

영상처리를 이용한 스마트 레이저 포인터 개발

박용욱*

Development of Smart laser Pointer using Image Processing

Yong-Wook Park*

요 약

본 연구에서는 영상처리를 이용하여 레이저 포인터를 연구하였다. 레이저 포인터는 영상처리로 빛을 추적하고, 추적된 신호를 송신부에 (레이저 포인터) 수신한다. 레이저 포인터에 수신된 영상신호 이용하여 마우스 기능 및 지우기, 쓰기, 창 변환, 글씨 색 변경을 실행한다. 즉, 한 자리에서 포인터와 마우스 기능을 실행할 수 있는 스마트 레이저 포인터 시스템을 연구하였다.

ABSTRACT

In this study, smart laser pointer using image processing was studied. The laser pointer tracked the light by using image processing, and the tracking signal was received to the transmitting unit. Smart laser pointer received the video signal have function of erase, write convert window, and changing of font color. It was studied that the smart laser pointer system could run pointer and mouse function on the one place.

키워드

Smart, Laser Pointer, Light, Signal, Image Processing
스마트, 레이저 포인터, 빛, 신호, 영상 처리

1. 서 론

현재 칠판은 모든 교실에서 쉽게 이용하며, 별도의 기술이 필요하지 않아 설치비가 저렴하고 관리가 용이하여 유지비용이 적게 든다는 장점을 가지고 있다. 하지만 칠판은 많은 양의 자료를 취급할 수 없어 영구적인 기록이 필요한 상황에서 부적절 하며, 학생들이 스스로 기록하지 않는다면 자료에 대한 복사판을 얻을 수 단점을 가지고 있다. 따라서 전자칠판은 현재의 칠판의 단점을 보완하여 칠판의 기능을 넘어 컴퓨

터의 기능까지 갖추고 있다.

표 1은 기초 어학 교과 목 학습자 총 1,231명의 학생을 대상으로 선호하는 강의 형태를 조사하여 분석한 강의 선호도 결과이다. 일반 동영상 강의(교수가 영상으로 강의 하는 형태) 356명(29%), 칠판 동영상 강의(교수가 직접 녹색 칠판에 글씨를 쓰면서 강의하는 형태) 96명(8%), 전자칠판강의(전자칠판에 학습내용이 나와 있고 교안 위의 글씨를 쓰면서 교수가 영상으로 강의하는 형태) 665명(54%), 음성 강의(음성파일을 켜놓고 강의하는 형태) 18명(9%)의 선호도를 보

* 교신저자 : 남서울대학교 전자공학과
• 접수 일 : 2016. 10. 24
• 수정완료일 : 2016. 12. 13
• 게재확정일 : 2016. 12. 24

• Received : Oct. 24, 2016, Revised : Dec. 13, 2016, Accepted : Dec. 24, 2016
• Corresponding Author : Yong-Wook Park
Dept. of Electronics Engineering, Namseoul University
Email : pyw@nsu.ac.kr

였다. 표 1의 결과에 따르면 과반 수 이상이 전자 칠판강의를 선호하는 것을 확인 할 수 있다.

본 연구는 전자 칠판을 이용한 강의를 모티브로 하여 진행되었으며, 빔 프로젝터 사용 시 화면에 PPT 파일이 열려있는 채로 칠판에 판서해야 하는 번거로움을 토대로 발생할 수 있는 정보 전달의 오류를 감소시켜 보다 효율적인 강의를 진행할 수 있도록 영상처리를 사용하여 마우스 기능을 갖는 스마트 레이저 포인터를 연구 개발하였다[1-3].

표 1. 강의 선호도
Table. 1 Lecture preference

Lecture type	Persons	Preference(%)
Video	356	29
Board+video	96	8
Touch display Board	665	54
Sound	114	9

II. 스마트 레이저 포인터 개발

2.1 스마트 레이저 포인터

전자 칠판은 컴퓨터와 터치스크린 기능을 통합한 멀티미디어형 디지털 판서 도구이다. 그림 1은 전자 칠판의 사진을 보여주고 있다.

전자칠판은 여러 기기들의 기능을 복합적으로 결합시키는 소자이며 컴퓨터이자 동시에 칠판, 스크린의 역할을 수행하는 복합기기이다. 이는 학교에서 사용하는 기존의 칠판의 역할만 수행하는 것이 아니라 TV, 실물 화상기, LCD Project 등을 대신 할 수 있다[4-5] 본 연구에서는 이와 같은 전자 칠판의 장점을 보다 편리하게 실생활에 적용시키고자 하며, 기존 레이저 포인터에 마우스가 가지는 기능에 더하여 전자칠판을 사용하는데 편리하게 응용될 수 있는 기능인 좌 클릭/쓰기, 마우스 우 클릭/지우기, 모드 변경, 창변환의 기능을 추가하고자 하였다[6-10].

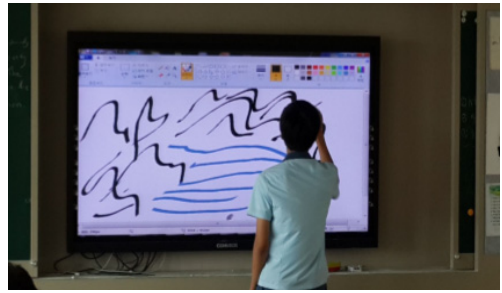


그림 1. 전자 칠판

Fig. 1 Touch display Board

작품기능은 Image Processing과 Display Processing 과정을 통해 구현되었다. 이중 Image Processing은 Webcam을 통해 영상을 PC화면에 전송하고 전송된 영상을 영상처리기능을 수행하는 과정이며, Display Processing은 PC와 레이저 포인터간의 무선 블루통신을 수행하는 과정이다. Image Processing의 기능으로는 Laser pointer로 화면에 글씨쓰기, 클릭하기, tracking하는 기능이 있으며, Display Processing의 기능으로는 색 변환하기, 지우기, 화면 넘기기 기능이 있다.

2.2 전체 시스템 구성

그림 2는 스마트 레이저 포인터의 구성 블록도이다. Webcam은 레이저 포인터의 빨간빛 영상에 RGB모델과 HSV모델을 적용시켜 RED영역에 임계치 값으로 이진화 시키면 영상 영역 중 높은 좌표를 얻을 수 있다. 이후에 Gaussian smoothing방법으로 잡음을 제거하면 레이저에 가까운 원형 RED빛이 출력된다.

이 과정에서 Webcam이 RED빛을 인식하면 레이저 포인터의 움직임에 따라 마우스가 동시에 움직이게 된다. 이때 사용자는 두 가지의 방법으로 레이저 포인터의 기능을 사용할 수 있다. 첫 번째는 사용자가 레이저 포인터에서 원하는 기능을 누르면 스크린 상에 그 기능이 디스플레이 되며, 원하는 기능을 선택하는 방법이다. 그림 3은 각각의 스마트 레이저 포인터의 기능에 대한 각각의 기능을 실행한 포인터의 스크린 창을 보여주고 있다.

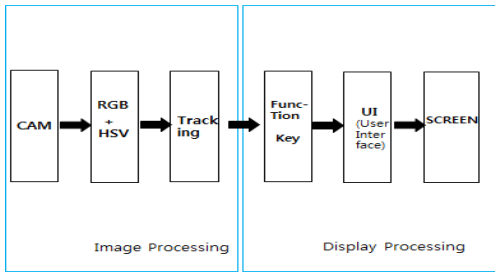
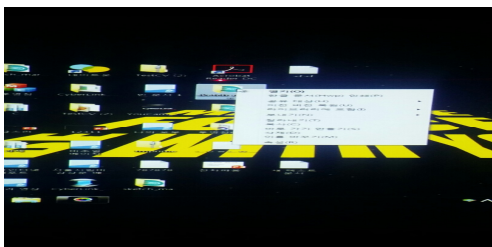


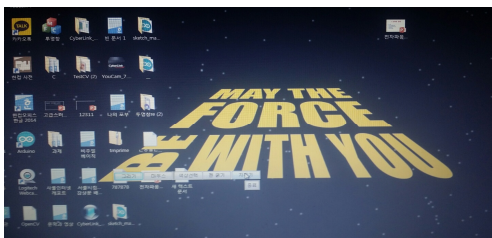
그림 2. 시스템 블록도
Fig. 2 Block diagram of system

그림 3 (a)는 마우스 우 클릭 기능이며, (b)는 화면 전체 지우기 기능을 보여주고 있다. 이와 같은 (a)와 (b)의 기능은 버튼 4가 가지고 있는 레이저 포인터의 버튼 기능이. 또한 그림 (c)와 (d)는 화면에 필요한 글쓰기 기능과 화면 창 변환 기능을 보이며 이는 스마트 레이저 포인터 있는 기능 버튼인 5의 버튼이 가지고 있는 기능이다.

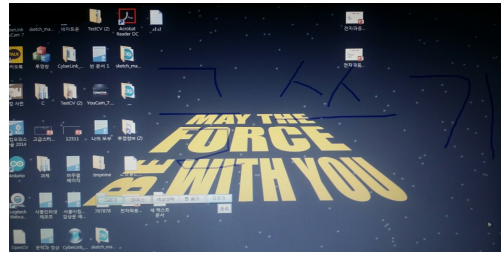
여기서 모드 변경은 버튼 6을 이용하여 모드 변경 기능이 수행하는데, 사용자는 이 버튼을 사용하여 글쓰기와 지우기, 색상변경의 기능을 자유롭게 전환할 수 있도록 레이저 포인터의 버튼을 각각 설계하였다.



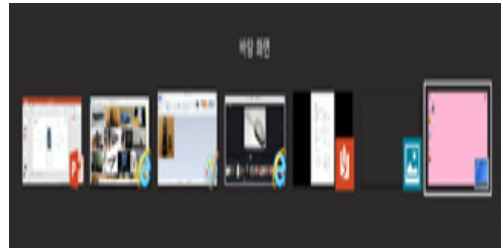
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3. 레이저 포인터의 기능 특성
Fig. 3 Key Function of smart laser pointer

또한, Webcam은 스크린 상에 비쳐지는 레이저 빛 영상의 정보를 읽어 PC로 전송하며, PC는 OpenCV 프로그램을 이용하여 빛 영상을 처리하였다. 이 과정 이후 PC와 레이저 포인터 간의 무선 블루투스 통신이 이루어지며, 사용자가 선택한 기능이 그림 4와 같이 설계된 UI를 통해 스크린 상에 디스플레이 된다.

본 연구의 스마트 레이저 포인터는 기존의 레이저 포인터와의 차별화를 위하여 ON/OFF 스위치 버튼을 활용하여 레이저 빛을 나오게 하는 것과는 다르게 push 버튼을 사용하여 연속적으로 레이저 빛을 사용 할 수 있도록 제작하였다.



그림 4. 설계된 UI
Fig. 4 Designed UI

2.3 소프트웨어 구성

그림 5는 영상처리 알고리즘이다. 스크린의 RED빛을 Webcam이 받아들이고, PC로 전송을 하게 되면, PC는 OpenCV를 통하여 빛 형태를 인식하게 된다. 이때 레이저 빛의 중심은 흰색을 띄게 된다. 연구결과에 따라 흰색부분을 줄이고 강한 RED 빛을 추출하기 위해 레드필터를 접목 시키게 되었다.

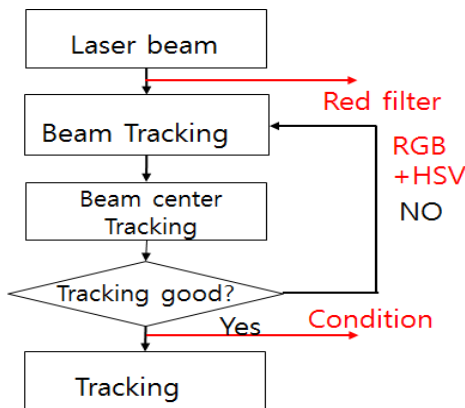


그림 5. 영상처리 알고리즘.
Fig. 5 Algorithm of image processing

특성 분석 결과에 따라 RGB+HSV 컬러모델을 이용한 컬러필터를 적용시켰으며, 연구 결과를 바탕으로 RED 영역에 임계값을 부여하여 이진화 값을 달성시켰다. 그 결과, 영상 영역 중에서 RED 표본의 값이 높은 좌표를 가지는 것을 확인 할 수 있었다. 즉, 그림 5와 같은 영상처리

알고리즘을 이용하여 RGB+HSV 컬러모델을 이용하고 RED 영역에 임계치 값을 주어 이진화를 시키고, 영상 영역 중 RED값이 높은 좌표를 확인한 후, Webcam은 강한 RED빛을 인식 할 수 있는 알고리즘을 사용하였다. RED 빛의 중심 추적을 성공한 후 영상 트래킹을 수행할 수 있었다. 또한 최적의 영상 트래킹을 수행하기 위해 명도 40이하, 밝기는 상황에 맞게 지정을 해주고 실험을 수행하였다

III. 실험

Webcam이 스크린을 비추어 PC로 데이터를 전송하게 되면, PC는 OpenCV를 통하여 레이저 형태를 인식하게 된다. 인식된 레이저 빛을 확대해 보면 중심부에 많은 흰색이 검출된다. 본 연구에서는 이점을 보완하여 정확한 RED 빛 추출과 트래킹의 원활함을 위해 레드필터를 접목하여 실험을 수행하였다.

표 2. 컬러필터에 따른 트래킹 실험
Table 2. Tracking experiments by the color filter

Color filter	RGB	YBCBR	HSV
1st	X	X	O
2nd	X	O	O
3th	X	X	O
4th	O	X	O
5th	X	O	O
6th	X	X	X
7th	X	X	O
8th	X	X	O
Recognition Rate (%)	12.5	25	87.5

표 2는 각각의 컬러모델에 따른 트래킹 실험 값을 보여주고 있다. 최종적으로는 인식률이 제일 높은 HSV의 컬러모델에 RGB 컬러모델을 접목시켜 사용했다. 표 3은 사용 환경에 적절한

트래킹조건에 대한 실험값이다. 최종적으로 명도는 0, 20, 40, 60 범위 안에서 사용을 해야 하며, 밝기는 상황에 맞게 ON/OFF를 해주어야 한다 것을 확인 할 수 있었다. 표 4는 레드 필터 적용 후 Power Point의 배경색을 바꾸면서 레이저 포인터의 RED빛 추출 결과값을 알아본 실험이다. 레드 필터 적용 결과 배경색에 관계없이 정확한 RED 빛이 검출되고, 트래킹이 되는 것을 확인할 수 있다.

표 3. 명도와 밝기에 따른 트래킹 실험
Table 3. Tracking experiments by the lightness and brightness

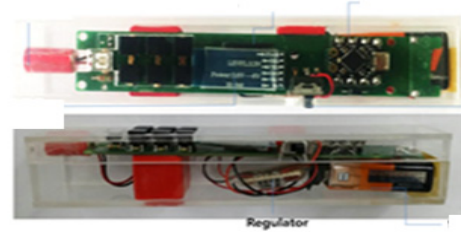
	ON	OFF
0	O	O
20	O	O
40	O	O
60	X	O
80	X	X
100	X	X

표 4. 레드필터 적용 실험
Table 4. experiments of applied the red filter

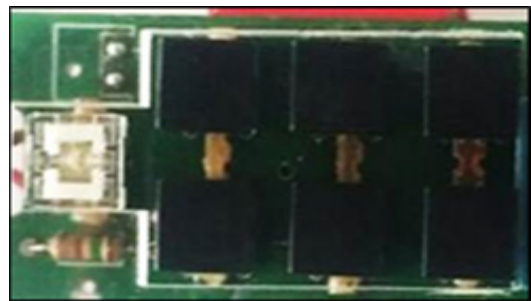
Background Color	Extracting value
RED	Light RED
BLACK	Average
WHITE	Cloudy RED
GREEN	Average
BROWN	Average

그림 6은 소프트웨어와 하드웨어 특성 실험을 수행한 후 우리가 제작한 스마트 레이저 포인터의 사진을 보여주고 있다. (a)는 제작된 스마트 레이저 포인터의 전면부와 후면부를 보여 주고 있고 레이저 포인터를 동작시키기 위해 포인터

에 장착된 레이저 포인터 확대 그림은 (b)에 보여주고 있다.



(a)



(b)

그림 6. 제작된 스마트 레이저 포인터 사진
Fig. 6 Photos of fabricated smart laser pointer

IV. 결 론

본 논문에서는 강단에 서는 교수 및 발표자, 그리고 강의를 듣는 학생 모두의 편의성을 위해 레이저 포인터에 영상처리를 접목시켜, 레이저 포인터가 가지고 있던 본래의 기능을 확장시킨 것이다. 이는 컴퓨터로의 이동 없이 한 자리에서 모든 강의 시스템이 flexible하게 구동 될 수 있도록 하여 스마트 레이저 포인터가 강의에 도움이 되도록 레이저 포인터 개발을 수행하였다. 개발을 통해 얻게 된 결과는 다음과 같다.

스크린에 레이저를 쏘는 점을 생각하여 영상처리 기술을 생각하였다. RGB컬러 모델만으로 레이저 포인터의 움직임을 완벽히 추적하지 못하여 레이저 포인터가 일반적인 빨간색이 아니라 약간의 빛이 있는 빨간색이라는 점을 이용

해 RGB컬러 모델에 HSV 컬러 모델을 접목시켜 이용하였고 더 강한 RED빛을 추출해 트래킹을 보다 잘 되게하기 위해 소프트웨어적인 레드 필터를 추가하여 트래킹이 잘 수행되도록 하였다. 또한 레이저 포인터가 제자리에 있을 때 떨림을 보정하기 위해 움직임의 평균값을 확인하여 일정 값 이상 움직이지 않으면 트래킹이 되지 않게 하여 떨림 보정 기능도 추가하였다. 또한 하드웨어적으로 구현할 수 없는 그리기, 지우기 그리고 마우스 기능들을 실행할 수 있도록 하기 위해 MFC(: Microsoft Foundation Class Library)를 이용해 UI를 제작하였다. 위의 과정들을 거치면서 반응속도 개선과 모든 환경에서 작동하는데 있어서 불편함 없이 작동시킬 목적이었으나 약간의 반응속도와 사용하는 환경에 있어서 사용하기 전에 미리 그 환경에 맞는 밝기와 명암 설정을 해주어야 한다는 결과를 확인할 수 있었다.

References

[1] A. Korucu and A. Alkan, "Differences between m-learning (mobile learning) and e-learning, basic terminology and usage of m-learning in education," *Procedia Social and Behavioral Sciences*, vol. 15, no. 3, 2011, pp. 1925-1930.

[2] Y. P. W. Liu, and L. Xio, "Development and Research of Music Player Application Based on Android," *Int. Conf. on Communications and Intelligence Information Security*, Nanning, China, Oct. 2010, pp. 23-25.

[3] S. Kawaguchi, H. Nakamoto, A. Ikezoe, and M. Sato, "Development of RT-Middleware for Android Platform (RTM on Android)," *J. of Society of Instrument and Control Engineers*, vol. 49, no. 1, 2013, pp. 73-77.

[4] T. Lee, C. Son, and W. Kim, "A Study of Reproducing Internet Site Information in Smart Phone," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 6, no. 2, 2011, pp. 319-324.

[5] G. Kim, K. Kang, K. Han, S. Jang, and C. Yoon, "The development of Smart TV and

Smart Home Platform based on HTML5," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 9, no. 9, 2014, pp. 991-998.

[6] J. Zhu, J. Chong and K. Kim, "The Recognition and Distance Estimation of a Golf Ball using a WebCam," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 12, 2013, pp. 1833-1840.

[7] J. Seo, and H. Park, "A Study on Implementation of Sound Recording and Player of Smartphone for Mobile Learning," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 6, 2013, pp. 847-854.

[8] Y. Jin, "Research of One Mobile Learning System," *Int. Conf. on Wireless Networks and Informations Systems*, Shanghai, China, Dec, 2009, pp. 162-169.

[9] K. Kim and Y. Woo, "Content-based Image Retrieval Using HSI Color Space and Neural Networks," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 5, no. 2, 2010, pp. 152-157.

[10] D. Seo, S. Noh, and N. Ko, "Moving Object Following Control for Differential Drive Robot Based on Two Distance," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 6, no. 5, 2011, pp. 765-774.

저자 소개



박용욱(Yong-wook Park)

1989년 2월 연세대학교 전기공학과 졸업(공학사)

1991년 8월 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학석사)

1999년 2월 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사)

2000년 9월 ~ 현재 : 남서울대학교 전자공학과 교수

※ 관심분야 : RF 디바이스, 안테나, 센서