

# HILS 를 통한 무인항공기 카메라 지지 능동 마운트 시스템의 진동 제어 성능평가

## Performance Evaluation on an Active Camera Mount System for UAV via Hardware-in-the-Loop-Simulation

오중석\* · 최승복† · 조한준\* · 이철희\*\* · 조명우\*\*

Jong-Suk Oh, Seung-Bok Choi, Han-Jun Cho, Chul-Hee Lee and Meong-Woo Cho

### 1. 서 론

무인항공기는 조종사가 탑승하지 않은 채 임무를 수행하는 항공기로 성장 가능성이 매우 높은 미래의 유망 산업으로 인식되고 있다. 이러한 무인항공기의 주된 목적은 이미지 정보의 획득과 제공이 많은 비중을 차지한다. 정찰, 감시를 위한 장비로서 무인항공기에서 가장 많이 쓰이는 것이 EO/IR(Electro-Optical/Infrared) 센서가 있다. EO/IR 센서는 보다 긴 원격측정거리를 위하여 높은 안정성의 짐벌(gimbal)이 요구되지만 무인항공기의 블레이드 회전 가진력으로 인한 진동은 EO/IR 센서 영상의 정밀도에 악영향을 미칠 수 있다. 그렇기에 EO/IR 센서 시스템을 진동으로부터 차단 할 수 있는 능동 마운트 시스템 개발은 무인항공기 기술에 있어서 필수적이라 할 수 있다.

실시간 실물 모의실험 (HILS : Hardware-in-the-Loop-Simulation)은 항공 우주 분야에서 개발되어 최근 다양한 산업현장에서 활발히 적용되고 있는 연구 기법이다. HILS 방법은 실제 시스템과 이론 모델을 결합하여 실시간 시뮬레이션을 통해 시스템의 성능을 평가하므로 컴퓨터 시뮬레이션보다 실제 시스템의 성능에 가깝게 성능평가를 할 수 있는 장점이 있다. 또한 실제시험에 따른 시간적, 비용적 문제를 해결할 수 있으며 실제 시스템에서 발생 가능한 문제점을 미리 파악할 수 있다.

이에 본 연구에서는 HILS 방법을 통하여 제작된 마운트의 진동 절연 성능을 평가하였다. 전체 카메라 지지 능동 마운트 시스템의 운동방정식을 도출하고 외란에 강건한 슬라이딩 모드 제어를 설계하였다.

### 2. 능동 마운트 제작 및 시스템 모델링

효과적인 진동제어를 위하여 압전작동기와 고무 마운트로 능동 마운트를 구성하였다. 압전작동기와 관성질량을 체결한 관성형작동기 형태를 채택함으로써 예상치 못한 오작동으로 인해 압전작동기가 제어력을 인가하지 못하는 경우에도 일반 고무마운트의 진동절연특성을 낼 수 있도록 하였다. Fig. 1 에 능동 마운트의 구성을 나타내었다.

제작된 마운트를 바탕으로 4 개의 마운트를 가지는 카메라 지지 능동 마운트 시스템을 모델링 할 수 있었다. 이 연구에서 카메라는 강체로 가정되며 카메라의 무게중심점에서 1 개의 병진운동과 3 개의 회전운동, 관성질량의 4 개의 자유도를 포함하는 7 자유도의 운동을 한다. 이를 통해 14 개의 상태변수를 가지는 상태공간방정식을 도출할 수 있다. 또한 외란에 강건한 슬라이딩 모드 제어를 설계하여 HILS 시스템과 연계시킨 후 제어 성능 평가를 수행하였다.

### 3. HILS 시스템 구성 및 제어 성능 평가

HILS 시스템은 크게 하드웨어, 소프트웨어와 인터페이스부분으로 분류 할 수 있다. 첫 번째로, 하드웨어부분은 대상시스템의 한 요소와 그 요소의 성능을

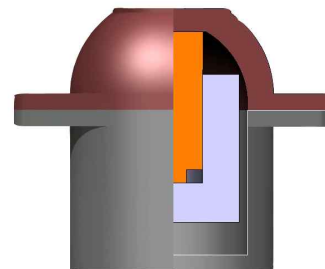


Fig. 1 Configuration of active mount

† 교신저자; 정회원, 인하대학교 기계공학과  
E-mail : Seungbok@inha.ac.kr  
Tel : (032) 860-7319, Fax : (032) 868-1716  
\* 인하대학교 대학원 기계공학과  
\*\* 인하대학교 기계공학과

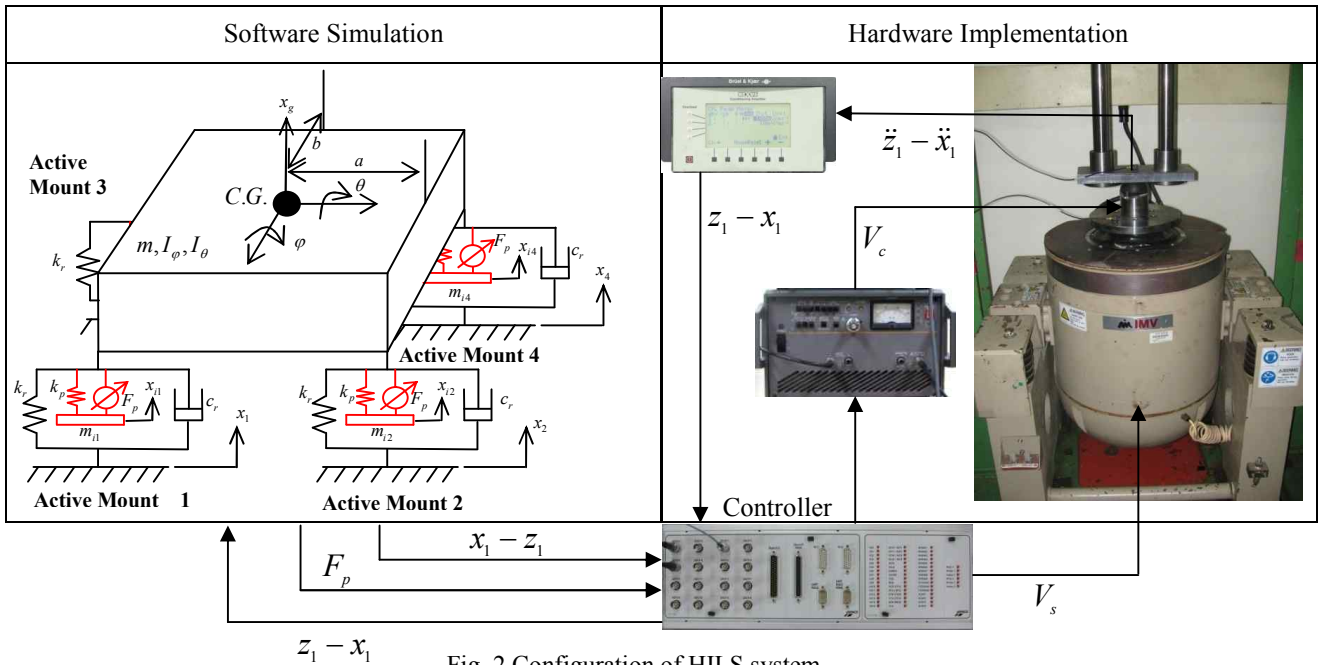


Fig. 2 Configuration of HILS system

평가할 수 있는 실험장치로 구성되며, 소프트웨어 부분은 전체 시스템의 이론적 거동을 계산할 수 있는 컴퓨터이며, 인터페이스부분은 하드웨어와 소프트웨어간의 필요한 상태정보를 연결하는 DSP 보드로 구성된다. 각각의 능동 마운트를 장착한 무인항공기 카메라 지지 마운트 시스템의 HILS 시스템 구성도는 Fig. 2 와 같이 나타낼 수 있다. 본 연구에서는 동일한 4 개의 능동 마운트 중 1 개의 마운트의 상태정보를 측정하여 HILS 를 수행하였다. 시스템의 구성은 소프트웨어 부에서 능동 마운트의 상대변위( $x_1 - z_1$ )를 실시간으로 계산하여 장착된 능동 마운트에 동일한 변위가 발생하도록 전자식 구동 가진기를 이용하여 명령신호( $V_s$ )를 DSP 보드를 통해 보낸다. 이 신호에 의해 상대변위를 발생시키고 동시에 계산된 상대변위신호를 통해 계산된 제어 전기장( $V_c$ )이 고압 증폭기를 통해 압전 작동기에 부하한다. 이때 마운트 상부질량의 가속도 신호( $\ddot{z}_1 - \ddot{x}_1$ )가 가속도앰프를

통해 적분된 후( $z_1 - x_1$ ) 소프트웨어부의 마운트 시스템모델에 입력된다. 입력된 정보를 토대로 소프트웨어 부에서는 카메라 지지 마운트 시스템의 다음 시간 거동변화를 실시간으로 계산한다. 본 연구에서는 외란에 강건한 슬라이딩 모드 제어기를 사용하여, HILS 방법을 통해 무인항공기 카메라 지지 마운트 시스템의 진동제어 성능 평가 결과를 Fig. 3 에 나타내었다. 카메라 무게 중심점에서 수직가속도결과를 나타낸 것으로 제어결과 진동이 약 75% 감소한 것을 확인할 수 있었다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 HILS 를 통해 무인항공기 카메라 지지 마운트 시스템의 진동 절연 성능을 평가하였다. 효과적인 제어력을 인가할 수 있는 압전작동기를 통해 능동 마운트를 제작한 후 전체 시스템을 고려한 모델링을 수행하였다. 외란에 강건한 슬라이딩 모드 제어기를 설계한 후 HILS 방법을 통하여 진동 제어 결과를 평가할 수 있었다. 카메라 지지 마운트 시스템의 진동이 효과적으로 감소한 것을 확인할 수 있었으며 이러한 결과를 통해 제안된 마운트의 진동 절연 성능평가 효과를 다양한 산업에 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

#### 후 기

본 연구는 지식경제부와 한국과학기술재단의 전략기술인력양성사업으로 수행 된 연구결과입니다.

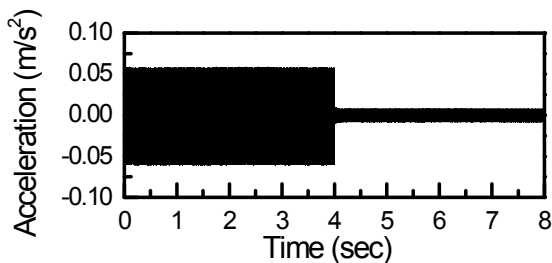


Fig. 3 vertical acceleration time response of the proposed camera mount system under 797Hz excitation