

특성화 인자를 이용한 퍼지제어기의 설계방법에 관한 연구

A Fuzzy Logic Controller Design Method using Characteristic Parameters

김영선*, 조형석**

* LG전선(Tel : 81-031-450-8295; Fax : 81-031-450-8331 ; E-mail: youngsun@cable.lg.co.kr)
** 한국과학기술원(Tel : 81-042-869-3213; Fax : 81-041-869-3210 ; E-mail: hscho@lca.kaist.ac.kr)

Abstract : In this paper, we present a novel method for design of fuzzy logic controllers by defining a set of characteristic parameters(CFLCs). These parameters are extracted and defined by examining the structure and characteristics of the individual components of FLCs and parameterizing those. Based upon this formulation, a series of simulations is conducted for plants having simple dynamics in order to see the performance of this proposed method. The simplicity and effectiveness of this method are discussed in detail.

Keywords : characteristic parameters, phase plane, seed angle, seed line

1. 서론

퍼지 제어기는 비선형 특성을 갖는 플랜트를 비교적 간단한 논리로 강건하게 제어할 수 있다는 장점을 갖고 있어, 최근에 이를 보다 효과적으로 최적화시키기 위한 방법에 대한 연구가 많이 있었다. 대표적인 연구로는 시스템 응답특성에 따라 각률들을 자동적으로 보상해주는 자기구성 퍼지제어기 [1, 2], 인간의 학습능력을 모방한 신경회로망 이론을 접목한 뉴로-퍼지 제어기 [3, 4], 유전자 알고리즘을 이용하여 파라미터를 최적화하는 연구 [5-7] 등이 있다. 그러나, 연구되고 있는 방법들이 퍼지 룰테이블 구성을 인자를 최적화 시키거나, 입력 출력 퍼지공간 분할수 등 퍼지 제어기 특성을 대변하는 파라미터의 일부분만 최적화시키는데 한정되는 경우가 많았는데, 그 이유는 기존의 퍼지 제어기의 파라미터들은 특성화되어 있지 않아, 입력 출력 공간분할의 수에 따라 최적화 시켜야 할 파라미터의 수가 기하급수적으로 증가하는 문제들을 극복할 수 없었기 때문이었다.

본 연구에서는 이러한 단점을 극복하기 위한 방안으로 퍼지 제어기의 특징적인 면을 추출하여 인자화시킴으로써, 퍼지 제어기를 보다 적은 파라미터로 표현할 수 있는 방법을 소개한다. 이러한 특성화 인자를 이용 퍼지 제어기는 몇 개의 특성화 인자로서 퍼지제어기를 표현할 수 있어, 간단하게 퍼지 제어기를 구성할 수 있으면서도 비선형 플랜트에 필요한 제어 특성을 발휘할 수 있다는 장점이 있다. 본 연구에서는 이와 같은 특성화 인자를 이용한 퍼지 제어기를 구성하여 각 인자변화에 대한 제어기 특성을 기본적인 2차의 선형 플랜트에 적용하여 특성화인자 변화에 대한 플랜트 제어특성 변화를 분석함으로써 특성화된 퍼지 제어기의 유용성을 보인다.

2. 특성화 인자의 정의

퍼지 제어기를 설계하고, 이를 이용하여 시스템을 제어하기 위해서는 퍼지 제어기의 모든 설계인자에 대한 결정이 필요하며, 이는 다음과 같이 정리될 수 있다.

첫째, 퍼지화 부분에 대한 전략과 이에 대한 방안 결정이다.

둘째, 퍼지 제어기로의 입/출력값이 포함되는 전체집합의 결정과 이들을 각각의 퍼지 소속함수로써 퍼지분할 하는 것. 그리고, 이들 소속함수에 대한 형태의 결정이다.

셋째, 퍼지제어 규칙에 대한 결정으로 앞에서 결정된 입력값과 출력값에 대한 소속함수 간의 관계를 결정하는데, 일반적으로는 if... then...의 형태이나, 보다 간단한 표시를 위해 제어 규칙 테이블의 형태로써 표현된다.

넷째, 앞에서 구성된 언어적인 값들을 퍼지논리를 이용하여 의사결정하는 추론기관에 대한 것으로 추론방식에 대한 결정이 필요 한다.

다섯째, 추론된 결과를 퍼지 제어기의 출력값으로 변환시키기 위한 비퍼지화 부분에 대한 전략과 이의 방식결정이다.

2.1 퍼지분할에 대한 특성화 인자

이와 같은 퍼지제어기의 공통적인 특징으로는 다음과 같은 것들이 있으며, 이러한 점들을 특성화하여 퍼지 제어기설계시 간단히 표현할 수 있다.

정의 1 : 퍼지분할의 수; n^{δ_k}

퍼지제어기로의 입/출력값에 대한 퍼지공간 δ_k 는 n^{δ_k} 개의 퍼지 부분집합 $x_i^{\delta_k}$ 로 분할된다. 이러한 퍼지 부분집합은 각각 하나의 소속함수를 나타내며, 그 수는 제어대상 시스템의 특성과 제어목적에 따라 설계자가 결정한다. 이 수는 통상적으로 홀수로 결정되며, 이를 특성화 인자의 하나로 정의한다.

정의 2 : 소속함수의 분포도; p^{δ_k}

소속함수의 분포도는 소속함수의 중심값으로 표현되며, 퍼지분할의 수와 마찬가지로 제어대상의 특성과 제어목적에 따라 설계자가 결정하여야 한다. 여기서는 이를 특성화인자의 하나로 정의하고, 지수함수를 도입하여 특성화 하였다. 이를 수식으로 표현하면 아래와 같으며, 만일 다른 특성을 갖는 함수를 도입하면 그에 따라 제어기 특성도 변화될 것이다.