

운전자 졸음 감지 시스템을 위한 눈 추적 방법

*김정욱, **장성걸, 박종일[†]
 한양대학교 컴퓨터·소프트웨어학과
 jukim@mr.hanyang.com

Eye Tracking Method for Driver Drowsiness Detection System

*Jeonguk Kim, **Xingjie Zhang, Jong-Il Park[†]
 Dept. of Computer and Software, Hanyang University

요 약

운전자 졸음 감지 시스템에서는 운전자의 눈의 위치를 정확하게 검출하고 추적하는 것이 중요하다. 각막 반사를 이용한 눈동자의 명암 차를 이용하여 동공의 위치를 정확하게 검출할 수 있다. 그러나 눈을 깜빡이는 순간에는 각막 반사 현상이 나타나지 않아 눈 검출에 실패하게 된다. 본 논문에서는 각막 반사와 템플릿 매칭을 이용하여 운전자가 눈을 깜빡이는 상황에도 지속적으로 두 눈의 위치를 정확하게 검출할 수 있는 시스템을 제안한다.

1. 서론

최근 두 눈의 깜빡임을 이용한 실시간 졸음운전 감지 시스템에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. [1-2]. 실시간으로 운전자의 눈 깜빡임을 감시하려면 두 눈의 위치를 지속적으로 정확하게 검출하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 먼저 각막 반사현상으로 나타나는 동공의 명암 차를 이용하여 두 눈의 위치를 검출 하였다. 그러나 각막 반사 현상은 동공이 영상에 보이는 상황에만 나타나기에 눈을 깜빡이는 순간에는 눈 검출에 실패하게 된다. 본 논문에서는 각막 반사와 템플릿 매칭 방법을 함께 사용하여 지속적이고 정확한 눈 검출을 진행할 수 있는 시스템을 제안한다.

본 논문에서 우선 두 개의 서로 다른 위치에 배치에 되어 있는(근축, 원축) 적외선 조명을 교차로 비추어 각막 반사 현상이 일어나게 하였다. 그림 2 에서 보여주듯이 근축 조명환경에서 얻어진 영상에서는 Bright pupil 현상이 나타나게 되고 원축조명에서 얻어진 영상에서는 Dark pupil 현상이 나타나게 된다. 이 때 두 영상의 명암 차를 이용하여 두 눈의 위치를 검출할 수 있다 [3]. 하지만 운전자가 눈을 깜빡이는 순간에는 검출에 실패하게 된다.

본 논문에서는 각막 반사현상과 템플릿 매칭 방법을 함께 이용하여 눈을 깜빡이는 상황에서도 두 눈의 위치를 정확하게 검출하였다.

2. 눈 검출

눈 추적 시스템을 구현하기 위해 먼저 눈 검출 시스템을 구현하여 눈을 검출하고 검출 된 영상을 얻는 과정이 선행되어야 한다. 본 논문에서 눈 검출 시스템을 구현하기 위해 두 개의 적외선 조명을 교차로 비추어 각막을 반사 시켜 눈을



그림 1. 눈 검출 하드웨어 시스템



그림 2. 차 영상 하여 동공 영역을 얻는 과정

검출하는 시스템을 사용한다. 이 시스템을 구현하기 위해 그림 1 과 같은 하드웨어를 구성한다.

위와 같은 시스템으로 얻은 연속된 밝은 동공 이미지 영상과 어두운 동공 이미지 영상을 이용하여 눈을 검출한다. 연속된 두 개의 프레임은 하나는 밝은 동공 이미지, 다른 하나는 어두운 동공 이미지 이므로 그림 2 와 같이 이웃하는 프레임끼리 차영상을 하여 새로운 연속된 영상을 얻는다

[†] 교신 저자



그림 3. 눈 추적 실험 결과((a)-입력영상, (b)-각막 반사를 이용한 눈 검출 결과, (c)-제안하는 눈 추적 시스템 결과)

3. 눈 위치 추정

각막 반사를 이용하면 눈을 뜨고 있는 상태에서는 효과적으로 두 눈의 위치를 검출할 수 있다. 그러나 눈을 감으면 각막 반사 현상이 나타나지 않아 검출에 실패하게 된다. 이때 본 논문에서는 템플릿 매칭을 이용하여 두 눈의 위치를 검출한다.

눈을 떴을 때와 눈을 감았을 때 두 눈 영역의 밝기 값의 분포는 눈동자 부위에서 심한 변화를 나타낸다. 그러나 눈 영역 주위 깜빡임 동작의 영향을 받지 않는 부분의 밝기 값들은 그대로 유지된다. 이런 특징을 이용하여 본 논문에서는 환형 마스크를 이용하여 두 눈의 특징을 추출하고 템플릿 매칭을 진행하였다 (그림 4).

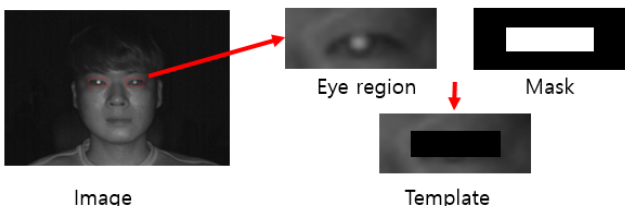


그림 4. 템플릿 생성 과정

4. 실험 결과

실험 결과, 눈을 제외한 주변 값으로 템플릿 매칭하였을 때 끊기지 않는 추적성능을 보였다. 원영상의 크기는 1280x1024 화소이고, 마스크의 크기는 100x60 화소, 매칭 시 제외되는 눈영역은 60x30 화소로 실험하였다. 추적 탐색범위의

크기는 3x3 보다는 5x5 가, 5x5 보다는 7x7 이 더 좋은 추적 결과를 보였지만 연산 량이 늘어 추적 속도가 다소 느려 졌다. 영상 촬영을 더 높은 프레임으로 촬영하게 되면 추적 윈도우의 크기가 작다 하더라도 높은 성능을 보일 것이다.

5. 결론

운전자 졸음 감지 시스템을 위해 눈을 깜빡이는 상황에도 운전자의 상태를 안정적으로 추적하는 눈 추적 시스템을 제안하였다. 적외선 조명에 의한 각막 반사를 이용하여 눈을 검출하여 외부 조명 환경 및 변화에 민감하지 않은 추적을 제안하고, 눈이 검출되지 않은 부분에 대하여 적절한 템플릿 매칭을 통해 눈의 위치를 추정하고 운전자 환경에 적합한 눈 추적 방법을 확인하였다.

향후 연구에서는 운전자 머리의 회전운동도 고려한 더욱 강한 눈 추적 시스템을 개발하고자 한다.

감사의 글

“ 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학 ICT 연구센터육성 지원사업의 연구결과로 수행되었음” (IITP-2016-H8601-16-1005)

참고문헌

[1] 김정규, 이창정, 박중승, “눈동자 검출 및 시선추적을 통한 간접 인터페이스 제어 시스템,” 한국정보기술학회논문지, 6(4), pp. 158-164, (2008)
 [2] 최진모, 송혁, 박상현, 이철동, “운전자 졸음 인식 시스템 구현,” 한국통신학회논문지, 37(8), pp. 711-720, (2012)
 [3] 김정욱, 장성걸, 박종일, “동공 명암 차 현상의 최적 조건에 대한 고찰,” 한국방송공학회 학술발표대회 논문집, 381-383, (2016)