

모호조종기융합에 의한 이동로봇운동계획의 한가지 방법

오정미, 김용남

선행연구[1]에서는 가시그래프법을 리용하여 로봇의 항행을 진행하였는데 이 방법은 환경이 조밀하지 않는 경우에는 효과적이지만 환경이 조밀한 경우에는 느리고 비효율적인 결함을 가지고있다. 선행연구[2]에서는 모호포텐셜바탕법을 리용하여 이동로봇의 운동계획을 실현하였는데 장애물이 오목하게 생긴 경우 여러개의 최소거리가 존재하여 진동이 생기게 되는 결함을 가지고있다.

우리는 이동로봇의 운동을 장애물회피와 목표도달행동으로 나누고 운동계획을 위한 장애물회피모호조종기와 목표도달행동모호조종기의 설계 및 융합을 진행하여 전체적인 조종기를 구성하였으며 실험을 통하여 그 효과성을 검증하였다.

1. 이동로봇의 운동계획을 위한 모호조종기의 설계

이동로봇의 바퀴들과 바닥사이의 마찰력과 미끄러짐은 크기가 작으므로 그것을 무시하였을 때 로봇의 운동학방정식은 다음과 같이 표시된다.

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta}_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{2}r\cos\theta_m & \frac{1}{2}r\cos\theta_m \\ \frac{1}{2}r\sin\theta_m & \frac{1}{2}r\sin\theta_m \\ \frac{r}{D} & -\frac{r}{D} \end{bmatrix}$$

여기서 x, y 는 로봇의 중심자리표, θ_m 은 로봇의 현재 방위를 나타내며 r 는 반경, D 는 로봇의 두 바퀴사이의 거리이다.

이동로봇의 운동계획은 보통 초기점에서 목표점까지 도달하는 동작과 장애물회피 동작을 진행하는 문제에 귀착된다.

로봇의 동작을 목표도달(GS)과 장애물회피(OA)로 나눌 때 중요한것은 서로 다른 부분동작들의 결과로 일어나는 로봇의 전체적인 동작을 하나의 지령으로 결합하여 로봇의 수행기구에 보내는것이다.

먼저 목표도달행동을 위한 조종기구성을 보면 모호론리조종기의 입력으로 로봇으로부터 목표까지의 거리(EP)와 로봇전진방향과 목표사이의 각(EA)을 리용한다.

이때 두 입력은 다음과 같이 표현된다.

$$EP = \sqrt{D_x^2 + D_y^2} \quad (1)$$

$$EA = \theta_m - \theta_g \quad (2)$$

여기서

$$D_x = x_g - x \quad (3)$$

$$D_y = y_g - y \quad (4)$$

$$\theta_g = \arctan(D_y, D_x) \quad (5)$$

이다. (x, y, θ_m) 은 로봇의 위치와 방위이고 (x_g, y_g, θ_g) 는 목표의 위치와 방위이다.

거리편차는 5개의 모호모임 $[ZE, S, M, B, VB]$ 로 표시되는데 이것은 로봇과 목표사이의 거리가 《평, 가깝다, 중간이다, 멀다, 아주 멀다》라는 언어변수로서의 의미를 나타낸다.

각도편차도 유사하게 $[NB, NM, NS, ZE, PS, PM, PB]$ 로 표시된다. 그리고 로봇의 왼쪽 및 오른쪽 바퀴의 속도들은 모호모임 $[NB, NM, NS, ZE, PS, PM, PB]$ 로 표현된다.

목표도달행동모호조종기의 두 입력은 각각 비대칭삼각형성원함수를 리용하여 모호화를 진행하고 출력은 단점성원함수를 리용한다. 이때 목표도달을 위한 모호규칙을 다음과 같이 작성한다.(표)

표. 목표도달을 위한 모호조종규칙

		각도오차(EA)						
		NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB
위 치 오 차 (EP)	ZE							
	V_L	NM	NS	ZE	ZE	ZE	PS	PM
	V_R	PM	PS	ZE	ZE	ZE	NS	NM
	S							
	V_L	NB	NB	NM	PS	PS	PM	PM
	V_R	PM	PM	PS	PS	NM	NB	NB
	M							
	V_L	NM	NM	NB	PM	PM	PS	PS
	V_R	PS	PS	PM	PM	NB	NM	NM
	B							
	V_L	PS	PS	PM	PB	PB	PM	PB
	V_R	PB	PM	PB	PB	PM	PS	PS
	VB							
	V_L	PS	PS	PM	PB	PB	PM	PM
	V_R	PM	PM	PB	PB	PM	PS	PS

다음으로 장애물회피를 위한 조종기구성을 보자.

장애물회피는 로봇가 외부수감정보에 기초하여 왼쪽 바퀴와 오른쪽 바퀴의 속도를 조종하는 방법으로 진행된다. 장애물이 검출되면 왼쪽과 오른쪽 바퀴의 속도를 변화시켜 일정한 각도로 회전하여 방향을 바꾸는 방법으로 충돌을 피하도록 되어있다.

이동로봇의 회전각도와 이동속도는 다음과 같이 표시된다.

$$\omega = \frac{r}{D}(V_R - V_L), \quad v = \frac{r}{2}(V_R + V_L) \quad (6)$$

앞방향에 있는 초음파거리수감부에 의해 얻어지는 장애물까지의 거리를 d_front , 량옆에 있는 적외선거리수감부에 의하여 얻어지는 거리를 각각 d_left , d_right 로 정의한다.

장애물까지의 거리는 다음의 모호모임 $[VN, N, F]$ 로 표현되며 《아주 가깝다, 가깝다, 멀다》의 의미를 나타낸다.

속도변수 V_R, V_L 은 장애물회피모호조종기에서 모호모임 $[NF, NM, PM, PF]$ 로 표시되며 《부의 방향으로 빠르다, 부의 방향으로 중간이다, 정의 방향으로 중간이다, 정의 방향으로 빠르다》를 의미한다.

왼쪽과 오른쪽 바퀴의 속도조종규칙들을 그림 1에 보여주었다.

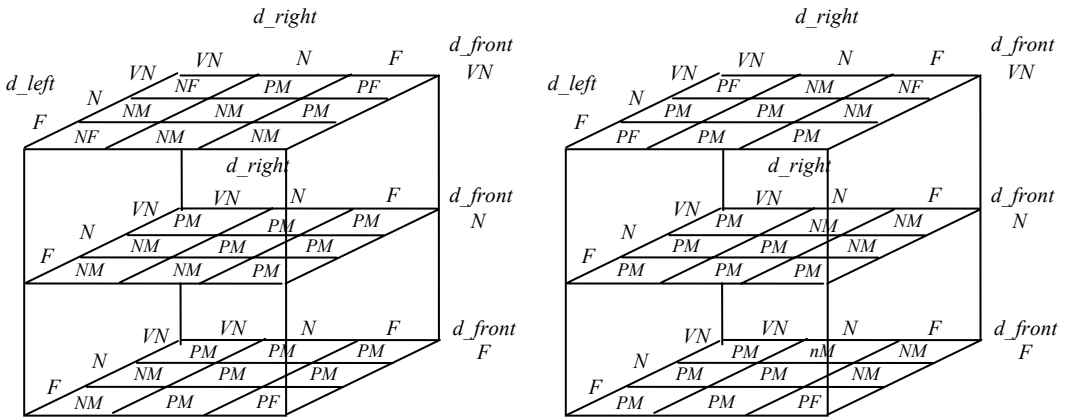


그림 1. 왼쪽과 오른쪽 바퀴의 속도조종규칙

목표도달과 장애물회피동작들에 대한 모호조종기의 융합에 대하여 보자.

두 동작들에 대한 융합은 매 동작에 대한 무게결수를 할당하는 방법으로 진행한다. 장애물회피동작의 무게결수를 τ 로 주고 목표도달행동에 대한 무게결수는 $1-\tau$ 로 준다. 장애물회피동작에 대한 무게결수(τ)는 3개의 모호모임 $[SML, MED, LAG]$ 로 표현된다.

그림 2에 장애물회피동작에 대한 무게규칙을 보여주었다.

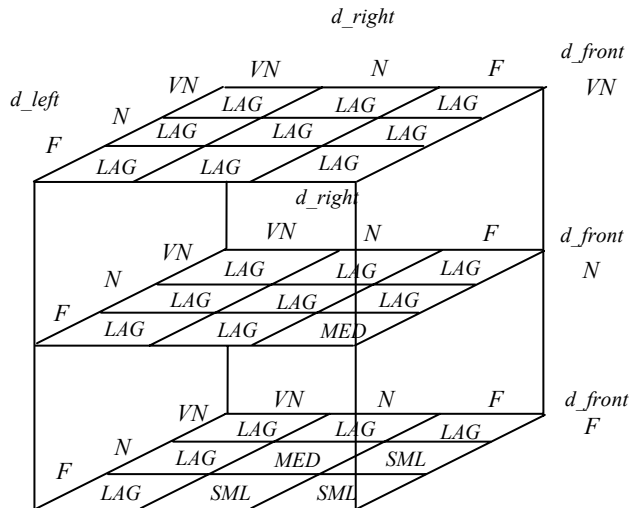


그림 2. 장애물회피동작에 대한 무게규칙

매개 동작들의 출력에 대하여 비모호화를 진행한 다음 그 값들에 대하여 융합을 진

행하며 이때 비모호화방법으로는 중심평균법을 리용한다.

$$V_R = \frac{\sum \omega_i V_{R_i}}{\sum \omega_i}, \quad V_L = \frac{\sum \omega_i V_{L_i}}{\sum \omega_i} \quad (7)$$

장애물회피와 목표도달행동의 융합을 그림 3에 보여주었다.

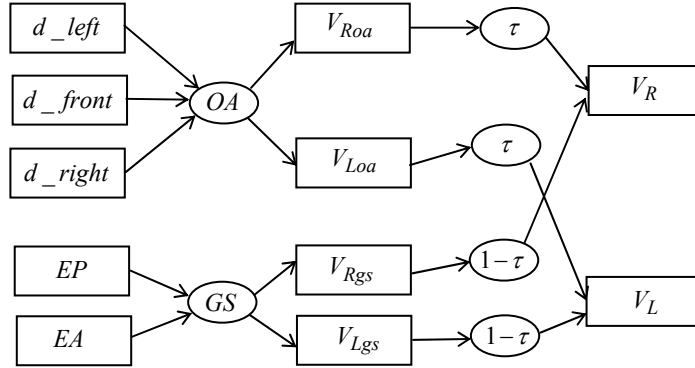


그림 3. 장애물회피와 목표도달행동의 융합

목표도달동작모호조종기와 장애물회피모호조종기는 각각 $1-\tau$ 와 τ 의 무게결수를 가지며 결과 최종적인 이동로봇의 오른쪽과 왼쪽 바퀴속도는 각각 다음과 같다.

$$V_R = (1-\tau)V_{Rgs} + \tau V_{Roa} \quad (8)$$

$$V_L = (1-\tau)V_{Lgs} + \tau V_{Loa} \quad (9)$$

2. 실험 및 결과분석

이동로봇의 초기위치를 $(x_m, y_m) = (5, 5)$ 로, 목표점은 $(x_g, y_g) = (25, 25)$ 로 주고 실험을 진행하였다.

포텐셜마당법을 리용하는 경우 이동로봇은 그림 4의 ㄱ)에서 보여주는바와 같이 4.5s만에 목표점에 도달하였다.

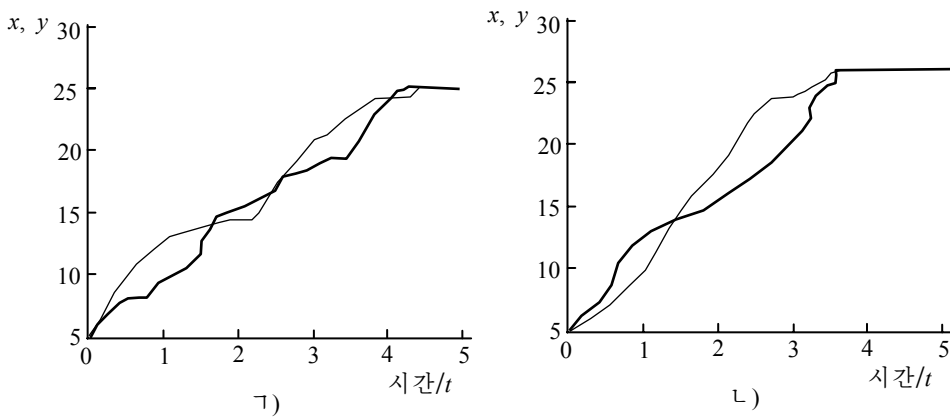


그림 4. 이동로봇의 항행실험

그림 4의 ㄴ)는 새로 제안한 모호조종기를 리용하는 경우 이동로봇의 동작을 보여 준다. 장애물과 가까와지면 로봇은 자기의 속도를 감소시키고 안전하게 방향을 바꾼다. 로봇이 장애물가까이에 있을 때 장애물회피모호조종기의 무게결수가 커지며 장애물로 부터 멀어지면 무게결수가 작아진다. 로봇은 목표점에 3.5s만에 도달하였는데 이것은 포텐살마당법을 리용한 경우보다 1s정도 더 빠른것으로 되며 이를 통하여 제안한 모호조종기가 보다 효과적이라는것을 알수 있다.

맺 는 말

장애물회피동작과 목표탐색을 위해 모호조종기를 설계하고 이 모호조종기들을 결합하여 효과성을 검증하였다.

참 고 문 헌

- [1] Hongwei Mo et al.; Mathematical Problems in Engineering <http://dx.doi.org/10.1155/2013/561451>
- [2] H. G. Mohammad et al.;Proceeding of the 6th International Symposium on Mechatronics and its Applications(ISMA09), Sharjah, UAE, March, 24, 2009.

주체107(2018)년 8월 5일 원고접수

A Method of Motion Planning for Mobile Robot Using Combination of Fuzzy Controllers

O Jong Mi, Kim Yong Nam

The motion of mobile robots can be considered as the obstacle avoidance behavior and the goal-seeking behavior. In this paper, we designed fuzzy controllers for the obstacle avoidance and for the goal-seeking, and combined them.

The effectiveness of this method was verified through the real experiment.

Key words: fuzzy control, mobile robot, motion planning, obstacle avoidance