

역동력학과 퍼지기법을 이용한 DC 모터의 속도제어

DC Motor Speed Control Using Inverse Dynamics and the Fuzzy Technique

°김 병 만*, 유 성 호*, 박 승 수*, 김 종 화**, 진 강 규**

* 한국해양대학교 대학원 제어계측공학과 (Tel : 81-051-410-4924; E-mail : irqok@ce.kmaritime.ac.kr)
 ** 한국해양대학교 기계·정보공학부 (Tel : 81-051-410-4341; E-mail : ggjin@hanara.kmaritime.ac.kr)

Abstract : In this paper, a methodology for designing a controller based on inverse dynamics for speed control of DC motors is presented. The proposed controller consists of a prefilter, the inverse dynamic model of a system and a fuzzy logic controller. The prefilter prevents high frequency effects from the inverse dynamic model. The model of the system is characterized by a nonlinear equation with coulomb friction. The fuzzy logic controller regulates the error between the set-point and the system output which may be caused by disturbances and it simultaneously traces the change of the reference input. The parameters of the model are estimated by a genetic algorithm. An experimental work on a DC motor system is carried out to illustrate the performance of the proposed controller.

Keywords : Inverse dynamics, Nonlinear system, Fuzzy logic controller, Genetic algorithms, DC motor speed control

1. 서론

산업현장에서 생산성 향상과 품질개선을 위한 공장 자동화, 기계화가 가속됨에 따라 전기적 에너지를 기계적 에너지로 전환시켜줄 수 있는 모터의 사용이 크게 늘고 있고, 이를 제어하는 방법은 모터의 종류와 특성에 따라 여러 가지가 있다^(1,2).

일반적으로 DC 모터의 속도제어는 선형화 모델에 기초한 PID 제어, 상태궤환 제어 방식을 채용하는 경우가 많다. 이들은 제어환경에 따라 설정치 변경에 대한 시스템의 추종성능을 개선하거나, 외란에 대한 조종성능이 만족스럽도록 설계되는데, 만약 서로 다른 환경에서 유진되거나 설정치 변경과 외란이 동시에 존재하면 만족스런 제어성능을 기대하기 어렵다.

이러한 문제점을 해결할 수 있도록 본 연구에서는 DC 모터의 역동력학과 퍼지제어기를 결합한 2자유도 제어기 (Two-Degree-of-Freedom Controller : TDFC)⁽⁴⁾를 제안한다. 제안한 방법은 내부모델 제어 (Internal Model Control : IMC)⁽³⁾의 한 형태로서 DC 모터로부터 구한 비선형 역동력학 모델, 역동력학 모델에 의해 유발될 수 있는 고주파 영향을 막아주기 위한 Prefilter, 그리고 모델의 불확실성, 외란 등으로 발생할 수 있는 오차를 보상하기 위한 퍼지제어기 등으로 구성된다. 퍼지제어기는 기준 입력 변화에 대한 시스템의 추종성능과 외란에 대한 조종성능을 동시에 개선하기 위하여 다수의 PI 제어기가 퍼지 결합된 형태이다. 또한 모델과 PI 제어기들의 파라미터는 실수코딩 유전알고리즘 (Real-Coded Genetic Algorithm : RCGA)^(5,6)으로 동조된다. 제안된 기법의 유효성은 실험을 통해 검증하도록 한다.

2. 시스템 모델 및 파라미터 추정

2.1 시스템의 모델

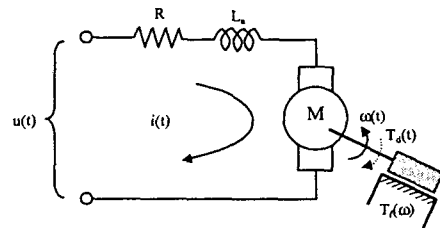


그림 1 DC모터의 등가회로
 Fig. 1 Equivalent circuit of a DC motor

전기자 제어 DC 모터를 등가적으로 표시하면 Fig. 1과 같이 나타낼 수 있다. 제어목적은 전기자에 인가하는 입력전압 $u(t)$ 를 조절해서 모터의 출력 각속도 $\omega(t)$ 가 희망하는 설정치에 도달하도록 하는 것이다.

전기자 회로의 인덕턴스 L_a 의 영향이 적다고 보고, 회전체의 정성마찰과 쿨롱마찰을 동시에 고려하면 DC 모터는 다음과 같이 표시될 수 있다.

$$J \frac{d\omega(t)}{dt} = K_t i(t) - T_a(t) - T_f(\omega) \quad (1)$$

$$i(t) = - \frac{K_b}{R} \omega(t) + \frac{1}{R} u(t) \quad (2)$$

여기서 $u(t)$ 는 전기자에 인가되는 입력전압[V]이고 $i(t)$ 는 전기자에 흐르는 전류[A], R 은 전기자의 권선 저항[Ω], $\omega(t)$ 는 회전자의 각속도[rad/s], $T_a(t)$ 는 외란[N·m], $T_f(\omega)$ 는 ω 에 따라 다른 특성을 가지는 비선형 마찰모델[N·s/m]이며, K_t 는 토크 상수[N·m/A], K_b 는 역기전력 정수[V·s/rad], J 는 회전자의 등가 관성모멘트[Kg·m²]이다.