

무한궤도 이동 로봇의 주행환경 처리 방법

최광선, 박기두, 최한수
 주서대학교 제어계측공학과

The Method of Navigation-speed Processing for the Unlimited-track Mobile Robot

Kwang-Sun Choi, Ki-Doo Park, Han-Soo Choi
 Dept. of Control & Instrumentation Eng., Chosun University

Abstract

The mobile robot is used as an instrument of transportation in automated plant. But the greater part of the moving method is the wheel-type. The wheel-type robot is easier control than the track-type. However the track-type is better than the wheel-type in bad landform(bend landform, an incline plane, stairs).In this paper, we propose the navigation algorithm of track-type robot in order to improve a defect of wheel-type.

We experiment in bend landform and even ground to differentiate the navigation method. To estimate robot pose, we use the 80196 in a close distance and the vision-board in a long distance. Each data is managed in main PC and then the part of managing correspond to every sensor. We also use twelve supersonic wave-sensors to recognize external surroundings. As the result of experiment, we analyze the algorithm of control and make possible surroundings-adaptation.

(range finder)를 사용하여 물체를 잡는 시스템에 적용하였다. 카메라와 거리 측정기를 이용하여 잡으려고 하는 물체의 3차원상의 위치와 형태를 파악하였다. 이렇게 파악한 대상 물체의 3차원상의 위치와 형태에 대한 정보를 이용하여 물체를 잡는 시스템에 적용할 수 있다. 사각형의 물체에 대한 실험 결과 위치 파악의 시간이 카메라만을 이용한 경우보다 짧음을 알 수 있었다. M. Kam 등은 초음파 센서 정보 융합의 경우에 신경회로망을 이용한 적응적인 센서융합 기법을 소개하였다. F. G. Pin 등은 초음파 센서를 장착한 자동차의 외부 환경에서의 주행시에 퍼지 개념을 도입하였다.

본 논문에서 궤도식 이동로봇의 잠정인 환경에 중점을 두어 궤도식의 단점을 개선하고 보다 효율적으로 주행할 수 있도록 이동로봇의 설계와 주행제어알고리즘을 개선하고자 한다. 실험방법은 굴곡이 없는 환경에서의 로봇의 주행과 굴곡이 많은 환경에서의 주행방식의 차이를 비교하여 실험을 하였으며 외부 환경을 인식하기 위해서 16개의 초음파센서를 사용하여 외부 환경에 대한 360도 전체 인식이 가능하게 설계하였다. 그리고 속도제어를 위해 2개의 DC모터와 엔코더를 사용하였다.

1. 서 론

오늘날의 산업 현장에는 인간을 대신 할 수 있는 로봇을 제작하여 보다 효율적이고 정확한 판단을 요구하는 작업에 많이 사용되어지고 있다. 그러나 현재 사용되는 로봇은 일정한 공간상에서 반복적인 작업을 수행 할 수 있도록 설계되어지거나, 인간의 단순 노동을 대신하고 있을 뿐이다. 그러므로 복잡한 외부 환경에서 안전성과 신뢰성을 바탕으로 여러 가지 작업을 로봇이 수행하기 위해 스스로 이동하여 주어진 작업을 할 수 있는 자율 이동 로봇의 필요성이 대두되었다. 따라서 자율 이동 로봇을 제어하기 위해 시스템과 외부환경의 인식을 담당하는 장치가 필요하다. 센서로는 근접용으로 접촉 센서, 자외선 센서, 초음파 센서가 있으며, 원거리용으로 비전 센서, 레이저 센서 등이 사용된다.

센서간의 오차를 수정하는 방법에는 퍼지이론, 칼만필터, 가중치 평균(weighted average), 다중 베이저언(multi bayesian), 사파-템스터 증거 추론(shafer dempster evidential reasoning)방법을 사용하고 있다.

Johann Borensteion 등은 이동로봇의 장애물 회피시 초음파 센서의 작동 시간을 조절하여 센서에러를 줄이는 방법을 제시하였다. 여기에서 제시한 방법은 기존의 방법보다 안전하고 빠르게 장애물을 회피할 수 있고, 다수의 이동로봇에 동시에 적용할 수 있다는 장점이 있다. 초음파 센서 정보 처리에는 부분 확률 점(local probability grid)을 대응시켜, 계산상의 복잡함과 계산 시간을 줄였다. 이와 같은 방법으로 이동로봇의 주행에 필요한 지도를 실시간으로 작성하면서 이동로봇을 주행하였다. N. Okada 등은 카메라 시스템과 거리 측정기

2. 주행속도 처리

2.1 초음파 센서의 배치와 거리값 데이터화

근접 장애물 회피를 목적으로 사용된 초음파 센서 부분은 Main CPU인 80C196KC를 사용하여 동작하였다. 우선 외부 환경에 대한 360도 인식을 위하여 16조(전방 3조, 후방 3조, 측방 45도에 4조, 좌우측방에 6조)의 센서를 병렬 순차적 처리하였다. 거리 값의 데이터화에서는 송수신 일체형 초음파의 특성인 송신 시간과 수신 시간의 duty ratio을 조절하여 센서 측정 구간으로 사용자가 보다 확실하게 적절한 한계값을 제어할 수 있게 하였다.(이는 직접과 신호를 제거한 시간부터 입력 센서의 거리값 까지의 시간을 조절할 수 있음을 말한다.) 그림 1은 로봇의 구동부이며 양측방과 전방에 초음파 센서를 배치 하였다.

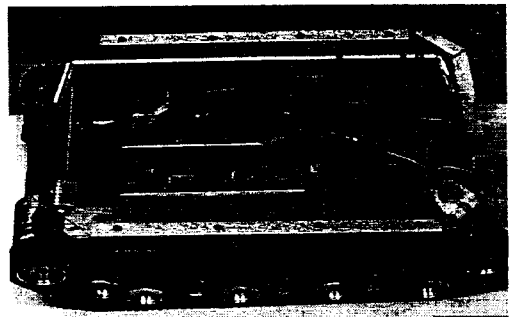


그림 1. 이동로봇 프레임 구조

초음파 센서의 거리 측정 방법으로는 음파가 송신된 시간부터 수신된 시간을 측정하여 다음 연산에 의해 거리 값으로 데이터화 하였다.

$$C = 331.5 + 0.6t \text{ [m/s]} \text{ (온도에 따른 음속)} \quad (1)$$

초음파 센서의 경우 온도에 따른 변화가 크기 때문에 가변 저항을 사용하여 이를 적당하게 조절하였다. 하지만 온도센서를 부착하여 이를 제어할 수도 있다.

$$T = (\text{timer2(레지스터값)} \times 0.8\mu\text{sec}) \quad (2)$$

식 (2)는 초음파의 송신부에서 수신부에 센서의 값이 돌아 오기까지의 시간을 구하기 위한 식이다. 80C196KC의 특수 레지스터인 timer2capture 인터럽트를 사용하여 시간을 계산 하였다.

$$R = \frac{T}{2} \times C \text{ [cm]} \text{ (최종거리값)} \quad (3)$$

식 (3)에서 산출한 거리로 자율이동로봇이 주행하는 동안 외부 환경을 인식하는 것이다.

2.2 거리값에 의한 주행 알고리즘

주행 알고리즘에는 여러 가지가 있지만 그 중 PID 알고리즘으로 구현하였다. 그림 2는 초음파에 의한 거리 측정 알고리즘이며, 그림 3은 로봇의 전체 센서의 위치를 나타낸 것이다. 그림 4는 센서 S1~S16까지의 거리 값을 가지고 주행시 전 단의 거리 값과 현재의 거리 값을 비교하여 주행속도를 제어하도록 프로그램 하는 과정을 나타낸 것이다.

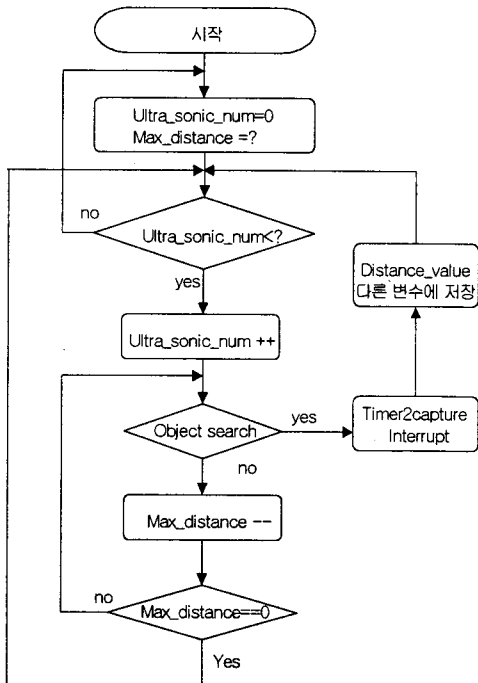


그림 2. 초음파의 거리 측정 알고리즘

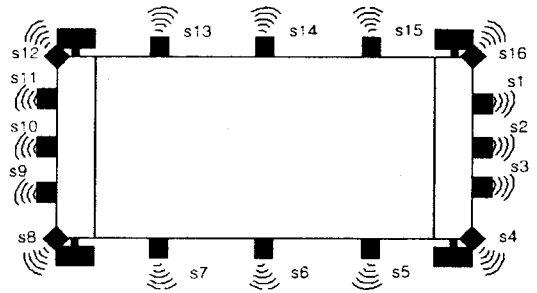


그림 3. 센서의 위치

2.3 주행 실험 알고리즘

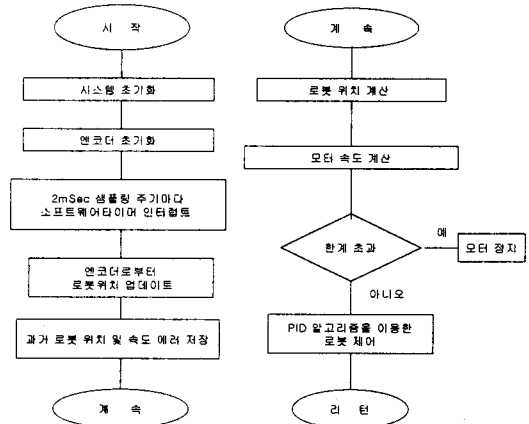


그림 4. 주행속도 처리 알고리즘

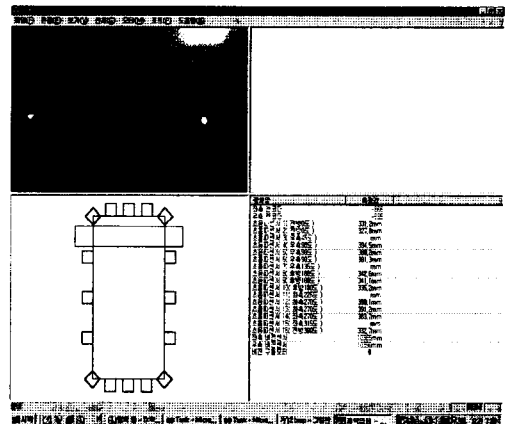


그림 5. 반사체

3. 실험 및 고찰

표 1의 데이터는 정방 1M×1M의 정사각형의 공간에서 굴곡이 많은 경우 로봇 속도를 측정하기 위해 초음파의 거리 측정값을 데이터화 하였다. 이는 반사체에 따른 음파의 특성 변화를 실험하기 위함이다. 그리고 온도의 경우에는 25℃로 설정하여 계산하였다. 표 1과 표 2에서 timer2는 80C196KC의 특수 레지스터인 timer2capture 인터럽트 값이고 표에서 보는바와 같이 굴곡이 없는 경우 센서의 거리 오차가 적음을 알 수 있었다. 그림 5는 각 센서의 위치값과 데이터값을 측정하는 프로그램을 실행한 결과이다.

표 1. 굴곡이 많은 경우데이터

	timer2 값(hex)	실측 거리 (mm)	측정 거리 (mm)	방향(°)
센서 1	8F9	310	318.5	전방 0°
센서 2	8D9	310	311.4	전방 0°
센서 3	×	456	×	우측 45°
센서 4	AD1	370	383.8	우측 90°
센서 5	A80	370	372.6	우측 90°
센서 6	AAF	370	379.2	우측 90°
센서 7	×	456	×	우측 135°
센서 8	923	310	324.3	후방 180°
센서 9	90F	310	321.5	후방 180°
센서 10	931	310	316.3	후방 180°
센서 11	×	456	×	좌측 225°
센서 12	AF0	370	388.2	좌측 270°
센서 13	B0C	370	392.0	좌측 270°
센서 14	A9F	370	376.9	좌측 270°
센서 15	×	456	×	좌측 315°
센서 16	8FB	310	318.7	전방 360°

표 2. 굴곡이 없는 환경

	timer2 값(hex)	실측거리 (mm)	측정거리 (mm)	방향(°)
센서 1	8D2	310	313.0	전방 0°
센서 2	8C3	310	310.9	전방 0°
센서 3	×	456	×	우측 45°
센서 4	A97	370	375.8	우측 90°
센서 5	A74	370	370.9	우측 90°
센서 6	A8D	370	374.2	우측 90°
센서 7	×	456	×	우측 135°
센서 8	906	310	320.3	후방 180°
센서 9	8C8	310	311.7	후방 180°
센서 10	8C0	310	310.6	후방 180°
센서 11	×	456	×	좌측 225°
센서 12	AA5	370	377.7	좌측 270°
센서 13	ACE	370	383.5	좌측 270°
센서 14	A76	370	371.3	좌측 270°
센서 15	×	456	×	좌측 315°
센서 16	8C5	310	311.2	전방 360°

굴곡이 없는 환경에서의 실험결과 표 2에서와 같이 센서의 거리 값이 측정치의 오차보다 많이 줄어든 것을 알 수 있었고 센서의 오차를 줄이기 위해서는 이동로봇의 속도를 감속해야 한다.

4. 결 론

본 논문에서는 초음파 센서를 통하여 얻은 데이터를 기본으로 PID 제어 알고리즘을 이용하여 무한궤도 이동로봇의 주행에 있어서 보다 효율적인 환경을 인식할 수 있는 효용성을 보이고 있다.

(참 고 문 헌)

- [1] Johann Borenstein and Yoram Koren, "Error Eliminating Rapid Ultrasonic Firing for Mobile Robot Obstacle Avoidance", IEEE Transactions on Robotics and Automation, Vol. II, No 1, pp.132-138 February, 1995
- [2] 권호열, 변중남, "국소 거리정보를 얻을 수 있는 다중이동로봇 환경에서의 Hofield 신경회로 모델을 이용한 충돌회피 경로계획," 90 한국자동제어 학술회의논문집, vol 10,26-27, pp.726-730, 1990.
- [3] 양해용, 정학영, 이장규, "회전 초음파 센서와 지도를 이용한 이동 로봇의 동적 절대 위치 추정," 제12차 한국 자동제어 학술 회의 논문집, October, 1997.
- [4] Feder, H. S. and Leonard, John. J., "Adaptive Concurrent Mapping and Localization Using Sonar," Proc. of the 1996 IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems, October, 1998, pp 892-898.
- [5] 양해용, 정학영, 이장규, "회전 초음파 센서와 지도를 이용한 이동 로봇의 동적 절대 위치 추정," 제12차 한국 자동제어 학술 회의 논문집, October, 1997.
- [6] Ko, J. H., Kim, S. D., and Chung, M. J., "A Method of Indoor Mobile Robot Navigation Using Acoustic Landmarks," IEEE Conference on Robotics and Automation, pp. 1726-1731, Minneapolis, Minnesota, April 1996.
- [7] Stadler, E., "Definition of telegrams between the user interface and sensor system via RS 422 / RS 232," Part-No. 2017155, SICK, Inc, July 1995.
- [8] Han Jeong Hyun, "Sensor Fusion using Fuzzy Logic and Application to the Control of the velocity of a Mobile Robot", Seoul UNIV, 1996.