

대칭 영역 탐색을 이용한 얼굴 영역 추출에 관한 연구

정수아*, 채덕재*, 최영규**, 이상범***

*단국대학교 전자컴퓨터공학과

**단국대학교 전자공학과

***단국대학교 전기전자컴퓨터공학부

e-mail : csua@naver.com

A Study on the Face Region Extraction using Symmetry Region Searching

Su-a Jung*, Duck-Jae Chae*, Young-Kyoo Choi**, Sang-Burm Rhee***

*Dept of Electronics and Computer Engineering, Dankook University

**Dept of Electronic Engineering, Dankook University

***School of Electrical and Electronics and Computer Engineering, Dankook University

요 약

얼굴은 주변의 조명이나 카메라의 위치, 사람의 자세에 따라 가변적이기 때문에 인식에 많은 어려움이 따른다. 이러한 어려움을 극복하기 위한 방법에는 신경망을 이용하여 얼굴의 영역 정보를 가지고 데이터베이스를 구축하여 얼굴영역을 탐색하는 방법과 얼굴의 대칭성을 이용한 대칭 영역 탐색이 있다. 신경망을 이용하는 방법은 사전 정보를 가져야만 하며, 대칭성을 이용한 방법은 계산 시간이 오래 걸린다는 단점을 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 대칭성의 계산 속도 개선 및 데이터베이스 구축 없이 얼굴 영역을 추출할 수 있도록 축소 영상에서 대칭 영역 탐색을 이용해 대칭성을 파악한 후 이러한 대칭성을 이용하여 원영상에 적용 한 후 정확한 얼굴 영역을 추출하기 위해 축소영상에서의 추출된 영역에서 대칭 영역 탐색을 하여 얼굴영역을 찾아내는 방법이다. 정면, 안경이 있는 영상에 실험해본 결과, 얼굴 인식에 적합한 얼굴영역을 추출 할 수 있었다.

I. 서론

사람들은 서로의 얼굴을 보며 누구인지를 구별 할 수 있다. 이러한 사람들이 인지 할 수 있는 것을 컴퓨터에 적용시킨 것이 생체 인식 중에서 얼굴 인식이라 할 수 있다. [1-2]

얼굴 인식은 다른 인식방법보다 많은 장점을 지니고 있다. 다른 생체 인식과는 달리 비접촉적인 카메라로 사람의 영상을 받아들인다. 그러나, 이러한 장점에도 불구하고 주변의 환경이나 자세 변화 등에 민감한 영향을 받아 인식을 어렵게 한다. [3-4]

주변의 조명이나 카메라의 위치, 사람의 자세에 따라 가변적이기 때문에 다른 대상들보다 인식에 많은 어려움이 따른다. 중요한 영향 요소들로 조명의 밝

기, 조명의 방향, 얼굴의 회전각도 등을 들 수 있는데 이런 요소들의 영향을 줄이기 위해 여러 종류의 특징들과 인식방법들이 연구되고 있다.[5]

대칭 영역 탐색을 이용한 얼굴영역 추출은 사전 정보 없이 얼굴 영역의 위치를 추출할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 영상에서 얼굴영역을 찾기 위해 적용되는 마스크는 마스크 내에서 대칭성을 찾기 때문에 얼굴 내의 눈, 코, 입 등 특징의 크기보다 마스크의 크기가 커야 하므로 그 크기에 따라 많은 계산 시간이 요구된다. [6-9]

본 논문에서는 일반 사무실 배경에서 얼굴 영상에 대하여 사전 정보 없이, 적은 계산량으로 특징의 위치 추출이 가능하도록 대칭성을 이용한 축소 영상에서의 얼굴 영역의 추출과 그 특징에서의 대칭도에

다른 영상을 이용하여 원영상에서도 대칭성을 이용하여 얼굴 영역 추출 방법을 제시한다.

II. 대칭 영역 탐색을 이용한 얼굴영역 추출

1. 대칭 영역 탐색의 개념

대칭 영역 탐색은 각 화소의 명도 변화의 크기와 일정 영역 안에서 화소들의 대칭도를 계산한 후, 이를 누적하여 영상의 대칭성이 강한 부분을 추출한다.

일정 영역 안에서의 화소들의 대칭도는 각 영상을 $N \times N$ 의 블록으로 나누어 가까운 점에서부터 블록의 마지막 점까지 서로의 각 화소의 명도 차를 이용하여 대칭도가 큰 점을 화면에 나타낸 후 대칭도가 큰 점에서 각 화소들의 블록 안에서의 각 화소들의 명도의 합과 각각의 합의 크기를 계산하여 얼굴 영역을 추출한다.

$$r_l = \sum_{n=0}^N (|p_n - p_{N-n}|) \quad (1)$$

$$I(q) = r_q + \sum_{n=0}^{q-1} r_n \quad (\text{단, } q \leq N) \quad (2)$$

영상 내의 임의의 화소 $p(k)$ 에 대한 블록 내에서의 한 줄에 대한 대칭값 r_l 을 식 (1)로 정의할때, (N 은 각 영상에서의 블록의 크기, l 은 블록의 한 줄) 블록에서 각 줄의 대칭의 합 $I(q)$ 는 (2)와 같이 정의된다.

식(1)이 나타내는 한 줄의 대칭값은 명도의 차이가 적을수록 작은 값을 가지게 된다. 또한, 식 (2)와 같이 각 줄의 합이 한 블록의 합이 되므로 합이 작을수록 대칭이 된다.

두 화소의 대칭 정도를 의미하는 대칭도는 대칭의 차 뿐만 아니라 각각의 블록 안에서의 같은 값의 합을 가질지라도 복합 명도값이 들어 있을 경우와 단일 명도값이 들어 있을 경우의 차이를 가지고 있다. 머리카락이나 배경은 단일 명도값을 가지고 있으며 대칭도가 크게 나타난다. 그러나, 이러한 머리카락이나 배경은 얼굴 영역을 선택하는데 있어 불필요한 요소이다. 따라서 (1)에서의 p_n 과 p_{N-n} 의 값 중에서 명도의 값이 변하면 값을 증가시켜 이것의 합이 크면 복합 명도값을 사용한 것이고 합이 작으면 단일 명도값을 사용한 것으로 정의하였다. 위에서의 두 가지 방법을 이용하여 대칭도를 구할 수 있다.

2. 얼굴 영역 추출

2.1 축소 영상에서의 얼굴 영역 추출

원영상의 각 $N \times N$ 의 블록 단위의 일정한 크기의 영역에서 평균값으로 구성된 축소 영상에 대해서 대칭 영역 탐색을 수행하여 대칭점을 추출한다. 여기서 축소 영상을 이용하는 이유는 대칭 영역 탐색에서의 단점으로 지적되어 왔던 계산량을 줄이기 위함이다. 따라서, 240×180 크기의 원영상에 대하여 영상의 정보를 유지하기 위해 60×45 크기의 축소 영상을 이용하여 대칭점을 찾는데 적용하였다.

$$T_A(x', y') = Avg(\frac{T(x, y) + \dots + T(x+N-1, y+N-1)}{N \times N}) \quad (3)$$

영상의 축소시 사용되는 방법은 $N \times N$ 블록 크기의 축소 영역의 각 화소값을 평균하여 대표값을 이용하는 방법을 사용하였다.

여기서, $T(x, y)$ 는 원영상의 각 화소를 말하며, $T_A(x', y')$ 는 블록 영역 중 평균값 화소를 말한다. 또한, 축소하기 전에 명도 값들을 8레벨로 구분하였다. 명도가 가지는 많은 데이터양을 줄이고 본 논문에서 제안한 명도의 값이 변화 될 때의 계산량을 줄이기 위함이다.



(a) 원영상



(b) 8레벨로 구분



(c) 축소영상

<그림 1> 대칭 영역 추출을 위한 축소영상의 과정

<그림1>에서와 같이 원영상에서 8레벨의 명도값으로 구분한 후에 추출하고자 하는 얼굴영역에서 눈의 영역이 보다 더 진하게 나타나고 있다. 또한, 축소한 후에도 얼굴 영역의 특징 값들이 그대로 남아있어 축소영상을 이용하여 얼굴영역을 탐색할 수 있다.

따라서 본 논문에서 제안한 8레벨로 구분해서 명도값의 변화를 이용해 복합 명도값일 경우와 단일 명도값일 경우를 판별할 경우 계산량을 줄일 수 있다.

$$S(x, y) = (x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$$

$$S(y) = (\cdot, y_1), (\cdot, y_2), \dots, (\cdot, y_n) \quad (4)$$

$$H_{\max} = \max(S(y))$$

대칭값 $S(x, y)$ 로부터 대칭값이 큰 것을 추출한 후 그 중에서 수직 성분이 최대가 되는 값을 추출한다.

수직성분이 최대가 되는 점을 추출하는 이유는 머리카락, 눈, 코, 입이 대칭을 이루고 있기 때문에 이러한 형태에서 수직성분이 최대인 것이 얼굴일 확률이 높기 때문이다.

2.2 원영상에서의 얼굴 영역 추출

식 (4)에서 구한 값을 원영상에 투영한다.

좀 더 정확한 얼굴 영역을 검출하기 위해서 축소영상에서 추출한 대칭점을 이용하여 원영상에 대칭



<그림 2> 식(4)를 이용한 대칭값 원영상 투영
<그림 3> 그림 2의 블록에서의 높은 대칭도를 원영상에 투영

영역 탐색을 시킨다. 이 때의 경우에는 8레벨의 명도값으로 구분하지 않고 얼굴영상에서 식 (1)과 식 (2)를 이용하여 값을 구한 후 식(3)을 이용하여 값을 나타낸 후 원영상에 투영한다.

대칭값을 원영상에 투영했을 때에 <그림 2>에서 보다 <그림 3>에서 보다 좋은 결과 값을 얻을 수 있다. 얼굴 영역의 특징 중에서 대칭도가 높고 이진화 하였을 경우에 얼굴의 특징 중에서 눈의 특징이 잘 나타난다.



<그림 4> 이진화 영상 <그림 5> 눈의 영역의 그래프

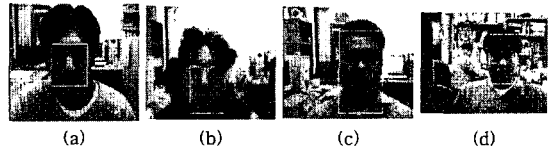
본 논문에서 제안하는 방법은 <그림 3>에서 나타난 블록들 중에서 눈의 영역을 찾는 것이다. 이진화했을 때에 나타난 눈의 특징을 이용하여 한 블록 단위로 눈의 위치를 검색한다.

눈의 탐색 영역을 설정해 눈의 위치를 찾아내기 위해서 이진화 하였을 경우에 눈의 영역에서 가로 그래프에서 값이 증가하고 세로 영역에서도 값이 증가해 눈의 위치를 검출한다.

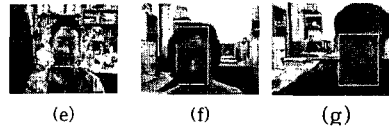
<그림 5>에서와 같이 그래프의 가로 영역과 세로 영역에서 눈의 위치를 찾아낼 수 있다.

III. 실험 및 결과

실험은 펜티엄 700Mhz와 Visual C++ 6.0을 사용하여 수행하였다. 그리고 원영상의 영역은 240×180 크기를 사용하였고, 축소영상은 60×45 크기를 사용하였다. 이때, 얼굴의 윤곽을 동고선 형태로 만들기 위해서 8레벨의 명도값으로 구분하였고 축소 영상을 4×4 단위 블록에서 평균값을 대표값으로 하여 축소하였다. 실험 결과 인식 실패는 눈 인식의 실패와 대칭값의 오류등이었다. 눈 인식의 실패는 이진화 과정에서 명도의 분포가 다양한 곳에서 눈의 영역을 추출해 내면서 눈썹을 찾는 오류였다. 또한, 대칭값의 오류를 가지는 얼굴영역만을 가지는 것이 아닌 사람의 옷에서 대칭성이 나타나는 경우였다.



(a) (b) (c) (d)



(e) (f) (g)

<그림 7> 인식 결과

<그림 7>은 인식 결과의 예이다. (b), (c), (f)의 경우에 오른쪽 위로 흰색 배경이 대칭을 이루고 있으나 단일 색으로 구성되어 있기 때문에 얼굴 영역에서는 배제되었다. (d)의 경우에는 빛옷의 대칭성이 높으나 눈의 영역을 가지고 있지 않기 때문에 배제되었다. (g)의 경우는 오인식 결과로 얼굴을 30도 이상 고개를 돌렸을 경우에 대칭성이 얼굴 정면일 경우보다 대칭점이 왼쪽으로 치우치게 된다.

본 논문에서 사용한 방법은 대칭성을 이용한 방법을 이용하였기 때문에 발생된 것이므로 가중치 부여를 이용한 대칭 영역 탐색을 이용하면 해결 될 수 있을 것이라 생각된다.

IV. 결론

본 논문에서는 얼굴의 대칭성 및 얼굴의 특징인 눈의 위치로 얼굴의 영역을 찾아내었다. 대칭성의 계산 속도 개선 및 데이터베이스 구축 없이 얼굴 영역을 추출할 수 있도록 축소 영상에서 대칭 영역 탐색을 통해 대칭성을 파악한 후 이러한 대칭성을 이용

하여 원영상에 적용 한 후 정확한 얼굴 영역을 추출하기 위해 축소영상에서의 추출된 영역에서 대칭 영역 탐색을 하여 얼굴영역을 찾아내는 방법이다.

정면, 안경이 있는 영상에 실험해본 결과 얼굴 인식에 적합한 얼굴영역을 추출 할 수 있었다.

향후 연구 과제로는 얼굴 영역의 인식에 있어 여러 형태의 얼굴 인식을 할 수 있도록 대칭성에 있어 가중치를 부여하여 사용하고 눈의 영역만을 검출하여 얼굴 인식을 하는 것이 아닌 얼굴의 여러 가지 특징 점들을 고려하여 보다 정확한 얼굴 영역을 찾을 수 있도록 많은 연구가 이루어져야 할 것이다.

recognition. International Journal of Man-Machine studies, 15:137-178, 1981

참고문헌

- [1] D. Valentin, H. Abdi, A. J. Toole and W. Cottrell, "Connectionist Models of Face Processing," A survey, Patterns Recognition Vol.27, pp.1209-1230, 1994
- [2] R. Chellappa, S. Sirohey, C. L. Wilson and C. S. Varnes, "Human and Machine Recognition of Faces : A Survey," DACA76-92-C-0009, 1994
- [3] Robert Brunelli and Tomaso Poggio, "Face Recognition Feature versus Templates," PAMI, Vol.15, No.10, October pp,1042-1052, 1993
- [4] Martin Bichsel, "Human Face Recognition : From Views to Models - From Models to Views," International Workshop on Automatic Face and Gesture Recognition, pp.59-64, Zurich, 1995
- [5] L.C. Jain, U. Halici, L. Hayashi, S.B. Lee and S. Tsutsui "Intelligent Biometric Techniques in fingerprint and Face Recognition" CRC Press, 1999
- [6] 팽영혜, 전성환, "일반화 대칭변환을 이용한 축소 영상에서의 얼굴 특징 추출", 한국정보처리학회 논문지 제7권 제2호, pp.569-576, 2000
- [7] A. S. Georghiades, D. J. Kriegman, P. N. Belhumeur, "Illumination Cones for Recognition Under Variable Lighting : Faces," Proceedings IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.52-58, 1998
- [8] Stan Birchfield, "Elliptical Head Tracking Using Intensity Gradients and Color Histogram." CVPR, 1998
- [9] R. J. Baron. Mechanisms of human facial