

SVM을 통한 눈의 개폐 여부 확인 방법

박요셉*, 한소정*, 강동완*, 황현상*, 고대준*, †이의철*

*상명대학교 컴퓨터과학과

†교신저자: ecllee@smu.ac.kr

SVM Based Estimation Method of Eye Closed Status

Yosep Park*, Sojung Han*, Dongwan Kang*, Hyeonsang Hwang*

Daejune Ko*, †Eui Chul Lee*

*Department of Computer Science, Sangmyung university

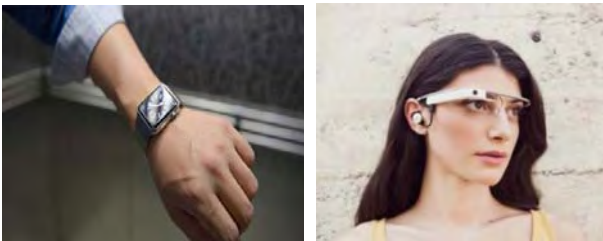
†Corresponding author: ecllee@smu.ac.kr

요 약

기존 시선추적 시스템의 문제점은 눈을 깜박이는 동안 동공의 크기 및 위치가 변화하여 시스템이 사용자의 시선 방향을 정확히 예측 할 수 없는 문제가 존재한다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 얼굴이 포함 된 영상에서 눈을 검출하고, 눈 영역의 3개의 특징 (밝기 평균, 분산, 이진화 후 흑화소 영역 비율)을 추출하였다. 추출된 특징을 기계학습방법의 한 종류인 SVM을 이용하여 눈의 개폐여부를 판단할 수 있는 방법을 제안하였고, 그 결과 정확도는 81.4%가 나왔다. 제안한 방법은 동공을 검출하기 전 눈의 개폐를 먼저 확인할 수 있기 때문에 시선추적 시스템에서 처리시간을 단축시키고, 눈 깜박임에 따른 오차를 줄일 수 있다.

1. 서론

스마트 폰 시장의 개척으로 촉발된 웨어러블 디바이스 시장의 확장이 (그림 1)과 같이 근래에는 스마트 시계를 넘어 스마트 안경으로 뻗어가고 있다.



(그림 1) 웨어러블 디바이스의 예

(좌-스마트 시계, 우-스마트 안경)

기존의 스마트 폰이나 태블릿 PC에서 사용하는 터치 인터페이스는 스마트 워치에는 쉽게 적용될 수 있으나, 안경형태의 스마트 안경에서는 물리적 디스플레이 영역이 매우 협소하여 적용되기 힘들다. 따라서 동작인식, 음성인식 등 사용자 친화적인 NUI (Natural User Interface)가 대체 인터페이스 방법으로 고려되고 있다. 이 중에서 안경의 특성을 잘 살리고 직관적인 인터페이스 방법으로 (그림 2)와 같은 시선 추적 방법이 고려될 수 있다. 이 방법은 마우스 포인팅과 유사하게 사용자의 시선 방향에 따라 탐색 인터랙션을 쉽고 빠르게 수행하며, 다른 동작인식 방법과 결합하여 사용할 경우 매우 강력한 인터페이스 방법으로 활용될 수 있다.



(그림 2) 시선 추적 장치의 예

(좌-착용형 장치, 우-미착용형 장치)

위와 같은 인터페이스에서 사용되는 시선 추적을 구현하는 기존 연구들은 보통 눈동자의 중심 좌표를 검출하는데, 눈을 깜박이는 동안 검출하던 눈동자 영역 정보는 없어지거나 변형되어, 새로 검출하는 과정에서 엉뚱한 위치를 눈동자 영역으로 인식하거나 시선 방향과 전혀 다른 위치를 시선 위치로 추정할 수 있다.

본 논문에서는 이러한 눈 깜박임에 의한 문제점을 개선하기 위해 눈의 개폐 시 특징을 분석하여 실시간으로 눈을 감고 있는지의 여부를 확인하는 방법을 제안하고자 한다. 이를 위해 본 연구에서는 영상에서 쉽게 검출할 수 있는 검출된 눈 영역의 밝기 평균(F1)과 분산(F2), 이진화 후 흑화소 영역의 크기 비율(F3)을 기계학습방법의 한 종류인 SVM(Support Vector Machine)[1]의 입력 특징으로 사용한다.

2. 연구내용

2.1 연구방법

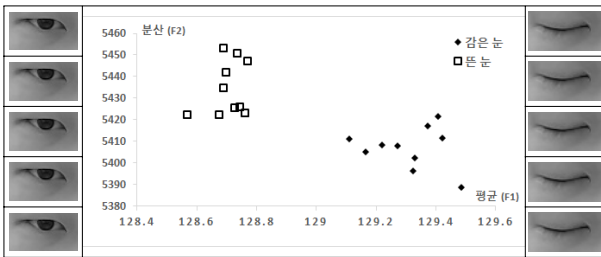
본 연구에서 3개의 특징을 취득하는데 사용될 눈 영상은 얼굴이 포함된 정지 영상에 OpenCV 라이브러리에서 제공하는 Adaboost를 이용하여 얼굴, 코, 눈 영역 순으로 검출하였다. 연구에 사용된 영상은 (그림 3)과 같이 흑백 영상을 기반으로 하여 좌우 구분 없이, 뜨고 감은 2개의 눈 상태를 사용하였다.



(그림 3) 실험 영상
(좌-눈을 뜬 상태, 우-눈을 감은 상태)

2.2 눈 영역 밝기 평균(F1) 및 분산(F2)

F1과 F2는 앞서 취득한 눈 영상에서 검출하였고, 그 결과는 (그림 4)와 같다.



(그림 4) 눈 영역 밝기 평균(F1) 및 분산(F2)

2.3 이진화 후 흑화소 영역 비율 (F3)

영상에서 특정 경계값을 기준으로 화소값을 흰색 혹은 검은색으로 분류하는 방법을 이진화라고 한다. 하지만 영상 내에 존재하는 밝기 값은 다양하기 때문에 경계값을 고정할 수 없으므로 Gonzalez와 Woods가 제안한 (그림 5)과 같은 방법을 사용하였다.[2]

1. T 의 초기값 추정하고 오차(ϵ)을 결정한다.
2. 밝기값이 T 보다 큰 화소들로 구성된 영역($G1$)과 밝기값이 T 보다 작은 화소들로 구성된 영역($G2$)의 평균값(μ_1, μ_2)을 계산한다.
3. 새로운 경계값을 계산한다.

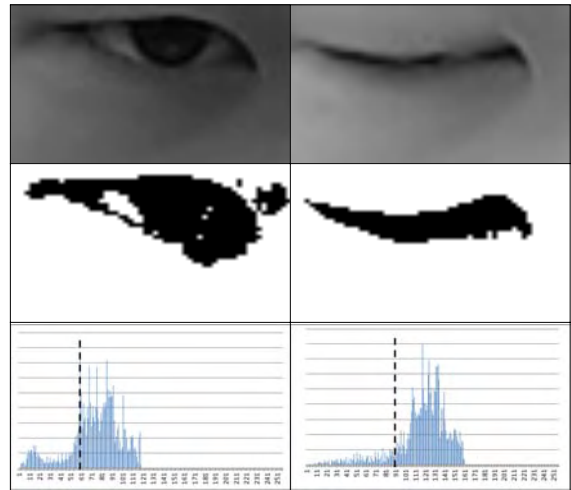
$$T_{new} = \frac{\mu_1 + \mu_2}{2}$$

4. $|T_{new} - T| < \epsilon$ 를 만족할 때까지 2에서 3의 과정을 반복한다.

(그림 5) Gonzalez와 Woods의 자동화 임계치 결정법

(그림 6)은 (그림 5)에 나오는 알고리즘을 이용하여 경계

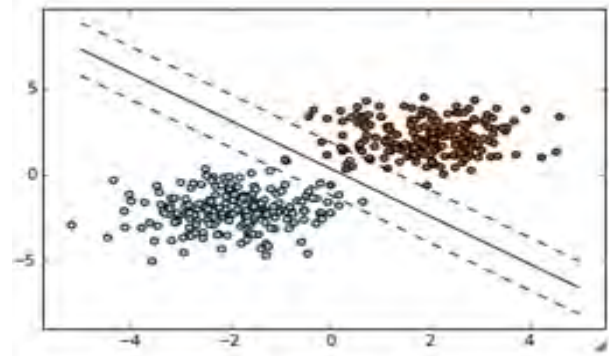
값을 구한 후 경계값 기준으로 이진화를 진행한 영상과 영상을 분석한 히스토그램표이다.



(그림 6) 임계치 변화에 따른 이진화 된 영상

2.4 SVM을 이용한 개폐여부 판별

SVM은 machine learning의 한 모델로 패턴 인식, 자료 분석 등 다양한 분야에서 널리 사용되고 있다. 지도학습 기반의 학습 모델이며 주로 분류와 회귀 분석을 위해 사용한다.



(그림 7) SVM을 이용한 패턴 분류 예시

학습 데이터를 기반으로 새로운 데이터를 이분법으로 분리하는 초평면을 구한 후 그중 가장 큰 폭을 가진 초평면 ((그림 7)의 실선)을 찾는 알고리즘이다.

3. 연구 결과

본 연구에서는 SVM 학습과 분류를 위해 LibSVM에서 제공한 라이브러리를 이용하였으며, 학습데이터로 총 2233개(뜨는 눈 - 1190개, 감은 눈 - 1043개)를 이용하였고, 사용된 옵션은 SVM-Kernel은 RBF(radial basis function)를 사용하였고 Gamma는 1/3, Coef0은 0, Cost는 1을 사용하였다.

결과 예측에 사용된 데이터는 총 2000개(뜨는 눈 - 1200개, 감은 눈 - 800개)를 이용하였고, 결과는 <표 1>과 같다.

<표 1> 실험 결과

	실제 열림	실제 닫음
예측 열림	996(83%)	168(21%)
예측 닫음	204(17%)	632(79%)

4. 결론

본 연구에서는 눈 영상에 눈동자의 패턴을 분석하는 방법 없이 영상에서 쉽게 검출할 수 있는 특징 값 3개와 SVM을 이용하여 개폐여부를 알 수 있는 방법을 제안하였다. 그 결과 전체 정확도 81.4%가 나왔으며, 추후 연구에서는 추가적인 특징 값을 이용하여 정확도를 높이고 실제 시선 추적 장치와 결합한 연구를 수행할 계획이다.

Acknowledgement

이 논문은 2015년도 정보(교육부)의 재원으로 한국과학창의재단(대학단계프로그램(URP)지원사업)의 지원을 받아 수행된 연구임

참고문헌

- [1] 한학용 “패턴인식 개론 MATLAB 실습을 통한 입체적 학습”, 한빛미디어(주)
- [2] Gonzalez and Woods, Digital Image Processing , Prentice Hall