

일정한 시간 간격동안 모은 임의의 관측 데이터를 가지고 궤도 결정을 수행하여 추정된 궤도를 전파하였다. 궤도 결정 알고리즘을 구성하기 위해 기본적인 좌표계, 탐사선에 미치는 지구의 중력에 대한 동역학 모델, 천체력과 탐사선의 동역학 모델로 구성된 관측 모델들을 유도하였으며, 탐사선의 위치와 속도를 추정하는 과정에서 가중치 최소 자승법을 적용하여 추정 궤도와 실제 궤도의 최소화를 유도하였다. 이러한 일련의 과정을 통해 요구한 시각의 탐사선의 위치와 속도를 결정하는 궤도결정 시스템을 구현하였고, 궤도 결정 시스템의 성능을 평가하기 위해 전파된 궤도와 실제 궤도의 차이를 분석하였다. 결과적으로 300초마다 관측데이터를 받을 경우, 2일 이상의 궤도결정 시간간격을 상정했을 때 평균 오차는 각각 약 0.26km RMS(range), 6.84km/s RMS(range-rate) 이내의 결과를 얻었고, 600초마다 관측데이터를 받을 경우, 평균 오차는 각각 약 0.30km RMS (range), 6.35km/s RMS(range-rate) 이내의 안정적인 결과를 얻었다. 이 연구의 결과를 통하여 추후 심화된 심우주 항법 소프트웨어 개발을 위한 기반이 마련될 것이다.

[II -2-3] 위성항법기반 항법장비의 병렬 구성을 활용한 안전성 향상

강우용, 박재익, 이은성, 허문범
한국항공우주연구원 우주응용-미래기술센터 위성항행항법팀

GPS(Global Positioning System)로 대표되는 위성항법시스템(GNSS: Global Navigation Satellite System)은 우주공간의 위성을 이용하여 사용자에게 위치와 함께 시각 정보를 제공해 준다. 위성항법시스템은 항법 분야 뿐 아니라 측량, 측지를 비롯하여 정밀 시각 동기 및 지각변동의 측정까지 다양한 분야에서 활용되고 있다. 항법분야에 있어서 위성항법시스템의 오차를 제거한 정밀한 위치 정보를 이용하여 이동체에 활용하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 위성항법을 움직이는 이동체에 적용할 경우 주변 환경에 따라 위성항법 신호의 오차가 증가하여 급격한 위치 오차를 유발하므로 추가적인 센서 사용을 통하여 안전성을 향상시킬 필요가 있다. 이 논문에서는 위성항법 기반의 위치정보와 이동체에 부착되어 있는 센서 정보를 병렬적으로 사용하는 주행시스템을 구성하고 주행 시험을 수행하였다. 이동체에 부착되어 있는 센서 정보를 이용한 주행시스템의 경우 이동 거리를 측정할 수 있는 엔코더와 조향각을 측정할 수 있는 포텐서미터 그리고 차량 모델을 이용하여 구성하였다. 시험 결과 위성항법 기반의 위치 정보와 이동체의 센서 정보를 이용한 위치 오차의 차이는 0.4m 이내로 위성항법 신호에 급격한 오차가 들어오는 경우 이동체의 센서 정보를 이용하여 감지할 수 있음을 확인하였다.

[II -2-4] GNSS 시뮬레이터를 이용한 이동체 운동궤적의 시각동기화 기술 연구

박재익, 이은성, 강우용, 허문범
한국항공우주연구원 우주응용-미래기술센터 위성항행항법팀

항법분야에 있어서 위성항법시스템의 다양한 오차를 제거한 정밀한 위치 정보를 이용하여 이동체에 활용하는 연구가 진행되고 있다. 실제 환경에서 이동체를 이용한 항법실험을 수행하기 전 실제 환경과 유사한 가상의 실시간 테스트베드를 구축하여 알고리즘 테스트 및 검증 실험을 수행하려 한다. 이를 위해 이동체의

운동을 시뮬레이션하는 운동궤적제어시스템과 실제의 항법신호를 시뮬레이션하는 GNSS 시뮬레이터 사이의 시각동기화는 실시간 시뮬레이션을 구현하기 위해 필수적으로 요구된다. 동기화되지 않은 시각정보는 이동체 운동궤적제어시스템에 의해 생성된 실제의 궤적과 GNSS 시뮬레이터로부터 생성된 궤적사이의 오차를 유발하여 항법수신기의 부정확한 항법신호를 유발한다. 이 연구는 GNSS 시뮬레이터를 이용한 실시간 테스트베드의 구축에 있어 필요한 이동체 운동궤적의 시각동기화 기술 개발을 목표로 한다. GNSS 시뮬레이터는 Spirent 사의 GPS 시뮬레이터가 사용되었다. 이동체의 위치, 속도, 가속도와 같은 움직임을 나타내는 운동에 관한 명령은 적용되어야 하는 정확한 시각이 함께 전송되므로, 이는 그 시각 이전에 GPS 시뮬레이터에 도달해야 한다. 따라서 1초(1 Hz) 또는 0.1초(10 Hz) 사이에 원격제어시스템과 GPS 시뮬레이터사이의 시각 동기화를 구현하였다. 시뮬레이터와의 시각정보 동기화를 위해 Aliphcon사의 PCI-215 타이머카드를 이용하였고, 그 결과, 이동체 운동궤적제어시스템과 시뮬레이터의 시각정보를 10^{-3} 내의 위치오차를 가지는 정밀도로 동기화됨을 확인할 수 있었다.

■ Session : 고층대기
4월 29일(목) 14:00 - 15:40 제3발표장

[I -3-1] 남극세종기지(62°S, 57°W) 유성 레이더로 관측한 중간권계면에서의 중량파 특성

이창섭¹, 김용하¹, 김정환², 최종민¹, 지근화²
¹충남대학교 천문우주학과, ²극지연구소

남극세종기지 상공 중간권계면에서의 중량파(gravity wave)를 연구하기 위해 세종기지 유성 레이더로 관측한 유성 예코를 분석하였다. 2007년 이후 유성 예코의 공간적 이동으로부터 유성 관측 고도에서의 수평 바람 정보를 지속적으로 수집해왔다. 80-100 km 고도에서의 바람 프로파일에서 지구 규모의 성분인 평균 바람(Mean wind), 대기 조석 효과(Tides)를 제거하여 국지적인 규모의 중량파에 의한 바람 변화폭(wind variance)을 결정하였다. 월 단위로 평균한 결과로부터 중량파가 계절과 고도에 대한 뚜렷한 특징을 보이고 있음을 확인하였다. 남극 지역에서의 중량파는 동서방향의 바람(zonal wind)와 저층 대기의 남극 소용돌이(vortex)와 깊은 관련이 있을 것으로 생각된다. 남극 반도에 위치한 Rothera 기지에서의 관측 결과와의 비교를 통하여, 남극 반도에서 발생하는 중량파가 중간권과 저층 대기 사이에서 어떤 역할을 하는 지를 확인할 수 있을 것으로 기대한다.

[I -3-2] Seasonal Variation of Meteor Decay Times Observed at King Sejong Station (62.22°S, 58.78°W), Antarctica

Jeong-Han Kim¹, Yong Ha Kim², Chang-Sup Lee², and Geonhwa Jee¹

¹Korea Polar Research Institute, Korea
²Astronomy & Space Science, Chungnam National University, Korea

A VHF meteor radar at King Sejong Station (62.22°S, 58.78°W), Antarctica has been observing meteors during a period of March 2007–July 2009. We analyzed the height

profiles of the observed meteor decay times between 70 and 95 km by classifying strong and weak meteors according to their estimated electron line densities. The height profiles of monthly averaged decay times show a peak whose altitude varies with season in the range of 80~85 km: higher peak in southern spring and summer than in fall and winter. The higher peak during summer is consistent with colder temperatures that cause faster chemical reactions of electron removal, as effective recombination rates measured by rocket experiments. The height profiles of 15-min averaged decay times show a clear increasing trend with decreasing altitude from 95 km to the peak altitude, especially for weak meteors. This feature for weak meteors is well explained by ambipolar diffusion of meteor trails, allowing one to estimate atmospheric temperatures and pressures, as in previous studies. However, the strong meteors show not only significant scatters but also different slope of the increasing trend from 95 km to the peak altitude. Therefore, atmospheric temperature estimation from meteor decay times should be applied for weak meteors only. In this study, we present the simple model decay times to explain the height profiles of the observed decay times and discuss the additional removal processes of meteor trail electrons through the empirical recombination and by icy particles.

[1-3-3] 중위도 고층대기/전리층 불균일 현상 연구를 위한 VHF 간섭 산란 레이더 설치 및 초기 관측 결과 소개

양태용¹, 곽영실¹, 황정아¹, 이재진¹, 최성환¹, 최호성^{1,2}, 조경석¹, 박영득¹, 김연한¹

¹한국천문연구원 태양우주환경연구그룹, ²과학기술연합대학원

한국천문연구원은 우주환경예보센터(Korean Space Weather Prediction Center) 구축사업의 일환으로 고층대기/전리층의 불균일 현상을 관측할 수 있는 VHF 간섭 산란 레이더를 대한민국 공군과 협의를 통해 충남 계룡 (36.18°N, 127.14°E)에 설치하였다. 이 레이더는 2007년 '우주환경예보를 위한 중저위도 고층대기 관측시스템 설계'를 위한 기초연구'를 통해 선정되어 2009년 설치가 완료되었으며 12월 말부터 정상 관측을 수행하고 있다. 5 소자의 총 24기의 안테나가 12x2의 배열을 이루어 최대 출력 24kW, 단일 주파수 40.8MHz로 전리층 E층과 F층을 관측하여 중위도 고층대기의 불균일 현상을 관측하고 있다. 앞으로 천문연구원의 전천카메라, 자력계, 신틸레이션 모니터와 더불어 중위도 지역의 고층대기와 우주환경예보에 대해 지속적인 관찰 및 연구가 가능하다. 이 발표에서는 우리나라의 첫 고층대기/전리층 관측 VHF 레이더의 설치 과정과 현재까지 계룡 관측소에서 관측한 중위도 전리층의 레이더 초기 관측 자료를 소개하고자 한다.

[1-3-4] Extreme Enhancements in GPS TEC on 8 and 10 November 2004

Jong-Kyun Chung¹, Gunhwa Jee², Eojin Kim³, Yong Ha Kim³, and Jungho Cho¹

¹Space Geodesy Research Group, Korea Astronomy and

Space Science Institute, Korea

²Polar Climate Research Center, Korea Polar Research Institute, Korea

³Dept. of Astronomy & Space Science, Chungnam National University, Korea

It is a mistaken impression that the midlatitude ionosphere was a very stable region with well-known morphology and physical mechanism. However, the large disturbances of midlatitude ionospheric contents in response to global thermospheric changes during geomagnetic storms are reported in recent studies using global GPS TEC map and space-born thermospheric UV images, and its importance get higher with the increasing application areas of space navigation systems and radio communication which are mostly used in the midlatitudes. Positive and negative storm phases are used to describe increase and decrease of ionospheric electron density. Negative storms result generally from the enhanced loss rate of electron density according to the neutral composition changes which are initiated by Joule heating in high-latitudes during geomagnetic storms. In contrast, positive ionospheric storms have not been well understood because of rare measurements to explain the mechanisms. The large enhancements of ground-based GPS TEC in Korea were observed on 8 and 10 November 2004. The positive ionospheric storm was continued except for dawn on 8 November, and its maximum value is ~65 TECU of ~3 times compared with the monthly mean TEC values. The other positive phase on 10 November begin to occur in day sector and lasted for more than 6 hours. The O/N2 ratios from GUVI/TIMED satellite show ~1.2 in northern hemisphere and ~0.3 in southern hemisphere of the northeast Asian sector on 8 and 10 November. We suggest the asymmetric features of O/N2 ratios in the Northeast Asian sector may play an important role in the measured GPS TEC enhancements in Korea because global thermospheric wind circulation can globally change the chemical composition during geomagnetic storms.

[1-3-5] Plasmaspheric contribution to the GPS TEC

Geonhwa Jee¹, Han-Byul Lee^{1,2}, Yong Ha Kim², Jong-Kyun Chung³, Jungho Cho³

¹Korea Polar Research Institute, Korea

²Department of Space and Astronomy, Chungnam National University, Korea

³Space Geodesy Research Group, Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

We performed a comprehensive comparison between GPS Global Ionosphere Map (GIM) and TOPEX/Jason (T-J) TEC data for the periods of 1998~2009 in order to assess the performance of GIM over the global ocean where the GPS ground stations are very sparse. Using the GIM model