

# 워터셰이드 알고리즘을 이용한 얼굴인식을 위한 전처리기법에 관한 연구

채덕재, 최영규\*, 이상범\*\*

단국대학교 전자컴퓨터공학과, \*극동대학교 정보통신학부, \*\*단국대학교 전기전자컴퓨터공학부  
전화 : 02-799-1102 / 핸드폰 : 019-9733-6823

## A Study on Preprocessing Technique for Face Recognition Using Watershed Algorithm

Duck-Jae Chae, Young-Kyoo Choi, Sang-Burm Rhee  
Dept of Electronics & Computer Engineering, Dankook University  
E-mail : fromduck@dankook.ac.kr

### Abstract

얼굴인식의 전처리 단계는 주위의 배경으로부터 얼굴 영상을 분리하여 분석해야 한다. 이러한 전처리 단계는 환경적 요인으로 인해 많은 어려움을 가지고 있다. 또한, 개인별 특징의 차이, 얼굴의 기울어짐과 회전각도 및 영상내의 얼굴 크기 등으로 인해 어려움이 존재한다. 원영상을 입력 받아 피부색을 통해 얼굴영역을 검출해 내어 사람의 표정변화에 가장 강인한 코부분을 추출하여 워터셰이드 변환을 하여 각 개인마다 다르게 가지고 있는 코의 패턴의 데이터를 저장하여 얼굴 인식에 이용할 수 있는 인자값으로 이용한다. 따라서, 본 논문에서는 얼굴인식의 특징값을 코의 패턴을 이용하여 인식 함으로써 다른 논문에서 제시하고 있는 눈의 특징이나 얼굴 각의 특징의 단점을 극복하여 보다 정확한 얼굴 인식을 할 수 있는 전처리 방법을 제시한다.

### I. 서론

지난 10년동안 얼굴 인식 시스템은 발전되어왔지만,

여러 가지 환경에서는 여전히 많은 제한을 가지고 있다. 또한, 이러한 제한을 해결하기 위한 많은 방법들이 제시되고있다[1].

특히, 얼굴을 이용한 인식방법은 다른 인식방법에 비해 편리성 측면에서 우수하다[2].

이러한 얼굴 인식을 위한 전처리 단계로서 얼굴 영역 및 얼굴 특징을 추출하는 방법으로 제한되는 방법 중에서 얼굴 영역을 추출하는 방법에는 색 정보를 이용하는 방법[3], 주성분 분석법에 의한 고유 얼굴을 이용하는 방법, 색 정보와 동영상을 이용하는 방법, 신경망을 이용하는 방법등 여러 방법이 있으며, 본 논문에서는 색 정보를 기반으로 얼굴 영역을 추출하는 방법을 사용하였다. 이 방법은 영상의 밝기 변화에 민감하기 쉽다는 문제점이 있으나 사무실 환경에서 입력 영상들에 대해서는 이러한 문제점이 상대적으로 적으며, 얼굴 특징간의 관계 등을 이용하여 보완할 수 있기 때문에 많은 연구들이 이 방법을 사용하고 있다.

RGB 모델을 YIQ 모델로 변환 후 YIQ 모델에서의 피부색 분포에 의하여 피부영역을 분리하고 연속적인 영역분할을 수행하여 얼굴영역을 검출한 결과도 있고, 질리와 텍스처 정보를 사용하여 피부영역을 분리하고 모폴로지 기법을 얼굴의 특징을 추출하는 방법도 소개되었다. 히스토그램 균일화 방법을 얼굴 영역에 적용하여 윤곽 정보를 추출하고 이를 눈의 위치 검출에 사

용하였다. 얼굴의 좌우 대칭성에 착안한 얼굴 검출에 대한 연구분야에서는 기울어진 영상의 경우 대칭적인 면이 감소하기 때문에 얼굴을 검출하기 힘들다는 단점이 있다[4].

본 논문에서는 RGB 모델의 입력영상을 HSI 모델로 변환한 후 I성분을 히스토그램 균일화하여 I성분 및 H, S성분을 이용하여 피부영역을 검출한다.

코의 위치 추출방법은 추출된 영역을 양자화를 통해 가장 밝은 곳을 코가 있는 부분으로 가정한 후 이진화를 통해 코의 위치를 추출한다.

## II. 피부영역 검출

카메라로부터 입력된 영상에서 얼굴을 검출하기 위해서는 입력영상으로부터 각 화소의 RGB값을 HSI 모델로 변환한다.

여기서 I는 밝기를 나타내기 때문에 I를 히스토그램 균등화를 시킴으로 밝기에 민감하지 않은 영상을 검출하게 된다.

### 2.1 I성분의 히스토그램 균등화

피부영역의 색 분포는 I성분을 히스토그램 균등화 하여 H, S성분과 함께 피부색을 찾는 데 이용한다.

I성분에 식(3)을 이용하여 히스토그램 균등화를 만들면 된다.

$$P_k(r_k) = \frac{n_k}{n}, \quad 0 \leq r_k \leq 1 \quad (1)$$

$$k=0, 1, 2, \dots, l-1$$

$l$ 은 명암도를 나타내는 이산적 수치의 개수이고  $r_k$ 는  $k$ 번째 명암도이다.  $n$ 은 이미지 전체에 있는 픽셀의 개수이고,  $n_k$ 는 이미지에서 명암도가  $r_k$ 인 픽셀의 개수 즉, 도수이다. 도수누적은

$$s_k = \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n} \quad (2)$$

이며, 이것은  $r_k$ 의 증속적이다. 그러므로,

$$s_k = E(r_k) = \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n} = \sum_{j=0}^k P_j(r_j) \quad (3)$$

를 명암도 균일화에 이용할 수 있다.



(a)



(b)

그림 1. I성분의 히스토그램 균등화

그림 1의 (a)는 카메라에서 입력받은 원영상이고 (b)는 I성분을 히스토그램 균등화한 영상이다.

### 2.2 통계적 색 추출을 이용한 피부색 검출

200개의 입력 영상 데이터에 미디언 필터를 적용하여 잡음을 제거한 후 Chromaticity Diagram을 통하여 피부색 모델을 만들었다.

따라서, 피부색 검출시 히스토그램 평활화에 의한 잡음에 대해서 민감하지 않도록 하였다.



그림 2. 미디언 필터를 통한 잡음제거

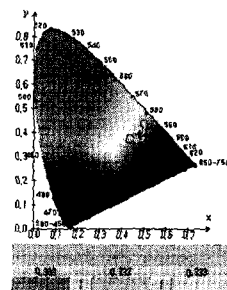


그림 3. Chromaticity Diagram

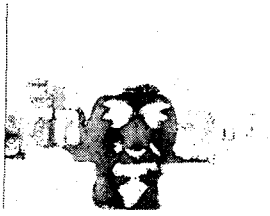


그림 4. 피부색 추출

그림 4와 같이 피부색을 검출한 후 피부색을 가지 영역의 값을 그래프로 나타내어 그 비중이 큰 값의  $x$ 축과  $y$ 축을 한 사각형으로 나타내어 얼굴 영역을 나타낸다.



그림 5. 원영상에서의 얼굴 추출

### III. 워터셰이드를 통한 코 특징 추출

#### 3.1 워터셰이드 알고리즘

워터셰이드는 지형학분야의 한 방법으로 기본 개념은 배수로를 따라 나누어지는 영역의 모든 점들을 유추하는 것으로 단순한 영상에 대한 경사 영상화소의 밝기를 고도로 생각함으로써 영상처리에 응용하고 담수지역을 구분하는 분수령을 찾음으로써 각 담수지역에 결합된 영역을 찾아내는 알고리즘이다.

① 초기화 단계 : 경사영상 내에서 최소지역들을 찾아 레이블링 한다. 연결된 화소에는 같은 레이블을 할당하고, 떨어진 최소 지역 둘레는 각각 다른 레이블을 할당한다.

② 침수 단계 : 화소값을 증가시킨후 그 수위에서의 국부 최소지역을 찾는다. 국부 최소지역이 존재하면 그 위치에 새로운 레이블을 할당하고, 침수된 영역이 기존지역에 접해 있으면 기존 지역의 레이블을 이어받게 된다. 침수 단계가 끝나면 하나의 영역으로 결정된다.

#### a) Catchment basin (CB)

Catchment Basin은 지역적인 minima들로 구성된 클래스들의 집합을 의미한다. Catchment Basin은 식(4)

와 같이 모든 영역  $D$ 에서 minima  $m_i$ 가 다른 지역적 minima 클래스  $m_j$ 에 적합할 때까지 클래스로 정의한다.



그림 6. 위상학적표현

$$\langle f(m_i) | I + T(x, m_i) \rangle \quad (4)$$

#### b) Watershed(fw)

Watershed(fw)는 Catchment Basin영역이 아닌 부분을 의미한다. Watershed(fw)는 식 (5)와 같이 영상의 전체 영역  $D$ 에서 Catchment Basin에 보수를 취한 값으로 정의한다.

$$f_w = D \cap (\bigcup_{j \in I} Y \subset CB(m_j))^c \quad (5)$$

#### c) 영역분할

지역적으로 분류된 낮은 경사 값을 가지는 픽셀로부터 경사 값이 높은 픽셀로 영역을 확장해 나가는 범람과정을 수행하여 인접한 영역을 분할한다. minima의 추출수에 따라서 영역의 분할수도 비례해서 이루어진다. 가장 낮은 고도( $h_{min}$ )를 가진 영역에서부터 가장 높은 고도( $h_{max}$ )를 가진 영역으로 하나의 Catchment Basin으로 분할한다. 또 다른 지역에 이와 같은 과정이 평행하게 수행되어진다.

$$X_{h_{min}} = P \in D \mid f(p) = h_{min} = T_{h_{min}} \\ X_{h+1} = MIN_{h+1} \cup IZ_{T_{h-1}}(X_h), h \in [h_{min}, h_{max}] \quad (6)$$

#### d) 영역병합

분할된 영역들을 인접 영역과의 유사성을 평가하여 유사도가 있는 영역들을 병합하는 과정이다. 인접 영역의 유사도는 서로 다른 인접 영역의 평균값의 차를 이용하여 구하고 분할된 영역  $R(p)$ 와 인접한 다른 분할된 영역  $R(r)$ 의 평균값의 차  $R_{meandiff}$ 는 식(7)과 같이 구한다. 얻어진 평균값은 영상에서의 형태상의 강도를 의미한다. 최종적으로 Watershed 알고리즘을 적용하여 영상은 평균값 즉 영상에서의 강도 값으로 표현한다.

$$R_{meandiff} = (R_{st}(p) / R_s(p)) - (R_{st}(r) / R_s(r))$$

$$R_{st} = \sum Value, R_s = size \quad (7)$$

3.2 양자화를 통한 코 영역 추출 및 워터셰이드 알고리즘 적용

추출 얼굴 영역을 양자화를 통해 3비트 양자화를 하면 그림 7과 같이 된다. 얼굴 영역을 3등분하여 가장 밝은 영역을 찾게되면 가장 고도가 높은 코의 영역이 추출된다.



그림 7. 얼굴 영역 3비트 양자화

밝은 부분을 추출하여 영역을 이진화를 통해 코의 영역을 추출 할 수 있다. 추출된 코의 영역을 워터셰이드 알고리즘을 적용하면 그림 8과 같다.



그림 8. 워터셰이드 알고리즘이 적용된 코의 영역

IV. 실험 및 결과

본 논문에서는 200명의 사람의 데이터를 PC 카메라로 받아 드려서 얼굴 피부색 모델을 구하여 코 영역을 추출하였다. 추출된 코의 영역을 워터셰이드 알고리즘을 이용하여 코의 특징을 구하였다.

본 논문에서 제안된 알고리즘을 이용한 결과는 그림 9와 같다. 실험 결과 제안된 방법이 사람마다 서로 달라 얼굴을 인식할 수 있는 특징점을 이용될 수 있다고 생각된다. 하지만, 코의 패턴에 대한 명확한 분류가 있어야 하겠고 얼굴 크기에 따른 코의 크기가 달라지기 때문에 코의 크기를 일반화 시키는 작업이 병행되어야 할 것이다.



(a)



(b)



(c)



(d)

그림 9. 입력 영상과 결과

V. 결론

본 논문에서는 워터셰이드 알고리즘을 이용하여 코 특징을 추출하였다.

정면, 안경이 있는 영상에 실험해본 결과 얼굴 인식에 적합한 코 특징이 추출되었다. 기존의 연구방법에서의 휘도값의 영향에 대한 문제를 해결하였다. 또한, 최근에 많이 사용되고 있는 피부색 모델 기반의 방법을 사용하여 환경에 적응적인 얼굴 추출방법을 제시하였다.

향후 연구과제로는 피부색 정보를 이용하여 영역을 추출하는 과정의 문제점 개선 및 코 특징을 이용하여 얼굴을 인식하는 과정에 보다 많은 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

[1] P. J. Phillips, H. Moon, P. Rauss, and S. A. Rizvi. The FERET evaluation methodology for face-recognition algorithms. In CVPR'97, 1997

[2] Demas Sanger, Yoichi Mlyake, et al., "Algorithm for Face Extraction Based on Lip Detection," Journal of Imaging Science and Technology, Vol.41, No.1, Jan/Feb., 1997.

[3] Karin Sobottka, Ioannis Pitas, "Extraction of Facial Regions and Features Using Color and Shape Information," Proceedings of the International Conference on Pattern Recognition, pp.421-425, 1996.

[4] Eli Saber, A. Murat Tekalp, "Frontal-view Face Detection and Facial Feature Extraction Using Color, Shape and Symmetry Based Cost Function," Pattern Recognition Letters 19, pp.669-680, 1998.