

IoT 안구건조증 방지 안경

김윤우, 김재훈, 배유나, 송연주, 이주희, 우수연, 김수민*

한국공학대학교 전자공학부

kimyw97105@tukorea.ac.kr, *suminkim@tukorea.ac.kr

IoT Glasses to Prevent Dry Eye Syndrome

Yoon Woo Kim, Jae Hoon Kim, Yoo Na Bae, Youn Joo Song, Ju Hee Lee, Soo Yeon

Woo, Su Min Kim*

Dept. Electronics Engineering, Tech University of Korea

요약

본 논문은 전자기기 사용 등으로 증가하고 있는 현대인의 안구 건조증 문제에 초점을 맞추어 사용자가 자신의 눈 깜빡임 습관을 인지하여 이를 개선할 수 있도록 하는 IoT 시스템에 관한 것이다. 구체적으로 스마트폰 카메라, 웹캠 등을 이용하여 OpenCV 기반으로 딥러닝을 거쳐 사용자 안구를 인식하고, 그 데이터를 개인화 데이터베이스로 구축한다. 이 데이터를 기반으로 사용자가 일정시간 동안 눈을 깜빡이지 않을 경우, VR 안경에 장착된 진동 센서를 통해 알람을 전달하고, 사용자는 모바일 앱을 통해 자신의 눈 깜빡임 분석 결과 및 다양한 안구 건강관리 서비스를 경험할 수 있게 한다.

I. 서론

해마다 안구건조증으로 고통을 호소하고 있는 환자들이 증가하고 있는 추세이다. 국민 건강보험 공단에서 빅 데이터를 활용해 안구건조증 환자의 실태를 조사한 결과, 2013년부터 2017년까지 매년 평균 2.1%씩 증가해 왔음을 알 수 있다 [1] (그림 1 참조). 젊은 층에서 발생하는 안구건조증의 주요 원인은 장시간의 전자기기 사용으로 인해 눈 깜빡임 빈도가 줄어드는 것이며, 이에 대한 근본적인 해결 방안은 눈 깜빡임을 유도하는 것이다 [2].

본 논문에서는 사용자의 안구건조증을 방지하기 위한 서비스를 사물인터넷(IoT)을 기반으로 딥러닝, 데이터베이스, 클라우드 서버 등의 기술과 융합하여 구현한다.

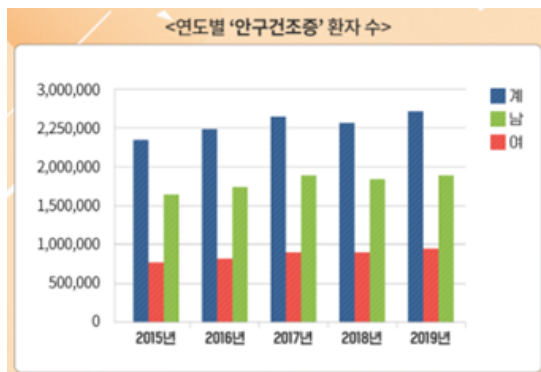


그림 1. 연도별 안구 건조증 환자 수 [2]

II. 시스템 구성

그림 2는 본 논문에서 제안한 서비스 구성도이다. 전체 서비스의 흐름을 보면 가장 먼저 카메라를 통해 실시간으로 사용자의 눈을 인식하고, 눈 깜빡임 사이 시간을 MySQL로 전송하여 데이터베이스를 구축한다. 이후 자체 개발한 데이터 분석 시스템에서 눈 깜빡임을 분석한 후, 사용자의 VR 안경과 통

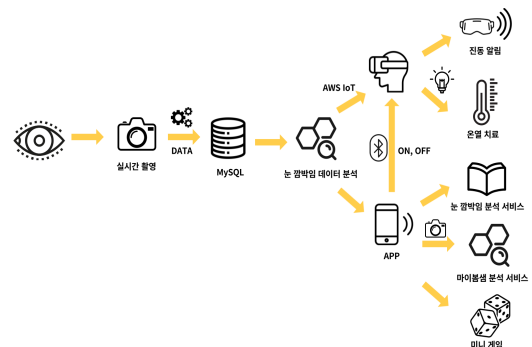


그림 2. 서비스 구성도

신하면서 일정 시간 동안 눈을 깜빡이지 않을 경우, 진동 센서를 통해 알람을 준다. 동시에, 사용자가 로그인한 애플리케이션에서 자신의 눈 깜빡임 분석 결과와 안구 건강상태 분석, 미니 게임 등의 서비스를 제공하도록 한다.

그림 3은 제안 시스템의 구동을 위한 소프트웨어 프로그램 구성도이다. 눈 깜빡임 인식 구현부에서는 Raspberry Pi의 카메라 모듈을 사용하여 실시간 촬영을 진행한다. 눈의 깜빡임을 인식하기 위해 OpenCV 기반의 딥러닝 라이브러리 Dlib [3]의 facial landmark detection을 사용한다.

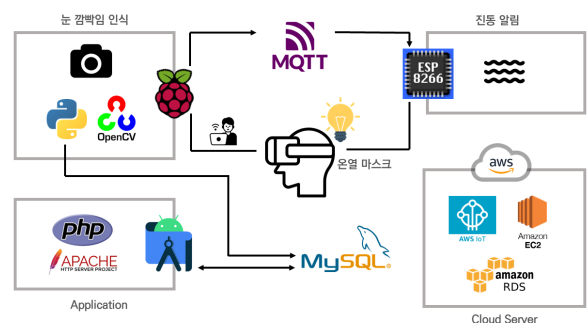


그림 3. 프로그램 구성도

그림 4, 그림 5와 같이 촬영을 통해 검출된 눈 모양의 p1부터 p6까지의 좌표를 통해 EAR (Eye Aspect Ratio, 눈 영상비)을 계산한다. EAR은 식 (1)로 계산하여 도출하며, 본 논문에서는 EAR이 0.2 이상일 때 눈을 뜨고 있는 것으로 설정하였다.

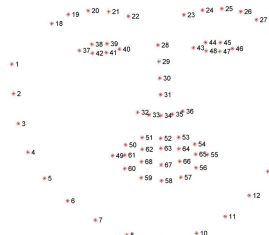


그림 4. Dlib 의 68 facial landmarks [4]

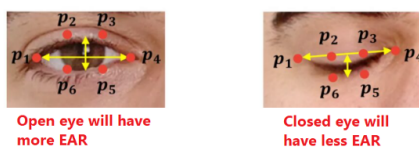


그림 5. Dlib 의 눈 모양 검출 [4]

$$EAR = \frac{\|p_2 - p_6\| + \|p_3 - p_5\|}{2 \|p_1 - p_4\|} \quad (1)$$

클라우드 서버는 아마존 AWS (Amazon Web Service)를 이용하였으며, 애플리케이션은 Android Studio로 구현하였다. 진동 알림 구현부에서는 ESP8266 보드와 Raspberry Pi 간의 MQTT 메시지 통신을 통해, 일정 시간 눈 깜빡임이 인식되지 않을 경우, 진동 센서에서 진동 알림을 울리도록 제어한다. ESP8266 모듈과 AWS IoT 서버는 와이파이 AP를 통해 무선으로 연결되도록 하였다. AWS IoT 서버는 브로커 역할을 하고, 카메라 모듈을 초 간격으로 설정하여 눈의 상태를 지속적으로 측정하여 눈을 뜬 경우에는 'Open', 눈을 감은 경우에는 'Close' 메시지를 AWS IoT 서버에 저장한 후 ESP8266 모듈로 전송한다.

III. 구현 결과

그림 6은 제안 안구건조증 방지 안경의 H/W 구현 결과를 모습이다. 안경 본체는 VR Glass 형태로 3D 프린팅으로 구현하였고, 카메라 모듈이 장착된 Raspberry Pi, 진동 센서가 장착된 ESP8266 및 배터리로 구성된다.

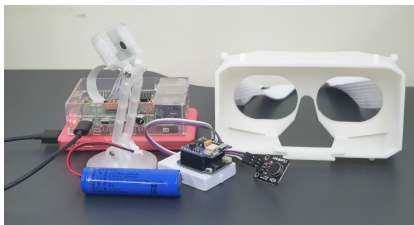


그림 6. HW 구현 결과물

그림 7은 본 논문에서 다루는 안드로이드 애플리케이션 구현 화면이다. 로그인 페이지에서는 사용자의 ID와 비밀번호를 입력받아 로그인을 진행하거나, 회원가입을 할 수 있도록 하였고, 로그인이 완료된 후에는 사용자가 선택할 수 있는 메뉴를 화면에 보여준다. 안구 건강 분석 페이지에 들어가면 직접 제작한 눈병 예측 서비스 사이트로 이동하게 되며, 사용자는 자신의 안

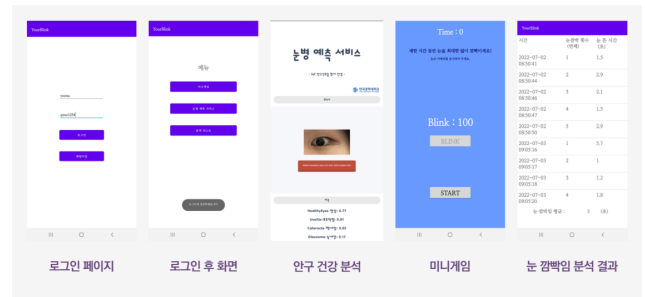


그림 7. 안드로이드 애플리케이션 구현 화면

구 사진을 촬영하거나 업로드함으로써 분석 서비스를 이용할 수 있다. 이 기능에는 안구 질환 확률을 예측해주는 머신러닝 모델이 탑재되어 있다.

미니게임 화면에서는 사용자의 눈 깜빡임 횟수에 따라 숫자를 출력해주는 데, 추후 사용자가 안구를 이용하여 즐길 수 있는 다양한 게임을 제작하여 제공할 계획이다.

마지막으로 눈 깜빡임 분석 결과 페이지에서는 해당 사용자의 눈 깜빡임 횟수와 눈을 뜨고 있는 평균 시간 등을 도표 형태로 출력하여 자신의 눈 깜빡임 습관을 인지할 수 있도록 한다.

IV. 결론

본 논문에서는 IoT 기반의 안구건조증 방지 안경을 제안하고 실제로 구현하였다. 사용자가 자신의 눈 깜빡임 습관에 대해 인지할 수 있도록 카메라를 통해 데이터를 수집하고, 이 데이터는 개인화하여 데이터베이스에 저장한다. 실시간으로 데이터를 분석하여 VR 안경에 연결된 진동센서를 통해 사용자에게 알림을 주기도 하며, 모바일 애플리케이션을 통해 사용자가 직접 자신의 눈 깜빡임 분석 결과와 안구 건강 서비스, 미니게임 등의 서비스를 이용할 수 있도록 구현하였다. 특히, 사용자가 해당 서비스를 이용할수록 분석한 데이터가 축적되며, 이를 활용해 더욱 정확한 분석 결과를 제공한다는 점에서 개발자 및 사용자와의 지속적인 상호작용도 기대할 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 ICT혁신인재 4.0 사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2022-RS-2022-00156326).

참고 문헌

- [1] 안구건조증 환자 매년 2.1% 증가.. 스마트폰과 미세먼지 등 영향, 메디게이트 뉴스, June 2018, Online: <https://medigatenews.com/news/2473781249>.
- [2] 건조한 겨울철, 눈 건강 지키기! 생활 속 안구건조증 예방법은?, 대웅 제약 뉴스룸, Nov. 2020, Online: <https://newsroom.daewoong.co.kr/archives/9065>.
- [3] Dlib C++ Library, Online: <http://dlib.net>.
- [4] Eye Aspect Ratio(EAR) and Drowsiness Detector Using Dlib, Apr.2021, Online: <https://medium.com/analytics-vidhya/eye-aspect-ratio-ear-and-drowsiness-detector-using-dlib-a0b2c292d706>