

퍼지제어기를 이용한 이동로봇의 주행알고리즘 개발

박기두, 정현, 김영동, 최한수
 조선대학교 제어계측공학과

NAVIGATION ALGORITHM FOR AUTONOMOUS
 MOBILE ROBOT USING FUZZY CONTROLLER

Ki-doo Park, Heon Jeong, Young-dong Kim, Han-soo Choi
 Chosun University, Dept. of Control & Instrumentation Engineering

Abstract - In this paper, a navigation system based on fuzzy logic controllers is developed for a mobile robot in an unknown environment. The structure of this fuzzy navigation system features sensor system, fuzzy controllers for motion planning and the motion control system for real-time execution.

하고, 우회전을 할 때는 우륵보다 좌륵의 속도를 크게 하는 방식으로 조향을 하게 된다. 로봇은 4조의 광센서를 통하여 주위환경을 감지하게 된다. 센서는 로봇의 앞(S1,S2)측과 좌·우(S3,S4)측에 각각 발광, 수광의 2개 1조로 하여 장착하였다. 각 구동축에는 엔코더를 장착하여 로봇의 현재위치와 방향 등을 감지하게 된다. 로봇의 외형은 그림1과 같이 구성하였다. 그림2에서는 각 센서가 주위를 감지하는 영역을 표시하였다.

1. 서 론

이동로봇은 작업환경을 센서로 감지하고 인식된 상황에 대한 적절한 제어를 함으로써 임무를 수행하게 된다. 기존의 주행알고리즘은 대량의 계산이 요구되는 모델링과 작업환경에 따라 파라미터를 재조정해야 하는 문제점을 가지고 있다.[1] 본 연구에서는 기존의 주행알고리즘이 지니고 있는 문제점을 극복하기 위하여 퍼지제어를 기반으로 하여 주행알고리즘을 설계하였다.[2] 퍼지제어규칙은 If~Then 형식의 조건부 명제로 오퍼레이터의 제어논리를 언어적으로 생성할 수 있다. 이러한 제어규칙을 기반으로 퍼지제어기를 이동로봇의 주행시스템에 적용할 경우 변화된 작업환경내에서도 별도의 조작없이 환경에 적응하여 작업을 수행할 수 있다. 이동로봇의 장애물회피시 부드러운 회전과 목표점까지의 최단경로 선택 등을 주행알고리즘 설계의 주안점으로 하였다.[1][3]

끝으로 본 연구에서 개발한 알고리즘의 성능을 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 검증하였다.

2. 본 론

본 연구에서 사용한 이동로봇은 좌,우륵 독립 구동 조향방식(PWS:Power Wheel Steering)을 취하고 있어서 좌,우륵의 속도차에 의하여 주행 및 조향을 행하고 있다.[4] 예를 들어 로봇이 좌회전을 할 때는 좌륵의 속도보다 우륵의 속도를 크게

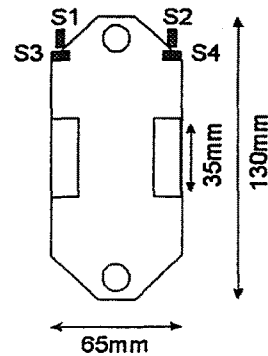


그림 1. 이동로봇의 구조도

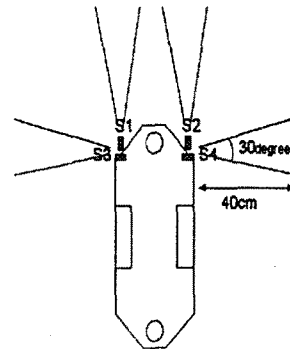


그림 2. 센서의 감지 영역

2.1 퍼지제어기 설계

로봇의 주위환경은 매우 복잡하고 일반화하기 어렵다. 이러한 문제를 해결하기 위해 퍼지이론을 사용하여 이동로봇의 제어기를 설계하였다. 경로를 설정하고 주행시 장애물을 회피하기 위해 좌·우륵의 속도차를 조정하여 조향을 하였다. 본 연구에서는 이를 위해 좌측과 우측에 대한 제어기를 각각 별도로 설계하였다. 각각의 센서들로부터의 입력들을 그대로 사용하였을 경우 너무 많은 규칙기반을 생성하게 되므로 본 연구에서는 세가지의 언어적인 표현(SMALL, MEDIUM, BIG)을 사용하여 규칙기반을 생성하였다. 각각의 언어적인 표현은 4개의 양자화된 레벨(0,1,2,3)을 가지고 있다. 퍼지제어기에 입력되는 입력값은 센서부에서 얻어지는 장애물로부터의 거리이고 출력값은 각 모터의 드라이브로 보내지는 속도명령이다. 속도명령은 거리계로부터의 로봇의 이동거리와 방향을 고려하여 결정하는데 이값은 1부터 4까지이다. 센서그룹(S1,S2,S3)에서 얻어진 거리는 A/D convertor를 통하면서 양자화되어진다. 언급되어진 퍼지집합(SMALL,MEDIUM,BIG)과 두 개의 변수에 의해 27개의 규칙이 생성된다. 의사결정 테이블은 64개의 조합을 가지고 있다. 이 퍼지제어기를 RFLC(Right Fuzzy Logic Controller)이라 칭한다. 센서그룹(S1,S2,S4) 또한 같은 방법으로 의사결정 테이블을 생성하게 되는데, 이는 LFLC(Left Fuzzy Logic Controller)라 칭한다. 센서는 5cm에서 부터 40cm까지 감지하게 되는데 이 값은 먼저 양자화되어야만 된다. 양자화하는데 있어서 값을 두그룹 S1,S2과 S3,S4으로 나누어서 처리하였다. 표1과 같이 구성하였다. 규칙들은 다음과 같은 형태로 구성되었다.

IF H1 is BIG, LR is BIG THEN IL is BIG
AND IR is SMALL
IF H1 is BIG, LR is MEDIUM THEN IL is
MEDIUM AND IR is SMALL
IF H1 is BIG, LR is SMALL THEN IL is
SMALL AND IR is SMALL
⋮
⋮

표 1. 입력 데이터의 양자화 레벨

R1, L1	양자화 레벨	H1, H2	양자화 레벨
5~10cm	0	10~20cm	0
10~15cm	1	20~25cm	1
15~20cm	2	25~30cm	2
20~30cm	3	30~40cm	3

2.2 시스템 제어계

본 연구에서 설계된 이동로봇의 퍼지제어계는 그림 3과 같이 구성되어 있다. 발광과 수광 2개 1조의 광센서 4조를 통하여 로봇의 주위 환경을 감지한다. 감지된 데이터는 퍼지제어기에서 사용할 수 있는 값으로 변환하기 위해 A/D convertor에 의해 양자화되어진다. 양자화된 입력값은 좌·우륵 각각의 퍼지제어기에 보내져 퍼지추론되어진다. 엔코더로부터 얻어진 각 륵의 주행거리를 계산하여 로봇의 현재위치와 목표점의 위치, 또한 퍼지제어기로부터의 출력값을 주행제어기에서 처리하여 각 바퀴의 모터 컨트롤러로 보내진다. 이 출력값을 이용하여 좌·우륵의 속도차를 발생함으로써 주행을 제어하였다.

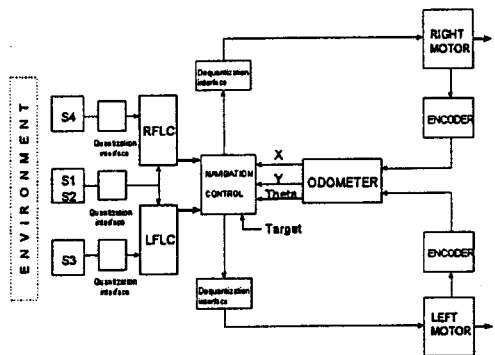


그림 3. 퍼지제어 계통도

2.3 컴퓨터 시뮬레이션

본 연구에서 설계된 퍼지제어기의 성능평가를 위하여 컴퓨터시뮬레이션을 실행하여 다음 그림4와 그림5와 같은 결과를 얻었다. 그림4를 살펴보면 목표점을 향하여 가속된 후 첫번째 장애물을 만나게 되면서 점차적으로 감속을 하며 곡선주행을 계획하게 된다. 이 과정에서 제어량의 변화가 크지 않고 일정할 경우 로봇의 이동속도가 빨라짐을 알 수 있다. 자세가 점차적으로 보정되고 주행제어기에서 결정한 경로와 로봇의 현재 위치를 비교하여 장애물을 통과하면서 부터 로봇의 헤드를 목표점으로 향하게 된다.

전 주행과정을 지켜보면 장애물 회피시 로봇의 관성력에 의한 전복을 막기위해 속도를 줄이고 매우 완만한 호를 그리며 주행하는 모습과 장애물 회피도중이라도 제어량의 변화가 없을 경우에 가속을 하는 주행방법은 오퍼레이터의 실제 주행과 유사하였다. 그림5에서는 같은 환경내에서 같은

목표점을 찾아가는 경로에 새로운 장애물 출현시 로봇의 주행을 보였다. 먼저 행했던 실험에서와 마찬가지로 별다른 조작없이도 무난하게 경로를 선택하고 자세를 보정해나가는 모습을 관찰할 수 있다.

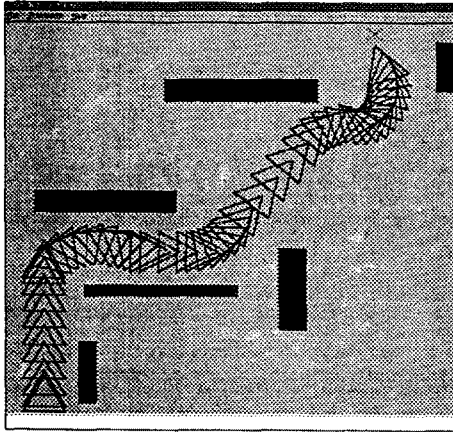


그림 4. 컴퓨터 시뮬레이션 I

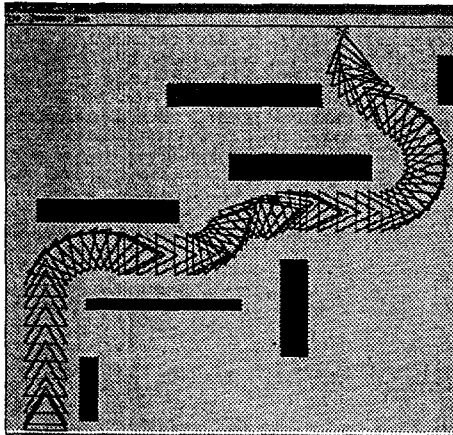


그림 5. 컴퓨터 시뮬레이션 II

3. 결 론

본 연구에서는 숙련된 오퍼레이터의 경험이나 전문가의 지식 등을 정성적인 언어로 표현하고 퍼지 제어 규칙의 형태로 이동로봇의 주행알고리즘을 개발하였으며, 실험모델로서 마이크로 로봇을 제작하여 주행테스트를 거치고 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 성능을 평가하였다.

시뮬레이션 결과 이동로봇은 주위의 환경을 감

지하면서 계획된 경로를 따라 주행을 하는데 커브 주행시 로봇의 전복을 막기위해 속도를 조절하고 장애물 회피도중이라도 자세의 커다란 변화가 생기지 않는다면 신속하게 장애물 사이를 빠져나오는 주행과정은 실제 오퍼레이터의 주행과 매우 유사하였다. 변화된 환경에있어서도 매우 강한 적응력으로 기존의 제어방법에서와는 달리 파라미터의 재조정이나 변화된 환경에 따른 로봇에 대한 새로운 조작용 필요로 하지 않았다.

[참 고 문 헌]

- [1] M. Sugeno and M.Nishida, "Fuzzy Control of Model Car", Fuzzy Sets and Systems, voll6, pp103~113, 1985
- [2] H.R. Beom, K.C. Koh and Cho, "Behavioral control in mobile-robot navigation using a fuzzy decision making approach", Intelligent Robot and Systems, pp155~168, 1995
- [3] Kai-Tai Song and Jen-Chau Tai, "Fuzzy Navigation of a Mobile Robot", Proceeding of the 1992 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp621~627, 1992
- [4] A. Meystel, "Autonomous Mobile Robots", World Scientific Publishing Co. Pre. Ltd., 1991