

# 단계형 구조를 이용한 실시간 얼굴 탐지 시스템

\*김승구, 김혜수, 고성재

고려대학교 공과대학 전자컴퓨터공학과

e-mail : [nolja@dali.korea.ac.kr](mailto:nolja@dali.korea.ac.kr), [hyesoo@dali.korea.ac.kr](mailto:hyesoo@dali.korea.ac.kr) [sjko@dali.korea.ac.kr](mailto:sjko@dali.korea.ac.kr)

## Rotation Invariant Real-time Face Detection Using Cascade Structure In Color Images.

\*Seung-goo Kim, Hye-soo Kim, Sung-Jea Ko

Department of Electric and Computer Engineering

Korea University

### Abstract

Face detection plays an important role in HCI and face recognition. In this paper, we propose a rotation-invariant real-time face detection algorithm for color images in complex background. It consists of four processing step: (1) motion detection, (2) skin color region filter, (3) Eyemap detector for rotated face, and (4) Adaboost face classifier. This system has been tested in in-door environments, such as office and achieves over 95% detection rate.

### I. 서론

얼굴 검출은 얼굴인식, 얼굴 또는 얼굴특징 추적, HCI, 표정인식을 위한 가장 중요하고 선행되어야 하는 단계로서 많은 연구가 진행되어 오고 있다[1]. 기존 얼굴 검출을 위한 방법은 크게 이미지 기반과 특징 기반 방법으로 나누어지며 특징 기반 방법으로는 저레벨 분석, 특징 분석, 능동 형상 모델이 있다. 이미지 기반 방법으로는 선형 부분 공간 방법, 통계적인 방법 등이 있으며, 근래 들어 신경망 방법과 같은 Machine Learning 기법들이 주목받고 있다[2]. 그러나 신경망에

기반한 방법은 학습된 데이터집합에 대한 의존성이 강한 단점이 있기 때문에 입력된 영상에서 얼굴의 기울어짐에 대해 능동적으로 대처하지 못하며 복잡한 배경에서 얼굴과 유사한 특징을 가지는 부분을 얼굴로 인식하기도 한다. 본 논문에서는 실시간 컬러 영상에서 얼굴을 검출함에 처리속도와 정확도를 높일뿐만 아니라 이러한 문제점을 해결하기 위해 단계형 구조를 가진 얼굴 검출기를 제안하고자 한다. 본 논문에서 제안하는 실시간 얼굴 검출기는 그림 1과 같다.

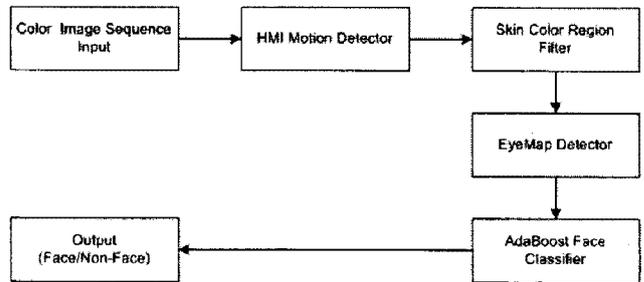


그림 1. 제안된 실시간 얼굴 검출기의 구조

### II. 본론

제안하고자 하는 얼굴 검출 기법은 다음과 같다. 실시간 컬러 영상에서 연속적인 두개의 프레임을 입력받아 MHI(Motion History Image)[3]를 이용해 움직임을 검출하고 이것을 이용하여 검색 영역을

설정한다.

MHI는 다음과 같이 정의되며  $D(x,y,t)$  는 입력된 이미지에서의 배경과의 차영상이다.

$$Hr(x,y,t) = \begin{cases} \tau & \text{if } D(x,y,t) = 1 \\ \max(0, Hr(x,y,t-1) - 1) & \text{otherwise} \end{cases}$$

이 움직임이 검출된 영역에서 normalized-rg 색상 공간에서 가우시안 모델링(Gaussian Modeling)을 이용한 피부색 필터를 통해 얼굴 후보 영역을 추출한다[4].

얼굴의 기울기 문제를 해결하기 이전 단계에서 검출된 얼굴 후보 영역 내에서 대칭을 이루고 있는 얼굴 구성 요소인 눈을 검출해 회전 보정할 각도를 계산하였다. Hsu et al [5].에 따르면 YCbCr 색 공간에서 색상(chroma)영역에서는 눈은 높은 Cb 값과 낮은 Cr 값을 지니고 있으며, 밝기(luminance) 영역에서 눈은 일반적으로 어두운 픽셀들을 밝은 픽셀들이 둘러싸고 있다(그림 4.5). 이러한 성질을 이용해 다음과 같은 transformation을 정의했다.

$$EyeMap_{chroma} = \frac{1}{3} \left\{ (C_b^e) + (\bar{C}_r)^2 + (\frac{C_b}{C_r}) \right\}$$

$$EyeMap_{lumi} = \frac{y(x,y) \oplus g_\sigma(x,y)}{y(x,y) \ominus g_\sigma(x,y) + 1}$$

$$EyeMap = EyeMap_{chroma} \text{ AND } EyeMap_{lumi}$$

$\oplus, \ominus$  는 각각 gray-scale dilation과 gray-scale erosion을 의미한다

그리고 최종적으로 이러한 과정을 거쳐 정면의 똑바른 얼굴의 후보 영역을 Machine Learning 기법 중에 하나인 AdaBoost 학습 알고리즘[6]을 이용해 얼굴인지 아닌지를 판별한다.

### III. 구현 및 실험 결과

구현을 위해 소프트웨어로는 VC++ 2003을 이용하였으며, 실험에 사용된 하드웨어로는 펜티엄4 3Ghz 및 1GB의 RAM을 가진 PC와 저가형 PC카메라를 사용하였다. 획득한 영상의 크기는 320x240의 24비트 컬러영상이며 PC카메라의 초당 처리 속도(FPS, Frame Per Second)는 30이다. 제안된 시스템을 실험하기 위해 고정된 카메라를 통해 조명 변화가 크지 않은 일반 사무실에서 녹화한 20개의 동영상상을 이용하였으며 이 영상은 정면 얼굴과 좌우 시계 방향으로 기울어진 얼굴만을 고려하였다. 실험 결과 95.3%의 얼굴 탐지율을

보였다.



그림 2. 실시간 얼굴 검출을 위해 구현된 시뮬레이션

### IV. 결론

움직임과 피부색을 사용해 검색 영역을 가변적으로 적용함으로써 얼굴 검출에 필요한 연산의 양을 줄여 효율성을 향상시켰을 뿐만 아니라 컬러 영상에서 보여지는 눈의 특징을 이용해 효과적으로 얼굴의 기울어짐 문제를 해결해 전체적인 시스템의 신뢰도를 높였다.

### 참고문헌

- [1] M.H. Yang, D.J. Kriegman and N.Ahuja, "Detecting Faces in Images: A Survey", IEEE Trans. on PAMI Vol. 24, No. 1, pp. 34-58, Jan. 2002
- [3] A.F. Bobick and J.W. Davis, "The Recognition of Human Movement Using Temporal Templates", IEEE Trans. on PAMI, vol. 23, no.3, pp. 257-267
- [4] H.P Graf, T. Chen, E. Petajan and E. Cosatto, "Locating Faces and Facial Parts", Proc. IEEE Int'l conf. Automatic Face and Gesture Recognition, pp. 41-46, 1995
- [5] R.-L. Hsu, M. Abdel-Mottaleb, and A. K. Jain, "Face detection in color images," IEEE Trans. on PAMI, vol. 24, no. 5, pp. 696-706, May 2002
- [6] R. Lienhart and J. Maydt, "An Extended Set of Haar-like Features For Rapid Object Detection", IEEE ICIP 2002, Vol. 1, pp. 900-903, Sep. 2002