

# 칼라정보와 턱선의 구조적 특징자를 이용한 얼굴 인식 알고리즘

이 명 영, 문 인 수, 이 응 주  
동명정보대학교 정보통신공학과

## Human Face Recognition Using Color Informations and Geometrical Features of Chin line

Myong-Young Lee, In-Soo Moon and Eung-Joo Lee  
Dept. of Information Communication Eng., TongMyong Univ. of Information  
Technology.  
E-Mail : ejlee@tmic.tit.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 칼라 CCD 카메라로부터 입력된 얼굴 영상에서 칼라 정보와 눈, 코, 입 등의 얼굴 영역 특징자 및 턱선의 선형적 특징을 이용한 얼굴 인식 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘에서는 인간의 시각 체계와 비교적 유사한 HSI좌표계 상에서 피부색에 대한 색상 정보와 명암값 정보를 함께 이용함으로써 얼굴영역 추출의 효율을 높였고, 적응적인 추출이 가능하도록 하였다. 또한 추출된 얼굴 영역에서 얼굴 인식을 개선하기 위해 눈, 코, 입 등의 구조적 위치 정보와 턱선의 선형적인 특징값을 이용하여 얼굴 인식을 개선하였다. 제안한 알고리즘에서는 기존의 명암 정보를 이용하는 방법과는 달리 색상 정보와 명암 정보를 함께 이용함으로써 정확한 얼굴 영역의 검출이 가능하였으며 인식 방법에 있어서 구조적 특징자 외에 턱선의 선형적인 관계값을 이용함으로써 인식 효율을 개선하였다.

현재까지 알려진 얼굴 인식의 단계는 크게 얼굴 영역 검출, 얼굴 특징점 추출, 그리고 얼굴 분류 등의 세 가지 기술로 나눌 수 있다. 즉 얼굴 영역을 먼저 찾고 눈, 코, 입과 같은 구성 요소들을 직접 추출[1,3]하여 최종 단계인 인식과 분류가 이루어지게 된다. 그러나 얼굴 분류 기술의 전처리 단계라 할 수 있는 얼굴 영역 검출과 얼굴 특징점 추출은 영상이 배경과 영상에서 얼굴이 차지하는 크기나 얼굴의 방향 등에 대한 제약을 가지고 있으므로 제안한 논문에서는 얼굴 영역 추출의 정확성을 높이기 위하여 칼라정보를 이용하여 1차 얼굴 후보 영역을 추출하고 그 영역에 대해 명암값으로 얼굴영역만을 추출하도록 하여 정확도를 높였다. 이러한 방법은 눈, 코, 입 추출의 정확도도 높일 수 있다. 또한 턱과 입의 구조적 관계값과 턱의 선형적 관계를 이용하는 방법을 적용하여 우수한 성능을 나타내었다.

### I. 서론

컴퓨터를 이용한 영상 인식분야가 발전하면서 특히 얼굴 인식 분야는 그 용도가 매우 다양하고 적용범위도 넓으므로 매우 활발히 진행되고 있는 분야이다. 얼굴 정보는 범죄자 검색 시스템, 개인용 컴퓨터의 접근 제어, 공공 기관에서의 보안 시스템, 컴퓨터 게임, 3D TV의 시청자 검색 시스템 등의 분야에서 널리 이용되는 기술이다.

### II. 제안한 칼라정보와 명암정보를 이용한 얼굴인식 과정

1. 칼라정보와 명암정보를 이용한 얼굴영역 추출  
얼굴 색채 히스토그램에서 동일한 인종은 유사한 피부색을 가지며 컬러 공간에서 좁은 범위에 밀집해 있다[2]. 본 논문은 이러한 특성을 이용하여 인간의 비선형적인 시각 특성에 비교적 유사

한 HSI 좌표계에서 색상, 명도를 사용하였다.

1차 얼굴 후보 영역은 HSI 좌표계로 변환된 영상의 색상정보가 23도~27도의 범위 내에 밀집해 있는 객체들을 레이블링 연산을 통해 찾아내고 이 범위에 있는 모든 객체 중 가장 큰 객체가 얼굴후보영역이 된다. 많은 표준영상의 실험 중 1차 얼굴 후보 영역이 머리카락을 비롯한 착용한 옷의 종류에 따라 매우 가변적이고 그 영역이 넓어지는 현상이 발견되었다. 따라서, 제안한 논문에서는 찾아진 1차 얼굴 후보 영역 내를 검사해 적응적으로 계산된 임계값 이상의 명암값 분포를 얼굴영역으로 찾아내고 이외의 부분은 제거하여 얼굴 영역만을 추출하도록 하였다. 식(1)~식(3)에서는 RGB 좌표계를 HSI 좌표계로 변환하는 식을 나타내었으며, 그림 1에서는 얼굴영역을 추출하는 과정을 나타내었다.

$$I = \frac{(r + g + b)}{3} \quad (1)$$

$$S = 1 - \frac{3[\text{Min}(r, g, b)]}{(r + g + b)} \quad (2)$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{[(r - g) + (r - b)]}{2} \cdot \frac{1}{[(r - g)^2 + (r - b)(g - b)]^{\frac{1}{2}}} \right\} \quad (3)$$

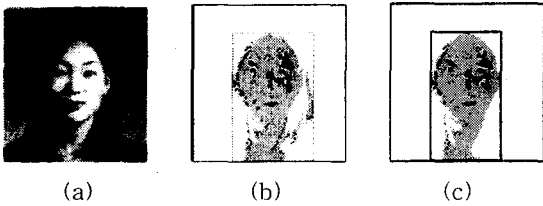


그림 1. 얼굴영역 추출 단계; (a)원 영상 (b)색상 (c)색상+명암

그림 1에서 (a)원 영상에 대해 (b)영상은 색상(Hue)만을 이용한 추출영상이며, (c)영상은 색상으로 추출된 영상의 영역에 대해 명암값 분포를 조사해 얼굴영역 이외의 부분을 제거한 영상이다. 최종적으로 구해진 얼굴영역에서는 좌표값을 이용하여 얼굴영역의 수직과 수평 중앙선을 구할 수 있다. 얼굴의 눈, 코, 입의 구성요소 추출에 결과 좌표를 이용함으로써 인식 속도를 향상시켰으며 인식의 효율을 높였다.

표 1. 인종별 HSI 좌표값

좌표계	H	S	I
백인종	27	163	210
황인종	23	170	179
흑인종	20	198	106

표 1의 인종별 HSI 좌표계 상에서 알 수 있듯이 백인종이 제일 큰 색상값과 명암값을 가진다.

본 논문에서는 황인종을 기준으로 색상값 측정을 했으며, 백인종이나 흑인종도 색상의 변화에 따라 유동적으로 적용되게 경계값을 주어서 인종별 얼굴 인식도 가능하게 하였다.

실험에 사용된 남녀 표준 영상 40개 중 얼굴영역 이외의 영역이 제거되고 얼굴영역만을 정확하게 추출된 영상이 38개로써 95%의 얼굴영역 인식율을 나타내었다.

## 2. 눈, 코, 입 특징점 추출

제안한 논문에서는 얼굴의 구조적 특징값 추출을 위한 전처리 과정으로 HSI로 변환된 영상의 I(Intensity)영상을 이용한다. 얼굴의 구성 요소들이 수평 예지를 많이 가진다는 특징을 이용해 수평 소벨연산, 이진화 과정, 팽창(Dilation), 레이블링(Labeling)연산[3]을 적용하여 1차 구성요소 추출이 이루어진다. 그림 2는 이러한 전처리 단계를 거쳐서 눈, 코, 입 특징점이 추출되는 과정을 나타내고 있다.

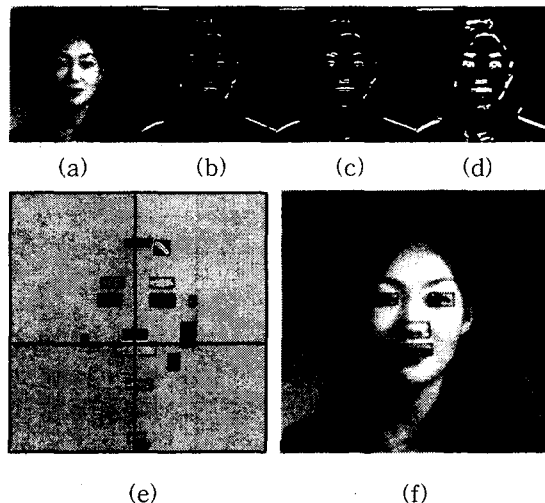


그림 2. 전처리 단계와 결과 영상; (a)원 영상 (b)소벨처리 (c)이진화 (d)팽창처리 (e)레이블링 (f)눈, 코, 입 추출

전처리 단계를 거쳐 눈, 코, 입 특징점을 결정하기 위한 알고리즘으로 양 눈과 코의 상대적 위치관계를 이용하여 비슷한 y좌표를 갖는 두 개의 눈 후보점과 한 개의 코 후보점을 결정한다. 다음의 조건을 만족하는 경우에 하나의 쌍으로써 얼굴 영역 내의 눈으로 설정하고 이들의 거리 비를 특징으로 한다.

-조건1)객체가 수평중상선 위에 존재하고 대칭되는 y좌표 내에 객체가 존재.

-조건2)대칭쌍이 2개 이상 존재하면 아래쪽에 위치하고 거리가 임계치 이하인 대칭쌍이 존재.

다음의 조건을 만족하는 객체를 코 후보점으로 설정하고 거리 비를 특징으로 한다.

-조건1)눈 후보 영역의 아래에 위치하고 그 사이에 존재하며 y좌표차이가 임계치 이하일 때.

-조건2)다수가 존재하면 상위의 객체를 선택.

다음의 조건을 만족하는 객체를 입 후보점으로 설정하고 거리 비를 특징으로 한다.

-조건1)코 후보 영역의 아래에 위치하고 그 두 눈 좌표의 외곽 영역 내에 존재.

-조건2)다수가 존재하면 가로길이 비가 넓고 상위에 존재하는 객체를 선택.

그림 3은 이러한 알고리즘을 적용하여 추출된 얼굴의 특징점을 나타낸 영상들이다.



그림 3. 특징점 추출 결과 영상

실험에 사용된 남녀 표준 영상 38개 중 정확한 눈, 코, 입 특징점이 추출된 영상이 36개로써 90%의 인식율을 나타내었다.

### 3. 눈, 코, 입 특징점 구성과 특성

앞에서 추출한 각 특징점의 후보영역의 좌표에서 해당 성분의 구조적 특성값을 구한다.

그림 4에서는 눈, 코, 입에 해당하는 특징점간의 구조적 특성치들이다. 각 특징점은 얼굴에서 비교적 구별하기 쉽고, 각 개인마다 다른 형태를 지니고 있다. 이러한 각 특징점을 비교하기 위해서 눈, 코, 입 등의 구조적 위치에서 서로의 상관관계를 비교한 값이 이용되었다.

본 논문은 입과 코, 눈의 위치와 그들 상호 간의 최소/최대값의 평균치를 이용해서 비율의 오차 값을 줄였다. 특징점 사이의 거리 비율은 유

클리디언 거리식으로 계산된다. 유클리디언 거리에 의한 인식은 각 사람들의 표준편차( $\sigma$ )로 정규화 시킨다.

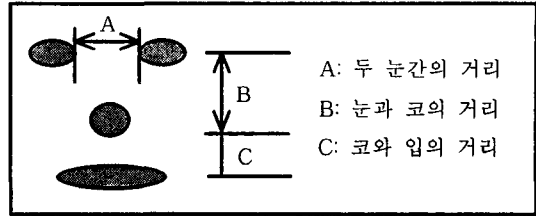


그림 4. 얼굴의 특징점

### 4. 턱의 선형적인 관계를 이용한 특징점 추출

본 논문의 얼굴 인식 알고리즘은 추출된 각 특징점의 비율의 관계값과 턱의 선형적인 관계값을 포함시켜서 구성하였다. 턱의 선형적인 관계값이란 턱에서 입까지의 구조적 위치값과 얼굴 영역에서 입의 구조적 위치를 이용하는 알고리즘이다.

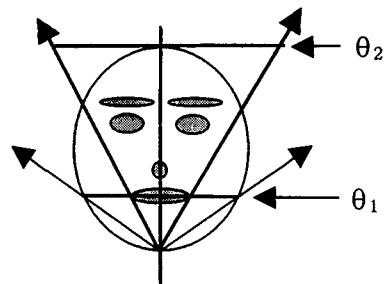


그림 5.턱의 관계값

이 알고리즘에서 추출된 턱의 선형적인 관계값은 그림 5와 같이  $\theta_1$ 은 턱과 입에서의 볼 너비의 각도이고,  $\theta_2$ 는 턱과 입 크기의 각도이다.  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ 의 비율을 산정하여 특정 사람을 구분한다.  $\cos\theta_1$  과  $\cos\theta_2$  의 각도차를 이용해서 특정 사람을 인식하도록 하였다.

위와 같은 턱의 관계값이 사람에 따라서 다양한 차이를 발견할 수 있었다. 제안한 논문에서는 이러한 분포를 전체 4가지 구조 형태로 분류하여 얼굴인식의 특징점으로 구성하였다.

$\theta_1$ 에 따른 분류형태는 다음과 같다.

-A형 구조(100도 ~ 105도): 뾰족한 형태의 턱 턱에서 입까지의 길이가 길므로 전체적으로 뾰족하게 생긴 턱이라 할 수 있다.

-B형 구조(105도 ~ 110도): 긴 형태의 턱 턱에서 입까지의 길이에 비해 볼 너비의 길이가

상대적으로 긴 형태의 턱이라 할 수 있다.  
 -C형 구조(110도 ~ 115도) : 둥근 형태의 턱 볼 너비가 상대적으로 큰 형태의 턱으로써 둥근 형태의 얼굴의 턱 구조가 이에 해당한다.  
 -D형 구조(115도 ~ 120도) : 평평한 형태의 턱 전체적인 얼굴의 형태가 납적한 형태의 턱이 이에 해당한다. 그림 6에서 턱의 선형적인 관계를 이용한 알고리즘의 적용결과를 나타내었다.

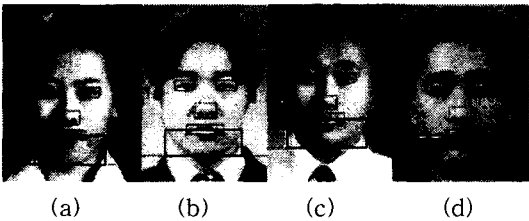


그림 6. 턱 추출 결과 영상; (a)A형 구조 (b)B형 구조 (c)C형 구조 (d)D형 구조

표 2. 턱 유형에 따른 실험영상의 분포

턱유형	A	B	C	D	전체
영상 개수	8	16	13	3	40
%	20%	40%	32.5%	7.5%	100%

표 2에서는 실험영상에 대하여 턱선 알고리즘을 적용한 결과를 나타내었다. 이 표에서 알 수 있듯이 대체로 B타입의 유형이 많았다. 얼굴의 구성요소가 추출된 실험영상 36개 중 정확한 턱선의 특징점이 추출된 영상이 35개으로써 97%의 인식율을 나타내었다.

### III. 실험 및 고찰

본 논문에서는 복잡하지 않은 배경과 일정한 조명, 그리고 비교적 비슷한 얼굴크기로서 실험 환경을 제한하였다. 얼굴영역을 직접 추출하는데 있어서 향상되고 신뢰성 있는 추출을 위해 여러 알고리즘을 순차적으로 적용하여 얼굴영역의 범위를 축소시켜 나가는 방법을 제안하였다.

이어서 눈, 코, 입을 비롯한 턱의 구조적 특징을 이용하여, 얼굴의 인식률을 높였다.

표 3. 제안한 알고리즘을 적용한 실험 결과

과정	얼굴영역 인식	눈, 코, 입 인식	턱 추출	전체
영상 개수	38	36	35	40
%	95%	90%	87.5%	

본 논문의 실험에서는 칼라 CCD카메라로 입력을 받은 영상에서 각 알고리즘을 순차적으로 적용시켜 시뮬레이션 하도록 하였으며 프로그램 제작 툴로서는 Visual C++을 사용하여 구현하였다. 본 논문의 실험에서 오 인식된 결과들이 다소 발생되었다. 오 인식되는 이유는 얼굴의 입력 영상에서 머리카락, 안경, 조명의 흐림 등 눈 부위의 지나친 가림이나 턱 부분의 약한 윤곽선 때문이었으며, 얼굴 검증과정에서의 문제점 개선과 실시간 응용을 위한 알고리즘 구현을 위해 좀 더 적응적인 방법이 제안되어야 할 것이다.

### IV. 참고문헌

- [1] Robert Brunelli and Tomaso Poggio, "Face Recognition : Feature versus Templates," PAMI, Vol. 15, no. 10, pp.1042-1052, Oct. 1993
- [2] 유태웅, 오일석, "Extraction of Face Regions based on Chromatic Distribution Information," 정보과학회논문지(B) 제 24 권 제 2 호, 1992.7
- [3] 유희섭, 소 정, 왕 민, 민병우, "고립영역 분석에 의한 얼굴 요소 추출," 정보과학회논문지(B) 제 23 권 제 7 호, 1996.7
- [4] 장경식, "다해상도 영상을 이용한 얼굴 구성 요소 추출," 한국정보처리학회 논문지 제6권 제 12호 1999. 12
- [5] 이철우, 최정주, "후보영역의 밝기 분산과 얼굴특장의 삼각형 배치구조를 결합한 얼굴의 자동 검출," 멀티미디어학회 논문지 제3권 제1호 2000.2