

자기부상 시스템의 PID 제어와 Feedback Linearization 제어와의 성능비교

Comparison of PID and Feedback Linearization Control for Magnetic Levitation System

°박 종 석*, 김 동 환**

*서울산업대학교 기계설계학과 (Tel : 02-970-8932 ; Fax : 970-8934 ; E-mail : jsssj@shinbiro.com)

**서울산업대학교 기계설계학과 (Tel : 02-970-6362 ; Fax : 949-2407 ; E-mail : dhkim@duck.snut.ac.kr)

Abstract : Electromagnetic Suspension(EMS) System produces no noise, friction and heat through non-contacting operation. Therefore, the applicable device using EMS system has a lot of attraction in case of the high-speed and non-contacting transmission.

EMS with nonlinear properties requires a precise airgap position control and stable kinematics characteristics under the disturbances. In this study, the nonlinear system was linearized by a Nonlinear Feedback Linearization(NFL) method. The NFL method requires that the modelling should be exact, and the state variables should be measured and a rapidly operating controller be necessary on account of a heavy data calculating. In the experiments, the ideal control characteristics of the NFL was acquired through simulation at first, then the characteristics of the actual system were compared with those of simulation. In addition, the results by NFL were examined and analysed considering the characteristics of the PID control.

The Control by NFL shows much stable control characteristics than the PID control. Whereas, the steady state errors occur for various disturbances, hence a robust control design is remained for a further study.

Keywords : Electromagnetic suspension system, Nonlinear Feedback Linearization, PID, Magnetic Levitation

1. 서 론

자기부상 시스템은 부상력을 얻는 방식에 따라서 반발식(Electrodynamic repulsion system)과 흡인식(Electromagnetic attraction system)으로 나눌 수 있으며, 흡인식 부상방식은 반발식 부상방식보다 부상간극을 작게 할 수 있다[1]. 본 논문은 흡인식 부상방식을 이용한 시스템을 구현하고 실험하였다.

흡인력을 이용한 자기부상 (Electromagnetic suspension : EMS)시스템은 불안정한 개루프 불안정 비선형 시스템이기 때문에 전자석의 전류를 제어하기 위한 폐루프 제어가 필요하다[2]. 본 연구에서는 PID 를 이용한 제어와 비선형 궤환 선형화 (Nonlinear Feedback Linerization : NFL) 기법을 이용한 제어로 EMS 시스템의 공극을 제어하였다.

비선형 궤환 선형화 기법은 비선형 시스템을 제어하는 하나의 방법으로서, 비선형 모델식을 좌표계변환과 제어입력에 의해 비선형항을 소거하여 선형모델을 얻는 방법이다. Taylor 급수전개에 의한 동작점 부근의 선형근사화법이 일부 구간만 선형화시키는 데 비해 NFL 기법은 제어영역을 모두 선형화시킨다[3][4][5][6]. 따라서 Taylor 급수전개에 의한 동작점 부근의 선형근사화법보다도 NFL기법은 제어영역이 더 넓어진다는 특성을 가지고 있다. 그러나 이방법은 시스템의 모델식이 정확해야 하며 모든 상태변수들을 측정하여 사용해야 한다는 단점이 있다.

자기부상 시스템(EMS)은 공극에 대한 정밀한 제어와 외란에 대한 안정된 동적 특성이 요구된다. 본 연구는 PID 제어법과

비선형 궤환 선형화 기법으로 자기부상 시스템을 제어 하고, 이를 비교 분석하여 자기부상 시스템의 제어성능을 향상시키는 데 그 목적이 있다. 또한 시뮬레이션을 통하여 이상적인 제어특성을 보이고, 실험을 통한 실제 제어특성과의 차이를 비교 분석하고자 한다.

2. 흡인식 자기부상 시스템의 모델

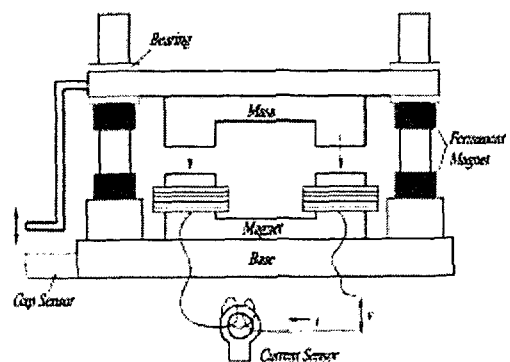


Fig.1 Schematic diagram of EMS System