

FLC를 이용한 원격제어 이동로봇 주행제어

*정지봉 · **이상식 · ***신위재

Navigation Control of Remote Control Mobile Robot using FLC

*Ji-bong Jung · *Sang-sik Lee · *Wee-jae Shin

*Dept. of Mechatronics Kyungnam University
email : bongza@chollian.net

**Dept. of Electronics R.O.K Naval Academy
email : leess4@hanmail.net

***Division of Electrical Engineering and Electronic Engineering
Kyungnam University
email : cwee@Kyungnam.ac.kr

요 약

본 논문은 FLC를 이용한 원격제어 이동로봇이 다수 목적지를 보다 효율적으로 주행하도록 제어하는 것이다.

원격 제어 이동로봇이 전진, 후진, 좌회전, 우회전의 이동 명령을 한 가지씩 수행한 후 멈추는데 발생하는 단점을 보완하기 위해 본 논문은 초음파 센서를 이용하여 얻어진 지형정보를 바탕으로 목적지에 대한 경유점 수를 줄이면서 경유점 간의 이동을 최적한 경로로 주행을 할 수 있도록, 퍼지 논리 제어기를 이용하여 보다 효율적인 제어를 할 수 있는 알고리즘을 연구하였다. 그리고, 이러한 주행 알고리즘을 시뮬레이션을 통해 확인하였다.

I. 서 론

이동로봇은 로봇과 분리되어 있는 중앙 통제로부터의 명령에 의해 움직이는 원격제어용 이동로봇과 자율적인 판단으로 운행하는 자율이동로봇으로 구분할 수 있다. 이 두 가지 형태의 로봇 모두 외부환경을 인식하기 위해 운행구역에 대한 지도를 바탕으로 주행을 한다.

이동로봇의 경로계획은 정보에 따라 전역경로계획(Global path planning)과 지역 경로계획(Local

path planning)이 있다.

전역경로계획은 지식기반 경로계획이라고도 하며 이동하기 전에 고정된 장애물의 정보를 가지고 최적의 경로를 찾는 것으로 자율이동로봇은 전역 경로계획을 주어진 알고리즘대로 최적의 경로를 계산하여 주행 하게된다. 그러나, 제작된 원격제어 이동로봇[1]은 초음파 센서를 이용한 지도를 바탕으로 전역경로계획이 세워지며 로봇 조종자에 의해 지역경로계획은 전진, 후진, 좌회전, 우회전의 이동명령에 의해 이루어진다.

그러나, 이동로봇이 앞에서 언급한 4개의 이동명령만으로는 주행은 목적지까지의 경유점 수를 줄일 수 없고 따라서, 목적지까지 최단경로로 주행한다고 볼 수 없다.

본 논문에서 퍼지제어기는 이동로봇이 경유점까지의 최단거리를 이동로봇이 경유점을 일직선으로 주행하는 것으로 정의하고, 이러한 경우의 상황별 주행 형태에 대한 입출력 데이터를 측정 수집하여 이동로봇의 주행 형태를 모델링 한 후 이 모델을 퍼지 제어 규칙으로 사용하였다.

본 연구에서는 환경을 인지하는 수단으로 초음파 센서를[2] 이용하여 환경지도를 만들고 이 지도를 바탕으로 출발점에서 원하는 목적지까지 최

적의 경로를 조정자가 생성하며, 경유점 사이의 주행에서 초음파 센서로 다수의 거리정보를 추출할 경우에는 음파의 느린 속도에 의해서 측정 시간이 많이 소요되어 정지한 상태에서 측정을 해야하고 주행 중 측정을 하면 측정치들은 서로 다른 위치에서 측정하게 되어 원하는 정보를 얻을 수 없으므로 좌·우측 거리측정은 레이저 센서로 측정하면서 퍼지 논리 제어를 이용하여 주행하게 하였다.

본 논문에서 원격제어 이동로봇이 경유점 사이를 최단거리로 부드럽게 주행하는 지역경로 계획을 위한 알고리즘에 관한 연구를 하였다.

II. 원격제어 이동로봇의 퍼지 모델링

퍼지 제어규칙 작성은[3] 일반적으로

- i) 제어전문가의 지식을 활용하는 방법
 - ii) 숙련자의 조작행위를 모델링하는 방법
 - iii) 제어대상의 퍼지모델을 기반으로 하는 방법
 - iv) 학습에 의해 제어규칙을 작성하는 방법
- 등을 복합적으로 사용하고 있다.

본 논문의 이동로봇은 제어전문가의 지식을 이용하여 퍼지 제어규칙을 작성하였다.

전역경로계획이 세워진후 이동 로봇에 경유점이 주어지면 경유점과 일직선으로 최단거리를 주행할 때 이동로봇의 주행형태를 정리하면,

- i) 경유점과 로봇의 지향각이 직선이 되도록 로봇 지향각을 조정한다.
- ii) 경유점과 거리가 멀 경우 현재속도보다 높이고 가까울 경우 속도를 낮춘다.
- iii) 주행시 좌·우측벽면과 가까울 경우 속도를 줄이고 부딪치지 않게 이동로봇의 지향각을 조정한다.
- iv) 이동로봇의 속도는 안전한 주행을 위해 급속한 가속을 하지 않는다.

위의 주행 형태를 모델링한 후 이 모델을 퍼지 제어규칙으로 사용하였다.

1. 입출력 변수와 데이터

<그림1>은 이동로봇의 입력 변수를 나타내었다. <그림2>는 이동로봇의 주행 알고리즘에 대한 전체 구성도를 나타내었다.

퍼지 논리 제어기I은 e_1, e_2 와 b_1, b_2 중 각각 가장 짧은 거리와 d, θ 를 입력 데이터로 이동로봇의 회전각을 계산한다.

퍼지 논리 제어기II는 e_1, e_2 와 b_1, b_2 중 각각 가장 짧은 거리와 d, v_L 을 입력 데이터로 이동로봇의 이동 속도를 계산한다.

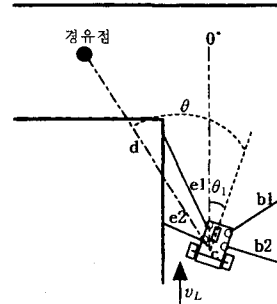


그림 1. 이동로봇의 입력 변수

- c : 이동로봇의 중심, θ_1 : 이동로봇의 지향각
- θ : 로봇지향각과 경유점과의 각도
- b_1, b_2 : 이동로봇과 우측벽과의 거리
- e_1, e_2 : 이동로봇과 좌측벽과의 거리
- d : 이동로봇과 경유점과의 거리
- v_L : 이동로봇의 속도

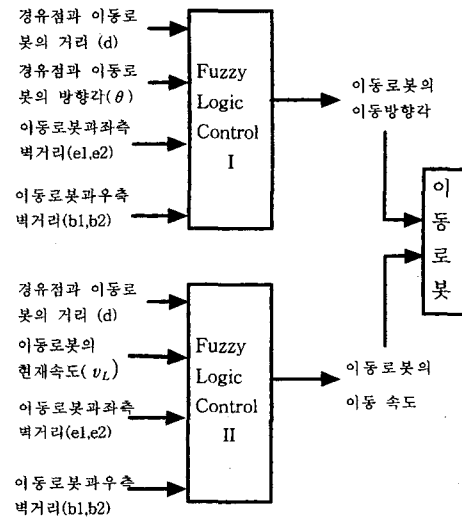


그림2. 전체 구성도

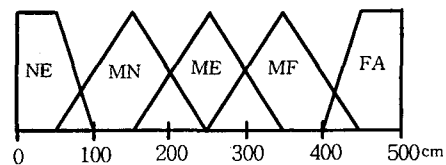


그림3. 경유점과 이동 로봇과의 거리관계에 대한 소속함수

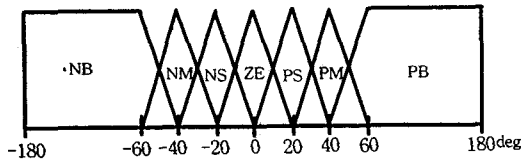


그림4. 경유점과 이동 로봇의 지향각과의 각도 및 이동로봇의 회전각 출력에 대한 소속함수

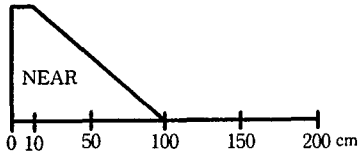


그림5. 좌 · 우측벽과 이동로봇과의 거리에 대한 소속함수

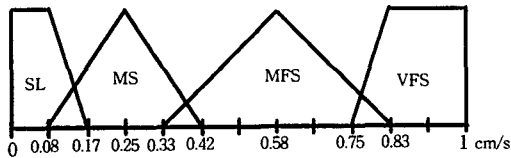


그림6. 이동로봇의 현재속도 및 출력 속도에 대한 소속함수

<그림3>는 경유점과 이동로봇과의 거리에 대한 소속함수를 나타내었고 다음과 같이 정의하였다.

NE : near , MN : medium near , ME : medium MF : medium far , FA : far

<그림4>은 경유점과 이동로봇의 지향각과의 각도에 대한 소속함수와 이동로봇의 출력 회전각에 대한 소속함수로 동일하게 나타내었다.

N : negative , P : positive , ZE : zero

B : big , M : medium , S : small

<그림5>는 이동로봇과 좌 · 우측 벽과의 거리에 대한 소속함수로 서로 동일하게 정의하였고, 주행 중 좌 · 우측 벽에 접근하면 속도를 줄이고 일정 거리를 유지하도록 한다.

<그림6>은 이동로봇의 현재속도에 대한 소속함수와 퍼지 논리 제어기II의 출력속도에 대한 소속함수로 동일하게 나타내었다. 최대속도를 60cm/s로 정의하였고 중간속도구간을 넓게 해서 최대속도로 주행하는 경우를 줄이는 형태로 구성했다.

SL : slow , MS : medium slow

MFS : medium fast , VFS : very fast

제어규칙의 IF~THEN 형태로 퍼지 논리 제어기I의 제어규칙은 37개, 퍼지 논리 제어기II의 제어규칙은 22개, 퍼지 추론은 Larson 법[4]을 이용했고 비퍼지화는 무게 중심법을 이용하였다.

III. 시뮬레이션

1. 시뮬레이션에 사용한 원격제어 이동로봇의 형태

- i) 드라이브 방식 : 두 개의 분리된 바퀴를 따로 구동하는 방식
- ii) 이동로봇의 무게 중심을 위한 castor.
- iii) 초음파센서가 360도 회전하면서 지도 정보를 위한 거리정보 수집[1]
- iv) 좌 · 우측 벽면과의 거리측정은 좌 · 우측에 45도 간격으로 4개의 레이저 센서로 측정
- v) 초음파 센서의 회전은 스텝모터로 구동.
- vi) 이동 로봇의 지향각은 자자기센서로 측정
- vii) 드라이브 모터는 스텝 모터(1.8 °/step)

2. 시뮬레이션 환경

- i) 이동 로봇이 지도정보를 갖고 있고 이동 로봇의 바퀴는 미끄러짐이 없는 완전 회전을 전제로 한다.[5]
- ii) 이동 로봇과 좌 · 우측 벽과의 거리는 레이저 센서가 수집한 거리정보 중 가장 짧은 좌 · 우측 거리를 선택한다.
- iii) 이동로봇이 정지상태일 때 초음파 센서로 지도정보를 수집하고 주행중일 때는 좌 · 우측 벽면과의 거리정보만 수집한다.

3. 시뮬레이션 결과

i) 시뮬레이션 1

시뮬레이션 1에서 원격이동로봇이 4개의 주행 명령으로 주행한다면 직선점선과 같이 3개의 경유점을 통과해서 목적지에 도착하게 되지만 제안된 주행알고리즘으로 시뮬레이션 한 결과, 표1에서와 같이 2개의 경유점 만으로 도착하고 총 주행거리로 비교해보면 퍼지 알고리즘을 적용한 경우가 더 짧은 거리로 주행했다.. 그리고, 제안한 알고리즘대로 이동 로봇이 좌 · 우회전하는 구간에서 벽과 부딪히지 않게 일정거리를 유지하면서 부드럽게 속도를 줄이면서 통과했다.

i) 시뮬레이션 2

시뮬레이션 2에서는 원격이동 로봇이 4개의 주행 명령으로 주행한다면 3개의 경유점을 통과해서 도착하게 되지만 제안된 주행 알고리즘으로 시뮬레이션 한 결과 표2에서와 같이 경유점 없이 도착하고 총 주행거리도 퍼지 알고리즘을 적용한 경우가 더 짧은 거리로 주행했다. 그리고, 좌 · 우회전하는 구간에서 벽과 부딪히지 않게 일정거리를 유지하면서 부드럽게 통과했다.

<그림8><그림9>에서 직선으로 된 점선이 기준

이동 명령으로 주행하였을 때이고 곡선주행의 점선이 퍼지 알고리즘을 이용했을 때와 그 경유점을 나타내었다.

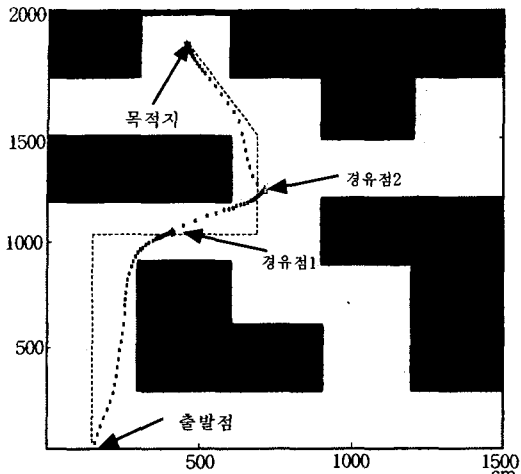


그림 8. 시뮬레이션 1 결과

표 1. 시뮬레이션 1 데이터

출발점	경유점1	경유점2	목적지	초기 로봇 지향각
(150,0)	(410,1050)	(710,1250)	(450,1950)	0°
최대속도구간	(252,581)~(258,654)		36.49cm/s	
지향각 변화	-59° ~ 14°			
총 주행거리	퍼지알고리즘을 수행시			2291cm
	기존명령으로 수행시			2640cm

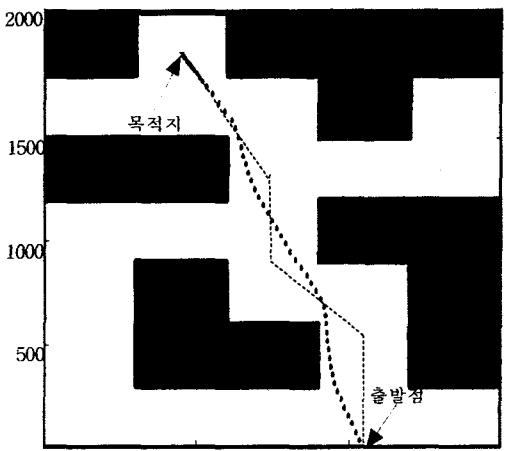


그림 9. 시뮬레이션 2 결과

표 2. 시뮬레이션 2 데이터

출발점	경유점	목적지	초기 로봇 지향각	지향각 변화
(1050,0)	없음	(450,1900)	0°	-18° ~ 5°
최대속도구간	(781,1011)~(730,1146)		36.22cm/s	
	(1015,108)~(971,246)			
총 주행거리	퍼지알고리즘 수행시		2002.8cm	
	기존명령으로 수행시		2100.8cm	

IV. 결 론

본 논문은 퍼지 논리 제어를 이용해서 원격제어 이동로봇이 출발점에서 목적지까지의 대한 경유점을 줄이면서 주행을 안전하고 부드럽게 주행하기 위한 방법을 제안하고 시뮬레이션을 통해 유용성을 검증하였다.

그리고, 경유점 사이의 주행 중 지도정보에 나타나지 않는 장애물이 나타났을 경우의 충돌회피 기능을 추가한다면 보다 좋은 주행이 될 것으로 판단되며 연구중에 있다.

V. 참고 문헌

- [1] 이상원, 이상식, "군사적 활용을 위한 원격 제어 이동 로봇에 대한 연구", 한국 군사 과학 기술 학회 추계 학술 대회 논문집 2권, pp.397~402, 1999
- [2] Polaroid ultrasonic ranging unit data book, pp.1~5, 1999
- [3] M.Sugeno and M.Nishida "Fuzzy Control of Model Car", 1985 North-Holland. Retyped with written permission from Fuzzy Set and Systems, 16 (1985) pp.103~113
- [4] Lefteri H. Tsoukalas, Robert E. Uhrig, "Fuzzy and Neural Approaches in Engineering", John Wiley & Sons INC, pp. 145~188, 1996
- [5] 박찬규, 최정원, 권순학, 이석규 "퍼지-뉴럴을 이용한 이동 로봇의 장애물 충돌 회피", 제어·자동화·시스템공학 논문지 제5권 제8호 pp. 990~994, 19982