

Zernike 모멘트와 SVM을 이용한 눈 검출

김형준, 백열민, 김희율
한양대학교 전자통신컴퓨터공학과

e-mail : {khjoon,ymbaek}@vision.hanyang.ac.kr, wykim@hanyang.ac.kr

Eye Detection Using Zernike Moments and SVM

Hyoung-Joon Kim, Yeul-Min Baek, and Whoi-Yul Kim
Department of Electronics and Computer Engineering
Hanyang University

Abstract

This paper presents a method to detect eyes in the facial image using Zernike moments and SVM. After detecting eye candidate regions from the facial image, Zernike moments are computed on those regions with moving a 15×15 window. Then, SVM that uses Zernike moments as an input vector detects eyes. In the experimental results, the proposed method shows the eye detection rate of about 90%.

I. 서론

얼굴 인식 시스템은 얼굴 검출, 정규화, 인식 세 단계로 이루어진다. 여기서 정규화는 검출된 얼굴 영상으로부터 인식에 적합한 크기와 위치를 갖는 얼굴 영상을 만드는 과정을 말한다. 정규화를 위한 얼굴의 특징점으로써 눈, 코, 입 등의 위치를 이용하며, 특히 대다수의 얼굴 인식 시스템이 눈을 이용하여 정규화를 수행한다.

SVM(Support Vector Machine)은 이진 패턴 분류를 해결하기 위해 제안된 것으로 눈 검출이나 검출된 눈을 검증하기 위해 많이 사용되고 있다[1][2]. 얼굴 영역에서 일정 크기의 윈도우를 이동시키면서 윈도우 내의 밝기값을 벡터로 표현하고, 이에 대해 SVM을 이용해서 눈인지 아닌지를 판단하게 된다. 그러나 영상이 회전되었을 경우, 학습 데이터와 입력 영상의 불일치로 인하여 눈 검출에 실패하게 된다. 이를 해결하기 위해서는 회전에 불변한 특징을 이용하거나, 입력 영상의 회전 정도를 추정, 보정한 후 눈 검출 과정을 진행하여야 한다.

본 논문에서는 SVM의 입력으로 밝기값 대신

Zernike 모멘트를 이용하는 눈 검출 방법을 제안한다. 제안된 방법은 Zernike 모멘트의 회전 불변 특성을 이용하기 때문에 회전된 얼굴에 대해서도 눈을 검출할 수 있으며, 실험을 통해 밝기값을 이용하는 경우보다 우수한 눈 검출 성능을 보임을 확인하였다.

II. 제안하는 방법

2.1 눈 후보지 검출

일반적으로 눈 영역은 주변에 비해 어두운 밝기값을 갖는다. 이러한 특성을 이용하여 본 논문에서는 그림 1과 같이 얼굴 영역에 대해 7×7 minimum filter를 적용한 후 이진화를 하여 눈 후보지를 검출한다. 이때 이진화를 위한 임계값은 minimum filter 결과 영상의 평균 밝기값을 사용하였다.



그림 1. 눈 후보지 검출 과정

2.2 눈 위치 검출

정확한 눈 위치를 검출하기 위해 눈 후보지에 대해 15×15 윈도우를 이동하면서 Zernike 모멘트를 추출한다. Zernike 모멘트를 계산하기 위해 사전에 Zernike 기저 함수를 lookup table로 구성하고, 기저 함수의 대칭성을 이용하여 계산 속도를 빠르게 하였다[3]. Zernike 모멘트는 12차(49개)까지 계산되며, 회전 불변 특성을 갖기 위해 계산된 복소수 값의 크기값을 사용한다. 또한 밝기 변화에 대응하기 위해 식 (1)과 같이 Zernike 모멘트를 정규화 한다[4]. 여기서 Z_{nm} 은 차수

가 n 이고 반복수가 m 인 Zernike 모멘트를 의미하고, Z_{00} 은 $n=m=0$ 에 대한 Zernike 모멘트로써 원도우 내의 평균 밝기값을 의미한다.

$$X_{nm} = \frac{|Z_{nm}|}{|Z_{00}|} \quad (1)$$

식 (1)을 통해 X_{00} 를 제외한 48개의 정규화된 Zernike 모멘트 X_{nm} 에 대해 사전에 학습된 SVM을 적용하여 눈인지 아닌지를 판단한다. SVM에 사용된 커널 함수는 radial basis function을 이용하였다.

다양한 크기의 얼굴에 대응하기 위해 얼굴 영상을 1.2배씩 줄여가면서 위 과정을 반복하여 눈 위치를 검출한다. 이 과정에서 여러 위치에 대해 눈으로 판단하게 된다. 그러나 주로 눈 근처에서 검출되기 때문에, 검출된 눈 위치들에 대한 평균값을 최종적인 눈 위치로 판단한다.

III. 실험 결과

SVM 학습에 사용된 눈 영상은 인터넷에서 수집한 317개 영상을 사용하여, 691개 얼굴로부터 15×15 크기로 정규화된 1,382개 눈 영상을 이용하였다. 눈이 아닌 영상 데이터 셋을 구성하기 위해, 최초 100개의 눈이 아닌 영상을 이용하여 학습한 후 bootstrap 방법[1]을 통해 그 수를 늘려갔으며, 최종적으로 1,315개를 이용하였다.

눈 검출 성능을 측정하기 위해 TV 드라마에서 캡처된 645 프레임 영상을 이용하였다. 이들 영상으로부터 Viola의 얼굴 검출 방법[5]을 통해 716개의 얼굴이 검출되었다. 검출된 얼굴은 약간의 회전을 포함한 정면에 가까운 얼굴들이다. 검출된 얼굴에 대해 제안한 방법을 적용하여 눈을 검출한 결과의 예를 그림 2에 보였다. 어느 정도 회전된 얼굴에 대해서도 제안한 방법을 통해 눈을 검출할 수 있음을 알 수 있다. 제안한 방법(Zernike/SVM)과 밝기값을 이용한 방법(Gray/SVM)의 눈 검출률을 비교한 결과 표 1과 같이 제안한 방법이 월등히 좋은 결과를 보임을 알 수 있다.

표 1. 눈 검출률

Method	Detection rate
Gray/SVM	65.85%
Zernike/SVM	90.01%

IV. 결론

본 논문에서는 Zernike 모멘트와 SVM을 이용하여 얼굴 영역에서 눈을 검출하는 방법을 제안하였다. 제안하는 방법은 우선 밝기값을 이용하여 얼굴 영역에서 눈 후보지를 검출한다. 후보지에 대해 Zernike 모멘트를 계산하고 SVM을 통해 눈인지를 판단한다. Zernike 모멘트의 회전 불변 특성을 이용하기 때문에 제안하는 방법은 회전된 얼굴에 대해서도 눈을 검출할 수 있으며, TV 드라마에서 캡처된 영상에 대해 실험한 결과 제안한 방법은 약 90%의 눈 검출률을 보였다.

참고문헌

- [1] E. Osuna, R. Freund, and F. Girosit, "Training Support Vector Machines: an Application to Face Detection," CVPR 1997, pp. 130-136, 1997.
- [2] H. Jee, K. Lee, and S. Pan, "Eye and Face Detection using SVM," Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing Conference (ISSNIP), pp. 577-580, 2004.
- [3] S.-K. Hwang and W.-Y. Kim, "A Novel Approach to the Fast Computation of Zernike Moments," Pattern Recognition, Vol. 39, No. 11, pp. 2065-2076, 2006.
- [4] S. Kim, I. Kweon, and I. Kim, "Robust Model-based 3D Object Recognition by Combining Feature Matching with Tracking," IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), Vol. 2, pp. 2123-2128, 2003.
- [5] P. Viola and M. Jones, "Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features," CVPR 2001, Vol. 1, pp. 511-518, 2001.



그림 2. 눈 검출 결과 영상