

평면좌표계형 로보트구동을 위한 퍼지 제어기 개발

최낙일, 성경민, 정수복, 이상일*, 차인수**, 박해암***,
* 조선대학교, ** 동신대학교, *** 광주보건전문대학

Development of DC Servo Motor Fuzzy Controller for Drive of Cartesian Coordinate Type Robot

N.I Choi, K.M Sung, S.B Jung, S.I Lee, I.S Cha, H.A Park

Abstract: Because of the convenience of variable speed control and proportion of input current and torque, DC servo motor has been used as an actuator. With increasing development speed of robot and factory automation machinery, the actuator of excellent control characteristics is demanded. In this paper, The control characteristics of DC servo motor is tested by Fuzzy control with microprocessor and DC servo motor controller is designed for drive of the cartesian coordinate type robot. The control characteristics experimentation is realized to one axis position, two axes coordinate and circular motion control by experimental equipments.

1. 서 론

산업용 기기로서 전동기는 적용범위의 확대와 고속, 정밀화라는 목표에 따라 그 종류의 다양성을 가지면서 현대산업에 있어서 증추적 역할을 하게 됨으로서 우수한 제어성능을 지닌 직류서보전동기가 채용되어 왔다. 그러나 전달함수나 플랜트의 수학적 모델링이 쉽게 얻어지지 않을 경우나 비선형적인 경우에는 어려운 점이 있으며 만일 구해진다 하더라도 실시간 제어가 불가능할 경우가 많다. 오늘날 퍼지 제어는 여러 분야에서 실용화되었고 특히 로보트의 매니퓰레이터 분야에서는 비선형적이

고 수학적 모델링이 불가능한 제어계에서 실시간 제어를 가능하게 하였다.[1,2]

본 논문에서는 마이크로프로세서를 사용하여 퍼지 제어에 의해 평면좌표계형 로보트구동을 위한 직류서보전동기의 제어기를 설계, 제작하고 제어대상은 제어가 용이한 직류서보전동기를 사용하여 제어특성을 검토하고 직류서보전동기의 구간별 단계적 위치제어특성을 고찰하였다.

2. 퍼지 제어기

퍼지 제어는 인간의 판단성, 애매성에 기초하여 불확실한 제어 대상의 모델링으로부터 전문가적 지식을 바탕으로 제어 알고리즘을 If-then 형식으로 표현되는 논리적 언어 형태의 병렬형 제어이며 퍼지추론을 이용하여 원하는 제어 응답을 구하는 것이다. 또한 제어 대상에 정확한 수학적 모델을 요구하지 않고 대상체의 출력력에 관한 정보로 제어가 가능하다. 퍼지논리의 입력변수는 기준속도값과 실제값과의 차인 오차와 그 오차의 변화율로 조작량을 결정하여 제어 입력으로 사용한다.[3,4]

$$\zeta = \text{기준입력} - \text{시스템 출력} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \Delta \zeta_x &= \zeta_x(t) - \zeta_x(t-1) \\ &= (X_{ref} - X_0(t)) - (X_{ref} - X_0(t-1)) \quad (2) \\ &= X_0(t-1) - X_0(t) \end{aligned}$$

식(1)은 오차를 나타내고 식(2)는 오차의 변화를 나타낸다. 제어기에서 출력되는 조작량은 식(3)과

식(4)로 나타내었다.

$$\Delta U_x = U_x(t) - U_x(t-1) \quad (3)$$

$$U_x = K_I \int \zeta_x dt + K_P \cdot \Delta \zeta_x(t) \quad (4)$$

제어 규칙을 논리적 언어의 형태로 나타내면 다음과 같다.

If $\zeta_x = PB$ and $\Delta \zeta_x = ZO$ then $\Delta U_x = PB$

If $\zeta_x = ZO$ and $\Delta \zeta_x = NB$ then $\Delta U_x = NB$

If $\zeta_x = NB$ and $\Delta \zeta_x = ZO$ then $\Delta U_x = NB$

If $\zeta_x = ZO$ and $\Delta \zeta_x = PB$ then $\Delta U_x = PB$

If $\zeta_x = PM$ and $\Delta \zeta_x = ZO$ then $\Delta U_x = PM$

If $\zeta_x = ZO$ and $\Delta \zeta_x = NM$ then $\Delta U_x = NM$

사용한 언어 변수는 다음과 같다.

PB : Positive Big PM : Positive Medium

PS : Positive Small ZO : Zero

NS : Negative Small NM : Negative Medium

NB : Negative Big

언어 변수를 퍼지화 하기위하여 오차와 오차의 변화율, 제어량의 멤버쉽 함수를 그림 1에 나타내었다.

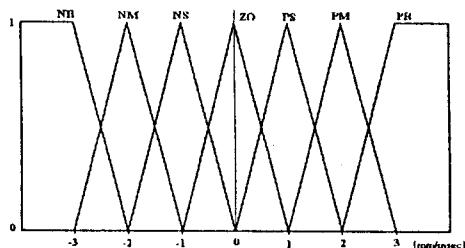


그림 1. 멤버쉽 함수

논리적 언어 형태를 표로 나타내면 표 1과 같다.

표 1 퍼지제어 규칙표

		$\Delta \zeta_x$						
		NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
ζ_x	NB	NB	NB	NB	NM	NS	ZO	
	NM	NB	NB	NB	NM	NS	ZO	PS
	NS	NB	NM	NS	NS	ZO	PS	PM
	ZO	NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
	PS	NM	NS	ZO	PS	PS	PM	PB
	PM	NS	ZO	PS	PM	PM	PB	PB
	PB	ZO	PS	PM	PB	PB	PB	PB

그림 2에서는 X축과 Y축의 2축 제어를 위해서 X축 속도와 위치, Y축 속도와 위치에 따른 각각의 상관관계를 나타냈으며 여기서 알 수 있듯이 X축과 Y축은 서로 별도의 퍼지제어에 제어되지만 최종 축의 조작량은 서로 상관 관계를 갖고 서로의 오차를 보상할 수 있다.

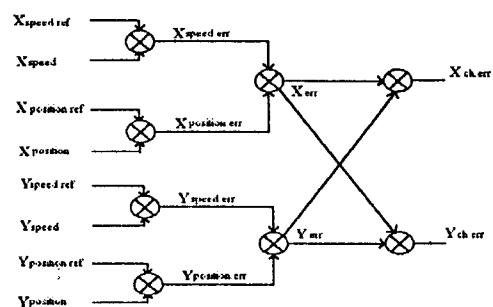


그림 2. 퍼지제어 관계

3. 제어 시스템

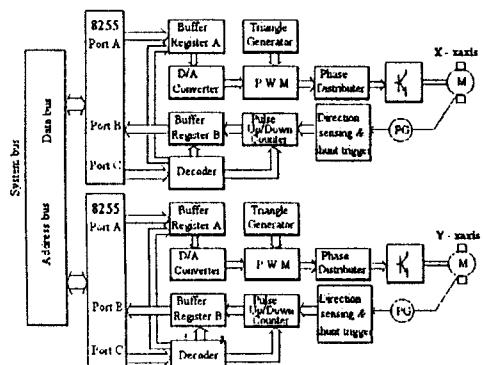


그림 3. 제어 시스템

직류서보전동기에 대한 퍼지제어기의 구성은 그림 3과 같이 하였다. IBM PC /486(100MHz)와 제어언어는 Turbo Pascal version 5.5를 사용하였으며 컴퓨터 시스템과 제어기와의 인터페이스는 8255로써 port A와 port B는 데이터 입출력용, port C는 제어용으로 사용하였다.

4. 실험결과 및 검토

실험에 사용한 DC 서보 전동기는 SANYO의

CN-800으로 하였고 이전동기의 사양은 표 2에 나타내었다.

표 2 DC 서보전동기 사양

정격 출력	850W
정지 토크	105 kg · cm
정격 회전수	1000 RPM
정격 전압	100 / 60 V
정격 전류	11 / 18 A
순시 최대 토크	800 kg · cm
순시 최대 전류	100 / 170 A
진기자 저항	0.78 / 0.28 Ω
유기전압 상수	95 / 56.5 Ω
토크상수	9.2 / 5.5 kg · cm / A
기계적 시간상수	10 ms
진기적시간상수	4.7 ms

전동기 구동장치는 PWM 스위칭에 의한 full bridge 방식으로 스위칭 주파수는 2KHz로서 100A, 600V 파워 트랜지스터인 QBB100A60을 사용하여 제작하였다. 그림 4는 1축에 의한 좌표제어로써 $\pm 90^\circ$, $\pm 45^\circ$ 로 이동시켰을 때의 polygraph이다. 그림 5는 2축제어로써 전동기 1회 전당 10mm로 하여 수행하였다. 그림 6는 원운동 실험을 수행하였다.

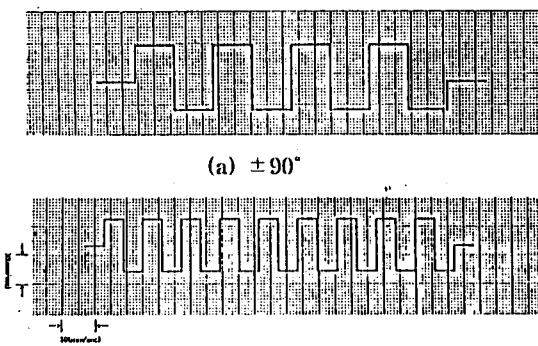


그림 4. 1축 좌표제어

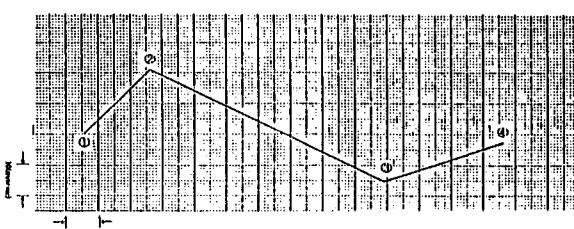


그림 5. 2축 직선제어

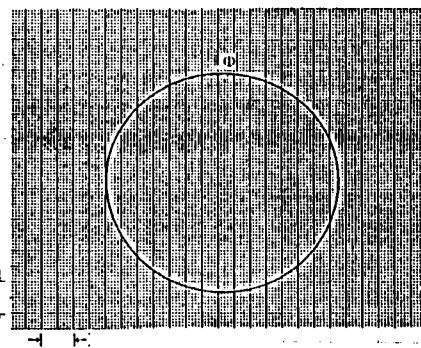


그림 6. 원운동제어

5. 결론

본 논문에서는 퍼지제어에 의한 평면좌표제어로 보트구동을 위한 직류서보전동기 제어기에 관하여 IBM PC/486과 PIO로는 8255를 사용하여 대용량급인 850W 직류서보모터의 구동 제어회로를 설계 제작하여 실험하였고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1축 좌표에서는 좌표간 반복적으로 이동 시켰을 때 정확한 이동과 빠른 시간을 얻을 수 있었고, 2축 평면직선제어에서는 X축과 Y축의 원하는 속도 위치제어에 의해서 구간별로 거의 정확한 이동을 보였으며, 원운동 실험은 출발점에서 X축과 Y축 전동기를 시계방향과 반시계방향으로 반복적으로 이동시키면서 위치, 속도오차없이 원점으로 도착함을 보였다.

참고문헌

- [1] L. A. Zadeh, "Fuzzy Algorithms, Information and Control", Vol. 12, pp.94~102, 1968.
- [2] 松島, 杉山, "不感帶をもつ制御対象の手動制御におけるあいまい制御モデルを用いた操作者の特性解析, 計測自動制御學會論文集", Vol. 21, No. 5, pp.429~436, 1985
- [3] 박원진, 이재희, 허옥열, "퍼지 제어기를 이용한 XY-Table의 제어", '94한국 자동제어 학술회의 논문집, pp.1388~1393, 1994.
- [4] 菅野道夫, "퍼지 제어 시스템", p.177, 1990.