

색상 정보를 이용한 실시간 얼굴 영역 트래킹 방법

황선규, 이재호, 김형준, 김희율
한양대학교 전자공학과 영상공학연구소
E-mail : kkokkal@vision.hanyang.ac.kr

A Real-time Face Region Tracking Scheme Using Color Information

Sun-Kyoo Hwang, Jae-Ho Lee, Hyoung-Joon Kim, and Whoi-Yul Kim
Image Engineering Lab., Dept. of Electronic Eng., Hanyang Univ.

요 약

본 논문에서는 동영상에서 색상 정보를 이용하여 실시간 얼굴 영역 트래킹에 대해 기술한다. 동영상의 각 프레임에서 살색 영역과 비살색 영역을 분리하여 이 중 얼굴의 형태학적 정보를 이용하여 얼굴 영역만을 선택하였다. 색상 정보만을 이용하여 찾을 경우 생기는 오판된 얼굴 영역 후보는 연속되는 프레임에서의 트래킹 정보를 이용하여 보정하였다.

1. 서론

사람의 얼굴은 개인을 구별하는 가장 단순하면서도 직관적인 특징으로 여겨져 왔고 영상에서의 얼굴 인식에 대한 연구는 최근 수 십 년간 활발히 진행되었다. 얼굴 영역 검출에 대한 연구는 이러한 얼굴 인식의 전처리 과정으로써 인식되어왔다. 즉, 자연 영상에서 얼굴 영역을 추출한 후, 이 영역을 얼굴 인식 과정의 입력으로 하여 얼굴을 인식하는 것이 과거의 연구 방향이었다. 그러나, 최근 얼굴 영역 검출에 대한 연구는 또 다른 방향을 향하고 있다.

오늘날 멀티미디어의 기술의 발전과 저장 매체의 대용량 등으로 인하여 동영상 데이터를 직접 데이터 베이스에 저장하는 경우가 증가하고 있다. 그 결과 과거 수동으로 인덱스를 만들어서 검색하는 방식 대신

에 동영상 데이터의 색상, 모양 정보 등을 이용한 내용 기반 검색 방법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 동영상 데이터에 있어서 사람 얼굴의 존재 유무, 그리고 얼굴 영역의 위치와 움직임 정보는 동영상을 효과적으로 기술할 수 있는 특징 값으로 사용될 수 있다.

현재까지 얼굴 검출에 대한 연구는 주로 신경망을 이용한 방법[1, 2], 가변 템플릿 매칭을 이용한 방법[3] 등이 사용되었다. 이러한 방법들은 그레이스케일 영상에 대하여 적용되었으며 상당히 정확한 검출 결과를 나타내었으나 연산 시간이 오래 걸린다는 단점이 있다.

본 논문에서는 동영상에서 실시간으로 얼굴 영역을 추적하기 위하여 비교적 연산량이 적은 색상정보를

이용하여 얼굴 영역을 검출하고 추적하는 방법에 대하여 기술하고 있다. 동영상의 각 프레임에서 살색 영역을 추출하여 얼굴의 후보지를 선택한 후 얼굴의 형태학적인 정보를 이용하여 검증 과정을 거친다. 더불어 연속되는 프레임간의 상관 관계를 이용하여 2차 검증 과정을 거침으로써 보다 정확한 검출 결과를 얻을 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 색상 정보를 이용한 얼굴영역 후보지 결정에 관한 내용을 서술하였고, 3 장에서는 여러 가지 후처리 방법 등에 대하여 기술하였다. 4 장에서는 동영상에서 트래킹 기법을 이용하여 오차를 줄이는 방법에 대하여 설명하였고, 5 장에서는 실제 실험 결과와 앞으로 수행할 과제들에 대하여 논하였다.

2. 컬러를 이용한 얼굴 영역 후보지 검출

본 논문은 동영상에서 실시간으로 얼굴 영역을 검출하고 추적하는 것을 목표로 하기 때문에 빠른 연산 속도를 필요로 한다. 기존의 그레이스케일 영상에서의 얼굴 영역 검출에 대한 연구는 입력 영상의 전체를 검색하며 얼굴을 판단하기 때문에 상당히 많은 연산 시간이 걸리는 단점이 있었다[1, 2]. 본 논문에서는 입력 영상의 색상 정보를 이용하여 살색 영역만을 추출한 후 이 영역에서만 얼굴 영역을 검출함으로써 연산 시간을 크게 줄일 수 있다.

입력 영상에서 살색 영역만을 추출하기 위하여 RGB 색상 모델을 YUV 색상 모델로 변환하였다. H. Wu 에 의하면 YUV 색상 모델이 여타의 색상 모델에 비하여 살색 영역의 분포가 다른 배경색의 분포와 가장 잘 분리됨을 알 수 있었다[4].

YUV 색상 모델에서 살색 영역의 분포를 알기 위하여 임의의 영상에서 살색 영역만을 수동으로 분리하고, 이 영역의 색상을 UV 평면상으로 표시하여 2차원 살색 맵을 생성하였다. 여기서 Y 성분을 배제하고

UV 성분만을 사용한 이유는 사람의 살색이 조명, 인종의 변화에 따라 Y 성분은 크게 변화하지만 UV 성분은 변화하지 않기 때문이다[5]. 입력 영상이 들어오면 각 픽셀의 RGB 값을 YUV로 변환하고, 이 때 구해진 UV 값에 해당하는 살색 데이터베이스에서의 값이 특정 threshold 보다 큰 값을 가질 경우 이 pixel은 살색 영역으로 구분한다. 그림 1은 임의의 영상에서 살색 부분만을 추출한 결과 영상을 보여준다.



그림 1. 임의의 영상에서 검출된 살색 영역

3. 얼굴영역 후보지에 대한 후처리

자연 영상의 경우 실제 사람의 피부가 아닌 물체의 경계선이나 나무, 모래 등도 살색과 유사한 색상을 가지고 있기 때문에 살색만 가지고 얼굴을 찾는 것은 불가능하다. 그러므로 적절한 후처리 과정을 거쳐서 얼굴이 아니라고 판단되는 영역은 검출 결과에서 제외시켜주어야 한다.

그림 1을 보면, 사람의 피부 영역은 살색 부분으로 판정한 검정 색의 밀집도가 높고, 그렇지 않은 부분에서는 검정 색의 분포가 흩어져있는 것을 볼 수 있다. 이러한 점들을 제거하기 위하여 median 필터링과 morphology 기법 중에서 Erosion 과 Dilation 을 조합하였고 영상을 1/N 의 크기로 만들어 조작함으로써 연산의 수행 속도를 빠르게 할 수 있다.

위의 후처리 과정을 거친 후의 영상에 대하여 보다 정확한 검출 결과를 위하여 얼굴의 형태학적 정보를 이용한다. 우선 Labeling 을 수행한 후, 각각의 오브젝트의 면적을 조사하여 너무 크거나 작은 오브젝트를

얼굴 영역 후보에서 제외하고, 오브젝트의 면적 대 외곽선의 비율을 조사하여 오브젝트가 너무 복잡한 형태인 경우를 배제하였다. 또한, 오브젝트의 aspect ratio를 조사하여 세로 길이보다 가로 길이가 큰 경우 역시 제거하였다. 그림 2는 이러한 후처리 작업을 수행한 후에 프레임에서 영역을 구분한 결과이다.

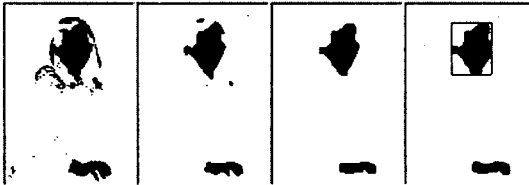


그림 2. 여러 가지 후처리 수행한 후의 영상

최종적인 얼굴 영역 검출은 눈, 코, 입의 상관 관계를 이용한 방법과 머리카락의 모양을 이용하는 방법을 사용하였다.

4. 동영상에서 얼굴 영역 트래킹

살색을 이용한 얼굴 영역 후보지 검출에서 가장 큰 문제는 배경이 살색과 비슷한 경우, 특히 살색과 비슷하면서 무늬가 있는 경우 얼굴로 인식할 수 있다는 점이다. 이 문제를 해결하기 위해서 동영상의 현재 프레임에서 검출된 얼굴 영역 후보와 이전 프레임들에서 검출된 얼굴 영역 후보들 간의 관계를 이용한다.

연속되는 프레임에서 실제 얼굴 영역은 비슷한 위치에서 검출되지만 배경 무늬 등에 의해서 생기는 얼굴 영역 후보는 매 경우 다른 위치에서 나타나며 그 빈도 역시, 연속적이지 못하다. 그러므로 현재 프레임에서 검출된 얼굴 영역 후보가 과거 N개의 프레임들 중에서 연속적으로 이어져 오는 것인가를 판별하면 배경 무늬로 인하여 얼굴 영역으로 오판하는 경우를 최소화 시키고 실제 얼굴 영역만을 트래킹할 수 있다.

5. 실험 및 결과

UV 평면상에서 살색 영역을 나타내는 2차원 맵을 생성하기 위하여 70여장의 자연 영상을 이용하였다. 실험에서 사용한 동영상은 CCD 카메라로부터 캡처하여 생성하였다. 동영상은 320x240 크기의 AVI 파일 포맷을 사용하였다. 제안한 방법을 이용하여 얼굴 영역을 검출한 속도는 각 프레임에서 평균 40ms를 나타내었다(Pentium II 350, 128MB). 그림 3은 실험 결과이다.



그림 3. 동영상에서의 얼굴 영역 검출 및 추적

참고문헌

- [1] H. A. Rowley, S. Baluja and T. Kanade, "Neural Network-Based Face Detection", *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 20, No. 1, pp. 23-38, Jan. 1998.
- [2] K. Sung and T. Poggio, "Example-Based Learning for View-Based Human Face Detection", *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 20, No. 1, pp. 39-51, Jan. 1998.
- [3] A. L. Yuille, "Deformable Templates for Face Recognition", *Journal of Cognitive Neuroscience*, Vol. 3, No. 1, pp. 59-70, 1991.
- [4] H. Wu, Q. Chen, and M. Yachida, "Face Detection From Color Images Using a Fuzzy Pattern Matching Method," *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 21, No. 6, pp. 557-563, Jun. 1999.
- [5] H.L. Wang and S.F. Chang, "A Highly Efficient System for Automatic Face Region Detection in MPEG Video", *CirSysVideo*, No. 4, pp. 615-628, Aug. 1997.