

# 초음파, 적외선 그리고 조도 센서를 이용한 경로 추종 효율성에 관한 연구

손계원\*, 박세환, 엄성호, 노해준, 박명균, 조강현,  
 \*한국교통대학교 소프트웨어학과  
 한국교통대학교  
 \*email : sihan830@gmail.com

## A Study on Path Tracking Efficiency Using Ultrasonic, Infrared and Light Sensor

Gye-Won Son\*, Se-Hwan Park, Seong-Ho Eom, Noh, Myung-Kyun Park, Kang-Hyeon Cho  
 \*Dept. of Software, Korea National University of Transportation  
 Korea National University of Transportation

### 요 약

이 연구는 센서와 자율주행 자동차의 경로 추종의 효율성에 관한 연구이다. 자율주행 자동차의 ‘기술 현황’과 ‘주요 사용 센서 현황’을 통해 사용센서를 선정하였고, 선정된 센서들의 특성을 분석하였다. 초음파, 적외선, 조도 센서를 이용해 환경 변수가 제한된 상황에서 경로 추종 주행 연구를 실시하였다. 이 연구를 통해 동일 환경이라도 센서의 값이 상이한 것을 확인하였다.

### 1. 서론

4 차 산업혁명이 사회적 화두로 떠올랐다. ICMB(IoT, Cloud, Mobile, Big Data), ABC(A.I, Big Data, Cloud) 등의 용어가 기술의 흐름을 대변한다. 현재 이런 융합 기술의 정점에 있는 것이 자율주행 자동차이다. 다음 표는 현재 자율주행 자동차의 기술 현황이다.

<표 1> 자율주행 자동차 기술 현황

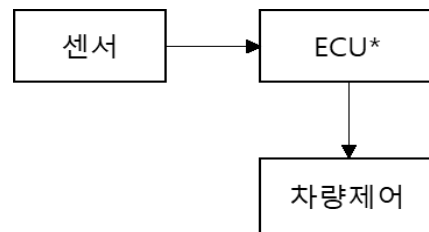
구분	기업	주요 특징
국내	현대 기아	· 구글/시스코 등 IT 업체와 협력, · 커넥티드 자율주행 자동차 개발 · 2030년까지 양산 계획
	네이버	· 2017년 첫 공개 · 무인택시 서비스 구상
국외	구글 웨이모	· 2021년까지 출시 목표 · 최장 시범 운행거리 보유(42만 마일) · 5000마일당 한번 꼴로 운전자개입, · 최소 운전자 개입 기록 보유
	바이두	· AI 운전자 보조 프로그램 탑재 · 자율주행 자동차 개발 · 2018년 상업용 출시, · 2021년 양산화 계획
	포드	· 2021년 까지 운전대/브레이크 없는 완전 자율주행 자동차 생산 · 택시 or 차량 공유 서비스용으로 출시 계획

\*출처: 참고 문헌 [24] 각색

표 1에서 확인 가능하듯 IT 기업들이 두각을 나타내고 있다. 기존의 자동차 회사들 또한 흐름에 발 맞추어 기술 개발에 뛰어들고 있으며, 빠르면 내년, 늦어도 3년 뒤부터 양산 계획이 있는 것을 확인할 수 있다.

이러한 흐름에 발 맞추어 센서를 자율주행 자동차에 적용하고, 환경변수가 센싱 환경과 주행 환경에 끼치는 영향에 관하여 연구하고자 한다.

### 2. 자율주행 자동차의 구성과 연구 자동차 구성

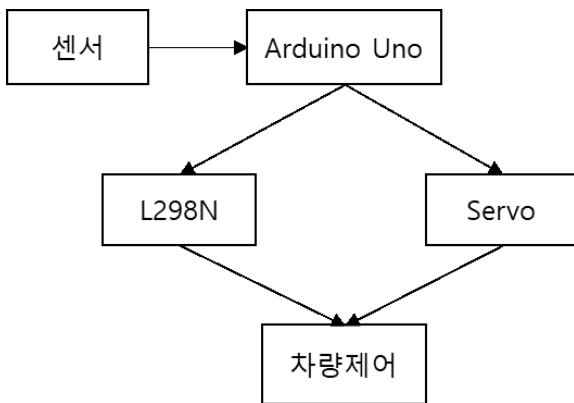


\*ECU : Electronic Control Unit

(그림 1) 자율주행 자동차 기본 구성도

실제 자율주행 자동차의 구성도를 간략하게 표시하면 그림 1과 같이 나타난다. 자율주행 이전 단계까지의 ECU는 조향을 제외한 자동차의 전반적인 제어를 하였다. 자율주행 자동차로 넘어오면서 ECU는 센서 값을 인식, 판단, 제어를 통하여 자동차의 모든 움직임을 제어한다. 업계에서 자율주행 자동차를 위하여

개발 중인 것이 바로 ECU 이다.



(그림 2) 연구 자동차의 구성도

연구를 목적으로 실제 자율주행 자동차의 가장 큰 틀에 맞추어 시스템을 구성하였다. 그림 2 는 마이크로컨트롤러인 Arduino Uno 를 이용해 ECU 환경을 재현한 것이다. Arduino 에서 센서 값을 읽고 판단한 후, 모터 드라이버인 L298N 칩셋을 이용하여 DC Motor 의 구동 제어와 Servo Motor 를 사용한 조향 제어를 구현하였다. Sunfounder 사의 Raspberry Pi Smart Car 의 프레임 을 사용하였다. 구동은 기어 비율이 1:220 인 모터를 사용하였고, 조향에는 SG90 서보 모터가 쓰였다. 차량의 폭은 13cm 전체 길이는 17cm 이다.

### 3. 센서와 환경변수

<표 2> 자율주행 자동차 사용 센서 현황

대표기업	사용 센서 및 적용 자동차
스바루 스즈키	· 스테레오 카메라
현대 폭스바겐 토요타 혼다	· 모노 카메라, Radar · Front Assis · Safety Sense P
토요타	· 모노 카메라, 레이저 · Safety Sense C
B M W	· 360 뷰 비전센서
바이두 구글	· 라이다 · 자사 맵 제작 기술
네이버	· 모노 카메라, 레이저, 딥러닝
아우디	· 스테레오 카메라, 레이저, AI
테슬라	· 모노 카메라, 360 도 초음파, 레이더

\*출처: 참고 문헌 25-29 각색

표 2 는 현재 기업에서 사용 중인 센서들이다. 표에서 확인 가능하듯 대부분의 기업에서 광학센서인 카메라와 별도의 센서로 복합적인 환경을 구성하는 것을 확인 할 수 있다.

이 자료를 토대로 비슷한 기능을 하는 센서를 사용하여 연구에 사용하였다. 카메라 기능은 환경적인 요인으로 인해 배제하였다. 초음파 센서는 장애물과의

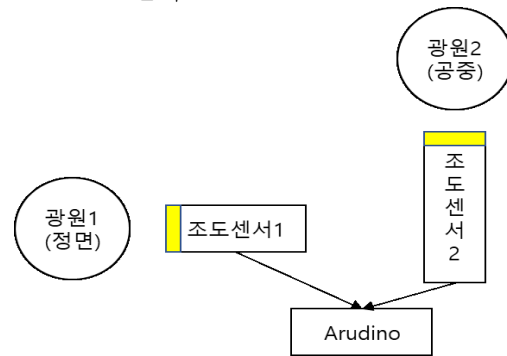
거리 측정과 회피를 위하여 사용하였다. 적외선 센서는 거리 측정이 불가능하여 센싱 범위 내 장애물의 유무만을 판단하기 위해 사용하였다. 조도 센서의 경우 장애물의 가시성을 높이기 위해 연구에 사용하였다.

#### 3.1. 적외선 센서

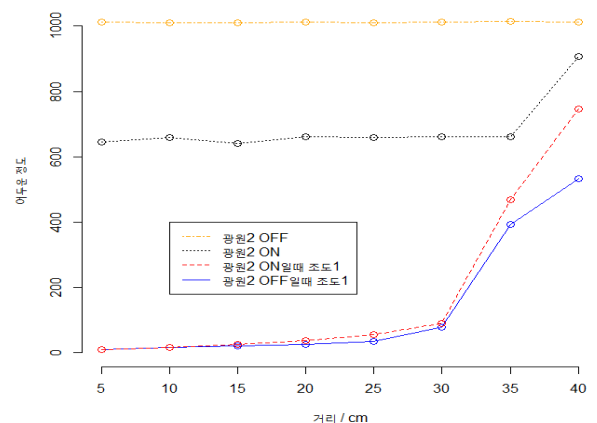
적외선은 0.75 μm -1000 μm 범위의 파장을 갖는 전자파로 구성된다. 적외선은 전자파를 방출하여 그 반사되는 정도를 가지고 물체의 유무와 거리를 판단한다. 물체마다 흡수, 반사 되는 정도가 달라 동일한 위치에 있는 물체라도 값이 다르게 측정 될 수 있다.

센서로 값을 측정 할 때 -25° C~55° C 에서 정상작동 하여 상온에서의 온도 변화는 무시된다. 하지만 태양의 직사광선에는 적외선이 포함되어 있어 야외에서 사용에 적합하지 않다. 또한 반사를 이용한 센서이기 때문에 측정하는 표면의 재질, 상태, 색상 등에 영향을 크게 받는다. 검은색과 흰색에서의 흡수, 반사량이 다르기 때문에 측정값이 다르다. 이것을 이용하여 라인 트레이싱을 이용한 경로 추종에 사용하기도 한다. 온도 등에 영향은 적게 받지만 태양광에 포함된 적외선 때문에 야외 사용이 힘들다는 문제가 있다.

#### 3.2. 조도 센서



(그림 3) 조도 센서와 환경 변수 구성도



(그림 4) 조도 센서의 환경 변수의 영향

그림 3 과 같이 센서를 구성하여 조도센서가 주변 환경에 받는 영향을 실험하였다. 조도 센서 1 은 정면, 조도 센서 2 는 공중을 바라보게 설치하였다. 광원 2

는 낮과 밤의 상황을 가정하여 On/Off 의 두 상태로 두었고, 광원 1 과 조도 센서 1 은 거리에 따른 변화를 확인 하기 위하여 5~40cm 까지 5cm 의 차이를 두고 실험하였다. 그래프의 x 축은 거리(cm), y 축은 어두운 정도를 나타내는 아날로그 값(0~1023)이다. 조도센서 1 은 10 lumens 밝기의 아이폰 7 의 카메라 led 이다.

그림 4 에서 볼 수 있듯 거리에 따른 변화는 광원 2 의 유무와 상관없이 30cm 넘어가는 지점부터 급격한 노이즈가 발생하여 어렵게 측정되는 것을 확인 할 수 있다.

광원 2 를 측정된 값 또한 35cm 이하 지점에서선 안정적인 것을 확인 할 수 있다. 광원 2 가 켜진 상태에서 35cm 지점에서 값이 갑자기 높아졌지만, 광원 1 의 측정 값 또한 노이즈가 크게 발생한 지점이기에 유의미한 노이즈가 아니라고 판단한다.

실험 결과, 조도 센서는 센서가 바라보는 방향 외의 광원에는 큰 영향을 받지 않는다는 것을 확인하였다. 이 결과 조도센서에 유의미하게 작용하는 변수는 광원의 방향이라 판단된다.

### 3.3. 초음파 센서

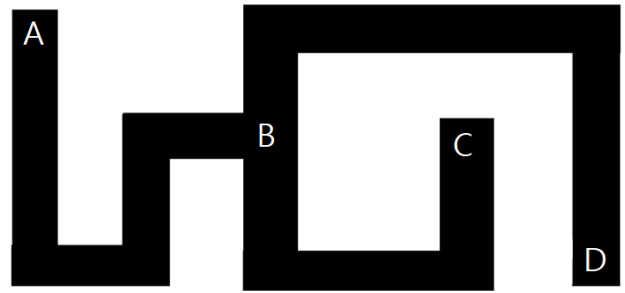
초음파 센서는 공기의 진동을 이용하여 장애물의 검출과 거리 측정을 하기 때문에 비와 같은 기상환경에 영향을 받지 않는다. 또한, 안개나 먼지가 많이 발생하는 환경에서도 안정적인 검출이 가능하고, 40km/h 이하의 바람에서는 큰 영향을 받지 않는다. 하지만 Acoustic Wave 를 사용하기 때문에 외부 소음, 전기적 잡음 등에 따른 오작동 위험이 있다. 또한 가까운 거리에 위치한 센서들의 간섭 영향을 받을 수 있다. 초음파 빔과 장애물이 이루는 각도가 25 도 이상인 경우, 반사되는 초음파 양이 적어 물체를 감지하지 못하게 된다. [1][2]

초음파 센서를 사용한 물체 검출은 물체의 재질이나 음파의 방향에 따라 영향을 많이 받는다. 특히, 거울과 같이 매끄러운 표면이나 기울어진 물체를 검출하는 경우에 잘못 된 거리 정보를 도출할 수 있다. 이런 현상은 호의 모양으로 방사되는 초음파 센서의 입사각이 음파의 지향각의 절반보다 클 경우 발생하며, 이를 거울반사(Specular reflection)라고 한다. [3]

이러한 특징상 5~400cm 구간에선 비교적 안정적으로 정확한 값이 측정된다. 비, 먼지와 같은 변수에는 영향을 받지 않지만 진동, 표면 각도, 표면 재질 등의 변수에 측정에 영향을 준다.

## 4. 경로 추종

아래 그림 4 와 같이 구성한 도로에서 주행 실험을 진행하였다. 출발지 A 를 출발지로, C 와 D 를 각각 목적지로 하여 주행 테스트를 진행하였다. 도로는 폼보드로 구성하였고, 도로의 폭은 34cm 이다. A 부터 목적지 C 까지의 거리는 550cm, A 부터 목적지 D 까지의 거리는 470cm 이다. 도로는 폼보드로 구성하였다. 목적지에 따라 갈림길 B 에 가림막을 설치하여 진행하였다.



(그림 4) 연구 도로 환경

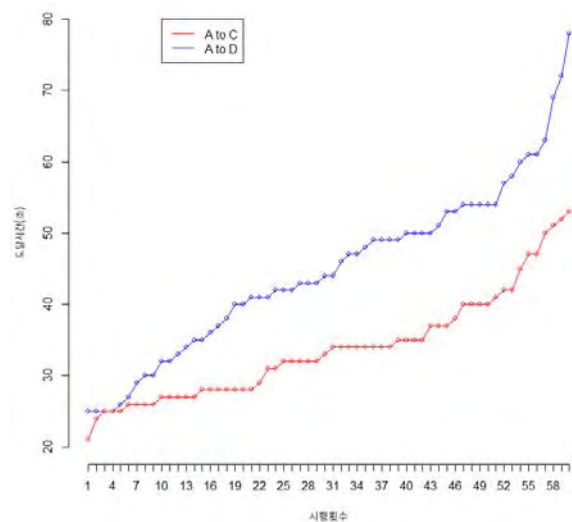
경로 추종을 위해 전방에 장애물이 존재할 경우 정지 후 좌우의 장애물 유무를 판단해 주행하는 알고리즘을 채택하여 진행하였다. 연구에 사용된 초음파 센서는 5~400cm, 적외선은 3~80cm 범위의 센서를 사용하였다.

그림 2 의 자동차에 조도, 적외선, 초음파 센서를 각각 사용하고, 센서를 중첩하여 사용해 연구를 진행하고자 하였다. 적외선과 조도 센서는 센서 값의 지속적인 오류로 인해 목적지에 도달하지 못하였다.

적외선 센서는 도로의 재질상의 문제 혹은 실험 환경 중 배제하지 못한 적외선 광원으로 인한 간섭 혹은 측정 오류로 인한 것으로 추정된다. 장소상의 문제로 자연광을 완전히 배제하지 못하였고, 형광등 이외의 광원 배제가 불가능 하였다.

조도 센서의 경우 유효 측정 거리가 짧고, 광원의 밝기 영향을 너무 많이 받아 도로 주행 테스트에 적합하지 않았다. 10 lumens 이하 조도에서는 25cm 이하 거리에서도 유효한 측정이 이루어지지 않아 목적지에 도달하지 못하였다.

적외선 센서의 경우 0 과 1 값의 디지털 값만 측정하는 센서를 이용하였다. 프로그래밍 단계에서는 정상적으로 값을 출력하였다. 하지만 도로 주행 단계에서 확인되지 않은 오류로 주행을 15 회 진행하였으나 한 번도 목적지에 도달하지 못하였다.



(그림 5) 초음파 센서 주행 기록

그림 5 는 각각의 경로를 60 회씩 주행한 기록을 오름차순으로 정렬한 것이다. 목적지까지 도달한 평균 시간은 C 의 경우 33 초, D 의 경우 44 초가 걸렸다. 평균 속력은 C 가 14cm/s, D 가 12cm/s 로 연구상황에선 유의미한 차이는 없는 것으로 판단한다. 변수가 동일하게 통제된 상황에서 거리대비 시간·속력이 유의미한 차이가 없었기 때문에 연구에 사용한 센서 중 가장 환경 변수에 영향을 덜 받는 것으로 판단한다.

### 5. 결론 및 제언

변수가 제한된 환경에서 세 가지 센서를 사용하여 연구를 진행하였다. 초음파 센서는 안정적으로 목적지에 도달하였지만 두 센서, 조도와 적외선 센서는 환경 변수의 영향으로 목적지에 도달하지 못했다.

이 연구를 통하여 초음파 센서가 연구에 사용한 센서 중 환경 변수의 영향을 가장 덜 받고, 변수 상황에 안정적이라는 결과를 얻었다. 효율성은 주행 환경에서 센서가 얼마나 변수에 강점을 갖고 있는지에 달린 것으로 판단한다.

향후 좀 더 다양한 환경 변수를 제공하고 DB 연동을 통한 기계학습을 다음 연구 과제로 진행하고자 한다.

### 참 고 문 헌

[1] 김성호, 초음파 센서를 이용한 굴삭기용 장애물 인식 시스템에 관한 연구(2000), 울산대학교 대학원, 6

[2] 정학영 외 1 인, 초음파센서를 이용한 이동로봇의 환경모델 구성(1995.10), 서울산업대학교 산업대학원 논문집 제 3 집,122

[3] 장성진 외 5 인, 3D 거리센서와 초음파센서를 이용한 이동로봇의 장애물 회피, 제어로봇시스템학회 국내학술대회 논문집(2011.5), 103-104

[4] 최지현 외 1 인, Multiple Sensor Fusion 에 의한 차량의 Acc 제어정보 검출에 관한 연구(2006), 대한전자공학회 학술대회 논문집 29(2), 826-829

[5] 안두성 외 3 인, 자율주행 시스템의 장애물 회피 알고리즘에 관한 연구(2012), 한국동력기계공학회지 16(1), 84-90

[6] 김정훈 외 3 인, 초음파센서와 영상센서를 이용한 자율이동로봇의 인식방법(2003), 대한전기학회 학술대회 논문집, 2444-2446

[7] 김성복 외 1 인, 효율적인 이동로봇의 장애물 탐지를 위한 중첩 초음파 센서링의 위치 불확실성 감소(2009), 신호처리 시스템 학문 논문집

[8] 나카자와 카즈키, 적외선 센서를 이용한 가상 목표 생성에 의한 장애물 회피(2005), 아주대학교 대학원

[9] 이진수, 뇌정보처리 매커니즘에 기반한 인간행동 시스템 연구(2004), 포항공과대학교

[10] 오세영 외 1 인, 자율 주행 시스템의 구현

(2003), 한국뇌학회지

[11] 김태홍 외 2 인, 로봇주행을 위한 장애물 탐지 및 거리측정 II(2001), 동양대학교 논문집

[12] 김창만, 무인 차량의 주행을 위한 향상된 차선 검출 알고리즘(2002), 국민대학교 자동차공학전문대학원

[13] 조백두 외 2 인, 초음파와 RF 를 이용한 실내 측위 시스템(2017), 한국통신학회문지

[14] 노선희, 모터 전용 라이브러리를 이용한 전자자동차용 BLDC 모터제어에 관한 연구(2013), 국민대학교 대학원 전자공학과

[15] 김재훈 외 1 인, 무인 자율주행 자동차에서 GPS 와 차량 센서 데이터 퓨전을 통한 위치 인식(2013), 한국자동차공학회 추계학술대회 및 전시회 772-774

[16] 허준영 외 2 인, 비전과 IR 센서를 갖는 이동로봇의 퍼지 규칙을 이용한 자율 주행(2007), 한국지능시스템학회 901-906

[17] 김진우 외 3 인, 자율주행시스템을 위한 센서 융합을 통한 이동객체 인식 방법(2017), 한국통신학회 학술대회논문집 287

[18] 황원준, 초음파센서 기반 자율주행 로봇의 장애물 회피에 관한 연구((2015), 한국산업융합학회 30-36

[19] 노삼열 외 1 인, 도로환경에서 자율주행을 위한 주행상황인지 방법(2014), 대한전자공학회 학술대회 861-863

[20] 한영민 외 1 인, 무인자율주행차량의 안전한 주행경로 생성을 위한 장애물 판단 및 경로계획(2012), 한국자동차공학회 추계학술대회 및 전시회 1242

[21] 박범주 외 1 인, 무인 차량의 도로주행 방법(1991), 대한전자공학회 학술대회 773-778

[22] 류영재 외 3 인, 자기센서 기반 자율주행차량의 도로방향 인식(2003), 전기학회논문지 D 52D 526-532

[23] 양재현 외 2 인, 자율주행자동차의 2 차원 레이저 센서를 이용한 도로노면 표시 인식 기법 개발(2016), 한국자동차공학회 추계학술대회 및 전시회 832

[24] <http://platum.kr/archives/79209>

[25] <https://www.subaru.jp/legacy/b4/safety/eyesight.html>

[26] [http://en.volkswagen.com/en/innovation-and-technology/technical-glossary/umfeldbeobachtungssystem\\_front\\_assist.html](http://en.volkswagen.com/en/innovation-and-technology/technical-glossary/umfeldbeobachtungssystem_front_assist.html)

[27] [http://toyota.jp/technology/safety/toyota\\_safety\\_sense\\_p/](http://toyota.jp/technology/safety/toyota_safety_sense_p/)

[28] <http://www.suzuki.co.jp/car/solio/safety/?data=b>

[29] [http://toyota.jp/technology/safety/toyota\\_safety\\_sense/](http://toyota.jp/technology/safety/toyota_safety_sense/)

본 논문은 미래창조과학부의 지원을 통해 수행한 ICT 멘토링 사업의 프로젝트 결과물입니다.