

constructed by CODE at University of Bern, the GIM TEC values were obtained along the T-J satellite orbit at the locations and times of the measurements and then binned into various geophysical conditions for direct comparison with the T-J TECs. On the whole, the GIM model was able to reproduce the spatial and temporal variations of the global ionosphere as well as the seasonal variations. However, the GIM model was not accurate enough to represent the well-known ionospheric structures such as the equatorial anomaly, the Weddell Sea Anomaly, and the longitudinal wave structure. Furthermore, there seems to be a fundamental limitation of the model showing the unexpected negative differences (i.e., GPS < T-J) in the northern high latitude and the southern middle and high latitude regions. The positive relative differences (i.e., GIM > T-J) at night represent the plasmaspheric contribution to GPS TEC, which is maximized, reaching up to 100% of the corresponding T-J TEC values in the early morning sector. In particular, the relative differences decreased with increasing solar activity and this may indicate that the plasmaspheric contribution to the maintenance of the nighttime ionosphere does not increase with solar activity, which is different from what we normally anticipate. Among these results, the plasmaspheric contribution to the ionospheric GPS TEC will be presented in this talk and the rest of it will be presented in the companion paper (poster presentation).

## ■ Session : 위성체

4월 29일(목) 16:30 - 17:50 제3발표장

### [ II-3-1] On-Orbit상에서 차세대 저궤도 인공위성의 탑재소프트웨어 교정 방안

최종욱, 이재승, 이상근  
한국항공우주연구원

On-Orbit상에서 인공위성의 탑재소프트웨어를 교정하는 경우는 크게 위성의 하드웨어 문제를 소프트웨어적으로 해결/완화, 임무 중 소프트웨어 기능 향상 그리고 지상테스트 동안 확인되지 못한 소프트웨어 문제를 수정하기 위해서 사용된다. 탑재소프트웨어 설계과정에서 이러한 요구조건을 만족할 수 있도록 탑재소프트웨어가 설계되어야 하며 소프트웨어 교정을 위한 잉여 메모리를 반드시 할당해야 한다. 또한, 탑재소프트웨어 실행파일 생성할 경우에도 각 섹션별로 패치가 가능하도록 메모리 맵을 생성해야 한다. 기존 저궤도 위성에서는 휘발성 메모리인 RAM 영역에 한해서만 탑재소프트웨어 교정이 가능하였으나 현재 개발 중인 차세대 저궤도 위성에서는 비휘발성 메모리 영역 즉 SGM(Safe Guard Memory)와 NVMEM(Non-Volatile Memory)을 이용하여 탑재소프트웨어를 교정할 수 있는 방식을 제공하고 있다. 이 논문에서는 차세대 저궤도 위성의 탑재소프트웨어의 실시간 교정을 위한 탑재소프트웨어 아키텍처와 제한 사항에 대해서 설명하며 실제 탑재소프트웨어를 교정 하는 방안 과 절차에 대하여 설명한다.

### [ II-3-2] 편대비행 위성의 자세 동기화를 위한 SDR 추적 제어기와 Hardware-In-the-Loop 시뮬레이션

정준오, 박상영

연세대학교 천문우주학과 우주비행제어 연구실

편대비행 위성이 공동의 임무를 수행하기 위해서는 편대를 이루는 위성의 각기 다른 초기 오차와 다양한 외란 환경에서도 자세 동기화를 이룰 수 있는 기법이 필요하다. 이 연구에서는 편대비행위성의 자세 동기화를 위하여 비선형 시스템에 대한 준최적 제어기법인 SDR(State-Dependent Riccati Equation)에 기반한 추적 제어기가 사용되었다. 반작용 휠이 포함된 위성의 자세 동역학이 SDR 추적 제어기를 구성하는데 이용된다. 이를 Leader/Follower 편대비행 시스템에 적용하며, 기준 자세를 추적하는 Leader 위성의 자세를 Follower 위성이 추적하여 자세 동기화를 이룰 수 있다. MATLAB과 SIMULINK를 이용한 수치해석적 시뮬레이션으로 추적 제어기의 성능을 검증하였으며, 이에 대한 실시간 HIL(Hardware-In-the-Loop) 시뮬레이션이 수행되었다. 무중력 환경을 모사하는 에어베어링시스템과 세 개의 반작용 휠을 장착한 자세제어 HILS(Hardware-In-the-Loop Simulator)는 PC104 타입의 임베디드 컴퓨터에서 SIMULINK의 xPC Target을 이용한 실시간 시뮬레이션 환경을 제공하며, 이에 적용되는 SDR 추적 제어기는 이산화되어 설계되었다. 또한 SDR 추적 제어기에 대한 안정성을 보장하는 영역이 추정되어 위 추적 제어기가 위성 편대비행에 적합한 자세 동기화 기법임을 보였다.

### [ II-3-3] 인공위성용 별추적기 장착 구조물의 열변형에 의한 지향오차 해석

김선원<sup>1</sup>, 이장준<sup>1</sup>, 현범석<sup>1</sup>, 김경원<sup>1</sup>, 황도순<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국항공우주연구원

인공위성은 궤도상에서 별추적기를 기준으로 자세제어를 수행한다. 이러한 별추적기의 지향방향 정밀도는 위성의 운용 및 관측 성능에 커다란 영향을 미치게 된다. 따라서 별추적기의 지향방향은 초기에 설정된 지향방향으로부터 변화하지 않는 것이 중요하다. 일반적으로 별추적기는 가시영역을 확보하기 위하여 특정한 방향으로 장착되어야 하고 이를 위하여 위성 구조물과 연결시켜 주는 장착 구조물이 적용된다. 이러한 장착 구조물에는 히터가 부착되어 온도 제어를 함으로써 별추적기의 지향오차를 최소화하도록 한다. 이 논문에서는 온도제어를 위해 히터가 작동하여 장착구조물에 온도구배가 발생할 경우 별추적기의 지향방향의 변화가 허용 가능한 수준이내에 해당하는가를 해석적으로 검토한 결과를 기술한다.

### [ II-3-4] 저궤도 위성의 운용에 따른 휠 밸러스트 회로 영향성 분석

윤석택<sup>1</sup>, 원영진<sup>1</sup>, 이진호<sup>1</sup>, 김진희<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국항공우주연구원

저궤도 위성의 주요 부하는 대부분 잉여성을 지니게 설계되며, 위성 본체의 전압 및 전류의 변화에 대한 보호를 위해 밸러스트 회로가 추가적으로 요구 될 수 있다. 이중 휠은 위성의 기동에 사용되는 대용량 부하로 안정화를 위해 밸러스트회로의 설계가 추가적으로 필요하다. 이 논문에서는 이를 위해 위성의 운용상