
실시간 영상에서 피부색상 정보와 Haar-Like Feature를 이용한 얼굴 검출 및 추적

Face Detection and Tracking using Skin Color Information and Haar-Like Features in Real-Time Video

김동현, Donghyeon Kim*, 임재현, Jaehyun Im**, 김대희, Daehee kim**, 김태경, Taekyung Kim**, 백준기, Joonki Paik***

요약 실시간 영상에서 사람의 얼굴 검출은 얼굴 인식분야에 있어서 주요한 관심 분야 중의 하나이다. 본 논문에서는 실시간 입력되는 영상에서 피부 색상과 Haar-like feature를 이용한 얼굴 검출 및 추적 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘은 컬러 색 공간에서 피부색상과 특징점을 가지고 얼굴 영역 및 추적하였다. 실험 결과 실시간 영상에 대해 조명 변화 및 가림 현상에서 강건한 추적 결과를 얻을 수 있었다.

Abstract Face detection and recognition in real-time video constitutes one of the recent topics in the field of computer vision. In this paper, we propose face detection and tracking algorithm using the skin color and haar-like feature in real-time video sequence. The proposed algorithm further includes color space to enhance the result using haar-like feature and skin color. Experiment results reveal the real-time video processing speed and improvement in the rate of tracking.

핵심어: *Face detection, Tracking, Haar-Like Feature, Skin Color*

본 논문은 서울시 산학연협력사업으로 구축된 서울 미래형콘텐츠컨버전스 클러스터 지원 사업과 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 육성 지원사업 및 2008년도 2단계 두뇌한국(BK)21 사업에 의하여 지원되었음.

*김동현 : 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 석사과정 e-mail: innokim7@wm.cau.ac.kr

**임재현 : 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 석사과정 e-mail: ijh0221@wm.cau.ac.kr

**김대희 : 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 박사과정 e-mail: wangcho100@wm.cau.ac.kr

**김태경 : 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 박사과정 e-mail: kimktk@wm.cau.ac.kr

***백준기 : 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 교수; e-mail: paikj@cau.ac.kr

1. 서론

최근 몇 년간 인터넷을 통한 정보가 공유되면서 공유 할 수 없는 개인정보에 대한 가치가 상승하고 있다. 더불어 개인정보 보호 문제와 테러사건, 화상회의 등 생체정보를 필요로 하는 보안 기술이 주목 받고 있다. 생체정보는 타인에 의 쉽게 복제 될 수 없는 개인의 고유한 특징이다. 이러한 생체 정보를 이용해서 개인을 인식하는 기술에는 지문, 서명검증, 음성, 얼굴 인식 등이 있다[1]. 특히 인간의 시각이 아닌 카메라를 통해 들어오는 실시간 영상에서 컴퓨터가 사람의 얼굴을 검출하는 것은 로봇, 군사, 의료, 보안 및 감시 분야에서 널리 응용되고 있다. 하지만 다양한 환경적 요소로 인해 많은 제약이 따르고 아직도 많은 연구가 진행이 되고 있다 [2].

얼굴 검출은 얼굴인식 및 추적을 위한 전 단계의 역할 뿐만 아니라 그 자체로서의 유용성을 가지게 되면서 얼굴의 추출과 방법은 컬러, 모양, 통계, 움직임, 그리고 특징점 정보 등을 이용한다. 기존의 얼굴 검출을 위한 방법은 크게 이미지 기반의 방법과 특징 기반의 방법으로 구분된다. 특징 기반 방법은 저-레벨 분석, 특징 분석, 능동 형태 모델이 있고, 이미지 기반의 방법으로는 선형 부분 방법, 신경망을 이용한 방법, 통계적인 방법으로 구분 될 수 있다[3]. 실시간 영상에서의 얼굴 검출은 빠른 연산이 요구되기 때문에 기존의 연구에서는 주로 특징 기반의 방법인 컬러정보와 얼굴 형태의 정보를 이용한 방법들이 제시 되어왔다[4]. 컬러 정보를 이용한 방법은 구현이 쉽고 계산량이 적다는 장점이 있으나 입력된 영상이 유사한 컬러 성분으로 존재 할 경우 검출의 정확도가 낮아지는 문제점이 있다. 또한 얼굴 형태 정보 방법에서는 조명 변화에 강건하지만 유사한 형태를 갖는 객체에 대해서는 오류를 쉽게 범하는 경우가 있다.

본 논문에서는 실시간 영상에서 얼굴 검출 및 추적 방법을 제안하였다. 얼굴 검출은 색상 정보를 이용하여 얼굴 영역을 검출하고 Haar-like feature를 이용하여 특징기반으로 얼굴을 검출하였다. 제안된 알고리즘은 다중 얼굴 검출과 유사한 색상 정보를 갖는 부분 그리고 조명변화에 대해서도 강건한 얼굴 검출 및 추적이 가능하다.[1]

2. 기존의 얼굴 검출 기술

얼굴 검출 기술들은 얼굴의 위치나 방향, 표정, 또는 조명 변화 등에 많은 변이성 (variability)을 내포하여 얼굴 검출에 어려움이 있다. 이러한 문제점을 개선하고 효율적으로 얼굴 검출 할 수 있는 알고리즘에 대해 연구가 진행되고 있다.

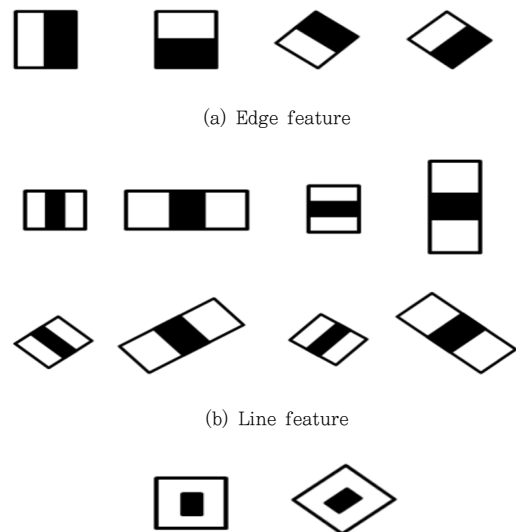
특히 얼굴 여부를 판단하는 방법 중에서 지역적 특성을 고려한 방법이 있다. 이는 눈, 코, 입 그리고 같은 얼굴만이 가지는 고유 특징들의 존재 여부와 구성관계 등으로 판단한다 [4]. 다른 특성을 고려한 방법으로는 얼굴 전체 형상 (Template feature)에 기반으로 전체적인 특성을 이용한다. 즉 미리 정의해 놓은 몇 가지 표준패턴을 이용하거나 유사한 패턴을 영상 내에서 찾는 방법[5]이다.

특징기반 방법에서는 피부색 정보를 이용한 방법이 있다. 이 방법은 컬러 공간의 밝기와 색상 공간을 분리하여 조명 변화에 따라 얼굴 명암도, 위치, 크기, 그리고 복잡한 배경 등에 상대적으로 강한 장점을 갖는다[6]. 본 논문에서는 입력된 영상으로부터 얼굴 색이 존재하는 영역을 검출하고 특징점들을 이용하여 검출 및 추적한다.

3. 제안된 얼굴 검출 및 추적

본 논문에서는 얼굴 검출 및 추적을 위해 Mean Shift 알고리즘을 이용하였다. 일반적으로 Mean shift는 움직이는 객체영역과 후보영역의 두 색상 히스토그램을 비교하여 검출 및 추적하는 방법으로 반복적으로 Region of Interest (ROI)가 추적대상에 수렴하는 장점이 있다. 따라서 본 논문에서는 피부색상, 거리정보와 특징점들을 이용하여 얼굴 영역 검출 및 추적하였다. 또한 얼굴 영역 추출 단계에서 Haar-like feature를 사용하여 특징 값을 추출하였다.

Haar-like-feature를 통해 얼굴 영역에 대하여 추출되는 값은 Haar-like feature의 사각형에 포함되는 픽셀의 합과 사각형내의 검은 색의 영역에 포함되는 픽셀의 값의 합에 대한 차이를 나타낸다. 그림 1은 얼굴 영역 검출하기 위해 사용된 Haar-like feature이다.



(c) Center-surround feature

그림 1. Haar-Like Feature

움직이는 객체의 색상 히스토그램 생성은 배경을 제거 한 움직임만의 색상을 얻기 위해서 HSV 색상공간을 사용한다. V채널을 이용하여 영상의 밝기를 파악한 후 threshold value를 설정하였다. H, V채널에서 움직이는 객체영역을 추출하고 추출된 영역의 색상정보로 움직이는 객체 색상 히스토그램을 생성한다. 움직이는 객체에서 추적하는 영역의 두 색상 히스토그램의 관계를 이용하여 움직이는 객체를 추적하게 된다.

$$\hat{x}_i = \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i p \left(\left\| \frac{\widehat{x_{i-1}} - x_i}{h} \right\|^2 \right)}{\sum_{i=1}^n x_i w_i \left(\left\| \frac{\widehat{x_{i-1}} - x_i}{h} \right\|^2 \right)} \quad (1)$$

이때, \hat{x} 는 객체 추적 대상의 다음 위치, n 는 픽셀 수, x 는 현재 객체 위치, w 는 색상 가중치이다. 그리고 p 는 커널의 프로파일로 [9]의 방법으로 고정된 상수 값이다. 또한 움직이는 객체 거리 가중치 G 를 식(1)에 곱하여 움직이는 객체 픽셀 가중치를 높이고 유사한 색상에서도 강건하게 검출 및 추적하였다.

$$\hat{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} G \quad (2)$$

식 (2)의 거리 가중치인 G 는 식 (3)에 의해 결정되고, $Dist_i$ 는 labeling된 결과에서의 픽셀 수를 나타낸다.

$$G_i = \begin{cases} 2 - Dist_i/n \\ 1 \end{cases} \quad (3)$$

4. 실험 및 결과

본 논문에서 실험은 고정된 카메라에서 조명 변화를 포함하고 있고 실내 환경에서 실험 하였다. 실시간 얼굴 검출 및 추적을 목적으로 하기 때문에 다양한 형태 변화, 색상 분포에 대해서도 실험을 진행하였다. 제안된 방법의 구현은 VC 6.0++를 이용하여 펜티엄4 2.4GHz 및 1MB의 메모리를 가진 컴퓨터 환경에서 일반 보급형 웹 카메라를 사용하였다. 영상 크기는 320 * 240이고 초당 사용된 영상은 30ftp이다. 그림 2는 객체 움직임과 형태를 그대로 유지한 상태에서 실험을 하였다. 조명 변화를 포함하여 피부색상 정보가 조명 변화에 민감한지를 살펴보았다.

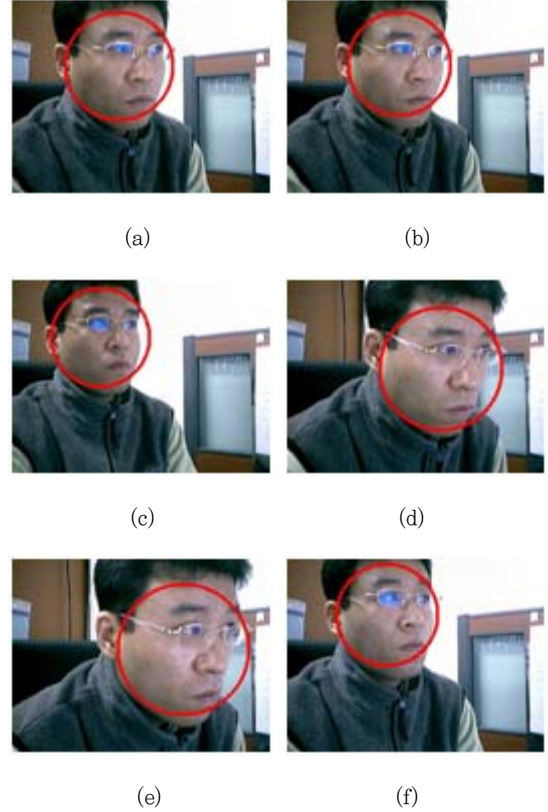
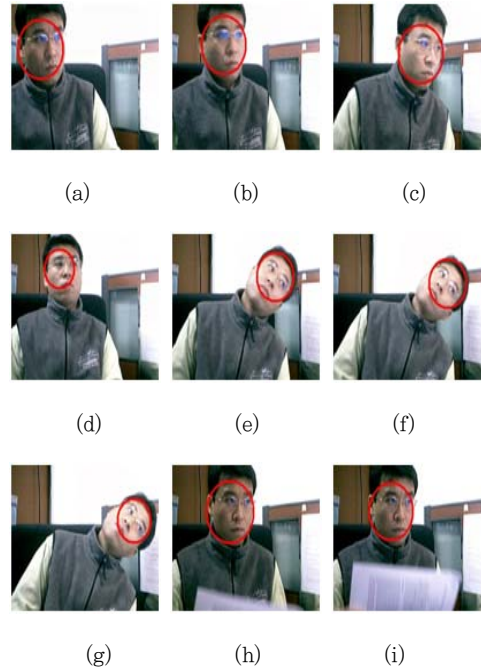


그림 2. 객체 움직임 변화가 적은 경우에서의 결과 (a) frame 2nd, (b) frame 4th, (c) frame 7th, (d) frame 9th, (e) frame 17th, (f) frame 19th



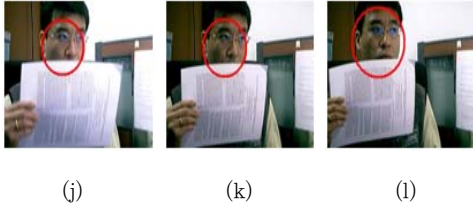


그림 3. 움직임 변화와 가림 현상에서의 얼굴 검출 및 추적 결과. (a) frame 150th, (b) frame 151st, (c) frame 152nd, (d) frame 205th, (e) frame 208th, (f) frame 209th, (g) frame 210th, (h) frame 425th, (i) frame 426th, (j) frame 427th, (k) frame 430th, (l) frame 436th

그림 3은 움직임 변화를 크게 하고 얼굴 검출 및 추적 실험하였다. 그리고 가림 현상이 있을 경우 모두에 대하여 얼굴 검출 및 추적을 살펴보았다. 이때 가림 현상의 경우에는 조명 변화를 없애고 움직임 변화가 큰 경우에만 조명 변화를 주었다. 그 결과 좌-우로 큰 움직임을 하여도 얼굴 검출 및 추적에 강건하였고, 가림 현상에서는 얼굴 전체를 가리지 않을 경우, 40% ~ 0%의 가려지지 않을 경우에는 검출 및 추적이 가능하였다. 그 외의 범위에서 가림 현상이 생길 경우 이전의 모션 방향이나 다른 정보를 이용하여 예측 할 경우에 좀 더 나은 결과를 갖지 수 있을 것으로 판단된다.

5. 결론

본 논문에서 피부색상과 특징점을 이용하여 얼굴 검출 및 추적 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 유사한 색상 분포를 갖는 영상에서도 강건하게 검출 및 추적되었다. 또한 조명 변화에 민감한 색상 분포와 얼굴 형태에 변화에서도 강건하였다. 향후 과제로서 다중 얼굴 추적 및 예측 알고리즘을 추가로 설정하여 추적률을 높이고자 한다.

참고문헌

- [1] 박장한, 남궁재찬, "PCA기반의 스테레오 얼굴영상에서 거리에 따른 인식률 비교," 전자공학회논문지, 42권 SP편 1호, pp. 9~16, 2005.
- [2] R. Gross, J. Yang, A. Waibel, "Growing Gaussian Mixture Models for Pose Invariant Face Recognition," Proc Int'l Conf. Pattern Recognition, vol. 1, pp. 1088~1901, 2000.
- [3] J. M. Sanchez and X. Binefa, "Color Normalization for Appearance based Recognition of Video Key Frames," Proc Int'l Conf. Pattern Recognition, vol. 1, pp. 815~818, 2000.
- [4] C. Kotropoulos and I. Pitas, "Rule-based Face Detection in Frontal Views," Proc Int'l Conf. Acoustics, Speech, Signal Processing, vol. 4, pp. 2537~2541, 1997.
- [5] I. Craw, D. Tock, and A. Bennett, "Finding Face Feature," Proc Euro Conf. Computer Vision, vol. 1, pp. 92~115, 1992.
- [6] K. K. Sung and T. Poggio, "Example based Learning for View-based Human Face Detection," IEEE Trans. Pattern Analysis, Machine Intelligence, vol. 20, no. 1, pp. 39~51, 1998.
- [7] 장승호, 김영욱, 박창우, 박장한, 남궁재찬, 백준기, "얼굴 인식률 개선을 위한 선형이동 능동카메라 시스템 기반 얼굴포즈 보정 기술," 전자공학회논문지, 41권, SP편 6호, pp. 155~164, 2004.
- [8] V. Maik, D. Cho, J. Shin, and J. Paik, "Color Shift Model-based Segmentation and Fusion for Digital Auto Focusing," Jour. Image Science, Technology, vol. 51, no. 4, pp. 368~380, 2007.
- [9] D. Comaniciu, "Kernel-based Object Tracking," IEEE Trans. Pattern Analysis, Machine Intelligence, vol. 25, no. 5, pp. 546~577, 2003.