

블루투스 기반의 장애물 극복용 메카넘휠 RC 카

차세찬* · 임동현* · 이상휘* · 이용재* · 한영오**

Mecha-numwheel RC Car for Overcoming Obstacles Based on Bluetooth

Se-Chan Cha* · Dong-Hyeon Im* · Sang-Hwi Lee* · Woung-Jae Lee* · Young-Oh Han**

요약

본 논문에는 장애물들을 극복할 수 있는 새로운 메커니즘을 연구하기 위해 장애물 극복 전 방향 (ALL-Direction) 주행 RC 카를 제작하여 여러 가지 장애물이 있는 시험장을 제작해 주행평가를 진행한다. RDS3115 서보모터를 제어하는 알고리즘을 제안하고, 자이로센서를 활용하여 여러 장애물 지형의 기울기를 인식하고 RC 카가 지형을 넘을 수 있는 서보모터의 각도를 조절한다. 시험장 지형 실험에서 제작한 모든 장애물 지형들을 주행하는 데 있어서 가장 적합한 RC 카의 회전 각도를 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, a novel mechanism for overcoming obstacles is studied by designing an All-Directional RC car for obstacle traversal and creating test courses with various obstacles. We propose an algorithm for controlling the RDS3115 servo motor and utilize a gyro sensor to detect the incline of various obstacle terrains, adjusting the servo motor's angle to enable the RC car to navigate the terrain. Through terrain experiments in the test course, we determined the most suitable RC car turning angles for traversing all obstacle terrains created in the experimental terrain.

키워드

Mecanum Wheel, RDS 3115 Servo Motor, All-way Driving, Climbing, MPU-6050 Gyro Sensor
메카넘 휠, RDS 3115 서보 모터, 전체 방향 이동, 클라이밍, MPU-6050 자이로 센서

1. 서론

세계 여러 나라에선 꾸준히 재난 로봇을 개발해왔다. 특히 1995년 미국에서 발생한 오클라호마시티 폭탄 테러와 같은 해 일본에서 발생한 고베 대지진을 계기로 재난 로봇 연구와 사용이 활발해졌다. 이러한 로봇 연구는 인간의 안전을 보호하고, 구조작업을 수

행하는 데 도움이 되는 기술이며, 재난 현장에 로봇을 투입하는 데에는 큰 목적이 있다. 바로 부족한 인력을 보충하기 위해서다. 약 6,300명의 사망자가 발생하고 베 대지진과 같은 대규모 재난의 경우에, 사고 현장에 동원할 수 있는 소방관과 경찰관의 숫자가 턱없이 부족했고, 이것을 계기로 재난 로봇 개발에 착수했다. 하지만 사람의 역할을 대신하거나 보조하는 일을 완

*남서울대학교 전자공학과(csc9366@naver.com, hye991107@naver.com, dltkdgn@naver.com, young99412@naver.com), Received : Oct. 26, 2023, Revised : Dec. 19, 2023, Accepted : Feb. 17, 2024
Corresponding Author : Young-Oh Han
Dept. Electronic Engineering, Namseoul University

** 교신저자 : 남서울대학교 전자공학과

Email : youngoh@nsu.ac.kr

• 접수일 : 2023. 10. 26
• 수정완료일 : 2023. 12. 19
• 게재확정일 : 2024. 02. 17

벽히 대체할 정도로 아직 그 기능을 가지고 있지 않다. 이러한 이유에는 여러 가지가 있다. 첫째, 특수 목적 로봇은 주로 상황별로 설계되어 있기 때문에 한 가지 상황에서만 사용이 가능한 로봇이 많다. 둘째, 상용화된 특수 목적 RC 카 기반의 로봇들은 대개 몸체가 커서 비좁은 공간이나 평탄하지 못한 지형을 극복하지 못하기 때문에 재난 로봇답지 못한 험지 주파 주행능력이 비효율적이다. 셋째, 대부분 몸체가 일체형인 형태로 이루어져 있다. 이는 비포장도로를 주행할 때, 장애물이 몸체의 하부에 걸리는 상황이 발생하며, 주행할 때 큰 문제점이 된다. 따라서 장애물들을 극복할 수 있는 새로운 메커니즘이 필요하다[1]. 지금까지 개발된 특수 목적 RC 카 기반의 로봇들은 평지 주행에 초점이 맞춰져 있기 때문에 높낮이 굴곡이 심한 지형에서도 몸체 각도의 변형 및 전 방향 (All-Direction) 주행으로 원활한 주행이 가능한 RC 카를 구현하고자 한다[2-3].

II. 시스템 구성

2.1 시스템 구성도

그림 1은 본 논문에서 설계하고자 하는 메카넘 휠 기반 RC 카의 전체 구성도를 보인다. 메카넘 휠 기반 RC 카는 제어부를 중심으로 입력부, 배터리부, 통신부, 특히 입력부는 애플리케이션 제어한다. 통신부인 블루투스는 스마트폰 애플리케이션을 통한 출력부 제어를 가능하게 한다[4-5].

2.2 RDS 3115 서보모터 동작 알고리즘

RC 카에 사용되는 서보모터는 RDS3115이고, 그림 2와 같이 이 서보모터는 270°의 최대 회전 범위를 가지며 신호를 통해 각도 조절이 가능하여 RC 카가 각진 지형이나 경사도 지형에서 효율적인 주행을 실험하기 위해 RC 카 몸체 각도를 조절한다. 이 서보모터의 동작 원리로는 전원이 들어오면 서보모터는 원 상태인 180°로 초기화가 된다.

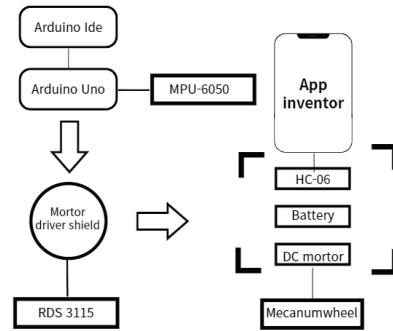


그림 1. 시스템 구성도
Fig. 1 System configuration diagram

제어 신호가 모터로 들어오면 모터 내부에서 가변 저항을 통해 모터의 주어진 위치를 조절한다. RC 카의 효율적 주행 테스트를 하기 위해서는 RC 카의 여러 각도를 살펴봐야 하므로 알고리즘에서는 초기 상태에서 15°를 올리거나 내릴 수 있는 알고리즘을 구성했다. 정해진 신호를 보내면 서보모터는 신호에 따라 각도 이동이 가능해진다[6-7].

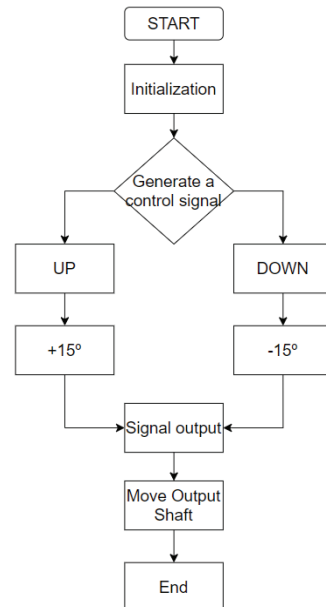


그림 2. 서보모터 구동 알고리즘
Fig. 2 Servo Motor Driving Algorithm

2.3 MPU-6050 동작 알고리즘

MPU-6050은 3축 가속도계와 3축 자이로스코프가 결합된 6축 자이로스코프 센서 모듈로 6축 기울기 센서라 일컫는다. 자이로스코프와 가속도계를 조합하여 오일러 각도(Euler Angle)를 계산할 수 있고 이 오일러 각도는 x, y, z축의 기울기를 나타내며, MPU-6050 모듈에서는 Roll, Pitch, Yaw 각도로 표현된다. 기울기 측정은 그림 3은 MPU-6050의 전체 구동 순서이다. 첫째는 서보모터의 각도를 초기화한다. 둘째는 서보 모터에 입력값을 넣어준다. 셋째는 울퉁불퉁한 지형이나 각진 지형, 경사가 높은 지형에서 인식 하면 센서의 물이 각 수치 범위에 따라 서보모터로 각도 조절을 가능하게 한다. 여기서 Roll은 x축으로 기울어진 각도를 나타낸다. x축 기울기가 17에서 80사이 일 때는 120°로 몸체 관절 각도로 변환다[8].

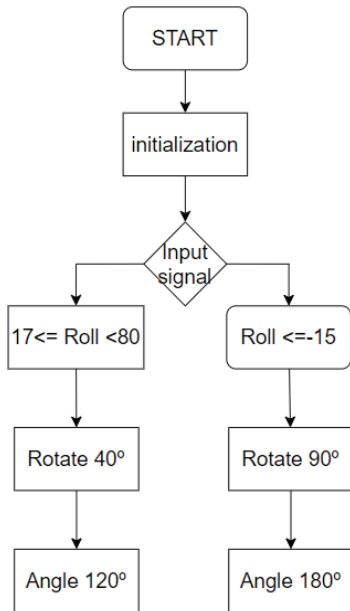


그림 3. 자이로 센서 알고리즘
Fig. 3 Gyro Sensor Driving Algorithm

2.4 어플리케이션(앱인벤터)

그림 4와 같이 어플리케이션 앱인벤터를 통해 리모컨을 제작하였다. 리모컨 중에는 총 세 가지 형식이 있다. 첫째, 메카넴휠 기반의 RC 카의 전체 방향 주

행을 가능하도록 설계하였다. 디자인은 조종자가 간편히 조종할 수 있도록 중심에는 리모컨이 있고 그 주위를 각 방향을 가리키는 버튼들로 형성되어 있다.

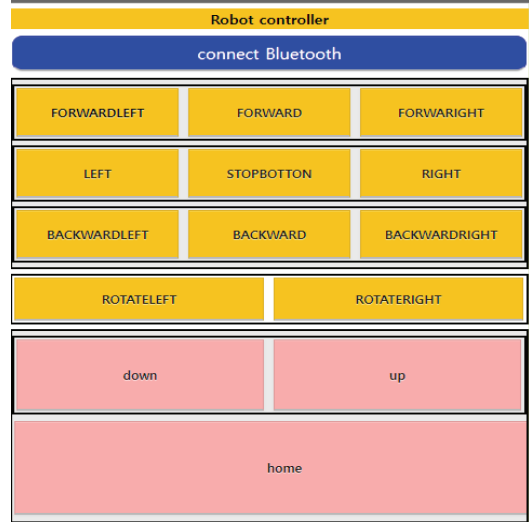


그림 4. 앱인벤터
Fig. 4 App Inventor

III. 실험 및 고찰

본 논문에서는 장애물 극복을 위한 주행 실험을 하기 위해 주행을 위해 다음과 같이 두 가지 방식으로 실험하였다. 첫째, 메카넴휠과 장애물 간의 접지 관계이다. 메카넴휠과 장애물 간의 관계를 볼 때는 휠의 접지면이 잘 되어있는지 확인하여야 한다. 둘째는 서보모터와 장애물 간의 관계이다. 이에 단점을 보완하는 방법으로 서보모터에 각도를 변형하는 것이다 [9-10]. 몸체에 각도가 주어진다면 굴절된 곳이나 각진 지형에서 밑부분이 장애물의 지면에 닿지 않아 주행하는 데 도움을 준다.

3.1 사다리꼴 극복 주행 실험

다음 실험은 그림 5와 같이 사다리꼴 지형을 이용하여 주행 테스트를 시행했다. 표 1과 같이 θ_1 와 빗변의 길이가 커짐에 따라 몸체 관절 각도 θ_2 가 커짐을 도출했다. 빗변의 길이가 5cm일 때, 몸체 관절 각

도가 모두 60°로 기록되었고, 10cm와 15cm는 60°와 90°, 20cm와 25cm에서는 120°와 150°로 대부분 기록되었다. 특히 θ_2 가 0도, 빗변의 길이가 5cm를 초과할 때는 모든 관절 각도를 적용하여도 주행이 불가능하였다. 따라서 몸체 관절 각도가 120°가 다른 각도에 비해 다양한 사다리꼴 지형에서 더 우수한 주행 성능을 나타내는 것으로 확인되었다.

표 1. 장애물 길이에 따른 주행 극복 실험(θ_2)
Table 1. Driving Overcoming Experiment according to Obstacle Length(θ_2)

| θ_2 l | Body joint angle θ_1 | | | | |
|-------------------|-----------------------------|------|------|--------|--------|
| | 60° | 50° | 40° | 30° | 0° |
| 5cm | 60° | 60° | 60° | 60° | 60° |
| 10cm | 60° | 60° | 90° | 90° | UNABLE |
| 15cm | 60° | 90° | 120° | 150° | UNABLE |
| 20cm | 90° | 120° | 120° | 120° | UNABLE |
| 25cm | 120° | 150° | 150° | UNABLE | UNABLE |

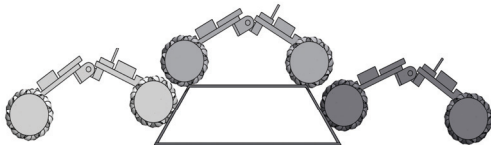


그림 5. 사다리꼴 주행 시나리오
Fig. 5 Trapezoidal driving scenario

3.2 삼각 턱 극복 주행 실험

이번 실험에는 그림 6과 같이 삼각 턱 지형을 이용하여 주행 테스트를 시행했다. 표 2와 같이 θ_3 와 빗변의 길이가 커짐에 따라 몸체 관절 각도 θ_1 가 커짐을 도출했다. 빗변의 길이가 5cm일 때와 θ_3 의 각도가 140°일 때 몸체 관절 각도가 모두 60°라고 기록되었다. 10cm와 15cm에서는 몸체 관절 각도가 주로 90

도로 기록되었고, 20cm와 25cm도 주로 90°로 기록되었지만 θ_3 가 UNABLE인 경우에는 RC 카의 무게중심이 뒤로 쏠려서 주행이 불가능했다. 따라서 몸체 관절 각도가 120°가 다른 각도에 비해 다양한 삼각턱 지형에서 더 우수한 주행 성능을 나타내는 것으로 확인되었다[11].

표 2. 장애물 길이에 따른 주행 극복 실험(θ_3)
Table 2. Driving Overcoming Experiment according to Obstacle Length(θ_3)

| θ_3 l | Body joint angle θ_1 | | | | |
|-------------------|-----------------------------|------|--------|--------|--------|
| | 140° | 120° | 100° | 90° | 70° |
| 5cm | 60° | 60° | 60° | 60° | 60° |
| 10cm | 60° | 60° | 90° | 90° | 90° |
| 15cm | 60° | 90° | 120° | 90° | 90° |
| 20cm | 60° | 90° | 90° | 120° | UNABLE |
| 25cm | 60° | 90° | UNABLE | UNABLE | UNABLE |

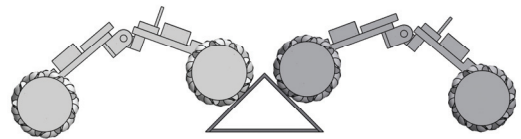


그림 6. 삼각 턱 주행 시나리오
Fig. 6 Triangle Jaw Driving Scenario

IV. 결론

본 논문에서는 지형과 협소한 공간과 굴절과 각이 있는 지형을 주행할 때의 RC 카의 단점을 보완하는 본 RC 카의 결과는 다음과 같다. 첫째로 협소한 공간을 주행하기 위해 메카닉휠을 활용해 병진이동원리를 이용하여 전 방향 이동이 가능하게 하였고 둘째, 각진 지형을 주행하기 위해 서보모터의 각도를 적용했다.

셋째, 아두이노 우노와 엠펙터 간의 통신은 블루투스 모듈을 기반으로 통신하도록 설계했다. 마지막으로 RC 카가 주행할 수 있도록 폭이 좁은 길목과 각진 지형을 제작하여 실험장을 제작했다. 주행 극복 주행을 토대로 주행 극복 실험을 효율적인 결과가 나온 120°와 150°를 RC 카에 각도로 설정을 하고 자이로 센서를 설정하여 RC 카가 자율적으로 각도를 회전하여 얼마나 변화되어 두 장애물 지형을 극복하는지 실험을 진행했다. 몸체 관절 각도 150°는 등판 길이에서 만 우수한 주행 성능을 나타내는 것으로 지형 실험장을 통해 도출됐고 몸체 관절 각도 120°는 등판길이 및 장애물 각도 모두 우수한 주행 능력을 가졌다.

References

- [1] Y. Han, J. Kim, Y. Kim, S. Choi, "Outdoor Smart Follow Cart using Bluetooth Function of Smartphone," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 17, no. 5, 2022, pp. 959-968.
- [2] J. Kim and B. Kim, "Development of a Service Hybrid Mobile Robot for Climbing Stairs and Thresholds by Switching Wheel and Leg Gait," *Journal of control, automation and systems engineering*, vol. 13, no. 11, 2007, pp. 1082-1091.
- [3] B. Yoon, T. Chung, D. Koh, and S. Kim, "The Method of Vertical Obstacle Negotiation Inspired from a Centipede," *The Method of Vertical Obstacle Negotiation Inspired from a Centipede*, vol. 18, no. 3, 2012, pp. 193-200.
- [4] J. Shin, J. Yoo, J. Han, and I. Park, "A Study on Basic Technology for Autonomous-Driving Using RC car," *Journal of the KIECS*, vol. 17, no. 1, Feb. 2022, pp. 49-58.
- [5] J. Lee, H. Kim, J. Kim, J. Bae, and C. Ryu, "Remote Control Robot Arm Using Leap Motion Sensor and Bluetooth Communication," *Journal of the KIECS*, vol. 12, no. 6, Dec. 2017, pp. 1127-1134.
- [6] B. Chu and Y. Sung, "Mobile Performance Evaluation of Mecanum Wheeled Omni-directional Mobile Robot," *Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers*, vol. 23, no. 4, 2014, pp. 374 - 379.
- [7] Y. Han, H. Jun, S. Moon, J. Lee, "Smart Closet based on Arduino MEGA," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 17, no. 5, 2022, pp. 949-958.
- [8] B. Miin, K. Park, J. Park, H. Kim, and Y. Ko, "Automatic Brake System For Stroller Using Gyro Sensor," *Journal of the KIECS*, vol. 12, no. 4, 2017, pp. 599-606.
- [9] H. Shim, J. Lee, and J. Kim, "Step-Type Obstacle Traversal Algorithm for Six Legged Mobile Robot," *The journal of Korea Robotics Society*, vol. 2, no. 3, 2007, pp. 55-63.
- [10] K. Choi, H. Jeong, K. Hyun, and Y. Kwak, "Obstacle Negotiation for the Rescue Robot with Variable Single-Track Mechanism," *Journal of control, automation and systems engineering*, vol. 13, no. 12, 2007, pp. 1222-1229.
- [11] J. Kwak, "Performance Evaluation of Search Robot Prototypes for Special Disaster Areas," *Fire Science and Engineering*, vol. 29, no. 6, 2015, pp. 109-118.

저자 소개



차세찬(Se-Chan Cha)

2024년 남서울대학교 전자학과 졸업(공학사)

※ 관심분야 : 디스플레이 공학, 센서응용



임동현(Dong-Hyoen Im)

2024년 남서울대학교 전자학과 졸업(공학사)

※ 관심분야 : 전기자기학, 회로이론



이상휘(Sang-Hwi Lee)

2024년 남서울대학교 전자학과
졸업(공학사)

※ 관심분야 : 자동제어, 센서응용



이웅재(Woog-Jae Lee)

2024년 남서울대학교 전자학과
졸업(공학사)

※ 관심분야 : 전기자기학, 반도체 응용



한영오(Young-Oh Han)

1886년 2월: 연세대학교 전기공학과 졸업 (공학사)
1989년 8월: 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학석사)
1985년 8월: 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사)
1996년 ~ 현재: 남서울대학교 전자공학과 교수

※ 주 관심분야 : 디지털 신호처리 시스템, 인공지능, 홈 헬스케어 시스템