

# 스케일 계수를 자동조정하는 퍼지제어기 설계에 관한 연구

## A Study for Design of Fuzzy Controller with the Automatic Adjustment of Scale Factors

이 상 윤, 신 위 재  
Sang-Yun Lee, Wee-Jae Shin

### 요 약

플랜트 모델이나 경험에 근거하여 설계된 퍼지제어기를 실제 플랜트에 적용할 경우, 모델링 오차와 플랜트에 대한 관련지식의 부족으로 만족할 만한 제어 결과를 나타내지 못할 경우가 있다. 이 경우 제어성능을 향상시키기 위해 제어기의 제어인자를 다시 조정하여야 하고, 이 조정과정은 시행착오방법으로 수행되기 때문에 많은 시간과 비용을 필요로 한다. 본 논문에서는 퍼지 논리와 정규화에 따라 스케일 계수를 자동조정하는 퍼지 제어기를 제안한다. 모의 실험을 통하여 스케일 계수가 자동조정되는 퍼지제어기가 스케일 계수가 고정된 퍼지 제어기보다 좋은 성능을 보임을 확인하였다. 그리고 DSP 프로세서를 사용하여 설계한 제어기를 구현한 후 실험결과를 관측하였다.

### ABSTRACT

The case that cannot show the satisfactory control results with a modeling error and a shortage of related knowledge about a plant is if a fuzzy controller designed based on the plant model or the experience applies to an actual plant. We must adjust the scale factor which is a controller again in order to improve control performance in case of this and needs a lot of time and costs because this regulation process is carried out with a trial and error way. We proposes the fuzzy controller that an automatic control adjust scale factors according to fuzzy logic and normalizer in this paper. We confirmed that an automatic adjusted fuzzy controller displayed good performance than the fuzzy controller that scale factors was fixed through simulation. We implemented the controller using the DSP processor and applied in a hydraulic servo system. And then we observed an experimental results.

*Keywords* : FLC, fuzzy logic, scale factor

### I . 서론

퍼지 이론의 가장 성공적인 응용분야의 하나로서 퍼지제어를 들 수 있는데, 퍼지제어는 제어하고자하는 대상 시스템에 대한 숙련자의 지식과 인간의 사고방식과 유사한 논리 체계인 퍼지논리(Fuzzy logic)에 기초하여 이루어진다. 퍼지제어기는 제어대상에 대한 작업자의 경험이나 전문가의 언어적인 표현을 쉽게 제어기와 결합시킬 수 있는 장점을 지니고 있다. 또한 플랜트 파라미터 변동이나 외부 외란에 크게 영향을 받지 않는 강인한 제어기의 특성도 지니고 있다.[1] 이러한 퍼지제어기의 성능은 입출력 변수의 스케일 계수(Scale factors), 샘플링시간[2], 소속함수의 모양, 제어규칙에 의해 영향을 받는다. 이들 제어인자들은 작업자의 경험이나 설계자의 플랜트에 대한 지식으로부터 결정되며 시행착오와 경험적으로 선택되었다.[3] 경험이나 시행착오에 의한 설계방법은 어느 정도 양호한 제어 결과를 얻을 수 있지만, 그 제어 시스템에 최적이라고 보장할 수 없을 뿐

만 아니라 이런 설계 방법은 많은 시간, 노력과 비용이 드는 단점을 가지고 있다.

이러한 문제를 해결하기 제어기의 샘플링시간을 조절하는 방법[2], 매개변수조정[3], 그리고 위상평면상에서 상태궤적을 조절하는 방법[4]등이 제안되었다.

본 논문에서는 정규화와 퍼지논리를 사용하여 플랜트 응답에 따라 적절한 스케일 계수를 결정하는 스케일 계수를 자동조정하는 퍼지 제어기를 설계한다. 설정치에 따라 오차와 오차 변화량은 정규화되고, 스케일 계수의 출력 범위는 재조정된다. 정규화된 오차와 오차 변화량을 입력으로 퍼지 제어기는 플랜트 응답에 따라 스케일 계수를 결정하게 된다. 구해진 스케일 계수에 의해 퍼지제어기의 출력은 재조정되어 적절한 제어입력을 결정하게 된다. 이를 확인하기 위해 2차 플랜트에 적용하여 모의실험을 하였고, 설계한 제어기를 DSP 프로세서를 이용하여 구현한 후, 실험대상으로 비 선형적인 요소가 많은 유압 서보 시스템에 적용하였다.[4]

## II. 퍼지제어기

그림 1은 본 연구에서 사용한 퍼지 제어시스템 구조를 나타내고 있다. 일반적으로 퍼지제어기는 퍼지화기(Fuzzifier), 퍼지 추론(Fuzzy reasoning), 비퍼지화기(Defuzzifier)로 구성되어 있다.[4-11]

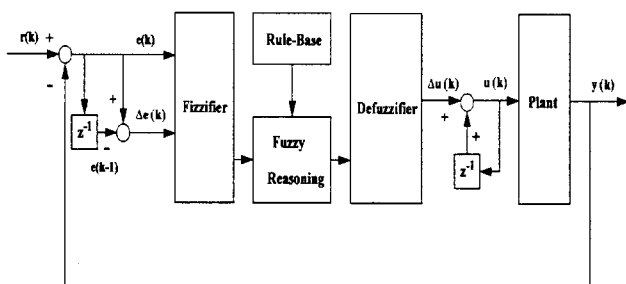


그림 1. 퍼지 제어기의 구조.

Fig. 1. The structure of fuzzy controller.

설정치  $r(k)$ 와 플랜트 출력  $y(k)$  사이의 오차  $e(k)$ 와 오차 변화량  $\Delta e(k)$ 을 입력변수로 하여 퍼지제어기 출력의 변화량  $\Delta u(k)$ 을 결정한다. 실제 플랜트 제어입력  $u(k)$ 은 과거의 제어입력  $u(k-1)$ 과 제어입력 변화량  $\Delta u(k)$ 의 합으로 이루어진다.

$$e(k) = r(k) - y(k) \quad (1)$$

$$\Delta e(k) = e(k) - e(k-1) \quad (2)$$

$$u(k) = u(k-1) + \Delta u(k) \quad (3)$$

여기서  $r(k)$ ,  $y(k)$ 는 각각 기준 설정치와 플랜트 출력을 나타낸다.

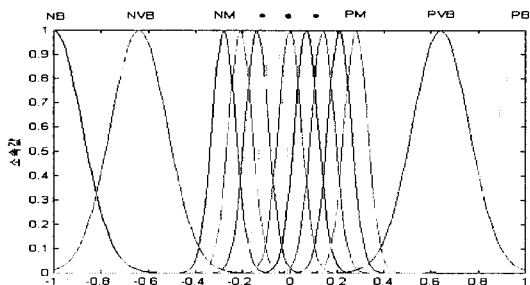


그림 2.  $e(k)$ 와  $\Delta e(k)$ 에 대한 소속함수.

Fig. 2. The membership function of  $e(k)$  and  $\Delta e(k)$ .

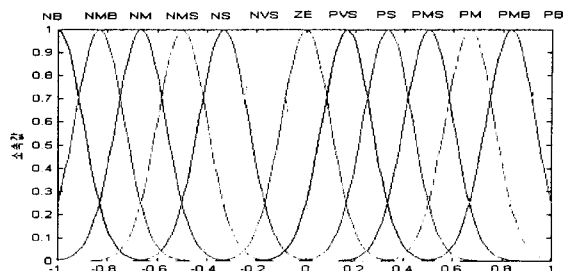


그림 3.  $\Delta u(k)$ 에 대한 소속함수.

Fig. 3. The membership function of  $\Delta u(k)$ .

입력변수인 오차와 오차 변화량에 대한 퍼지집합과 언어변수는 “NB”, “NMB”, “NM”, “NMS”, “NS”, “NVS”, “ZE”, “PVS”, “PS”, “PMS”, “PM”, “PMB”, “PB”로 각각 13개씩 정하였다. 입출력 변수들의 언어값의 종류는 제어규칙의 수와 제어기 성능에 큰 영향을 미친다. 언어값의 수가 많으면 제어성능을 향상시킬 수 있으나 제어기의 계산량이 많아지는 단점이다.

소속함수의 모양은 여러 가지 형태를 생각할 수 있으나 그림 2, 3과 같은 종형 소속함수를 사용하였다. 이와 같이 정의된 입력변수와 출력변수의 퍼지집합을 이용하여 표1과 같은 제어규칙을 작성하였다.

퍼지 추론과 비퍼지화 방법에는 다양한 방법이 있지만, 본 논문에서는 그림 4와 같은 퍼지추론과 비퍼지화를 사용하였으며 스케일링 계수  $SF$ 를 고려한  $\Delta u(k)$ 는 식(4)와 같다.

$$\Delta u = SF \times du \quad (4)$$

표 1. 퍼지제어기의 제어규칙.

Table 1. The control rule of fuzzy controller.

E ΔE	E												
	NB	NMB	NM	NMS	NS	NVS	ZE	PVS	PS	PMS	PM	PMB	PB
NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NMB	NM	NMS	NS	NVS	ZE
NMB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NMB	NM	NMS	NS	NVS	ZE	PVS
NM	NB	NB	NB	NB	NB	NMB	NM	NMS	NS	NVS	ZE	PVS	PS
NMS	NB	NB	NB	NB	NMB	NM	NMS	NS	NVS	ZE	PVS	PS	PMS
NS	NB	NB	NB	NMB	NM	NMS	NS	NVS	ZE	PVS	PS	PMS	PM
NVS	NB	NB	NMB	NM	NMS	NS	NVS	ZE	PVS	PS	PMS	PM	PMB
ZE	NB	NMB	NM	NMS	NS	NVS	ZE	PVS	PS	PMS	PM	PMB	PB
PVS	NMB	NM	NMS	NS	NVS	ZE	PVS	PS	PMS	PM	PMB	PB	PB
PS	NM	NMS	NS	NVS	ZE	PVS	PS	PMS	PM	PMB	PB	PB	PB
PMS	NMS	NS	NVS	ZE	PVS	PS	PMS	PM	PMB	PB	PB	PB	PB
PM	NS	NVS	ZE	PVS	PS	PMS	PM	PMB	PB	PB	PB	PB	PB
PMB	NVS	ZE	PVS	PS	PMS	PM	PMB	PB	PB	PB	PB	PB	PB
PB	ZE	PVS	PS	PMS	PM	PMB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB

$$\begin{aligned}
 du &= \frac{\sum_{i=1}^m \tau_i du^*_i}{\sum_{i=1}^m \tau_i} \\
 &= \frac{\sum_{i=1}^m y^*_i \left[ \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{u_j - x_{ij}^*}{\sigma_{ij}}\right)^2\right) \right]}{\sum_{i=1}^m \left[ \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{u_j - x_{ij}^*}{\sigma_{ij}}\right)^2\right) \right]} \quad (5) \\
 &= \sum_{i=1}^m v_i du^*_i
 \end{aligned}$$

여기서,  $x_{ij}^*$ ,  $\sigma_{ij}$ ,  $du^*_i$ 는 각각 가우스 함수의 중심, 가우스 함수의 폭, 결론부 퍼지집합의 비퍼지화된 값을 나타낸다. 식(4)을 이용하여 식(3)을 다시 정리하면 다음과 같다.

$$u(k) = u(k-1) + SF \times du \quad (6)$$

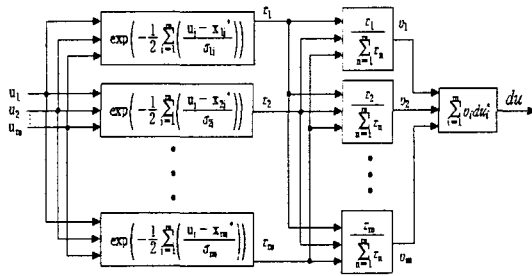


그림 4. 퍼지추론과 비퍼지화.

Fig. 4. The fuzzy inference and defuzzifier.

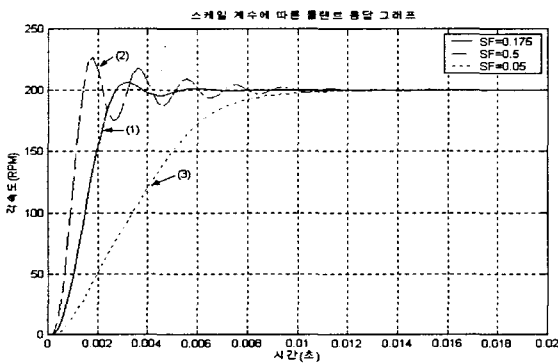


그림 5. 스케일 계수에 따른 플랜트 응답.(200rpm)

Fig. 5. The plant response for a change of scale factor.(200rpm)

그림 5와 표 2는 각각 스케일링 계수에 따른 플랜트 응답과 성능 비교표를 나타내었다. 스케일 계수가 0.175

일 때 작은 최대오버슈트와 빠른 정정시간을 가지게 되고 0.5일 때는 지연시간과 상승시간은 빠르지만 높은 최대오버슈트와 느린 정정시간을 가지게 된다. 그리고 0.05일 때는 매우 느린 지연시간과 상승시간, 정정시간을 갖지만 오버슈트가 발생하지 않는다. 스케일 계수가 너무 크다면 큰 최대 오버슈트를 가지면서 진동하게 된다. 너무 작다면 긴 지연시간과 상승시간으로 인해 주어진 시간내에 수렴하지 못한다.

표 2. 스케일 계수에 따른 성능.

Table 2. The comparison of performance for a change of scale factor.

특성 SF	지연시간	상승시간	정정시간	최대 오버슈트
0.05	3.387 ms	5.322 ms	7.560 ms	없음
0.175	1.476 ms	1.641 ms	2.491 ms	3.06 %
0.5	0.905 ms	0.787 ms	4.802 ms	13.3 %

### III. 스케일 계수를 자동 조정 퍼지제어기

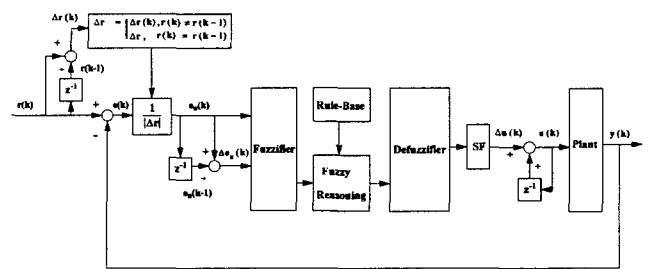


그림 6 스케일 계수를 자동조정하는 퍼지제어기 구조.

Fig. 6. The structure of fuzzy controller with the automatic adjustment of scaling factors.

그림 6에서 제안한 제어기는 오차  $e(k)$ 와 오차 변화량  $\Delta e(k)$ 의 정규화(Normalizer) 두 가지 경우로 나누어 생각할 수 있다. 첫 번째 설정치가 바뀌지 않고 과거의 설정치  $r(k-1)$ 가 현재의 설정치  $r(k)$ 을 유지할 때 과거의  $\Delta r$ 를 그대로 유지한다. 두 번째는 설정치가 변화하여 과거의 설정치  $r(k-1)$ 와 현재의 설정치가 같지 않을 때는  $\Delta r$ 를  $r(k) - r(k-1)$ 으로 바꾸어준다. 식(7)과 같이 설정치의 변화량  $\Delta r$ 를 계산한다음 식(8)에 적용한다. 식(8)은 오차  $e(k)$ 를 설정치의 변화량으로 정규화 함으로서  $\Delta e(k)$ ,  $e_{sf}(k)$  그리고  $\Delta e_{sf}(k)$ 까지 정규화가 된다.

$$\Delta r = \begin{cases} r(k) - r(k-1), & r(k) \neq r(k-1) \\ \Delta r, & r(k) = r(k-1) \end{cases} \quad (7)$$

$$e(k) = \frac{r(k) - y(k)}{\Delta r} \quad (8)$$

$$e_{sf}(k) = |e(k)| \quad (9)$$

$$\Delta e_{sf}(k) = e_{sf}(k) - e_{sf}(k-1) \quad (10)$$

언어변수와 단어 집합은 표 3과 같으며,  $e_{sf}(k)$ 와  $\Delta e_{sf}(k)$ ,  $SF(k)$  소속함수는 각각 그림 6, 7과 같다. 그리고 제어규칙은 표 4와 같으며 퍼지추론과 비퍼지화 과정은 그림 4와 같다.

표 3. 단어집합과 언어변수.

Table 3. Word set and linguistic variable.

매우 작다.	작다	작지는 않다	중간보다는 작다	중간 이다.	중간보다는 크다	크지는 않다.	크다.	매우 크다.
VS	S	NS	SM	M	BM	NB	B	VB

표 4. 스케일 계수 퍼지 제어규칙.

Table 4. The fuzzy control rule of scale factor.

$E_{sf}$ / $\Delta E_{sf}$	VS	S	NS	SM	M	BM	NB	B	VB
VS	VS	S	NS	SM	M	BM	NB	B	VB
S	S	NS	SM	M	BM	NB	B	VB	VB
NS	NS	SM	M	BM	NB	B	VB	VB	VB
SM	SM	M	BM	NB	B	VB	VB	VB	VB
M	M	BM	NB	B	VB	VB	VB	VB	VB
BM	BM	NB	B	VB	VB	VB	VB	VB	VB
NB	NB	B	VB	VB	VB	VB	VB	VB	VB
B	B	VB	VB	VB	VB	VB	VB	VB	VB
VB	VB	VB	VB	VB	VB	VB	VB	VB	VB

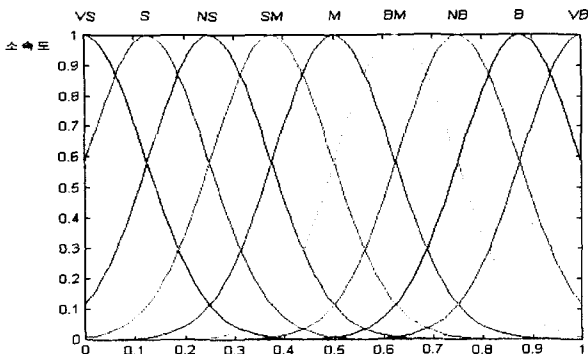


그림 7.  $e_{sf}(k)$ 와  $\Delta e_{sf}(k)$  소속함수.

Fig. 7. The membership function of  $e_{sf}(k)$  and  $\Delta e_{sf}(k)$ .

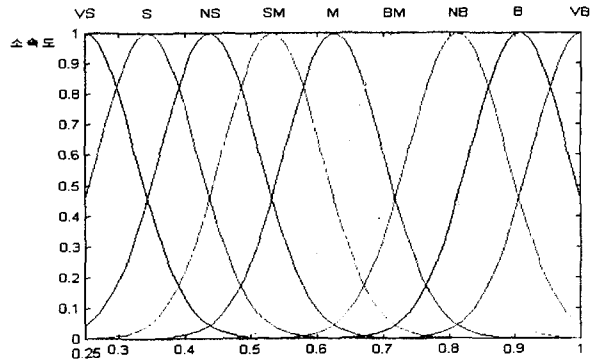


그림 8.  $SF(k)$  소속함수.

Fig. 8. The membership function of  $SF(k)$ .

$SF(k)$ 에 대한 소속함수의 대집합 범위는  $[0.25 \cdot M, M]$ 이다. 여기서  $M$ 은  $SF(k)$ 에 대한 대집합 최대값을 의미하며 설정치  $r(k)$ 가 바뀔 때마다  $M$ 의 값은 식(11)에 의해 결정된다.

$$M = \frac{r(k)}{R_I} M_I \quad (11)$$

여기서,  $R_I$ ,  $M_I$ 는 각각 초기 설정치와 그때의  $SF(k)$ 에 대한 대집합 최대값을 나타낸다.

#### IV. 모의실험과 고찰

모의실험에 사용한 2차 플랜트의 전달함수는 다음과 같다.

$$G(s) = \frac{1.2033 \times 10^8}{s^2 + 2.9627s + 6.5775 \times 10^6} \quad (12)$$

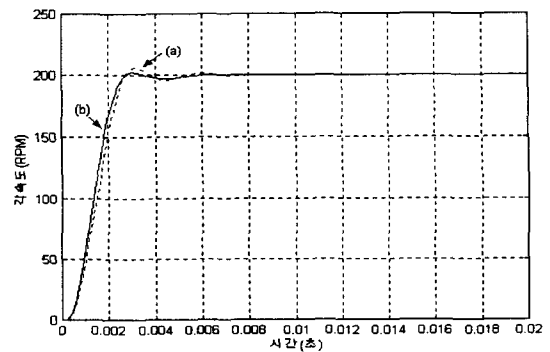


그림 9. 설정치 200rpm일 때, 2차 플랜트 응답.

- (a)  $SF=0.175$ 로 고정시킨 퍼지제어기.
- (b) 제안한 퍼지제어기.

Fig. 9. The response of second order plant when the reference is 200rpm.

- (a) The fuzzy controller at  $SF=0.175$ .
- (b) The proposed fuzzy controller.

표 5. 설정치 200rpm일 때, 응답비교.

Table 5. The comparison of response, when the reference is 200rpm.

특성 제어기	지연시간	상승시간	정정시간	최대 오버슈트
SF=0.175로 설정된 퍼지제어기	1.476ms	1.641ms	2.491ms	3.055 %
제안한 퍼지제어기	1.341ms	1.544ms	2.367ms	1.012 %

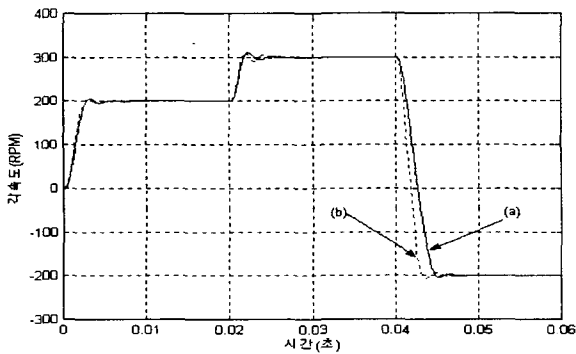


그림 10 설정치 가변속일 때, 2차 플랜트 응답.

- (a) SF=0.175로 고정시킨 퍼지제어기.
- (b) 제안한 퍼지제어기.

Fig. 10. The response of second order plant when the reference is variable speed.

- (a) The fuzzy controller at SF=0.175.
- (b) The proposed fuzzy controller.

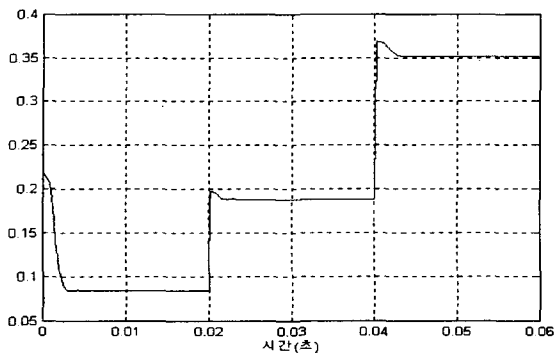


그림 11. 스케일 계수의 변화.

Fig. 11. The trace of scale factor.

$R_I = 300\text{rpm}$ ,  $M_I = 0.23$  그리고 설정치 200rpm으로 설정하여 모의 실험한 결과 그림 9에서 제안한 퍼지 제어기가 스케일 계수를 0.175로 고정한 퍼지 제어기보다 지연시간이 0.135ms, 상승시간이 0.097ms 더 빠른 것으로 나타났고 이로 인해 수렴시간 역시 0.124ms 더

빠른 것으로 나타났다. 그리고 최대오버슈트는 2.043%로 낮게 나왔다. 그리고 200rpm일 때의 결과를 표5에 나타내었다. 그림 10은 속도를 가변속 했을 때의 모의 실험결과로 속도가 높아졌을 때 차이가 확실히 나타난다. 그림 11은 스케일 계수의 변화를 나타낸 것으로 첫 번째 설정치에 도달하기 이전까지는 감소하다가 도달 이후에는 0.0872로 수렴한다. 그리고 속도의 변화량에 비례하여 최적의 값으로 자동조정 된다.

### V. 실험 및 결과고찰

제안한 제어기의 성능을 확인하기 위하여 유압 서보 시스템에 적용하여 그 성능을 확인한다.

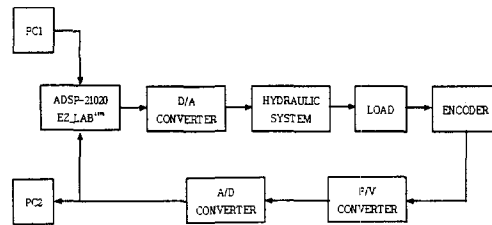


그림 12. 유압 서보 시스템 실험 구성도.

Fig. 12. The block diagram of overall experimental system.

그림 12는 DSP 프로세서로 유압 서보모터의 속도제어를 하기 위한 전체 실험장치의 구성도이다.

PC1은 ADSP-21020 계열 개발 소프트웨어를 사용하여 C 언어로 작성하고 제안한 알고리즘을 DSP 어셈블리 언어로 번역한 뒤 실행 파일을 생성시켜 ADSP-21020 EZ-LAB™ DSP 보드로 RS-232 통신 방식으로 다운로드(Down loading)하여 알고리즘을 수행한다.

유압 서보시스템은 유압모터와 직접구동 밸브(Direct drive valve), 관성부하로 이루어진다. 유압 서보시스템에서 제어기의 제어 입력 신호를 D/A 변환기를 사용하여 아날로그 전압으로 바꾼 다음 직접구동 밸브에 인가한다. 직접구동 밸브는 서보 증폭기를 내장하고 있는 일체형으로 직접구동 밸브의 구동신호(제어입력)는 ±10V로 ADSP-21020 EZ-LAB™ DSP 보드에 D/A 변환기를 연결하여 생성하며 직접구동 밸브의 A, B 포트는 유압모터의 포트에 연결되고 유압모터의 축은 커플링을 통해 관성부하를 연결하는 축에 결합된다. 밸브에 의해 제어된 유량은 유압모터로 공급되고 공급된 유량에 비례하여 회전력을 발생시킨다. 관성부하를 고정하는 축은 다시 커플링을 통하여 증분 광부호기로 연결된다. 증분 광부호기는 유압모터의 회전수를 감지하는 부분으로 F/V 변환기를 사용하여 유압모터의 회전수를 전압신호로 변환하고, 변환된 신호는 A/D 변환기를 통

과하여 ADSP-21020 EZ-LAB™ DSP 보드로 연결된다.

PC2는 A/D 변환 카드(Lab-PC-1200/AI)로 실험 결과를 기록한다.

부하는 프라이 휠(Fly wheel) 형태의 회전 관성부하 48.836 kg/cm<sup>2</sup>를 사용하였고 유압모터의 축에 스프링 커플러를 연결하여 사용하였다. 유압 서보시스템 실험장치는 서보밸브를 100% 열고 유압펌프의 압력을 최대한 222[rpm]으로 모터가 회전하지만, 실험은 설정치가 200[rpm]일 때 80[kg/cm<sup>2</sup>]의 유압을 유지하여 수행하였다. 그림 13은 스케일 계수를 고정하여 실험한 결과이고, 그림 14는 스케일 계수를 자동조절하는 퍼지제어기의 실험결과이다. 이상의 실험 결과를 표 6에 비교하여 나타내었다.

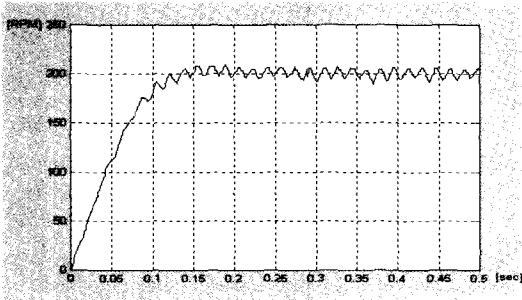


그림 13. 퍼지제어기의 응답.(설정치 200rpm).  
Fig. 13. The response of fuzzy controller.  
(reference : 200rpm).

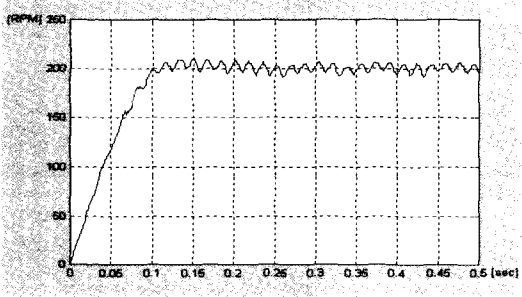


그림 14. 스케일링 계수를 자동조절하는 퍼지 제어기의 응답.(설정치 : 200rpm)  
Fig. 14. The fuzzy controller with the automatic adjustment of scale factors.  
(Reference : 200rpm)

스케일링 계수를 고정했을 때보다 지연시간이 2.9ms, 상승시간이 18.1ms 더 빠른 것으로 나타났고 이로 인해 수렴시간 역시 31ms 더 빠른 것으로 나타났다. 그리고 정상상태 오차는 퍼지제어기가 +4.8444~

-15.5556 rpm 이고, 제안한 제어기는 +9.8663~-4.6667rpm으로 진동을 한다.

표 6. 실험 결과 비교.

Table 6. Comparison response of experimental result.

특성 제어기	지연시간	상승시간	정정시간
퍼지제어기	41.5ms	92.1ms	112ms
제안한 퍼지제어기	38.6ms	74ms	81ms

### V. 결론

스케일 계수를 자동조절하는 퍼지 제어기가 스케일 계수를 고정하여 사용하는 퍼지제어기보다 지연시간, 상승시간, 정정시간, 최대오버슈트 모두 우수한 성능을 나타내는 것을 모의실험과 유압 서보시스템에 실험을 통하여 확인하였다. 앞으로의 연구과제는 잡음에 대한 견실성과 제어규칙의 자기구성에 관한 연구입니다.

접수일자 : 2002. 9. 23      수정완료 : 2002. 10. 17

### VI. REFERENCE

[1] E.H.Mamdani, "Twenty years of fuzzy control : Experiences gained and lessons learnt", proc. 2nd IEEE Int. Conf. fuzzy systems, San Francisco, CA, pp339-344, 1993

[2] 이상구, 秋月 影雄, "미지 시스템에 대한 퍼지 제어기의 자동 동조", 퍼지 및 지능시스템학회 논문지", Vol. 7, No. 3, 1997. 8.

[3] M. Braae and D.A.Rutherford, "Selection of parameters for a fuzzy logic controller", Fuzzy sets and systems, Vol.2, pp.185-199, 1979

[4] 이상열, 위상평면을 이용한 퍼지제어기 설계 및 유압 서보 시스템에의 적용, 한국과학기술원, 박사학위논문, 1999.

[5] Kevin M.Passino, Stephen Yurkovich, "Fuzzy Control", Addison-Wesley, Inc. pp.21-85, 1998

[6] Ronald R.Yager, Dimitar P.Filev, "Essentials of Fuzzy Modeling and Control", John Wiley & Sons, Inc., pp.109-238, 1994

[7] Hamid R. Berenji, "Fuzzy Logic Controller", Edited by Ronald R. Yager, Lotfi A. Zadh, "An introduction to fuzzy logic applications in intelligent systems", Kluwer academic publishers Inc., pp69-96, 1997

[8] H. J. Zimmermann, "Methods and applications of

fuzzy mathematical programming", Edited by Ronald R. Yager, Lotfi A. Zadh, "An introduction to fuzzy logic applications in intelligent systems", Kluwer academic publishers Inc., pp97-120, 1997

[9] E. H. Mamdani and S. Assilian, "An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller", Edited by Didier Dubois, Henri Prade, and Ronald R. Yager, "Fuzzy set for intelligent systems", Morgan Kaufmann publishers Inc., pp283-289, 1993

[10] W. J. M. Kickert and E. H. Mamdani, "Analysis of a Fuzzy Logic Controller", Edited by Didier Dubois, Henri Prade, and Ronald R. Yager, "Fuzzy set for intelligent systems", Morgan Kaufmann publishers Inc., pp290-297, 1993

[11] G. G. Rigatos and S. T. Tzafestas, "Parallelization of a Fuzzy Control Algorithm Using Quantum Computation", IEEE Trans. on Fuzzy Systwms, Vol. 10, No. 4. pp451-460, 2002.



이 상 윤 (Sang-Yun Lee)

準會員

1986년 금오공과대학교 전자공학과 졸업

1991년 금오공과대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

1998년 경남대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

1995년 3월-2001년 8월 경남대학교 시간강사

2000년-2001년 4월 (주) 피엘콤 부소장

2001년 6월-2001년 8월 (주) 한국부식연구소 부소장

2001년 9월-현재 경남대학교 기계자동화공학부 연구전임강사

2002년 5월-현재 (주)소라 인터내셔널 코리아 감사

연구분야 : 지능제어, 프로세서응용



신 위 재 (Wee-jae Shin)

正會員

1975년 동아대학교 전자공학과

1979년 동대학원 전자공학과(공학석사)

1989년 동대학원 전자공학과(공학박사)

1996년-1997년 대한전자공학회

부산경남 지부장

1998년-1999년 대한전자공학회 학술위원

1998년 일본 Kyushu 대학 객원교수

2000년-현재 한국신호처리·시스템학회 부회장

1983년-현재 경남대학교 전기전자공학부 교수

관심분야 : 시스템지능제어 및 자동화, 신호처리

---