

퍼지추론을 이용한 얼굴영역 검출 알고리즘

Face Region Detection Algorithm using Fuzzy Inference

정행섭*, 이주신**

Haing-Sup Jung*, Joo-Shin Lee**

요 약

본 논문은 픽셀의 색상과 채도를 퍼지추론한 얼굴영역 검출 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 조명보정과 얼굴 검출 과정으로 구성되었다. 조명보정 과정에서는 조명변화에 대한 보정기능을 수행한다. 얼굴 검출 과정은 20개의 피부 색상 모델에서 계산된 색상과 채도를 특징 파라미터로 멤버십 함수를 생성하여 유사도를 평가하였다. 추출된 얼굴 후보영역을 CMY칼라 모델에서 C요소로 눈을 검출하였고, YIQ 칼라 공간에서 Q요소로 입을 검출하였다. 추출된 얼굴 후보영역에서 일반적인 얼굴에 대한 지식을 기반으로 얼굴 영역을 검출하였다. 입력받은 정면 칼라 영상으로 실험한 결과, 얼굴 영상의 위치와 크기에 관계없이 얼굴 영역이 검출됨을 알 수 있었다.

Abstract

This study proposed a face region detection algorithm using fuzzy inference of pixel hue and intensity. The proposed algorithm is composed of light compensate and face detection. The light compensation process performs calibration for the change of light. The face detection process evaluates similarity by generating membership functions using as feature parameters hue and intensity calculated from 20 skin color models. From the extracted face region candidate, the eyes were detected with element C of color model CMY, and the mouth was detected with element Q of color model YIQ, the face region was detected based on the knowledge of an ordinary face. The result of experiment are conducted with frontal face color images of face as input images, the method detected the face region regardless of the position and size of face images.

Key words : Color image, Face detection, Fuzzy inference, HSI, CMY, YIQ

I. 서 론

컴퓨터를 이용한 비전시스템의 기술이 발전함에 따라 얼굴, 지문, 음성, 망막, 홍채, 혈관 등의 생체정보를 이용한 인식 시스템에 대한 관심이 증가되고 있으며 이를 이용한 인식 시스템의 개발이 활발히 진행

되고 있다[1]. 지문, 얼굴, 음성, 망막인식등과 같은 여러 가지 생체인식 방법 중 얼굴인식은 다른 방법에 비해서 참여자의 특별한 동의를 요구하지 않는 자연스런 방식으로 이루어지기 때문에 사용자의 불편함 없이 쉽게 사용이 가능하다는 장점을 가지고 있다[2]. 얼굴인식 알고리즘은 입력영상으로부터 얼굴영역

* 청주대학교 전자공학과 박사과정

** 청주대학교 전자정보공학부 교수

· 제1저자 (First Author) : 정행섭

· 투고일자 : 2009년 8월 21일

· 심사(수정)일자 : 2009년 8월 24일 (수정일자 : 2009년 9월 24일)

· 게재일자 : 2009년 10월 30일

만을 구분하는 검출기술과, 검출된 영역으로부터 얼굴의 특징, 표정 등을 인식하는 인식기술로 구분된다. 얼굴영역 검출 방법은 다음과 같이 크게 네 가지로 구분된다. 얼굴에 대한 인간의 일반적인 지식을 기반으로 하는 방법으로 얼굴을 구성하는 눈, 코, 입간의 위치, 거리 등이 이에 해당하는 지식 기반 방법 [3][4][5], 자세나 조명등의 변화에도 얼굴검출에 용이한 구조적 특징을 찾는 특징기반 방법[6][7], 몇몇 얼굴의 기본 형태를 통해 일정 수준 이상의 상관관계를 가질 경우 얼굴로 판단하는 템플릿 정합 방법 [8][9][10], 학습을 통해 얼굴을 모델링하는 외형기반 방법 등이 있다[11][12].

본 논문에서는 피부색의 색상과 채도값을 퍼지추론한 얼굴영역 검출 알고리즘을 제안하고자 한다. 제안된 알고리즘은 조명 보정과 얼굴 영역 검출로 구성하였다.

조명변화에 대한 보정기능을 처리한 후, 20개의 피부색 모델에서 추출된 색상과 채도를 특징 파라미터로 멤버십 함수를 생성 유사도를 평가하여 피부색 영역을 추출하였다. 추출된 피부색 영역의 그룹에서 얼굴에 대한 일반적인 구조를 기반으로 CMY 칼라모델 C 영역에서 눈을 추출하고, YIQ 칼라모델 Q 영역에서 입을 추출한 후, 최종 얼굴영역을 검출하였다.

II. 조명보정 및 피부색 표본영상

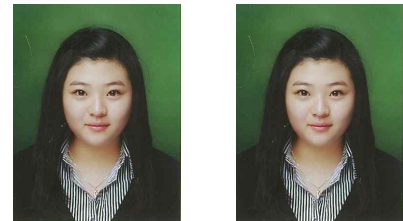
2-1 조명보정

영상내의 피부색은 조명 변화에 매우 민감하게 나타난다. 얼굴 검출을 위한 색상정보 사용의 전처리 단계로 “Reference White” 기법의 조명보정 과정을 수행한다. 조명에 의해 영향을 받고 있는 영역을 처리하는 방법으로 입력된 영상에서 luma 값의 범위를 구한 후, 상위 일정비율의 화소들을 다시 계산하는 것으로 RGB 각각의 값에 대하여 식(1)과 같이 정의된다.

$$R_{ratio} = \frac{255}{R_m}, G_{ratio} = \frac{255}{G_m}, B_{ratio} = \frac{255}{B_m} \quad (1)$$

식 (1)에서 R_m, G_m, B_m 은 RGB 각 성분의 평균값

을 나타내고, 255는 RGB 성분의 최대값을 나타낸다. 계산된 각각의 비율을 원영상 화소의 RGB에 곱하여 새로운 RGB값을 구하는 것으로 조명보정을 처리한다. 그림 1은 실험영상으로 사용된 원영상과 조명보정 처리된 영상을 나타낸 것이다.



(a) 원영상 (b) 조명보정 영상

그림 1. 실험 영상

Fig. 1. Experimental image

2-2 피부색 표본영상

피부색 영역을 추출하기 위하여 RGB 칼라 모델을 HSI 칼라모델로 변환하였으며 식 (2)와 같이 정의된다.

$$H = \cos^{-1} \frac{\frac{1}{2}((R-G) + (R-B))}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}}$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R, G, B)]$$

$$I = \frac{1}{3}(R+G+B) \quad (2)$$

색상은 0~360°로 표현되고, 채도와 명도는 0~100%로 표현되며 그림 2는 HSI 칼라모델을 나타낸 것이다.

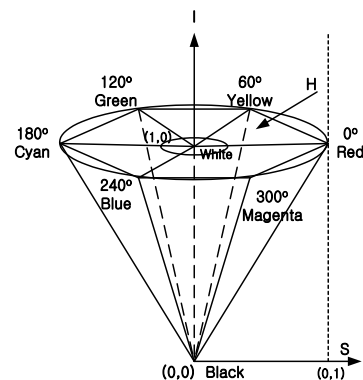


그림 2. HSI 칼라 모델

Fig. 2. HSI color model

입력된 칼라 영상에서 피부색 영역을 추출하기 위하여, 피부색에 해당되는 20×20크기의 피부색 영상 20개를 표본영상으로 이용하였다. 그림 3은 퍼지화 데이터 추출을 위한 피부색 영상을 나타낸 것이다.



그림 3. 퍼지화 데이터 추출을 위한 표본 영상
Fig. 3. Sample image for fuzzified data extraction

변환된 칼라 공간에서 정의된 피부색 색상(H)과 채도(S)를 특징 파라미터로 사용하였다. 식 (3)은 색상에 대한 평균을 나타낸 것이고, 식 (4)는 채도에 대한 평균을 나타낸 것이다.

$$H_{avg} = \frac{\sum_{T=0}^{19} \left(\sum_{y=0}^{M-1} \left(\sum_{x=0}^{N-1} H(x, y) \right) \right)}{T \times M \times N} \quad (3)$$

$$S_{avg} = \frac{\sum_{T=0}^{19} \left(\sum_{y=0}^{M-1} \left(\sum_{x=0}^{N-1} S(x, y) \right) \right)}{T \times M \times N} \quad (4)$$

식 (3), 식 (4)에서 T는 표본 영상을 나타내며, M×N은 표본 영상의 크기를 나타낸 것이다. 얻어진 평균값을 근거로 퍼지화 데이터를 생성하였다.

III. 퍼지추론을 이용한 얼굴검출

색상과 채도의 평균값을 근거로 퍼지화 데이터를 생성하였다. 표 1은 추출된 색상값에 대한 퍼지화 데이터의 범위를 보여주는 것이다.

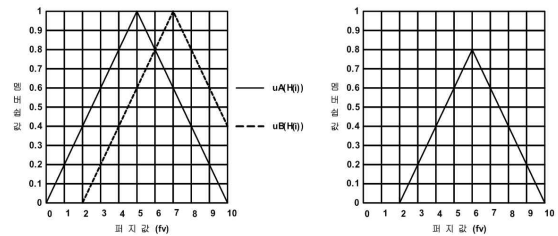
표 1. 색상에 대한 퍼지화 데이터
Table 1. Fuzzified data for hue

fv	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H(i)	-14	-2	10	22	34	46	58	70	82	94	106

표 1에서 fv는 퍼지값이고, H(i)는 색상값을 나타낸다. 추출된 색상값을 특징 파라미터로 퍼지화 데이터를 생성하게 되면 식 (5)와 같이 정의한다.

$$FD(H(i), fv) = H(i) - ((5 - fv) \times \alpha), \quad 0 \leq fv \leq 10 \quad (5)$$

식 (5)는 색상값에 대한 퍼지화 데이터를 생성하는 식으로 fv는 퍼지값, α는 각각의 퍼지값에 대한 퍼지화 데이터를 생성하기 위하여 실험을 통해 얻어진 12로 정하였다. 그림 4는 입력영상에서 피부색 색상 영역을 추출하기 위한 멤버십 함수와 유사도를 나타낸 것이다.



(a) 멤버십 함수 (b) 유사도
그림 4. 색상에 대한 멤버십 함수와 유사도

Fig. 4. Membership function and similarity for hue

채도에 대하여 얻어진 평균값을 근거로 퍼지화 데이터를 사용하였으며, 표 2는 추출된 채도에 대한 퍼지화 데이터의 범위를 보여주는 것이다.

표 2. 채도에 대한 퍼지화 데이터

Table 2. Fuzzified data for saturation

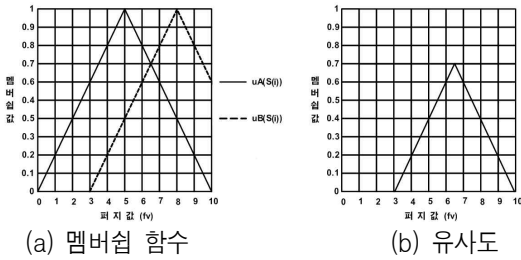
fv	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S(i)	11	18	25	32	39	46	53	60	67	74	81

표 2에서 fv는 퍼지값이고, S(i)는 채도의 비율을 나타낸다. 추출된 채도의 비율을 특징 파라미터로 퍼지화 데이터를 생성하게 되면 식 (6)과 같이 정의한다.

$$FD(S(i), fv) = S(i) - ((5 - fv) \times \alpha), \quad 0 \leq fv \leq 10 \quad (6)$$

식 (6)은 채도에 대한 퍼지화 데이터를 생성하는

식으로 fv 는 퍼지값, α 는 각각의 퍼지값에 대한 퍼지화 데이터를 생성하기 위하여 실험을 통해 얻어진 7로 정하였다. 그림 5는 입력영상에서 피부색 채도 영역을 추출하기 위한 멤버십 함수와 유사도를 나타낸 것이다.



(a) 멤버십 함수 (b) 유사도

그림 5. 채도에 대한 멤버십 함수와 유사도

Fig. 5. Membership function and similarity for saturation

입력영상의 픽셀에 대한 색상차, 채도차의 멤버십 함수를 추출하기 위하여 표본영상에서 얻어진 퍼지화 데이터와 입력 영상의 특징 파라미터를 비교하여 최소값을 구한다. 식 (7)은 색상에 대한 수식이고, 식 (8)은 채도에 대한 수식을 정의한 것이다.

$$H_{\min}(i) = |(H_B(i) - FD_A(H(i), fv))| \quad (7)$$

$$S_{\min}(i) = |(S_B(i) - FD_A(S(i), fv))| \quad (8)$$

다음 식은 생성규칙에 따라 입력영상의 멤버십 함수를 추출하기 위한 수식으로, 식 (9)는 색상에 대한 것이고, 식 (10)은 채도에 대한 수식을 나타낸 것이다.

$$\mu_B(H(i)) = 1 - \frac{0.2}{\alpha} \times |(H_B(i) - FD_A(H(i), fv) - H_{\min}(i))| \quad (9)$$

$$\mu_B(S(i)) = 1 - \frac{0.3}{\alpha} \times |(S_B(i) - FD_A(S(i), fv) - S_{\min}(i))| \quad (10)$$

표본영상의 퍼지화 데이터에 대한 입력 영상의 멤버십 함수가 생성되면 각 픽셀의 유사도 값을 구한다. 식 (11)은 색상에 대한 유사도 값을 나타낸 것이고, 식 (12)는 채도에 대한 유사도 값을 나타낸 것이다.

$$SF_{AB}(H) = (\mu_A H(i,5) + \mu_B H(i,5)) / 2 \quad (11)$$

$$SF_{AB}(S) = (\mu_A S(i,5) + \mu_B S(i,5)) / 2 \quad (12)$$

퍼지추론을 이용하여 입력영상의 유사도를 판단하기 위해 특징 파라미터에 대한 멤버십 함수를 기준으로 생성규칙에 따라 입력영상의 퍼지화 데이터를 생성한 후, 입력영상의 멤버십 함수를 구하였다. 표본영상과 입력영상의 색상과 채도에 대한 유사도 평가를 위하여 다음과 같은 생성규칙을 제안하였다.

규칙 1. 입력영상에서 특징 파라미터인 색상과 채도를 계산하여 차를 구한다.

규칙 2. 피부색 표본영상의 퍼지화 데이터와 입력영상의 특징 파라미터를 비교하여 최소값을 구한다.

규칙 3. 입력영상의 특징 파라미터에서, 피부색 표본영상의 퍼지화 데이터와 최소값의 차에 절대값을 취하여 멤버십 함수에 대한 퍼지화 데이터를 생성한다.

규칙 4. 생성된 입력영상의 퍼지화 데이터에 α 를 곱한 후, 멤버십 값 1에서 차를 구하여 입력영상의 퍼지값에 대한 멤버십 값을 생성한다.

규칙 5. 퍼지값을 증가하고 규칙 3, 4를 반복하여 입력영상의 퍼지값에 따른 멤버십 값을 결정한다.

규칙 6. 피부색 표본영상에서 가장 높은 멤버십 값 1에 대응하는 입력영상의 멤버십 값을 구하여 유사도를 결정한다. 색상의 경우 멤버십 값이 0.8이상이고, 채도의 경우 멤버십 값이 0.7이상이면 피부색 영역의 픽셀로 판별한다.

그림 6은 퍼지 생성규칙에 의해 추출된 피부색 영역과 얼굴영역을 나타낸 것이다.



(a) 피부색 영역추출 (b) 얼굴영역 추출

그림 6. 얼굴영역 추출

Fig. 6. The extraction of face region

추출되어진 얼굴영역에서 눈을 검출하기 위해 RGB 칼라 모델을 CMY 칼라모델로 변환하였으며 식 (13)과 같이 정의된다.

$$\begin{aligned} C &= 1 - R \\ M &= 1 - G \\ Y &= 1 - B \end{aligned} \quad (13)$$

얼굴은 좌우대칭이라는 특성을 이용해 검출된 눈 영상을 식 (14)를 이용하여 최고점 T_p 와 최저점 B_p 로 영역을 분할한다. 그림 7은 분할된 영역으로 L, R 영역에서 눈의 후보를 찾는다.

$$T_p = \frac{(x_{min} + x_{max})}{2}, \quad B_p = \frac{(y_{min} + y_{max})}{2} \quad (14)$$

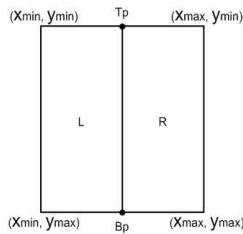


그림 7. 얼굴영역의 분할

Fig. 7. Segmentation of face region



(a) 칼라공간 C (b) 눈 검출 영상
그림 8. 눈 영역 검출

Fig. 8. The detection of eye region

변환된 칼라모델의 C 공간에서 눈 영역은 가장 큰 값을 갖는다. 이러한 색상 특성을 이용해서 눈 영역을 검출하였다. 식 (15)는 변환된 칼라공간 C 영역에서 눈 영역을 검출하기 위한 것이다.

$$eye_{bin}(x,y) = \begin{cases} 1, & C(x,y) < k_1 \\ 0, & C(x,y) \geq k_1 \end{cases} \quad (15)$$

식 (15)에서 눈 영역을 검출하기 위한 임계값을 k_1 으로 놓았다. 그림 8은 추출된 얼굴영역에서 칼라공간 C 영역으로 변환된 영상과 검출된 눈을 나타낸 것이다.

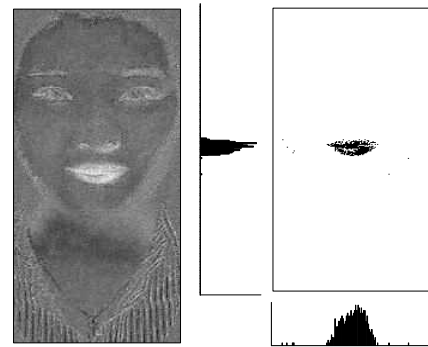
검출된 눈 영상의 중심 값을 선택하여 L과 R의 영역에서 검출된 양쪽 눈의 거리를 측정한다. 입술 영역은 검출된 눈을 기반으로 얼굴 성분요소들의 위치 관계를 이용하여 눈의 거리×0.75의 아래 영역에서 입을 검출한다. 입을 검출하기 위해 RGB 칼라 모델을 YIQ 칼라모델로 변환하였으며 식 (16)과 같이 정의된다.

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.275 & -0.321 \\ 0.212 & -0.523 & 0.311 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (16)$$

변환된 칼라모델의 Q 공간에서 입 영역은 가장 큰 값을 갖는다. 이러한 색상 특성을 이용해서 입 영역을 검출하였다. 식 (17)은 변환된 칼라공간 Q 영역에서 입 영역을 검출하기 위한 것이다.

$$mouse_{bin}(x,y) = \begin{cases} 1, & Q(x,y) < k_2 \\ 0, & Q(x,y) \geq k_2 \end{cases} \quad (17)$$

식 (17)에서 입 영역을 검출하기 위한 임계값을 k_2 으로 놓았다. 그림 9는 추출된 얼굴영역에서 칼라공간 Q 영역으로 변환된 영상과 검출된 입을 나타낸 것이다.



(a) 칼라공간 Q (b) 입 검출 영상
그림 9. 입 영역 검출

Fig. 9. The detection of mouse region

얼굴영상에서 눈과 입의 위치관계를 고려해 검출된 입 영상의 중심 값을 선택하여 얼굴을 검출하였다.

IV. 실험 및 고찰

제안한 알고리즘의 타당성을 검증하기 위하여 조명 변화에 대한 보정기능을 처리한 후, 20명을 대상으로 피부색 표본 영상 20장을 입력받아 실험하였다. 35개의 정면 칼라 영상을 입력받아 픽셀의 색상과 채도에 대한 데이터를 특징 파라미터로 멤버십 함수를 생성하여 유사도를 평가한 후 얼굴 영역을 추출하였다. 그림 10은 실험에 사용한 조명보정영상을 나타낸 것이다.

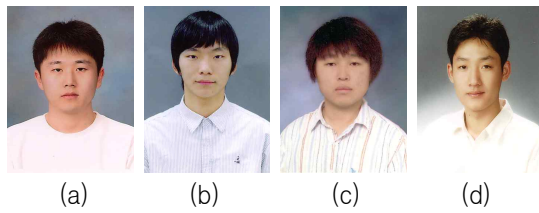


그림 10. 조명보정 영상
Fig. 10. Lighting compensation image

그림 11은 원영상에 따른 히스토그램을 나타낸 것이며, 그림 12는 조명보정 영상의 히스토그램을 나타낸 것이다.

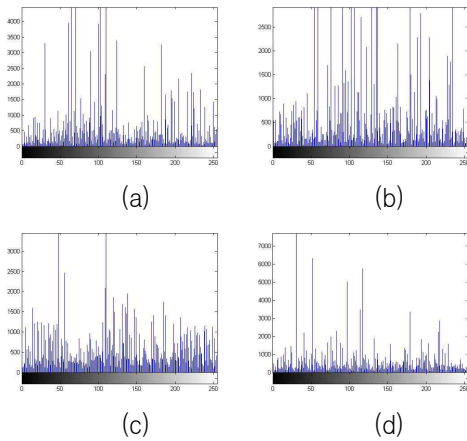


그림 11. 원영상 히스토그램
Fig. 11. Histogram of original image

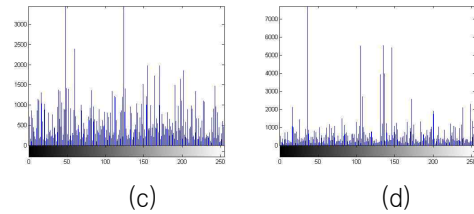
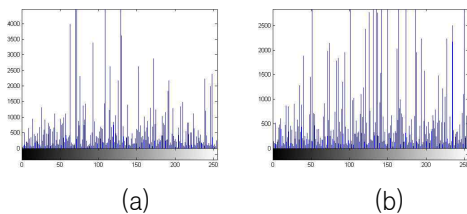


그림 12. 조명보정 영상 히스토그램
Fig. 12. Histogram of lighting compensation image

조명보정 처리된 영상을 HSI 칼라 모델로 변환한 후, 각 픽셀의 유사도를 판단하기 위하여 색상과 채도에 대한 멤버십 함수를 생성 유사도를 평가하였다. 색상에 대한 멤버십 함수와 유사도는 그림 4와 같고, 채도에 대한 멤버십 함수와 유사도는 그림 5와 같다. 색상에 대한 퍼지화 데이터는 표 1과 같고, 채도에 대한 퍼지화 데이터는 표 2와 같다.

표 1과 표 2에서 얼굴영역을 검출하기 위한 실험으로 색상에 대한 유사도 값은 0.8로 놓고, 채도에 대한 유사도 값은 0.7로 하였다. 그 결과 그림 13과 같이 얼굴영역이 양호하게 검출됨을 볼 수 있었다.

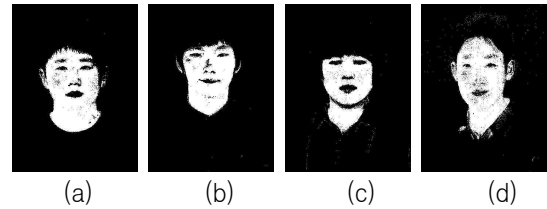


그림 13. 얼굴영역 추출 결과
Fig. 13. Result of face region extraction

그림 14는 변환된 CMY칼라 모델에서 표현된 C공간을 나타낸 것이다.



그림 14. CMY 칼라모델 중 C 공간
Fig. 14. C space of CMY color model

그림 15는 변환된 칼라공간 C 영역에서 $k_1=182$ 로 검출된 눈 영역을 나타낸 것이다.

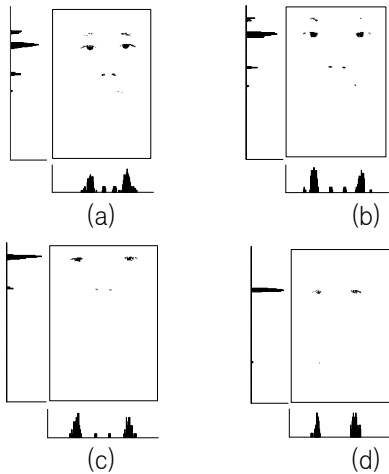


그림 15. 눈 영역 검출

Fig. 15. The detection of eye region

그림 16은 변환된 YIQ 칼라 모델에서 표현된 Q공간을 나타낸 것이다.

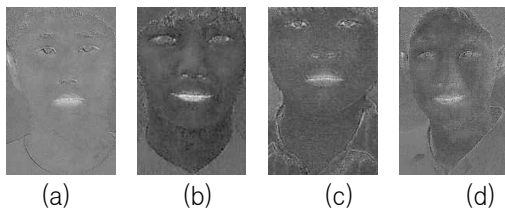


그림 16. YIQ 칼라모델 중 Q 공간

Fig. 16. Q space of YIQ color model

그림 17은 변환된 칼라공간 Q 영역에서 $k_2=175$ 로 검출된 입 영역을 나타낸 것이다.

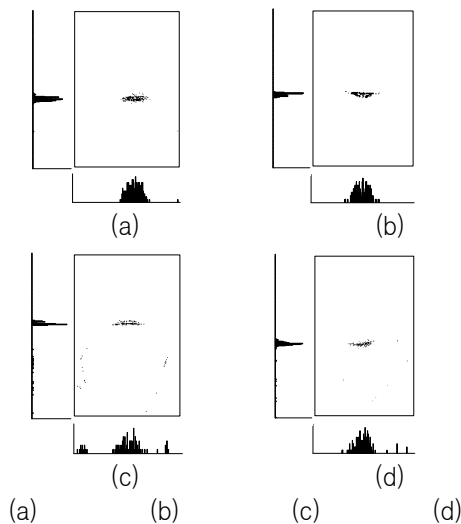


그림 17. YIQ 칼라모델 중 Q 공간

Fig. 17. Q space of YIQ color model

그림 18은 퍼지 생성규칙에 의해 추출된 얼굴 후보 영역에서 일반적인 얼굴에 대한 지식을 기반으로 검출된 얼굴 영역을 나타낸 것이다.

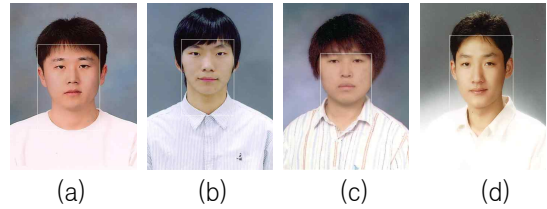


그림 18. 얼굴영역 검출 결과

Fig. 18. Result of face region detection

35개의 얼굴에 대한 정면 칼라 영상을 입력받아 추출된 얼굴 수와 최종 검출된 얼굴 수의 결과를 표 3에 나타내었다.

표 3. 추출된 데이터 비교

Table 3. Comparison of extracted data

인식율(%) 패턴수(인)	인 식 율 (정인식 얼굴 수 / 인식 대상 얼굴 수)	
	추출된 얼굴 수	검출된 얼굴 수
35/35	35/43(81.4%)	35/35(100%)

V. 결 론

본 논문에서는 얼굴에 대한 정면 칼라 영상을 입력받아 표본영상의 색상과 채도를 퍼지추론을 통하여 입력영상에서 얼굴 영역을 검출하는 알고리즘을 제안하였다. 실험은 피부색 표본 영상 20장을 입력받아 색상과 채도에 대한 특징 파라미터로 퍼지화 데이터에 대한 멤버십 함수를 생성한 후, 35개의 영상을 입력받아 픽셀에 대한 색상과 채도를 퍼지추론한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 원영상의 히스토그램과 조명 보정 처리된 영상의 히스토그램에서 원영상의 히스토그램에 비하여 조명보정 처리된 영상의 히스토그램 값이 고르게 분포되었다.
2. 35개의 패턴에 대한 35인의 피부색 영역을 추출한 결과 43개의 영역이 추출되어 81.4%의 인식율을 나타내었다.
3. 추출된 얼굴 영역에 눈과 입의 특징이 존재하는지

여부로 얼굴을 검출한 결과, 35개에 대한 얼굴을 검출하여 100%의 인식율을 나타내었다.

향후 연구과제로는 동영상에서 실시간으로 얼굴영역을 검출하는 알고리즘의 연구가 계속되어야 하겠다.

참 고 문 헌

- [1] Nada Bojic and Khee K. pang, "Adaptive skin segmentation for had and sholder video sequence", in *Proc. SPIE Visual Comm. And Image Proc.*, vol 4067, pp.704-711, 2000.
- [2] W. Zhao, R. Chellappa, P.J Philips, A. Rosenfeld, "Face recognition: A literature survey", *ACM Computer Surveys*, Vol. 35, No.4, pp. 300-458, Dec 2003,
- [3] Mohamed A. Berbar, Hamdy M. Kelash, "Face and facial features detection in color images", *Proceeding of GMAI 2006*.
- [4] Y. X., Lv, Z. Q. Liu, and X.H. Zhu, "Real-time face detection based on skin-color model and morphology filters", *International Conf. on Machine Learning and Cybernetics*, vol 5, pp. 3202-3207, 2003.
- [5] M. H. Yang, D. J. Kriegman, and N. Ahuja, "Edtecting face in images: a survey", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 24, no. 1, pp. 34-58, 2002.
- [6] Rein-Lien Hsu, Mohamed Abdel-Mottaleb, Anil K. Jain, "Face detection in color images", *IEEE Transaction on Pattern analysis and machine intelligence*, Vol. 24, No.5 May 2002.
- [7] G. Yang and T. S. Huang, "Human face detection on a complex background", *Pattern Recognition*, vol. 27, no. 1, pp. 53-63, 1994.
- [8] Z. Liu, Y. Wang, "Face detection and tracking in video using dynamic programming", *International Conference on Image Processing*, vol. 1, pp. 53-56, 2000.
- [9] H. Y. Wu and Q. Chen, "Detecting human face in color images", *Proc of the IEEE*, pp. 2232-2236, 1996.

- [10] I. Craw, D. Tock, and A. Bennett, "Finding face features", In *proc. ECCV*, pp. 92-96. 1992.
- [11] R. Brunelli and T. Poggio, "Face recognition: Features versus templates", *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 15 pp. 1042-1052, 1993.
- [12] R. Brunelli and T. Poggio, "Face recognition: Features versus templates", *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 15, pp. 1042-1052, 1993.

정 행 섭 (鄭杏燮)



2001년 : 청주대학교 전자공학과
공학사
2003년 : 청주대학교 전자공학과
공학석사
2007년 9월~현재 : 청주대학교
전자공학과 박사과정
관심분야 : 디지털영상처리, 컴퓨터

비전

이 주 신 (李周信)



1975년 : 명지대학교 전자공학과
공학사
1977년 : 홍익대학교 전자공학과
공학석사
1986년 : 명지대학교 전자공학과
공학박사
1980~현재. 청주대학교 전자정보
공학부 교수

관심분야 : 영상처리, 디지털 신호처리, 컴퓨터비전