자율주행 장난감자동차의 차선 및 신호등 인식

Lane Detection and Traffic Sign Recognition for a Autonomous RC Toy Car

박 재 현, 이 창 우*
군산대학교

Park, Jae-hyun, Lee, Chang Woo*
Kunsan National University*

요약

본 논문에서 장난감 자동차를 이용한 차선의 검출과 신호등을 인식하는 자율주행 자동차 시스템에 관한 연구이다. 제안된 시스템에서는 장난감 자동차를 분해하여 라즈베리파이보드와 아두이노보드을 설치하고, 임의로 설치된 차선과 신호등을 인식하여 주행하도록 구현한다. 차선의 검출은 자동차의 상단에 설치된 파이카메라로부터 입력영상을 획득하고, 획득된 영상의 하단부분에서 차선검출을 통하여 자동차의 방향을 제어한다. 또한 트랙의 상단에 설치된 신호등의 초록과 빨강 신호를 검출하고 인식하도록 구현하였다.

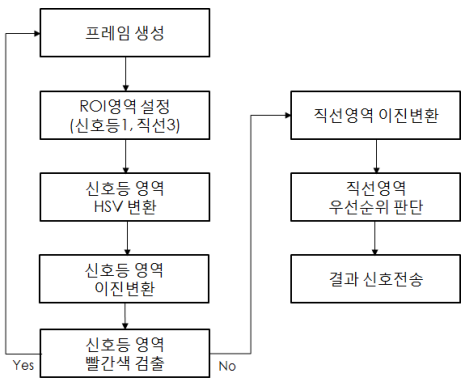
Ⅰ. 서론

최근 융합 IT에 관한 다양한 분야가 연구의 관심을 받고 있다. 이에 라즈베리 파이 보드와 아두이노 보드를 이용한 다양한 IoT 시스템의 개발이 활발히 진행되고 있다. 다양한 IoT 시스템들 중에서 본 연구는 장난감 자동차를 이용한 자율 주행 시스템의 구현에 초점을 맞춘다. 자율주행이 가능한 장남감 자동차에 관한 연구[1]와 장난감 자동차를 제어하는 수단으로 분류를 하면 얼굴의 시각 방향을 이용한 방법[2], 사람의 손제스쳐 인식에 의한 방법[3], 사람의 발을 검출하고 추적하는 방법[4], 음성을 인식하여 제어하는 방법[5], 등이 연구되었다. 본 논문은 2장에서 제안된 시스템에 관하여 설명하고, 3장에서 실험환경 및 결과에 관하여 논한다.

Ⅱ. 제안된 시스템

제안된 시스템은 다음과 같은 부품으로 구성된다. 라즈베리파이는 리눅스 환경에서 프로그래밍이 가능하여 영상처리를 통한 상황판단을 실시하고, 아두이노에서는 영상처리 결과의 따라 RC Car를 제어한다. 라즈베리파이의 전원부는 보조배터리를 연결해주고 영상처리를 위한 카메라를 연결시켜준다. 영상처리 결과를 아두이노에 전달해주기 위해 USB연결을 통한 시리얼 통신을 한다. 아두이노의 전원부는 Li-PO전지를 사용하며 파이 카메라의 틸트 동작을 위해 서보모터를 연결하고 카메라와 부착시켜준다. 모터제어는 라즈베리파이에서 받은 신호로 모터를 양방향 제어하기 위해 2A dual 모터컨트롤러와 연결시켜주어 조향모터와 전 · 후진 모터를 제어한다.

자동으로 신호등을 검출하여 차선을 추적하는 시스템을 구현하기 위해 제안된 방법은 먼저 라즈베리파이의 파이캠으로부터 입력영상을 획득한다. 획득한 영상은 신호등이 상단에 있다는 가정 하에 상단부에 신호등 검출을 위한 ROI(Region-of-Interest, 관심의 대상이 되는 영역)영역을 설정해 주고, 라인 검출은 흰색이 차선이라는 단순한 가정을 기반으로 하단부의 3개의 ROI 영역을 나누어 주어 OpenCV 라이브러리 함수를 사용한다. 그림 1은 제안된 시스템의 영상처리과정을 보여준다.



▶▶ 그림 1. 영상처리 흐름도

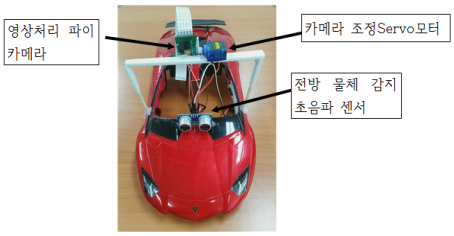
신호등 검출 ROI는 포맷 형식을 HSV로 변환시켜 준 뒤 신호등을 검출한다. 검출된 신호가 빨간색으로 인식될 경우 아두이노에 정지신호를 보내고 라인검출을 하지 않고 다시 프레임을 생성한다. 반대로 검출된 신호가 빨간색이 아닐 경우 라인 검출을 시작한다. 라인검출은 하단부의 3개의 ROI영역을 이진변환을 시켜 각 영역의 픽

셀값의 총값을 계산을 하여 제일 높은 영역을 지정한다. 선정된 영역에 따라 아두이노로 신호를 전달해주게 되는데 좌측 영역이 선정된 경우 라인이 좌측에 있다고 간주하여 좌회전 신호, 중간 영역일시 직진신호, 우측 영역일시 우회전 신호를 전달해준다. 이때 전달하는 신호의 파라미터는 전원의 극성과 전류의 세기이다.

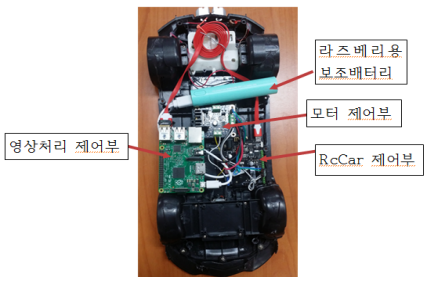
아두이노에서는 라즈베리에서 들어온 신호를 처리하기 전에 초음파 센서로 물체를 감지하여 감지가 될 시에는 모터를 정지시킨다. 반대로 감지되지 않을 시에는 라즈베리파이에서 들어온 신호를 갖고 모터를 제어한다.

Ⅲ. 실험 환경 및 결과

제안된 시스템은 실내 실험실 환경에서 실험하였다. 실험실 바닥에 너비 1 m인 검정색 배경을 설치하고 1.9 cm의 흰 색 실선을 설치한다. 인위적으로 설치한 트랙의 크기는 가로,세로 각각 4.6 m, 4.2 m 이다.



(a)자동차외부

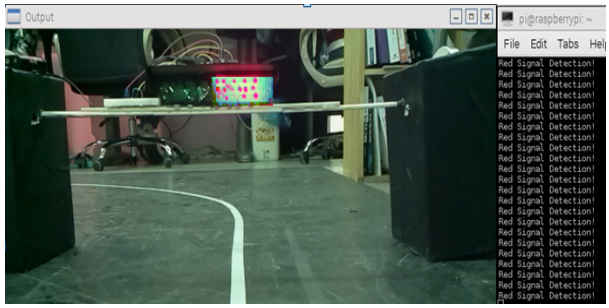


(b)자동차 내부

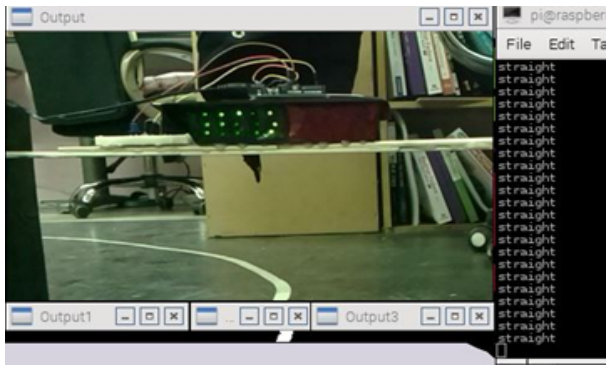
▶▶ 그림 2. 제안된 시스템 스냅샷

외부에는 물체감지를 위한 초음파센서와 영상처리를 위한 카메라, 그리고 카메라를 틸팅을 위한 서보모터를 장착한다. 내부에는 아두이노보드(RC car 제어부), 모터 제어부, 라즈베리파이보드(영상처리 제어부)를 장착해준다.

그림 3에서는 차선의 검출과 신호등의 인식결과를 보여주는 UI이다. 그림 3 (a)의 사진처럼 빨간 신호가 검출되었을 시에는 그림 3 (b)의 사진과 달리 직선 검출이 시작되지 않으며 정지 상태가 된다. 만약 빨간 신호가 검출되지 않을 시에는 그림 3 (b)의 사진처럼 직선 검출이 시작되며 3개의 영역 중 해당하는 영역에 따라 경로를 설정하게 된다.



(a) 신호검출



(b) 차선검출

▶▶ 그림 3. 차선검출과 신호등 인식 결과

■ 참 고 문 헌 ■

[1] 고은상, 이창우, "자율주행이 가능한 무선 장난감 자동차의 차선 추적 시스템 구현", 대한임베디드공학회논문지 제8권, 제5호, pp. 249-254, 2013.

[2] C. Pornpanomchai, B. Wiranurak, W. Weerawut, L. Kawrungruang, "Operation of a radio-controlled car using face images," 2010 2nd International Conference on Mechanical and Electronics Engineering (ICMEE), Vol. 1, pp. 108-112, 2010.

[3] G. Lannizzotto, C. Costanzo, P. Lanzafame, F. La Rosa, "A vision-based user interface for real-time controlling toy cars," 10th IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, Vol. 1, No. 8, pp. 1009-1016, 2005.

[4] S. Shaukat, M.H. Yousaf, H.A. Habib, "Real-time feet movement detection and tracking for controlling a Toy car," 2010 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), Vol. 6, pp. 5-9, 2010.

[5] P. Leechor, C. Pornpanomchai, P. Sukklay, "Operation of a radio-controlled car by voice commands," 2010 2nd International Conference on Mechanical and Electronics Engineering (ICMEE), Vol. 1, pp. 14-17, 2010.