

무인 자동차의 승차감 향상을 위한 퍼지 제어 알고리즘

배종일\*, 조봉관\*, 김영식\*\*, 안두성\*\*, 양순웅\*\*\*  
 부경대학교 전기공학과\*, 부경대학교 기계공학부\*\*, 울산대학교 자동차공학과\*\*\*

Fuzzy Control Algorithm for the Improvement of Auto-Vehicle's Comfortability

J. I. Bae\*, B. K. Jo\*, Y. S. Kim\*\*, D. S. Ahn\*\*, S. Y. Yang\*\*\*  
 Pukyong National University, Department of Electrical Engineering\*,  
 Pukyong National University, School of Mechanical Engineering\*\*,  
 Ulsan University, Department of Automotive Engineering\*\*\*

**Abstract** - Based on fuzzy control algorithm this paper constructed fuzzy controller for automated vehicles. For passenger's convenience especially comfortability controller need to reduce the frequency of input variable's changing. So we established membership functions for comfortability as well as speed following. It made possible to control comfortability directly.

To demonstration the efficiency of fuzzy controller, we carried out simulation with a automobile's transfer function.

Also we compared the difference of input variable. By comparing two controller's response, we can confirm the merit of fuzzy controller about comfortability. Fuzzy controller can reduce input changing frequency.

- (4) 차량속도와 기준속도와의 차이가 조금 있더라도 빈번한 입력의 변화로 승차감을 해치는 것을 방지하기 위해 현재의 제어입력을 그대로 유지한다.
- (5) 타행 운전 시작 후 제어입력을 일정 유지하다가 기준속도와 차량속도와의 차이가 많이 날 때에는 조금의 가·감속을 행한다.

2.2 멤버십 함수 정의

운전자들의 운전규칙을 바탕으로 속도 추적도, 승차감에 대한 멤버십 함수를 아래에 정의한다. 퍼지 추론방식도 예측 퍼지제어를 사용하지 않고 일반적인 무게 중심법에 의한 추론을 행하였다.

1. 서 론

본 연구에서는 자동차의 무인화에 적용하기 위해서 숙련된 운전자를 대신할 제어 알고리즘을 개발하는데 목적이 있으며, 산업현장에서 널리 쓰이고 있는 PID 제어방식은 속도 추종만을 직접적으로 제어하고 그 외의 제어성능에 대해서는 속도 패턴을 설정하면서 간접적으로 제어하고 있다. 이에 본 연구에서는 숙련운전자를 대신하여 운전을 행하는 퍼지 제어 알고리즘을 이용하여 속도 추종과 동시에 승차감을 직접 제어할 수 있는 알고리즘에 대하여 설계하였다.

2. 본 론

퍼지제어기를 실제 공정에 사용하고자 할 때의 문제는 제어기를 어떻게 설계하느냐 하는 것이며, 숙련된 운전자의 경험과 제어 기술자의 지식을 정성적으로 표현하고 이들을 논리적인 형태의 퍼지 제어규칙으로 표현하면 제어기가 설계될 수 있으며, 본 연구에서는 자동차를 운전하는 일반 운전자들의 운전규칙을 바탕으로 자동 운전제어를 위한 언어적인 제어규칙을 결정하였다.

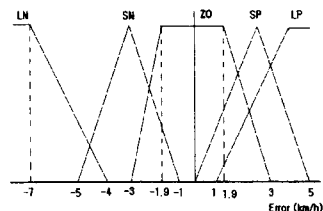
2.1 운전자들의 운전규칙

- (1) 운전을 시작할 때 최대 가속을 한다.
- (2) 차량의 속도가 기준속도에 가까워질 때 최대 가속을 유지한다.
- (3) 기준속도와의 차이가 일정 범위 안에 도달하였을 때 가·감속을 하지 않고 타행운전을 한다.

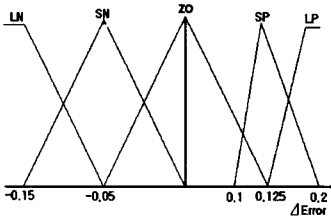
1) 속도 추적도

- Error :  $V_{ref} - V_{cur}$
- $\Delta Error$  :  $E1 - E2$
- C : Comfortability
- $V_{ref}$  : 기준속도
- $V_{cur}$  : 현재 속도
- E1 : 현재 오차
- E2 : 이전 오차
- LN : Large Negative
- MN : Medium Negative
- SN : Small Negative
- ZO : Zero
- SP : Small Positive
- LP : Large Positive
- any : not constricted

(a) Membership function of Error

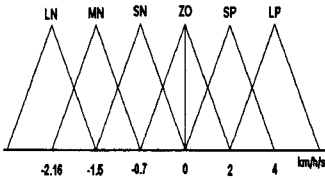


(b) Membership function of  $\Delta$  Error



2) 승차감 : 노치변화 후 경과 시간이 오래됐을 경우 good, 짧을 경우 bad로 정의한다.

3) 가속도(Notch)



2.3 퍼지 추론 방식

제어규칙에 따라 실제의 면적 중심법(Center of gravity method)에 의해 출력 명령을 결정하는 비퍼지화 과정은 아래와 같다.

- (1) 현재의 E, ΔE, Comfortability가 적용되는 제어규칙을 선택한다.
- (2) 선택된 제어규칙에서 E, ΔE 및 승차감 소속 함수의 만족도를 각각 계산한다.
- (3) 계산된 만족도 중에 최소치(Minimum value)를 택하여 이를 퍼지 관계에 의해 제어명령 소속 함수로 그 값을 투영하여 빗금 친 부분과 같은 면적을 구한다.
- (4) 각각의 제어규칙에 의해 구한 면적을 합성하여 이 면적의 무게 중심을 제어명령(u)으로 결정한다.

Table 1 Simulation condition

	거리(m)	기준속도(km/h)
Condition 1	0~500	65
	500~800	40
	800~	0
Condition 2	0~400	65
	400~800	40
	800~	0
Condition 3	0~300	40
	300~800	65
	800~	0
Condition 4	0~500	40
	500~800	65
	800~	0
Condition 5	0~800	65
	800~	0
Condition 6	0~800	80
	800~	0

3. 결 론

본 연구에서는 자동차의 자동 운전시스템에서 가장 먼저 요구되는 속도제어를 수행함에 있어서 단순히 속도 추적만을 고려하였을 때 발생하는 승차감에 대한 문제를 전문가 시스템에서 많이 사용되고 있는 퍼지 제어 알고리즘을 사용하여 해결할 수 있는 방안을 제시하였다.

속도의 오차와 오차의 변화량을 고려하여 기준 입력속도를 추종하는 속도제어 뿐만 아니라 승차감을 직접적으로 제어하기 위해 승차감에 대한 만족도를 정의하였다. 오차, 오차 변화량, 승차감으로 구성된 입력들의 조건을 고려하여 그 조건에 상응하는 출력을 만들어냄으로써 만족할 만한 속도제어를 유지하는 동시에 제어입력의 변화 회수를 줄임으로써 승객의 승차감을 개선할 수 있는 제어 알고리즘을 제안하였고, 결과를 비교, 검토함으로써 퍼지 제어기의 승차감 제어에 대한 우수성을 검증하였다.

정상상태 오차 등에서 나타났던 문제점은 퍼지제어의 멤버쉽 함수에 대한 조정과 실제의 필드(field) 실험함으로써 개선될 수 있을 것으로 사료된다.

(참 고 문 헌)

- [1] S.Yasunbu, and T. Hasegawa, "Evaluation of an automatic container crane operation system based on predictive fuzzy control," Control Theory Adv. Technol., Vol. 2, No. 3, pp. 419-432, 1986.
- [2] R.A.Hogle, "A fuzzy algorithm for path selection in autonomous vehicle navigation," presented at the 23rd IEEE Conference on Decision and Control, Las Vegas, 1984.
- [3] M. Sugeno and M. Nishida, "Fuzzy control of a model car," FSS, Vol. 16, pp. 103-113, 1985.
- [4] M. Sugeno and M. Murakami, "An experimental study on fuzzy parking control using a model car," in Industrial Applications of Fuzzy Logic Control, M. Sugeno, Ed., Amsterdam : North-Holland, 1985.
- [5] L. I. Larkin, "A fuzzy logic controller for aircraft flight control," in Industrial Applications of Amsterdam : North-Holland, 1985.