

자동차 무인화를 위한 제어알고리즘 개발

배종일*, 황중덕**

부경대학교 전기제어공학부*, (주)우민전기**

Development of Control Algorithm for Auto-Vehicle

Jong-Il Bae*, Jong-Duck Hwang**

Pukyong National University*, WooMin Tech Co., Ltd.**

Abstract - To demonstration the efficiency of fuzzy logic controller, we carried out simulation with a automobile's transfer function. First, we designed the PID controller by using Ziegler-Nichols tuning method. Second, we calculated time response for each controller, then we compared the speed patterns of fuzzy controlled system and PID controlled system. 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.

1. 서 론

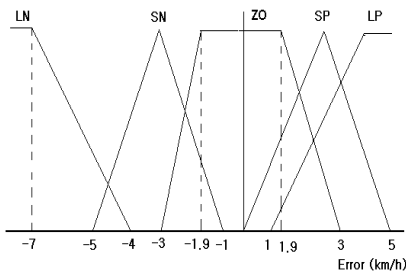
본 연구에서는 자동차의 무인화에 적용하기 위해서 숙련된 운전자를 대신할 제어 알고리즘을 개발하는데 목적이 있으며, 산업 현장에서 널리 쓰이고 있는 PID 제어방식으로는 속도 추종만을 직접적으로 제어하고 그 외의 제어성능에 대해서는 속도 패턴(Speed pattern)을 설정하면서 간접적으로 제어하고 있다. 본 연구에서는 숙련운전자를 대신하여 운전을 행하는 제어알고리즘을 이용하여 속도 추종과 동시에 승차감을 직접 제어할 수 있는 알고리즘에 대하여 설계하였다.

2. 본 론

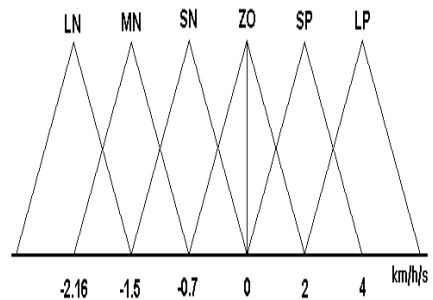
2.1 멤버십 함수 정의

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

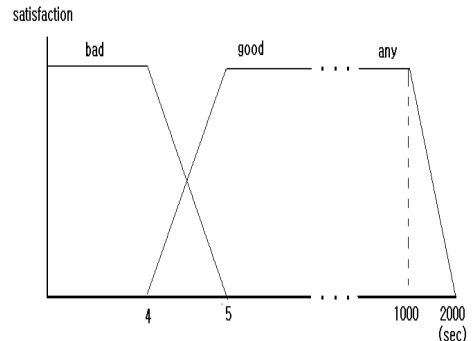
- Error : $V_{ref} - V_{cur}$
- $\Delta Error$: $E1 - E2$
- C : Comfortability
- V_{ref} : 기준속도
- V_{cur} : 현재 속도
- E1 : 현재 오차
- E2 : 이전 오차
- LN : Large Negative
- MN : Medium Negative
- SN : Small Negative
- ZO : Zero
- SP : Small Positive
- LP : Large Positive
- any : not constrained



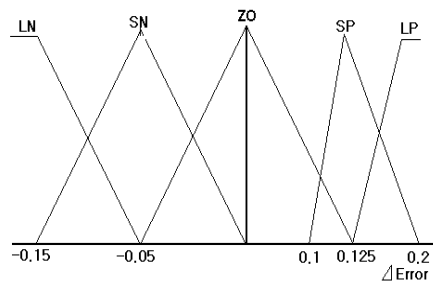
<그림 1> Membership function of Error



<그림 2> Membership function of $\Delta Error$



<그림 3> 승차감



<그림 4> 가속도

2.2 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.

2.3 컴퓨터 시뮬레이션

본 장에서는 Ziegler-Nichols 동조방법에 의해 설계된 PID제어기와 본 연구에서 제안하는 퍼지제어기를 사용하여 컴퓨터 시뮬레이션을 실행하였다.

2.3.1 시스템의 전달함수

퍼지제어기의 타당성을 검증하기 위해 실제 제작된 자동차의 전달함수를 사용하여 시뮬레이션을 실행하였다.

- ① 모델명(Model name)
TOYOPET CROWN
- ② 전달함수

단위스텝 입력응답으로 부터 실험적으로 구하였다.

$$G(s) = \frac{35.78}{(1 + 1.728s)(1 + 16.848s)}$$

2.3.2 시뮬레이션 조건

퍼지제어기의 성능을 시험하기 위해서 여러 가지 조건의 기준 입력에 대해서 시뮬레이션을 수행하였다.

표 1과 같이 기준입력에 따라서 6개의 시뮬레이션 조건을 테이블화하였다.

〈표 1〉 시뮬레이션 조건

	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 제어알고리즘을 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 제어알고리즘을 제안하였다.

실제 자동차의 전달함수를 사용하여 특정한 조건하에서 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였다. 이때 Ziegler-Nichols 동조법으로 설계한 PID제어기와 제안된 퍼지제어기의 결과를 비교, 검토함으로써 퍼지제어기의 승차감 제어에 대한 우수성을 검증하였다.

정상상태 오차 등에서 나타났던 문제점은 퍼지제어기의 멤버쉽 함수에 대한 조정과 실제의 필드(field) 실험으로써 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, 2006.
- [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, 2004.
- [3] M. Sugeno and M. Nishida, "Fuzzy control of a model car," FSS, Vol. 16, pp. 103-113, 2005.
- [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, 2005.
- [5] L. I. Larkin, "A fuzzy logic controller for aircraft flight control," in Industrial Applications of Amsterdam : North-Holland, 2005.