

히스토그램과 영역분할 기법을 이용한 얼굴추출에 관한 연구

황 훈*· 최 철· 최영관· 조성민· 박장춘
건국대학교 컴퓨터공학과
e-mail : mannerhh@cse.konkuk.ac.kr

A Study on The Face Extraction Using Histogram and Region Segmentation

Hun Hwang*· Chul Choi· Young-Kwan Choi· Sung-Min Cho· Chang-Choon
Park
Dept. of Computer Engineering, Kon-Kuk University

요 약

기존에 얼굴인식이나 얼굴영역을 추출하는 방법들은 대부분 얼굴의 외곽선은 고려하지 않은 상태에서 얼굴의 특징인 눈, 코, 입 부분만을 추출하는 경우가 많아 정확한 얼굴을 추출하기가 어려웠다. 본 논문에서는 얼굴의 색상과 영역분할 기법(Region Segmentation technique)을 함께 사용해서 얼굴부분과 얼굴의 특징을 추출하여 보다 정확한 얼굴 부분을 분할하고자 한다. 얼굴추출방법을 대표 색상 추출과정과 실제 영역을 분할하여 얼굴부분을 추출하는 과정으로 나누어 히스토그램을 이용하여 대표색상을 추출한 후, 영역분할 기법을 이용하여 대표색상을 포함하고 있는 영역에 대해 얼굴이라는 가정을 배제하고, 이미지들을 객체(Object)화 하여 조건에 맞지 않는 객체들을 모두 제거함으로써, 정확한 얼굴부분을 분할해 낸다.

1. 서론

사람의 얼굴은 표정이나 생김새를 통하여 개개인을 식별하고, 성별을 구분할 수 있도록 해주며 현재의 심리 상태 등을 나타내주는 중요한 정보를 가지고 있어, 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 연구는 많은 기술들로 발전되어 각종 신분증, 사진 인식, 범죄자 관리, 출입 통제 시스템, 은행의 보안 시스템 등 매우 광범위하게 응용되고 있다[5]. 얼굴추출이란 얼굴인식을 위한 전처리 과정이다. 얼굴인식은 입력된 영상에서 얼굴영역을 추출하는 것으로부터 시작되고 얼굴영역 추출은 얼굴인식 분야에서 가장 중요하고 어려운 문제중의 하나이며, 여러 기법을 이용하여 얼굴을 추출하고자 하는 연구가 이루어지고 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2,3 장에서는 관련연구와 시스템 구성에 대해 설명하고, 4,5 장에서는 제안한 얼굴을 추출하기 위한 대표색상 추출 과정과 실제

로 영역을 분할하여 얼굴부분을 추출하는 과정을 수행하고, 6 장에서는 객체 분석 및 추출을 한다. 마지막으로 7 장에서는 결론을 내리고 향후 과제에 대해 기술한다.

2. 관련연구

영상분할이란 영상에서 동질성을 갖는 부분들끼리 특성화시키는 것을 말한다. 영상분할은 크게 두 가지의 착안점에서 이루어지고 있는데 명암도의 불연속성이나 명암도의 유사성에 의한 방법이다. 영상분할방법에는, 영역분할방법, 영역성장방법, 신경망을 이용한 방법, 에지를 이용한 방법, 클러스터링을 이용한 방법 등이 있다[2][4].

2.1 영역분할(Region Segmentation)을 이용한 방법

영상에 대한 누적 분포도를 분석하여 적절한 임계치를 결정한 후, 임계치를 이용해서 영상을 분할하는

방법으로 하나의 임계치를 사용해서 영상을 물체와 배경으로 분리하는 2 단계 임계치 방법과 여러 개의 임계치를 설정하여 다수의 영역으로 분할하는 다중 임계치 방법으로 나눌 수 있다.

2.2 영역성장(Region Growing)을 이용한 방법

처리되고 있는 소 영역과 그것에 인접하는 소 영역이 서로 간에 같은 특징을 갖고 있는 경우에 그것들을 한 개의 영역으로 통합하는 것으로 조금씩 성장시켜 최종적으로 영상 전체의 영역분할을 하는 방법이 다.

2.3 신경망(Neural Network)을 이용한 방법

신경망은 생물체의 신경구조를 응용하여 여러 개의 구성 소자들을 망으로 연결한 시스템으로 병렬처리가 가능하므로, 현재의 컴퓨터 비전의 응용분야에서 잡음에 강하고 사람의 시각시스템과 같은 기능을 가지면서 실시간 처리를 할 수 있는 시스템으로 각광을 받고 있다.

2.4 에지(Edge)를 이용한 방법

영상의 각 화소에서 불연속성을 근거로 한 영상분할방법으로, 각 픽셀의 에지처럼 보이는 부분을 구하는 방법을 에지 검출 이라고 하며, 현재까지 여러 가지 방법이 제안되어 왔다.

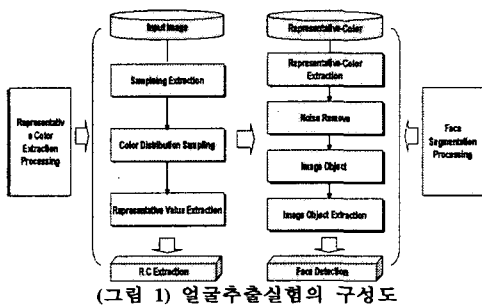
2.5 클러스터링(Clustering)을 이용한 방법

영상 내의 화소들이 갖는 특징값을 하나의 축으로 하여 생성되는 다차원 공간에서 화소들을 여러 클러스터들로 나누고 각 클러스터를 다시 원래의 영상으로 대응시킴으로써 영상을 분할한다. 흑백영상의 명암도만을 이용하기보다는 칼라 영상의 정보나 스펙트럼 정보와 같은 다양한 정보들을 함께 이용하여 클러스터링 방법으로 영상을 분할하고자 하는 연구가 계속 되고 있다.

본 논문에서는 영역분할 방법과 쿼드트리 기법을 이용하여 단순히 얼굴 영역만을 추출하는 것에 그치는 것이 아니라, 얼굴부분과 얼굴의 특징을 모두 추출하여 정확한 얼굴영역을 추출하는 방법을 제시한다.

3. 시스템 구성

다음 (그림 1)은 본 논문에서 제시한 얼굴 추출 실험의 전체적인 구조도를 나타낸 그림이다.



(그림 1) 얼굴추출실험의 구성도

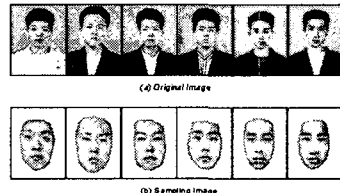
얼굴영역을 추출하기 위한 시스템 구성은 대표색상 추출과정과 얼굴분할과정으로 나눌 수 있다. 히스토그램상의 최빈값(Mode)과 3 차원 상에서의 거리를 구하여 얼굴의 대표색상을 추출하는 대표색상추출과정과 영역분할을 이용하여 대표색상을 포함한 영역만을 찾아내어 실질적인 얼굴부분을 추출해 내는 과정이다.

4. 대표색상 추출과정

얼굴추출을 위한 대표색상 추출과정은 얼굴영상에서 RGB 색깔값에 대한 얼굴색의 대표값을 추출하여 얼굴 영역에 포함된 색깔의 범주를 알아내고 통계적인 기법으로 그 대표 색상들의 범위를 결정하고, 최빈값(Mode) 과 3 차원상의 거리를 이용해서 대표값을 구한다.

4.1 표본추출 및 샘플링

얼굴부분을 추출해 내기 위해, 먼저 여러 장의 얼굴 영상을 기준으로 정면의 얼굴을 일정한 거리에서 카메라로 찍은 영상으로 제한한다.

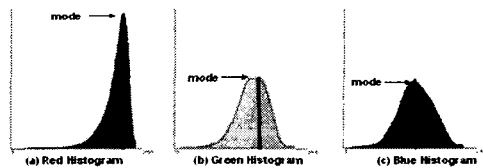


(그림 2) 표본추출 영상

입력된 전체 영상에서 머리부분을 제외한 얼굴부분만 샘플링하여 표본영상을 추출해 내고, 각 표본 영상들의 색깔값의 분포를 히스토그램으로 나타낸다.

4.2 대표값 추출

대표값을 추출하는데 있어 최빈값은 (그림 3)와 같이 히스토그램 상에서 분포도가 가장 높게 나타난 부분이 최빈값이다.



(그림 3) RGB 각 히스토그램의 최빈값

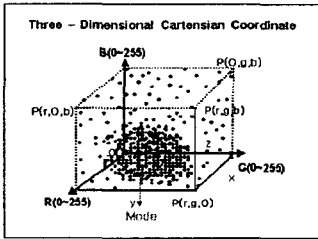
최빈값과 함께 3 차원 상의 거리를 구하여 얼굴의 대표색상을 추출한다. 공간에서 P(r,g,b)의 3 차원 직교 좌표는 P 를 지나며 각 축에 대해 수직을 이루는 평면들이 지나는 좌표축으로부터 구할 수 있으며, 각각의 OR,OG,OB 길이 p 는 세 좌표로부터 (식 1)와 같은 3 차원 거리를 구하는 공식을 이용해서 계산한다.

$$P = \sqrt{(r2-r1)^2 + (g2-g1)^2 + (b2-b1)^2}$$

$$= R^2 + G^2 + B^2$$

(식 1) 3차원상의 거리산출 공식

3 차원 상의 거리를 구하여 나온 값들을 3 차원 공간 벡터상에 표현할 수 있다. 3 차원 공간벡터상의 RGB 값들의 거리를 구하여 일정한 거리 안에 분포된 점들을 구하고, 한 점에 집중되어 있는 점들이 얼굴색상이다.



(그림 4) 3차원상의 거리 모집단

위의 (그림 4)에서와 같이 거리 값이 급격히 증가하는 부분과 한 영역에 집중적으로 모여있는 부분에서 최빈값을 기준으로 거리를 구한다. 실험을 통해 최빈값의 거리의 분포도에 따라 얼굴영역을 판단하며, 이진화를 위한 임계값을 설정한다[6].

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x,y) \geq t \\ 0 & \text{if } f(x,y) < t \end{cases} \quad \text{or} \quad g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x,y) \leq t \\ 0 & \text{if } f(x,y) > t \end{cases}$$

※ f(x,y), g(x,y) : 각각 처리전, 처리후의 화상 (x,y)장소에 있는 화소의 중도값, t : 임계값

(식 2) 이진화 알고리즘

실험한 경험치를 근거로 가장 얼굴이 잘 추출되는 값인 60 을 임계값으로 정하고 이진화 알고리즘을 적용하여 얼굴영역의 이진화 및 대표색상을 추출한다[5].

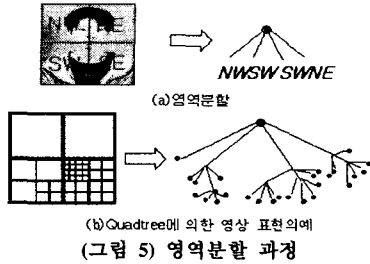
5. 얼굴 분할 과정

얼굴 분할 과정은 먼저, 쿼드트리 방식을 사용해서 영역을 분할하여 대표색상이 포함된 부분만을 추출해 내고, 블러링과 미디언 필터를 사용해서 노이즈를 제거한다. 경계 채우기(Boundary-fill) 알고리즘은 얼굴 색상과 비슷한 색상끼리 군집화된 영역들을 찾아 색깔별로 나타내어 이미지 객체화 한다.

5.1 대표색상 포함영역 추출

쿼드트리를 이용해서 원본영상을 일정한 크기의 격자 모양으로 영역을 분할하고, 분할된 조각 영역의 대표색상 포함여부를 결정한다. 결정된 조각 영역의 주변 영역 확인작업을 하고, 노이즈 영역 제거 및 대표색상 포함 영역을 확장해서 분할된 영역에서 대표색상의 포함여부를 결정한다. 마지막으로 픽셀단위까지 영역분할과정을 반복하면 대표색상을 포함하고 있는

영역만 남겨지게 된다.



(그림 5) 영역분할 과정

원본 영상을 영역분할을 거쳐 대표색상을 포함한 영역을 추출하여 영상을 이진화 하면 다음과 같이 정확한 얼굴영역의 이진화를 볼 수 있다.



(그림 6) 대표색상 포함영역 추출영상

5.2 노이즈 제거 및 이미지 객체화

노이즈 여부를 판별하고, 노이즈로 판명된 잡음들을 제거하여 좀더 깨끗한 영상을 추출하기 위해 블러링(Blurring)를 이용하여 원 영상에 블러링을 시킨 영상을 대상으로 3x3의 미디언 필터를 사용해서 영상의 잡음을 제거했다[1][3].



(그림 7) 노이즈 제거 영상

영상의 노이즈를 제거한 후 얼굴 색상과 근접한 색상의 영역끼리 모여있는 부분을 찾기 위해 경계 채우기 알고리즘을 이용해서 이미지 객체화 한다.



(그림 8) 이미지 객체화 영상

경계 채우기 알고리즘을 이용해서 얼굴색상과 비슷한 색상의 영역들을 찾아내어 각각의 임의의 색깔을 보여주고 있다.

5.3 이미지 객체 추출

이미지 객체를 추출 실험에 의해 정해진 이미지 객체 추출 조건에 의하여 이미지 객체를 추출한다.



이미지 객체 추출 알고리즘을 적용하면 조건에 만족하는 이미지 객체들만 남게 되고, 이미지 객체 안에 작은 이미지 객체를 다수 포함하고 있는 객체를 추출하면 얼굴부분만 추출이 된다. 또한 얼굴부분 안에 포함되어 있는 작은 이미지 객체를 추출하면 얼굴의 특징인 눈, 코, 입 부분을 추출할 수 있다.

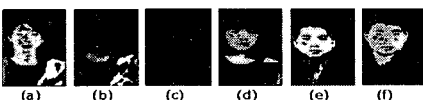
6. 객체 분석 및 추출

객체 분석 결과, 대표색상을 많이 포함하고 있는 영상에서 여러 개의 이미지 객체가 추출되었고, 얼굴부분 이외에 대표 색상을 많이 포함되지 않은 영상들은 대표색상 추출과정에서 검은색으로 이진화 되어 얼굴부분 이미지 객체 외에 다른 이미지 객체들은 거의 추출되지 않았다.

아래 (표 1)는 이미지 객체 추출조건에 만족하는 객체를 추출하기 위해 각각의 실험 영상에서 추출된 이미지 객체들의 검출결과를 나타낸 것이다.

영상 명부	Color object	시간당 평균	유사도	중복	거부,공부,배우	유사영상,공부,배우	include object	수출결과
a)	0	15730.0	14036	11705.0	11.5	1.4405	13	○
	0	13750.0	8080	7170.0	11.6	1.1208	1	○
	X	771.0	77	267.0	11.5	1.8206	-	○
	0	12230.0	4973	7575.0	11.3	1.15	0	X
	X	800.0	150	326.0	11.4	1.3202	-	X
	X	1222.0	230	607.0	11.80	1.414	-	X
	X	214.0	126	89.0	12.1	1.8208	-	X
	X	880.0	260	468.0	11.0	1.1202	-	X
	X	63.0	36	77.0	11.2	1.8205	-	X
	X	220	7	6.0	12	1.9	-	X
b)	0	12410.0	2007	8027.0	11.20	1.8206	0	○
	0	4930	2000	2713.0	10.87	1.1207	1	X
	X	36.0	24	6.0	11.3	1.825	-	X
	0	16700.0	2000	8767.0	11.0	11.6	1	X
	X	8000.0	812	8902.0	11.04	1.10.4	-	X
	0	3710.0	370	777.0	12.5	1.820	-	X
	0	14000.0	2070	12187.0	11.0	1.10.0	1	X
	X	16.0	10	6.0	10.5	0.8	-	X
	X	6.0	4	2.0	11.5	10.5	-	X
	X	24.0	17	7.0	11.5	11.4	-	X
X	1420.0	600	467.0	11.0	1.6.4	-	X	
X	64.0	66	30.0	11	1.8.06	-	X	
X	16.0	100	60.0	11.5	1.8.00	-	X	
0	10000.0	15700	14700.0	11.30	10.0	10	○	

(표 1) 이미지 객체 추출결과



위의 실험결과를 보면 얼굴색상인 대표색상을 많이 포함하고 있는 영상일수록 많은 수의 이미지 객체가 추출됨을 알 수 있었고, 얼굴부분 외에 대표색상을 포함하고 있지 않은 영상의 경우에는 이미지 객체의 수도 적게 나타나 정확한 얼굴 부분이 추출됨을 알 수 있었고, 위 (그림 11)에서는 경계 채우기 알고리즘을 이용한 이미지 객체화 조건에 맞지 않은 이미지 객체는 모두 제거하여 얼굴 부분만 추출된 실험결과 영상이다.

7. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 얼굴추출에 대해서 다음 몇 가지 사항을 제안하였다.

첫째, 기존의 논문들은 얼굴이라는 가정 하에서 특징을 추출하거나, 얼굴의 윤곽선을 추출해냈지만, 본 논문에서는 이러한 가정을 배제하고, 하나의 영상에서 얼굴을 정확히 분할 하는데 역점을 두었다. 둘째, 각 얼굴영역을 이미지 객체화 한다는 것이다. 즉, 객체화함으로써, 영상에서 외부영역과 얼굴영역을 정확히 분할할 수 있고, 주요 특징들 또한 추출 할 수 있었다. 셋째, 이미지 객체화를 하기 위한 전처리 단계인 대표색상을 추출하기 위한 기법을 사용함으로써, 보다 정확한 얼굴영역 추출을 할 수 있었다.

향후 연구과제로는 복잡한 배경이나 얼굴색상과 유사한 배경의 영상에서도 정확한 얼굴 추출이 가능하도록 하고, DB 를 구축하여 얼굴 인식에 적용할 수 있는 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

[1] Image processing, Randy Crane , classical & modern techniques in c
 [2] Rowley, Henry.A.; Baluja, S.; Kanada, T. "Neural Network-Based Face Detection", Computer Vision and Patten Recognition, 1996
 [3] I. Pitas, "Digital image processing algorithms and applications", Wiley inter-science
 [4] Chengjun, Liu ; Wechslet, Hatty "Learning the Face the space-Representaion and Recognition", Patten Recognition ICPR, 2000
 [5] Pentland, lex. A; Moghaddam, Baback; Starner, Thad "View-Based and Modular Eienspaces for Face Recognition", Computer Vision and Patten Recognition, 1994
 [6] Gonzalez, Rafael C; Woods, Richard Z "Digital Image Processing", Addison-wesley pub co(sd), 1998