

# 탐색 알고리즘을 이용한 초음파 센서 기반 무선조종 RC카

신민재\*<sup>1</sup>, 임수민\*<sup>2</sup>, 김동회\*\*

## Ultrasonic Sensor-based Radio Controlled RC Car Using Search Algorithm

Min-Jae Shin\*<sup>1</sup>, Su-Min Lim\*<sup>2</sup>, and Dong-Hoi Kim\*\*

### 요 약

기존의 자이로 센서를 이용한 무선조종 RC카는 직접 조종을 했기 때문에 충돌을 방지하는 장치가 없어 장애물을 만났을 때 충돌이 자주 일어난다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 제안하는 RC카는 정면에 2개의 초음파 센서를 설치하여 자이로 센서로 부터의 출력과 초음파 센서의 출력을 사용해 새로운 데이터 값을 얻었다. 초음파 센서로 출력 값을 받을 때 자이로 센서에 의한 출력 값을 찾아 바꾸는 탐색 알고리즘을 이용했다. 이 값들을 기반으로 아두이노를 이용해 새로운 4비트 데이터를 이용해 RC카의 모터를 제어하였다. 제안하는 탐색 알고리즘을 통해 장애물과의 충돌을 줄임으로써 안정성을 높였다. 본 논문에서 제안하는 RC카 모델에서 장애물 감지 횟수, 충돌 횟수, 목표지점까지의 속도 등에 대한 실험을 진행하여 기존 무선조종 RC카보다 더 우수한 안정성을 제공함을 확인하였다.

### Abstract

Because the existing RC-controlled gyro sensor was directly controlled and there was no device to prevent collision, it would frequently collide when encountering obstacles. To solve this problem, the proposed RC car was equipped with two ultrasonic sensors on the front and new data values were obtained from the output from the gyro sensor and the ultrasonic sensor. When the output value is received by the ultrasonic sensor, a search algorithm is used to find and change the output value by the gyro sensor. Based on these values, Arduino was used to control the RC car's motor using new 4-bit data. This search algorithm improves stability by reducing collisions with obstacles. Through the several experiments such as the number of obstacles detected, the number of collisions, and the speed to the target point, we found that the proposed RC car model improves more stability than existing RC car models.

### Keywords

RF communication car, ultrasonic sensor, arduino, search algorithm

\* 강원대학교 전기전자공학과 학사과정  
- ORCID<sup>1</sup>: <http://orcid.org/0000-0002-7828-1063>  
- ORCID<sup>2</sup>: <http://orcid.org/0000-0001-8954-8862>  
\*\* 강원대학교 전기전자공학과 교수(교신저자)  
- ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1140-3003>

• Received: Nov. 19, 2019, Revised: Dec. 09, 2019, Accepted: Dec. 12, 2019  
• Corresponding Author: Dong-Hoi Kim  
Dept. of Electrical and Electronic Engineering, College of IT, Kangwon National University, Chuncheon-si, Korea,  
Tel.: +82-33-250-6349, Email: [donghk@kangwon.ac.kr](mailto:donghk@kangwon.ac.kr)

## 1. 서 론

과거 드라마로 인기를 끌었던 전격 Z 작전에서 키트는 우리에게 자율주행 자동차라는 환상을 심어 주었다. 이러한 자율주행 자동차가 이제는 꿈이 아닌 현실로 다가오고 있다. 자율주행 자동차에 대한 정의를 내려보면 운전자의 개입 없이 주위환경을 인식하고, 주행 상황을 판단하여, 차량을 제어함으로써 목적지까지 스스로 주행하는 자동차를 말한다. 이러한 자율주행 자동차는 교통사고를 줄이고 교통 효율성을 높이며 연료를 절감하고 운전을 대신해줌으로써, 편의를 증대시킬 수 있는 미래 개인 교통수단이 될 것으로 기대된다[1].

최근에는 이러한 자율주행 자동차가 교통사고를 줄이고, 교통 효율성을 높이며, 연료를 절감하고, 운전을 대신해줌으로써 편의를 증대시킬 수 있는 미래 개인 교통수단으로 주목받고 있다[2].

자율주행 자동차가 완성형이 되기 위해서는 우선 운전 보조 시스템이 완전한 형태로 개발되어야 한다. 운전 보조 시스템은 운전자의 편의뿐만 아니라 사고의 최소화까지 가능하도록 하는 시스템이다. 최근 자동차 산업의 활성화로 인해 교통사고 급증이 사회적 문제 되면서 사고를 미리 방지할 수 있는 운전자 보조 시스템 관련 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 자동차 사고 원인의 70% 이상이 운전자 과실에 의해서 발생되고, 추돌사고의 75%가 시속 29km이하의 속도에서 발생한다. 이를 미연에 방지하기 위해서는 운전자의 인지, 판단을 보조하지 시스템의 개발이 필수적이다. 현재 운전 보조 시스템이 세계 모든 나라의 주요 자동차 제조회사에서 개발하여 실용화 되고 있다. 대표적인 예로 가속 페달을 밟지 않아도 자동차가 스스로 일정한 속도로 운행하는 기능, 충돌방지 기능, 주차 보조 시스템 등이 있다[3].

기존의 자이로 센서를 이용한 무선조종 RC카 논문에서는 자이로 센서로부터의 입력만을 이용해 RC카를 움직였다. 또 주로 무선으로 조종한다는 것에 초점을 맞췄다. 본 논문에서는 무선조종 자동차에 초음파 센서를 부착해 자이로 센서의 값과 함께 UNO3에서 계산되어 4비트 데이터값을 출력했다.

이 값을 이용해 RC카의 모터를 제어했다. 이로써 무선조종 자동차가 장애물을 감지하여 자동으로 피해서 움직일 수 있는 탐색 알고리즘을 이용한 초음파 센서를 추가적으로 장착하였다. 본 논문의 II장에서는 기존에 사용되는 초음파 센서와 RC카 모델을 설명하고, III장에서는 새롭게 제안하는 초음파 센서와 기존의 무선조종 자동차를 결합한 모델과 자이로 센서에 의해 결정된 값과 초음파 센서에 의해 결정된 값의 연산으로 RC카의 모터가 제어되는 과정을 보여줄 것이다. IV장에서는 본 논문에서 제안된 방식의 초음파 센서를 추가한 무선조종 자동차의 구현과 2가지 실험을 제시한 후, 마지막 V장에서 결론을 맺는다[4].

## II. 기존의 무선조종 RC카와 초음파 센서

### 2.1 기존의 가속도 센서 기반 무선조종 RC카

자이로 센서를 이용한 무선조종 자동차로 간단한 손의 움직임으로 RC카를 움직이는 기능을 구현하였다. RF통신을 이용해 자이로 센서에 의한 수치 데이터를 직렬통신으로 무선조종 자동차의 수신부로 보내 손의 각도에 따라서 RC카가 움직일 수 있게 하였다. 이를 구현시키기 위해서 자이로 센서의 데이터 시트를 확인한 후 무선조종 자동차의 상하 좌우 방향을 각도에 의한 수치를 이론적으로 계산하였다. 실제 관측한 값과 비교하여 원하는 각도에서 원하는 방향으로 움직이는지 가장 합리적인 파라메타 값을 구할 수 있었다. 자이로 센서를 이용한 무선조종 자동차는 DC모터를 사용하여 바퀴가 굴러갈 수 있도록 하였다. 기존의 무선조종 자동차를 핸들이나 조이스틱을 이용하여 움직이는 것이 아니라 손의 각도를 이용한 기술로 구동에 성공하였다 [4].

### 2.2 기존의 초음파 센서 기반 전방감시 시스템

차량 전방 감지 시스템은 전방 차량 및 장애물과의 거리 데이터 값을 취득하는 고지향각 초음파 센서와 후방 차량 및 장애물과의 거리 데이터 값을

얻을 수 있는 초음파 센서를 사용하였다. 전방감시에 사용한 초음파 센서에서 초음파를 송신하고, 장애물에 부딪쳐 반사되어 돌아오는 초음파를 수신하여 펄스를 생성하는 시스템이다[4].

### 2.3 초음파 센서의 기본 설명

초음파는 사람이 들을 수 있는 가청 주파수 밖의 높은 주파수 20kHz 이상의 고주파 음파를 말한다. 가청 주파수는 대략 20Hz에서부터 20kHz까지의 주파수 영역의 음향을 말한다. 20kHz 이상의 음향은 주파수가 너무 높아 사람이 들을 수 없다. 박쥐는 초음파 영역의 음파를 통해 서로 교신하지만, 인간은 그 소리를 들을 수가 없다. 이처럼 초음파 센서는 초음파의 음향을 감지하는 센서이다[5].

### 2.4 초음파를 이용한 거리 측정 방법

초음파의 파장은 전파속도를 주파수로 나눈 값이다.

$$\lambda(\text{파장}) = \frac{v(\text{전파속도})}{f(\text{주파수})} \quad (1)$$

이 식에서 전자파의 속도는  $3 \times 10^8 \text{ m/sec}$  로 빠르지만, 음속(음파의 속도)은 약  $344 \text{ m/sec}$  으로 늦기 때문에 파장이 비교적 짧다. 전자파의 속도가 30kHz 의 경우 파장의 길이는 약 11.5mm가 된다. 파장이 짧으면 거리 방향의 분해능이 높고, 정밀도가 높은 계측을 할 수 있다. 물체의 유·무를 감지하기 위해서 초음파가 물체에 닿으면 반사하는 성질을 이용한다. 초음파가 금속, 목재, 콘크리트, 유리, 종이 등에 닿으면 거의 100% 반사하지만, 삼베, 면 등과 같이 인조로 되어 공기를 포함하는 물체에 닿으면 흡수하기 때문에 이처럼 특수한 경우에는 센서의 이득을 높게 할 필요가 있다[6].

공기 중의 음파의 전송속도(음속)  $v$ 는 다음 식(2)와 같이 나타낼 수 있다[7].

$$v(\text{전파속도}) = 331.5 + 0.607 T [m/sec] \quad (2)$$

$T$  : 주변온도( $^{\circ}C$ )

### 2.5 음파와 전파의 차이

초음파 센서를 알기 위해선 음파와 전파의 차이점을 먼저 알아야 한다. 음파는 음향 에너지이고, 진동매체가 있어 진공 안을 전파할 수 없으며, 전파는 전자기장 진동이고, 전자장과 자기장이 존재하여 진공 중에도 전파된다.

음파는 세로파로 진행방향으로 소밀파가 형성되어 음파 에너지로 전파된다.

전파는 전기장과 자기장이 함께 존재하여 서로 교차한 전자장을 형성하고, 일정한 속도로 전파하는 가로파이다[8].

### 2.6 초음파를 이용한 거리 측정 방법

초음파를 이용한 거리 측정은 크게 펄스 반사법과 주파수 비교법으로 나뉜다.

펄스 반사법은 센서로부터 대상 물체까지의 거리를 알기 위한 방법으로 초음파의 왕복 전달시간측정에 의한 거리 측정법이다. 그림 4는 후퍼(hooper)의 상측에서 초음파 펄스를 발사하여 그 초음파가 탱크 속분체의 상면에서 반사, 산란하여 되돌아오기까지의 시간을 측정함으로써 그 시간에서 탱크 속의 분체량을 파악할 수 있다. 공기 중에서 음파의 전달속도는 1기압 중에 다음과 같이 구한다.

$$v = 331 + 0.6 T [m/s] \quad (3)$$

$T = ^{\circ}C$ 로 표시된 온도계

음파의 왕복 전달 시간이  $t$ [초]라 하면 그 사이의 거리는 다음과 같이 구한다.

$$L = \frac{1}{2} \times 343 \times t [m] \quad (20^{\circ}C \text{의 경우}) \quad (4)$$

주파수 비교법은 대상물로 향하여 펄스파를 발사하는 것이 아니라 주파수가 시간과 더불어 직선적으로 변화하는 사인파의 초음파를 발사한다. 이때 발사하고 있는 초음파의 주파수와 대상 물체로부터 돌아온 반사파의 주파수를 비교하면 대상 물체가 멀수록 그 주파수를 차는 커진다. 따라서 이 두 파

를 혼합하여 비트파를 발생시켜 검파하면 대상 물체까지의 거리에 비례한 주파수 신호를 얻을 수 있다[9][10].

### III. 제안하는 초음파 센서를 장착한 무선조종 RC카

#### 3.1 제안하는 탐색 알고리즘을 가진 초음파 센서를 장착한 RC카 전체 시스템 구성도

그림 1은 기존의 자이로 센서를 장착한 무선조종 RC카와 초음파 센서를 장착한 무선조종 RC카의 개념도의 변화를 나타낸 것이다.

기존의 자이로 센서를 장착한 무선조종 RC카는 RF통신을 이용해 작동했다. 주로 통신과 자이로 센서를 이용한 제어에 초점을 맞췄다. 본 논문의 초음파 센서를 장착한 무선조종 RC카는 아두이노 UNO3를 RC카 모델에 하나 더 장착하였다. 이 UNO3를 이용해 자이로 센서에 의해 정해진 출력과 초음파 센서에 의해 정해진 출력으로 새로운 디지털 데이터 값을 얻을 수 있다. 새로 얻어낸 이 값을 이용해 RC카를 동작시켰다.

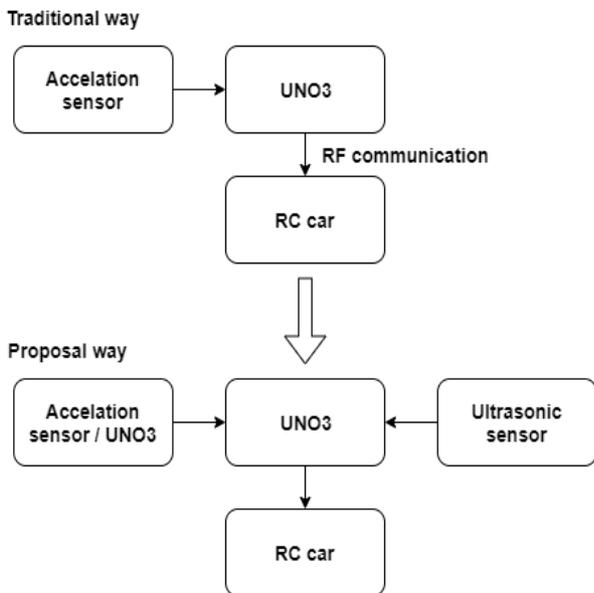


그림 1. 기존의 RC카 모델과 제안하는 RC카 모델의 개념도 차이

Fig. 1. Conceptual diagram difference between the existing RC car model and the proposed RC car model

#### 3.2 제안하는 초음파 센서의 구동 원리 설명

초음파 센서 거리를 감지하는 것 담당하였고, 거리값 데이터를 받아와 분석 후 알고리즘에 따라 제어하는 부분은 아두이노 UNO3 기반으로 작업을 추진하였다. 아두이노에서 제공하는 아두이노 프로그램을 사용하였고 C언어를 기반으로 작업을 진행하였다. 컴파일러 및 라이브러리는 AVR-GCC을 사용하였다. avr-gcc함수에 있는 표준함수의 라이브러리와 아두이노에서 제공하는 다양한 함수를 적용시킨 후 필요한 부분을 수정하여 사용했다. 아두이노 프로그램에서 C언어를 사용해 코딩을 하면 먼저 스케치 과정이 필요하다. 스케치의 과정이 오류 없이 끝나면 아두이노 UNO3에 업로드를 시켜준다. 업로드가 문제없이 되면 원하는 대로 구동하는지 확인할 수 있다.

그림 2를 자세히 설명하겠다. 먼저 무선조종 RC카가 작동되면 초음파 센서는 조종자가 명령어를 따로 줄 필요 없이 스스로 거리를 측정한다. 그 후 주기적으로 거리 데이터 값을 UNO3가 수신한다. 본 논문에서 구현한 알고리즘의 조건에 적합한 거리 데이터 값이 수신되면 UNO3가 파악 후 자이로 센서와의 값을 비교하여 DC모터에 입력을 공급하게 되어 DC모터를 제어하게 된다.

그림 3은 제안된 탐색 알고리즘을 보여주고 있다. 본 논문은 초음파 센서를 이용하여 거리 데이터 값을 가져와 구현한 탐색 알고리즘에 맞게 DC모터를 제어하는 기술을 구현하였다. 그림 3의 탐색 알고리즘을 자세히 설명하자면 처음에 UNO3가 초음파 센서에 거리 측정 명령을 지시한다.

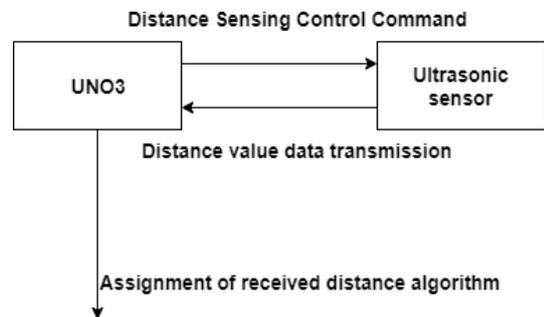


그림 2. 초음파 센서의 기본 구동 원리

Fig. 2. Basic principle of ultrasonic sensor

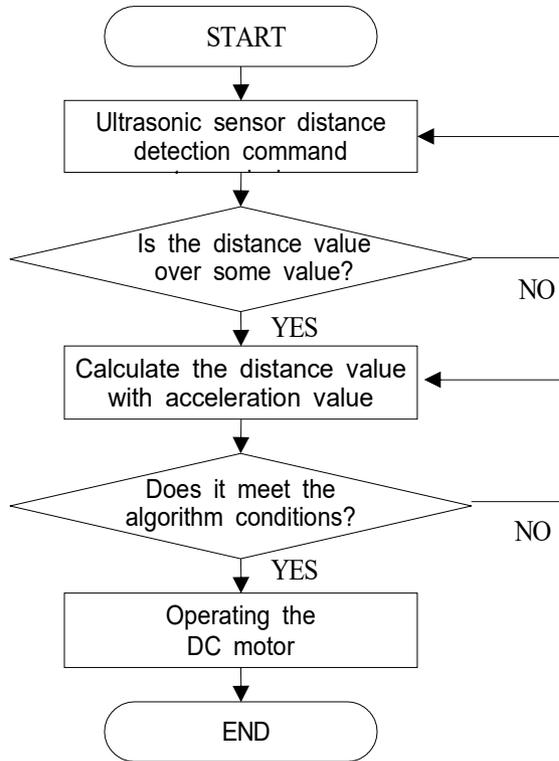


그림 3. 탐색 알고리즘  
Fig. 3. Search algorithm

UNO3에서 정한 일정한 주기로 초음파 센서를 이용하여 장애물과의 거리를 측정한다. 초음파 센서로 측정한 거리 데이터 값이 지정한 값 이하로 들어오면 디지털 값을 입력하게 설정한다. 초음파 센서에 의해 디지털 값이 입력될 때마다 자이로 센서로부터 입력 받는 값을 탐색하고, 탐색한 값과 초음파 센서에 의한 디지털 값을 OR 연산을 한다. 알고리즘의 문제가 있을 시 다시 동작을 수행한다. 알고리즘 조건에 맞을 시 모터를 동작시켜 RC카를 동작 시킨다.

#### IV. 초음파 센서를 장착한 무선조종 RC카의 구현 결과 및 실험

##### 4.1 하드웨어 및 시스템 구현

그림 4는 제안하는 초음파 센서를 장착한 무선조종 RC카의 구현된 하드웨어이다. RC카에 UNO3를 2개를 사용했고, 하나의 UNO3는 자이로 센서의 출력을 무선으로 수신하는 역할을 담당했다.

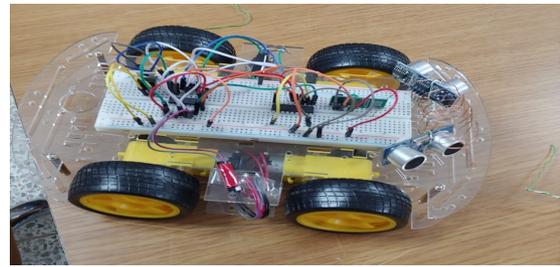


그림 4. 제안하는 초음파 센서를 장착한 무선조종 RC카  
Fig. 4. Proposed RC car with ultrasonic sensor

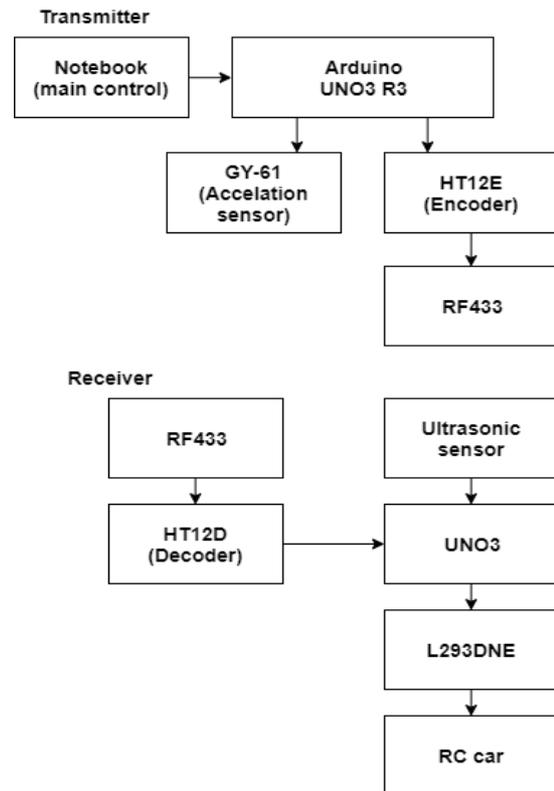


그림 5. 본 논문의 RC카 전체 시스템 구성도  
Fig. 5. Overall system configuration of the RC car in this paper

나머지 UNO3는 초음파 센서 2개의 각각의 값을 입력 받고 자이로 센서의 출력을 입력으로 받아서 초음파 센서로부터 정해진 디지털 값과의 OR연산을 하는 역할을 한다. 2개의 UNO3는 모두 9V 알루미늄 건전지로 전원을 공급했다. 그림에서 보는 바와 같이 초음파 센서는 RC카의 전방부에 대각선 45° 방향으로 2개를 설치하여 장애물을 감지할 수 있도록 하였다. 초음파 센서의 감지는 15cm로 설정했다. 여기서 정한 거리는 4.3에서 다른 값으로 설정해서 실험을 진행할 것이다.

그림 5는 본 논문의 RC카 전체 시스템 구성도 보여주고 있다. 먼저 그림의 Transmitter쪽 순서도의 내용을 보면, 자이로 센서 제어를 위해 메인 제어 부분인 노트북이 명령어를 보내고, UNO3는 가속도 센서의 명령에 맞게 제어하게 된다. 명령에서 보내는 수치들은 Encoder를 통해서 RF통신을 이용해 수신부로 보내진다.

Receiver의 RF433 모듈로 자이로 센서의 데이터 값을 수신하고 Receiver의 UNO3에서 초음파 센서의 값에 의한 디지털 값과 수신된 수치의 OR연산이 이루어진다. 이로 인해 결정된 4비트 데이터는 L293DNE 칩에 입력되는 데이터 값을 보낸다. 결론적으로 기존의 가속도 센서에 의한 동작과 더불어 초음파 센서에 의한 동작을 함께함으로써 장애물이 있을 시 자동으로 피해서 움직일 수 있도록 RC카를 만들어 보았다.

#### 4.2 제안하는 초음파 센서를 장착한 무선조종 RC카의 DC모터 제어

그림 6은 DC모터에 입력되는 입력을 산출하는 과정을 구현한 것이다.

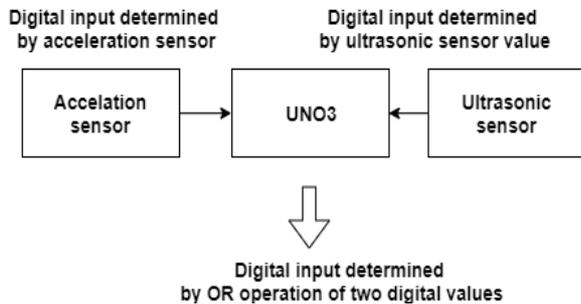


그림 6. DC 모터의 입력 산출 원리  
Fig. 6. Basic principle of DC motor

표 1. 자이로 센서에 의한 속도 제어 조건표  
Table 1. Speed control condition table by gyro sensor

Output of accelerator sensor	
Forward	1010
Left	0010
Right	1000
Back	0101
Stop	0000

자이로 센서에 의해 결정된 디지털 입력 4비트 데이터는 표 1과 같고 이것은 UNO3로 입력되고, 초음파 센서의 거리 값이 UNO3로 입력되어 디지털 입력 2비트 데이터가 정해지게 된다. 두 디지털 입력 값을 OR 연산을 이용해서 DC 모터에서 사용할 수 있는 디지털 입력 4비트 데이터를 만든다.

디지털 입력 4비트 데이터의 생성과정을 자세히 설명하겠다. 자이로 센서에 의해 Forward(1010)의 값이 정해졌을 때, 오른쪽에 장애물이 있을 경우 4비트 데이터 값은 0010의 값으로 변하고, 오른쪽으로 움직인다. 왼쪽에 장애물이 있을 경우 1000의 값으로 변하고 오른쪽으로 움직인다. Left(0010)의 값이 정해졌을 때, 왼쪽에 장애물이 있을 경우 4비트 데이터 값은 0000으로 변하고 정지한다. Right(1000)의 값이 정해졌을 때, 오른쪽에 장애물이 있을 경우 4비트 데이터 값은 0000으로 변하고 정지한다. Back(0101), Stop(0000)의 경우 앞의 초음파 센서로 감지할 수 없으므로 자이로 센서의 입력과 같은 디지털 출력을 한다.

위의 산출한 디지털 값은 OR연산에 의해 결정된 것이고, 각각의 디지털 입력은 DC모터의 입력으로써 1010은 앞, 0010은 왼쪽, 1000은 오른쪽, 0101은 뒤, 0000은 정지의 동작을 한다.

표 2. 제안하는 거리에 따른 속도제어 알고리즘 조건표  
Table 2. Condition table of speed control algorithm according to proposed distance

Position of obstruction / Output of accelerator sensor	Right		Left	
	O	X	O	X
Forward	1010	0010	1010	1000
Left	0010	0010	0010	0000
Right	1000	0000	1000	1000
Back	0101	0101	0101	0101
Stop	0000	0000	0000	0000

#### 4.3 초음파 센서 측정 거리에 따른 속도제어 실험

장애물과 초음파 센서와의 최적의 거리를 알아내기 위해서 실험을 진행했다. 실험은 초음파 센서의 측정 거리만 변화시켰고 장애물과의 충돌 횟수, 장애물 감지 횟수, 목표지점까지 도달 시간 등을 기준

으로 최적의 초음파 측정 거리를 얻고자 한다. 그림 7과 같이 장애물을 설치했고 5m의 거리를 RC카로 주행했다.



그림 7. 실험에서 사용한 장애물의 배치  
Fig. 7. Placement of obstacles used in the experiment

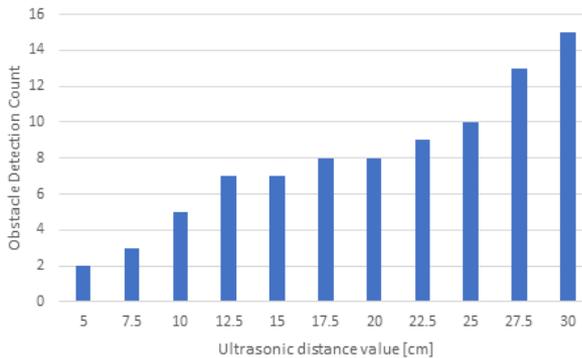


그림 8. 제안한 알고리즘에 의한 초음파 센서 측정 거리에 따른 장애물 감지 횟수 그래프

Fig. 8. Obstacle detection graph according to the ultrasonic sensor measurement distance by the proposed algorithm

표 3. 제안한 알고리즘에 의한 초음파 센서 측정 거리에 따른 장애물 충돌 횟수

Table 3. Number of obstacle collisions according to ultrasonic sensor measurement distance by the proposed algorithm

Ultrasonic distance value [cm]	Number of collisions
0	12
5	5
7.5	3
10	2
12.5	2
15	0
17.5	0
20	0
22.5	0
25	0
27.5	0
30	0

그림 8은 제안한 알고리즘에 의한 초음파 센서 측정 거리에 따른 장애물 감지 횟수를 그래프로 나타낸 것이다. 가로축은 초음파 센서의 측정 거리를 나타냈고, 5cm부터 2.5cm 간격으로 30cm까지 측정하였다. 세로축은 초음파 센서의 장애물 감지 횟수를 나타냈다.

초음파 센서의 측정 거리가 짧을수록 장애물 감지 횟수는 적은 것을 확인할 수 있다. 또 측정 거리가 멀면 장애물 감지 횟수는 많은 것을 확인할 수 있다. 즉 측정 거리가 짧을 때 장애물까지의 거리가 멀어 장애물 감지 횟수가 적지만, 측정 거리가 경우엔 먼 거리의 장애물까지도 감지하는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 초음파 센서의 측정 거리가 12.5 ~ 20cm의 경우가 적당한 것을 확인할 수 있었다.

표 3은 제안한 알고리즘에 의한 초음파 센서의 측정 거리에 따라 장애물 충돌 횟수를 나타낸 것이다. 기존의 초음파 센서를 부착하지 않았던 RC카의 경우는 거리 값이 0인 경우로 충돌횟수가 12회로 비교적 많은 것을 확인할 수 있었다. 제안된 방법에서는 측정 거리가 짧을수록 장애물과의 충돌 횟수가 많아지고 측정 거리가 길수록 장애물과의 충돌 횟수가 적어지는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 초음파 센서의 측정 거리는 15cm 이상이어야 적당한 것을 확인할 수 있었다.

그림 9는 제안한 알고리즘에 의한 초음파 센서 측정 거리에 따른 목표 지점까지의 도달 시간을 도식화한 것이다. 그림 9에서 y축의 레이블 Time 단위는 초입니다.

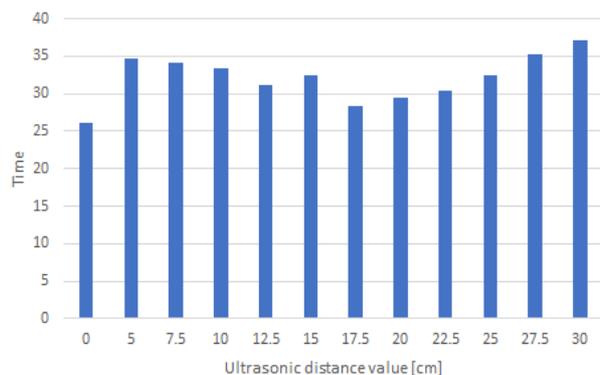


그림 9. 제안한 알고리즘에 의한 초음파 센서 측정 거리에 따른 목표 지점까지의 도달 시간

Fig. 9. Reach to target point based on ultrasonic sensor measurement time by the proposed algorithm

RC카로 5m 거리를 주행하면서 도달 시간을 나타냈다. 평균 32초의 시간이 소요되는 것을 확인할 수 있었고, 초음파 센서의 측정 거리가 15~ 22.5cm의 경우가 적당한 것을 확인할 수 있었다. 초음파 센서를 장착하지 않을 기존 방법의 경우는 측정 거리가 0cm 것으로 나타났다. 이때 목표지점까지의 도달 시간은 짧았지만, 장애물과 잦은 충돌을 생각했을 때 안정성은 낮을 것을 확인했다.

결론적으로 위 실험에서는 제안된 방법에 따라 초음파 센서의 측정 거리를 변화시키면서 장애물 감지 횟수, 장애물 충돌 횟수, 목표지점까지의 도달 시간을 확인할 수 있었다. 적당한 초음파 센서 측정 거리는 15~ 20cm의 경우가 가장 안정적인 것을 확인할 수 있었고, 본 논문에서 20cm의 측정 거리를 사용하였다.

## V. 결 론

본 논문에서는 구현된 자이로 센서를 이용한 무선조종 RC카와 초음파 센서를 이용하여 장애물을 감지하고 방향을 제어하는 무선조종 RC카를 재현했다. 이를 재현하기 위하여 기존에 있던 자이로 센서로부터 오는 값과 초음파 센서에 의해 결정된 값을 이용해 새로운 출력 값을 도출해냈다. 또 초음파 센서의 구동원리를 이용해 측정 거리에 대한 실험을 진행하여 속도와 충돌을 고려한 최적의 측정 거리를 얻었다. 이로써 기존의 자이로 센서를 기반으로 한 RC카에 제안한 탐색 알고리즘을 가진 초음파 센서를 장착함으로써 안정도를 높이는데 성공하였다.

본 논문에서는 초음파 센서를 사용하였으므로 장애가 있는 사람들의 전동 휠체어뿐만 아니라 심해와 같은 지구상의 인간이 가기 어려운 곳의 탐사에도 이용될 것으로 생각한다. 하지만 매질이 없는 우주에서는 초음파를 사용할 수 없으므로 사용하기 어려울 것이다. 그러므로 초음파 센서 뿐만이 아닌 전파를 이용한 연구 또한 추가로 진행할 수 있으리라 본다.

## References

- [1] [https://m.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=keit\\_newtech&logNo=220734023809&proxyReferer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F](https://m.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=keit_newtech&logNo=220734023809&proxyReferer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F). [accessed: Nov. 11, 2019]
- [2] K. H. An, S. W. Lee, W. Y. Han, and J. C. Son, "Technology Trends of Self-Driving Vehicles", *Journal of Electronics and Telecommunications Trends*, Vol. 28, No. 4, pp. 35-44, Mar. 2013.
- [3] H. Choi and S. W. Jang, "Front and Rear Vehicle Monitoring System using Ultrasonic Sensors", *Journal of JKICE*, Vol. 16, No. 6, pp. 1125-1128, June, 2012.
- [4] S. M. Lim, M. J. Shin, and D. H. Kim, "Implementation of Radio Control Vehicle based on Acceleration Sensor by Hand Motion", *Journal of JDSCS*, Vol. 20, No. 2, pp. 261-270, Feb. 2019.
- [5] [https://nongsaro.go.kr/portal/ps/psb/psbk/kidofcomdtyDtl.ps;jsessionid=grMScHCcMuOqcCtWkF5ams3UBpMjGasPNqL9RbPxMqv4uZa90JO2MVVxNmUGaEYY.nongsaro-web\\_servlet\\_engine1?menuId=PS00067&kidofcomdtyNo=20638](https://nongsaro.go.kr/portal/ps/psb/psbk/kidofcomdtyDtl.ps;jsessionid=grMScHCcMuOqcCtWkF5ams3UBpMjGasPNqL9RbPxMqv4uZa90JO2MVVxNmUGaEYY.nongsaro-web_servlet_engine1?menuId=PS00067&kidofcomdtyNo=20638). [accessed: Nov. 11, 2019]
- [6] <https://m.blog.naver.com/scw0531/220628060092> [accessed: Nov. 11, 2019]
- [7] Seong-Dong Son, Young-Kyun Sang, and Dong-Hoi Kim, "Implementation of Autonomous Speed Remote-control Robot adopting Ultrasonic Sensor", *Journal of JDSCS*, Vol. 18, No. 1, pp. 151-159, Feb. 2017.
- [8] Yeongmin Na, Jongkyu Park, Hyunseok Lee, and Taehun Kang, "Fabrication and Experiment of Ultrasonic Sensor Integrated Motion Recognition Device for Vehicle Manipulation", *Journal of Sensor Science and Technology*, Vol. 23, No. 3, pp. 175-180, May 2015.
- [9] <https://kocoafab.cc/tutorial/view/757>. [accessed: Nov. 11, 2019]
- [10] [http://foxface.com/jaico/ut/UT/html/UT\\_012.htm](http://foxface.com/jaico/ut/UT/html/UT_012.htm) [accessed: Nov. 11, 2019]

저자소개

신 민 재 (Min-Jae Shin)



2014년 3월 ~ 현재 : 강원대학교  
전기전자공학과 (공학사)  
관심분야 : 사물인터넷(IoT) 및  
움직임 제어 무선조종 자동차 등

임 수 민 (Su-Min Lim)



2014년 3월 ~ 현재 : 강원대학교  
전기전자공학과 (공학사)  
관심분야 : 사물인터넷(IoT) 및  
움직임 제어 무선조종 자동차 등

김 동 회 (Dong-Hoi Kim)



2005년 : 고려대학교 전파공학과  
(공학박사)  
1989년 1월 ~ 1997년 1월 :  
삼성전자 전임연구원  
2000년 8월 ~ 2005년 8월 :  
한국전자통신연구원 선임연구원  
2006년 3월 ~ 현재 : 강원대학교

IT대학 전기전자공학과 교수  
관심분야 : 네트워크 및 사물인터넷(IoT) 등