

인공위성의 센서 및 구동기에 의한 진동영향 및 소프트웨어적 해결방안 분석

Vibration Effects by Spacecraft Sensors and Actuators and their Software Solutions

서현호† · 김대관* · 이선호* · 용기력*

Hyun-Ho Seo, Dae-Kwan Kim, Seon-Ho Lee, and Ki-Lyuk Yong

1. 서론

일반적으로 인공위성의 센서 및 구동기의 하드웨어를 사용할 경우, 시뮬레이션 해석 모델을 사용하는 것과는 약간 다른 특성을 보인다. 아울러 이러한 하드웨어적 영향은 시뮬레이션 모델의 수정으로 귀결되기도 한다. 이렇게 시뮬레이션 모델을 수정해야만 시뮬레이터의 신뢰성을 확보할 수 있고, 자세성능 요구조건을 만족시킬 수 있는 소프트웨어로 변경할 수 있다. 즉 기존의 소프트웨어에 있는 제어기 파라미터가 시뮬레이션 모델을 변경하기 전에는 자세성능 요구조건을 만족했다 할지라도, 하드웨어 또는 이를 반영한 변경된 시뮬레이션 모델을 적용할 경우는 동일한 파라미터에 대해 자세성능 요구조건을 만족하지 못하는 경우가 있다. 본 논문에서는 이처럼 인공위성의 센서 및 구동기 하드웨어를 적용하면서 발생하는 특성을 확인해본다. 특히 인공위성의 자세, 각속도 등에 미치는 저주파 진동영향을 확인하고, 이를 제어기 파라미터 변경으로 해결하는 방안을 확인해본다.

2. 본론

2.1 센서 및 구동기 하드웨어의 진동영향

지상시험 환경의 예로서 인공위성의 대표적인 센서인 자이로(GRA)와 구동기인 반작용휠(RWA)을 자세제어계 하드웨어로 적용하는 경우를 알아보자. 이때 적용하는 소프트웨어는 휠기반의 자세제어기이다. 자이로 및 반작용휠 하드웨어 유무에 따라 시험결과가 구별되는 Fig. 1 ~ Fig. 3에서 자세에 미치는 저주파 진동의 영향을 확인할 수 있다. 즉 자이로 및 반작용휠 하드웨어가 연결됨으로써 나타나는 6 초

주기의 저주파 진동성분이 인공위성의 자세수렴 지연의 문제를 야기시킨 것이다.

2.2 저주파 진동현상의 소프트웨어 재현

앞 절에서 확인한 지상시험에서의 진동영향을 소프트웨어적으로 재현할 필요가 있다. 자세제어 성능 해석 시뮬레이터 환경에서는 이러한 현상을 재현하고자 자이로 입력에는 시간지연을, 반작용휠에는 시간지연 성분과 전달함수를 각각 추가하였다. 이렇게 기존의 소프트웨어에 없었던 모델링 요소를 센서와 구동기에 적용함으로써 앞 절의 지상시험 환경에서 나왔던 현상을 Fig. 4, Fig. 5 처럼 시뮬레이터 환경에서 재현하였다.

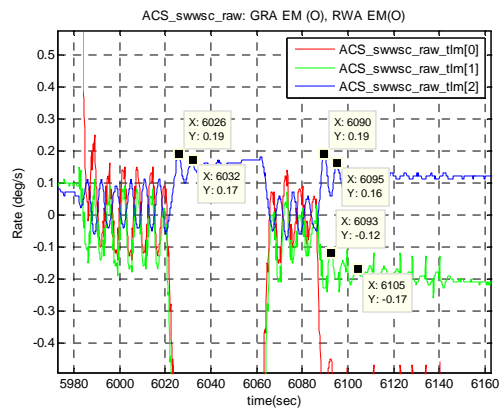
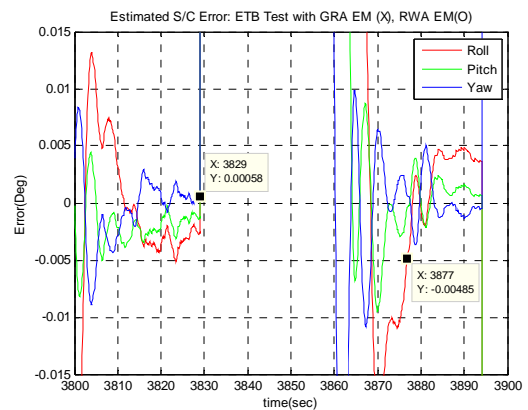


Fig. 1 Test case 1-1 - w/ GRA and w/ RWA



† 교신저자; 한국항공우주연구원 위성제어팀
E-mail : seo2h@kari.re.kr
Tel : (042) 860-2557, Fax : (042) 860-2898
* 한국항공우주연구원 위성제어팀

Fig. 2 Test case 1-2 – w/o GRA and w/ RWA

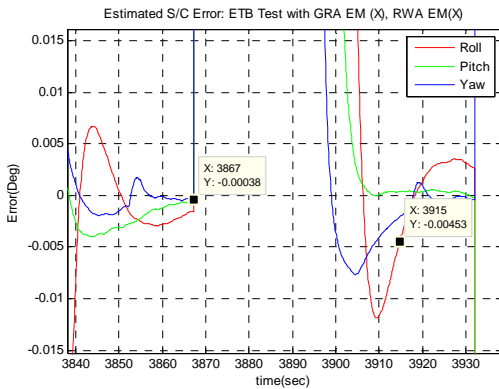


Fig. 3 Test case 1-3 – w/o GRA and w/o RWA

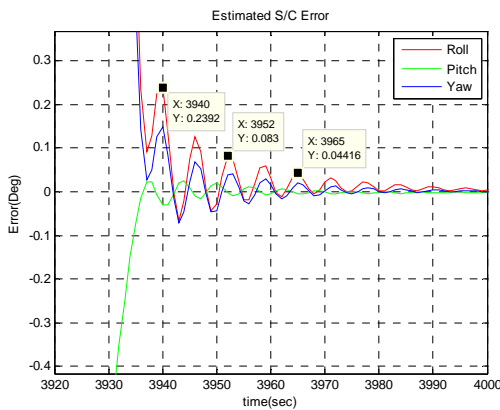


Fig. 4 Test case 2-1 – Assuming Time Delay of GRA

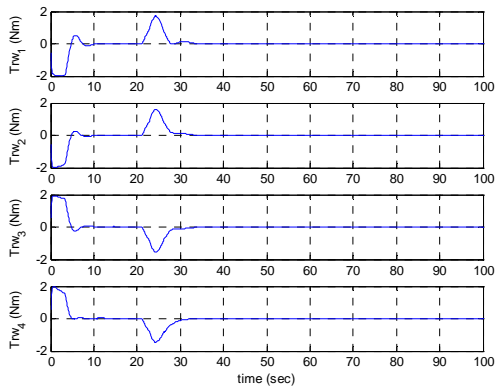


Fig. 5 Test case 2-2 – Assuming Time Delay of RWA

2.3 제어기 파라미터 변경을 통한 진동감소 방안

지상시험 환경에서 나타난 진동현상을 시뮬레이션 모델링에서 재현했으므로 그 다음 단계는 이러한 저주파 진동현상을 해결하는 것이다. 이를 위해 탑재 소프트웨어의 월기반 자세제어기에 적용하는 제어기

관련 파라미터(예. Controller Gain, Bending Filter Frequency)를 변경 적용하였다. 이 때 제어기 대역폭은 27% 증가한 것이며, 변경전과 후의 결과는 Fig. 6 와 Fig. 7 을 비교하면 확인할 수 있다. 이 두 그림은 하드웨어가 연결된 지상성능시험 환경에서 최종적으로 진행된 결과이다. 결국 변경된 제어기 파라미터를 적용하여 저주파 진동현상을 해결하였다.

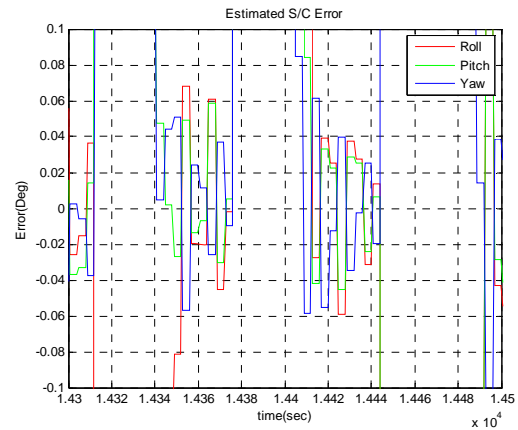


Fig. 6 Test case 3-1 – Before the tuning of software Gain

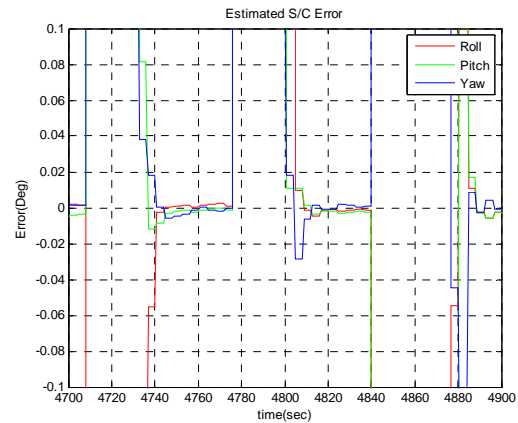


Fig. 7 Test case 3-2 – After the tuning of software Gain

3. 결론

인공위성의 센서 및 구동기 하드웨어에 의한 진동 영향을 분석 및 재현하고 소프트웨어적으로 해결하는 과정을 확인하였다. 결국 인공위성의 하드웨어 중 자세제어 관련 센서 및 구동기 연결시 발생한 저주파 진동문제를 소프트웨어 내부의 제어기 파라미터를 변경 적용함으로써 해결하였다.