

칼라 양자화 맵의 영역 히스토그램에 기반한

조명 적응적 피부색 검출

배정태*, 박창범, 이성환
고려대학교 정보통신대학 인공시각연구센터
{jtbae*, cbpark, swlee}@image.korea.ac.kr

Adaptive Skin Segmentation based on Region Histogram of Color Quantization Map

Jung-Tae Bae*, Chang-Beom Park, Seong-Whan Lee
Center for Artificial Vision Research, Korea University

1. 서 론

피부색 정보는 생체인식과 관련된 많은 응용프로그램에서 중요한 정보로서 사용되고 있다. 그만큼 피부색은 인간의 여러 가지 특징 중 가장 두드러지는 특징이라 할 수 있다.

피부색에 대한 연구에서 피부색은 다른 색과 구분되는 특징을 가지고 있음을 전제로 한다. 그러나 실제로 응용 시 영상 내 피부색과 유사하거나 같은 값을 나타내는 비피부색 화소를 쉽게 볼 수 있다. 이는 피부색을 사용하는 비전 기반 시스템에서 가장 큰 오류의 원인이기도 하다. 또한, 다양한 조명 환경에서 색은 불특정하게 화소 값이 변하고, 이는 영상처리 시스템이 조명에 약한 성능을 나타내는 결과를 가져온다. 이러한 문제로 인하여 영상처리 분야에서 색 항상성의 유지 및 패턴 인식의 중요성은 강조되고 있다.

2. 관련 연구

피부색 검출은 칼라 표현(color representation)의 결정과 피부색 분류(color classification)의 2 단계로 나눌 수 있다. 칼라 표현 결정 단계에서는 피부색 검출에 사용하기 위한 색 영역(color space)을 결정하게 되는데, 이 단계에서는 조명에 강인하게 하기 위해 조명 값을 제거한 색 영역이 많이 사용되고 있다. 특히 색 정보를 히스토그램 형태로 사용 시에는 다차원의 값을 요구하므로 영역을 어떻게 양자화 할 것인가에 대하여 고려하여야 한다. 피부색 분류에 대한 기존 연구로는 인터넷 영상에서 피부색 화소 값을 수집하여 모델을 구성하는 방법과 YCbCr의 Y값을 통한 전체 색을 보정하는 방법, 영상에서 가장 밝은 화소를 흰색으로 가정하여 전체 색을 보정하는 방법 등이 있다.

3. 제안 알고리즘

제안 알고리즘은 초기화, 피부색 모델의 갱신, 피부색 영역 검출의 세 단계로 구성된다. 본 논문에서는 검출을 위한 색 영역으로 RGB 값을 변형하지 않고 사용하였으며, 칼라 채널 당 256색을 모두 사용하였다.

3.1 피부색 영역 및 모델의 초기화

초기화를 위하여 각 색 양자화 영역에서 초기 지정된 색으로부터 검출된 피부색 화소로부터 영역별 피부색 화소의 비율에 따라 초기 피부색 영역을 결정하였다. 먼저 입력 영상을 JSEG알고리즘을 통하여 영상 내 색을 양자화시켜 영역별로 분할시킨 양자화 맵을 만든다. 이렇게 분할된 각 영역으로부터 초기화를 위한 피부색 화소를 찾는다. 찾은 화소의 수와 영역 전체의 화소 수의 비율에 따라 피부색 영역을 결정한다. 피부색 영역 지정을 위해 피부색 화소 수 비율의 임계값을 통하여 일정 비율 이상일 때 해당 영역을 초기 피부색 영역으로 지정한다. 이렇게 지정된 피부색 영역은 첫 프레임에서의 피부색 영역으로 지정되며 다음 프레임의 피부색 영역 인식을 위해 모델의 갱신을 위한 피부색 정보로 활용한다.

3.2 피부색 모델 갱신

조명 문제를 해결하기 위한 방법으로는 조명에 적응하는 방법과 색 항상성을 유지하는 방법이 있는데, 본 논문에서는 모델 갱신을 통해 조명에 적응하는 방법을 이용하였다. 조명 적응 모델로서 섬세하게 구성하고 갱신할 수 있는 통계적 피부색 모델을 사용하였다. 피부색 영역을 검출하기 위한 모델을 구성하기 위하여 우선 초기화된 영역으로부터 피부색 정보를 추출한다. 추출된 피부색 정보를 통하여 피부색 영역에 대한 모델을 히스토그램으로 구성한다. 갱신을 위한 수식에 적응도 상수를 넣어 경험적으로 최적의 상수를 주어 갱신토록 한다.

3.3 피부색 영역의 검출

피부색 영역의 검출을 위하여 먼저 JSEG을 이용하여 전체 영상을 색 양자화한다. 그 후 이전 프레임에서 피부색 영역에 대하여 크기와 위치가 비슷한 색 양자화 영역을 지정한다. 이러한 영역을 본 논문에서는 근접 유사 영역이라 정의하였다. 위치적으로 비슷한 영역 주변 영역 중 크기가 비슷한 영역 전부를 지정해 준다. 이전 프레임의 피부색 영역과 근접 유사 영역의 히스토그램 비교를 통해 현재 프레임의 피부색 영역이 결정 된다. 이렇게 지정된 근접 유사 영역의 히스토그램은 현재 피부색 모델과 비교하여 거리를 계산한다. 거리가 가까운 정도에 따라 근접 영역의 히스토그램으로부터 계산된 임계값을 사용하였다. 임계값은 근접 유사 영역과 모델과의 거리의 평균으로 계산한다. 그러나 임계값이 피부색 모델과 너무 멀리 떨어져 있으면 근접 영역 중 피부색과 유사한 영역이 없으므로 근접 영역을 모두 비피부색으로 지정한다. 이렇게 결정된 피부색 영역을 모두 통합하여 전체 영상에서의 피부색 영역으로 결정한다.

4. 실험 및 결과 분석

실험을 위하여 ECHO 데이터베이스와 변화하는 조명 환경에서 촬영한 영상을 사용하였다. ECHO 데이터베이스에서는 많이 쓰이는 화소 단위 검출 방법과 히스토그램을 사용하지 않은 영역 검출 방법을 비교 실험하였다. 변화하는 조명 환경에서는 화소 단위 검출 방법과 흰색을 통한 조명 보정 방법, skin locus를 이용한 방법을 비교 실험하였다. 평가를 위해 피부색의 ground truth를 수작업으로 지정하였다. 지정된 ground truth를 사용하여 피부색이 제대로 검출된 비율(CDR : Correct Detection Rate), 잘못 검출된 비율(FDR : False Detection Rate), 전체 분류율(CR: overall Classification Rate)을 측정한다.

ECHO 데이터베이스에서의 실험 결과 제안 방법의 경우 연결된 피부색 영역을 검출할 수 있었으며, 90% 이상의 성능을 나타내고 있고, 히스토그램을 사용하지 않은 영역 검출 방법보다 나은 성능을 나타낼 수 있었다. 반면 화소 단위로 검출한 방법은 제안방법과 같이 연결된 영역의 피부색 영역을 표현할 수 없었으며, CDR이 40% 이하로 나왔다. 또한, 피부색 영역 내부의 화소에 대하여 일부는 피부색 화소임을 인식하지 못하였고, 일부 피부색이 아닌 화소에 대한 오검출도 발생하였다.

조명 변화에 따른 실험 결과는 제안 방법은 변화하는 조명에 적응하면서 오검출이 적은 피부색 영역을 나타내었다. 시간에 따른 조명의 변화가 발생하면 기존 방법들은 성능 저하를 보였다. 그러나 제안하는 방법은 큰 성능의 저하 없이 일정하게 인식율을 유지할 수 있었고, 검출 성능이 떨어져도 다시 복구될 수 있었다. 흰색을 통한 조명 보정 방법은 조명 비선형 결정에 의한 채도 보정이 실험 영상에서 좋은 성능을 나타내지 못하였다. skin locus를 이용한 방법은 변화하는 조명에 안정적이고 높은 CDR을 나타내는 반면 높은 FDR도 나타나 전체적으로 낮은 검출율을 나타냈다. 반면 제안된 적응적 방법은 조명 변화에 적응하여 좋은 성능을 나타냈다.

5. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 피부색 영역의 검출을 위하여 칼라 양자화 맵으로부터 나온 영역의 히스토그램을 이용한 방법을 제안한다. 제안 알고리즘은 오검출율을 감소시켰고 변화하는 조명에 적응하여 피부 영역을 정확히 검출하는 결과를 보였다. 인식 단위가 영역이기 때문에 잘못 인식되는 소수의 화소가 제거되었으며, 피부색과 같은 칼라 값을 나타내는 비피부색 화소에 대해서도 오검출을 나타내지 않았다. 이는 제스처 인식을 위한 손 영역의 칸투어나 얼굴 인식을 위한 얼굴 영역 표현에 적합하며, 피부색 영역 내 순수한 피부색을 추출하여 변하는 환경에 적응하는 모델을 사용하여 피부색 검출 성능을 유지할 수 있었다.

차후 계획으로 적응 모델에서 누적되는 오류의 복구 방법을 연구할 계획이며, 복잡한 환경에서도 정확한 칼라 양자 영역을 구할 수 있는 방법에 관하여 연구할 것이다.