

GPS 정밀단독측위 기법을 이용한 준실시간 선박 위치추적

Near-Real-Time Ship Tracking using GPS Precise Point Positioning

하지현*, 허문범*, 남기욱*

Ji-hyun Ha*, Moon-Beom Heo* and Gi-Wook Nam*

요 약

현재 대부분의 선박은 해상에서의 안전한 운항을 위하여 GPS를 이용하여 선박 위치를 파악하고 있다. 이 연구에서는 GPS 정밀단독측위기법을 이용하여 준실시간으로 해상 선박의 위치를 결정하고, 그 정밀도를 분석하였다. 이를 위하여 선박에 GPS 장비를 설치하여 남해안 관측을 실시하였다. 정밀단독측위 기법을 이용한 GPS 관측데이터 처리를 위하여 JPL에서 개발한 GIPSY-OASIS를 이용하였으며, 안테나 위상 중심 변동량과 해양 조석하중에 의한 지각 변동량, 그리고 방위각 방향으로의 대류층 지연량을 보정하였다. 그 결과 이 연구에서 산출한 준실시간 좌표는 ~1cm 수준의 정밀도를 달성하였다.

Abstract

For safety navigation of ships at sea, ships monitor their location obtained from Global Positioning Satellite System (GNSS). In this study, we computed near-real-time positions of a ship at sea using GPS Precise Point Positioning (PPP) technique and analyzed precision of the near-real-time positions. We conducted ship borne GPS observations in the south sea of Korea. To process the GPS data using PPP technique, GIPSY-OASIS (GPS Inferred Positioning System-Orbit Analysis and Simulation Software) developed by the Jet Propulsion Laboratory was used. Antenna phase center variations, ocean tidal loading displacements, and azimuthal gradients of the atmosphere were corrected or estimated as standard procedures of high-precision GIPSY-OASIS data processing. As a result, the precisions of near-real-time positions was ~1cm.

Key words : GPS, Ship positions Tracking, near-real-time, Precise Point Positioning

I. 서 론

선박을 이용한 물류운송이 활발해짐에 따라 해상에서의 선박과 선박간의 충돌, 혹은 선박과 진출입로 상에 있는 시설물과의 충돌 사고가 발생하고 있으며, 특히 선박의 교통량이 많은 항로나 항구에서 사고가

증가하고 있다[1]. 이와 같은 선박 충돌 사고는 해상 유류 유출, 교량 파괴, 송전선 절단 등과 같이 대형 사고로 확대될 수 있어, 현재 세계 각국에서는 선박 안전 운항을 위하여 다양한 항로표지를 이용하고 있다. 항로표지에는 광파표지, 음파표지, 형상표지, 전파표지 등이 있으며, 이 중 광파표지는 야간에 등화

* 항공우주연구원 위성항해항법팀(Satellite Navigation Department, Korea Aerospace Research Institute)

· 제1저자 (First Author) : 하지현

· 투고일자 : 2010년 10월 13일

· 심사(수정)일자 : 2010년 10월 14일 (수정일자 : 2010년 10월 21일)

· 게재일자 : 2010년 12월 30일

하여 위치를 표시하는 것으로 등대가 대표적이다. 음파표지는 눈, 비, 안개 등으로 인해 시야가 좋지 않을 때 음향을 이용하여 위치를 표시하는 것이며, 형상표지는 색체, 형상 등을 이용하여 위치를 표시하는 것으로 부이(buoy)가 대표적이다. 전파표지는 선박이 육상의 표지를 이용한 위치측정이 어려울 경우 전파를 이용하여 선박의 위치를 결정하는 것으로, GPS(Global Positioning System)와 라디오 비컨 등을 이용한 선박위치결정시스템이 이에 해당된다.

GPS를 이용한 선박위치결정시스템은 미국의 NDGPS(Nationwide Differential GPS) 네트워크가 대표적이다. 미국의 NDGPS 네트워크는 1999년부터 강과 항구 및 항만, 그리고 항만 주변지역에서부터 20해리 떨어진 연안 지역에 대하여 선박의 정확한 위치정보 제공을 목표로 개발을 시작하였으며, 2005년 이후 데시미터(decimeter) 급의 위치정확도 달성을 위한 HA-NDGPS(High Accuracy-NDGPS) 시스템 개발 진행하고 있다[2]. 현재 미국 HA-NDGPS 시스템은 미 해양경비대, USACE(U. S. Army Corps of Engineers), 그리고 미교통부(DOT, Department of Transportation)가 공동으로 운영하고 있으며, 미농무부(USDA, U. S. Department of Agriculture), NPS(National Park Service), USGS(U. S. Geological Survey)가 실시간 측위 및 항법, GIS 응용 기술 개발에 참여하고 있다.

국내의 경우 국토해양부에서 선박 위치결정을 위한 NDGPS 네트워크를 운영하고 있다. 국토해양부 NDGPS 네트워크는 1999년 팔미도 등대에 해양용 GPS 시스템을 설치한 것으로 시작되었으며, 이후 해안지역과 도서지역을 중심으로 네트워크가 확대되었다. 2004년 이후 광역서비스를 위하여 무주와 영주 기준국을 시작으로 내륙지역으로 서비스 범위가 확대되었으며, 현재 11개의 해안기준국과 9개의 감시국, 6개의 내륙기준국으로 구성되어 있다. 그림 1에 국내 NDGPS 관측소 현황[3]을 나타내었다. 미국의 HA-NDGPS 개발과 더불어, 국내에서도 2005년 NDGPS 네트워크를 이용한 HA-NDGPS 응용 연구가 진행되었으며[4], 이를 통해 기존 관측소의 시스템 성능향상과 안정성 강화를 위한 기술이 제안되었다.

HA-NDGPS는 저주파 라디오 방송(low radio frequency broadcast), 쿼드-주파수 수신기 사용

(quad-frequency receiver), 이온층과 대류층 오차 보정 능력 향상(improved Atmospheric correction)을 특징으로 하는 기술이다[5]. 이 중 이온층과 대류층 오차 보정 기술은 데시미터급의 위치 정확도 달성을 위한 핵심 기술일 뿐만 아니라 악조건의 우주환경과 불규칙한 대기 조건에서도 목표한 성능 달성함으로써 시스템의 신뢰도와 안전성을 확보할 수 있는 기술로 여겨지고 있다[4].

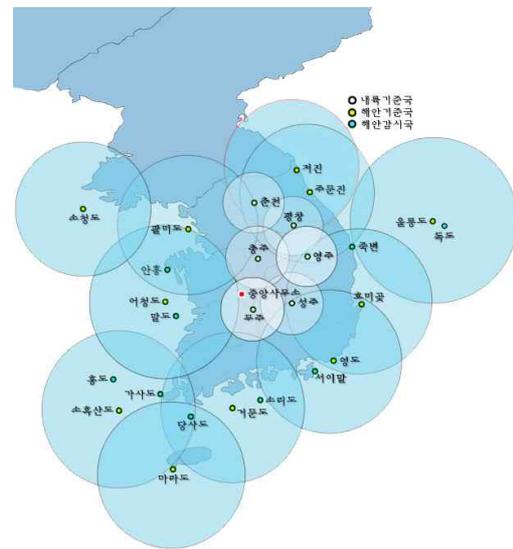


그림 1. 국내 NDGPS 운영현황
Fig. 1. NDGPS permanent stations in Korea peninsula.

NDGPS 네트워크와 같이 현재 사용되고 있는 선박위치결정시스템은 상대항법 기술로써 기준국과의 거리가 가깝고 정확한 정보를 제공 받을 수 있을 경우 비교적 쉽게 정확한 위치정보를 결정할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 기준국과 거리가 멀거나, 기준국에서 제공된 정보에 오차가 포함된 경우 선박 위치 정보 정확도에 직접적으로 영향을 주게 된다. 특히 현재 운영되고 있는 NDGPS 시스템은 연근해를 서비스 대상으로 하고 있어, 원해에서 운항중인 선박에서는 정확한 위치 결정이 어렵고, 정밀도도 낮다. 따라서 상대항법 기술과 더불어 정밀단독측위(PPP, Precise Point Positioning) 기술과의 상호보완을 통하여 정확하고 안정적인 위치정보 제공 시스템 개발이 필요하다.

이 논문에서는 PPP 기법을 이용한 선박위치추적

기초 연구로서, 충돌 사고가 비교적 빈번한 지역인 항구와 진출입로를 대상으로 선박의 위치를 결정하고 정밀도를 분석하였다. 또한 GPS를 이용한 정밀위치결정에 있어서 주요 오차요인인 대류권 오차에 대한 영향을 평가하였다.

II. 해상 관측 실험 및 데이터 처리 방법

해상에서 GPS 관측데이터를 수집하기 위하여 해양연구원의 이어도호를 이용하여 해상관측을 실시하였다. 해상 관측은 국립기상연구소 주관의 2009 위험기상 관측실험의 일환으로 진행되었으며, 2009년 8월 22일부터 9월 9일까지 19일간 관측이 진행되었다. 관측 항로는 거제도 장목항에서 제주 구간이었으며, 남해안 지역의 위험기상 예측 성능 향상을 위한 해상 집중관측을 목표로 하였다. GPS 관측데이터 수집을 위하여 2009년 8월 22일 TRM41249.00 안테나와 Septentrio PolaRx2 수신기를 설치하였으며, 30초 간격, 하루 단위의 관측데이터를 수집하였다. 그림 2에 GPS 장비 설치 모습을 나타내었다.

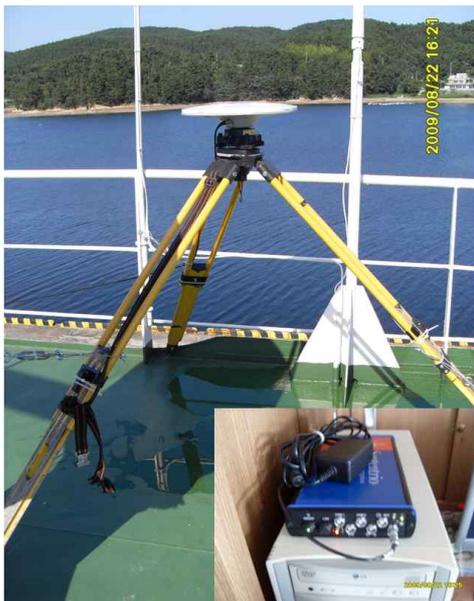


그림 2. 이어도호 GPS 장비 설치 모습
Fig. 2. Installation of a GPS antenna and receiver set at leodo-Ho.

이어도호는 UTC(Universal Time Coordinated) 기준

2009년 8월 25일 03시경 출항하였으며, 05시까지 최대 13kn 속도로 항구를 벗어났다. 이 연구에서는 선박이 항구에 정박 중일 때인 8월 24일부터 출항이 이루어진 8월 25일까지의 관측데이터를 이용하여 선박의 위치를 추적하였다.

GPS 처리를 위하여 GIPSY-OASIS II v.5.0(GPS Inferred Positioning System-Orbit Analysis and Simulation Software II version 5.0, 이하 GIPSY5라 칭함)이용하였다. GIPSY5는 JPL(Jet Propulsion Laboratory)에서 개발한 고정밀 데이터 처리 프로그램으로서, 가장 큰 특징은 PPP 기법 사용이 가능하다는 것이다. PPP는 IGS(International GNSS Service)나 JPL에서 궤도력과 함께 제공하는 위성시계오차 정보를 이용하여 관측소의 위치를 산출하는 기법이다[6]. 따라서 기준국 데이터 없이 위치를 알고자 하는 관측소의 GPS관측데이터만 있어도 정밀한 좌표결정이 가능하며, 데이터 처리 속도도 비교적 빨라서 30초 간격의 24시간 관측데이터를 처리하는데 1분 이하의 시간이 소요된다. GPS 궤도력에는 정밀궤도력(precise orbits), 신속궤도력(rapid-orbits), 초신속궤도력(ultra-rapid orbits), 그리고 방송궤도력(broadcast ephemerides)가 있으며[6], 이 논문에서는 준실시간 좌표 결정에 적합한 IGS 초신속궤도력(ultra-rapid orbits)을 이용하였다.

데이터 처리시 주요오차요인인 안테나 위상중심 변동량(PCV, phase center variations), 해양조석하중에 의한 지각변위(OTL, ocean tidal loading (OTL) displacements), 그리고 방위각 방향으로의 수증기 변화량(azimuthal gradient)을 보정하였으며[7], 임계고도 각은 15°로 처리하였다. PCV 보정을 위하여 절대보정(absolute calibration) 기법[8]을 이용하였으며, OTL 보정을 위하여 FES2004 모델[9]을 적용하였다. 대류층 지연량은 선형적 수치[10]를 이용하여 random walk process로써 추정하였으며, 매 5분 간격으로 산출하였다. 준실시간으로 산출한 좌표의 정확도 분석을 위하여 GIPSY5와 정밀궤도력을 이용한 결과를 참값으로 가정하여 준실시간 위치추적 성능을 분석하였다. 이 논문에서는 정밀궤도력을 이용한 PPP 좌표 추정 결과를 PPPTRUE, 준실시간 PPP 좌표 추정결과를 PPPNRT로 표기한다.

III. 준실시간 위치추적

3-1 NDGPS와 PPPTRUE 위치 비교

이 논문에서는 PPPTRUE와 PPPNRT의 성능 비교에 앞서, PPP 기법을 적용한 위치정보와 기존 NDGPS 선박위치정보시스템 위치 결과를 상호 비교하였다. 본 논문에서 수집한 선박 NDGPS 자료는 5초 간격으로 위도와 경도 좌표만을 제공하고 있어, 위도와 경도 방향으로의 좌표를 비교하였다. 그림 3은 이어도호가 장목항에 정박 중일 때인 8월 24일(DOY, Day of Year, 236) 00시(UTC)부터 출항 후인 8월 25일(DOY 237) 05시(UTC)까지의 좌표 산출 결과이다. 그림 3의 검은색 점은 NDGPS 좌표이며, 흰색 점은 PPPTRUE 결과이다.

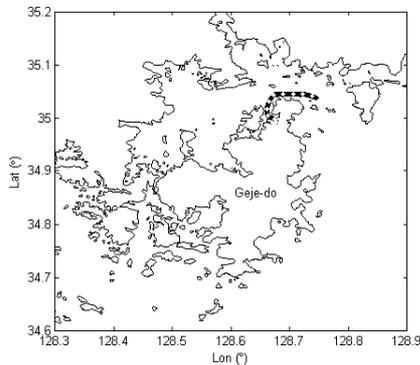


그림 3. 2009년 8월 24일부터 25일 05시까지의 이어도호 이동 경로

Fig. 3. leodo-Ho location from 00h on August 24th to 05h on August 25th, 2009.

그림 3을 보면, 이어도호는 장목항을 출발하여 거제도 해안선을 따라 이동하였음을 알 수 있으며, NDGPS와 PPPTRUE가 서로 유사한 경향을 보임을 알 수 있다. 출항이 이루어지기 전까지는 위도와 경도 방향으로의 변화가 거의 나타나지 않으므로, 출항이 이루어진 DOY 237일을 대상으로 NDGPS와 PPPTRUE 결과에 대한 상관관계를 분석하였다. NDGPS와 PPPTRUE의 시간을 맞추기 위하여 NDGPS 좌표를 내삽하였다. 그림 4(a)는 위도 방향, 그림 4(b)는 경도 방향 결과이다.

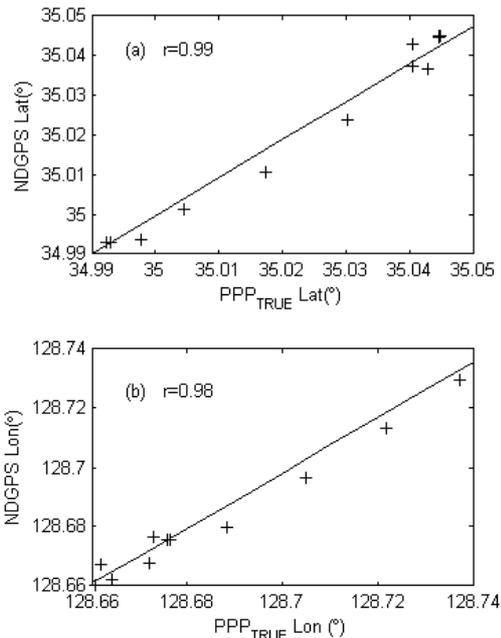


그림 4. 2009년 8월 25일 NDGPS와 PPPTRUE 위도와 경도 상관관계 분석

Fig. 4. Correlation analysis of latitude and longitude values between NDGPS and PPPTRUE on August 25th, 2009.

그림 4를 보면, NDGPS와 PPPTRUE가 위도와 경도방향으로 거의 선형 관계로 나타났으며, 상관계수 r 이 0.99와 0.98로 나타나 NDGPS와 PPPTRUE 좌표 사이의 상관관계가 매우 높은 것을 알 수 있다. 두 좌표 결과 사이의 차이는 평균 위도 1.5", 경도 1.9"로 나타났다.

3-2 PPPNRT 성능 분석

이 논문에서는 항구에 정박 중일 때(DOY 236)와 출항할 때(DOY 237)의 좌표를 이용하여 PPPNRT 위치추적 성능을 분석하였다. 그림 5(a)-(f)는 DOY 236일, 그림 5(g)-(l)은 DOY 237일의 결과로, 남-북, 동-서, 수직방향으로 PPPTRUE와 PPPNRT를 나타낸 것이다. 그림 5(a)-(c), 그림 5(g)-(i)는 기준좌표(ITRF2005 기준, X: -3268859.962m, Y: 4083748.743m, Z: 3637244.311m)로부터 PPPTRUE의 좌표 변동량이

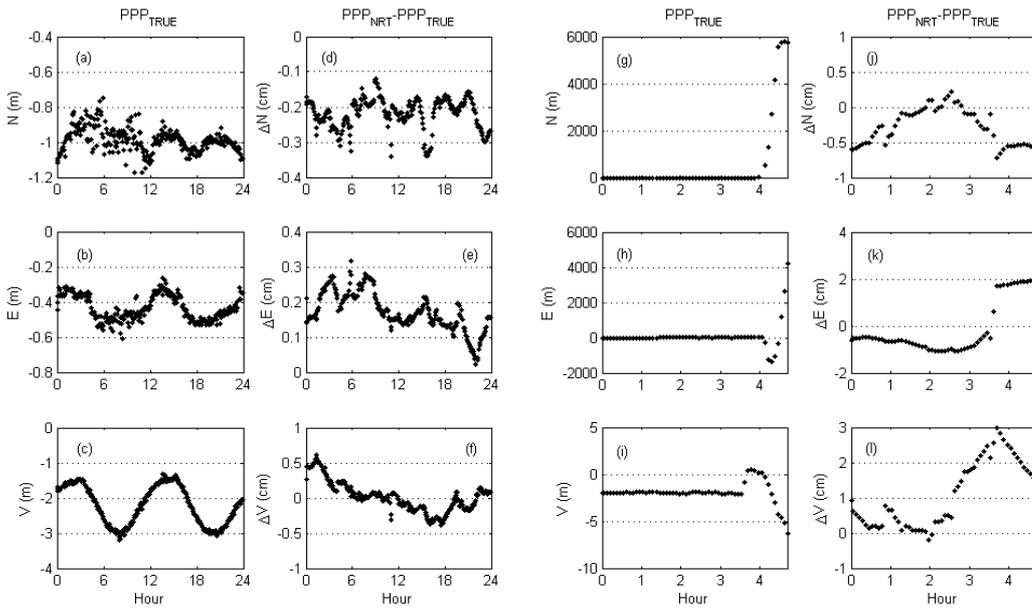


그림 5. 2009년 8월 24일부터 8월 25일 05시까지 정밀단독측위 기반 이어도호 좌표 산출 및 비교 결과
 Fig. 5. leodo-Ho positions and differences between PPPTRUE and PPPNRT from 00h on August 24th to 05h on August 25th, 2009.

며, 그림 5(d)~(f), 그림 5(j)~(l)은 PPP_{TRUE}에 대한 PPP_{NRT}의 좌표오차를 나타낸 것이다.

그림 5(a)~(c)를 보면 이어도호가 정박 중일 때 수평(남-북, 동-서)방향으로 0.4m, 수직방향으로 2m 폭에서 좌표가 변동하는 것을 볼 수 있다. 반면 선박이 출항 한 후에는 선박의 움직임(그림 3참고)에 따라 남-북, 동-서 방향으로의 좌표 변동량은 크게 나타났다. DOY 237일 03시 이후 수평방향으로 6km, 수직방향으로 8m 폭에서 좌표가 변동하였다(그림 5(g)~(i)). PPP_{NRT}의 오차를 보면, 선박이 운항을 시작함에 따라 PPP_{TRUE}에 대한 PPP_{NRT} 사이의 좌표 오차도 증가한 것을 볼 수 있다. DOY 236일(그림 5(d)~(f))의 경우, 수평방향으로 3mm, 수직방향으로 1cm 폭에서 PPP_{NRT}의 좌표 오차가 나타났으며, DOY 237일(그림 5(j)~(l))의 경우, 수평방향으로 1-2cm, 수직방향으로 3cm 폭에서 PPP_{NRT}의 좌표 오차가 나타났다. PPP_{NRT}의 오차 분석 결과를 표 1에 나타내었다. 표 1의 최대오차는 음의 방향과 양의 방향의 좌표 차이 값 중 절대값이 큰 값을 나타낸 것이다.

표 1. 준실시간 좌표 산출 결과의 통계값

Table 1. Statistics of PPP_{NRT}.

	236			237		
	N (cm)	E (cm)	V (cm)	N (cm)	E (cm)	V (cm)
평균 오차	-0.2	0.2	0.1	-0.3	-0.2	1.1
최대 오차	-0.3	0.3	0.6	-0.7	1.9	3.0
표준 편차	0.1	0.1	0.2	0.3	1.1	1.0

표 1을 보면, DOY 236일에 비해 DOY 237일의 PPP_{NRT} 평균오차, 최대오차, 표준편차가 증가한 것을 볼 수 있다. 평균오차를 보면, 남-북방향으로는 -0.1cm, 동-서방향 -0.4cm, 수직방향으로는 1.0cm 증가를 보였으며, 표준편차는 남-북방향으로 0.2cm, 동-서방향으로 1.0cm, 수직방향으로 0.8cm가 증가한 것으로 나타났다. 최대오차는 남-북방향으로 -0.4cm, 동-서방향으로 1.6cm, 수직방향으로 2.4cm가 증가하였다. 이와 같이 이어도호가 운항을 시작 한 후 오차가 증가한 것은 선박이 출항함에 따라 동적인 특성이 반영된 것으로 판단된다. 그러나 출항한 후의 평균오차와 표준편차가 대략 1cm 수준으로 나타나 출항한 후에도 정밀단독측위를 이용한 준실시간 좌표 산출 결과의 정밀도가 높은 것을 알 수 있다. 한편,

그림 5(a)~(c)를 보면, 선박의 움직임이 sin 곡선 형태로 변하는 것을 볼 수 있는데, 이는 조석간만의 차에 따라 하루에 2회의 고조와 저조 현상이 관측된 것으로 판단된다. PPP를 이용할 경우 해양조석하중 분조 성분 검출이 가능하다고 알려져 있으며, 이에 대한 자세한 내용은 참고문헌으로 대체한다[9].

IV. 준실시간 위치추적 오차 요인 분석

GPS 신호는 지구 대기를 통과하면서 지연현상이 발생하며, 이는 GPS를 이용한 정밀위치결정에 있어 주요 오차요인으로 작용하고 있다. 지구 대기에 의한 오차는 이온층 오차와 대류층 오차로 구분할 수 있으며, 이 중 이온층 오차는 이중 주파수 수신기를 사용하는 경우 대부분 제거가 가능하다. 그러나 대류층 오차는 지상관측만으로는 보정이 어려우며, 따라서 해상 선박의 cm급의 정밀좌표 산출에 핵심적인 오차요인으로 작용하고 있다[11]. 이 논문에서는 대류층 오차가 준실시간 선박 위치 결정에 미치는 영향을 분석하기 위하여 PPP기법을 이용한 준실시간 데이터 처리시 대류층 오차를 보정한 경우와 보정하지 않은 경우의 좌표를 서로 비교하였다. 그림 6과 그림 7에 DOY 236일의 대류층 오차와 대류층 오차를 보정하지 않은 PPPNRT의 좌표 오차를 각각 나타내었다. 앞서 나타낸 그림 5는 대류층 오차를 보정한 경우이다.

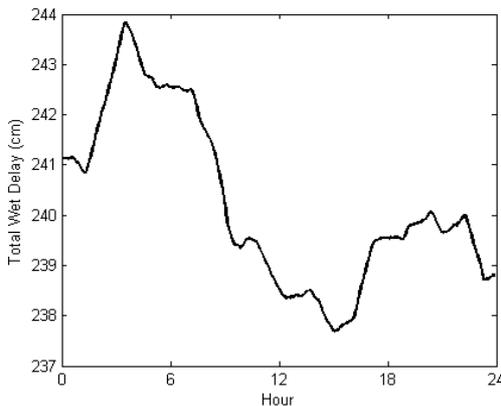


그림 6. 2009년 9월 24일의 대류층 오차
Fig. 6. Amount of total wet delay on August 24th, 2009.

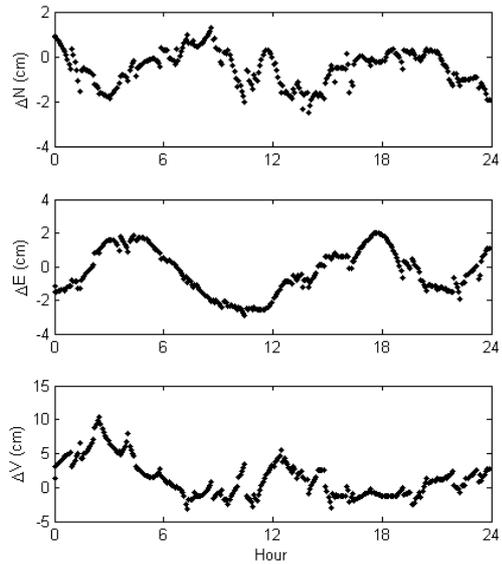


그림 7. 대류층 오차를 보정하지 않은 경우, 2009년 8월 24일 PPPNRT 좌표 오차
Fig. 7. NEV errors of PPPNRT without troposphere correction on August 24th, 2009.

그림 6을 보면, DOY 236일 하루 동안 2.4m 가량의 대류층 대류층 지연량 나타났으며, 이는 수평방향으로 ±2cm, 수직방향으로 -5cm~10cm 범위에서 좌표오차로 나타났음을 알 수 있다(그림 7). 이는 대류층 오차를 보정한 DOY 236일의 좌표오차(그림 5(d)-(f))가 평균 1cm이하임을 감안할 때 대류층 오차 보정유무에 따라 최대 10cm수준의 좌표 오차가 발생할 수 있다는 것을 의미한다. 그림 7에 나타낸 PPPNRT의 평균오차는 남-북방향 -0.5cm, 동-서방향 -0.3cm, 수직방향 1.3cm이며, 표준편차는 남-북방향으로 0.8cm, 동-서방향으로 1.3cm, 수직방향으로 2.7cm로 나타났다. 또한 최대오차는 남-북방향 -2.5cm, 동-서방향 -2.9cm, 수직방향 10.4cm로 나타났다.

V. 결 론

이 논문에서는 정밀단독측위기법을 이용하여 준실시간으로 선박의 좌표를 추적하고 정밀도를 분석하였다. 이를 위하여 거제도 장목항에서 출항한 이어도호에 GPS 장비를 설치하여 해상 관측을 실시하였으며, 출항 전과 후의 좌표를 비교하였다. 그 결과 정

밀폐도력을 이용하여 산출한 좌표를 기준으로 준실시간 좌표를 비교한 결과, 선박이 정박 시 평균 -0.2-0.1cm 이하의 오차와 0.1-0.2cm 표준편차가 나타났으며, 출항한 후에는 평균 -0.3~1.1cm 오차와 0.3~1.1cm의 표준편차가 나타났다. 또한 정밀위치결정의 주요 오차요인인 대류층 오차에 의한 위치오차를 분석한 결과, 대류층 오차를 보정하지 않은 경우 최대 10cm의 오차를 유발할 수 있으며, 특히 대류층 오차가 수평방향에 비해 수직방향으로 비교적 많은 영향을 미치는 것으로 나타나, 선박과 교량 등의 시설물과 충돌 사고 예방을 위해서는 반드시 대류층 오차를 고려하여야 함을 알 수 있다. 향후 이 논문에서 나타난 결과를 토대로 선박의 항해 시 적용할 수 있는 오차요인을 상세하게 분석하고 정밀도 향상을 위한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 기초기술연구회의 “재난예방 및 국민안전제고를 위한 위성기반 위치추적기술 연구” 과제의 일환으로 수행되었으며 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

[1] 기초기술연구회, 선박 안전항해 및 재난해파 조기검출을 위한 위성기반 기술개발 기획연구, pp. 55, 2009. 5.
 [2] M. Parsons, A. Cleveland, C. Treib and D. Wolfe, "Engineering the USCG differential system for sub-meter performance", *Proceedings of the Institute of navigation satellite division technical meeting, Portland, OR*, Sep. 2003.
 [3] <http://www.ndgps.go.kr>
 [4] 한국해양연구원, 한국형 WADGPS 구축, *신호분석 및 시각동기 제어방안 연구개발(III)*, pp. 146, 2005. 9.
 [5] <http://www.tfhr.gov>
 [6] 박관동, 조정호, 하지현, 임형철, "초신속도력을 이용한 신속한 고정밀 GPS 데이터 처리", *한국측량학회지*, 제 21 권, 제 4 호, pp.309-316, 2003. 12.
 [7] K.-D. Park, Determination of Glacial isostatic

adjustment parameters based on precise point positioning using GPS, *Ph. D. Thesis, University of Texas, Austin, USA*, 126pp. Dec. 2000.

[8] 박관동, 원지혜, "GPS 안테나 위상중심변동 보정모델 비교", *한국측량학회지*, 제 24 권, 제 4 호, pp. 319-326, 2006. 12.
 [9] 원지혜, 박관동, "GPS 정밀단독측위기법을 이용한 해양조석 하중 분조 성분 검출", *한국우주과학회지*, 제 26 권, 제 4 호, pp. 511-520, 2009. 12.
 [10] F. H. Webb, and J. F. Zumberge, *An introduction to the GIPSY/OASIS-II, JPL Publ., Pasadena, CA*, July 1993.
 [11] C. Rocken, T. Iwabuchi, Z. Lukes, L. Mervart, M. Fujita and M. Kanzaki, "Precise positioning of ships and buoys in the open ocean results from a 3-month Indian ocean cruise, and tsunami buoy off Japan's coast", *Proceedings of ION GNSS 21st International technical meeting of satellite division, Savannah, GA*, pp. 2465-2472, Sep. 2008.

하 지 현 (河知賢)



2003년 2월 : 충북대학교 천문우주학과 (이학사)
 2005년 2월 : 충북대학교/한국천문연구원 천문우주/우주측지전공(이학석사)
 2009년 2월 : 인하대학교 지리정보공학과(공학박사)
 2010년 2월~현재 : 한국항공우주연구원

선임연구원

관심분야 : GNSS, 위성항법, 측지/측량, 대기관측 등

허 문 범 (許文範)



1992년 2월 : 경희대학교 기계공학과 (공학사)
 1997년 12월 : Illinois Institute of Technology 항공기계공학과(공학석사)
 2004년 12월 : Illinois Institute of Technology 항공기계공학과(공학박사)
 2005년 10월 ~ 현재 : 항공우주연구원

선임연구원

관심분야 : GNSS, 위성항법, 항행시스템 등

남 기 옥 (南基旭)



1983년 2월 : 한국항공대학교
항공운항학과(공학사)

1988년 2월 : 한국항공대학교
항공운항학과(공학석사)

1996년 6월 : Cranfield Univ.
항공공학과(공학박사)

1988년 7월 ~ 1989년 7월 : 한국과학기술연구원 연구원

1989년 8월 ~ 1992년 7월 : 한국항공우주연구원 선임연구원

1996년 12월 ~ 현재 : 항공우주연구원 책임연구원

관심분야: GNSS, 위성항법, 항행시스템 등