



가위쌍 구조를 갖는 소형 CMG 모듈의 제작과 실험적 검증 연구

A Study on Experimental verification of a miniature CMG module with a scissored pair

저자
(Authors) 김현우, 정슬

출처
(Source) [제어로봇시스템학회 국내학술대회 논문집](#) , 2018.5, 22-23(2 pages)

발행처
(Publisher) [제어로봇시스템학회](#)
Institute of Control, Robotics and Systems

URL <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07449821>

APA Style 김현우, 정슬 (2018). 가위쌍 구조를 갖는 소형 CMG 모듈의 제작과 실험적 검증 연구. 제어로봇시스템학회 국내학술대회 논문집, 22-23

이용정보
(Accessed) 충남대학교
168.***.117.183
2019/09/03 11:14 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

가위쌍 구조를 갖는 소형 CMG 모듈의 제작과 실험적 검증 연구

A Study on Experimental verification of a miniature CMG module with a scissored pair

○김 현 우¹, 정 슬^{2*}

¹⁾ 충남대학교 메카트로닉스공학과 (TEL: 042-821-7232, E-mail: wodnjs2002@gmail.com)

²⁾ 충남대학교 메카트로닉스공학과 (TEL: 042-821-6876, E-mail: jungsl@cnu.ac.kr)

Abstract This paper presents the design and implementation of a miniature control moment gyroscopic(CMG) actuator with a scissored pair. The CMG has two single gimbal CMG(SGCMG) to have the unified torque generation. A single gimbal motor actuates two gimbals by worm gear mechanism. Experimental studies of measuring the induced torque using a force sensor are conducted. The estimated design torque and the measured torque are compared.

Keywords Control moment gyroscope, scissored pair, induced torque

1. 서론

CMG는 고속으로 회전하는 휠과 짐벌로 이루어진 구동기이다. 회전하는 휠이 생성하는 각운동량의 벡터 방향을 짐벌의 움직임을 통해 변경하면, 자이로스코프 원리에 의해 각운동량의 방향과 짐벌의 회전 방향에 수직한 방향으로 토크가 생성된다 [1].

CMG는 직접 구동기를 부착하지 못하는 상황에서도 토크를 생성할 수 있기 때문에 우주 정거장, 위성의 자세제어에 사용되어 왔다. 또한 선박의 횡동요를 억제하기 위해 사용되기도 한다. 최근 들어 소형 위성과 큐브셋이 많아지면서, CMG 역시 소형화의 필요성이 생기고 있다. 또한 사람의 보조기구로써 CMG를 사용하는 연구도 진행되고 있다. 사람이 착용할 수 있는 보조기구로 사용되기 위해서는 소형화가 필수적이다.

짐벌의 형태에 따라 단일 짐벌로 이루어진 SGCMG와 두 개의 짐벌로 이루어진 DGCMG로 나눌 수 있다. SGCMG는 DGCMG에 비해 간단한 구조를 가지고 있어 많이 사용된다. 짐벌의 회전에 의해 토크의 방향이 변경되기 때문에 한 방향으로 토크를 출력하는 것이 어렵다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 두 개의 SGCMG를 서로 반대방향으로 작동하도록 배치하는 가위쌍 구조를 사용한다. 이 경우 원하는 방향의 토크는 서로 상쇄시키고,

원하는 방향의 토크는 증폭시켜 사용할 수 있다.

본 논문에서는 소형 CMG 모듈의 설계와 제작에 대해 소개한다. 제작된 소형 CMG 모듈의 출력 토크를 분석하여, 설계 과정에서 예상한 토크와 비교하여 성능을 확인한다.

2. 소형 CMG 시스템

2.1 소형 CMG 모듈 설계

그림 1은 소형 CMG 모듈의 설계 모습을 나타낸다. 두 쌍의 SGCMG가 서로 마주본 형태로 구성되어 있고 플라이 휠 내부에 휠 모터를 장착하고, 짐벌 모터를 하나로 통합하였다.

짐벌 모터를 하나로 사용하게 되면서 웬기어를 이용하여 두 짐벌을 구동하는 구조이다. 추가적인 모터가 차지하는 공간을 줄일 수 있고, 두 짐벌 사이의 동기화 제어가 필요하지 않다. 플라이휠이 모터를 감싸고 있는 구조로 플라이휠 모터를 위한 공간을 줄일 수 있다.

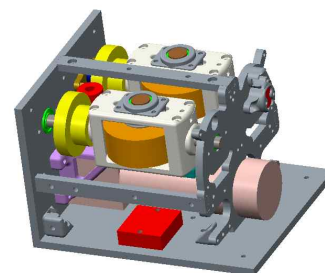


그림 1. 소형 CMG 설계 모습

* 본 논문은 본 연구는 연구재단의 지원(2016R1A2B2012031)에 의해 수행되었으며 이에 감사를 드립니다.

2.2 소형 CMG 모듈 제작

그림 2는 그림 1의 설계대로 제작한 시스템의 모습이다. 플라이 휠 구동 모터는 RC용 소형 BLDC모터가 사용되었고, 짐벌 구동 모터는 DC모터를 사용하였다. 플라이 휠은 황동재질이고 지름은 50mm, 무게는 269g이다. 플라이 휠의 각속도는 10000rpm이다.

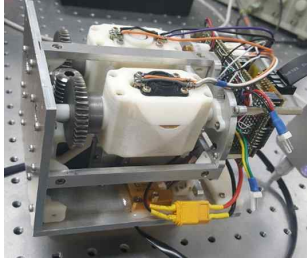


그림 2. 실제 제작 소형 CMG 모듈

3. 토크 측정 실험

3.1 실험 개요

플라이휠이 회전하고 있는 상황에서 일정 주기로 짐벌을 흔들면, 플라이휠의 중심에서 토크가 발생한다. 이 토크를 힘센서로 직접 측정하여 계산된 토크 값과 비교하게 된다.

계산된 토크 값은 각 모터에서 피드백 되는 짐벌 각도와 각속도 데이터 그리고 플라이휠의 각속도 데이터를 이용하여 계산한다.

그림 6는 실험의 개략도를 나타낸다. 소형 CMG 모듈 아래 부분에 녹색으로 표시된 것이 장착된 힘센서이다.

CMG에서 토크가 발생하면 그 토크에 의해 센서에 힘 F 가 발생한다. 이때 센서는 지면, 소형 CMG 모듈 모두와 고정되어 있으므로 힘 F 에 대한 반력이 CMG에 F' 으로 작용한다. F 와 F' 의 크기는 같기 때문에 센서에서 측정된 τ_m 은 CMG에서 발생한 τ 와 같다고 할 수 있다.

장착된 힘센서는 6축으로 힘과 토크를 모두 측정할 수 있다. 이번 실험에서는 토크 한축만을 측정하는 용도로 사용하였다.

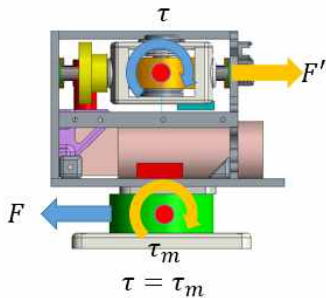


그림 3. 토크 측정 실험 개략도

3.2 실험 결과

가위쌍을 이루고 있는 CMG 1, 2가 출력하는 토크를 계산하면 다음과 같다.

$$\tau_1 + \tau_2 = \dot{\theta}_1 w_f I_f \cos \theta_1 + \dot{\theta}_2 w_{f2} I_f \cos \theta_2 \quad (1)$$

수식 (1)에서 필요로 하는 값들인 플라이휠의 각속도, 짐벌의 각속도, 짐벌의 각도는 모두 DSP로부터 얻을 수 있는 데이터이다. 따라서 그 값들을 이용하여 토크 출력 값을 예상할 수 있다.

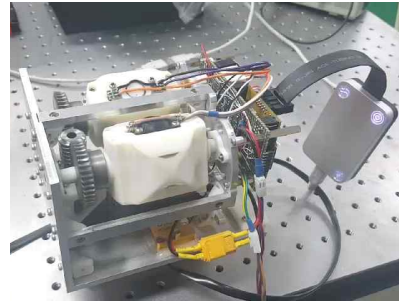


그림 4. 토크 측정 실험 모습.

그림 4는 토크 측정 실험의 모습이다. 힘센서는 그림 3과 같이 시스템 하단에 붙어있다. 그림 5는 주파수가 1Hz일 때의 토크값을 비교한 것이다. 계산된 값과 측정된 값이 매우 유사하게 나타나는 것을 볼 수 있다.

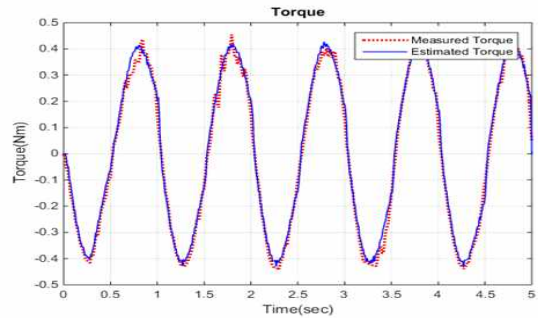


그림 5. 토크 비교(1Hz).

4. 결론

본 논문에서는 가위쌍 구조를 갖는 소형 CMG 모듈을 구성하고 출력 토크를 확인하였다. 실험을 통해 확보한 짐벌 각도, 각속도, 플라이휠의 각속도를 이용해 계산한 토크 값과 실제 측정된 토크 값이 상당히 유사함을 확인하였다.

참고문헌

- [1] S. D. Lee, S. Jung, "A compensation approach for nonlinear gimbal axis drift of a control moment gyroscope", *Mechatronics*, vol.50, pp. 45-54, 2018