

## 표지판/신호등 인식 기능이 있는 라인 트레이서 제작

반승길, 황건웅, 정준영, 김기백  
 송실대학교  
 jean6684@naver.com, imkgb27@ssu.ac.kr

### Line follower with traffic signal/sign recognition

Seunggil Ban, Kunwoong Hwang, Junyoung Jung, Gibak Kim  
 Soongsil University

#### 요 약

자율주행 자동차란 인간에 의한 운전조작이 필요없이 원하는 목적지점까지 안전하게 이동하는 자동차를 말한다. 이러한 자율주행 자동차를 구현하기 위해서는 영상처리를 이용한 여러 기법들이 적용되는데, 본 논문에서는 모형자동차에 영상 처리 기법을 적용하여 자율주행 시스템을 구현하는 과정을 설명한다. 이것은 모형자동차에 무선 카메라를 설치하여 입력받은 영상을 컴퓨터로 보내주고 컴퓨터에서 이를 분석하여 알맞은 신호를 블루투스 통신을 통해서 모형자동차 내의 아두이노로 전송하여 알고리즘에 맞게 동작하는 시스템이다.

#### 1. 서론

자동차의 보유량이 해가 갈수록 높아짐에 따라 교통사고 역시 급격하게 증가하고 있다. 교통사고의 원인으로는 교통 혼잡, 운전자의 노령화, 운전자 계층의 다양화 등이 있다. 과거에는 교통사고 방지를 운전자 개인의 능력에만 의존했다면 현대에는 자동차와 기계, 전자, 통신, 제어, 인공지능 등 각종 첨단기술을 접목시켜 운전자에게 부담을 덜어주어 운전 미숙에 대한 교통사고를 방지하기 위한 연구인 지능형 교통 시스템(ITS: Intelligent Transportation Systems)이 활발히 연구되고 있다. 이러한 지능형 교통 시스템 서비스 중 AVHS(Advanced Vehicle and Highway System)란 서비스는 차량에 교통상황, 장애물 인식 등의 고성능 센서와 자동제어장치를 부착하여 운전을 자동화하며, 도로상에 지능형 통신시설을 설치하여 일정간격 주행으로 교통사고를 예방하고 도로소통의 능력을 증대시키는 서비스이다. 신호등 및 속도 표지판 인식 시스템은 운전자의 시각 및 지각의 한계를 보완하여 운전자의 과실로 인한 사고발생을 줄일 수 있을 것이다.

#### 2. 시스템 설계

구동 가능성을 시험하기 위한 모형 자동차를 만들기 위하여 아두이노를 사용하였다. 아두이노는 오픈소스 플랫폼으로 한 단일 보드 마이크로 컨트롤러이다. 이것은 각종 센서를 통해 정보값을 받아들이며 그 값을 통해 모터 장치를 통제함으로써 환경과 상호작용이 가능한 물건을 만들어낼 수 있다. 모형자동차는 적외선 센서를 이용한 라인트레이서의

원리를 기초로 하였으며 블루투스통신을 이용하여 구현되었다. 모형자동차가 신호등과 표지판을 검출하기 위해서 OpenCV 를 활용하였다. 신호등의 색검출을 하기 위해서 RGB 컬러공간을 HSV 로 변환한 값을 통하여 검출하였다. 표지판 검출 기술은 카메라를 통해 입력으로 들어온 영상에서 표지판으로 추정되는 영역을 포착하여 표지판 고유의 색상, 형태, 윤곽선 특징을 이용하여 검출하였다.

#### 2.1 하드웨어 설계

모형자동차의 구성은 아두이노 우노 R3, 아두이노 모터샐드, 블루투스모듈, DC 모터(더블기어박스), 무선카메라, 적외선 센서 모듈로 구성되어 있다. 모형자동차에는 DC 모터 2 개를 이용하였으며 모터샐드를 통하여 모터의 방향, PWM, 브레이크 기능을 쉽게 구현할 수 있었다.

아두이노 로봇은 적외선 센서를 이용하여 바닥과 주행선을 따라 이동한다. 이 때의 센서부의 다이오드 개수가 많을수록 라인트레이서의 정확도가 높아지게 되며, 사용한 적외선 센서는 AM-IRS4D (4Ch)로 구성되어 있다. 컴퓨터에 아두이노를 USB 를 통하여 연결하여 작성된 블루투스 통신 코드를 입력해주면 컴퓨터 내부의 블루투스 기능과 아두이노 사이에서 통신 동작 하는 것을 설명한다. 구현된 아두이노는 무선 웹카메라의 영상을 PC 에 입력 받은 후 OpenCV 를 이용하여 분석된 영상을 각 상태에 따라 값을 정의해주었으며, 그 값들이 블루투스 통신을 통하여 PC 에서 아두이노로 전송되어 각 상황에 맞는 명령들을 실행하게 된다.

## 2.2 소프트웨어 설계

신호등 인식을 위해서는 색깔검출 알고리즘과 원검출 알고리즘을 이용한다. 카메라부터 획득된 영상은 기본적으로 RGB 이미지가므로 이 이미지를 HSV 색 모델로 변환한다. 변환된 HSV 이미지는 Hue, Saturation, Value 라는 세가지의 영상 정보를 가지고 이를 통해서 원하고자 하는 부분을 추출해 낼 수 있다. 색깔 검출에 사용하고자하는 초록색, 빨강색의 영역인 범위의 임계값(threshold value)을 선택하여 이진화된 영상을 추출한다.

신호등을 검출을 정확하게 하기 위해 1 차적으로 색을 검출한 후, 그 영역을 실제로 보이는 신호등 원의 크기로 추출하여 통합시켜 세밀한 신호등 인식 알고리즘을 구현하였다. 이진화된 이미지를 사용하여 원을 추출한 후 OpenCV 라이브러리를 이용한 Houghcircles 를 사용하여 원을 그려주는 방식을 사용하였다. 이때 사용된 Houghcircles 라는 함수는 픽셀기반의 래스터 화상(Raster image)에서 기하학적 성분(Geometric Primitives)을 추출하는 방법으로 OpenCV 라이브러리를 사용하였다.

표지판 인식을 위해서 먼저 입력영상을 전처리 과정을 거친 후 RGB 컬러모델을 Gray Scale 모델로 변환한다. Canny 함수를 통하여 에지를 추출한 후 FindContour 로 윤곽선 검출 후 표지판 이미지와 윤곽선 이미지를 비교하여 인식한다. 이 후, 가우시안 필터로 노이즈 제거를 위한 스무딩(blur) 작업을 수행한다. 다음으로는 미분된 값을 통하여 에지를 찾는 단계이다. 에지는 이미지의 강도가 급격하게 변하는 부분으로 최대값(극대)과 최소값(극소)이 존재 하게 된다. 이것을 Extrema 라고 부르며, 다음과 같은 Sobel Mask 를 이용하여 컨볼루션 하게 되면 X,Y 축에 관해 각각 영상을 얻어낼 수 있다.

표지판 검출을 위해서 SetTrackbarPos 함수를 이용하였으며 Threshold 값을 50 으로 설정해주었다. 원본그림과 영상의 그림을 비교하여 확인받은 match 값을 Motorcontrol 에 넣어 case 구분에 써리얼 통신을 통하여 블루투스 통신을 하여 명령을 전송한다.

## 3. 결론

자율주행 시스템을 구현하기 위해 OpenCV 를 통한 간판인식, 신호등 인식을 주행에 중요한 두가지 요소로 잡고 설계를 하여 실행한 결과 여러 가지 미흡한 문제점들을 찾을 수 있었다.

첫 번째로 도로 양 사이드를 따라가는 것을 설계하는 것은 여러 가지 어려움이 따르는 것을 확인할 수 있어 길을 라인트레이서로 잡고 한선을 따라가는 차선의 선택으로 실행을 하게 되었다.

다음 문제점으로 전압의 일정한 공급 문제로 우리는 자동차의 축소 버전으로 9V 전지를 이용해 운영을 하는 시스템을 구현하였는데 이것은 꾸준히 일정한 전압을 넣어주기 부족한감이 있어 일정시간 주행을 하게 되면 속도가 떨어지게 되어 속도가 느려지는 문제점을 보였다.



그림 1. 색깔검출 및 원검출 결과

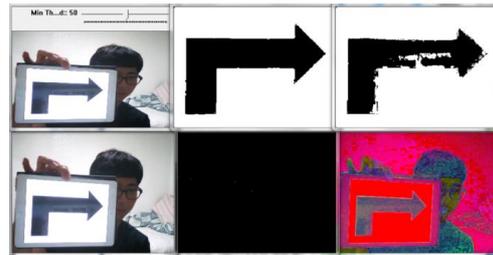


그림 2. 표지판 인식 화면

## 감사의 글

본 논문은 한국 산업통상자원부의 로봇산업융합핵심기술사업 프로그램 No.10048474, '고령화 세대에게 개인별 특화된 복지 서비스를 제공하기 위한 빅데이터 기반의 서비스 로봇개발'의 지원으로 수행되었음.

## 참고문헌

- [1] 한학용, 패턴인식 개론, 한빛미디어, 2009
- [2] 개리 로스트 브라드스키, 에이드리안 켈러저 황선규 역, OpenCV 제대로 배우기, 2009
- [3] 제이펍, 윤순백, 레시피로 배우는 아두이노 콕북, 2012
- [4] 김승규, 임광용, 최영우, “변혜란,색상과 모양 특징을 이용한 실시간 교통 표지판 검출”,한국정보과학회, 2012
- [5] 김승규, 임광용, 최영우, 변혜란.”영상처리를 이용한 모형자동차의 자율주행”,ICROS, 2011
- [6] Allam Mousa, ”Canny Edge Detection Based Vehicle Plate Recognition”,International Journal of Signal Processing, 2012
- [7] 강우진, 조한민, 김광수, 황선영, ”지능형 자동차 구현을 위한 표지판인식 기술”, 서강대학교, 2012
- [8] 오준택, 김보람, 박현욱, 김옥현, ”실영상에서 형태 정보와 에지 영상을 이용한 교통 표지판 영역 추출과 인식”, 한국정보과학회, 2004
- [9] 유훈재, 양옥일, 손광훈, “차선검출 위한 환경 적응적인 캐니 에지 추출 방법”, 한국방송공학회, 2011