

[포SB-65] 저궤도 위성의 궤도 특성에 따른 버스 운용 고려 사항

Moon-Jin Jeon, Day-Young Kim, Gyu-Sun Kim
Korea Aerospace Research Institute

저궤도 위성이 발사체에서 분리된 후 탑재 소프트웨어에 의한 초기 동작이 수행되고 나면 초기 운용이 시작된다. 초기 운용 기간에 수행할 모든 절차와 대처 가능한 긴급 상황이 발생할 경우 수행할 절차는 발사 전에 미리 준비된다. 위성의 각 부분의 설계 마진은 최악 조건을 기준으로 반영되어 있기 때문에 발사 이후의 버스 시스템 관점에서의 위성 특성은 요구 사항을 만족하는 범위가 될 것으로 예상이 가능하다. 실제로 발사 후 위성 텔레메트리 분석을 통해 설계 단계에서 예상했던 것 보다 정확한 궤도 특성이 반영된 위성 특성을 파악하였다. 이러한 특성은 설계 시 고려했던 상황과 다르더라도 실제 궤도 특성이 반영된 특성이므로 초기 운용 및 정상 운용 시에 정상적인 상황인 것으로 고려해야 한다. 첫째, 지구 알베도 특성에 따라 태양센서 값이 궤도에 따라 변화한다. 위성의 자세가 정확히 태양을 지향하고 있더라도 태양센서에 지구에서 반사된 빛이 입사되어 자세 제어에 영향을 주게 된다. 알베도의 영향은 적도에서 극지방으로 갈수록 커지며, 계절에 따라 다른 특성을 보인다. 알베도의 영향을 최소화하기 위해 자세 제어 모델에 알베도 효과를 고려하거나 알베도 효과를 무시할 수 있을 정도로 자세 제어 오차 한계를 조정할 수 있다. 둘째, 위성의 지구 회피 회전에 의해 태양 전지판의 온도가 궤도에 따라 변화한다. 위성체는 위성체에 장착된 두 개의 별센서의 가시성 확보를 위해 태양 지향 자세에서 요측으로 일정 속도로 회전한다. 남극 부근에서는 두 태양 센서가 모두 지구의 반대편인 남쪽을 지향하도록 하며, 북극 부근에서는 북쪽을 지향하도록 한다. 이 때 두 태양 센서의 방향에 장착된 태양 전지판은 극지방에서 지구 반대편에 위치하므로 다른 태양 전지판에 비해 낮은 온도를 갖게 된다. 이 논문에서는 위성의 궤도 특성에 따른 고려 사항에 대해 설명하였다.

[포SB-66] 저궤도 위성의 태양 전지판 전개 판단

Moon-Jin Jeon, Day-Young Kim, Gyu-Sun Kim
Korea Aerospace Research Institute

태양 전지판의 전개 여부는 저궤도 위성의 발사 성공 여부를 판단하는 가장 중요한 항목 중 하나이다. 태양 전지판이 성공적으로 전개되어야만 태양 지향 자세제어에 의해 위성 운용에 필요한 전력 생성이 가능하기 때문이다. 그러므로 발사 후 지상국 교신을 통해 최우선적으로 태양 전지판의 전개 여부를 판단한다. 태양 전지판의 전개 여부는 다양한 실패 상황에 가정해 총 5가지 조건을 통해 판단한다. 첫째, SAR1, SAR2의 입력 전류가 모두 0.8A보다 커야 한다. 만약 하나라도 0.8A 미만이라면 한 개 이상의 태양 전지판이 전개되지 않고 1번 태양 전지판이 태양 지향을 하지 못하는 상황이다. 둘째, SAR1 입력 전류와 SAR2 입력 전류의 값이 유사해야 한다. 만약 입력 전류 값이 크게 차이가 난다면 2번과 3번 태양 전지판 중 하나만 태양 지향을 하는 경우이다. 셋째, CSSA#5 출력 전류가 3.2mA보다 커야 한다. 만약 3.2mA보다 작다면 2번과 3번 태양 전지판의 전개가 실패하고 1번 태양 전지판이 태양 지향을 하는 경우 또는 1번 태양 전지판이 전개 실패하고 태양 지향을 하는 경우이다. 넷째, S/C Roll, Pitch, Yaw rate이 모두 0.2 deg/sec 보다 작아야 한다. 만약 body rate이 크다면 1번 태양 전지판의 전개 실패 상황을 예상할 수 있다. 다섯째, 각 태양 전지판의 온도 차이가 35°C 보다 작아야 한다. 만약 온도 차이가 크다면 1번 태양 전지판 전개 실패 상황에서 2번과 3번 태양 전지판이 태양 지향을 하는 경우이다. 총 다섯 가지의 조건을 모두 만족해야만 태양 전지판이 성공적으로 전개되었다고 판단한다. 태양 전지판의 전개 판단은 위성이 발사체에서 분리되고 약 4500초 이후 시점에 스발바드 지상국과의 교신을 통해 확인되었다. 이 시점의 SAR1 입력 전류는 약 2.00A, SAR2 입력 전류는 약 1.93A였기 때문에 모두 0.8A보다 크고 서로 유사한 값을 확인했다. CSSA#5의 출력 전류는 약 3.5mA의 값을 나타냈다. S/C Roll rate은 -0.0084 deg/sec, Pitch rate은 -0.0072 deg/sec, Yaw rate은 -0.0303 deg/sec의 값을 나타냈다. 각 태양 전지판의 최대 온도 차이는 7.7°C의 값을 나타냈다. 5가지 조건을 모두 만족함으로써 태양 전지판 전개는 성공적으로 수행된 것으로 판단했다.