

# 딥 러닝 기반 객체 인식기술을 이용한 사용자 눈동자 인터랙션 서비스 개발

김다진<sup>1</sup>, 배상은<sup>1</sup>, 김병규<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>숙명여자대학교 IT공학과

e-mail : \*bg.kim@sm.ac.kr

## Development of User Eye Interaction Service Based on Deep Learning-based Object Detection Technology

Da-Jin Kim<sup>1</sup>, Sang-Eun Bae<sup>1</sup>, Byung-Gyu Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept of IT Eng., Sookmyung Women's University

e-mail : \*bg.kim@sm.ac.kr

### 요 약

본 연구에서는 추가적인 장비가 필요 없는 딥 러닝 기반의 사용자 눈동자를 검출하고 추적하여 다양한 사용자 서비스를 제공하는 서비스를 개발한다. 대부분 기존의 Eye tracking 시스템은 고가의 장비를 필요로 한다. 본 연구에서는 이를 구현하기 위하여 딥 러닝 기반의 객체 검출 기술을 이용하고 일반적인 카메라 (웹캠)을 사용하여 시선의 방향을 추출하고 이를 이용하여 서비스를 설계한다. 제안된 시스템은 다양한 광고 효과 검증 및 정보 증강형 키오스크 등 다양한 서비스에 적용이 가능하다.

### 1. 서론

시각 장애인 및 사회적 약자 계층을 위한 다양한 사용자 인터페이스 기술들이 최근 개발되고 있다. 사용자의 제스처 인식을 통한 장치를 제어하는 기술과 사용자의 눈동자의 움직임을 검출하여 장치나 컴퓨터를 제어하고자 하는 노력들이 꾸준히 이어지고 있는 상황이다.

특히 눈동자 검출 및 인식기술은 손이 자유롭지 않은 사람들을 위해 매우 유용한 기술로 인식되고 있으며 이를 구현하기 위하여 눈동자를 정밀하게 추출하는 기술이 요구되었다. 이로 인해 안경 타입의 장치나 컴퓨터에 별도의 고급 장비가 장착이 되어서 이를 구현 가능하였다[1],[2].

최근의 딥 러닝 기술이 발전함에 따라 이를 통해 객체 인식과 분류 등 다양한 분야에 적용이 되고 있다[3]. 본 연구에서는 딥 러닝 기반의 객체 인식 기술을 활용하여 눈동자, 즉 시선을 추적하여 해당 시선 위치에 정보를 증강시키는 서비스를 제안한다. 제안된 서비스에는 일반적인 웹캠 정도의 카메라를 활용하여 시선 정보를 추출할 수 있도록 기술적으로 구현하였다.

출 시스템 및 서비스 구성도를 보여 주고 있다. 기본적으로 클라이언트 단에서 일반 카메라를 통해 사용자가 검출되면 얼굴 방향을 통하여 눈동자 검출 여부를 결정하도록 하였다. 이를 통해 카메라를 통해 서버로 스트리밍된 영상 데이터에서 사용자의 눈 영역을 추출한다. 추출된 영역에서 눈동자 부분을 검출하는 부분은 별도의 알고리즘으로 구현된다. 또한 서버 측에서는 키오스크 등의 사용자 서비스를 위한 데이터 베이스를 구축하였다.

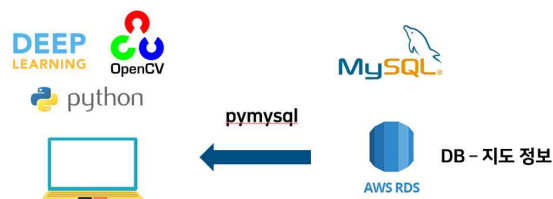


그림 1. 딥 러닝 기반 눈동자 추출 시스템.

그림 2는 개발된 서비스의 전체적인 구조를 보여주고 있다.

### 2. 딥 러닝 기반 눈동자 추출 시스템

그림 1은 본 연구에서 개발된 딥 러닝 기반 눈동자 추



그림 2. 제안된 서비스의 전체 수행 과정.

사용자가 화면 앞에 존재하는지를 판단하고 있다면 눈동자를 검출하고 기준선을 초기화하여 현재 사용자와 화면 상의 거리를 추정한다. 이 후 시선의 움직임 벡터를 이 추정된 거리와 융합하여 화면 상의 어느 위치에 시선이 가 있는가를 계산하고 해당 위치에 정보를 증가시켜 출력해 주게 된다.

그림 3은 실제 딥 러닝 기반의 얼굴의 주요 부위를 추출한 결과를 보여 준다. 이 중에 눈 부분을 먼저 분류하여 검출하게 된다.

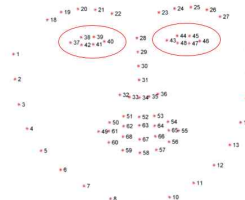
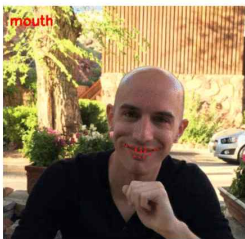


그림 3. 딥 러닝 기반 주요 부위 추출 기술.

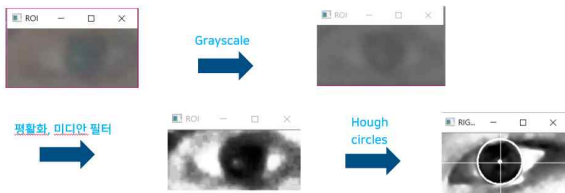


그림 4. 영상 전처리 과정.

그림 4는 추출된 영역에 대한 전처리를 통해 눈동자를 검출하는 과정을 보여 준다. 웹캠의 화질이 낮기 때문에 이러한 전처리 과정은 필수적이다. 그림 5는 실제 추출된 내용을 통해 초기 기준선을 설정하는 과정이다. 좌, 우측에 대한 중심점이 조금의 차이가 있으므로 이를 통해 보정을 해 주어야 한다.

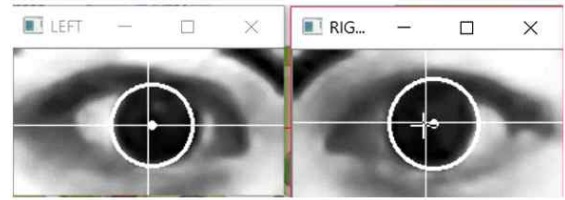


그림 5. 기준선 정렬 과정.

기준 정렬이 된 후 아래 그림과 같이 기준점을 중심으로 추정된 화면과의 거리를 통해 시선의 움직임 벡터를 아래와 같이 계산한다. 이때 특정 영역을 구분하여 해당 영역에 대한 위치 벡터를 지속적으로 평균하여 안정화되도록 개발하였다.

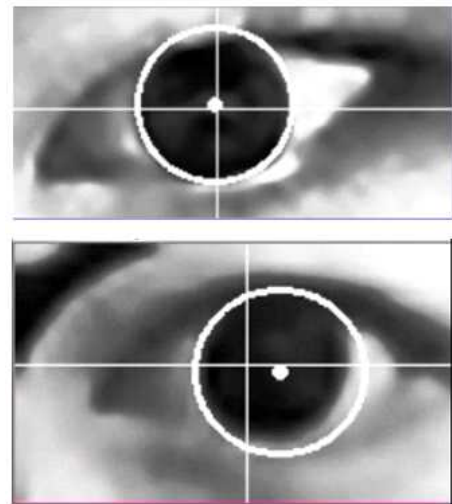


그림 6. 시선 움직임 벡터 추출.

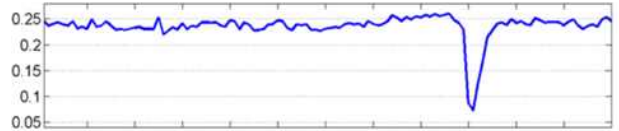
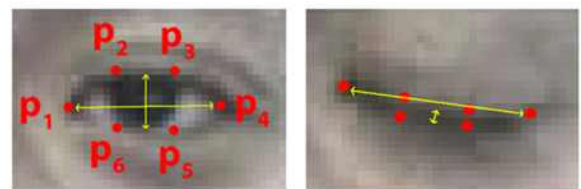


그림 7. 눈 깜빡임 이벤트 검출 원리.

그림 7은 시선이 방향을 가지고 깜빡임을 가질 때 사용자가 추가 정보를 원하는 것을 인식하고 해당 화면 위치에 정보를 증강시켜 준다. 이때 눈 깜빡임은 눈의 가로와 세로 방향의 특징점의 길이 비율을 실시간으로 검출하여 이 값이 충분히 작아지면 깜빡임이 있는 것으로 검출한다.

### 3. 실험 결과

[3] Microsoft, "Seeing AI",  
<https://www.microsoft.com/en-us/seeing-ai>



(a)



(b)

그림 8. 시선 추적에 따른 실험 화면.

그림 8은 제안된 서비스를 실제 사용자 시선 추적을 통해 보여주고 있다. 시선이 아래쪽으로 움직이므로 아래 쪽 건물 영역이 선택이 되어 있음을 알 수 있다(그림 8(a)). 이 후 눈을 깜빡이면 해당 건물에 대한 정보가 우측 아래에 제공됨을 볼 수 있다(그림 8(b)).

### 3. 결론

본 연구에서 제안된 딥 러닝 기반의 눈동자 추출 시스템을 통해 눈동자 움직임 기반의 다양한 사용자 서비스를 제공할 수 있으며 사용자의 시선을 통한 응시점 추출로도 기본적인 서비스를 제공할 수 있음을 보였다. 또한 실험을 통해 제안된 서비스가 실제 적용될 수 있음을 보였다. 제안된 기술은 광고 홍보효과 검증이나 다양한 키오스크 등에서 정보를 증강시킬 수 있는 중요한 기술이 될 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] EyeWorks Inc.,  
<http://www.eyetracking.com/Hardware/Eye-Trackers>.
- [2] Jihye Hwang, et al., "EYECANE: Intelligent Situational Identifier for the Blind," Journal of KIISE : Computing Practices and Letters 19.7 (2013): 398-402.