

수평방향 이동이 가능한 금속구의 자기부상 제어

Magnetic Levitation Control of the Horizontally-Movable Metal Ball

함길*, 이희남†, 이상윤**

Gil Hamm, Huinam Rhee, Sang Yoon Lee

Key Words : magnetic levitation(자기부상), control(제어), horizontally-movable(수평이동 가능)

ABSTRACT

Magnetic levitation control system of a metal ball was designed using combined PID and fuzzy logic, in which two electromagnets are used to control the vertical and horizontal position of the ball. Single synchronization coil sensor was used to detect the vertical position. Electric power is differentially supplied to two electromagnets so that the ball can move horizontally. In the experiment 25 cm diameter metal ball was levitated and successfully controlled to move horizontally.

2. 자기부상 장치 설계 및 제작

1. 서 론

금속물체의 자기부상에 대한 연구는 일반적인 자동제어 교과서에도 흔히 소개되어 있으며 많은 선행 연구가 수행된 전통적인 연구 주제이다^(1,2). 본 연구에서는 기존의 연구들과는 달리 두 개의 전자석을 이용하여 금속 물체의 수직 및 수평 방향 위치 제어가 가능한 자기부상 장치를 설계하고 제작하였다. 중력장 하에서의 수직 평형위치를 안정적으로 유지 하면서 수평이동을 하기 위해서 PID 와 퍼지제어 개념을 복합적으로 사용하였다. 또한 금속 물체의 수직 위치 측정을 위해서 기존 연구들에서 사용한 것과 같은 적외선센서나 홀센서 등을 사용하지 않고 상대적으로 넓은 영역의 위치를 측정할 수 있는 단동조 코일 센서를 자체적으로 설계 제작하여 사용하였다.



그림 1 자기부상 장치 실물

그림 1은 본 연구에서 설계 및 제작한 자기부상 장치를 보여주고 있다. 제어 대상으로는 다양한 크기와 질량의 금속구를 사용하였으며 그림 1에서 보여주는 것은 질량 1.05 kg 의 지름 25cm 의 비교적 큰 금속구이다. 제어시스템 불력도는 그림 2와 같다. 전자석 두 개를 PWM 방식으로 구동하며 수직 위치 제어는 PID를 사용하였고 수평 이동을 위

† 교신저자; 정희원, 순천대학교 기계우주항공공학부

E-mail : hnrhee@sunchon.ac.kr

Tel : 061-750-3824, Fax : 061-750-3820

* 순천대학교 대학원 기계공학과

** 순천대학교 학부 자동차공학과

해서는 퍼지제어 개념을 도입하였다.

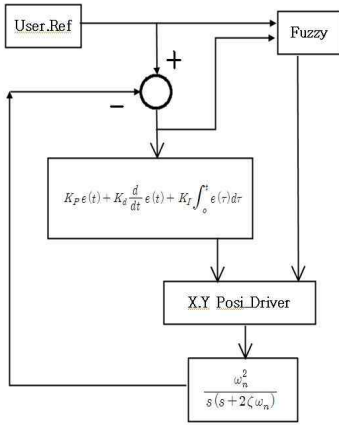


그림 2 시스템 제어 블럭도

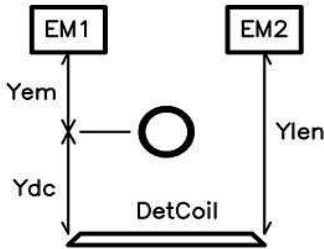


그림 3 위치 측정 원리

실험장치의 주요 파라미터들은 Table 1 에 제시되어 있다. 그림 3은 금속물체 수직 위치 측정 원리를 보여주며 전자석 하단으로부터 탐지코일표면까지의 거리 y_{len} , 전자석으로부터 금속구까지 거리 y_{em} , 탐지코일로부터 금속구까지 거리 y_{dc} 이라 하면 이들 간의 관계식은 식 (1) 과 같다.

$$y_{em} = y_{len} - (r * y_{dc}) \quad (1)$$

여기서 r 은 탐지코일의 감도와 금속구의 중심까지의 상관관계를 갖는 평균비례값으로 OP앰프를 사용하여 선형화한다.

Table 1 시스템 파라미터

Parameter	값
질량	$m = 1.05 [kg]$
코일인덕턴스	$L = 0.045 [H]$
코일직류저항	$R = 1.8 [\Omega]$

초기위치	$Y_o = 0.035 [m]$
초기전류	$I_o = 8.42 [A]$
센서출력	$\beta = 1.0 [v/mm]$
내부게인	$K = 46 [dB]$
제어위치	$y [m]$
제어전류	$i [A]$

그림 4는 설계된 자기부상 시스템의 안정성을 확인하기 위한 스텝입력 응답특성 시뮬레이션 결과이다.

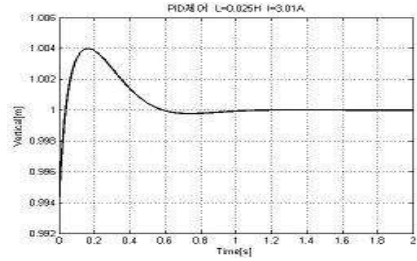


그림 4 PID제어 스텝입력응답특성

금속구의 수평 이동시 자력의 비선형적 변화 등으로 인한 시스템의 불안정성을 퍼지로직을 적용하여 해결하고 마이컴을 이용하여 제어를 수행하도록 설계 및 제작하였다.

3. 결 론

두 개의 전자석 및 코일센서를 이용하여 기존의 연구들과 비교하여 상당히 큰 크기의 금속구를 자기 부상시키고 안정적으로 수평이동이 가능한 제어장치를 설계 및 제작하고 실험에 성공하였다. 본 연구결과를 기반으로 3차원적인 위치제어가 가능한 자기부상 장치에 대한 연구를 수행 중이다.

참 고 문 헌

- (1) William Gerard Hurley, PWM Control of a Magnetic Suspension system, IEEE Transactions on education, Vol ,47, No.2, MAY 2004.
- (2) Milica B.Naumović, Boban R.Veselić, Magnetic Levitation System in Control Engineering Education, Automatic Control and Robotics Vol.7, No.1, 2008, pp. 151-160.