

구조 단순도를 이용한 인물 사진과 풍경 사진의 분류

Classification of a People and Scenery Picture Using Structure Simplicity of the Picture

정명범, MyoungBum Chung, 정민규, MinKyu Jung, 고일주, Ilju Ko
숭실대학교 미디어학과

요약 기존의 얼굴 인식 기술은 얼굴 검출과 얼굴 인식이라는 두 분야로 나뉘며, 얼굴 검출 기술은 주로 얼굴 인식을 위한 전처리 단계로 이용되었다. 이러한 얼굴 검출 기술은 방대한 양의 사진 콘텐츠를 분류하는 것에도 이용될 수 있다. 얼굴 검출 기술을 통해 사람이 있는 경우 인물 사진, 없는 경우 풍경 사진으로 분류한다. 그러나 기존의 얼굴 검출 기술만으로는 정확성이 떨어진다. 이를 보완하기 위해 본 논문에서는 사진의 구조 단순도 알고리즘을 제안한다. 구조 단순도는 사진의 색상 구도의 단순비율을 의미하며, 일반적으로 인물 사진일 때 작은 값을 풍경 사진일 때 큰 값을 갖는다. 제안 방법의 유용성을 검증하기 위해 인물 사진 250장, 풍경 사진 250장을 이용하여 분류 실험을 하였다. 얼굴 검출 기술만을 이용한 실험은 66%의 정확성을 나타낸 반면 얼굴 검출 기술과 구조 단순도를 이용한 실험은 74.6%를 나타내었다. 따라서 얼굴 검출 기술과 구조 단순도를 이용하면 효과적인 사진 분류를 할 수 있다.

핵심어: Face region detection, Picture classification, Structure simplicity of the picture

1. 서론

최근 다양한 멀티미디어 기술이 발달함에 따라 콘텐츠 처리 기술에 대한 관심이 증대 되었다. 특히 영상 처리 기술은 얼굴 인식, 홍채 인식, 지문 인식 등의 생체 인식 기술과 이미지 합성, 동영상 제작 등 콘텐츠 제작 기술에 관하여 많은 연구가 진행되고 있다. 생체 인식 기술은 출입통제 시스템에서의 신원확인, 범죄 용의자 검색 시스템에서의 얼굴 검색과 같은 데이터베이스 검색 분야에 폭넓게 응용될 수 있다[1]. 콘텐츠 제작 기술은 사용자가 찍은 사진들의 색상 보정, 블루 스크린을 이용한 이미지 합성, 음악과 여러 사진을 조합한 동영상 제작 등의 분야에 응용될 수 있다[2,3].

얼굴 인식 기술은 크게 얼굴 검출 기술과 얼굴 인식 기술로 나뉘며, 얼굴 영역 검출에 관한 다양한 접근 방법은 색상 분석을 이용한 방법이 주를 이룬다. 색상 분석을 이용한 얼굴 영역 검출은 칼라 색 공간에서 이미 만들어진 얼굴색 참조 맵과 비교하여 얼굴 영역을 추출하는 방법이며, YCbCr을 이용한 검출, Hue/Red를 이용한 검출, 로그-보색(log-opponent)을 이용한 검출 등이 있다[4-7]. YCbCr을 이용한 검출 방법은 얼굴 외에 광범위하게 검출 되는 문제점이

있으며, Hue/Red를 이용한 검출 방법은 주변의 비슷한 색상들이 모두 잡히는 문제점이 있다. 로그-보색은 다른 검출 방법에 비해 외곽을 잘 나타내는 이점이 있으나, 색상 분석을 이용한 얼굴 영역 검출 방법은 전반적으로 조명에 큰 영향을 받는 단점과 얼굴과 같은 색이 있을 경우 검출의 정확성이 떨어지는 단점이 있다.

얼굴 인식 기술은 신원확인이나, 얼굴 검색 외에 사진을 자동으로 분류하는데 이용할 수 있다. 사진은 일반적으로 인물 사진과 풍경 사진으로 나뉘며 인물 사진은 한, 두 명이 있는 독사진과 세 명 이상이 있는 단체 사진으로 나뉜다. 따라서 사진 분류는 얼굴 인식 기술을 이용하여 얼굴이 있는 경우 인물 사진으로, 얼굴이 없는 경우 풍경 사진으로 분류할 수 있다. 그러나 기존의 얼굴 인식 기술은 사진에 인물이 있다는 조건에서 얼굴 영역을 검출한다. 즉 인물이 없는 풍경 사진조차 얼굴 영역을 찾으려 하고, 유사한 색상이나 형태가 나온 경우 얼굴 영역으로 간주하는 오류가 발생하기 쉽다.

따라서 본 논문은 사진 분류를 위해 인물 사진과 풍경 사진을 분류할 수 있는 구조 단순도 알고리즘을 제안한다. 사람들은 인물 사진을 찍을 때 장소나 구도에 구애를 받지 않

고 찍는다. 그와 달리 풍경 사진은 장소와 색상, 구도 등을 생각하며 찍는다. 즉 풍경 사진은 사진 구도상의 특징점이 있을 확률이 높다. 색상을 중심으로 쿼드트리(Quad-Tree)로 나누어 사진의 구조 단순도를 구할 수 있으며, 그 값으로 풍경 사진과 인물 사진을 구분한다. 그와 동시에 보완된 얼굴 검출 기술을 사용하여 인물이 있는 지를 파악한다. 보완된 얼굴 영역 검출 방법인 로그-보색을 1차 검출 방법으로 사용하고, Hue/Red를 2차 검출 방법으로 하여 보다 정확한 얼굴 영역을 검출한다. 즉, 사진의 구조 단순도와 보완된 얼굴 검출 기술을 이용하여 사진이 인물사진인지, 풍경 사진인지 지를 효과적으로 분류 할 수 있다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 얼굴 영역 검출에 대한 관련 연구에 대해 기술하고, 3장에서는 본 논문이 제안하는 구조 단순도 알고리즘을 설명한다. 4장에서는 제안한 기법의 실험 및 결과를 통해 제안한 알고리즘의 유용성을 보이고, 5장에서는 결론을 제시한다.

2. 관련연구

얼굴 영역 검출의 방법은 색상, 지형적 특징, 통계, 형판 정합 등 매우 다양화 되고 있는 추세이다. 색상 분석을 통한 얼굴 영역 검출은 칼라 색 공간에서 이미 만들어진 얼굴색의 참조 맵과 색상을 비교하여 얼굴 영역을 추출하는 방법이다. 이러한 방법은 얼굴의 크기와 방향 등에 좋은 성능을 보이는 반면, 조명에 큰 영향을 받으며, 얼굴과 같은 색이 있을 경우 검출의 정확성이 떨어지는 단점이 있다. 얼굴의 지형적 특징에 기반한 방법은 얼굴의 주요 구성요소인 눈, 코, 입 등을 추출하여 이들의 상관관계를 사전지식으로 이용하여 얼굴 영역을 추출하는 방법이다. 이 방법은 다른 물체에 의해 얼굴이 부분적으로 가려지거나, 얼굴의 기울어짐 등에 무관하게 얼굴 영역을 추출할 수 있다. 그러나 얼굴 요소들 간의 상관관계를 규칙으로 정립하여 알고리즘화하는 것이 어려우며, 특히 복잡한 배경에서 얼굴 요소를 찾는 것은 매우 어렵기 때문에 비교적 배경이 균일한 영상에 대해서만 적용되는 단점이 있다.

본 논문에서는 색상 분석을 통한 얼굴 영역 검출을 보완하여 사용하였다. 따라서 논문에 사용된 로그-보색 검출, Hue/Red 검출 방법에 대하여 기술한다.

2.1 로그-보색 검출

로그-보색 검출 방법은 Fleck의 스킨 필터를 이용하여 입력 이미지로부터 얼굴 영역을 검출하는 방법이다. 이 방법은 먼저 식 (1), (2)를 통하여 영상의 R, G, B 값을 로그-보색 칼라 표현(log-opponent color representation) 값인

I, R_g, B_y 로 변환시킨다.

$$L(x) = 105 \times \log_{10}(x + 1 + n) \quad (1)$$

$$\begin{aligned} I &= L(G), \quad R_g = L(R) - L(G), \\ B_y &= L(B) - \frac{L(G) + L(R)}{2} \end{aligned} \quad (2)$$

이때 n 값은 $[0, 1]$ 사이에 존재하는 난잡음(random noise)을 나타낸다. 이렇게 얻어진 값은 식 (3)을 사용하여 색상 값(H)과 채도 값(S)을 구한다.

$$H = \tan^{-1}(R_g/B_y), \quad S = \sqrt{R_g^2 + B_y^2} \quad (3)$$

식 (3)에서 얻은 H, S 값은 사람의 피부색에 해당하는 색상과 채도 값을 비교하고 그에 만족하는 모든 화소 값을 마킹함으로써 입력 이미지의 얼굴 영역을 검출한다. 사람의 피부 색깔은 색상=[110, 150], 채도=[20, 60] 이거나 색상=[130, 170], 채도=[30, 130] 이다.

2.2 Hue/Red 검출

Hue/Red 검출 방법은 피부색을 이루는 RGB 컬러 값을 조사한 결과, 피부색과 상관관계가 높고, G와 B보다 분포 범위가 작은 R을 피부색 검출 인자로 사용한다. [그림 1]은 RGB 공간에서 피부색의 RGB 분포를 나타낸 것으로 피부색이 일정한 범위 내에 있다.

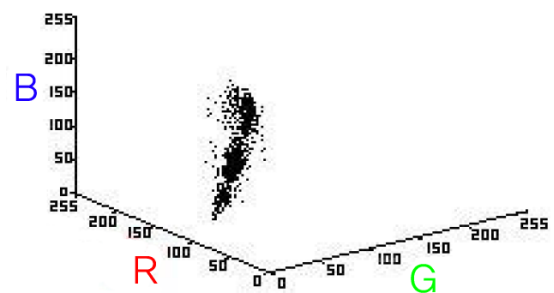


그림 1. RGB공간에서의 피부색 분포

RGB 영상은 피부색 처리에서 조명 변화의 영향을 줄이기 위해 밝기 정보를 컬러 정보에서 쉽게 분리할 수 있고, 또 다양한 피부색을 효율적으로 검출하기 위하여 색의 순도를 컬러 정보에서 쉽게 분리할 수 있는 HSI 컬러공간으로 변환하여 활용한다. 즉 HSI 컬러공간에서 밝기 표현 요소로 조명의 변화에 민감한 I 요소를 피부색 검출요소에서 제외한다.

다. 그리고 HSI 컬러 공간의 색상을 표현하는 요소인 S와 H중 다양한 피부색을 검출하기 위하여 색상의 순도인 S요소를 제외한 H요소를 피부색을 검출 하는데 이용한다. 수식 (4)는 RGB 컬러공간을 HSI 컬러공간으로 변화하는 변환식 중 H를 구하는 식이다.

$$H = \cos^{-1} \left[\frac{\frac{1}{2} [(R-G) + (R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right] \quad (4)$$

Hue/Red 검출 방법은 식 (4)에서 얻은 H와 R의 비에 의하여 피부색을 검출한다.

[그림 2]와 [그림 3]은 로그-보색 검출과 Hue/Red 검출을 이용하여 사진으로부터 얼굴 영역을 구한 것이다. [그림 3]의 5개의 네모박스가 얼굴 영역을 구한 것이며, 이 사진에서의 사람이 5명임을 알 수 있다.



그림 2. 얼굴 영역 검출을 위한 원본 사진

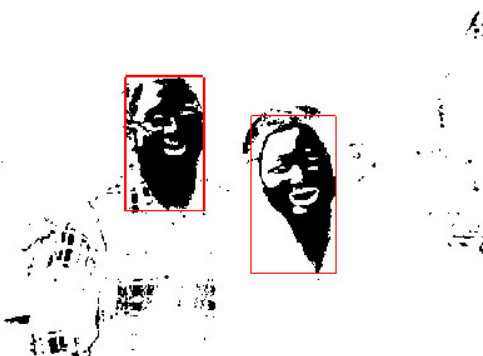


그림 3. 로그-보색과 Hue/Red를 이용한 얼굴 영역 검출

3. 구조 단순도 알고리즘

사진은 일반적으로 인물 사진과 풍경 사진으로 나뉜다. 인물 사진은 장소나 구도에 신경을 쓰지 않고 인물을 중심

으로 찍는 반면, 풍경 사진은 장소, 구도, 색상 등의 배치에 중심을 둔다. 따라서 풍경은 사진 구도상의 특징점이 있을 확률이 높다. 특히 사진의 상·하에 대한 색상의 구도 차이가 많이 나타나는데 이러한 차이 값이 구조 단순도 값이며 색상을 중심으로 쿼드 트리로 나누어 그 값을 구할 수 있다. 구조 단순도 값은 풍경 사진에 가까울수록 높게 나타나며, 인물 사진에 가까울수록 낮게 나타난다.

구조 단순도를 구하는 알고리즘은 다음과 같다. 입력 받은 사진을 9등분으로 나누고, 그 안에서 색상 복잡도에 의해 나누어진 횟수를 구하여 복잡도를 계산하고 구조 단순도를 얻을 수 있다.

3.1 색상 복잡도

색상 복잡도를 구하는 방법은 다음과 같다. 사진을 9등분으로 나눈 각각의 영역을 테두리 1픽셀을 제외한 모든 픽셀에 대해 [그림 4]와 같이 가운데 픽셀(p_5) H(Hue) 값과 주변 픽셀($p_1 \sim 4, p_6 \sim 9$) H 값들과의 차이 값 평균을 구한다. 이때 색상 복잡도는 모든 차이 값들의 합을 그 영역의 픽셀 값으로 나누어 구한다.

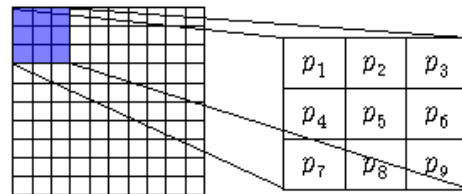


그림 4. 색상 복잡도 계산을 위한 픽셀간의 차이 값 계산

분할된 각 영역은 그 영역의 색상 복잡도를 계산하여 값이 일정 이상을 가지는 경우 다시 9등분으로 나누어 재귀적(Recursive)으로 색상 복잡도를 계산하며 분할한다.

3.2 구조 단순도

3.1절의 색상 복잡도를 이용하여 [그림 5]와 같이 각 영역의 분할 횟수를 얻을 수 있다.

a	b	c
d	e	f
g	h	i

그림 5. 색상 복잡도를 이용한 사진의 각 영역분할 횟수

각각의 분할 횟수로부터 식(5)과 (6)을 이용하여 사진의

각 영역에 대한 복잡도를 구한다.

$$Pc_a = \left| a - \frac{d+g}{2} \right| + \left| a - \frac{e+h}{2} \right| + \left| a - \frac{f+i}{2} \right| \quad (5)$$

식 (5)는 a 영역의 대한 d,e,f,g,h,i에 대한 복잡도 값이다. 식 (5)를 이용하여 나머지 b, c에 대한 복잡도를 구해내며, g, h, i 영역에 대한 복잡도는 식 (6)과 같이 구한다.

$$Pc_g = \left| g - \frac{a+d}{2} \right| + \left| g - \frac{b+e}{2} \right| + \left| g - \frac{c+f}{2} \right| \quad (6)$$

각 영역별 복잡도인 $Pc_a, Pc_b, Pc_c, Pc_g, Pc_h, Pc_i$ 로부터 모든 값을 더하여 평균을 구한 후 a~i 영역 중 분할 횟수가 가장 많은 값으로 다시 나누어 100을 곱한 값이 사진의 복잡도(Pc)이다. 수식 (7), (8)은 사진의 복잡도를 구한 식이다.

$$Pc_{all} = \frac{Pc_a + Pc_b + Pc_c + Pc_g + Pc_h + Pc_i}{6} \quad (7)$$

$$Pc = \frac{Pc_{all}}{P_{max}} \times 100 \quad (8)$$

Pc_{all} 은 각 영역의 복잡도 평균을 나타내며, P_{max} 는 9개의 영역 중 최대 분할 값이다. 사진의 복잡도로부터 구조 단순도(Ps)는 수식 (9)와 같이 얻을 수 있다.

$$Ps = 100 - Pc \quad (9)$$

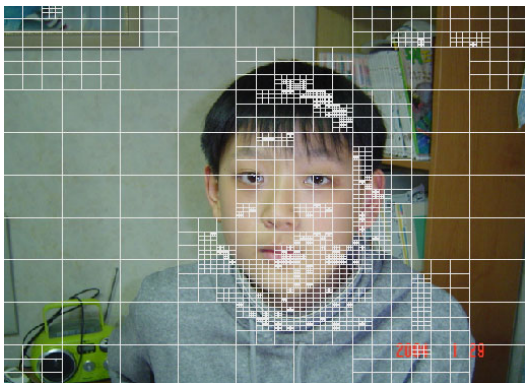


그림 6. 인물 사진의 색상 복잡도에 의한 분할 사진



그림 7. 풍경 사진의 색상 복잡도에 의한 분할 사진

위의 [그림 6]과 [그림 7]은 구조 단순도를 구하기 위해 사진을 색상 복잡도에 따라 재귀적으로 나눈 그림이다. [그림 6]은 인물 사진에 대한 색상 복잡도를 나타내며, [그림 7]은 풍경사진에 대한 색상 복잡도를 나타낸 것이다.

4. 실험 및 결과

구조 단순도와 얼굴 영역 검출을 통한 사진 분류 실험은 다음과 같이 이루어졌다. 자료 수집은 디지털 카메라 사진이 가장 많이 있는 DC-Inside (<http://dcinside.com>)로부터 특별한 구분 없이 구하였으며, 인물 사진과 풍경 사진은 250장씩 총 500장을 사용하였다.

구조 단순도의 유효성을 검증하기 위해 얼굴 영역 검출만을 이용한 사진 분류와 얼굴 영역 검출과 구조 단순도를 함께 사용한 사진 분류 두 가지로 실험 하였다. 이때 두 번째 실험의 얼굴 영역 검출과 구조 단순도의 반영 비율은 여러 실험 결과 중 가장 높은 정확성을 가진 얼굴 영역 검출 30%, 구조 단순도 70%로 실험하였다.

[그림 8]은 실험에서 사람이 있는 사진을 인물 사진으로 분류하고, 사람이 없는 사진은 풍경 사진으로 정확히 분류한 결과 값을 나타낸다. 인물 사진만 있는 250장을 실험한 결과 얼굴 영역 검출만을 이용한 실험에서는 196장(78.4%)을 인물 사진으로 분류하였고, 얼굴 영역 검출과 구조 단순도를 함께 사용한 실험에서는 215장(86%)을 인물 사진으로 분류하였다. 풍경 사진만 있는 250장을 실험한 결과로는 얼굴 영역 검출을 이용한 실험에서는 134장(53.6%)을 풍경 사진으로 분류하였고, 얼굴 영역 검출과 구조 단순도를 함께 사용한 실험에서는 158(63.2%)장을 풍경 사진으로 분류하였다. 실험 결과를 전체적인 비율로 보면 얼굴 영역 검출만을 이용한 실험은 330장(66%)의 정답을 찾는데 비해 얼굴 영역 검출과 구조 단순도를 함께 이용한 실험에서는 373장(74.6%)의 정답이라는 보다 나은 결과를 얻을 수 있었다.

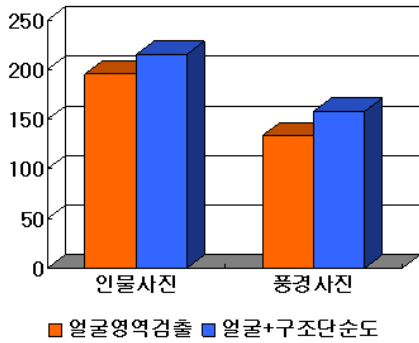


그림 8. 사진의 분류 실험 결과

인물 사진에 비해 풍경 사진이 정답률이 낮은 것은 얼굴 영역 검출 기술의 오류인 것으로 예상된다. 얼굴 영역 검출 기술은 사진의 얼굴 색상과 유사한 색상을 찾으려 하고, 유사한 색상이나 형태가 있는 경우 얼굴 영역으로 간주한다. 얼굴이 있는 경우 쉽게 찾을 수 있으나, 얼굴이 없는 풍경 사진에서조차 얼굴이 있다는 가정으로 찾기 때문에 오류가 나타나기 쉽다.

5. 결론

본 논문은 사진의 얼굴 영역 검출과 구조 단순도를 이용한 사진 자동 분류 방법을 제안하였다. 얼굴 영역 검출은 얼굴 인식 기술에서 신원 확인이나, 범죄 용의자 검색 시스템에서의 얼굴 검색과 같은 데이터베이스 검색 분야 외에도 사진을 분류하는데 사용할 수 있음을 알 수 있었다. 그리고 얼굴 영역 검출만을 이용한 방법보다 구조 단순도를 함께 사용하였을 때 보다 효과적이라는 것을 알 수 있었다.

그러나 실험에서도 보았듯이 얼굴 영역 검출 기술은 얼굴 인식을 위한 기술로써 인물 사진이든, 풍경 사진이든 모든 사진에서 얼굴을 찾으려 하는 단점을 가지고 있다. 본 논문에서 제안한 구조 단순도를 이용하여 그 단점을 보완하였으나 얼굴 영역 검출 결과의 영향을 받을 수밖에 없다. 따라서 보다 정확한 얼굴 영역 검출 기술이 요구된다. 얼굴 영역 검출 기술의 정확성이 높아진다면, 사진 분류의 정확도 또한

향상될 것이다.

연구에서는 사진 분류 방법으로 얼굴 영역 검출과 구조 단순도를 이용하였다. 사진은 이 두 가지 외에 색상이라는 특징을 가지고 있으며, 사진 전체에 대한 피부색의 비율 등을 구해 사진 분류에 사용할 수 있을 것이다. 그 밖에도 사진에서는 인물 사진과 풍경 사진을 분류 할 수 있는 다른 여러 가지 특징이 있을 것으로 예상된다. 따라서 사진 분류를 위한 효과적인 특징을 모색하는 것이 향후 연구 과제이다.

참고문헌

- [1] Baback Moghaddam and Alex Pentland, "Face Recognition using View-Based and Modular Eigenspaces", Automatic Systems for the Identification and Inspection of Humans, SPIE, Vol.2277, 1994.
- [2] Hong-Kwai LAM, Oscar C. AU and Chi-Wah WONG, "Automatic White Balance Using Luminance Component and Standard Deviation of RGB Components", ICASSP, 2004.
- [3] F.Gasparini, R. Schettini, "Color Correction for Digital Photographs", Proceedings of the 12th ICIAP'03, 2003.
- [4] D. Chai and K. N. Ngan, "Locating facial region of a head-and-shoulders color image", IEEE Proc. Automatic Face and Gesture Recognition, pp.124-129, 1998.
- [5] Ming-Hsuan Yang and Narendra Ahuja, "Detecting Human Faces in Color Images", In Proceedings of the 1998 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP 98), pp. 127-130, vol.1, Chicago, 1998.
- [6] Margaret Fleck, David Forsyth, and Chris Bregler, "Finding naked people", European Conference on Computer Vision, Vol.2, pp.593-602, 1996.
- [7] David Forsyth and Margaret Fleck, "Automatic detection of human nudes", International Journal of Computer Vision, Vol.32, No.1, pp.63-77, 1999.