

화상의 퍼지 알고리즘 처리를 통한 공과 막대 시스템 제어

The Control of A Ball Beam Using Fuzzy Control in Vision

박 승 훈*, 주 한 조**, 임 화 영**

(Seung Hun Park and Han Jo Joo, Wha Yoeng Yim)

* 광운대학교 제어계측 공학과(전화:(02)940-5152, 팩스:(02)914-6039, E-mail : duwie@kw.ac.kr)

** 광운대학교 제어계측 공학과(전화:(02)940-5152, 팩스:(02)914-6039, E-mail : hanjo2100@kw.ac.kr)

** 광운대학교 제어계측 공학과(전화:(02)940-5152, 팩스:(02)914-6039, E-mail : yimhy@kw.ac.kr)

Abstract : Fuzzy Controller is a system that displays a person's thoughts using membership function and IF-THEN rules. With the help of specialists' knowledge, rule bases can be explained in easy language. Furthermore Fuzzy Controller has strong resistance against turbulence. Its performance is especially prominent when targets cannot be measured in mathematic methods because the fuzzy controller can measure the output using only the relations between the input and output.

With the increasing influence of multimedia on our daily lives, vision plays bigger role both in industries and personal lives. Like wise vision is being used in many areas such as detecting and identifying objects.

It is difficult to detect and control targets because there is a delay in the calculating when using vision in detecting and controlling objects in large quantity.

In this paper we showed how to use fuzzy controller in minimizing the calculation process, controlling target objects and moving view window instead of applying input variation through vision. Ball beam, which has strong nonlinear, was used as the target object and DSP320C6711 IDK by TI(Texas Instruments) company was for the benefit of speedy calculation and vision data operation.

Keywords : Fuzzy, DSP, Vision

1. 서론

퍼지 제어는 인간의 언어적 사고와 관련된 애매성 (fuziness)을 소속함수와 IF-THEN규칙을 기반으로 나타내는 시스템이다. 퍼지 제어는 전문가의 지식을 바탕으로 제어규칙을 언어적으로 쉽게 표현할 수 있으며, 외란에 대해 매우 강한 특성을 가질 수 있고, 제어 대상을 수학적으로 정확히 근사화 할 수 없는 경우에도 제어 대상의 입출력 관계만으로 퍼지 제어를 구함으로써 탁월한 성능을 발휘한다.

산업이 발전함에 따라서 대중매체나 멀티미디어의 확산으로 화상 영상은 산업이나 생활에서 많은 비중을 차지하고 있다. 제어에서도 물체의 위치 추적이나 물체 인식의 많은 부문에 사용되고 있다.

화상으로 대상 물체를 위치를 검색, 제어할 경우 많은 화상 데이터를 처리함에 있어 연산속도의 지연으로 인하여 대상 물체의 위치를 검색, 제어하는데 많은 어려움이 있다.

본 논문에서는 화상을 통하여 제어변수를 입력 받는 대신 화상 데이터의 많은 연산의 수를 동적 뷰윈도

우를 생성하여 연산을 최소화하고 뷰윈도우의 이동과 대상물체의 제어에 퍼지를 사용하였다. 대상물체는 비선형성이 강한 볼빔 시스템을 사용하였으며 빠른 연산과 화상데이터의 처리를 위하여 TI(Texas Instruments)사의 DSP320C6711 IDK를 사용하였다.

II. 퍼지 시스템

1. 퍼지 시스템

퍼지 시스템은 그림 1과 같은 구조로 퍼지 규칙(IF-THEN Rule)을 기반으로 하는 퍼지 추론과 소속함수로 구성된 퍼지화와 비퍼지화의 구조를 가지고 있다.

소속함수의 종류와 수, IF-THEN 규칙의 수, 퍼지화(Fuzzifier)와 비 퍼지화(defuzzifier)의 종류, 추론엔진을 고려해야 하고, 특히 퍼지 소속함수의 결정은 시스템의 전반적인 특성을 결정하게 되고 시스템 성능 개선에 지대한 영향을 주는 중요한 요소이다.

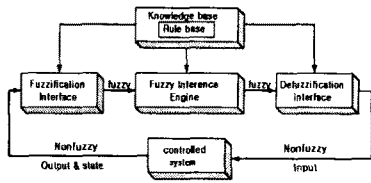


그림 1. 퍼지 시스템.
Fig. 1. Fuzzy system.

2. 소속함수

퍼지 집합은 0에서 1로 소속정도를 나타내며 이때 소속함수는 시스템의 특성을 결정하는데 중요한 역할을 한다. 임의의 퍼지 집합 A에 대하여

$$A = \{((x, \mu_A(x)) | x \in U)\} \quad (1)$$

식 (1)에서 $\mu_A(x)$ 는 퍼지집합에 대한 소속함수이고 삼각함수, 사다리꼴함수, 가우스함수, 종형함수등 여러형태가 있다. 여기서 적용 퍼지 추론 시스템의 목적이 바로 이 소속함수의 파라미터들을 최종 출력측이 원하는 값을 출력하도록 최적화 하는 것이다.

3. 화상에서의 동적 뷰윈도우

동적 뷰윈도우란 그림 2와 같이 전체 화상을 검색한 후 원하는 물체의 주위의 일정범위만으로 검색 범위를 축소 시켜서 연산속도를 빠르게 하려는 방법이다.

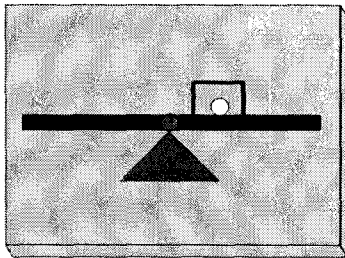


그림 2. 동적 뷰 윈도
Fig. 2. View Window

III. 연구 내용

1. 퍼지 제어기 설계

본 논문에서는 퍼지제어기를 두가지 측면으로 사용하였다. 첫 번째는 화상에서의 뷰윈도우 추적에 사용하였으며, 두 번째는 볼빔 시스템의 제어에서 사용하였다.

2. 화상에서의 퍼지 제어기 사용

동적 뷰윈도우의 이동은 볼의 비선형적인 특성을 만족하기 위하여 종형 멤버십 함수를 사용하였다.

퍼지 제어 시스템의 구성에서 가장 첫 단계는 입력

변수와 출력 변수를 정하고 규칙 기반과 소속함수를 결정 하는 것이다. 화상에서의 동적 뷰윈도우 제어에서 입력 변수는 볼의 중심점의 위치에 대한 x축의 속도 및 가속도, y축의 속도 및 가속도를 x_1, x_2, y_1, y_2 로 설정한다.

출력 변수는 화상에서의 뷰윈도우의 이동값으로 설정하였다. 입력 변수들은 샘플링 시간마다 퍼지 규칙에 대한 출력을 결정하여 이동값을 설정한다.

각각의 규칙 기반은 표 1과 같다.

룰	x_1	x_2	y_1^i	룰	y_1	y_2	y_2^i
1	P	P	PP	1	P	P	PP
2	P	N	PN	2	P	N	PN
3	N	P	NP	3	N	P	NP
4	N	N	NN	4	N	N	NN

표 1. 규칙기반

Table 1. Rule base

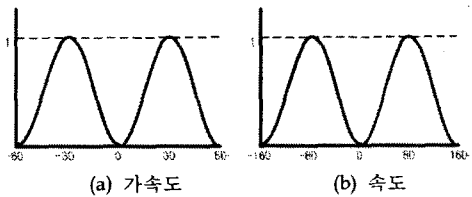
2차계의 입력 공간에서 정의되는 입력의 소속함수에 대한 $M(M = N_1 \times N_2)$ 개에 해당하는 퍼지 규칙은 식 2와 같다.

$$Ru^{i_1}: IF x_1 \text{ is } A_1^{i_1} \text{ and } A_2^{i_2} \text{ THEN } y \text{ is } \bar{y}^{i_1} \quad (2)$$

$$(2.2) \text{에서, } i_1 = 1, 2, \dots, N_1,$$

$$i_2 = 1, 2, \dots, N_2,$$

소속함수는 x축 속도와 가속도, y축 속도와 가속도로 구성하였다. 그림 3에서 멤버십 함수의 (a)는 가속도를 (b)는 속도에 관한 멤버십 함수를 정의하였다.



(a) 가속도 (b) 속도

그림 3. 멤버십 함수

Fig. 3. Membership Function

2. 볼빔 시스템에서의 퍼지 제어기 사용

일반적인 볼빔 시스템의 모델은 그림 4와 같다.

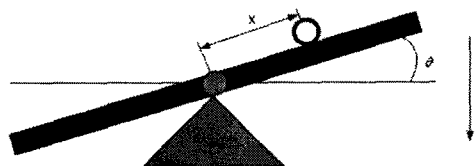


그림 4. 볼빔 시스템

Fig. 4. Membership Function

그림 4와 같은 불림 시스템의 퍼지 제어 입력 변수는 불의 거리와 속도, 빔의 각도와 각속도를 x_{21} , x_{22} , y_{21} , y_{22} 로 설정한다. 그에 대한 규칙기반은 표 2와 같다.

룰	x_{21}	x_{22}	y_{21}^i	룰	y_{21}	y_{22}	y_{22}^i
1	P	P	PP	1	P	P	PP
2	P	N	PN	2	P	N	PN
3	N	P	NP	3	N	P	NP
4	N	N	NN	4	N	N	NN

표 2. 규칙기반

Table 2. Rule base

소속함수 역시 불의 비선형적 특성을 만족시키기 위하여 종형 멤버십 함수를 사용하였으며 그림 5에 그 소속 함수를 나타내었다.

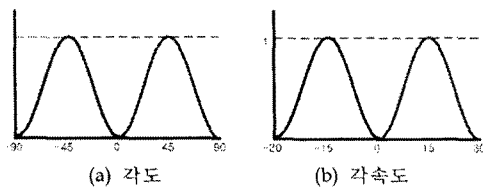


그림 5. 멤버십 함수

Fig. 5. Membership Function

소속함수 역시 불의 비선형적 특성을 만족시키기 위하여 종형 멤버십 함수를 사용하였으며 그림 5에 그 소속 함수를 나타내었다.

3. 시뮬레이션 및 실험

연산시간 계산 결과

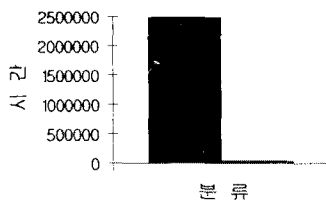


그림 6. 연산시간 계산 결과

Fig. 6. Operation Output

연산 속도를 줄인 후 불림 제어 실험을 한 결과는 그림 7에 나타내었다.

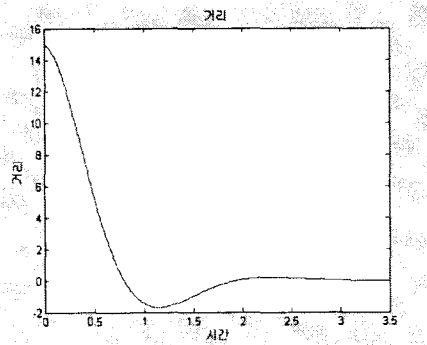


그림 7. 초기치 15cm 일때의 거리

Fig. 7. [Initial distance 15cm] Distance

IV. 결론

본 논문은 실시간으로 처리해야 하는 화상 데이터의 처리에 있어서 동적 뷰 윈도우의 사용으로 상대적으로 적은 연산을 바탕으로 빠른 연산 속도를 요하는 제어에 사용될 수 있으며 뷰윈도우의 이동을 비선형성이 강한 퍼지를 이용하여 제어할 수 있음을 확인하였다.

참고문헌

- [1] Li-Xin Wang, "A Course In Fuzzy Systems & Control" Prentice Hall PTR Prentice_Hall Inc. 1997
- [2] Li-Xing Wang, "Adaptive Fuzzy Systems And Control : Design And Stability Analysis", Prentice-Hall PTR Prentice-Hall, Inc., 1994.
- [3] Li-Xing Wang, "Stable and Optimal Fuzzy Control of Linear Systems", IEEE Trans. on Fuzzy Systems, Vol. 6, No. 1, Feb.,1998.
- [4] Benjamin C. Kuo, "Automatic Control System", 6th Edition. Prentice-Hall, Inc., 1991.
- [5] J.J.E. Slotine, Weiping Li, "Applied Nonlinear Control", Prentice-Hall, Inc., 1991.
- [6] G. Feng, S. G. Cao, N. W. Rees, "Analysis and Design of Fuzzy Control Systems using Dynamic Fuzzy Global Models", Fuzzy Sets and Systems, No.75, pp.47-62. 1995.
- [7] Kevin M. Passino, Stephen Yurkovich, "Fuzzy Control", Addison Wesley Longman, Inc., 1998.
- [8] E. H. Mandani, S. Assilian, "An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller", International Journal of Man-Machine Studies, 7(1):1-13, 1975.
- [9] M. Sugeno, G. T. Kang "Structure Identification of Fuzzy Model", Fuzzy Sets and Systems, 28, pp.15-33. 1988