

## 초음파 센서를 이용한 자율주행 로봇

김도연, 전익주<sup>†</sup>, 천혜진\*

기계공학부, 전자전기공학부, 중앙대학교, 서울특별시 동작구 흑석동 흑석로 84

E-mail: [ehduschch@naver.com](mailto:ehduschch@naver.com),

**초록:** 본 연구에서는 자율주행 로봇 설계를 위해 RGB센서 및 초음파센서를 기반으로 한 장애물 감지 RC카를 다루었다. 주로 Edison designer 프로그램을 사용하였으며, 이후 장애물 감지 및 미션 수행에 필요한 설계들은 Arduino를 이용하였다. 미션에 따라 로봇의 현재 상태를 몇 가지 경우로 나누어 알고리즘을 구상하였다.

### 서론

최근 4차산업혁명 및 5G 기술의 발달로 AI 및 자율주행 기술의 관심이 높아지고 있다. 자율주행 기술은 바퀴로 주행하는 자동차 외에도 로봇청소기, 드론 등 여러 분야에서 사용 중에 있다.

자율주행 자동차는 거의 상용화에 다다르고 있다. 최근 테슬라는 오토파일럿 2.0이라는 자율주행기능을 가진 자동차를 선보였다. 이는 Level2라는 반자율주행차의 평가를 받았다. 자율주행차는 핵심기술인 라이다를 이용하여 장애물을 감지하고, ADAS, AI 및 빅데이터를 이용하여 원하는 동작, 적절한 동작을 수행한다.

이번 설계에서는 위와 비슷한 방식으로 초음파 센서, RGB센서를 이용하여 장애물의 유무 및 색을 인지한다. 이후 해당 장애물에 대한 미션들을 수행하는 것이 목적이다. 논문을 통해 자율주행 알고리즘과 로봇의 설계에 대해 논의해 볼 것이다.

### 자율주행 로봇의 외형 설계

#### 1. 설계 조건

초음파 센서를 이용한 자율주행 로봇의 설계 조건은 1. 기구의 구성 부품과 재료 2. 기구의 크기 3. 활용 소프트웨어 세가지가 있다. 첫째로 기구의 구성 부품 중 모터는 과학상자 기어드 모터(No.100A)만 사용해야한다. 과학상자 기어드 모터(No.100A)의 사용 전압은 4.5V, 구동축 회전수는 340rpm으로 모터와 감속기어가 케이스에 고정된 형태이다. 기구의 재료는 아크릴, 과학상자, 3d프린터를 이용한다. 두번째로 기구의 크기는 가로 40cm 세로 40cm 높이 40cm 이내로 제한된다. 셋째, 제어부는 아두이노 언어를 기반으로 돌아가는 보드 일체이다. 기구의 설계 및 도면 작성의 활용 소프트웨어로 에디슨 디자이너와 m.Sketch를 사용해야한다.

따라서 이 논문에서는 에디슨 디자이너와 m.Sketch를 이용하여 자율주행 로봇의 외형을 설계하고 과학상자의 기어드 모터와 아두이노 보드를 활용한 제어를 통해 장애물의 색을 인식하고 물체를 옮기는 등의 동작을 할 수 있게 제작하였다. 자율주행 로봇의 외형 설계와 동작 알고리즘 구현 방식에 대해서 다음 장에서 자세히 설명하기로 한다.

#### 2. 과학상자를 이용한 형상 제작

자율주행 로봇에는 전원 공급을 위한 건전

지, 동작 구현을 위한 각종 센서와 센서의 제어를 수행에 필요한 아두이노를 탑재하기 위한 공간이 필요하다. 따라서 자율주행 로봇을 두 개의 층으로 분리하여 수납 공간을 마련하고자 하였다. 자율주행 차체의 아래층에는 모터 구동을 위한 과학상자 기어드 모터와 모터 드라이버, 건전지가 위치하고 위층에는 브레드보드와 아두이노, 집게 팔의 구동을 위한 모터가 있다. 라인 트레이서 센서는 자율주행 로봇의 아래층의 밑면 양쪽에 부착하였다. 장애물을 옮기는 동작의 알고리즘 구현을 위해 장애물과 거리를 측정하기 위한 초음파 센서와 장애물의 색을 인지하기 위한 RGB 센서는 자율주행 로봇의 앞 부분에 장착하였다.

이 연구에서는 미션 수행의 장애물을 운반하는 기구로 자율주행 차체의 앞에 집게 팔 구조를 조립하기로 하였다. 장애물 운반을 위한 구조의 핵심인 집게 팔의 외형 설계 목표는 장애물을 작은 힘으로도 높이 제한 조건 20mm를 만족할 수 있는 안정된 구조이다.

집게 팔의 형상을 결정하는데 있어서 가장 중요한 점은 장애물을 들어올리는 동력의 전달이다. 이에 팔의 형상이 직선인 경우보다 곡선인 경우에 더욱 이득인 것은 figure.1을 통하여 확인이 가능하다. 이와 같이 m.sketch를 반영하여 장애물을 집기 좋은 집게 팔의 형상과 모터의 회전각, 집게 팔의 크기를 선정하였다. 높이 제한 조건 20mm를 맞추기 위해 기어를 더 사용하여 집게 팔이 상하로 움직이게 하였다.

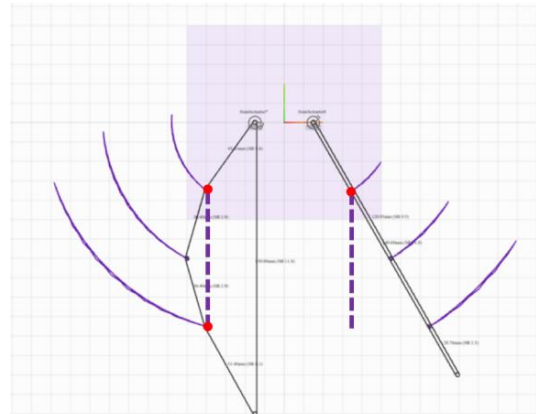


Figure 1. 팔의 형상 별 구동 범위

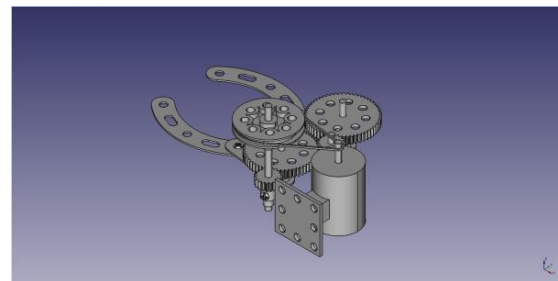


Figure 2. 집게 팔 Modeling

## 자율주행 알고리즘의 구성

### 1. 센서의 이용

#### (1) 초음파 센서(HC-SR04)

초음파의 파장은 전파 속도를 주파수로 할당한 값으로 전자파의 속도는  $3 \times 10^8 \text{m/s}$ 이지만 음속은 약 340m/s로 아주 늦기 때문에 파장이 짧다. 파장이 짧으면 거리 방향의 분해능이 높고 정밀도가 높은 계측을 할 수 있게 된다. 이러한 파장을 가진 초음파가 물체에 닿아 반사하면 물체의 유,무를 감지할 수 있게 된다.

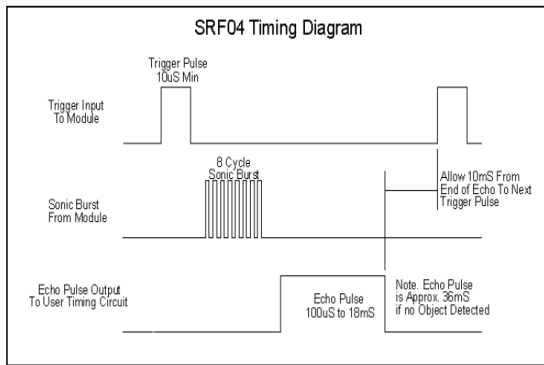


Figure 3. SRF04 Timing Diagram [1]

설계에 사용한 HC-SR04은 눈처럼 생긴 송수신 장치가 있는 초음파 센서이다. 트리거 핀에 10uS의 펄스 신호를 준 뒤, Delay를 적용시켜 초음파 Burst 신호가 날라가도록 한다. 이후 이 신호의 반사를 다시 수신하게 되면 Echo 펄스가 들어오게 되는데, 우리는 들어온 ON 타이밍의 시간을 측정하게 되고, 이 시간을 거리로 환산하게 된다. 이를 통해 장애물의 유무를 감지하는 역할을 하게 된다.

(2) RGB 센서

RGB 컬러 센서는 빛의 색을 주파수로 변환해주는 일종의 컨버터이다. 우리가 사용한 TCS3200은 4\*6의 다이오드 배열을 가지고 있다. Red, Green, Blue에 해당하는 컬러필터 6개씩과 아무것도 없는 6개가 있는 것이다.

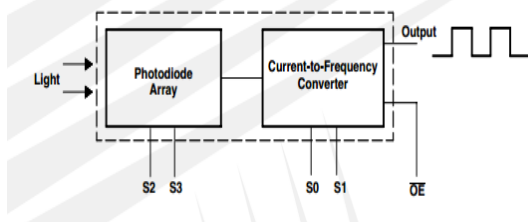


Figure 4. RGB 센서의 기능적 구조 [2]

실제로 구동해보면 빛과 거리에 대해 매우 민감하므로 여러 환경들을 고려하며 설계해야 한다. 출력값으로는 R,G,B값이 각각 출력되며 RGB값의 조합으로 색이 구현된다. RGB센서는 주행 중 미션 수행 시, 장애물의 색을 인지하

여 다음 동작을 선택하는 역할을 하게 된다.

(3) 라인트레이싱 센서

AGV에 사용되는 센서로서 주로 적외선 센서를 사용한다. 이 적외선 센서는 흑백논리만을 검출할 수 있기 때문에 흰색 바탕에 검은색 선을 검출하기에 용이하다. 보통 2조 이상 사용하여 바닥에 그려진 선을 원활히 따라가도록 한다. 라인트레이싱 센서는 바닥을 감지하고 구동에 유용한 정보를 파악한 뒤, 상황에 맞는 모터회전을 위해 CPU로 데이터를 처리하게 된다.

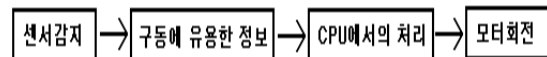


Figure 5. 라인트레이싱 센서의 구조 [3]

먼저, 적외선 센서를 이용하여 발광부(EL-7L)에서 빛을 쏘아 반사되는 빛의 양을 수광부(ST-7L)를 통해 감지하여 검은색과 흰색을 구별한다. 이후 감지된 정보 중 유용한 정보만을 뽑아낸다. 2개의 값과 2개의 센서를 가지므로 4가지 경우의 수가 나타난다. 검은색을 감지했을 경우를 1, 흰색을 감지했을 경우를 0이라 표기하면 다음과 같은 정보가 나타난다.

1	2	3	4
00	01	10	11

Table 1. 센서 감지상태 경우의 수

감지상태가 센서R,L 순서라고 한다면, 2번의 경우, 검은선이 차의 왼편에 있다는 것을 의미한다. 3번의 경우, 검은선이 차의 오른편에 있다는 것을 의미하며 1번은 검은선이 가운데 잘 맞춰진 상태를 가정한다. 따라서 4번의 값은 주행에 유용하지 않은 값이다.

1,2,3번의 정보만을 가지고 모터를 구동시켜 선을 따라 주행할 수 있도록 설계한다.

## 2. 장애물에 따른 동작 알고리즘

전체적인 동작 알고리즘은 아래의 그림 Figure 4와 같다. 주행 중 초음파 센서를 통해 장애물의 유,무를 먼저 감지한다. 이후, RGB 센서를 이용하기 위해 RGB 센서의 동작 범위까지 천천히 전진한다. RGB 센서로 R, G, B의 값을 읽고 장애물의 RGB값에 따라 4가지 경우의 동작을 수행하게 된다.

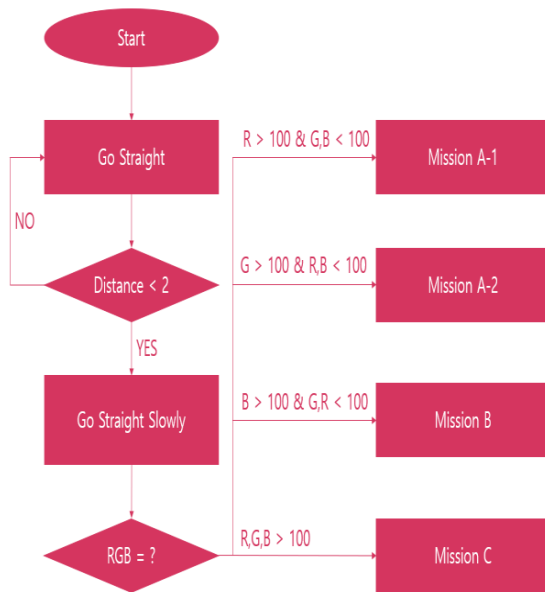
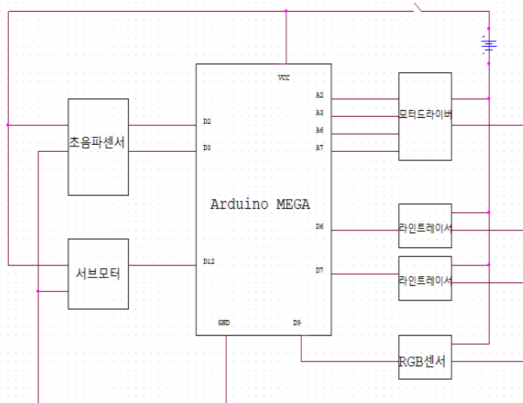


Figure 6. 자율주행 알고리즘

## 3. 회로도



## 결론

본 논문에서는 에디슨에서 제공하는 소프트웨어 Edison designer와 m.sketch를 사용하여 장애물을 옮길 수 있는 자율주행 로봇의 형상 설계를 진행하였다. 장애물 운반을 위한 자율주행 로봇의 센서별 역할에 따른 동작 알고리즘을 완성하고 적용되는 센서의 회로도를 설계하였다.

설계된 자율주행 로봇의 형상과 알고리즘을 통합한 프로토타입을 과학상자와 아크릴, 3D 프린트 재료를 활용하여 직접 제작해보았다. 따라서 제작된 주행로봇의 외형이 안정되고 라인 트레이싱을 활용하여 주행이 가능한 것을 확인할 수 있었다.

진행된 Prototype을 토대로 자율주행 로봇의 주행 효율성, 구동부의 신뢰성을 검증하고 전체 로봇의 경량화를 진행한다. 이후 센서별 특성에 맞게 장애물과 로봇과의 거리와 센서 동작범위 등을 고려하여 Arduino를 이용한 코딩을 진행한다. 앞으로는 로봇의 주행능력과 장애물의 운반 능력을 테스트하고 최적화를 위한 코딩 구현과 형상을 완성시킬 계획이다.

## 감사의 글

본 연구는 과학기술정보통신부 및 한국연구재단의 첨단 사이언스·교육 허브 개발(EDISON) 사업의 지원으로 연구되었음(NRF-2011-0020576).

## 참고문헌

- [1] <https://m.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=hooori&logNo=120169616721&proxyReferer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F> (28<sup>th</sup> Dec. 2018 검색)
- [2] <http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=ubicomputing&logNo=220647673406> (28<sup>th</sup> Dec. 2018 검색)

[3]

제8회 EDISON SW 활용 경진대회

<https://cfile23.uf.tistory.com/attach/115DCC144A27AB74>

[AE0FA2](#) (28<sup>th</sup> Dec. 2018 검색)