

영상처리 교육을 위한 로봇의 설계 및 구현

Design and Implementation of Robot for Vision Education

김순재*, 유백운, 이은주, 구소연

광운대학교 로봇학부

Soon-Jae Kim*, Baek-Woon Yu, Eun-Joo Lee, So-Yeon Goo

School of Robotics Kwangwoon University, Seoul 139-701, Korea

[요약]

현재 로봇 교육을 위한 다양한 콘텐츠의 로봇들이 나오고 있다. 하지만 영상처리와 관련된 교육용 로봇이 부족하며 한 가지의 콘텐츠만을 다루는 로봇이 주를 이루기 때문에 다양한 교육을 하기는 어렵다. 본 논문에서 제안된 영상처리 교육용 로봇은 모듈 형식의 하드웨어를 사용하여 단일 로봇에서 다양한 교육 콘텐츠를 교육 할 수 있으며 소프트웨어 부분에서 색, 패턴 인식, 각도 추출과 모터제어를 제공하며 사용자는 영상처리, MCU와 Encoder의 사용법, 모터제어 및 관련 프로그램 사용법을 교육 및 실습 받게 된다.

[Abstract]

A variety of robot education comes out. However, robot associated with the image processing is insufficient. And it is difficult to various education through a robot. Image processing educational robot that is proposed is made by module type hardware, so it's convenient to assemble according to educational purposes with the robot. In image processing, the robot recognizes color and pattern and calculates angle and control four motors. Using the robot, you can learn image processing, how to use MCU and Encoder, related programs and motor control.

Key Words : Education, Image Processing, Robot

<http://dx.doi.org/10.14702/JPEE.2014.085>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 15 October 2014; **Revised** 6 November 2014

Accepted 14 November 2014

***Corresponding Author**

E-mail: rlatjtdkd@naver.com

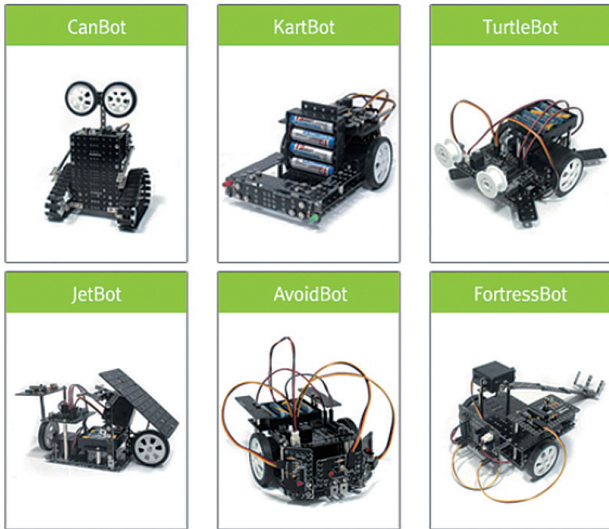


그림 1. 최근 로봇 완구
 Fig. 1. Currently Robot Kit.

I. 서론

로봇 교육에 대한 관심이 증가함에 따라 많은 교육과 제품들이 나오고 있다. 하지만 현재 나온 교육 제품들은 단일 제품으로써 한 가지만을 교육 한다. 그로 인해 다양한 교육을 위해서는 여러 교육 제품을 구입해야 되는 불편함이 따른다. 영상처리에 관련된 교육과 제품들이 부족하여 교육이 많이 이루어지지 않고 있다.

이런 문제를 해결하기 위해, 다양한 교육이 가능한 단일 교육 제품을 개발 했다. 제안한 교육 자제는 첫째, 컴퓨터 비전을 이용한 색 인식, 패턴 인식 등의 기본적인 영상처리 교육이 가능하다. 둘째, 모듈형식의 하드웨어 방식을 사용하였기 때문에 적외선, 압력 등의 센서 교육, 모터구동 등의 여러 추가 모듈을 통해 단일 로봇에서 교육이 가능하다.

II. 기존 로봇 교육 자제 및 시스템

다양한 주제의 교육용 로봇들이 나오고 있지만 그림 1처럼 단일 자제로 한가지 주제의 교육만이 가능하여 다양한 주제를 교육하기에는 자제구입으로 인한 불편함이 있고 비용 부담이 크다. 또한 영상처리를 주제로 한 교육용 로봇 콘텐츠가 많이 부족한 상황이다[1].

III. 제안된 로봇 시스템

A. 개발 아이디어 및 환경

제안된 아이디어는 교육시 모듈을 이용한 다양한 교육 프로그램을 제공하며 영상처리 교육이 가능하므로 교육 내용의 다양성과 효율성을 목적으로 한다.

미리 준비된 모듈을 교육에 맞게 부착하여 그에 대한 사용법과 기능을 익히는 것이 첫 아이디어였다. 그러나 제안된 로봇에서는 모터 제어를 위한 모듈만을 구축했다. 영상처리 교육은 색 인식, 패턴 인식을 시각적으로 쉽게 조절 가능하게 Seeker bar를 활용하여 디스플레이 하도록 했다.

영상처리의 경우엔 Linux 기반의 PC를 통해 카메라 영상 데이터를 인식한 후, Eclipse에서 OpenCV를 활용하여 영상 데이터를 처리한다[2,3]. 처리한 영상 데이터를 이용 FreScale를 사용하여 모터 제어를 한다[4].

B. 구현 시스템 블록도, 하드웨어

제안된 로봇의 시스템은 그림 2의 좌측 블록 다이어그램을 보시면 카메라가 실시간으로 촬영되는 영상을 받아온다. 받아들인 영상을 Linux 기반의 미니 PC로 촬영된 영상 데이터를 전송하고 처리하며, 처리한 데이터를 Serial통신을 사용하여 MCU에 데이터를 전송한다. MCU에서는 전송된 데이터와 Encoder에서 얻은 현재의 모터 상태를 확인한 후 제어한다[5,6]. 하드웨어는 그림 2의 오른쪽의 하드웨어를 가지며 Module형식으로 제작했다.

C. 설계 과정

1) 모터 제어

한계감도법을 이용한 Matlab 내부 simulink를 사용하여 PID제어했다. 한계감도법은 조절계의 비례동작만으로 값을 구한다는 특징을 가진다. 아래 그림 3은 한계감도법을 이용한 PID정수를 구한 것이다[7].

2) 색 인식, 패턴 인식

색 인식의 경우 Eclipse를 이용 OpenCV의 Library를 활용하여 현재 RGB형식의 촬영영상을 HSV 형식으로 바꾸어 확인 하도록 하고 Seeker bar를 이용하여 HSV필터 설정을 할 수 있는 UI를 제공한다. 제공된 UI내에서 각 H, S, V의 영역의 Max, Min값을 설정하고 현재 픽셀을 비교 설정 영역 내의 픽셀 값을 출력 시킨다[8, 9].

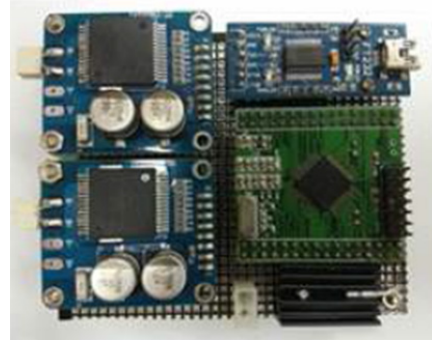
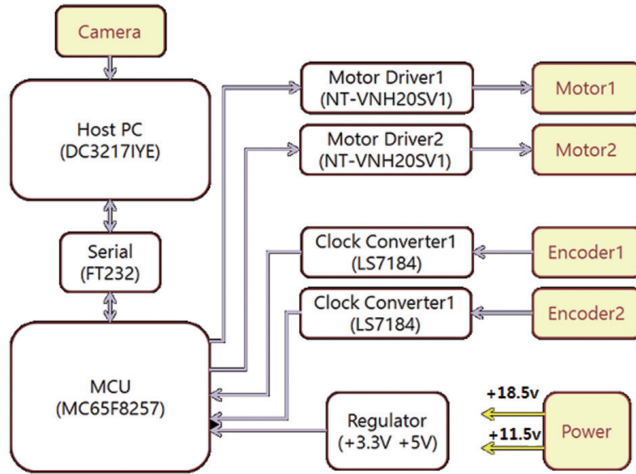


그림 2. 시스템 블록 다이어그램(좌측) 및 모듈형식 하드웨어(우측)
 Fig. 2. System Block Diagram (Left) and Module Type Hardware (Right).

제어기의 종류	K_p	T_i	T_d
P	$0.5K_{cr}$	∞	0
PI	$0.45K_{cr}$	$P_{cr}/1.2$	0
PID	$0.6K_{cr}$	$0.5P_{cr}$	$0.125P_{cr}$

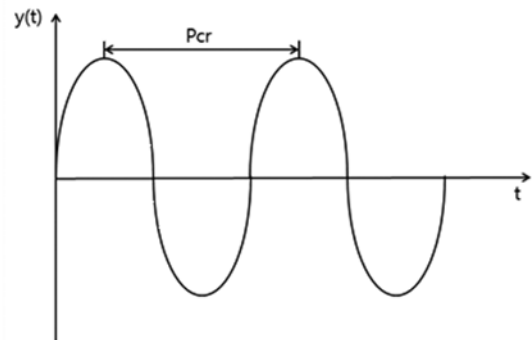


그림 3. 한계 감도 법 자료
 Fig. 3. Data for Ultimate Sensitivity Method.

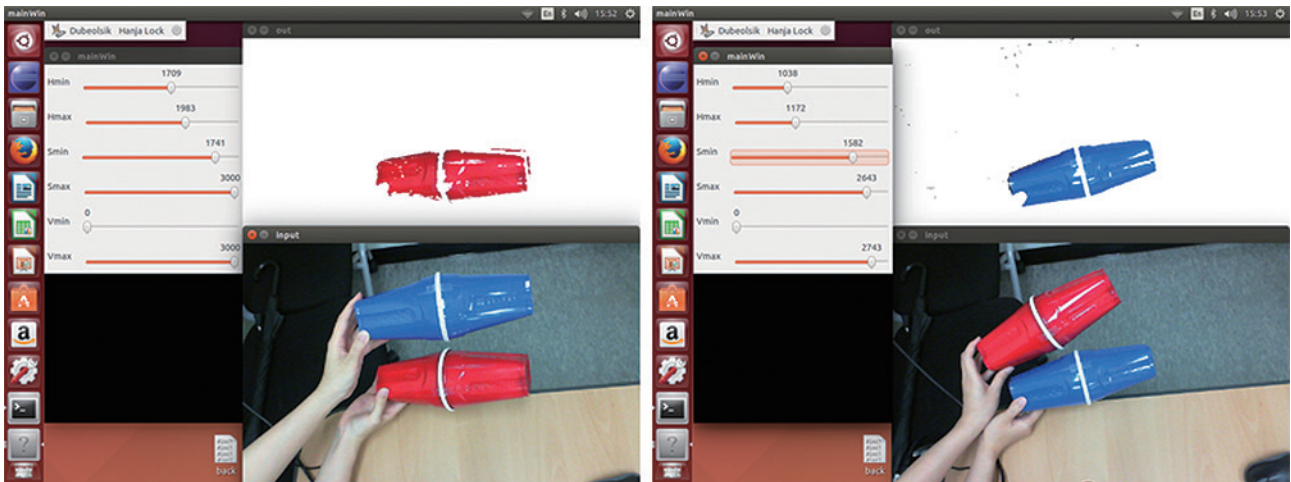


그림 4. HSV필터 설정 UI (좌측 그림 A, 우측 그림 B)
 Fig. 4. UI for HSV Filter Setting (Left Fig A, Right Fig B).

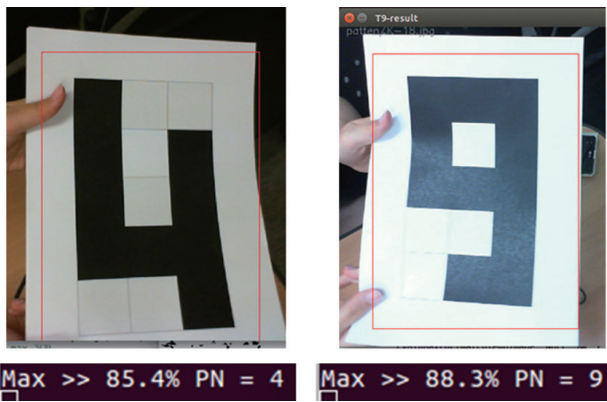


그림 5. 패턴 인식 (좌측 그림 A*, 우측 그림 B*)
 Fig. 5. Pattern Perception (Left Fig A*, Right Fig B*).

그림 4의 화면이 색 인식의 HSV필터링으로 그림 A의 오른쪽 하단의 영상이 카메라가 실시간 촬영 하는 영상이며 좌측 상단의 Seeker bar를 조절 하여 빨간색을 인식하도록 제어 하고 인식되는 모습이 우측 상단의 영상이다. 그림 B의 경우에는 동일하게 제어하여 파란색을 인식하도록 한 것이다.

패턴 인식은 기존 이미지를 미리 저장한 후, 촬영영상 정보를 변수로 읽고 Library를 이용 기존 이미지 사이즈로 변환한 후에 저장 하고 기존의 숫자 이미지와 저장한 이미지의 일치 정도를 비교한다. 여기서 비교한 이미지의 Max값을 Library내의 함수를 이용하여 도출하고 비교 값 > Max일 경우 숫자로 인식한다.

그림 5의 화면이 패턴 인식과정이며 촬영중인 영상에서 숫자이미지를 보았을 때 하단 부의 Max값을 표시해주며 출력한 값의 오른쪽으로 인식된 숫자를 표시한다. 그림 A*, B*의 경우 각각의 숫자 이미지의 수 4, 9의 일치가 85.4%, 88.3%로 표시되는 것을 알 수 있다.

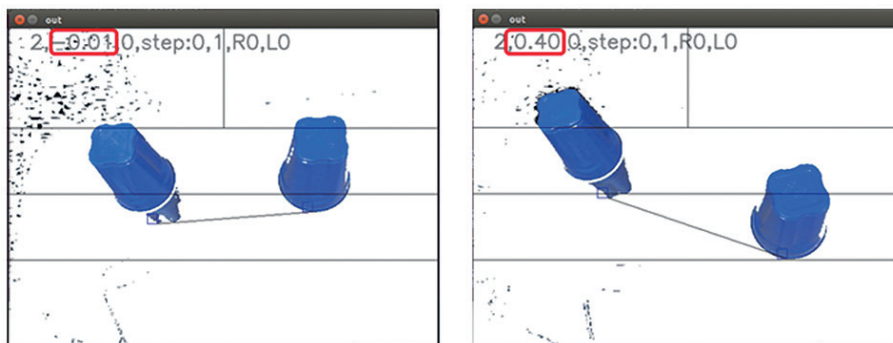


그림 6. 각도 출력
 Fig. 6. Angle Display.

3) 각도 추출

각도 추출은 색 인식을 통해 HSV Filter를 통과한 영상 즉, 원하는 H, S, V 값을 가진 픽셀을 표시한 영상이 나타난다. 예로 그림 6과 같이 파란색 물체를 감지하는 Filter를 통과한 후 그 물체의 영역이 임의로 지정한 범위 수치 이상에 해당 할 경우 물체의 특정 목표를 잡고 그 목표물의 중심 좌표를 ThresHold로 잡고 그 주변을 일정 크기의 사각형을 그린다. 물체에서 잡힌 사각형이 촬영영상에 2개가 되면 처음 사각형과 2번째 사각형의 ThresHold의 좌표를 이용 아래 식을 기반으로 각도를 추출한다[8,9].

$$\tan^{-1} \frac{ThresHold1[y] - ThresHold2[y]}{ThresHold1[x] - ThresHold2[x]} = \theta \quad (1)$$

IV. 교육 커리큘럼 및 교육 효과

A. 교육 커리큘럼

1) 하드웨어

하드웨어 제작, 동작 방법, 원리 그리고 회로도를 포함한다. 이를 통해 로봇 제작 시 유의할 점과 회로도에서 중요하게 생각해야 할 점 등을 교육한다.

2) 소프트웨어

사용한 색 인식 각도 추출 부분을 교육 할 때, 색을 인식하는 부분에서는 HSV필터에 대한 설명과 사용법, 그리고 이를 왜 사용하는지를 교육하고, 심화적으로 패턴인식 교육에서는 OpenCV의 라이브러리 사용 설명을 겸하며 각도 추출에서는 각도를 추출하는 원리와 그 각 데이터를 이용하여 모터

제어를 하는 시스템 방식을 교육한다. 또한, 개발환경에 대한 설명과 기본적인 사용방법을 교육하고 직접 실습하게 한다.

B. 교육 효과

- ① 쉬운 UI설계로 아이들에게도 교육이 가능하다.
- ② 영상 처리뿐만 아니라 엔코더 모터와 모터제어도 교육할 수 있다.
- ③ 모터를 활용한 움직임으로 로봇에 대한 흥미를 유발시킬 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 색과 패턴인식을 교육하는 영상처리 교육용 로봇을 제안한다. 모듈형식 하드웨어를 통하여 다양한 교육을 더 편리하게 할 수 있다. 그리고 영상을 통하여 얻어진 데이터와 엔코더 모터를 통하여 각도 추출과 심화된 PID 모터 제어를 교육 할 수 있다.

참고 문헌

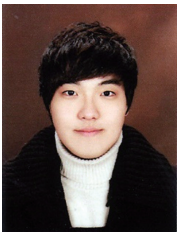
- [1] RoboRobo Co., Ltd. Roborobo [Internet]. Available: <http://www.rob robo.co.kr>.
- [2] The Eclipse Foundation. Eclipse [Internet]. Available: <http://www.eclipse.org/>.
- [3] Dice Holdings Inc., “Open source computer vision library” [Online]. Available: <http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/>.
- [4] Freescales Semiconductor Inc. Freescale [Internet]. Available: www.freescale.com.
- [5] Ntrex Co. DeviceMart [Internet]. Available: <http://www.devicemart.co.kr>.
- [6] Alldatasheet. Electronic component datasheet search engine [Internet]. Available: <http://www.alldatasheet.co.kr>.
- [7] Itsdream, “About PID optimum adjustment” [Online]. Available: <http://blog.naver.com/itsdream/18339371>.
- [8] D. Kim, *OpenCV Computer Vision Programming: Motion Detection/ Tracking & Camera Calibration*. Seoul: Kame publisher, 2014.
- [9] S. Jeong and J. Bae, *Applications and Computer Vision to Learn in OpenCv*. Seoul: Hongneung Science Publisher, 2014.



김순재 (Soon-Jae Kim)
2011년 3월 ~ 현재 :
광운대학교 로봇학부 학사과정 재학 중
<관심분야> 영상처리, 제어공학



이은주 (Eun-Joo Lee)
2011년 3월 ~ 현재 :
광운대학교 로봇학부 학사과정 재학 중
<관심분야> 영상처리, 전자공학



유백운 (Baek-Woon Yu)
2011년 3월 ~ 현재 :
광운대학교 로봇학부 학사과정 재학 중
<관심분야> 웨어러블 로봇, 영상처리



구소연 (So-Yeon Goo)
2011년 3월 ~ 현재 :
광운대학교 로봇학부 학사과정 재학 중
<관심분야> 영상처리, 소프트웨어 시스템