

퍼지 제어를 이용한 다 개체 지능 제어 시스템의 동기화 제어

Synchronousness of Multi-Object Intelligent C System Using Fuzzy Controller

문 희 근, 김 영 탁, 공 석 민, 김 관 형, 이 상 배
한국해양대학교, 전자통신공학과, 퍼지-뉴로제어연구실
Fuzzy-Neuro control Lab
Dep. of Electroic. & Comm. Eng, Korea Maritime Univ

Abstract

The subject of this paper is to efficient PWM duty control for two DC motor synchronousness in the system. Fuzzy controller have been successfully applied to many uncertain and complex industrial plant. So, It adapted fuzzy controller using compositional fuzzy rule so that change PWM duty for speed control if the length of destination is different. And for unknow plant, it is the study to make the unknow transfer function system with fuzzy control method. This controller has been successfully applied to PWM duty control for the system synchronousness..

I. 서론

다개체 시스템을 구현하는 것은 많은 수의 개체들로 이루어진 지능 시스템의 구현원리를 정하고 그 시스템 내에서 개체들이 독자적인 행동을 하면서 동시에 서로 협력할 수 있도록 하는 동작 메커니즘을 제공해준다. 이러한 시스템의 장점은 하나의 중앙 집중식 시스템으로 해결할 수 없는 아주 복잡한 일을 수행할 수 있으며, 여러 일을 할 수 있는 우수한 한 시스

템을 만드는 것보다 능력은 다소 떨어지지만 여러 종류의 만들기 쉽고 싼 시스템을 제작하는 것이 유리하다. 이러한 시스템의 역추적이 중 본 논문은 DC 서보 모터제어의 동기화에 관한 방법을 제공한다. DC 모터는 모터의 구동 토크가 전기자(armature)에 흐르는 전류에 비례한다. 따라서 모터의 회전속도가 간접적으로 전기자 전류와 관련이 있을 뿐 회전량은 정확히 정량적으로 주어지지 않게 된다.

따라서, DC 모터의 경우는 회전량을 직접 측정하여 원하는 회전량과 비교하여 적게 회전하였으면 모터를 더 회전시키고, 원하는 회전량보다 더 많이 회전하였으면 반대로 회전시키는 방법이 필요하다.

또한, DC 모터의 속도는 계자(field)의 자속이 일정할 때 전기자(armature) 권선에 인가되는 직류전압의 크기에 비례하는 회전속도로 운전되는 특성을 가지고 있다. 이와 같은 전력회로에서 전기자 전압의 크기를 가변 하는데는 PWM 제어방법이 가장 효율적인 것으로 평가되고 있다. 또한, 엔코더 등을 회전축에 부착하여 속도와 위치를 알아내어 속도나 위치의 알고리즘과 실제 값의 차이를 없애면서 모터를 움직이도록 제어하는 펄스 제어 방법을 이용하여 다 개체의 동기화를 이루는 방법을 제시한다.

제어방식으로는 IF-THEN 규칙으로 제어하는 비선형 제어기로서 여러 가지 상황을 고려한 두 개체간의 동기화를 이루는 면에서 우수한 성능을 보여주려 한다.

본 논문에선 모터의 동기화를 이루기 위한 PWM 듀티비 값의 추론을 통한 속도를 추종하는데 주력하고 있다.

I 장의 서론에 이어 II 장의 본문에선 모터의 PWM 제어 방법과 두 개체간의 동기화에 대해 고찰하고, 퍼지 제어 방식을 통한 동기화 방법을 나타내었고, 마지막 III 장에선 결론으로 구성하였다.

II. 본론

1. DC 모터의 PWM 제어 방법과 두 개체간의 동기화 방법

모터에 인가하는 전압을 ON/OFF 시켜서 모터에 인가되는 평균전압을 변화시킨다.

그림1의 (a)와 (b)를 비교하여 설명하면, ON 시간이 길수록 모터에 가해지는 평균전압은

높아지게 된다. 같은 주기 T 동안에 펄스 폭을 조절하면 모터에 가해지는 평균전압은 그림 1의 (b)처럼 변하게 된다. DC모터의 속도는 인가되는 전압에 비례하므로 PWM 방법으로 펄스 폭을 조절하여 속도 조절이 가능하게 된다. 일반적으로 전원 전압이 X입력[V]일 때 모터에 가해지는 평균전압은 다음과 같다.

$$Y(\text{평균전압}) = X(\text{입력}) \times \frac{T_{on}}{T} [V]$$

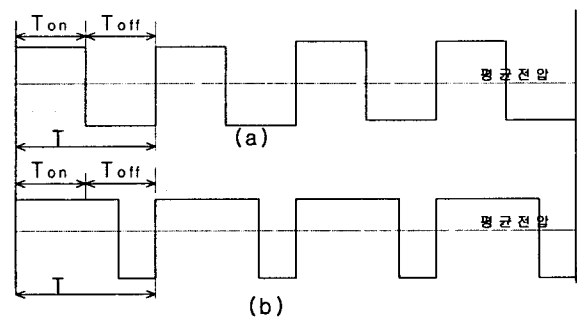


그림 1. 펄스 제어 방법

또한, 모터의 위치는 모터의 회전축에 연결된 엔코더로 입력을 받게된다. 즉 1회전당 엔코더의 펄스 발생 횟수를 알 수 있으므로 총 발생한 펄스 횟수를 카운팅하여 이동거리를 측정할 수 있으며 이동하고자 하는 거리까지의 펄스수와 같으면 모터는 정지하게 된다.

두 개체간의 동기화 방법은 두 개체의 엔코더 펄스수를 측정하다가 목표지점에 어느 한 개체가 도착하면 아직 목표지점에 도착하지 않은 개체에 연결된 엔코더의 펄스수를 저장해 놓았다가 목표지점에 도착했을 때 카운터한 펄스수와와의 차를 이용하여 PWM 듀티비를 조절하여 두 개체 모터의 동기화를 이루게 하는 방법을 사용한다. 그림2에서 위의 상황을 도식적으로 설명하고 (C)와 (D)사이의 점선이 두 엔코더중 동기화 되지 않은 한 개체의 엔코더값의 차를 나타낸다.

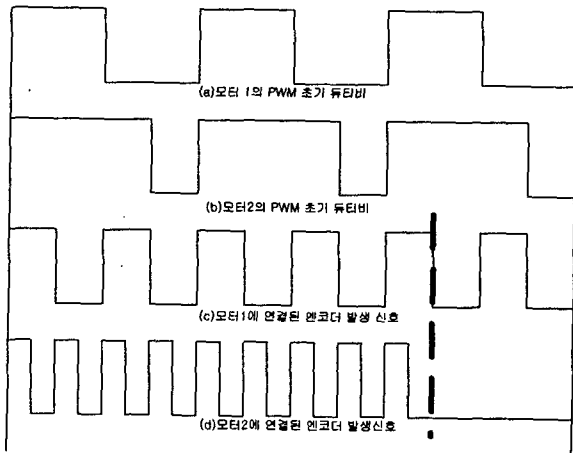


그림2. 각 개체의 PWM 듀티비 신호와 엔코더 펄스 발생 모습

2. 두 개체간의 동기화를 위한 퍼지 제어 방법

퍼지 제어는 제어대상의 동작에 대한 최소한의 지식만으로도 설계가 가능하고, 직관적이며 실행이 쉬운 장점이 있는 퍼지 논리 제어를 이용하였다.

퍼지 제어기는 어떤 현상의 불확실한 상태를 수량적 정보로 다루는 수학적 기법의 일종으로, 인간의 사고나 정의의 모호함을 정량적으로 해석하기 위하여 제안된 이론으로서 membership 함수가 도입되었다.

when: motor2 stop,

$$e = \text{count of encode1}(k+1) - \text{count of encode1}(k)$$

$$d1(k) = d1(k-1) + \Delta d1$$

$$d2(k) = d2(k-1) - \Delta d2$$

or motor1 stop

$$e = \text{count of encode2}(k+1) - \text{count of encode2}(k)$$

$$d1(k) = d1(k-1) - \Delta d1$$

$$d2(k) = d2(k-1) + \Delta d2$$

count of encode 1, 2 : 엔코더 1, 2의 발생 펄스의 카운터 수

d : cpu에서 발생하는 PWM 듀티비

Δd : 동기화를 위해 조절하는 PWM 듀티비의 변화값

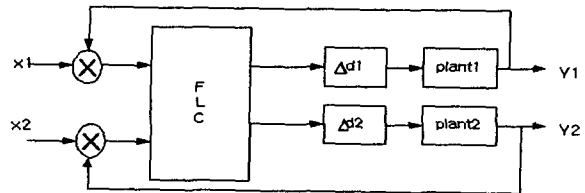


그림3. 퍼지 제어 블록 선도

Universe	Zero	ZS	Small	SM	Medium	MB	Big
1	1	0.5	0	0	0	0	0
2	0.5	1	0.5	0	0	0	0
3	0	0.5	1	0.5	0	0	0
4	0	0	0.5	1	0.5	0	0
5	0	0	0	0.5	1	0.5	0
6	0	0	0	0	0.5	1	0.5
7	0	0	0	0	0	0.5	1

ZS : between zero and small,

SM : between small and medium,

MB : between medium and big

그림4. Membership function

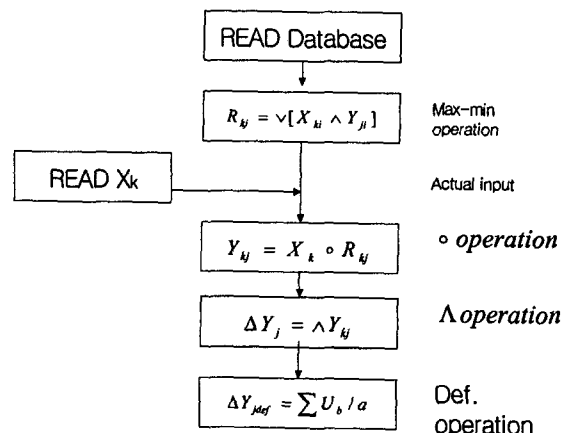


그림 5. 퍼지 추론 방법

소속 함수는 언어적인 변수로 설정했고, 퍼지 추론 및 비퍼지화는 COG(무게 중심법; Center Of Gravity Method)을 채택했다.

3. 마이크로 컨트롤러

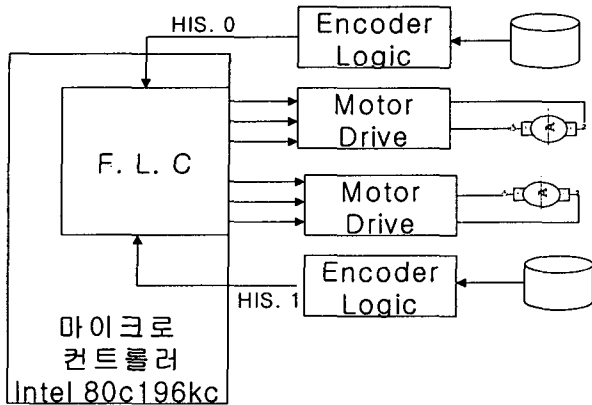


그림6. 모터 시스템 전체 구성도

그림6은 전체 구성도로, 마이크로 컨트롤러는 인텔사의 80C196KC를 이용하여 PWM의 출력이 내장된 3개의 PWM 출력중 1, 2(port1.3, 1.4)를 이용하여 모터 드라이브단의 입력에 연결하고 모터의 방향은 출력포트에서 신호를 모터 드라이브단의 방향 입력단에 인가한다.

또한, 80C196KC의 HSI(High-Speed Input) 모듈을 이용하여 모터1의 엔코더 신호는 HSI.0에 모터2의 엔코더 신호는 HSI.1에 각각 인가하여 마이크로 프로세서는 HSI.0과 HSI.1을 계속 감시하다가 미리 정해진 사건(event)가 발생하면 현재의 타이머값과 사건이 발생한 입력핀을 7 × 20 비트로 구성되는 FIFO(First In First Out Memory)에 저장한다.

4. 실험 결과 및 고찰

처음에 두 개체의 목표지점의 거리를 주변 임의의 PWM 듀티비에 의해 모터가 동작하다가 한 모터가 목표지점에서 먼저 중지되면 나머지는 그때의 엔코더 카운터와 목표지점까지의 엔코더 카운터를 비교하여 본 논문에서 제시된 퍼지제어기에 의하여 다음 이동시 PWM 듀티비가 조절되어 동기화를 이루는 것을 관측할 수 있다.

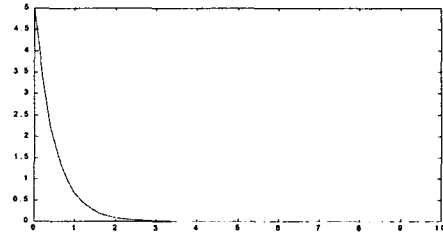


그림 7. 실험 결과

III. 결론

본 논문에서는 두 개체의 액추에이터인 DC Motor의 속도를 동기화를 위해 퍼지논리를 이용하는 방법을 제안하였다. 퍼지 제어기는 전달함수를 알지 못하는 미지의 플랜트를 정확한 수학적 모델링 없이도 제어되는 것을 알 수 있었다.

앞으로 연구는 DC Motor에 부하를 달았을 때 동기화를 위한 속도 조절에 관한 연구와 두 개 이상의 여러 개체들간의 동기화를 위한 정밀 제어에 관한 연구가 필요하다.

IV. 참고문헌

- [1] Mo-yuen Chow, Robert N. Sharpe, and James C. Hung, Fellow, IEEE, "On the Application and Design of Artificial Neural Networks for Motor Fault Detection", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol, 40, NO, 2, APRIL 1993 pp181-196
- [2] Yan-qing ZhYang and Abraham Kandel, "Compensatory Neurofuzzy Systems with Fast Learning Algorithm", IEEE, Trans. on Neural Networks, Vol. 9, No. 1, Pp. 83-105, 1998
- [3] Navin Govind, Senior Systems Engineer "Fuzzy Logic Control with the Intel 8XC196 embedded Microcontroller" Intel Corporation, 1996.