

항공 촬영용 EO/IR 장비의 서보 구동기 개발

Development of Servo Actuator for EO/IR photography system

*박재영¹, 안정훈², 백운혁³

*J. Y. Park(jy07.park@samsung.com)¹, J. H. Ahn², W.H.Baek³

삼성탈레스

Key words : EO(Electro-Optical), IR(Infra-Red), Motor driver, Controller, LOS(Line of Sight)

1. 서론

현대 국가간 방위에서 주·야간 전천후 실시간으로 적의 동향을 파악하는 정찰 시스템의 필요성이 매우 높아지고 있다. 국내에서도 다양한 무인정찰기를 개발 완료 또는 개발 중에 있다. 무인정찰기는 탑재된 EO/IR, 레이더를 이용하여 고해상도의 영상정보 및 표적정보를 수집/분석/전파하여 적의 감시 정찰을 가능하게 하고, 신속하고, 정확한 정보판단과 지휘결심을 가능하게 한다.

본 논문에서는 항공촬영용 EO/IR 카메라의 정밀구동을 위해 설계한 서보증폭기/제어기의 성능에 대하여 검증/기술한다.

2. EO/IR 구동시스템의 개요

영상정보를 얻기 위해서 Fig.1 과 같이 1,2,3...의 순서로 촬영을 하게 되는데, 이를 위해 EO/IR 카메라가 장착된 내부 김발을 Pitch/Roll 방향으로 구동하여 지향한다. Pitch/Roll 구동 정보는 시스템 제어기로부터 목표 지점의 GPS 데이터와 비행체 자체의 GPS/INS 의 정보에서 계산된 Pitch/Roll 의 위치 값 및 카메라 화소수 및 촬영속도에서 비롯된 구동 속도를 수신하여 위치 및 속도 제어 구동을 하게 된다. 주어진 EO/IR 카메라를 이용하여, 최대한의 고품질 영상 획득을 위해서는 구동명령(속도/위치)에 대한 추종성과 외란에 대한 분리성(안정화정확도)가 중요하다.

본 논문의 항공촬영용 EO/IR 시스템은 Roll 2 축, Pitch 1 축 으로 구성되어있는 정지영상 촬영장비로써, 구동시스템은 Roll 2 축 중 1 축 (shroud 축)이 내부김발의 Roll 1 축에 대해

중속구동을 하며, 내부김발의 Roll 1 축과 Pitch 1 축이 내부 EO/IR 카메라의 LOS (Line of Sight)의 안정화 및 제어를 하게 된다.

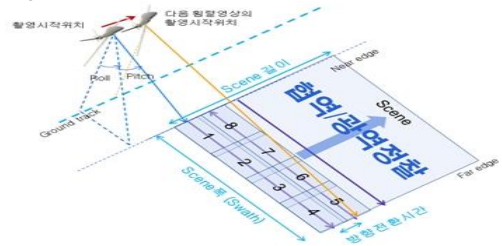


Fig. 1 Concept of EO/IR photography system

3. 서보 증폭기 성능

먼저 요구 구동 성능은 아래와 같으며, 구동을 위해 요구되는 축 별 관성 및 선정된 모터 및 회전센서의 사양은 아래 표와 같다.

Table 1. System Requirement

	제어기 대역폭	안정화 정확도	구동각속도/가속도
value	xx Hz 이상	x urad 이하	x rad/s x rad/s ²

Table 2. Inertia for Each axis

Axis	Roll	Pitch	Shroud
Inertia	x Kgm ²	x Kgm ²	x Kgm ²

Table 3. specification of Motor and Resolver

Spec.	Pitch motor	Roll motor	Shroud motor (geared)
Max torque	3.5Nm	4.5 Nm	202mNm
Spec.	Resolver		
Accuracy	29 arc-sec		

서보 증폭기는 구성은 Shroud 축 구동을 위한 BLDC 모터 드라이버 부와 롤 1 축, 피치 1 축 각각을 구동하기 위한 DC 모터 드라이버 부, 즉 총 3 축 구동을 위한 드라이버로 구성되

어 있다. DC 모터 드라이버는 Linear amp, BLDC 모터 드라이버는 PWM amp 로 설계하였으며, DC 모터는 부하의 균형을 위해 Dual motor 방식(설계 구동 토크의 50%인 모터 두 개를 김발의 양쪽에 장착)으로 구성하였다.

아래그림은 DSA (Dynamic Signal Analyzer) 로 측정한 Roll 축 서보증폭기의 전류 Closed loop 응답곡선이며, 각 축에 대한 서보증폭기의 전류응답(3dB Bandwidth)의 값은 아래와 같다.

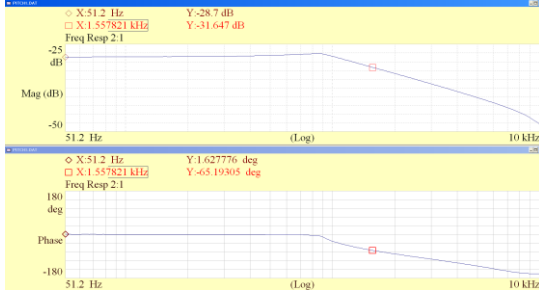


Fig. 2 Roll Axis Current Freq. Response

Table 4. Current Freq. Rep 3dB Bandwidth

Axis	3dB Bandwidth
Roll	1.56 kHz
Pitch	2.22 kHz
Shroud	590 Hz

4. 안정화 제어기 구성도

아래의 그림과 같이 롤 축과 피치 축의 제어루프를 각각 구성하였다.

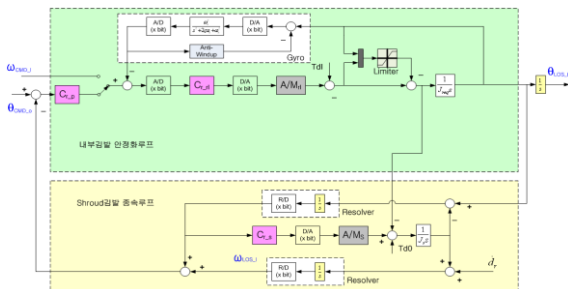


Fig. 3 Block Diagram for Roll axis control

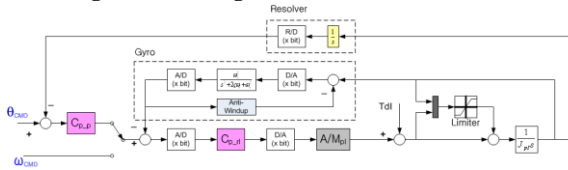


Fig. 4 Block Diagram for Pitch axis control

제어기는 PID 제어기를 사용하여 tuning 하였으며, 블록도와 같이 모드에 따라 속도 및 위치 루프가 스위칭 할 수 있게 구성되었다.

5. 안정화 제어기 Stability

아래와 같은 블록도에 의해 S(source)입력에 Sine Sweep 을 입력시키고, Z 에 대한 Y 의 주파수 응답을 DSA 로 측정하면, 제어의 Open loop response 을 얻을 수 있고 그 특성은 table.5 와 같이 얻을 수 있다.

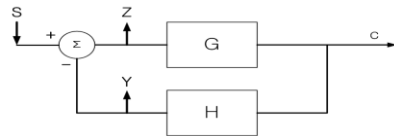


Fig. 5 Block Diagram for Open Loop Response

Table 5. Open Loop Response Characteristics

Axis	Crossover Frequency	Phase Margin	Gain Margin
Roll	xx Hz	xx °	x dB
Pitch	xx Hz	xx °	x dB

6. 안정화 정확도

촬영용 장비에 있어서 가장 중요한 성능은 안정화 정확도 즉, 장비에 인가되는 진동에 대한 LOS(Line of Sight)의 흔들림 양 (각도, urad) 이다. 이의 측정을 위하여 항공기 진동규격에 해당하는 진동을 개발 장비에 인가하고, 속도를 0 로 장비를 제어한 상태에서 내부 김발에 장착된 자이로스코프 (속도센서) 에서 출력되는 값을 1~100Hz 까지의 Power 값 (PSD)을 DSA 로 측정하여 Scale Factor 에 의해 urad 단위로 환산하였다.

측정/환산된 안정화 정확도 값은 Roll 축, Pitch 축 각각 약 x urad, x urad 이다.

7. 결론

본 논문에서는 현재 개발중인 항공촬영용 카메라를 구동하기 위한 서보 증폭기/제어기의 성능을 애플단위의 전류 응답으로부터, 제어기를 구성한 후의 Stability 의 척도인 Open Loop Response 를 확인하고, 촬영장비 구동기의 최종 성능 기준인 안정화 정확도를 측정/평가하였다.

참고문헌

1. Peter J.Kennedy. , “Line of Sight Stabilization Primer”, 33-52, 2008
2. Axsys Technologies. , “Brushless DC Motor Handbook”