

얼굴 인식 및 눈 깜빡임을 활용한 집중력 수치화 기법

장환곤¹, 박성철², 나상우³, 김민⁴, 이영재⁵, 김영종¹
¹²³⁴⁵승실대학교 소프트웨어학부,
¹승실대학교 소프트웨어학부

myggona@soongsil.ac.kr, parkcheol@soongsil.ac.kr, robbyra@soongsil.ac.kr,
jangofett@soongsil.ac.kr, lik1313@soongsil.ac.kr,
youngjong@ssu.ac.kr

Numericalization of Concentration by Facial Recognition and Blinking

Hwan-Gon Jang¹, Seong-Cheol Park², Sang-Woo Ra³, Min Kim⁴, Yeong-Jae Lee⁵, Young-Jong Kim¹
¹²³⁴⁵School of Software, Soongsil University
¹School of Software, Soongsil University

요 약

일반적으로 사람의 눈은 분당 15~20회 깜빡이는 것으로 알려져있다. 더하여 스마트폰, 게임, 강의수강, 공부 등 특정 매체를 활용하여 눈을 사용하면 깜빡임이 크게 줄어든다는 연구가 이미 여러 존재한다.

이러한 연구 결과를 토대로 본 논문에서는 Python을 이용하여 얼굴과 눈을 인식한 후 눈 깜빡임 정도를 수치화하여 신뢰도 있는 집중도를 도출한다. 또한 이를 통계적으로 적용하는 과정을 통해 사용자의 집중도를 정확히 파악할 수 있는 방법을 제안한다.

1. 서론

컴퓨터와 인터넷의 보급으로 현대 사람들의 화면을 보는 시간은 크게 증가하고 있다. 대표적인 TV를 비롯하여 게임, 업무 등 사람들의 일상에 화면은 큰 부분을 차지하고 있다. 특히, 최근에는 COVID-19의 영향으로 인터넷 강의가 널리 퍼져 공부하기 위해서도 오랫동안 화면을 바라보아야 하는 일이 많아졌다. 이에 본 논문은 화면을 통한 공부 과정에서 실시간 강의의 경우 캠을 키더라도 공부에 집중하는지 혹은 다른 일을 하는지 알기 힘들다는 점에 집중하여 캠을 통한 얼굴 및 눈깜빡임 인식을 통해 유의미한 집중도를 계산하고 집중의 정도를 사용자에게 제공하는 방법을 제안한다.

얼굴인식 및 눈깜빡임을 인식하기 위해 Python의 OpenCV와 Numpy 라이브러리를 이용한다. OpenCV는 실시간 컴퓨터 비전을 목적으로 한 프로그래밍 라이브러리이다. 사용자의 카메라 영상을 수신하고 OpenCV를 이용하여 수신한 영상을 바탕으로 집중도를 계산 한다. 행렬이나 대규모의 다차원 배열을 쉽게 처리할 수 있도록 지원하는 라이브러리인 Numpy를 이용하여 수신한 영상에서 얼굴과 눈의 특징을 추출, 배열로 저장하는 방

식으로 사용자를 인식한다. 이를 통해 눈깜빡임을 확인하여 시간에 따른 집중의 정도를 도출한다.

이러한 눈깜빡임 정보를 의미있는 집중도로 도출하기 위해 집중력을 수치화하는 방법을 제안한다. 수치화한 집중력은 사용자의 집중정도를 시간에 따라 그래프로 보여주고 정규화를 통해 집중한 시간을 시각화할 수 있다. 이 결과를 활용해 사용자는 본인의 집중도가 최고인 시간, 장소, 매체를 적절하게 선택하여 학습 집중도를 더욱 개선할 수 있다.

본 논문에서는 화면을 매체로 한 학습 상황에서 사용자의 집중력을 수치화하여 제공하는 방식으로 공부의 효율을 높이는 방법을 제안한다.

2. 관련연구

2.1 집중과 눈 깜빡임의 상관관계

생리적 반응을 이용한 몰입 경험의 측정과 평가 논문[1]에서 눈 깜빡임과 집중력 사이의 유의미한 관계를 찾아내고, 활용 가능성을 열어 두었다. 따라서 본 논문은 이 상관관계를 학습의 집중도 측정에 활용한다.

2.2 시간에 따른 집중에 관한 연구

시각적 심리생리 피드백을 이용한 사용자 몰입 경험(UX) 평가[2]에서 게임의 종류와 진행에 따른 사용자의 눈깜빡임 정도를 확인하는 연구가 이루어졌다. 눈깜빡임의 신뢰도를 높이기 위해 눈 감음 값이라는 식을 만들어 적용하였고 이 눈 감음 값을 바탕으로 게임이 진행되는 동안의 눈깜빡임의 정도와 집중력의 상관관계를 계산했다. 이 연구를 통해 초반보다 후반의 집중도가 높다는 것을 알 수 있다. 이는 후에 집중도 계산에서 가중치를 계산할때 적용한다.

3. 제안된 방식

3.1 분당 집중도 계산

눈깜빡임을 집중도로 수치화하기 위해서는 시간에 따른 집중력에 대한 계산이 필요하다. 따라서 먼저 눈깜빡임의 정도를 바탕으로 집중도를 계산할때 기준을 분으로 설정하였다. 2장에서 눈깜빡임에 대한 기준 연구를 통해 신뢰성 있는 좌안과 우안의 눈 깜빡임 인식 방법을 제시하고 있다[2]. 따라서 눈 깜빡임 수를 다음과 같이 계산하도록 한다.

$$e_c = \frac{c_l e_l + c_r e_r}{c_l + c_r} \text{ for } c_l + c_r > 0$$

e_l : 왼쪽 눈의 눈감음 값

e_r : 오른쪽 눈의 눈감음 값

e_c : 양쪽 눈의 눈감음 값

c_l : 왼쪽 눈의 눈감음 값의 신뢰도

c_r : 오른쪽 눈의 눈감음 값의 신뢰도

눈을 감은 정도를 통해 신뢰도를 측정하여 좌안과 우안에 대한 눈 감음 값을 계산하고 적용한다.

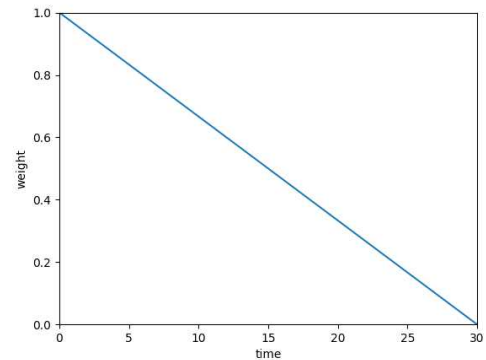
또, 사용자가 집중하고 있는 경우에는 눈 깜빡임의 빈도가 현저히 적어짐을 알 수 있다. 따라서 집중력을 수치화할때 눈 깜빡임은 횟수가 적을수록 집중도가 높아져야하므로 분당 집중도를 다음과 같이 계산하도록 한다.

$$\text{집중도} = \frac{1}{e_c}$$

하지만 이러한 집중도만으로 정확한 비교가 어렵기 때문에 실제로 적용할 때는 계산한 집중도를 Min-Max 정규화로 스케일링하여 사용한다.

3.2 집중점수 계산

2장의 시각적 심리생리 피드백을 이용한 사용자 몰입 경험(UX) 평가[1]에서 이상적인 집중도를 판단할 수 있는 게임 진행 시간에 따른 눈 감음 값을 계산했는데, 초반보다 후반으로 갈 수록 눈 감음 값이 낮아짐을 확인할 수 있다. 따라서 공부도 후반보다 초반에 집중이 어려움을 가정하여 시간에 따라 감소하는 가중치를 집중도 계산에 적용한다. m 은 총 공부한 분 단위 시간이고, w_i 는 분당 가중치이다. 가중치는 초반에서 후반으로 갈수록 작아지도록 하여 초반 집중력에 큰 점수를 부여하도록 한다.



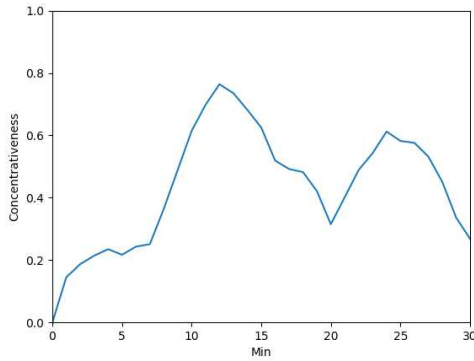
(그림 1) 30분 학습 기준 가중치 예시.

$$\text{집중점수} = \sum_{n=1}^m (\text{집중도}_n \times w_i)$$

집중점수는 0과 1사이의 점수로 표현될 수 있도록 백분위로 환산한다.

3.3 수치화한 집중도 시각화

수치화한 집중도를 사용자에게 의미있도록 제공하기 위해 집중도를 바탕으로 시간에 따른 집중 정도를 시각화하고 총 집중 점수를 계산한다. Python의 여러가지 시각화 도구를 제공해주는 matplotlib 라이브러리를 이용하여 시간에 따른 집중도를 다음과 같이 시각화할 수 있다.



(그림 2) 분당 집중도 시각화 예시.

4. 결론

눈깜빡임에 따라 집중력을 수치화하여 의미있는 집중의 지표를 제공할 수 있도록 하였다. 공부를 하는 동안 자신이 어느 시간대에 얼마나 집중했는지 알 수 있도록 하였고 공부를 마친 후엔 총 집중점수를 제공하여 집중력을 판단할 수 있게 하였다. 이러한 집중력 수치화를 통해 사용자의 효율적인 학습에 도움이 되기를 기대한다.

하지만 지금의 눈깜빡임 정도는 집중이 아닌 졸음시에 깜빡임이 감소하는 상황을 고려하지 않았다. 따라서 향후 졸음의 상황에도 적용할 수 있게 눈을 감은 시간 혹은 얼굴의 움직임 등을 통하여 더 신뢰성있는 집중도를 계산할 수 있도록 할 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

"본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 연구결과로 수행되었음"(2018-0-00209)

참고문헌

- [1] 정주현, 시각적 심리생리 피드백을 이용한 사용자 몰입 경험(UX) 평가, 한양대학교 대학원 석사학위논문, 2013
- [2] 박정순, 생리적 반응을 이용한 몰입 경험의 측정과 평가, 한국디지털디자인학회, 2010