

고 있다. 우주공간을 비행하는 우주물체는 분쇄된 파편, 임무 관련 파편, rocket body 그리고 운용위성으로 구분된다. U.S. Space Surveillance Network에 따르면 10cm 이상 크기를 갖는 물체는 현재 13,000개가 넘는다고 알려지고 있고 질량만 해도 6,000톤이 넘는다. 이런 우주파편 환경으로 인하여 우주파편 간의 충돌, 우주파편과 운용위성 간의 충돌 또는 운용위성 간의 충돌에 대한 우려가 꾸준히 제기되어왔고, 불행하게도 2009년 2월 10일 Iridium 33과 Cosmos 2251 위성이 고도 790km 부근에서 충돌하여 1,300여개의 우주파편이 발생했다. 또한 2007년에 중국이 고도 860km 부근에서 750kg에 해당하는 자국의 위성 (FY-1C)을 미사일로 격추시킴에 따라 2500여개의 우주파편이 발생하여 저궤도의 우주파편 환경을 더욱 심각하게 만들고 있다. 운용위성과 우주파편과의 충돌 가능성을 분석하기 위해서는 우주파편 및 위성의 궤도정보를 알아야 한다. 이를 위해서 NORAD(North American Aerospace Defense Command)에서 제공하는 TLE(Two Line Element)가 주로 이용된다. 하지만 관측 및 궤도 결정 특성상 수 km의 오차를 포함하므로 궤도정보의 공분산이 크다는 단점이 있으므로 충돌 분석을 수행하는데 있어 한계가 있다. 이 논문은 충돌분석 수행에 있어 TLE 정보만을 이용한 경우뿐만 아니라 정밀궤도와 TLE를 동시에 이용한 경우를 비교함으로써 충돌 불확실성의 해소방안을 제시할 계획이다.

**■ Session : 우주측지**  
**10월 30일(금) 15:45 - 17:00 제2발표장**

**[VI-2-1] IVS통합분석센터 운영전략**  
 광영희<sup>1,2</sup>, 조정호<sup>2</sup>

<sup>1</sup>아주대학교 우주계측정보공학과, <sup>2</sup>한국천문연구원

한국천문연구원은 2008년 10월 IVS(International VLBI Service for Geodesy and Astrometry) 통합분석센터로 선정되어 현재 정규운영을 위한 준비 작업을 진행하고 있다. IVS 통합분석센터는 개별 IVS 분석센터에서 산출한 산출물을 통합하여 개별 분석센터 산출물의 품질을 검증하고 국제 지구기준좌표계 구성에 필요한 입력 데이터를 제공하는 기능을 한다. 이 연구에서는 IVS통합분석센터로서의 역할과 향후 IVS 통합분석센터의 운영계획에 대해 초점을 맞춘다. VLBI 산출물 통합을 위해 다른 IVS 통합분석센터와 차별화하여 GPS 자료처리 소프트웨어 Bernese 5.0에서 제공하는 정규방정식 단계 통합 프로그램인 ADDNEQ2를 활용할 계획이다. 이와 관련하여 VLBI 데이터 처리에 적합하도록 ADDNEQ2를 수정 보완한 사항과 수정된 ADDNEQ2로 통합한 예비 결과에 대해 집중적으로 논의한다. 이와 더불어 산출한 예비 결과를 각 개별 IVS 분석센터 산출물을 바탕으로 비교 검증한 결과를 소개한다.

**[VI-2-2] GPS 신호의 전파염폐(Radio Occultation)방법을 이용한 연직 수증기량 산출**  
 노경민<sup>1</sup>, 조정호<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국천문연구원 우주측지연구그룹

저궤도위성에서 수신한 지구대기에 의해 염폐된(Occulted) GPS 신호를 이용한 연직 수증기량 산출에 관해 다루었다. 전파염폐(Radio Occultation) 기법은 원래 행성대기에 의해 염폐된(Occulted) 별빛을 이용하여 행성의 대기를 분석하는데 사용되던 기법을 일컫는 말로 최근엔 GPS를 이용한 지구대기 분석에 활용되고 있다. 1995년 GPS/MET 위성을 통해 처음으로 GPS 전파염폐 기술을 통한 대기정보의 연직분포를 산출하였고, 현재는 COSMIC 위성군을 비롯해 많은 저궤도위성에서 GPS 전파염폐 기술을 통해 온도, 압력, 습도 등의 연직분포를 산출하고 있다. 이 중 연직 수증기량 분포는 기상예보를 위한 수치모델(Numerical Weather Model)에서 매우 중요한 초기 값이다. GPS 전파염폐 기술을 통한 연직수증기량 산출은 라디오존데(Radiosonde)나 마이크로미터와 같은 연직수증기량 관측기의 검증 및 상호 통합활용이라는 측면에서 활용가치가 매우 높다. 특히, GPS 전파염폐 기법은 시공간적 제약이 상대적으로 전 지구적인 기후분석에는 적합한 기법으로 주목을 받고 있다. 이 연구에서는 COSMIC에서 제공하는 굴절각(Bending Angle)정보를 이용하여 연직 수증기량을 산출하는 알고리즘을 구현하였다. 또한 천문원이 보유하고 있는 마이크로미터에서 산출한 가강수량과의 비교-검증하기 위한 방안을 도출하였다. 이 연구결과는 현재 진행 중인 다목적실용위성 5호의 전파염폐용 수신기의 활용에 기여할 것으로 기대된다.

**[VI-2-3] 다년간(2000-2008) GPS 자료를 이용한 가강수량의 연간변화경향 분석**

손동호<sup>1</sup>, 조정호<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국천문연구원

우주측지 정밀도 향상을 위해 대류층 지연오차의 정확한 산출은 필수적이다. 한국천문연구원은 GPS 자료를 이용하여 대류층 지연오차 요인인 대기 중의 수증기량을 정확히 산출하는 연구를 수행하고 있다. 또한, 1999년부터 GPS 관측을 시작한 이래로 10년 이상의 연속 관측자료를 보유하고 있다. 이 연구에서는 2000년부터 2008년까지 한국천문연구원의 GPS 상시관측소 5곳(서울, 대전, 목포, 밀양, 속초)의 GPS 가강수량을 산출하고 이들의 다년간 변화경향을 분석하였다. 산출된 GPS 가강수량을 라디오존데 관측값과 비교하여 신뢰도 검증하였다. 선형회귀방법을 통하여 GPS 가강수량에 대한 경향을 분석하면 관측 지역마다 기술기의 차는 있으나 전체적으로 시간이 지날수록 GPS 가강수량이 증가하는 경향을 보였다. 해당 기간동안 GPS 가강수량의 연간 변화량은 평균 0.20mm 증가하였고 목포의 경우 0.25mm로 가장 큰 변화량을 보였으며 서울이 0.16mm로 가장 작은 변화량을 보였다. 여름철 연간 변화량은 평균 0.32mm 증가하였고 겨울철은 평균 0.08mm 감소하였다. 일반적으로 기온이 상승하면 상대습도가 내려가 수증기의 증발이 활발해져 대기 중의 수증기량이 증가한다. 최근 10년간 기상청의 기온은 매해 평균 0.16℃씩 증가하였으며 대기 중의 수증기량과 직접적으로 연관되어 있는 GPS 가강수량의 변화 경향과 유사함을 확인하였다.