

의도적 깜빡임과 비의도적 깜빡임 분류를 위한 새로운 EOG 파라미터에 관한 연구

New EOG parameters for classifying of voluntary into spontaneous blinking using EOG signals

김송이¹, 차예술¹, 김종화¹, 이의철², 황민철³

¹상명대학교 감성공학과, ²상명대학교 컴퓨터과학부, ³상명대학교 디지털미디어학부

Key words: Voluntary Blinking, Spontaneous Blinking, EOG

1. 서론

눈 깜빡임은 크게 3 가지로 분류된다. 첫째, 뇌의 영역과 관련되어 있는 의도적 깜빡임, 둘째, 외부 자극과는 무관하며 생리적인 지표로 많이 사용되는 비의도적 깜빡임, 마지막으로 뇌의 영향을 거의 받지 않으며 가장 단순한 반응을 보이는 반사적 깜빡임이다 (Kaneko, K. et al., 1999; Skotte, J. et al., 2007). 그 중 EOG(electro-oculogram)신호를 활용하여 인터페이스 에서 많이 활용되고 있는 것은 의도적 깜빡임이며, 주로 selection 으로 쓰이고 있다(Septanto, H. et al., 2009). 이처럼 EOG 신호를 활용하기 위해서는 의도적 깜빡임만을 추출할 수 있는 알고리즘과 이에 사용될 파라미터를 선정해야 한다. 기존 연구들에서는 의도적 깜빡임을 추출하기 위해 EOG 의 Amplitude, Duration, Height 등을 사용해 왔다(Septano, H. et al., 2009; Pander, T. et al., 2008). 하지만 기존 연구들은 모두 EOG 깜빡임 신호에서 Positive 영역의 요소들만을 사용해 온 한계점이 있다. 따라서 본 연구에서는 Positive 영역의 파라미터 뿐만 아니라, Negative 영역의 파라미터까지 고려하여 의도적 깜빡임을 추출하고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 피실험자 및 실험 장비

피험자는 시력에 이상이 없는 대학생 4 명(남:1 명, 여:3 명, 평균 25.4 세)을 대상으로 하였으며, 모니터에서 60cm 떨어져서 집중할 수 있도록 실험환경을 조성하였다. 또한 EOG 데이터를 측정하기 위하여 Amplifier EOG100C(Biopac社)와 데이터 수집을 위하여 LabView2010(National Instrument社)를 사용하였다.

2.2. 실험 방법

눈 깜빡임을 측정하기 위해서 전극 부착 위치는 Vertical EOG 를 측정할 수 있는 우측 안구의 동공을

중심으로 위, 아래 2.5cm 떨어진 지점에 전극을 부착하였으며, Ground 는 이마로 하여 측정하였다. 또한 Amplifier 측정 시 증폭 값은 500 으로 설정하였으며, 데이터는 Rate 500Hz 로 수집하였다.

2.3. 실험 절차

실험 절차는 Signal Monitoring 단계, Pre-test 단계, 본 실험 단계, Online test 단계를 거쳐 총 4 단계에 걸쳐 이루어졌다.

1. Signal Monitoring 단계: EOG raw 신호를 실시간으로 확인하며, 눈 깜빡임 추출을 위한 임계치 값을 설정할 수 있도록 하였다.
2. Pre-test 단계: 5 초 간격으로 총 30 회 불리언이 켜지며, 불리언이 켜졌을 때에만 피험자로 하여금 양측 눈을 모두 깜빡이도록 지시하였다. 이 때, 눈 깜빡임은 최대한 빨리 하도록 하였다. 이 단계에서는 본 실험에서 보다 정확한 눈 깜빡임을 추출하기 위한 pilot test 라고 볼 수 있다.
3. 본 실험 단계: 전 단계에서 도출된 임계치 값이 적용되었으며, 불리언이 랜덤의 시간간격 (3~10 초)으로 총 30 회 깜빡이도록 하였다. 나머지 조건은 전 단계와 동일하게 진행되었다.
4. Online-test 단계: 본 실험으로부터 도출된 임계치 값이 적용되었으며, 불리언의 깜빡임 없이 피험자가 임의대로 의도적인 깜빡임을 하도록 하였다. 이 때, 사용자가 의도적인 깜빡임을 했다고 판단된다면, 피험자에게 시각적인 피드백을 제공하였다.

2.3. 분석 방법

본 연구에서는 실시간으로 의도적 깜빡임과 비의도적 깜빡임을 구분하기 위해서, 먼저 도출된 상한, 하한 임계치 값을 적용하였다. 이를 통해 의도/비의도 깜빡임의 Positive Peak(양의 정점)값과 Negative Peak(음의 정점)을 추출하도록 하였으며, Positive Peak 을 기준으로 양쪽의 valley 값을 도출하게 된다.

편의상 Positive Peak 을 기준으로 좌측은 Pre-valley, 우측은 Post-valley 라고 명명하였다. 또한, Height 는 [Positive Peak amplitude 값- {(Pre valley +Post valley 의 amplitude 값)/2}]로 구하였다. 따라서 의도적 깜빡임을 추출하기 위해서 Negative Peak 을 사용하였으며, 비의도적 깜빡임을 추출하기 위해서 Height 를 활용하였다.

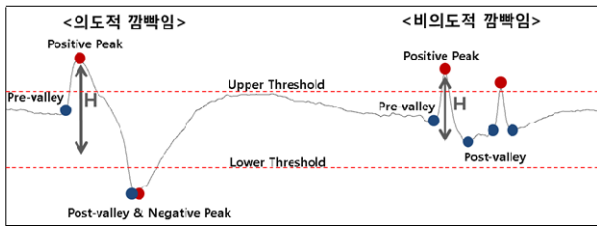


그림 1. 의도/비의도 깜빡임의 EOG 신호 패턴

3. 결과

본 실험 결과 의도/비의도 깜빡일 때의 모든 피험자들의 평균 Amplitude 값은 다음과 같다.

표 1. 의도/비의도 깜빡임의 평균 Amplitude 값

	Positive Amp	Negative Amp	Height
의도적깜빡임	0.343 (±0.199)	-0.367 (±0.251)	0.529 (±0.293)
비의도적깜빡임	0.228 (±0.132)	-	0.277 (±0.200)

의도적 깜빡임의 Positive Peak Amplitude 값과 Height 값이 비의도적 깜빡임보다 크게 나타났다. 그러나 Height 를 이용하여 비의도적 깜빡임을 추출한 정확율(48.3%)은 의도적 깜빡임 정확율(84.3%) 보다 더 낮게 나타났다. 또한 정확율 계산은 기존 연구에서 사용된 방법을 인용하여 사용하였다(Krolak, A. et al., 2010). 이러한 계산방법은 Precision= A/(A+B), Recall=A/(A+C), Accuracy= A/(A+B+C) 로 나타내었다. 본 연구 결과, 모든 피험자들의 평균 정확율은 다음과 같다.

표 2. 정확율 계산 방법

가능한 결과 분포		실제 상태	
		깜빡임有	깜빡임無
추출결과	有	A	B
	無	C	

표 3. 의도/비의도 깜빡임의 정확율 결과(단위:%)

	S1	S2	S3	S4	평균	
의도적	Precision	100	100	100	83.3	95.8
	Recall	81.3	100	84.6	83.3	87.3
	Accuracy	81.3	100	84.6	71.4	84.3
비의도적	Precision	90	76.5	64.3	93.9	81.2
	Recall	67.7	35.1	39.1	69.3	52.8
	Accuracy	62.9	31.7	32.1	66.4	48.3

4. 결론

본 연구에서는 EOG 신호를 사용하여 실시간으로 의도/비의도 깜빡임을 구별하는데 있어서 Negative Peak 이라는 새로운 패러다임을 적용하였다. 또한 이를 통해 추출된 의도적인 깜빡임을 가지고서 인터페이스의 selection 으로 활용하고자 한다. 실험 결과, 의도적 깜빡임에서는 비의도적 깜빡임과 다르게 Negative Peak 의 요소가 EOG 신호에서 명확히 드러남을 볼 수 있었으며, 이를 이용하여 의도적 깜빡임을 추출한 결과 상대적으로 높은 정확율을 보였음을 알 수 있었다. 반면에 비의도적 깜빡임을 추출하기 위하여 Positive Peak Amplitude 에서 도출된 Height 값을 사용하여 시도한 결과 정확율 측면에서는 상대적으로 낮게 나타났다. 따라서 다른 요소를 가지고서 비의도적 깜빡임을 보다 명확하게 추출할 수 있도록 하기 위한 추후 연구가 필요할 것이며, 본 연구에서는 Amplitude 요소만 고려했지만 추후에 Duration 요소를 추가할 필요성이 있을 것으로 사료된다. 또한 본 연구를 통해, EOG 신호를 사용한 인터페이스 분야에 기초 연구로써 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 2011 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단-공공복지안전사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2011-002976).

참고문헌

Kaneko, K. and Sakamoto, K. (1999). Evaluation of three types of blinks with the use of electro-oculogram and electromyogram. *Percept Mot Skills*, 88(3), 1037-1052

Pander, T. et al (2008). An application of detection function for the eye blinking detection. *Human system interaction, 2008 conference on IEEE*, 287-291