

DSP제어기, 자이로센서를 이용한 GIMBAL시스템 설계

류정오, 최중경, 최승진, 안기호, 박성수
창원대학교 전기전자공학과,

전화 : 055-549-5751-9 / 핸드폰 : 017-672-3361

The Design of a Direct Driving Gimbal System Using the DSP(TMS320F240) Controller and the Gyroscope

Jong Oh Ryu, Jung Kyung Choi, Seung Jin Choi, Gi Ho Ahn, Sung Su Park
Dept. of Computer Science, Kyungwon University

E-mail : ryu_jeong-oh@hanmailnet

Abstract

This paper presents a design of two gimbal system. One is two axes stabilized platform that is targeted to preserve direction while vehicle that is adhered antiaircraft fire, radar or EOTS is moving. The system maintains stabilization by recovering error using the rate gyro. The other is three axes gimbal system that is intended to simulate various angle movement in space and to test three axes gyroscope. This system determines gyro condition comparing gyro output value with converted motor encoder value.

I. 서론

안정화 시스템이란 관성 공간에서 자기의 자세를 외부의 영향으로부터 안정하게 유지하는 시스템으로 위성체에 탑재되어 안정한 자세를 요하는 시스템, 시선의 방향을 제어하는 시스템, 관성 항법 장치, 망원경, 카메라 안정화 장치, 위성통신(Satellite communication), 표적 추종 시스템(Target tracking system) 등에 이용되고 있으며 광범위하게 응용되고 있다.

사용된다. 관성 기준 방식은 부하에 자이로를 장착하여 부하의 자세를 측정하는 방법으로 본 연구에서 사용한 방식이 되겠다. 표적 기준 방식은 방향지지 제어

시스템을 이용하는 것으로 고정확도의 자세 정보를 얻을 수 있지만 비용이 많이 든다. 특히 자이로를 이용하는 관성 기준 방식에 의한 안정화 플랫폼의 설계는 센서를 이용한 물체의 포착 및 추적을 위한 분야 시스템에 응용되어 산업 및 군사적 목적에 다양하게 사용되고 있다.

김블(Gimbal)은 공간상에서 (1~3) 자유도를 갖고 회전시킬 수 있는 기구 메카니즘이다. 본 논문에서는 자이로를 이용하는 2축 안정화 플랫폼을 설계하며, 더불어 3축 김블 시스템을 설계하여 3축 자이로를 탑재하는 비행기 자세 제어 장치를 위한 시뮬레이터를 제안한다. 2축 안정화 플랫폼은 대공화기 및 레이더 또는 EOTS(Electronic Optical Tracking System)가 장착된 장비가 이동 중에도 외부의 영향을 받지 않고 일정 방향으로 지향성을 유지하도록 하는데 목적이 있다. 3축 김블 시스템은 2축 안정화 플랫폼에 1자유도를 더 추가한 것으로 논문에서 안정화 플랫폼으로 지칭하지 않는 것은 설계 목적이 탑재된 장비의 안정화를 위한 목적보다는 3축 자이로 센서의 성능 검사용 및 3차원 공간에서의 각변위 운동을 자유롭게 발생시키기 위한 시뮬레이터용이기 때문이다.

안정화 알고리즘은 본체의 움직임에 따라 독립된 각속도 자이로(Rate gyro)로부터 얻어지는 각 축 방향의 각속도 정보를 이용하여 수행된다. 이 정보는 제어기 내부에서 필터링 및 적분되어 외부 영향에 의해 발생한 플랫폼의 변위를 보상하기 위한 서보시스템의 지령

입력이 된다. 그리고 시뮬레이터의 구동을 위한 펄스 형태의 위치지령을 단순히 인가하지 않고 위치 오차가 크면 펄스의 속도를 빠르게 하고 오차가 작으면 펄스의 속도를 느리게 하여 구동을 유연하게 하였다. 그리고 자이로를 이용하는 안정화 시스템 및 3차원 시뮬레이터의 구동을 위해 백래쉬가 없으면서 속응성이 빠른 직접구동용 BLDC 서보 전동기를 사용하였으며, 다축 서보 제어를 위해 TI(Texas Instrument)사의 서보 전용 DSP(Digital Signal Processor)인 TMS320F240 프로세서를 이용하는 제어 시스템을 설계하였다.

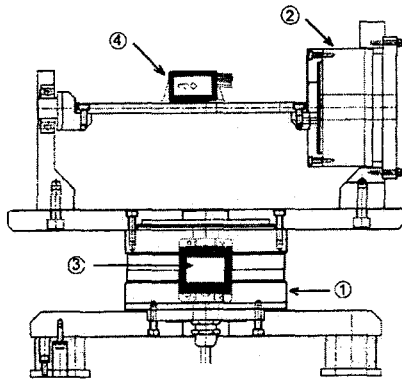
II. 직접 구동 김블 시스템 개요

2.1 안정화 플랫폼 개요

안정화 플랫폼은 직접 구동용 BLDC 서보 전동기, 자이로 센서, 그리고 서보 전용 DSP(TI사의 TMS320F240)를 이용한 제어기로 구성하였다.

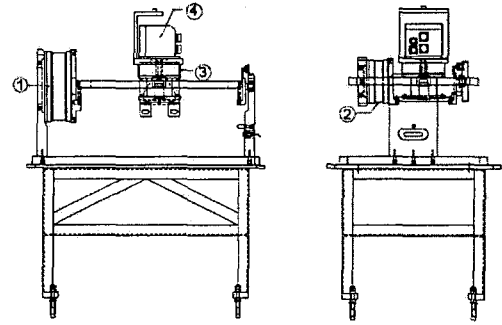
2.2 2축 안정화 플랫폼

2개의 단축 자이로(각속도 측정 자이로)를 사용하여 2축 안정화 플랫폼을 구성하였다.



2.3 3축 김블 시스템

3차원 시뮬레이션 장치로써 3축 자이로(④) 센서의 성능 검사 및 3차원 공간에서의 각변위 운동을 자유롭게 발생시키기 위한 시뮬레이터용으로 그림 2-3과 2-4와 같이 장치를 구성하였다.



III. 직접 구동 전동기 및 구동기

3.1.1 정격 및 특성

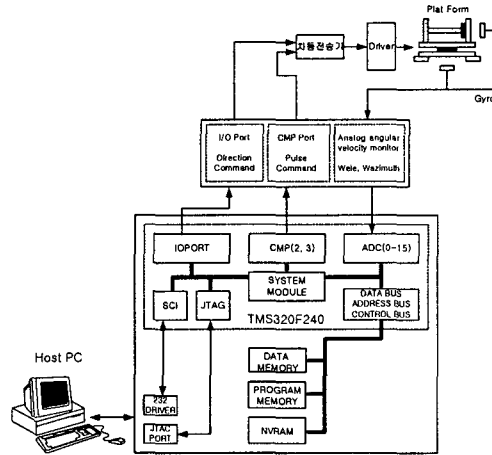
모터명	DM1015B (azimuth)	DM1004C (elevation)
최대토크(N.m)	15	4
최대회전수(rps)	2	2.5
엔코더분해능 (pulse/rev)	655,360	
절대정도	15초	60초
회전자 관성 (kgm ²)	12x10 ⁻³	2.5x10 ⁻³
정격 최대 부하 (N)	200	50
중량(kg)	5.5	3

DSP제어기, 자이로센서를 이용한 GIMBAL시스템 설계

3.1.2 전동기 드라이버

드라이버명	SD1015B52-1	SD1004C04-1
사용전원	100-115 V AC(50/60Hz)	
속도입력신호	아날로그전압: ±10 V DC/2.4 rps	±6V DC/2.4rps
위치입력신호	직렬펄스(serial pulse): 1.572 MHz max.	
토크입력신호	아날로그전압 : ±8V DC/Maximum torque	
회전방향 명령신호	H : CW , L : CCW	
속도출력신호	+6V(CW) ~ -6V(CCW)	
엔코더 출력신호	A상, B상 : 393kHz max.	
	원점신호(origin signal):60p/rev	124p/rev
알림출력신호	과전류, 과전압, 방열판 과열, 저전압, 엔코더 에러, CPU 에러	
중량(kg)	6	1.8

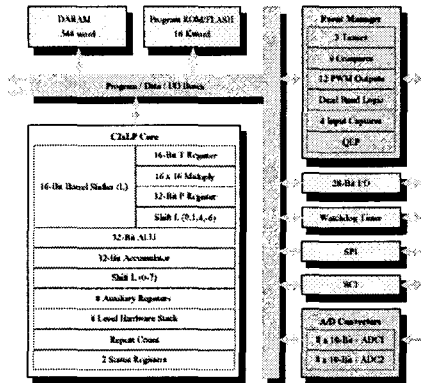
3.1.3 전체 시스템도



IV. 속도패턴에 의한 위치제어 및 안정화 제어 알고리즘

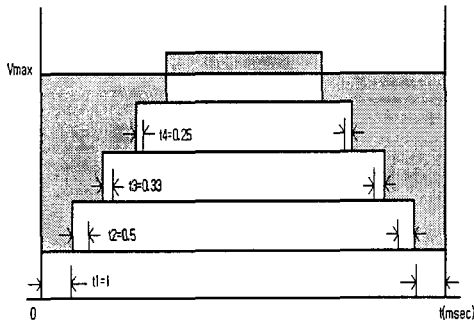
4.1 속도 프로파일링 알고리즘

3.1.2 TMS320F240 구조



본 연구에서 직접 구동 전동기를 스텝으로 구동을 하는데 소프트웨어적으로 고려해야 할 사항들이 있다. 기동시 너무 큰 가속 명령을 줄 수 없다는 것과 자기동 영역을 벗어나는 스텝 속도를 주어서는 안 된다는 것, 그리고 정지시 급감속을 해서는 안 된다는 것 등이다. 이러한 사항들을 모두 고려해서 모터에 스텝 속도 지령을 주기 위해 고안된 방법들이 펄스 속도 지령시 다음과 같은 모양의 속도 궤적들을 따라가도록 프로그램 하는 것이다. 그림에서 각각의 궤적 면적은 주어진 위치로 진행하기 위한 스텝수와 같다. 이 궤적들이 사용되는 경우들도 서로 다른데, 먼저 정속 구간만이 존재하는 그림 6-1(a)의 궤적에 대하여 설명하면 이 직사각형 속도 궤적은 짧은 시간 안에 단거리를 이동하거나 긴 시간 안에 장거리를 이동하는 경우에 사용되어 질 수 있는 궤적이다. 장거리를 짧은 시간에 가기 위해 이 궤적을 이용한다면 정속 구간의 속도치가 커야 하고 이는 전동기에 무리한 속도 스위칭을 요구하게 된다. 그림 6-1(b)의 사다리꼴 속도 궤적은 비교적 먼

거리를 빨리 이동하는데 있어 사용되어질 수 있다. 특히 이 궤적은 가속 및 감속 그리고 정속 구간을 갖고 있어 안정된 구동이 가능하다. 그림 6-1(c)의 삼각형 궤적은 사다리꼴에 비해 같은 거리 이동시 보다 작은 가속 및 감속치가 요구되기 때문에 급 가·감속시 탈조 현상을 방지할 수 있다. 단점이라면 최대 속도치가 사다리에 비해 높다는 것이다. 대부분의 진동기는 적정 토크를 발휘하기 위한 최대 허용 스텝 속도가 정해져 있다.



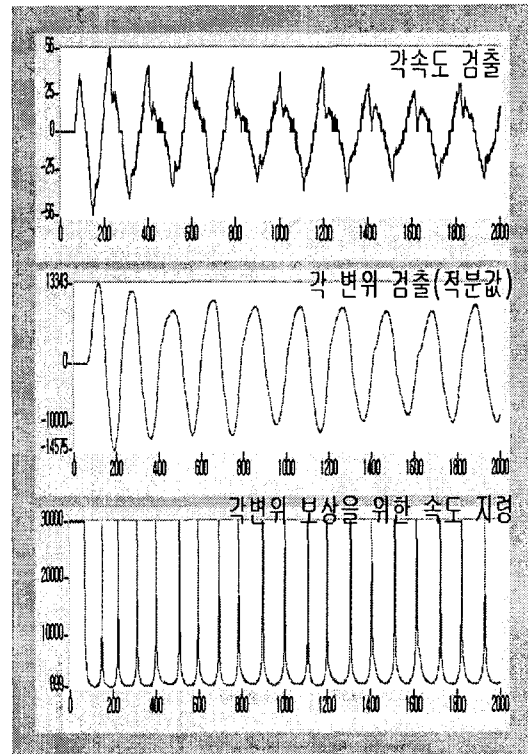
다양한 속도 스텝

4.2 안정화 제어 알고리즘

2축 안정화 플랫폼에서는 자이로 센서가 독립적이므로 해당 센서에서 출력되는 값을 적분하여 현재의 위치 오차를 알아낸다. 이 위치 오차를 0으로 만드는 방향으로 펄스를 발생시켜서 구동기에 입력시켜주면 안정화를 유지하게 된다. 본 플랫폼은 10Hz 이하의 진동 제거를 목표로 설계되었으며 그것보다 큰 진동이 입력되면 안정화되지 않고 계속 진동하는 경우가 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 위치 오차 펄스가 300펄스 이상 벗어나지 않는 경우에는 오차 계산은 계속하고 실제 안정화를 위한 펄스 발생을 하지 않도록 하였다. 기존의 플랫폼 안정화는 오차의 크기에 관계없이 일정 속도로 김블을 구동한 반면 본 연구에서는 적분 오차의 크기에 따라서 진동기의 속도를 가변시켜서 김블이 유연하게 동작하도록 하였다. 그리고

직접 구동 진동기의 사양과 DSP의 타이머 인터럽트 처리 시간문제 때문에 상한과 하한 속도를 정해서 구동하였다. 다음 그림 6-3은 플랫폼 안정화를 위한 진체 순서도이다.

V. 결과 및 결론



안정화 동안의 각속도, 각변위 그리고 보상을 위한 속도지령

참고문헌(또는 Reference)

- [1] TMS320F/C240 DSP Controllers CPU and Instruction Set Reference Guide, Texas Instrument, 1999.
- [2] TMS320F/C240 DSP Controllers Peripheral Library and Specific Devices Reference Guide, Texas Instrument, 1999.