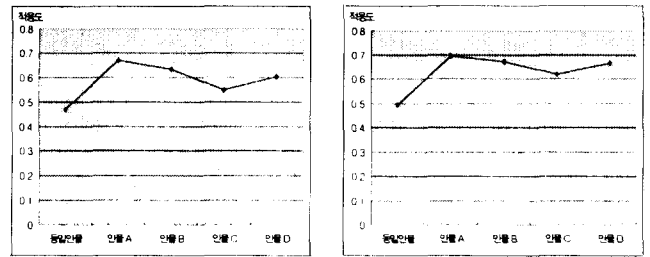


그림 6. Offset 변형에 의한 적응도

유전자는 일정한 형태가 아닌 랜덤한 형태로 만들어지는데 Offset과 Size가 0에 가까운 유전자에서 적응도가 최적으로 만들어진다. 그림 6은 이를 2차원적으로 보여주고 있다. 한 인물에 대해서만 적응도를 조사하는 것이 아니고, 기본 영상에 대해 모두 수행하게 되어 있으므로 이를 도표로 살펴보면 그림 7과 같이 나타난다. Offset과 Size의 유전자를 변형시켜 가면서 기본 영상과 입력 영상의 위치가 다르더라도 최적의 상태로 만들어 가장 잘 맞는 인물을 선택하는 결과를 얻을 수 있었다.



(a) Offset 유전자 변형 (b) Size 변형

그림 7. 인물별 최적 적응도

V. 결론

본 논문에서 제안한 방법은 거리와 각도를 이용해 유전자를 만들었다. 생성된 개체를 평가하여 다음 세대에서도 생존할 가능성이 높은 개체를 선택하고, 선택된 개체의 일부는 그대로 사용하고, 일부는 교배와 돌연변이를 적용하여 재생산하여 적응도가 가장 좋은 염색체를 가진 원 영상이 입력영상과 가장 잘 맞는 인물로 선택한다.

기존 방법으로는 주로 얼굴 특징을 주로 이용하는데 반해 본 논문에서는 입력되는 명암영상자체를 사용하였다. 농담 영상에는 눈, 코, 입 등의 주변의 모든 정보를 여과없이 그대로 보여주기 때문에 더욱 정확한 판단을 할 수 있다. 단, 영상이 취득될 때 얼굴이 크거나 작은 경우와 조명등의 조건에 의해 추출된 특징영역에서 눈, 코, 입의 위치가 상대적으로 이동될 수 있기 때문에 이를 조절해 줄 수 있는 방법이 필요한데 본 논문에서는 유전자 알고리즘을 이용하여 문제를 해결하였다. 본 논문에서 적용한 방법으로 보안 시스템에 적용하는데 문제가 없도록 고안되었고, 앞으로의 연구방향으로 하드웨어적으로 이를 구현할 수 있는 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 강영일, "클라이언트/서버 환경에서의 정보보안 기술", 한국정보처리학회, v.4, n.6, pp.67-76, 1997년 11월.
- [2] Young H. Kwon, Niels da Vitoria Lobo, "Age Classification from Facial Images," *Computer Vision and Image Understanding*, pp.1-21, Apr. 1999.
- [3] 염창도, 정동석, "얼굴 구성성분간의 기하학적 관계를 이용한 얼굴 영역 탐색", 1999년 제 12회 신호처리합동 학술대회 논문집, 제 12권 1호, pp.243-246, 1999년.
- [4] J. H. Holland, "Adaptation in Natural and Artificial Systems," *The Univ. of Michigan Press*, 1975.
- [5] 하성욱, 강대성, "적응 군집화 기법과 유전 알고리즘을 이용한 영상 영역화", 대한전자공학회논문집, pp.92-102, 1997년 8월.