

# 누적오차 조정계수를 이용한 위치형 퍼지제어기

## Position-type fuzzy controller using the accumulated error scaling factor

°김 동 하\*, 전 해 진\*\*, 최 봉 열\*\*\*

\* 경북대학교 전자공학과(Tel:81-053-940-8653; Fax:81-053-959-7336; E-mail:hapoom@palgong.knu.ac.kr)

\*\* 경북대학교 전자공학과(Tel:81-053-940-8853; Fax:81-053-959-7336; E-mail:bobotin@hanmail.net)

\*\*\* 경북대학교 전자공학과(Tel:81-053-950-6553; Fax:81-053-959-7336 ; E-mail:bychoi@ee.knu.ac.kr)

**Abstract** : In this paper, we propose a two-input two-output fuzzy controller to improve the performance of transient response and to eliminate the steady state error. The outputs of this controller are the control input calculated by position-type fuzzy controller and the accumulated error scaling factor. Here, the accumulated error scaling factor is adjusted on-line by fuzzy rules according to the current trend of the controlled process. To show the usefulness of the proposed controller, it is applied to several systems that are difficult to get satisfactory response by conventional PD controllers or PI controllers.

**Keywords** : fuzzy control, position type fuzzy controller, accumulated error scaling factor

### 1. 서론

미국의 Zadeh 교수에 의해 퍼지 집합에 대한 이론이 제안된 이후 퍼지 제어는 퍼지 이론의 성공적인 응용 분야중 하나이다[5]. 일반 제어 이론을 이용해서 시스템을 제어할 경우 그 시스템에 대한 수학적 모델이 필요하나 퍼지 이론은 시스템이 비선형이고 복잡하더라도 수학적 해석이 반드시 필요한 것은 아니다. 퍼지 제어는 제어하고자 하는 대상 시스템에 대한 숙변자의 지식과 인간의 사고 방식과 유사한 논리체제인 퍼지 논리에 기초한 알고리즘을 사용함으로써 외부 변화에 따른 종합적 판단으로 기존의 해결하기 어려운 문제점을 개선할 수 있어 기존의 제어 방법으로는 제어하기 힘든 다양한 시스템에 적용되어 왔다[3~5].

퍼지제어기 중에서 해석적인 연구가 많이 이루어지고 있는 형태는 측정된 오차로부터 제어입력 자체를 구하는 형태인 위치형 퍼지제어기와 측정된 오차로부터 제어입력의 증가분을 구하는 형태인 속도형 퍼지제어기로 분류할 수 있으며 대상시스템의 특성에 따라 선택적으로 사용된다[5]. 속도형 퍼지제어기는 비례 제어 고유의 안정성과 적분 제어의 정상상태 오차 제거 능력으로 1차 선형 시스템에서는 그 성능이 만족스럽다. 그러나 2차 이상의 고차시스템에서는 큰 오버슈트와 과도한 발진 등 과도상태 응답특성을 개선하기가 어렵다[3]. 이에 반해 위치형 퍼지제어기는 파라미터의 조정이 쉽고 과도상태 응답특성이 좋아 속도형 퍼지제어기의 문제점인 큰 오버슈트 발생을 억제할 수 있으나 어떤 종류의 시스템에 대해서는 일정한 정상상태 오차를 극복하지 못하는 단점이 있다[1].

본 논문에서는 정상상태오차를 제거하고 과도상태 응답특성을 좋게 하는 2입력 2출력의 퍼지제어기를 제안한다. 제안한 퍼지제어기는 위치형 퍼지제어기를 기본 구조로 사용하여 과도상태 응답특성이 좋고 파라미터의 조정이 용이하다. 또한 제어되는 프로세스의 현재 상태에 따라 실시간으로 조정되는 누적오차 조정계수를 이용하여 누적 오차량을 계산하고 이를 제어입력으로 사용하여 정상상태오차를 제거하고 과도상태 응답특성을 좋게 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 위치형 퍼지제어기에 대해 간단히 소개하고 3장에서는 제안한 퍼지제어기에 대해 설

명한다. 4장에서는 제안한 퍼지제어기를 이용하여 모의실험한 결과를 보여 준다. 5장에서는 결론을 맺고 향후 연구과제를 논의한다.

### 2. 위치형 퍼지제어기

위치형 퍼지제어기의 구조는 그림 1과 같다.

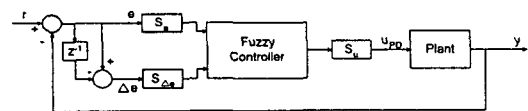


그림 1. 위치형 퍼지제어기 구조

Fig. 1. Structure of position-type fuzzy controller.

여기서  $S_e, S_{\Delta e}, S_u$ 는 스케일링 계수이다. 위치형 퍼지제어기는 제어의 목표값과 현재값의 차이인 오차와 오차변화량으로부터 제어입력  $u_{PD}$ 를 구하는 형태이고 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$(e, \Delta e) \rightarrow u_{PD} \quad (1)$$

퍼지제어기의 입력과 출력 즉, 오차, 오차변화량 그리고 제어입력의 멤버십 함수를 그림 2와 같이 대칭형의 삼각형 함수를 사용하여 정의하면 k번째 제어규칙은 다음과 같이 기술된다.

$$R_k : \text{If } e \text{ is } A_k \text{ and } \Delta e \text{ is } B_k \text{ then } u \text{ is } C_k \quad (2)$$

여기서  $A_k, B_k, C_k$ 는 각각 그림 2에서 정의된 퍼지 집합들이다.

위치형 퍼지제어기의 제어 규칙은 표 1과 같이 정의된다. 입력 퍼지 변수들은 제어규칙에 의해 출력 변수와 연결되고 마지막으로 비퍼지화를 통해 실질적으로 시스템에 가해질 제어입력이 구해진다

오차 및 오차변화량이 주어질 때 k번째 규칙의 적합도  $w_k$ 는 다음