

## 프로젝터 영상과 레이저 포인터의 상호작용을 통한 손 떨림 정도 측정 기법

\*박정주 \*이재하 \*박종일<sup>1)</sup>

한양대학교 컴퓨터·소프트웨어학과

\*jjpark@mr.hanyang.ac.kr \*jhlee@mr.hanyang.ac.kr \*jipark@hanyang.ac.kr

Measurement by Essential Tremor through Interaction between the Image  
Projector, Camera and Laser Pointer

\*Jung-Joo Park \*Jae-Ha Lee \*Jong-Il Park

Department of Computer and Software, Hanyang University

## 요약

프로젝터와 레이저 포인터를 이용한 상호작용은 널리 알려져 있다. 상호작용을 통해 레이저가 쓰기 동작을 하는 것처럼 보이게 함으로써 프레젠테이션에 활용하거나 마우스 기능을 대신하여 사용자와 영상간의 상호작용을 수행하였다. 본 논문은 위의 연구를 확장하여 스크린 영상에서 레이저를 실시간 검출하여 떨림 정도를 측정하는 방안을 제안한다. 제안된 방법은 레이저 광점이 찍힌 스크린 영상을 카메라로 다시 입력 받는 과정에서 레이저를 정확하게 검출하고 이를 통해 기준점 대비 실험자의 손 떨림의 정도를 수치화 하여, 손 떨림을 검출하고자 할 때 사용되었던 기존 방법인 자세 떨림(postural tremor)이나 운동 떨림(kinetic tremor)과 같은 직관적 관찰에 비해 떨림의 정도를 효과적으로 나타낼 수 있다.

## 1. 서론

프로젝터와 레이저 포인터를 이용한 상호작용에 관한 연구는 다양한 분야에 활용 되어왔다. 스크린 영상에 나타나는 레이저 포인터를 스캔하여 광점을 추적하거나[1], Eckert et al. [2]이 제안한 카메라가 레이저 포인터를 검출하여 레이저 이동 방향에 맞춰 추적하는 학습보조 시스템, Kirstein et al. [3]이 1999년에 최초로 제안한 카메라 추적 기반 레이저 포인터, 그리고 Olsen Jr et al. [4]이 발표자와 청중이 레이저 포인터를 사용하여 스크린에 투사된 영상을 보며 Scrolling, Graffiti, Tracking 등 마우스를 대체할 수 있는 시스템을 제안하였다.

본 논문은 이를 기반으로 프로젝터에서 투사된 영상과 레이저 포인터의 상호작용을 통한 손 떨림 정도를 측정하는 시스템을 제안한다. 손 떨림 측정에 관한 연구는 약물 투여량에 대한 상관관계를 레이저 포인터를 통해 검출하거나[5], 손 떨림의 증상을 자세 떨림(postural tremor)이나 운동 떨림(kinetic tremor)을 통해 나타나는 결과를 직관적으로 파악 하는 연구[6]가 진행되었다. 그러나 이러한 연구는 경미한 손 떨림이나 손 떨림의 정도를 수치화 하여 표현하기에 어려움이 있다. 본 논문에서는 프로젝터를 통해 기준점을 나타내고 실험자는 기준점을 따라 레이저 포인터 광점을 이동시키는 과정을 통해 손 떨림을 검출하는 방안을 제안하였다. 논문 구성은 2장에서 시스템 구성에 대한 전반적인 시나리오에 대해 설명하고 시스템 처리과정에 대한 구조도에 대하여 서술한다. 3장에서는 실험결과를 통해 실시간 레이저 추

적을 통한 사용자 손 떨림 정도를 측정하였으며, 사용자 별로 기준점 대비 손 떨림 현상이 나타나고 있는지에 대한 실험결과를 서술한다. 4장에서는 본 논문의 결론과 앞으로의 연구방향을 언급한다.

## 2. 시스템 구성

## 2.1 시스템 시나리오

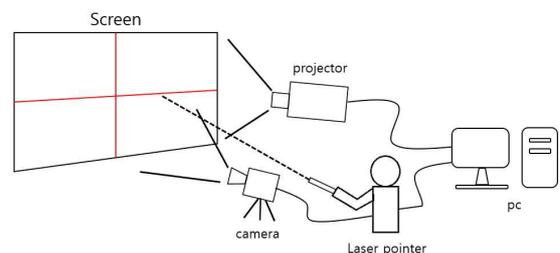


그림 1. 프로젝터와 사용자 간 상호작용 시나리오.

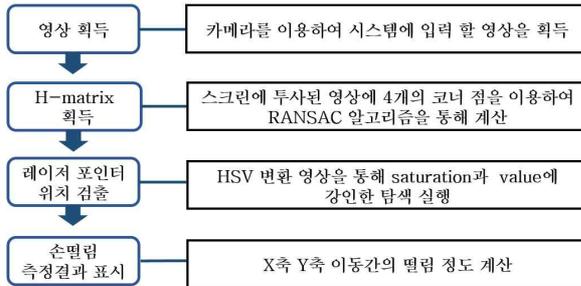
그림 1은 레이저 포인터를 이용한 사용자 상호작용 시나리오이다. PC 영상을 프로젝터를 통해 스크린에 투사하고, 투사된 영상에 레이저 포인터를 사용하여  $x$ 축,  $y$ 축의 기준점을 따라 5초간 이동한다. 이때, PC에 연결되어 있는 웹 카메라가 스크린으로부터 받은 영상을 처리한다. 영상처리를 통해 프레임에서 레이저 위치 값을 획득하여 기준점에서부터 얼마만큼 떨어져 있는지에 대한 오차를 구한 후 그래프로 나타낸다. 이 그래프를 통해 실험자의 손 떨림 여부와 정도를 검사하는

1) 교신저자.

작업을 수행한다.

## 2.2 시스템 처리과정에 대한 구조도

제안하는 방법은 레이저 포인터를 사용해 손 떨림을 측정하기 위하여 그림 1과 같은 단계로 입력 영상을 처리한다.



첫 번째 영상획득 단계에서는 스크린에 투사된 모니터 화면을 카메라를 이용하여 시스템에 입력할 입력영상을 획득한다. 두 번째  $H$ -matrix는 프로젝터 영상에서 레이저 광점의 정확한 위치를 찾기 위해 수행되는 과정이다. 즉, 스크린 영상과 카메라에 입력받는 영상간의 좌표 점을 일치하여 레이저 포인터 지점을 계산하여 정확도를 증가시키는 연산을 수행한다. 세 번째 레이저 포인터 탐색의 경우 단과장과 단색의 특성을 갖고 있는 레이저포인터의 특성을 파악하여 영상 프레임에서 정확한 레이저 포인터의 위치를 검출하기 위해 HSV영상으로 변환하여 채도(Saturation)와 명도(Value)에 강인한 탐색을 수행한다. 이 과정을 통해 네 번째 단계인 레이저 좌표 값을 계산한다. 각 프레임에서 얻은 레이저 이미지를 리스트에 담아 시작점과 끝점을 파악하고, 그 사이에서 얻은 좌표 값을 계산한다. 마지막으로 리스트에 담긴 좌표 값의 기준선 대비 오차의 범위를 파악하여 손 떨림 정도를 파악한다.

## 3. 실험 및 구현결과

총 43개의 프레임에서 레이저의 광점이 기준점 대비  $x$ 축과  $y$ 축 방향으로 얼마만큼 떨어져 있는지에 대한 오차를 검출하였다.

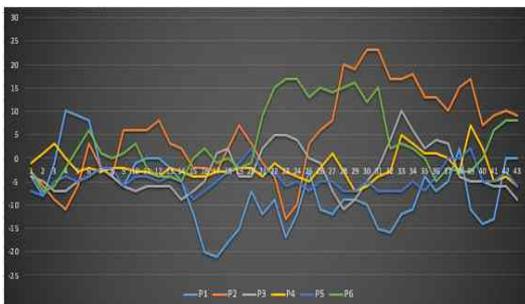


그림 3. ( $x$  축 기준) 레이저 포인터를 이용한 손 떨림 검출

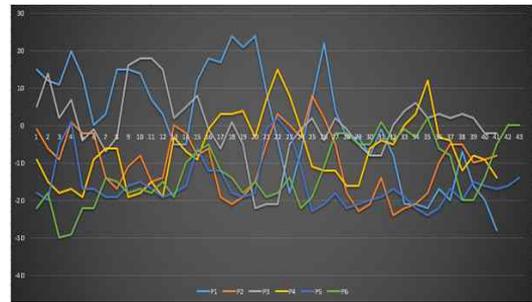


그림 4. ( $y$  축 기준) 레이저 포인터를 이용한 손 떨림 검출

실험에 사용된 기준 영상은 1280\*720의 해상도를 갖고 있고, 그림 3에서는 실험참가자가 레이저 포인터 광점을  $x$  축 기준선인 640에 맞춰 이동시키는 작업을 수행하여 획득한 영상을 그래프로 나타내었고, 그림 4에서는 레이저 포인터 광점을  $y$  축 기준선인 340에 맞춰 이동시키는 작업을 수행한 영상을 그래프로 나타내었다. 그림과 같은 실험을 통해 실험시간 동안  $p_1$ 부터  $p_6$ 까지 총 6명의 실험 참가자의 손 떨림 정도를 프레임 단위로 파악할 수 있었다.

## 4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 기준점이 있는 프로젝터 영상에 레이저 포인터를 입력하여 손 떨림을 효과적으로 검출하는 방법에 대해 제안하였다. 제안한 기법은 프로젝터 출력 영상과 카메라 입력 영상간의  $H$ -matrix를 통해 스크린에 찍힌 레이저 포인터의 광점을 추출하는 작업을 수행하였고, 이를 기반으로 기준점 대비 레이저 포인터가 찍힌 위치를 검출하여 사용자의 손 떨림 정도를 수치화 하여 표현하였다. 논문에서 제안한 방법 외에도 프로젝터와 레이저 포인터의 상호작용을 통해 레이저 포인터의 떨림을 보정하는 향후 연구를 확장하여 진행할 수 있을 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학ICT연구센터육성 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2016-H8601-16-1005)

## 참고문헌

- [1] Fukuchi, Kentaro, "A laser pointer/laser trails tracking system for visual performance," *Springer*, pp. 1050-1053, 2005.
- [2] Eckert, Richard R and Jason A. Moore, "The classroom of the 21st century: The interactive learning wall," *ACM*, pp.33-40, 2000.
- [3] Kirstein, Carsten and Heinrich Mueller, "Interaction with a projection screen using a camera-tracked laser pointer," *IEEE*, 1998.
- [4] Olsen Jr, Dan R., and Travis Nielsen, "Laser pointer interaction," *Proc. of ACM*, 2001.
- [5] Chung. Sun Ju, "손떨림의 진단과 치료," *J Korean Med Assoc*, pp. 987-995, 2012.
- [6] Nizet, T. A. C., M. E. A. C. Broeders, and H. Th M. Folgering, "Tremor side effects of salbutamol, quantified by a laser pointer technique," *Respiratory medicine*, pp. 844-850, 2004.