

상관도에 의한 실시간 안면 추출과 조명 평면을 이용한 영상 개선

김도현⁰ 강동구 차의영
부산대학교 전자계산학과

(uliminer⁰, dkkang1, eycha)@harmony.cs.pusan.ac.kr

A Realtime Facial Region Extraction by Correlation and Image Enhancement Using Illumination Plane

Do-Hyeon Kim⁰, Dong-Koo Kang, Eui-Young Cha
Dept. of Computer Science, Pusan National University

요 약

본 연구에서는 실시간으로 얼굴을 인식, 검증하기 위한 전처리 단계로써 얼굴을 고속으로 추출하고 추출된 영상을 개선하기 위한 효율적인 기법들을 소개한다. 먼저 RGB로 획득되는 영상을 인간의 시각 구조와 유사한 HSI 컬러 모델로 변환하고 여기서 인간의 피부 영역에 해당하는 컬러 분포를 조사하여 대강의 얼굴 영역을 찾고 이 영역을 대상으로 두 개의 가변 템플릿과의 상관도(Correlation)를 이용하여 최적의 얼굴 안면을 찾는다. 보다 나은 얼굴 인식을 위하여 검출된 얼굴 안면 이미지에서 조명 평면(Illumination plane) 이미지를 추출하여 먼저 불균일성을 보정한 다음 평활화(Equalization)를 수행함으로써 영상을 개선한다.

1. 서 론

인간의 얼굴 인식에 대한 연구는 패턴 인식 기술의 발전에 힘입어 보안 시스템(Security System) 등에서의 신원 확인(Personal identification), 멀티미디어와 응용된 인간과 컴퓨터의 상호작용(HCI; Human Computer Interaction) 등에서의 생체 인식 기술로써 현재 활발히 연구되고 있는 실세계 응용 분야이다.

보다 정확한 얼굴 인식을 위해서는 복잡한 배경에서부터의 얼굴 영역의 추출 및 인식을 위한 효율적인 특징 추출이 필수적이라고 할 수 있다.

복잡한 배경영상에서의 얼굴 영역 추출 및 인식을 위한 기존의 연구 방법으로는 컬러 정보를 이용하는 방법 [1-2], PCA(Principle Component Analysis)를 이용한 주성분 분석 방법 [3-4], 템플릿을 이용한 정합법(Template Matching) [5-7], 스네이크의 에너지 최소화를 이용한 방법 [8-9], 신경회로망(Neural network)을 이용한 방법 [10] 등이 있다.

본 연구에서는 효과적인 얼굴 인식 및 검증을 위한 전처리 단계로써 얼굴 안면 영역을 실시간으로 추출하고 검출된 영상을 개선하는 방법을 제시한다. 이를 위한 기법으로 먼저 프레임 그래퍼 등에서 입력되는 RGB 컬러 정보를 인간의 시각 체계와 유사한 HSI 컬러 모델을 변환한 후 이를 이용하여 대략적인 얼굴 영역을 찾는다. 찾아진 영역에 대해 템플릿 매칭을 수행하여 가장 적합한 얼굴 안면 부분을 추출한다. 이때, 조명의 변화에 덜 민감하게 반응하게 하기 위하여 Gray image 및 edge image로 템플릿을 제작하고, 크기의 변화에 영향을 받지 않도록 하기 위하여 원영상의 크기를 가변적으로 변화시

킨다. 또한 매칭 시간을 단축하기 위하여 컬러 정보를 이용한 마스크를 생성하여 이용한다. 추출된 안면 영상을 좀 더 효과적으로 인식하기 위한 최종적인 전처리 단계로서 블록 머지를 통한 조명 평면(Illumination Plane) 이미지를 생성하여 전체적인 조명의 불균일성을 완화시킨 후 최종적으로 평활화를 수행하여 영상을 개선한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다.

2장에서는 HSI 컬러 모델에 대한 간단한 소개와 이를 이용한 대략적인 피부(Skin) 영역의 검출에 대해 설명하고, 3장에서는 상관도(correlation)를 이용한 템플릿 매칭으로 얼굴의 안면 부분을 획득하는 과정에 대해 설명한다. 4장에서는 조명 평면 이미지를 추출하여 획득된 안면 부분에 대한 최종적인 영상 개선 방법에 대해 설명하고, 실험 결과 및 결론, 향후 연구 방향은 5장에서 제시한다.

2. HSI 컬러 모델 및 피부 영역 검출

2.1 HSI color model 및 변환

RGB 컬러 모델은 빛의 삼원색인 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue)을 기반으로 한 모델이다. 하지만 각 스펙트럼별로 밝기에 대한 정보도 포함되어 있으므로 이에 민감한 단점이 있다. 반면, HSI 컬러 모델은 인간의 색 지각 체계에 기반을 둔 컬러 좌표계이며 색을 인식하는 속성인 색상(Hue), 채도(Saturation), 명도(Intensity)로 구성되어 있어 밝기 성분을 별

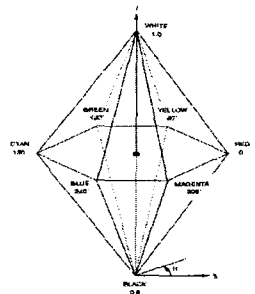


그림 1. HSI 컬러모델

도로 분할하여 사용할 수 있으므로 조명에 덜 민감하게 사용할 수 있다[1]. 일반적으로 색상은 0~360°로 표시하고 채도 및 명도는 0~100%로 표현한다.

2.2 HSI 변환 및 컬러 분할

프레임 그레이더 등에서 입력 받은 RGB 신호는 식 (1)~(3)에 의해 HSI 모델로 변환 가능하다[11].

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

$$S = 100 \cdot \left(1 - \frac{3}{R+G+B} [\min(R, G, B)] \right) \quad (2)$$

$$I = \frac{100}{255} \cdot \frac{1}{3}(R+G+B) \quad (3)$$

그림 2는 RGB 컬러 모델을 HSI 모델로 변환하여 이를 H, S, I 각각 분할하여 표시한 그림이다.

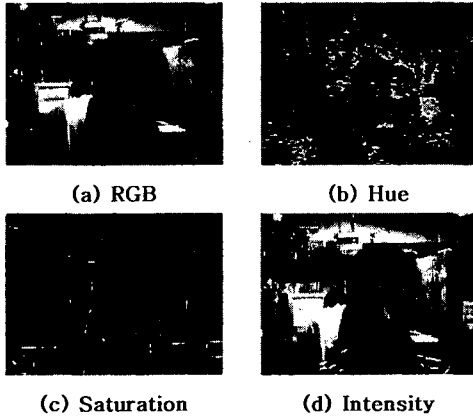


그림 2. HSI 컬러 분할

2.3 피부 영역 검출

분할된 색상 성분과 채도 성분을 이용하여 피부색과 일치하는 영역을 분리해 낸다. 즉, 경험치에 의해 사람의 피부색에 해당하는 색상 성분과 채도 성분의 분포를 미리 구한 다음 영상에서 이와 일정한 임계치에 의해 일치하는 영역만을 표시하여 그림 3과 같이 색상 및 채도 마스크를 만든다.

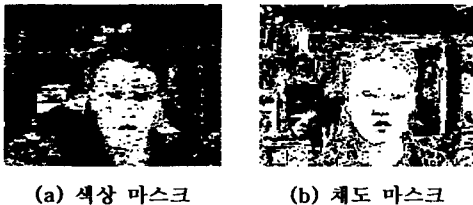


그림 3. 색상 및 채도 마스크

생성된 각각의 마스크에서 공통적인 부분만을 추출한 다음 잡영이 없는 깨끗한 피부 영역 마스크를 생성하기 위하여 그림 4와 같이 원영상의 10% 크기로 축소한 다

음 다시 1000%로 확대한 후 다시 이진화하여 최종적인 피부 영역 마스크를 생성한다.

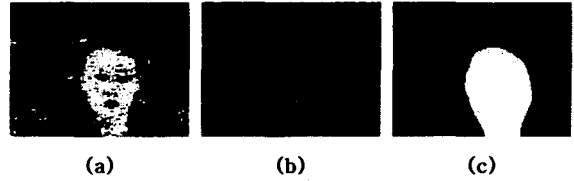


그림 4. 최종 피부 영역 마스크 검출 (a) 색상 및 채도 마스크 공통 부분 (b) (a)영상 축소 후 다시 확대 (c) 최종 피부 영역 마스크

3. 상관도를 이용한 템플릿 매칭

3.1 템플릿 생성

본 연구에서는 기존의 연구와는 달리 조명에 의한 간섭을 최소화하기 위하여 50x50의 Gray 템플릿과 Edge 템플릿을 병행하여 사용하였다. 템플릿은 여러 사람의 얼굴 안면 부분을 수동적으로 추출한 다음 평균 이미지를 생성하였다. 템플릿 추출시에도 조명의 변화를 줄이고 균형 있는 템플릿 생성을 위하여 좌우를 바꾼(Mirror) 이미지를 추가적으로 생성하여 이용하였으며 Gray 템플릿에 대해서는 최종적으로 평활화를 수행하였다.

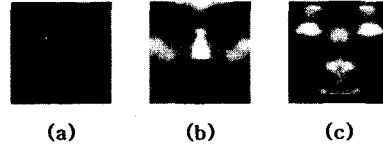


그림 5. 템플릿 (a) 평균이미지 (b) Gray 템플릿 (c) Edge 템플릿

3.2 상관도(Correlation)를 이용한 템플릿 매칭

매칭 속도를 개선하기 위한 방법으로 템플릿의 중심이 최종 피부 영역 마스크의 내부 영역에 포함될 때에만 수행하였으며, 템플릿의 크기에 영향을 받지 않기 위해서 상대적으로 큰 원영상을 가변적으로 스케일링 시켰다. 원영상과 템플릿을 매칭시키는 방법으로는 상관도(Correlation)를 이용하였다. [12]

주어진 템플릿 T 와 원영상 내부의 이미지 윈도우 R 이 있을 때, 상관 계수(Correlation coefficient $r(T, R)$)은 식 (4)와 같다.

$$r(T, R) = \frac{\sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} (T[i][j] - \mu_T)(R[i][j] - \mu_R)}{M \cdot N \cdot \sigma_T \cdot \sigma_R} \quad (4)$$

여기서, M 과 N 은 이미지 윈도우의 크기를 나타내며, μ_T, μ_R 는 각각 T 와 R 의 평균, σ_T, σ_R 는 각각 T 와 R 의 표준 편차를 말한다.

최종적인 얼굴 안면 부분을 추출하기 위해서, Gray 템플릿과 Edge 템플릿 각각을 원영상의 이미지 윈도우 영

역과 템플릿 매칭을 수행한 후 두 개의 상관도를 평균한다. 이 상관도가 가장 큰 영역을 현재 스케일에서의 최적의 안면 영역으로 설정한다. 이와 같은 과정을 스케일 0.6~1.5의 비율로 원영상을 축소 또는 확대하면서 수행하여 가장 상관도가 높은 영역을 최종 얼굴 안면 영역으로 결정한다.

4. 조명 평면을 이용한 영상 개선

일반적으로 불균일한 명도 분포를 개선하기 위한 방법으로 히스토그램 분포를 이용한 평활화(Equalization)를 흔히 사용한다. 하지만 평활화 만으로는 조명 상태를 개선하기 힘든 경우가 많으며 이는 인식의 성능에 결정적인 영향을 미친다. 따라서 본 연구에서는 이러한 조명의 영향을 보정하기 위하여 조명 평면(Illumination Plane)을 이용하였다.



그림 6. 조명 평면

조명 평면은 추출된 얼굴 안면 영역을 블록 단위로 분할하여 생성할 수 있으며 블록의 크기에 따라 조명의 보정량을 조정할 수 있다. 즉, 조명 평면을 생성하기 위한 블록의 크기가 작을수록 조명 분포가 명도값 분포에 의존적이 되어 조명 보정시 영상이 흐려지고, 반대로 클수록 조명 보정의 효과가 떨어지게 된다. 본 연구에서는 이러한 점을 감안하여 32x32 블록을 사용하였다.

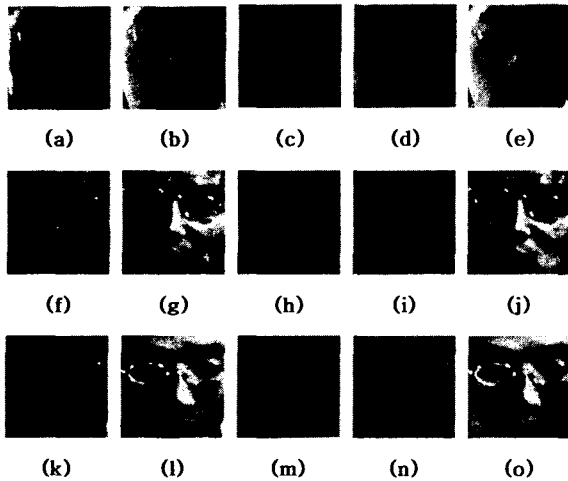


그림 13. 조명 평면을 이용한 영상 개선
(a),(f),(k) 안면추출영상, (b),(g),(l) 평활화, (c),(h),(m) 조명평면, (d),(i),(n) 조명보정 (e),(j),(o) 보정후 평활화

5. 실험 결과 및 결론, 향후 연구 과제

본 연구에서는 얼굴 인식을 위한 전처리 단계로써 얼굴

안면 영역 추출 및 영상 개선을 위한 실시간 접근 방법을 제시하였다.

실험 환경은 Windows XP 환경에서 펜티엄 III 800MHz, 384MB, 시그마TV 수신카드에서 캡처된 320x240 크기의 동영상 이미지를 사용하였으며 Visual C++ 6.0 을 사용하여 구현하였다. 처리 속도는 추출된 피부 영역에 크기 및 스케일링 폭 등에 따라 차이가 발생하지만 일반적인 영상의 경우 평균적으로 650ms~850ms 정도의 시간이 소요됨으로써 실시간 응용이 가능함을 알 수 있었다.

향후 연구 과제로는 추출된 안면 영상에서의 특징 추출 및 이를 이용한 얼굴 인식 및 검증을 위한 패턴 분류 모델의 설계와 성능 평가가 이루어져야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] 박영식, "인간 시각 시스템의 특성을 이용한 칼라 영상 분할", 한국멀티미디어학회 춘계 학술발표논문집, 제5권, 제1호, pp. 272~275, 2002년 5월
- [2] 정원석, 이형지, 정재호, "새로운 RGB 영역 변환을 이용한 Skin Color Detection에 관한 연구", 한국정보처리학회 추계 학술발표논문집, 제 7권, 제 2호, pp.915-918, 2000년 10월
- [3] 문옥경, 김선숙, 양황규, 차의영, "주성분 분석을 이용한 얼굴영역 추출", 한국정보처리학회 춘계 학술발표논문집, 제6권, 제1호, pp.1383-1386, 1999년
- [4] 이승영, 박준우, 이정훈, 이필규, "주성분 분석과 가보 제트를 이용한 얼굴 인증 시스템 구현", 한국정보과학회 봄 학술발표논문집, 제28권, 제1호, pp.523-525
- [5] 김도형, 이선화, 이학만, 차의영, "가변 템플릿과 신경 회로망을 이용한 실시간 눈 영역의 추적", 한국정보처리학회 추계 학술발표논문집, 제7권, 제2호, pp.1247-250, 2000년 10월
- [6] 이선화, 차의영, "신원확인을 위한 얼굴 영역 탐지 및 얼굴 구성 요소 추출", 한국정보과학회 봄 학술발표논문집, 제28권, 제1호, pp.517-519, 2001년 4월
- [7] R. Brunelli, T. Poggio, "Face Recognition: Features versus Templates", IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.15, No.10, pp.1042-1052, 1993
- [8] 정도준, 장재식, 박세현, 김항준, "Active Contours를 사용한 얼굴 검출", 한국멀티미디어학회 춘계 학술발표논문집, 제5권, 제1호, pp. 195~199, 2002년 5월
- [9] 이경희, 변혜란, 정찬섭, "스네이크를 이용한 얼굴 요소의 윤곽선 추출", 한국정보과학회 봄 학술발표논문집, 제25권, 제1호, pp669-671, 1998년
- [10] Henry A. Rowley, S. Baluja, T. Kanade, "Rotation Invariant Neural Network-Based Face Detection", Proceedings of Computer Vision and Pattern Recognition, pp.38-44, 1998
- [11] Gonzalez, Woods, *Digital Image Processing*, Addison Wesley, 1992
- [12] Haizhou Ai, Luhong Liang, Guangyou Xu, "Face detection based on template matching and support vector machines", Proceedings of Image Processing, Vol.1, pp.1006-1009, 2001