

Nano Driving Precision Pan-Tilt/Gimbals의 최적설계와 제작

이원부* 장철순* 박수홍**

*(주)신동디지텍, ** 동서대학교 메카트로닉스공학과

Optimal design and production of Nano Driving Precision Pan-Tilt/Gimbals

WonBu Lee Chulsoon Chang* · Soohong Park** (교신저자)

*ShinDong Digitec Co. Dongseo University

E-mail : shpark@dongseo.ac.kr

요 약

2-axis Pan-Tilt의 개발을 위하여 선박용 PAN/TILT의 운동특성 측정 및 분석, 구조설계, 제작 및 Test의 순서를 거쳐 최적설계와 제작을 수행한 연구결과로서 나노드라이빙정밀용으로 성능을 보여준다.

ABSTRACT

2 axis Pan-tilt had been developed and utilize by vessel for the purpose of motion characteristic measurement. Besides, it also use to analysis structural design and fabrication. Test procedure had been created to produce most optimal design and to show the Nano Driving precision result performance

키워드

나노드라이빙, pan tilt, 최적설계, 카메라

I. 서 론

해상용 Nano Driving Multi Sensor Surveillance System은 다양한 분야의 산업에 곧바로 적용할 수 있는 다양한 기술의 집합체이며 미국, 이스라엘, 영국, 프랑스등 소수의 나라에서 이미 개발 되어 고 부가가치 상품으로 시장이 형성되어 가고 있는 미래산업을 이끌어 나갈 최첨단기술이다 이를 위한 Nano Driving Precision Pan-Tilt/Gimbals의 최적설계와 제작은 필수요소이며, 이를 수행하여 그 유용성을 보여주었다.

II. 본 론

가. 선박용 PAN/TILT의 운동특성 측정 및 분석

1) 좌표계 설정

선박에 설치되는 PAN/TILT 시스템은 이동체의 상대적 운동에 대한 안정화가 필요한 경우 통상 2축이나 3축 구동 안테나로 구성하여 안테나의 각 롤(Roll), 피치(Pitch), 요(Yaw)-이하RPY로 표기-에 대한 안정화 시스템을 구축하여 사용한다. PAN/TILT를 사용해도 RPY에 대한 정확한

보상이 가능하다.

우선 좌표계를 아래 그림과 같이 설정한다. 관성 좌표계와 무게 중심 좌표계의 관계는 관성 좌표계의 X축을 기준으로 Ψ_h 만큼 회전한 것이 무게 중심 좌표계이며, 표적에 대한 상대 방위각 α 와 진방위각 α_t 의 관계는 식 (1)과 같다.

$$\alpha = \alpha_t - \Psi_h \quad (1)$$

2) 안정화 알고리즘

PAN/TILT 시스템의 좌표계는 일반적으로 구형 좌표계로 표시되어 있으므로, RPY에 대한 정확한 보상을 해 주기 위해서는 구형 좌표계로 표시된 방향 벡터를 직각 좌표계(Cartesian Coordinate)로 변환해서 RPY보상을 한 뒤 이것을 다시 구형 좌표계로 변환한다.

3) 보 제어기 모델링

제어 입력에 대한 출력 각의 전달 함수를 정의하여 제어 대상인 플랜트의 상태 방정식을 구하면 시스템을 2차로 가정할 때 아래와 같은 형식이 된다.

$$\frac{\theta_o(S)}{U(S)} = \frac{a K_1}{S(S+b)} \quad (2)$$

4) 서보 제어기

Matlab의 Simulink를 사용하여 제어 시스템을 모델링하고 시뮬레이션 한 결과를 제시하였다. 아래 그림 1은 안테나를 설치한 이동체의 모션에 의한 Roll, Pitch, Yaw운동에 의해 지향각이 변위된 영향을 상쇄시키기 위해 보상각을 생성하는 알고리즘이다. 보상오차는 매우 작게 나타남을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서 제시한 지향각 보상 알고리즘은 안테나의 지향각 오차를 작게 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

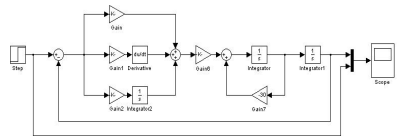


그림 1. 서보 PID 제어기의 Simulink 블록선도

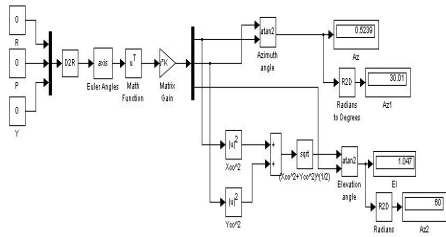


그림 2. 보상각을 생성하는 알고리즘 Simulink 블록선도

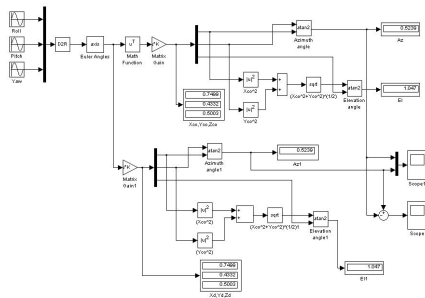


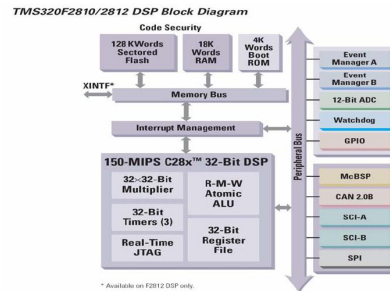
그림 3. 정현파 운동 시 보상성능을 시뮬레이션 하기 위한 Simulink 블록선도

나. 구조설계, 분석

1) PAN/TILT 제어기 설계

서보 제어기로 선정하여 성능 검토 Testbed로 사용하고 있는 Embedded Controller의 사양은

아래와 같다. DSP 마이크로프로세서를 사용하고, 16MB의 FlashROM, 32MB의 SDRAM을 장착하였다. DSP 시스템은 F/F+ PID Feedback 제어가 구성되어 있으며 라인드라이브 칩을 통해 엔코더 입력을 피드백 받는다. DSP에는 엔코더 카운터 모듈이 2조 내장되어 있어 CPU부하 없이 카운팅이 가능하여 모터에서 나오는 엔코더 신호를 쉽게 분석하여 사용할 수 있다. 자세한 사양은 아래 표와 같다.



* Available on F2812 DSP only.

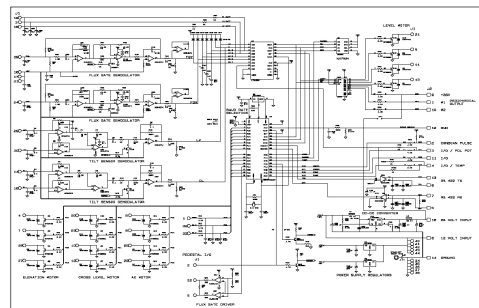


그림4. 개발 제어기 회로도

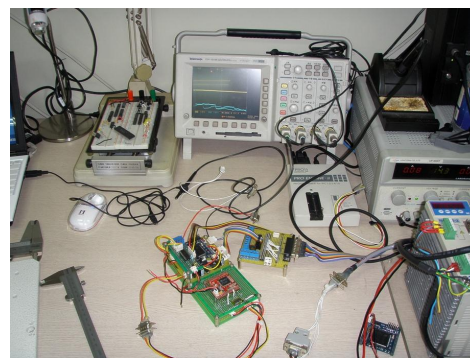


그림5. 제어기 테스트 사진

2) PAN/TILT 설계

우선 상용으로 출시된 제품의 신호를 분석하는 1차적으로 나노드라이버로 제작 전 제어기와 제어 소프트웨어 검증용을 위한 스텝 모터를 이용한 0.8도해상도 초당30도 변위 이동속도를 가지는 시제품 제작 하였다.

하모닉 모터는 회전자와 한편의 고정자 전극사이에 전원을 인가하면, 회전자는 고정자 면에 밀착하게 되고, 계속하여 순차적으로 다음 편 전극을 여기시키면, 회전자는 고정자 면을 구르는 운동을 하여 회전자가 고정자 중심에 대해서 1회전하는 동안 회전자는 회전자 중심에 대해 작은 각도를 회전하게 되는데, 회전자가 고정자 중심에 대해 회전하는 각도와 회전자 중심에 대해 회전하는 각도 사이에 차이에 의해서 형성되는 기어비(gear ratio)를 갖는 원리를 산업에 이용하고자 한다. 하모닉 모터는 현재 자동 초점 사진기, 초소형 탐사 로봇의 추진 용, 그리고 미세관의 밸브제어 등의 응용을 위해 연구되고 있다. 또 이 원리를 이용하여 크기에 따라서는 자성 재료를 사용하는 모터에도 기어비를 갖는 형태로 응용될 수 있다. 2차 설계된 PAN/TILT시스템은 모션측정을 위한 FOG자이로 센서, PAN/TILT 구동부, 컨트롤 유닛으로 구성되었으며 자이로 센서에서 출력되는 각속도를 FPGA 적분기를 거쳐 DSP입력신호로 사용한다.

Pan/tilt는 2축 Gimbal 구조로 구동되며 제작 시에는 축 정렬을 위하여 머시닝센터를 이용하여 가공하였다. 구동부에는 하모닉 드라이버가 장착되어 Backlash가 없으며 Pan 700° Tilt ±45° 회전이 가능하다. 1차로 CATIA를 이용하여 3D 구조 설계후 부품간의 간섭을 최대한 없애도록 확인하고 최종 제작에 들어 갔다.



그림6. 상용 PAN/TILT 분석



그림7. 테스트 중인 하모닉 모터와 모터 드라이버

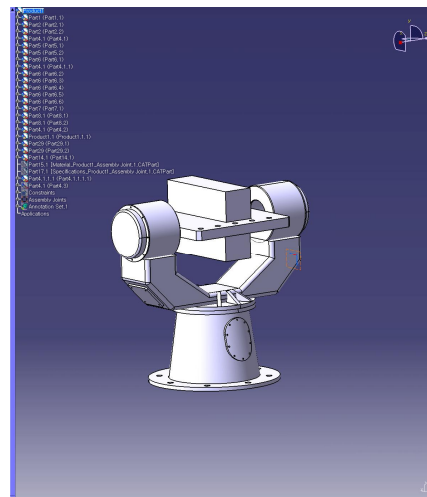


그림 8 1차 시제품 설계 도면

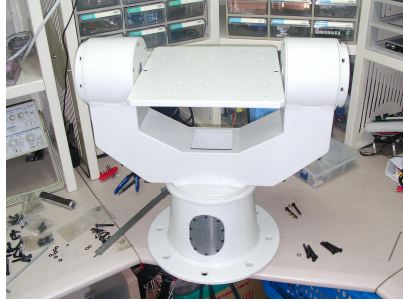


그림 9 최종완성 테스트 사진

IV. 결 론

해상용 Nano Driving Multi Sensor Surveillance System은 다양한 분야의 산업에 곧바로 적용할 수 있는 다양한 기술의 집합체이며 고 부가가치 상품으로 시장이 형성되어 가고 있는 미래산업을 이끌어 나갈 최첨단기술으로, 이를 위한 Nano Driving Precision Pan-Tilt/Gimbals의 최적 설계와 제작은 필수요소이며, 이를 수행하여 그 유용성을 보여주었으며 향후 제품의 상용화를 통하여 실 산업에 다양하게 응용될 것이다..

감사의 글

본 논문은 지식경제부(부산테크노파크)에서 지원하는 2006년부터 시작된 지역산업기술개발사업(지역산업중점기술개발)의 2차년도 사업결과의 일부로 구성되어 있고, 이에 대한 연구지원에 대하여 감사드립니다.

참고문헌

[1] 장철순, 이원부, 해상용 Nano-Driving Multi-Sensor Surveillance System 개발 기술개발에 관한 연구, 2006년 지역산업기술개발사업(지역산업중점기술개발) 2차년도 보고서, 2008. 9.