

눈 깜빡임 수 검출을 이용한 안구 관리 프로그램

한상욱*, 원예지**, 이화민**

*순천향대학교 컴퓨터학과

**순천향대학교 컴퓨터소프트웨어공학과

e-mail:(sanguk, leehm)@sch.ac.kr

Eye Management Program using Detection of Eyes Blink Frequency¹⁾

Sang-Wook Han*, Ye-Ji Won**, Hwa-Min Lee**

*Dept of Computer Science, Soonchunhyang University

**Dept of Computer Software Engineering, Soonchunhyang University

요 약

IT 기술은 끊임없는 발전을 거듭하고 있으며 현 인류는 기계와 더불어 살고 있다. Desktop, 스마트폰, 노트북 및 태블릿PC는 물론이고, 스마트 워치와 같은 '웨어러블 디바이스(Wearable Device)'의 등장으로 기계 속 세상에 그들과 함께 살고 있다하여도 과언이 아니다. 단연 잦은 기기 사용으로 인해 가장 영향을 크게 받는 인간의 신체 부위는 '눈'이다. 휴대용 기기(Portable Device)는 휴대에 용이해야 한다는 특징 때문에 그 크기가 점차 작아지고 있다. 따라서 작은 기기에 부착된 화면 역시 크기가 감소하였다. 장시간 작은 화면을 집중하여 보게 되면 눈의 피로가 급방 쌓이게 된다. 이로 인해 안구 건조증 및 시력 저하 발생률이 증가하게 되는데, 영상처리 기술을 이용하여 안구의 깜빡임을 감지하고 일정 수치 이하로 깜빡임 횟수가 미달될 경우에 안구 운동을 권장하는 프로그램을 개발 하였다.

1. 서론

‘몸이 천 냥이면, 눈이 구백 냥(안십중구;眼十中九)’이라는 말이 있다. 사람의 신체는 여러 기관들로 이루어져있고 각 기관들은 각자의 역할을 하며 사람의 생명 활동 유지를 돕는다. 사람의 기관 전체를 천 냥으로 빚었다면, 눈은 구백 냥에 빚낼 수 있을 정도로 그 역할과 중요성이 크다. 사람이 사물을 인지하기 위해서는 눈을 통한 물체의 인식이 가장 먼저 이루어져야한다. 하지만 현대인들은 구백 냥 정도의 중요도를 갖는 눈 건강에 크게 신경 쓰지 않는다. 데스크 톱, TV 뿐만 아니라 스마트폰, 노트북, 태블릿PC와 같은 휴대용 기기(Portable Device)의 작은 화면을 오랜 시간 보며 눈의 피로도를 축적하지만, 축적된 눈의 피로감을 해소하는 데에는 매우 소홀하다.

눈의 크기는 사람의 신체 전반에 비하면 작은 부분을 차지하지만, 눈과 뇌를 연결하는 신경 섬유는 개수만 약 120만개인 복잡하고 예민한 기관이다. 뉴스 기사(2016년 2월 23일자, News1)에서는 ‘화면(Display, Screen)’으로 인해 2050년쯤에는 인구 절반가량이 시력 저하로 안경을 써야 할 것이라고 전망한다. 기사에 따르면 ‘안경을 쓰는 전체 인구 중 1/5가 근시로 인해 안경을 쓰며, 이 현상이 지속된다면 실명 위험이 급증할 것’이라고 언급했다. 고소득 국가일수록 야외 활동 보다 실내 업무가 잦고 노트북,

TV, 스마트폰 등의 기기 사용률이 많아 장시간 화면을 보는 횟수가 잦고 이로 인해 근시를 얻을 위험이 크다고 발표하였다[1].



(그림 1) 학생 건강 검사 표본 조사 자료

(그림 1)은 교육부에서 조사한 건강 검사 표본 조사 자료이다[2]. 청소년기는 성장이 완료되지 않아 외부 환경 요인으로 인한 성장 변화를 확연히 살펴볼 수 있는 시기이다. PC의 등장과 보급화, 스마트폰의 잦은 이용으로 인하여 시력 이상을 앓는 청소년들의 수가 점차 증가하고

1) "본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 대학ICT연구센터육성 지원사업의 연구결과로 수행되었음" (IITP-2019-2014-1-00720)

있으며, 시력 이상의 발생 연령은 점차 낮아지고 있다. 성장기에 있는 청소년기뿐만 아니라 성인 역시 잦은 기기 사용으로 인한 시력 저하를 겪는 사람의 수가 매년 증가하고 있다. 안경이나 콘택트렌즈를 착용하거나, 시력 교정 수술을 받는 사람의 수가 매년 증가함을 통해 알 수 있다.

2. 관련연구

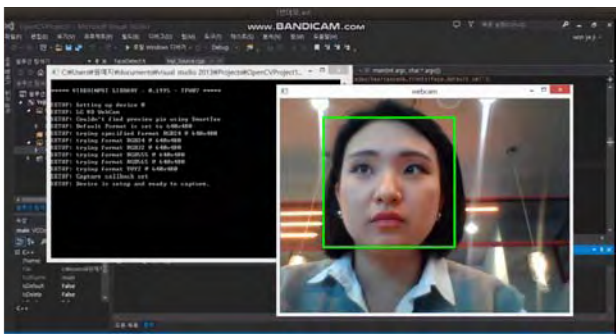
2.1 눈 운동의 필요성

무언가에 집중을 하지 않는 경우, 사람의 평균 눈 깜빡임 횟수는 분당 약 20~25회이다. 작은 기기를 집중하여 보는 경우, 눈 깜빡임 수가 분당 약 10회 미만으로 일반 상황보다 절반 가까이 그 수가 감소한다. 대한 안과 협회에서 고등학생 15명을 대상으로 인터넷 강의 시청, 컴퓨터 게임을 하는 경우의 눈 깜빡임 횟수를 측정하는 실험을 진행하였는데, 인터넷 강의를 시청하는 경우 눈 깜빡임 횟수는 20.63 ± 11.21 회, 컴퓨터 게임을 하는 경우는 5.44 ± 3.29 회로 측정되었다. 이를 통해 보다 깊은 집중을 요하는 작업을 하는 경우 눈 깜빡임 수가 보다 더 감소함을 알 수 있다[3].

2.2 OpenCV를 활용한 영상처리

본 논문에서는 PC 사용자의 눈 깜빡임 수를 실시간으로 측정하는 것이 핵심 기술이므로, OpenCV를 활용하여 개발한다.

OpenCV 내 'Face Detection' 라이브러리는 사람의 얼굴을 인식하여, 인식한 얼굴 위로 사각형 영역을 표시한다. 인식은 프레임(frame) 단위로 이루어지는데, 실제 움직임과 화면상 움직임 간에 1~2초 정도의 지연(delay) 현상이 나타난다. 프레임 수를 줄여 지연 현상을 해결할 수 있으나, 프레임 간 시간차가 커지기 때문에 인식의 정확도를 낮추게 된다. 또한 얼굴 뿐 만 아니라 화면상에 보이는 동그란 물체를 얼굴로 인식하여 인식 영역을 표시하는 현상이 발생하는데 이를 보완하기 위해 다음에서 설명하는 'Luxand FaceSDK'를 함께 사용한다.



(그림 2) OpenCV 실행 화면

2.3 Luxand FaceSDK

Luxand 사(社)에서 개발한 소프트웨어 개발 키트

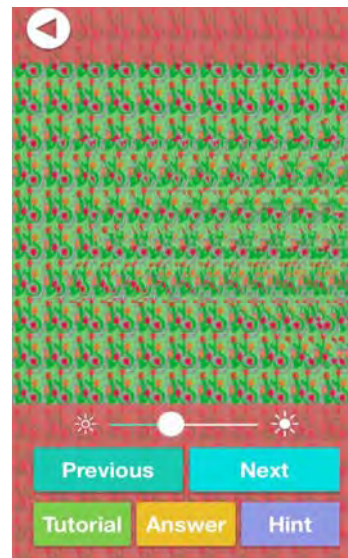
(SDK)이다. 주요 기능으로는 OpenCV와 마찬가지로 안면 검출, 표정 감지, 성별 감지, IP카메라(유/무선 인터넷 연결 실시간 영상 송출 카메라) 등이 존재한다.[4]

LuxandFace SDK는 툴(tool)자체가 OpenCV보다 가볍고 인식 속도가 빠르다는 장점을 가지고 있다. 따라서 OpenCV 라이브러리에서 나타났던 지연 현상이 발생하지 않으며, 얼굴 인식 정확도 역시 Luxand FaceSDK가 우수하다.

두 프로그램의 장점을 조합하여, 본 연구에서는 Luxand FaceSDK를 통한 전반적 안면 인식 작업을 진행하며, 인식된 데이터를 목적에 맞게 가공하는 작업을 OpenCV 라이브러리로 진행한다. Luxand FaceSDK는 OpenCV와 마찬가지로 인식된 얼굴 위로 사각형 영역을 표시한다. 사용 라이브러리의 종류에 따라 특정 요소를 검출할 수 있다. 이를테면 표정 감지 라이브러리를 사용하는 경우, 입 꼬리와 입술 곡선의 형태, 입이 벌어진 정도를 감지하여 웃는 정도를 인식하여 인식 영역 아래 0~100(%)의 값으로 나타낸다.

2.4 관련 어플리케이션

2.4.1 Eye exercise stereogram



(그림 3) Eye Exercise Stereogram 실행 화면

해당 어플리케이션은 Mask picture에 숨겨둔 3D 이미지를 찾아내는 것이다. 흔히 '매직아이'라고 알고 있을 것이다. 숨겨둔 이미지를 찾기 위해서는 눈 근육을 이용하여 원근조절을 해야 한다. 따라서 안구 근육의 탄력성을 재생하는데 효과가 있을 것으로 예상된다.

본 논문에서 개발한 어플리케이션이 해당 어플리케이션과 차별된 점은 PC환경에서의 사용, 눈 깜빡임 수 측정에 있다. 기존 어플리케이션들은 모바일 기기에서의 사용에 최적화 되어있으며 별도의 눈 깜빡임을 검출하지 않는다

다. 본 과제는 사용자의 상태를 측정하여 눈 운동 프로그램을 자동 실행한다는 점에서 기존 프로그램이 가진 단순 실행보다 효과적일 것으로 예상된다.

3. 연구내용

3.1 시스템 구성 요소

OpenCV와 Luxand FaceSDK를 사용하여 개발하고, 사용자 패턴 그래프는 Java로 개발하였다. WebCam은 ‘로지텍’사의 ‘C310’ 제품을 이용하였고, 사용자가 보유한 WebCam의 제조사 및 품번에 관계 없이 사용이 가능하며, 노트북의 내장 WebCam으로도 눈 깜빡임 수 검출을 하는데 전혀 문제가 없다.

<표 1> 시스템 구성 요소

| 시스템 구성요소 | 시스템 세부 내용 |
|------------------|-----------------------------------|
| Server | Window 8.1 64bit |
| Client | Web |
| Database | SQL Developer |
| Develop Language | C++, Java, SQL |
| API | OpenCV |
| SDK | Luxand FaceSDK |
| Develop Tools | Visual Studio2013, Eclipse Photon |
| Camera | Logitech C310 |

3.2 시스템 시나리오

설정된 주제를 구현하기 앞서 구체적인 시나리오를 작성하고 이를 바탕으로 실질적인 프로그램으로 구현한다. 가장 초기에는 모바일 기기에서의 실행을 목표하였으나, 단시간으로 자주 사용하며 유동적인 모바일 기기 사용 환경 상태를 고려하여 PC에서의 실행으로 환경을 제한하였다. 정적 환경이며 앉은 자리에서 화면을 시청하는 시간이 더 긴 작업을 주로 수행하기 때문이다.

초기에는 사용자에게 선택권을 부여하여 눈 운동 프로그램이 띄워지기까지의 시간과 프로그램의 지속 시간을 설정하도록 시나리오를 설정하였다. 하지만 사용자에게 눈 운동 프로그램이 띄워지는 시간을 자체적으로 입력 받는 과정이 반드시 필요하지 않다고 판단하였다. 예를 들어, 사용자가 20분이 경과한 후 눈 운동 프로그램을 띄우도록 설정한다고 가정하자. 20분이 흐른 후 운동 프로그램을 띄우는 것은 알람기능의 구현일 뿐 사용자의 눈 깜빡임 수 측정을 실질적으로 사용할 수 없다는 판단이 들었다. 또한 눈 운동 프로그램의 지속시간의 경우 사용자가 매우 짧은

시간 단위로 설정한다면 사용에 있어서 큰 의미가 없다고 판단하였다. 따라서 사용자에게 부여한 선택권을 회수하여 설정한 최종 시나리오는 다음과 같다.

<표 2> 프로그램 시나리오

1. 사용자가 눈 깜빡임 인식 프로그램을 실행한다.
 - 1_1. 사용자에게 시간을 입력받아 눈 운동 프로그램이 실행되기까지의 시간을 설정한다.
 - 1_2. 사용자에게 눈 운동 프로그램이 실행될 시간을 입력받는다.
2. 프로그램을 실행시켜둔 채로 사용자는 타 업무를 진행한다.
3. 이 때, 프로그램은 계속하여 사용자의 눈 깜빡임 수를 측정한다.
4. 사용자가 집중을 하여 눈 깜빡임 수가 일정 수치에 미달된 경우 눈 운동프로그램을 띄운다.
5. 사용자가 입력한 시간동안 눈 운동 프로그램이 지속되며 종료한다.
6. 사용자가 진행하던 업무 화면으로 다시 돌아간다.

<표 3> 시스템 알고리즘

1. 프로그램 실행
2. 사용자의 눈 깜빡임 수 측정
3. 일정 수 이상인 경우는 계속하여 측정
4. 일정 수 미달인 경우는 눈 운동 프로그램 POP-UP
5. 눈 운동 프로그램 실행
 - 5_1. 실행하는 동안에도 사용자의 눈 깜빡임 측정
 - 5_2. 실행하는 동안 측정된 데이터 값을 데이터베이스에 저장
6. 사용자가 눈 운동을 진행한 경우 자동으로 종료

3.3 구현 내용

초기에 구상한 깜빡임 수에 대한 처리 방법은 ‘Time 함수’를 사용하여 실시간으로 사용자의 눈 깜빡임 수를 측정하는 것이었다. 하지만 이 방법은 코드 작성 자체가 복잡하며, 매우 큰 메모리 사용이 필요하다. 따라서 사용자의 PC 상태에 따라 1초~2초 가량 delay 되는 현상이 발생하며, 타 프로그램의 실행 속도에 영향을 주게 되어 비효율적이다. Luxand faceSDK는 사용자의 눈 상태를 프레임(frame) 단위로 측정하며, 수치 값을 가공하여 백분율(%)로 나타낼 수 있다. 초당 30 프레임 단위(fps)로 사용자의 눈 open 상태를 측정한다. 사람의 눈은 초당 15 프레임 정도로는 깜빡임 현상을 측정하는 어려움이 있다는 Nyquist 정리에 의거하여 30 프레임 단위로 측정한다. 사용자가 눈을 깜빡이는 과정을 0부터 100사이의 값으로 나타내고, 이를 통해 눈 깜빡임 횟수를 알아낼 수 있다.

<표 4> 설정 사항

- | |
|--|
| 1. 1초당 30 frame으로 사용자의 깜빡임을 검출 |
| 2. 사용자의 눈 뜬 상태가 30% 미만이면 감은 것으로 판단 |
| 3. 누적된 사용자의 눈 뜬 상태 frame수가 300 미만인 경우 눈 운동 프로그램을 POP |
| 4. 눈 운동 프로그램의 지속시간은 5초후 종료 |

기본 설정 상태에서는 초당 1000 프레임 정도의 속도로 사용자의 눈 상태를 검출한다. 하지만 빠른 판단을 위해 검출 속도를 낮추어 초당 30 frame을 검출하도록 설정한다. 눈을 뜨고 감은 정도를 0~100%로 나타내는데, 30%아래로 측정된 경우를 감은 상태로 판단하여 30보다 작은 수가 검출되면 눈을 감은 상태로 판단한다. 누적된 눈을 뜨고 감은 상태 값이 300미만이 된다면 눈 운동 프로그램을 띄운다. 위 설정사항은 개발을 위해 빠른 응답을 확인하기 위한 설정사항이며, 사항 2,3,4는 수정이 가능하다.

<표 5> 핵심 소스 코드

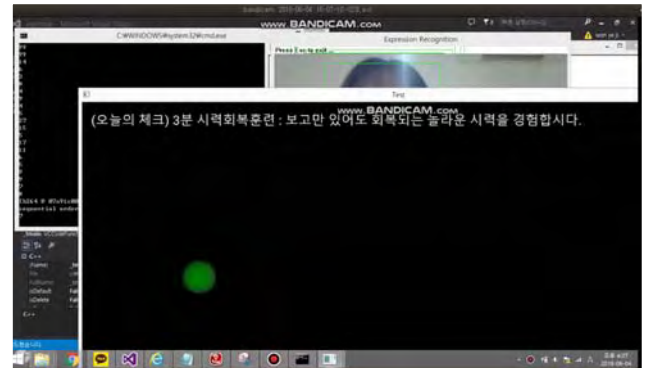
| | |
|-----|--|
| 1. | if((int)(ConfidenceEyesOpen*100)>60) { |
| 2. | ①nEye++; |
| 3. | nEye3++; |
| 4. | }else if((int)(ConfidenceEyesOpen*100)<20) { |
| 5. | ②nEye2++; |
| 6. | } |
| 7. | if(nEye2>5) { |
| 8. | nEye2 = 0; |
| 9. | nEye = 0; |
| 10. | } |
| 11. | if(nEye>100){ |
| 12. | nEye3 = 0; |
| 13. | frame = cvQueryFrame(capture2); |
| 14. | cvShowImage("Test", frame); |
| 15. | cvWaitKey(1); |
| 16. | nflag2++; |
| 17. | |
| 18. | if (nflag2 > 10) { |
| 19. | nEye = 0; |
| 20. | nEye2 = 0; |
| 21. | nflag2 = 0; |
| 22. | cvDestroyWindow("Test"); |
| 23. | } |
| 24. | } |

위 코드는 사용자의 눈 검출과 운동 화면이 출력되는 소스코드이며 본 과제의 핵심이라고 할 수 있다. ①눈을 뜬 상태(60% 이상으로 설정)를 저장하는 변수와 ②눈을 감은 상태(20% 미만으로 설정)를 저장하는 변수를 따로 설정하여 ③사용자의 눈 깜빡임을 나누어 측정한다. 이를

④조건문을 사용하여 눈을 뜬 정도가 일정 수치 이상이면 (눈을 많이 감지 않은 상태) 눈 운동 화면을 자동으로 화면에 띄운다. 설정 사항은 사용자의 데이터를 바탕으로 분석하여 수정이 가능하며, 사용자에게 알맞은 데이터 수치를 입력한다면 보다 정확한 검출이 가능할 것으로 예상된다.

3.4 실행 화면

프로그램을 실행하면 위와 같은 첫 화면이 나온다. 사용자의 얼굴 위로 인식 사각형 영역을 표시하며 자동으로 사용자의 눈을 뜨고 감은 정도를 측정한다.



(그림 4) 눈 운동 프로그램 실행 화면

4. 결론

기기 사용이 만연한 현대인들은 ‘눈’에 대한 소중함과 중요성을 보다 더 깨닫고, 그의 건강을 지키기 위한 방법을 모색하여야 한다. 단순히 ‘본다’라는 행위의 주체를 넘어 눈은 인간의 생활 및 생명유지 그 자체의 주체라고 하여도 과언이 아니다. PC 사용 시간을 한정하여, 일정 시간이 지나면 눈의 피로감을 풀어주어야 하지만, 단순 알람 기능은 사용자에게 강제성을 요하지 않기 때문에 비효율적이다. 본 논문의 경우, 눈 운동 화면이 진행되는 동안에도 측정이 진행되기 때문에 화면을 따라 운동을 한다면 자동으로 종료될 것이고, 그렇지 않다면 화면이 멈추어 수동으로 종료된다. 눈 운동 화면만 따라 눈을 움직인다면 프로그램을 직접 종료하여야 하는 수고를 덜 수 있기 때문에 화면을 따라 운동 할 사용자가 높을 것으로 예측한다.

참고문헌

- [1] 유창선, “스마트폰으로 2050년 인구 절반이 안경 착용”, 2016.2.23., <http://www.etnews.com/20160223000147>
- [2] 정재영, “스마트폰과 시력 저하… 객관적·과학적 근거를 찾아서”, 2017.8.12., <http://news.zum.com/articles/39694146?cm=popular>
- [3] 김준성, 조경준, and 송종석. “청소년에서 컴퓨터 작업의 종류와 작업 시간이 눈깜박임 횟수와 안구건조에 미치는 영향.” 대한안과학회지 48.11 (2007): 1466-1472.
- [4] Luxand FaceSDK, <https://www.luxand.com>