

# 얼굴윤곽 정보 활용을 위한 얼굴영상 전처리

유연희<sup>1)</sup> 고재필 변혜란

연세대학교 컴퓨터과학과

{yonni<sup>0</sup>, nonezero, hrbyun}@cs.yonsei.ac.kr

## Preprocessing for utilize facial shape information

Yonhee Yu<sup>0</sup> Jaepil Ko Hyeran Byun

Dept. of Computer Science, Yonsei University

### 요 약

얼굴인식은 얼굴 요소간의 지형적 특징보다 얼굴 영역 영상을 그대로 사용하여 인식하는 외관기반(appearance-based) 방법이 선호된다. 이때, 배경의 영향을 배제하기 위해 얼굴요소정보를 포함하는 최소 사각 영역을 사용하거나, 타원 마스크를 적용한다. 그러나, 이러한 전처리 방법은 개인별 외관특징으로써의 얼굴 윤곽 정보를 활용하지 못하게 한다. 본 논문에는 얼굴의 윤곽정보를 추출하기 위한 전처리 절차를 제안하고, ORL 얼굴 데이터에 대한 인식률 실험을 통해 제안하는 방법이 얼굴인식 성능을 크게 향상시킬 수 있음을 보인다.

### 1. 서 론

얼굴인식은 최근 생체인식 분야에서 가장 연구가 활발한 분야이며 많은 어플리케이션이 개발되고 있다. 얼굴인식은 얼굴 요소간의 지형적 특징보다 얼굴 영역의 영상을 그대로 사용하여 인식하는 외관기반(appearance-based) 방법이 선호된다. 이 때, 배경으로 인한 잡음의 영향을 제거하기 위해 눈, 코, 입과 같은 얼굴 요소 정보를 포함하는 최소 사각 영역을 사용하거나, 타원 마스크를 적용한다. 그러나, 이러한 전처리 방법은 개인을 인식하는데 큰 정보로 활용되는 얼굴 윤곽 정보를 상실한다는 문제점이 있다. 본 논문에는 특정 카테고리 영상에 대하여 형태학적 정보를 고려하는 물폴로지 연산자의 특성을 이용하여 다양한 방향의 직곡선이 혼합된 얼굴 윤곽선을 추출하고 노이즈제거시 손실된 모서리를 스플라인 곡선 보간기법을 이용하여 보간하는 전처리 과정을 제안한다. 또한 제안한 전처리를 거친 얼굴 데이터에 대하여 인식률 실험의 결과를 보고함으로써 제안하는 방법이 얼굴인식 성능을 크게 향상시킬 수 있음을 보일 것이다.

### 2 얼굴 마스크 생성

본 알고리즘은 얼굴 영상과 눈의 위치를 입력으로 받아 그레이 영상으로 변환한 후 이에 대한 얼굴 마스크를 만들고 원영상에 생성한 얼굴 마스크를 씌우는 방법으로 얼굴영역을 추출한다. 마스크 생성은 세 단계로 구성되는데 첫번째 단계에서 형태학적 모서리 검출기를 통하여 얼굴의 윤곽선을 검출하고 두번째 단계에서 타원 필터와 사이즈 필터를 적용하여 윤곽선 안쪽의 얼굴 면적을 확보하고 마지막 단계로 스플라인 곡선으로 턱선을 보간 함으로써 가장 제거 되지

않는 목 부분도 배경과 함께 제거한다.

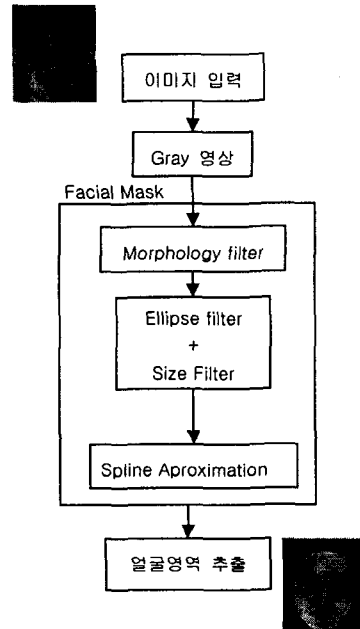


그림1 제안된 전처리 과정의 구조

#### 2.1 형태학적 모서리 필터

형태학적 정보를 강조한 물폴로지 연산자는 structuring element의 구성에 따라 물체의 형태를 보존하면서 원하는 방향의 모서리를 강조할 수 있다는 장점을 가진다. 때문에

특정 카테고리 영상의 모서리 검출이 많이 사용되고 있다. 형태학적 정보를 이용한 모서리 검출은 불림(Dilation)을 적용한 영상에서 원영상을 빼는 경우, 원영상에서 녹임(Erosion) 영상을 빼는 경우, 열림(Opening)을 적용한 영상에서 닫힘(Closing)영상의 차 영상을 구하는 세가지 방법이 있다.[2] 불림을 사용한 형태학적 모서리 검출기는 원영상보다 팽창된 영상이므로 원영상을 빼면 커진 부분이 모서리로 남기 때문에 다른 방법보다 얼굴 면적을 조금 더 확보 할 수 있다. 불림영상은 수식(1)과 같다.

$$(I \oplus S)(s,t) = \max(I(s-x,t-y) + S(x,y)) \quad (1)$$

$$(s-x,t-y) \in D_I, (x,y) \in D_S$$

이 때  $I$  는 이미지이고  $S$  는 structural element이다.  $(s-x,t-y)$  는 이미지 도메인 상에 존재하고  $(x,y)$  는 structuring element의 도메인을 갖는다.

본 논문에서는 기존에 가장 많이 사용되었던 수직, 수평방향의 그래디언트만을 사용한 모서리 검출기와 달리 structuring element의 모양에 따라 원하는 형태의 모서리를 강조하여 형태학적 모서리를 검출하였다. 얼굴 윤곽선이 매우 다양한 직,곡선이 혼합된 모서리이기 때문에 다양한 각도의 사선을 검출하기 위해 모든 방향의 얼굴 윤곽 모서리를 잘 검출할 수 있는 5x5크기의 12개의 structuring element 를 디자인하였다. 그림2.a)는 시스템에서 사용한 12개의 모서리 필터이고 그림2.b)는 단일 영상에 각 모서리 필터를 적용하여 얻은 12개의 모서리 영상으로 강조되는 얼굴 윤곽 모서리의 방향이 반시계 방향으로 이동하고 있음을 보여주고 있다.

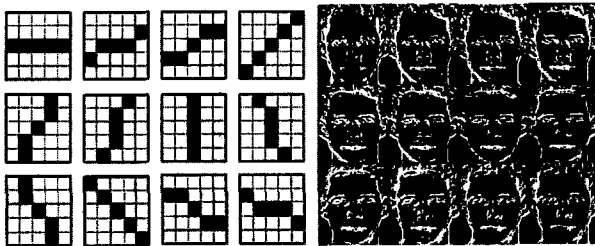


그림2 a) 12개의 모서리 필터      b) 모서리 영상들

2.2 얼굴 영역 확보

얼굴 내부 영역만을 커버하는 마스크를 만들기 위해 눈, 코, 입, 노이즈로 인한 얼굴 내부의 영역을 확보 하는 작업이 필요하다. 얼굴 형태를 타원으로 가정한다면 두 눈의 위치정보를 이용한 타원 마스크를 생성함으로써 얼굴 영역 모서리의 상당수를 제거할 수 있다. 이 때 얼굴 내부영역을 최대한 확보하는 것보다 얼굴 윤곽 모서리를 보존하는 것이 더 중요하므로 타원마스크는 실제 얼굴 영역보다 반드시 작아야 한다. 얼굴 윤곽 모서리를 손상하지 않으면서 눈, 코,

입과 노이즈를 잘 제거하는 타원 마스크의 파라미터(장축, 단축, 중심점)를 표1과 같이 얻을 수 있었다.

[표1] 타원 크기를 결정하는 파라미터

단축	(두 눈간 거리-1)*2
장축	단축의 1.2배
X 중심 좌표	왼쪽 눈으로부터 단축의 1/4만큼 오른쪽으로 이동한 위치
Y 중심 좌표	왼쪽 눈으로부터 단축의 2/5만큼 아래로 이동한 위치

대부분의 노이즈가 얇고 복잡한 모서리로 구성된 눈, 코, 입과 주변에서 발생하므로 타원 필터로도 대부분의 노이즈가 제거 되었으나 타원이 미치지 못하는 공간의 노이즈도 제거하기 위해 사이즈 필터링으로 특정 크기의 윈도우 안에 모두 포함되는 점들을 모두 제거하는 기법을 사용하였다. 그림3.b)를 보면 그림3.a)에서 타원으로 제거되지 않은 턱 주변의 노이즈가 크게 감소된 것을 확인할 수 있다.

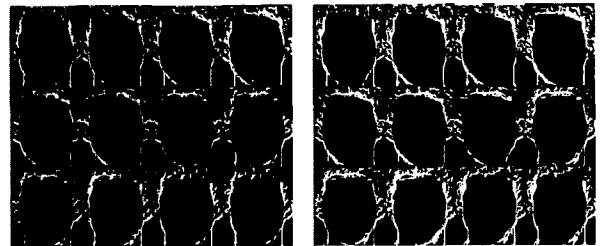


그림3 a) 타원 마스크 적용      b) Size Filter를 적용한 영상

노이즈가 제거된 12개의 모서리 영상을 모두 더하여 얼굴 전체 윤곽선을 얻을 수 있다. 이 합영상에 다시 사이즈 필터를 적용하는데 이 때의 사이즈 필터는 얼굴 영역의 노이즈를 제거하기 위한 목적보다는 불필요한 블록 점들을 제거하여 얼굴 윤곽선을 매끄럽게 만드는 목적이 더 크다. 그렇기 때문에 앞단에서는 4면이 모두 폐쇄된 4각형 필터를 사용한 반면 합영상에서는 한 면이 개방된 4개의 변형된 형태의 사이즈 필터를 적용한다. 그림4.a)를 보면 폐쇄형 사이즈 필터에 포함되지 않아 제거되지 않는 모서리가 개방형 사이즈 필터에 의해 제거됨을 볼 수 있다.

타원과 사이즈 필터를 거친 합영상에서 얼굴 부분만 추출하기 위해 눈의 위치로부터 계산된 타원의 중심으로부터 모서리벽을 만날 때까지의 영역을 마스크로 표시한다. 이러한 방법은 얼굴 안쪽에서부터 마스크를 생성하기 때문에 배경의 복잡성에 전혀 영향을 받지 않는다. 추출된 얼굴 마스크의 윤곽을 매끄럽게 하기 위해 합영상에서 불록점을 제거할 때 사용한 개방형 사이즈 필터를 그림4.b)와 같이 배경과 전경을 바꾸어 적용하여 마스크의 오목점을 제거 하였다.



그림 4.a)합영상의 블록 모서리 제거 b)마스크의 오목 모서리 제거

합 영상은 다양한 방향의 모서리들이 강조되어 모서리 선이 매우 굵기 때문에 이와 같은 개방형 사이즈 필터로 얼굴 윤곽 모서리가 손상되는 일은 없었다. 그림5는 다양한 얼굴영상에서 얼굴 영역의 마스크를 씌워 얼굴 부분만 추출한 전처리 결과를 보여준다.



그림5 얼굴 마스크를 적용하여 얼굴 영역 추출

### 2.3 텍선 보간

입력 영상에서 모서리를 찾는 과정에서 그래디언트 영상을 이진화 하는 과정을 반드시 거쳐야 하는데 이때 모서리 손실과 노이즈 제거를 최적화 하는 임계값은 영상마다 차이가 있다. 얼굴과 연결되는 목선은 그림자로 인해 점차적으로 명암값이 진행되므로 그래디언트값이 작아 임계값으로 인한 모서리 손실이 가장 큰 부분이다. 이러한 문제를 Spline 곡선으로 보간함으로써 해결하였다. 얼굴 마스크에서 귀 밑부분 이하의 모든 끝점은 텍선으로 간주하여 이 점들의 x, y 좌표를 이용하여 새로운 텍선을 추정하였다. 이때 모든 점을 정확하게 통과하는 곡선으로 보간할 경우 노이즈의 영향으로 받아 텍선이 매끄럽지 못하므로 데이터에 대하여 확실치를 주어 곡선을 추정하는 방법을 사용하였다. 그림 6의 a)는 확실치를 1로 주어 모든점을 통과한 곡선이고 b)는 불확실치를 0.1로 주어 추정한 곡선이다. a)그림이 바깥점(outlier)의하여 곡선이 심하게 왜곡된 반면 b)그림은 부드러운 곡선으로 추정되었음을 볼 수 있다.



그림6 a) 확실치 1.0로 spline 보간 b) 확실치 0.1로 spline 보간

그림7은 잘못된 임계값으로 인한 텍선의 손상을 spline곡선 보간으로 얻은 마스크를 씌워 목 부분을 제외한 얼굴영역을 추출하였음을 보여주고 있다.



그림7 spline보간 곡선으로 턱 윤곽선 보간

### 3 실험 및 결론

한 사람당 10장씩 있는 40명의 ORL(400장)데이터에 본 논문이 제안한 전처리 과정을 수행 하여 인식률을 평가하였다. 다른 전처리 성능과 비교하기 위해 얼굴 윤곽선 안쪽으로 눈,코,입을 포함하는 정사각형 영역을 잘라 배경을 제거하는 방법도 같이 실험하였다. 두 가지 카테고리의 전처리 영상을 PCA[2]변환을 통하여 특징을 추출하고 갤러리와 프로브의 비율을5:5로 하여[3] K-NN 분류기로 인식하였다. 표2는 각 전처리 영상에 대한 인식률을 평가한 것으로 제안한 전처리가 인식률을 향상시켰음을 볼 수 있다. 또한 얼굴 윤곽선 정보를 잃은 전처리는 오히려 인식률이 저하시킨다는 것을 알 수 있다.

[표2] 전처리 과정에 따른 인식률

실험 영상	인식률
원영상	76.5%
비교 전처리	74.5%
제안한 전처리	82 %

그러므로 제안한 전처리 알고리즘은 얼굴인식에 중요한 정보인 윤곽선 정보를 보존하면서 머리 모양과 복잡한 배경을 제거하기 때문에 얼굴 인식에 적합한 알고리즘이라 할 수 있다. 이를 갤러리와 프로브 사이에 시간 차이가 있는 영상은 머리모양과 배경변화가 크기 때문에 시간차 영상의 인식률을 상당히 향상시킬 수 있을 것이다.

※ This work was supported in part by the Biometrics Engineering Research Center, (KOSEF)

### 참고문헌

- [1] F. Y. Shih and O. R. Mitchell, "Decomposition of gray scale morphological structuring elements," Proc. IEEE Computer Society Workshop Computer Vision, Miami Beach, FL, pp. 304-306, December 1987.
- [2] H. Moon and P. J. Phillips, "Analysis of PCA-Based Face Recognition Algorithms," in Empirical Evaluation Techniques in Computer Vision, Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, pp. 57-71, 1998.
- [3] P. J. Phillips, H. Moon, S. A. Rizvi, and P. J. Rauss, "The FERET Evaluation Methodology for Face-recognition Algorithms", IEEE trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence.