

## 쌍회전자다입력다출력체계의 모호조종기설계에 대한 연구

전위성, 남광현

본문에서는 2개의 회전자를 가진 쌍회전자다입력다출력체계(TRMS)의 모호조종기설계에 대하여 고찰하였다.

선행연구에서는 TRMS의 수평면과 수직면에서의 동력학적모형을 작성하였으며[1, 2] 계전기반결합을 리용한 PID조종기설계와 실현에 대하여 연구하였다.[3] 이 체계의 조종목적은 TRMS의 자유가름대를 빨리 그리고 정밀하게 움직여 희망하는 위치(중요각과 편요각)에로 움직이게 하는것이다.

본문에서는 TRMS의 조종 목적을 달성하기 위한 모호조종기를 설계하고 모의실험을 통하여 효과성을 검증하였다.

### 1. 모호조종기설계

TRMS의 자세안정화조종기설계는 2개의 축들사이의 호상작용과 강한 비선형적특성을 고려하여야 하므로 TRMS의 자세안정화조종기로 모호조종기를 선택하였다.

그림 1에 일반적인 모호조종기의 구조를 보여주었다.

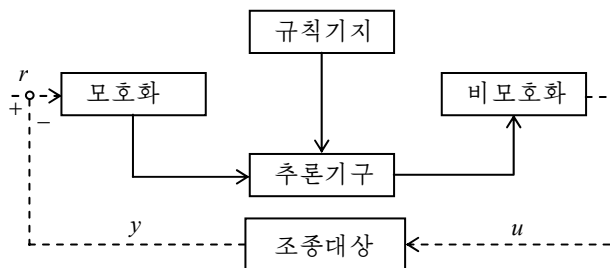


그림 1. 모호조종기의 구조

그림 1에서 점선은 명백한 자료, 실선은 모호자료이다. 그림 1에서 보는바와 같이 일반적인 모호조종기들은 4개의 부분 즉 모호화, 모호규칙기지, 추론기구, 비모호화로 이루어져있다.

모호화는 조종대상의 출력변수들을 모호값으로 변환하며 모호규칙기지는 기초자료와 언어규칙으로 구성되어있다. 추론기구는 모호조종기의 핵심으로서 모호리론에 기초하여 동작하며 비모호화는 모호값을 명백한 값으로 변환한다.

TRMS는 2입력2출력체계이므로 수직면, 수평면에 대하여 2개의 모호조종기를 설계하였다.

두 모호조종기의 입력은 자유가름대의 중요각과 편요각에 대한 각오차와 각오차변화이다.

그림 2부터 그림 7에 입력과 출력의 성원함수들을 보여주었다.

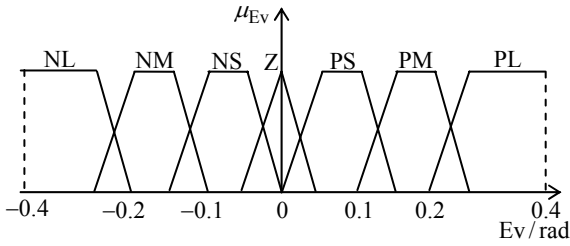


그림 2. 중요각오차의 성원함수

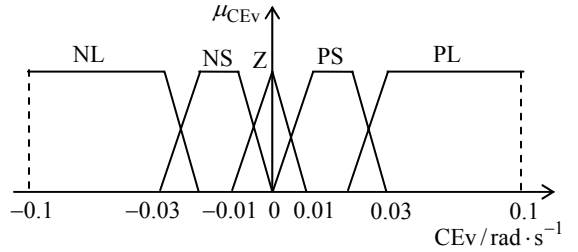


그림 3. 중요각오차변화의 성원함수

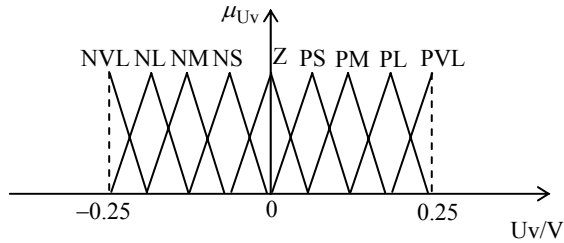


그림 4. 기본전동기의 출력성원함수

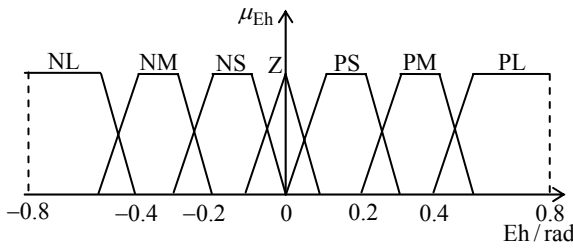


그림 5. 편요각오차의 성원함수

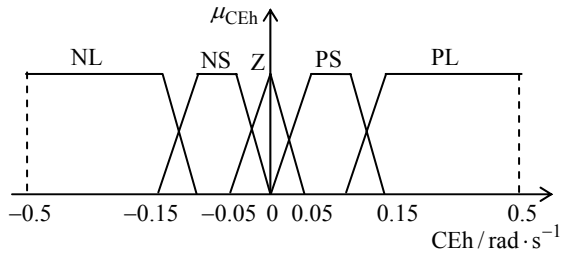


그림 6. 편요각오차변화의 성원함수

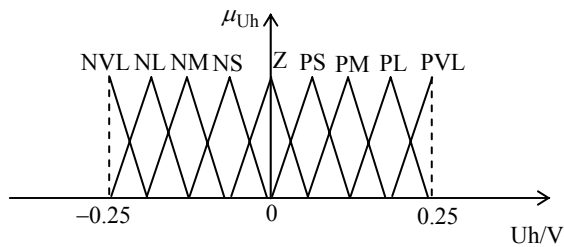


그림 7. 퍼지전동기의 출력성원함수

그림 2부터 그림 7에서

$$E_v = \alpha_{vref} - \alpha_v, \quad CE_v = \frac{dE_v}{dt}, \quad E_h = \alpha_{href} - \alpha_h, \quad CE_h = \frac{dE_h}{dt}$$

이다. 여기서  $\alpha_v$ 는 중요각,  $\alpha_{vref}$ 는 중요각설정값,  $\alpha_h$ 는 편요각,  $\alpha_{href}$ 는 편요각설정값이다.

모호조종기설계에서 가장 중요한 부분은 모호규칙기지의 작성이다.

2개의 모호조종기들에 대한 모호규칙기지들은 수직, 수평면에서 체계의 동작에 따라 결정된다.(표)

표. 모호조종기의 규칙기지

		CEv 혹은 CEh				
		NL	NS	Z	PS	PL
Ev 혹은 Eh	NL	NVL	NVL	NVL	NL	NS
	NM	NVL	NVL	NL	NS	PS
	NS	NVL	NL	NS	Z	PM
	Z	NL	NS	Z	PS	PL
	PS	NM	Z	PS	PL	PVL
	PM	NS	PS	PL	PVL	PVL
	PL	PS	PL	PVL	PVL	PVL

## 2. 결과 및 분석

TRMS의 동력학적모형에 대하여 설계한 수평면과 수직면에서의 모호조종기를 모의하였다. 정상상태오차를 줄이기 위하여 2개의 적분조종기를 모호조종기의 출력에 추가하였다.

### ① 수직면에서의 조종기

모호조종기는 2개의 입력과 1개의 출력을 가진다. 입력은 가름대의 중요각오차와 중요각오차변화이고 출력은 기본전동기전압이다.

그림 8과 9에 구형 및 시누스파에 따르는 PID조종기와 모호조종기의 응답을 보여주었다.

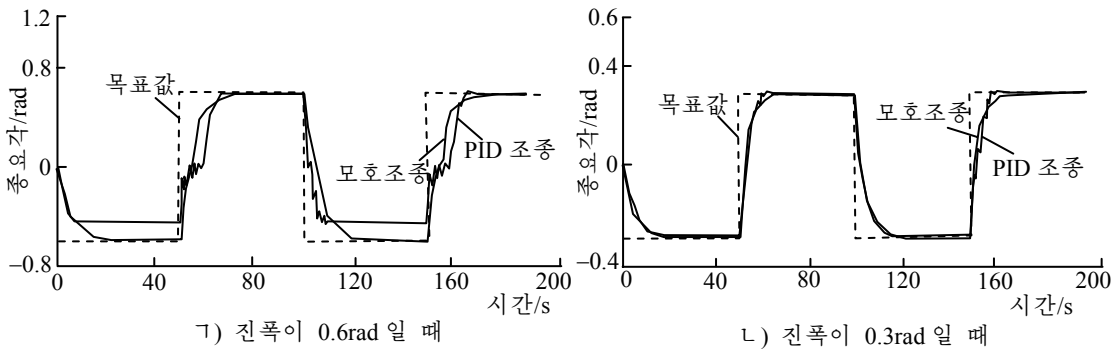


그림 8. 목표값이 구형파일 때 중요각응답곡선

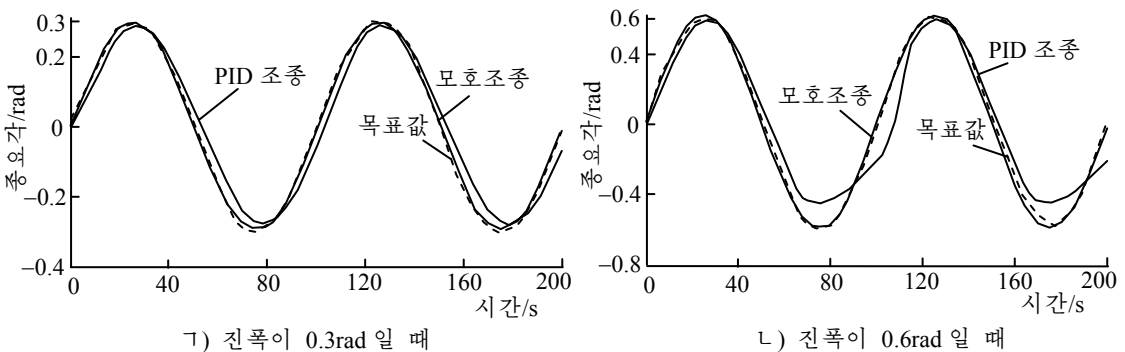


그림 9. 목표값이 시누스파일 때 중요각응답곡선

## ② 수평면에서의 조종기

수직면에서의 조종기와 마찬가지로 수평면에서의 모호조종기의 입력은 가름대의 편요각오차와 편요각오차변화이고 출력은 꼬리전동기전압이다.

그림 10과 11에 구형파와 시누스파에 따르는 PID조종기와 모호조종기의 응답곡선을 보여주었다. 수평면에서의 조종기에 대한 모의결과로부터 PID조종기는 시누스파에 대해서는 응답특성을 만족시키지만 구형파에 대해서는 만족시키지 않는다는것을 알수 있다.

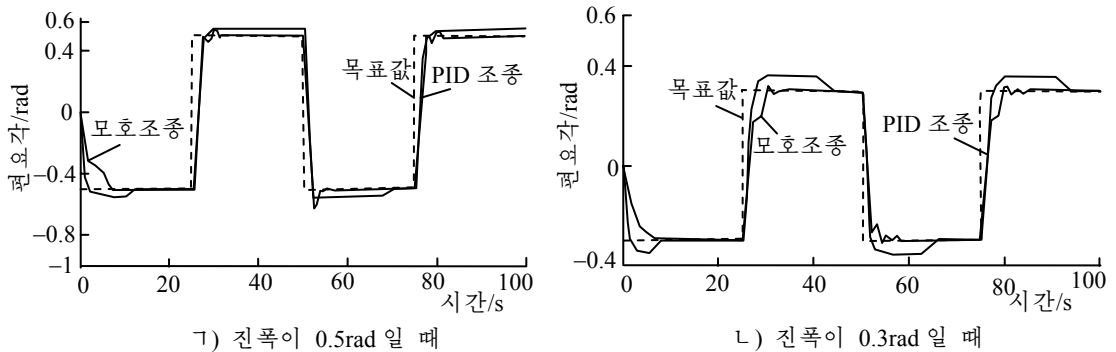


그림 10. 목표값이 구형파일 때 편요각응답곡선

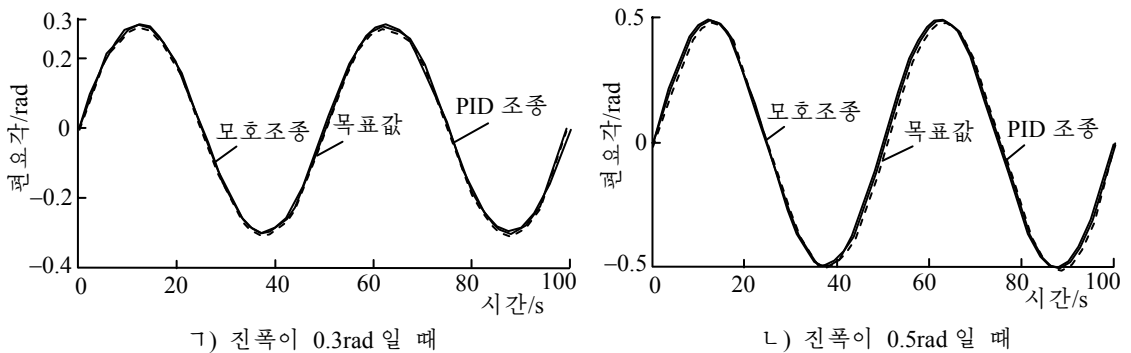


그림 11. 목표값이 시누스파일 때 편요각조종곡선

## 맺는 말

쌍회전자다입력다출력체계의 수직 및 수평면에서의 모호조종기를 설계하고 PID조종기와 모호조종기에 대한 모의실험을 통하여 그 효과성을 검증하였다.

## 참고 문헌

- [1] A. Rahideh; Control Engineering Practice, 16, 241, 2008.
- [2] Petr Chalupa; Procedia Engineering, 100, 249, 2015.
- [3] H. S. Dipesh; 2nd International Conference on Methods and Models in Science and Technology (ICM2ST-11), 114, 2011.

## **Research for Design of Fuzzy Controller for Twin Rotor MIMO System**

*Jon Wi Song, Nam Kwang Hyon*

In this paper, we designed a fuzzy controller for the vertical and horizontal plane of twin rotor MIMO system with highly non-linearity, and proved the effectiveness through the simulation experiment for PID controller and fuzzy controller.

Key words: TRMS(Twin Rotor MIMO System), Fuzzy Control, Inference engine