

# 위성배치정보와 보정정보 맵핑 알고리즘을 이용한 저가형 GPS 수신기의 DGPS 서비스 적용 방안 연구

† 박병운 · 운동환\*

† 세종대학교 항공우주공학과 조교수, \* 세종대학교 항공우주공학과 학사과정

## A Study on the DGPS Service Utilization for the Low-cost GPS Receiver Module Based on the Correction Projection Algorithm

† Byung-Woon Park · Dong-Hwan Yoon\*

†, \* School of Aerospace Engineering Sejong University, 98 Gunjadong, Seoul, 143-747, Korea

**요 약** : 본 논문은 저가형 GPS 수신 모듈에 DGPS 서비스를 적용하기 위한 방안으로 NMEA GPGSV 데이터의 위성 배치 정보에 포함된 위성 양각과 방위각으로 관측 행렬을 구성한 후, 거리기반 보정정보를 위치영역으로 투영하여 기 산출된 위치 오차 벡터를 수정하는 방안을 제시하였다. 저가형 수신기인 U-blox LEA-5H 모듈의 출력 데이터에 제안한 알고리즘을 적용한 결과 주 활동 시간인 낮 시간에 수평 오차 RMS를 1.8m에서 1m 이내로 줄였으며, 수직 정확도는 RMS 5.8m에서 1.4m로 75% 향상시킴을 확인하였다. 본 논문에서 제안하는 방식은 하드웨어의 변경없이 소프트웨어만으로 저가형 GPS의 성능을 DGPS 수준으로 향상시키는 기법이므로, 소비자와 제조사의 부담을 경감시켜 향후 제공될 고정밀 측위 서비스 인프라의 활성화에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

**핵심용어** : 위성항법시스템, 위성항법보정시스템, 보정정보, 위치영역 투영, 위성궤도 정보, NMEA Format

**Abstract** : This paper suggests a new algorithm to provide low-cost GPS modules with DGPS service, which corrects the error vector in the already-calculated position by projecting range corrections to position domain using the observation matrix calculated from the satellite elevation and azimuth angle in the NMEA GPGSV data. The algorithm reduced the horizontal and vertical RMS error of U-blox LEA-5H module from 1.8m/5.8m to 1.0m/1.4m during the daytime. The algorithm has advantage in improving the performance of low-cost module to that of DGPS receiver by a software update without any correction in hardware, therefore it is expected to contribute to the vitalization of the future high-precision position service infrastructure by reducing the costumer cost and vender risk.

**Key words** : GNSS(Global Navigation Satellite System), GPS(Global Positioning System), DGPS(Differential GPS), Correction Message, Projection to Position-domain, Ephemeris Data, NMEA(National Marine Electronics Association) format

### 1. 서론

군용으로 개발되어 대륙간 탄도 미사일, 순항미사일, 정밀 유도폭탄 등의 무기 유도에 주로 사용되던 위성항법시스템(GPS, Global Positioning System)은 1996년 민간 사용을 허가받은 이후, 항공기와 선박 항법은 물론 측지·측량 등 고정확도와 고신뢰성이 요구되는 항법과 측위 분야에 큰 기여를 하였다. 상기의 분야에서 요구되는 정확도와 무결성을 확보하기 위하여 대부분 외부에서 추가적인 정보를 GPS 수신기에 입력하여 그 성능을 보장하는 DGPS(Differential GPS) 방식을 사용하는데, DGPS 적용이 가능한 수신기는 대부분 고가이므로 그 활용이 매우 제한적이었다. 그러나 2000년 이후, 카 내비게

이션과 스마트폰의 보급으로 일반인들이 활용할 수 있는 서비스와 제품이 다양화되고 대중화됨에 따라 저가형 GPS 모듈이 차지하는 비중이 급격히 증가하였다. GSA의 2013년 보고서에 따르면 2012년부터 2022년까지 LBS와 육상 교통이 GPS 단말의 누적 매출의 93.2%를 차지할 것으로 예상하는 바, 저가형 모듈의 시장 점유율은 앞으로도 지배적일 것으로 전망된다. (GSA, 2013)

현재까지 저가형 GPS 모듈에는 오차를 보정할 수 있는 보정정보를 사용하지 않는 것이 일반적이었다. 그러나 2018년 서비스를 목표로 2014년부터 사업을 착수하는 SBAS(Satellite Based Augmentation System)와 2014년 하반기 서비스를 준비 중인 DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 기반

† Corresponding author: 연희원, byungwoon@sejong.ac.kr 02)3408-4385

\* 연희원, donghwan@sju.ac.kr 02)3408-4385

NDGPS(National DGPS) 사업은 그 서비스 대상에 이러한 저가형 GPS 모듈 탑재 장비를 포함시키고 있다.

SBAS의 경우, 항공기의 항법 정확도와 무결성 향상을 주목적으로 하나, 기존의 GPS 안테나로 보정정보 수신에 가능한다는 장점으로 인해 GPS를 탑재한 모든 장비에서의 활용 가능성이 매우 높다. DMB 기반 NDGPS 서비스 역시 카 내비게이션과 스마트폰에 이미 DMB 모듈이 장착되어 있어 보정정보 수신을 위한 추가적인 통신 모듈이 불필요하므로 하드웨어의 변경 없이도 대상 서비스를 이용할 수 있다. 이와 같이 향후 구축될 고정확도 인프라를 사용하여 저가형 GPS 모듈의 성능을 고가 수신기 수준으로 향상시키는 기술에 대한 관심이 고조되고 있으나, 이를 위해 해결해야 할 과제가 많으며 특히 사용자가 현재 보유하고 있는 장비에의 적용은 쉽지 않을 것으로 보인다.

SBAS 또는 NDGPS 보정정보의 입력 및 적용은 높은 수준의 기술을 요하는 작업은 아니나, 휴대폰과 카 내비게이션은 대부분 외국 제조사의 저가형 GPS 모듈을 장착하고 있으므로, 해당 기능을 포함하지 않은 칩에 대하여 새로운 기능 추가에 대한 요구를 제조사가 수용할 가능성은 높지 않다. 이때문에 일부 언론에서도 지적한 바와 같이 DGPS용 칩으로 변경, 즉 하드웨어의 변경이 불가피하다.

아직까지 지도를 비롯한 고정확도 측위정보의 활용 서비스가 활성화되지 않아 그 편의성과 활용성이 검증되지 않은 상태에서 소비자가 기 보유한 기기를 교체할 감수하는 것은 매우 큰 부담이 될 수 있다. 이러한 소비자의 부담은 제조사의 투자 위축으로 연결되므로, 신규 인프라의 활성화 속도 둔화도 조심스럽게 예상된다. 이에 본 논문에서는 하드웨어 혹은 GPS 제조사의 펌웨어 변경 없이도 사용자 또는 국내 단말기 제조사에서 저가형 GPS 모듈에 DGPS 서비스를 적용할 수 있는 접근 가능한 방안을 제시하고자 한다.

## 2. 보정정보 위치영역 투영 DGPS 알고리즘

### 2.1 DGPS 방식

위성항법 보정시스템 (DGPS, Differential Global Positioning System)은 위성항법 공통 오차의 시간 및 공간 상관성을 이용하여 기준국에서 생성한 보정정보를 사용자 수신기에 적용함으로써 정확도를 1~3m 수준으로 향상시키는 방법이다. (Kaplan, 1995) 이러한 DGPS는 사용하는 보정정보 및 오차 제거 방법에 따라 Block Shift technique라고 불리는 위치영역 보정방식과 거리보정정보 (Range Correction)를 적용하는 거리영역 위성항법 보정방식으로 나뉜다. 위치 영역 보정정보는 기준국에서 계산한 위치 오차 벡터로 적용 개념이 매우 직관적이고 구현이 용이하나, 사용자와 기준국의 위성 조합이 다를 경우 오히려 Stand-alone 보다 오차가 커질 수 있다는 치명적인 단점이 있다. (Rizos, 1999) 이 때문에, 사용자의 가시위성에 따라 보정정보를 선별적으로 적용하여 오차를

제거할 수 있는 거리기반 보정 방식이 일반적으로 사용되고 있고, 대표적인 DGPS 방식인 SBAS 보정정보와 NDGPS의 RTCM(Radio Technical Commission for Maritime Service) 메시지의 경우에도 모두 이에 근거하고 있다.

DGPS 거리기반 보정정보는 위성궤도 및 시계, 대기권 오차 등 GPS 공통오차를 포함하고 있으므로, 식(1)의 행렬식에 의해 사용자는 오차가 제거된 측정치를 바탕으로 DGPS 위치해( $\overrightarrow{x_{DGPS}}$ )를 산출한다.

$$\begin{bmatrix} \overrightarrow{x_{DGPS}} \\ B \end{bmatrix} = (H^T H)^{-1} H^T \begin{bmatrix} \overrightarrow{e}^i \cdot \overrightarrow{R}^i - (\rho^i + \delta\rho^i) \\ \vdots \\ \vdots \end{bmatrix} \quad (1)$$

여기서  $H$ 는 관측행렬,  $B$ 는 수신기 시계 오차,  $\overrightarrow{e}^i$ ,  $\overrightarrow{R}^i$ ,  $\rho^i$ ,  $\delta\rho^i$  는 각각  $i$ -번째 위성의 시선벡터(Line-of-Sight Vector), 위치 벡터, 의사거리와 거리보정정보를 의미한다.

거리기반의 보정방식의 적용을 위해서는 DGPS 기능이 수신기 내부에 포함되어 있거나, 원시 데이터의 출력이 가능한 GPS 수신 모듈이 필수적으로 필요하므로 장비 구축 비용이 높고 활용 분야가 다소 제한적이다. 특히 최근 카 내비게이션과 스마트폰의 대중화에 따라 전체 시장을 주도하고 있는 GPS 모듈은 대부분 저가이므로 현재의 DGPS 방식으로는 보정정보의 적용이 불가능하다.

### 2.2 보정정보 위치영역 투영 DGPS 방식

저가의 GPS 모듈은 현재 시간과 위치 등 어플리케이션 적용에 필수적인 요소들만을 외부 출력으로 제공하므로, 그 정확도를 DGPS 수준으로 향상시키기 위해서는 위치 영역의 오차를 직접 제거하는 방식인 위치영역 DGPS 방식의 사용이 불가피하다. 과거 버스에 장착된 저가형 GPS 모듈의 정확도를 향상시키기 위하여 기존 위치영역 DGPS의 비현실적인 요구조건을 개선한 Inverted DGPS라는 방식이 제안된 바 있다. (Trimble) 이 방식의 경우 버스의 위치 정보를 모두 중앙 서버에 전송하고, 서버에서 오차를 제거한 후 다시 사용자에게 전달해주는 방식을 사용하고 있는데, 사용자 수가 많을 경우 서버의 부담이 커지고 사생활 보호의 문제가 있다.

개념적으로는 기존의 Inverted DGPS와 유사하나, 수신한 보정정보를 위치영역으로 투영함으로써 사용자가 직접 정확도를 향상시킬 수 있는 방식인 DGPS-CP (DGPS by Correction Projection)가 최근 제안된 바 있다. (Park, 2013)

DGPS-CP의 핵심 알고리즘은 거리기반 DGPS와 위치기반 DGPS 방식의 수식 비교에 의해 도출된다. 거리기반 DGPS의 핵심 수식인 식 (1)은 분배법칙에 따라 식(2)로 정리되고,

$$\begin{bmatrix} \overrightarrow{x_{DGPS}} \\ B \end{bmatrix} = (H^T H)^{-1} H^T \begin{bmatrix} \overrightarrow{e}^i \cdot \overrightarrow{R}^i - \rho^i \\ \vdots \\ \vdots \end{bmatrix} + (H^T H)^{-1} H^T \begin{bmatrix} \vdots \\ -\delta\rho^i \\ \vdots \end{bmatrix} \quad (2)$$

Stand-alone 위치( $\vec{x}$ )는 식(3)에 의해 산출이 가능하므로

$$\begin{bmatrix} x \\ B \end{bmatrix} = (H^T H)^{-1} H \begin{bmatrix} e^i \\ R^i - \rho^i \\ \vdots \end{bmatrix} \quad (3)$$

거리기반 보정정보( $\vec{\delta\rho}$ )를 식(4)와 같이 위치영역으로 투영하는 형태의 상관관계를 통해 위치 영역에서의 보정정보( $\vec{\delta x_{DGPS}}$ ) 산출이 가능하다. (Park, 2011)

$$\begin{bmatrix} \delta x_{DGPS} \\ \delta B \end{bmatrix} = (H^T H)^{-1} H^T \begin{bmatrix} \vdots \\ -\delta\rho^i \\ \vdots \end{bmatrix} = -(H^T H)^{-1} H^T (\vec{\delta\rho}) \quad (4)$$

특히 DGPS 기능이 포함되지 않은 저가형 GPS이 일반적으로 준수하는 표준인 NMEA (National Marine Electronics Association)에서 제공하는 정보만으로도 기존 DGPS와 대등한 수준의 정확도가 확보가 가능함을 확인함으로써 실제 시스템 적용 가능성을 높이기도 하였다.

### 3. DGPS-CP 구현 방식

#### 3.1 위성 궤도 정보를 이용한 DGPS-CP 구현 방식

식(4)에 따라 거리 보정정보를 위치 보정정보로 투영하기 위해서는 관측행렬  $H$ 의 구성이 필수적이다.  $H$ 는 가시위성의 시선벡터로 구성되어 있으므로, 현재 GPS 수신 모듈이 위치를 결정하는데 사용한 위성의 번호와 위치 정보를 획득하여야 한다. 일반적인 GPS 모듈이 준수하는 NMEA 0183 format의 경우 Table 1에 정리된 바와 같이 다양한 정보를 제공하는데, 이 중 GPGSA에서는 현재 위치 결정에 사용된 위성(active satellites)의 번호를 제공하므로 이를 사용하도록 한다.

Table 1 NMEA 0183 Format

Type	Description	Example
GPGGA	GPS fix data	\$GPGGA, 123519, 4807.038,N, 01131.000,E, 1,08,0.9, 545.4,M,46.9,M,,*47
GPGLL	Geographic position, latitude / longitude	\$GPGLL,4916.45,N,12311.12,W,225444,A,*1D
GPGSA	GPS DOP and active satellites	\$GPGSA,A,3,03,04,,09,12,,,24,,,,,2.5,1.3,2.1*39
GPGSV	GPS Satellites in view	\$GPGSV,3,1,11,03,03,111,00,04,15,270,00,06,01,010,00,13,06,292,00*74

그러나 위성의 위치를 제공하지 않는 NMEA 정보만으로는 그 구현에 한계가 있으므로, 외부에서 위성궤도정보를 AGPS(Assisted GPS)와 같은 방식으로 유입하는 방안이 제시되었고, UTC를 이용하여 구한 GPS Time에 해당하는 위성의 위치를 구함으로써 Fig 1과 같은 구현이 가능하였다. (Park, 2013)

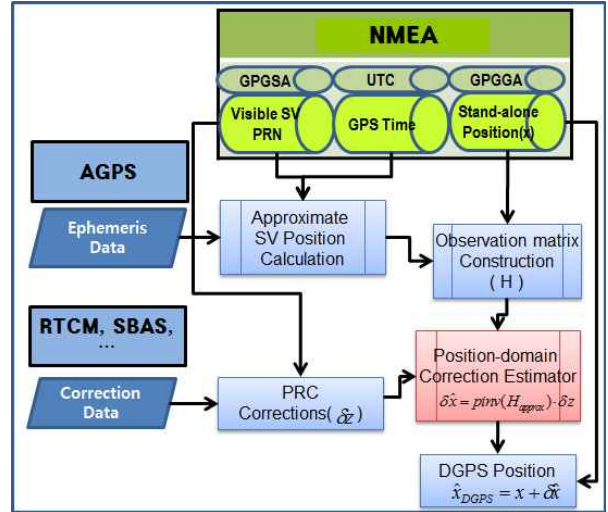


Fig. 1 DGPS-CP Implementation Method using Transmitted Ephemeris Information

위성궤도 정보를 활용한 DGPS-CP의 경우, DGPS 적용이 불가능한 저가형 GPS 모듈의 정확도를 크게 향상시킨 면에서 큰 의미가 있으나, 기존 DGPS 인프라 외에 위성궤도 정보 전송을 위한 인프라가 추가되어야 한다는 한계를 지니고 있다.

#### 3.2 NMEA 위성 배치 정보를 이용한 DGPS-CP 구현 방식

기존에 제시된 DGPS-CP 방식의 한계를 극복하기 위하여 본 논문에서는 위성궤도 정보 대신 NMEA 위성 배치 정보를 이용한 DGPS-CP 방식을 Fig.2와 같이 제안한다.

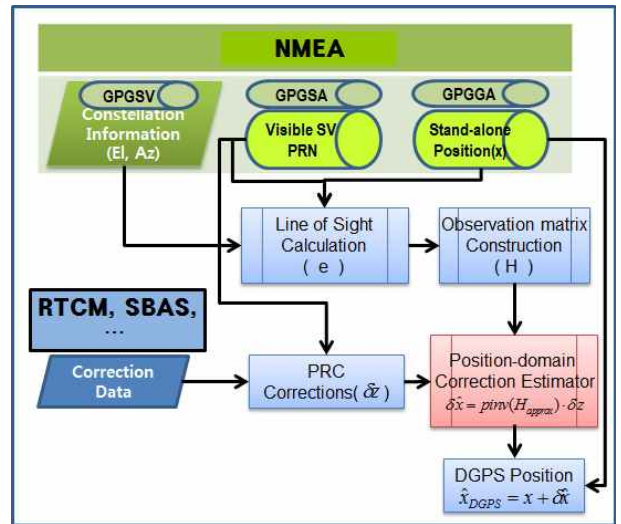


Fig. 2 DGPS-CP Implementation Method using Satellite Data in NMEA without Ephemeris

NMEA 정보 중 GPGSV의 경우, 현재 위치에서 관측이 가능한 모든 위성의 고도각(EI, Elevation Angle)과 방위각(Az, Azimuth Angle) 등 배치 정보를 제공하므로, 이를 이용하면 식 (5)와 같이 Local frame 상의 시선벡터( $e_{local}^i$ ) 산출이 가능

하다.

$$\vec{e}_{local}^i = \begin{bmatrix} \sin Az^i \cos El^i \\ \cos Az^i \cos El^i \\ \sin El^i \end{bmatrix} \quad (5)$$

기존의 항법방정식이 ECEF frame에서 구성되어 있으므로, 사용자의 위도( $\phi$ )와 경도( $\lambda$ )에 따른 회전행렬( $R(\phi, \lambda)$ )을 적용하여 ECEF 상의 시선벡터( $\vec{e}_{ECEF}^i$ )를 식(6)과 같이 산출하고, 이를 이용하여 (7)의 관측행렬을 구성한다.

$$\vec{e}_{ECEF}^i = R(\phi, \lambda) \cdot \vec{e}_{local}^i \quad (6)$$

$$= \begin{bmatrix} -\sin\lambda & -\cos\lambda\sin\phi & \cos\lambda\cos\phi \\ \cos\lambda & -\sin\lambda\sin\phi & \sin\lambda\cos\phi \\ 0 & \cos\phi & \sin\phi \end{bmatrix} \cdot \vec{e}_{local}^i$$

$$H = \begin{bmatrix} \vec{e}_{ECEF}^{1T} & -1 \\ \vec{e}_{ECEF}^{2T} & -1 \\ \vdots & \vdots \\ \vec{e}_{ECEF}^{nT} & -1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

이후의 과정은 앞서 제시된 궤도 정보를 이용한 DGPS-CP 방식과 동일하다.

이와 같이 구성된 DGPS-CP 방식에서는 GPGSV의 위성 배치 정보가 위성궤도 정보를 대체하므로 기존의 DGPS 인프라만으로도 서비스의 적용이 가능하다. 그러나 GPGSV에서 제공하는 위성 배치 정보는 좌표에 의해 산출한 시선 벡터 수준의 해상도를 제공하기에는 다소 부족하고, Fig. 3에 도시된 바와 같이 시선 벡터의 차이는 위치 오차와 직결되므로 이에 대한 검토가 필요하다.

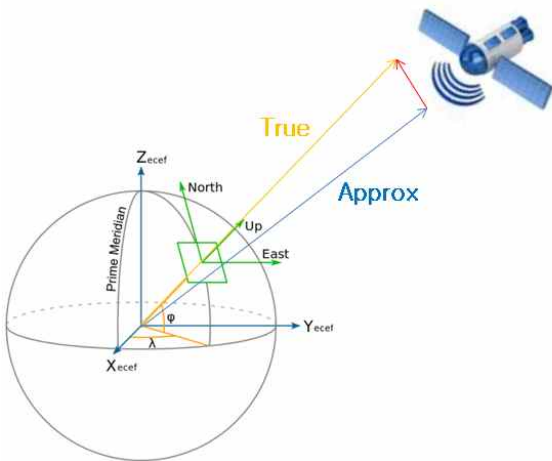


Fig. 3 Position Difference Due to the Approximation of Line-of-Sight Vector by the Local Direction of the Satellite

#### 4. 저가형 GPS 수신기의 DGPS 적용 결과

위성궤도 정보를 활용한 DGPS-CP와 NMEA 정보만으로 구성된 DGPS-CP의 성능비교를 하기 위하여 Fig.4 와 같이 기존 논문에서 성능 검증에 사용한 저가형 U-blox LEA-5H 수신기의 데이터를 그대로 사용하도록 한다. 본 논문에서는 위성궤도 정보를 활용한 DGPS-CP를 편의상 DGPS-CP w/E(with Ephemeris), NMEA 정보만 이용한 DGPS-CP를 DGPS-CP wo/E(without Ephemeris)로 지칭한다.

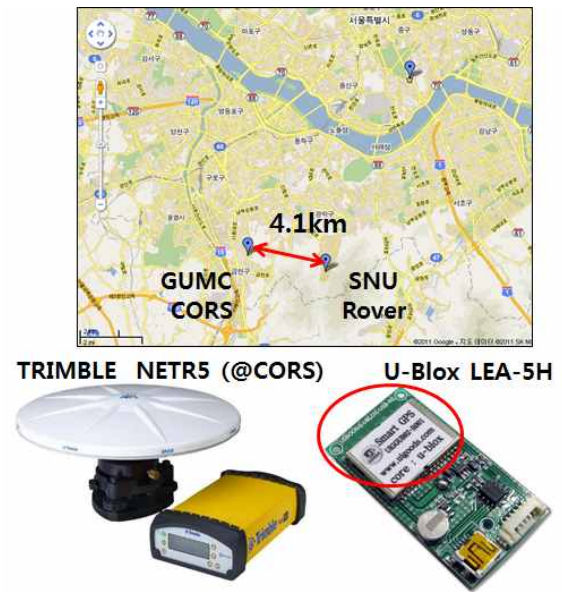


Fig. 4 DGPS-CP Test Construction (Park, 2013)

##### 4.1 DGPS-CP w/E와 DGPS-CP wo/E 성능 비교

앞 절에서 언급한 DGPS-CP w/E와 DGPS-CP wo/E의 시선벡터 차이로 인한 위치 오차의 영향을 알아보기 위하여 상기 데이터를 바탕으로 시선벡터(LOS, Line of Sight)가 최대 로 차이는 시점을 검색하였다. 검색 결과 Table 2와 같이 GPS Time 36038초와 74597초에서 PRN 11과 12의 시선벡터 차이가 최대이고 그 값은 약 0.01 가량임을 확인하였다.

Table 2 LOS Difference between DGPS-CP w/E and wo/E

GPS Time	PRN	LOS of DGPS-CP w/E	LOS of DGPS-CP wo/E	Diff.
36038	11	(0.6598 0.1478 -0.7368)	(0.6669 0.1544 -0.7289)	0.0097
74597	12	(0.9256 -0.2952 0.2371)	(0.9228 -0.3060 0.2340)	0.0112

일반적으로 PRC는 10m를 넘지 않고, 두 기법 간 시선벡터의 차이는 최대 0.01 수준이므로, 이상의 결과를 종합할 때 하나의 위성 시선벡터 차이가 위치 결과에 미치는 영향은 0.1m 이내라고 할 수 있다. 시선 벡터의 차이는 위성별로 그 방향이

다르므로 위치에 기여하는 영향 또한 random에 가깝고, 일반적인 DGPS의 잡음 수준인 RMS 1m에 통계적인 영향을 주기 어려운 작은 값이다.

U-blox 수신기로부터 24시간 동안 저장된 NMEA data에 DGPS-CP를 적용한 결과는 Fig. 5에 도시된 바와 같고 이를 통해 시선벡터 차이에 따른 영향을 분석하도록 하자. 붉은 점으로 표시된 DGPS-CP wo/E와 푸른 점으로 표시된 DGPS-CP w/E 결과는 거의 유사하나 NMEA 정보만을 사용한 DGPS-CP wo/E의 오차가 미세하게 크다. Table 3의 RMS(Root Mean Square) 결과에 따르면 DGPS-CP wo/E의 오차가 DGPS-CP w/E에 비하여 수평 1.5mm, 수직 2.8mm 만큼 크음을 확인할 수 있는데, 통계적 관점에서 무시할 만한 수준이다.

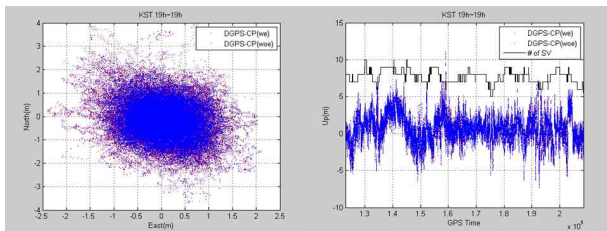


Fig. 5 24 Hour DGPS-CP Result (left:horizontal, right:vertical)

Table 3 Statistics of DGPS-CP Accuracy Comparison

	Horizontal Accuracy(m)			Vertical Accuracy(m)		
	w/Eph	wo/Eph	difference	w/Eph	wo/Eph	difference
Mean	0.1620	0.1595	0.0025	0.6557	0.6513	0.0044
RMS	0.9621	0.9637	0.0015	1.5370	1.5398	0.0028

NMEA GPGSV의 낮은 해상도로 인해 DGPS-CP wo/E가 일시적으로 큰 오차를 야기하는지 여부를 확인하기 위하여, 두 방식 간 위치 차이를 매 epoch 비교하였다. Fig. 6에서 도시된 바와 같이 두 방식의 위치 차이가 전 시간에 걸쳐 bias 형태가 아닌 잡음 형태의 경향을 나타냄을 확인할 수 있다. 뿐만 아니라, 가장 큰 차이도 동쪽 0.19m, 북쪽 0.14m, 수직 0.32m으로 의사거리 잡음에 의한 위치 오차보다 훨씬 작으므로 실시간 성능에 끼치는 영향 역시 심각하게 고려할 수준이 아니다.

이상과 같은 검증 결과에 근거하여 위성궤도 정보 없이 NMEA 정보만으로 DGPS-CP 구현이 가능하며 그 성능 차이는 무시할 만하다고 판단된다.

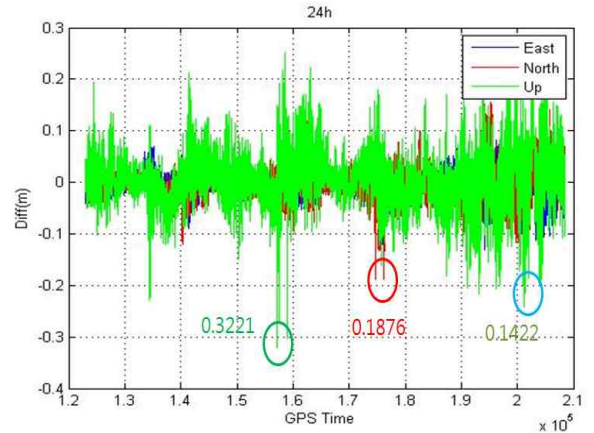


Fig. 6 Epoch by Epoch DGPS-CP Error Comparison

#### 4.2 DGPS-CP에 의한 저가형 GPS 모듈의 정확도 향상

저가형 GPS 모듈이 장착된 카 내비게이션과 대부분의 LBS(Location Based Service)의 주 사용 시간은 전리층 활동이 활발한 낮 시간이므로, 이를 고려하여 DGPS-CP 방식의 실제적인 기여도와 체감 성능을 도출해 보도록 한다. Fig 7과 Table 4는 본 연구에서 낮시간으로 가정된 9시~19시의 DGPS-CP 위치 오차를 SBAS-off와 비교한 결과이며, 위성 조합이 바뀌더라도 DGPS-CP가 bias 성분을 적절히 제거함을 가시적으로 확인할 수 있다. SBAS-off의 경우 수직방향으로 최대 10m까지 발생하였던 오차를 DGPS-CP에 의해 5m 수준으로 줄였고, 수평 45%, 수직 76%의 오차가 제거되어 저가형 GPS 모듈의 수평 RMS가 고가의 DGPS 수준인 1m 이내, 수직 1.4m로 향상되었다.

Table 4 Accuracy Improvement by DGPS-CP during Daytime

	Positioning Mode	RMS	Improvement
Horizontal Accuracy (m)	SBAS-off	1.7906m	-
	DGPS-CP w/E	0.9590m	0.8304m (46%)
	DGPS-CP wo/E	0.9934m	0.7972m (45%)
Vertical Accuracy (m)	SBAS-off	5.7624m	-
	DGPS-CP w/E	1.4055m	4.3569m (76%)
	DGPS-CP wo/E	1.4102m	4.3522m (76%)

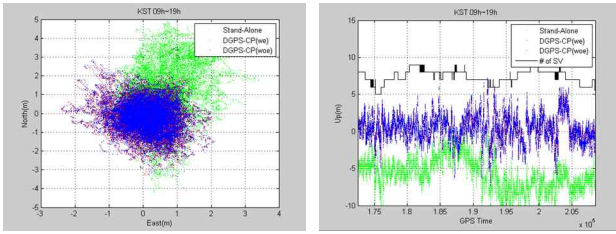


Fig. 7 DGPS-CP Result for Daytime (left:horizontal, right:vertical)

## 5. 결 론

본 논문은 저가형 GPS 수신 모듈에 DGPS 서비스를 적용하기 위한 방안으로 거리기반 보정정보를 위치영역으로 투영하여 기 산출된 위치 오차 벡터를 수정하는 방안을 제시하였다. 특히 저가형 GPS에서 제공하는 위치 표준 format인 NMEA의 제한된 정보만으로도 별도의 하드웨어와 인프라의 추가 없이도 DGPS 서비스를 그대로 활용할 수 있는 방안을 제안하고 그 성능을 비교하였다. 저가형 수신기인 U-blox LEA-5H 수신기에서 출력된 데이터에 적용한 결과 NMEA 데이터만으로도 부가적인 위성궤도 정보를 사용한 기존 투영 기법과 대등한 성능이 확보됨을 확인하였다. 특히 해당 모듈을 주로 사용하는 9~19시의 낮 시간에 집중하여 정확도를 비교하면, DGPS 사용하지 않았을 때 각각 RMS 1.8m, 5.8m의 수평/수직 정확도를 1m, 1.4m 수준으로 향상시켜 기존의 DGPS 수준의 정확도가 확보됨을 확인하였다.

이상과 같이 저가형 GPS 모듈이 제공하는 위치 정보만으로 고가의 DGPS 수준의 정확도 확보가 가능함에 따라 소비자는 기 보유한 기기의 교체 없이 재사용하여 새로운 서비스 이용할 수 있으므로, 경제적인 부담을 줄일 수 있다. 또한 본 논문에서 제안하는 알고리즘을 적용하는 제조사는 기 출시한 제품에 소프트웨어 업데이트를 제공함으로써 소비자의 신뢰를 얻을 수 있을 뿐 아니라, 검증되지 않은 서비스용 신제품 개발에 대한 투자 비용과 리스크를 상당 부분 줄일 수 있을 것이다. 이러한 제조사와 소비자의 부담 경감은 신규 서비스에 대한 용이한 접근을 유도하므로 결과적으로 향후 구축될 SBAS와 DMB 기반 NDGPS 서비스의 활성화에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

## 후 기

위 논문은 2012년도 세종대학교 교내연구비 지원에 의한 논문임.

## References

[1] ChosunBiz, (2013) '1m Accuracy Position Information Provided by DMB', 2013.9.19.

[http://biz.chosun.com/site/data/html\\_dir/2013/09/10/2013091000875.html](http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2013/09/10/2013091000875.html)

[2] GSA, GNSS Market Report, issue 3, Oct 2013

[3] Mehaffey, J., Yeazel, J., Penrod, S., and Deiss, A. (2011). NMEA Data. <http://www.gpsinformation.org/dale/mmea.htm>.

[4] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Aviation Policy - Introduction to SBAS Implementation [http://www.molit.go.kr/USR/WPGE0201/m\\_35409/DTL.jsp](http://www.molit.go.kr/USR/WPGE0201/m_35409/DTL.jsp)

[5] Kaplan, E.D.(1996). Understanding GPS: Principles and Application. Boston: Artech House Publishers.

[6] Park, B. et al,(2011) "Algorithm Development of Position-domain DGPS by Correction Projection and its Performance", the 18th GNSS Workshop, Nov. 2011.

[7] Park, B. et al,(2013). DGPS Enhancement to GPS NMEA Output Data: DGPS by Correction Projection to Position-Domain. Journal of Navigation, 66, pp 249-264

[8] Rizos, C. (1999). How Good is GPS? SNAP-UNSW : [http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/gps/gps\\_survey/cha p2/244dgps.htm](http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/gps/gps_survey/cha p2/244dgps.htm).

[9] Trimble Trimble GPS Tutorial : Other ways to work with Differential GPS: [http://www.trimble.com/gps\\_tutorial/dgps-oways.aspx](http://www.trimble.com/gps_tutorial/dgps-oways.aspx)

원고접수일 : 2014년 1월 10일

심사완료일 : 2014년 4월 2일

원고채택일 : 2014년 4월 14일