

선박용 GPS-Compass 구현을 위한 GPS 오차패턴
분석에 대한 연구

A Study on the Analysis of the GPS Error Pattern
for the Realization of the Ship's GPS-Compass

1996 . 4 . 20

심영호* , 임정빈** , 임봉택** , 고헌섭**

* 군사과학대학원 해양공학과

** 해군사관학교 항해학과 교수

선박용 GPS-Compass 구현을 위한 GPS 오차패턴
분석에 대한 연구

A Study on the Analysis of the GPS Error Pattern
for the Realization of the Ship's GPS-Compass

◦ 심영호*, 임정빈**, 임봉택**, 고헌섭**

Abstracts The main information for a marine navigation is ship's bearing obtained from Gyro, Gyrocompass, Magneticcompass and electronic navigation systems such as LORAN, OMEGA and GPS. However, some of these systems have a disadvantage or restricted condition involved critical problems in a war-ship and weapon system.

In the work, we have done the basic research, analysis of error pattern for GPS, for the development of the ship's secondary bearing sensor(GPS-Compass) to provide the back-up system of Gyro/Gyrocompass and a substitution way of Magneticcompass.

* 정회원, 군사과학대학원 해양공학과

** 정회원, 해군사관학교 항해학과

1. 서론

선박이 항해(Navigation)하는데 있어서 방위정보를 정확하게 결정하는 것은 가장 기본적이며 중요한 관건이 된다. 선박이 출발지를 떠나 목적지까지 이동하는 방법은 계획된 침로(course)를 정확히 유지하면서 안전하고 신속하게 그리고 경제적으로 항해하는 것이다. 또한, 군함의 경우에 있어서는 정상적인 항해의 목적 뿐만 아니라 상황변화에 따른 목표 지점으로의 기동 및 군사무기체계의 신속, 정확한 운용이 요구되므로 방위정보는 전시 승패를 결정한다. 이러한 방위정보를 얻기위한 항해센서로는 고전적인 자기콤파스(Magnetic Compass)와 선박용 자이로/자이로콤파스(Marine Gyro or Gyrocompass)가 있다.

현재, 자기콤파스는 사용상 장애가 심하여 국제해사기구(IMO)에서 규정한 비상용 장비로 장치되어 있을 뿐 유용한 방위정보 장치로는 사용되지 못하고 있는 실정이다.

또한, 선박용 자이로/자이로콤파스는 지구의 관성(inertial)특성을 기계적으로 유도하는 관성센서를 사용한다. 따라서, 센서가 안정되기까지 예비 구동시간이 반드시 필요할 뿐만 아니라 기계적 가동부의 마찰로 인하여 다른 항해장비에 비해 고장발생 빈도가 높은 결점이 있다.

이와 같은 방위정보제공 장비들의 결점은 긴급출동이 요구되는 군사작전하에서의 선박 운용 및 무기체계운용에 있어서는 치명적인 결함으로 지적되고 있다.

또한, 선박용 자이로콤파스의 빈번한 고장은 선박의 좌초, 충돌, 침몰 등의 대형 선박 사고의 원인이 되므로, 국제해사기구에서는 복수개의 자이로콤파스를 설치하여 고장에 대비하도록 규정하고 있다. 이에 더하여, 의무적으로 설치해야 하는 제2방위센서인 선박용 자기콤파스는 철로 제작된 선박의 구조물 등과 같은 자성물질에 의한 오차변동이 심하여 사용에는 한계가 있어 정확한 방위센서로는 제구실을 못하고 있다.

그러므로 최근에는 선박용 자이로 또는 자이로콤파스 고장시 방위정보를 제공할 수 있는 지원 시스템(back-up system)을 개발하거나, 기존 자기콤파스 정도의 방위정보를 유지하더라도 방위변동이 급격하지 않고 변화를 예측할 수 있는 제2의 방위센서 개발에 노력을 기울이고 있는 실정이다.

한편, LORAN-C, DECCA, OMEGA, GPS, GLONASS 등의 전파 및 위성항법 시스템도 위도-경도의 위치정보제공 뿐만 아니라 선박 방위정보도 제공하고 있다. 그러나, 이 시스템은 현재위치와 과거위치 사이의 이동경로를 이용하는 방위계산²⁾방식이므로 제한적 요건이 많고 정밀도가 낮기 때문에 방위정보로서 신뢰할 수 없다. 이 방식의 제약 및 단점을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 방위정보를 계산하기 위해서 충분히 떨어진 두 지점의 위치를 얻어야 한다.

둘째, 선박이 정지 또는 저속으로 항해 중일 때는 현재의 방위획득이 불가능하거나 정도가 저하된다.

셋째, 선박의 선회각속도가 크거나 선박의 이동경로가 불규칙한 경우 방위정보 획득은 불가능하다.

그러므로 선박운용과 무기체계운용의 안정성, 경제성, 효율성 이라는 측면에서 자이로/자이로콤파스를 지원할 수 있고, 자기콤파스를 대체할 수 있으며, 전파/광파 항법장치로부터의 정확한 방위정보를 획득할 수 있는 센서나 방위계산방식이 요구되고 있는 실정이다.

따라서, 본 논문은 선박용 GPS-Compass 구현을 위한 GPS 오차패턴 분석에 대한 연구로서, 두 대의 GPS 수신기로 부터 얻은 위치정보로 선박의 방위를 계산하기 위한 이론식과 GPS-Compass 모델 개발 및 해석과 분석을 하고, 실험을 통하여 제2의 방위센서로의 역할을 할 수 있는 GPS-Compass 구현 가능성을 검토하는데 목적이 있다.

2. GPS-Compass 의 원리

2.1 GPS 운용실태 및 정밀위치의 고찰

GPS 는 P 코드에 의한 약 10m 내외의 정밀위치서비스(PPS : Precise Positioning Service)와 C/A 코드에 의한 약 30~40m 오차정도의 표준위치서비스(SPS : Standard Positioning Service)를 제공하고 있다. 그러나, 극히 제한적인 분야에서의 P 코드 사용외에 대부분의 민간차원의 GPS 수신기 사용은 C/A 코드에 의한 SPS 만을 제공받을 수 있기 때문에 고정밀도가 필요한 분야에서의 GPS 사용에는 별도의 기술이 필요한 실정이다.

이와 같은 GPS 정밀도 문제를 극복하기 위해 1980년대 이후 미연안경비대(U.S. Coast Guard), 미운수성(Department of Transportation, DOT)등이 주축이 되어 DGPS(Differential GPS) 개발에 착수한 이래 현재는 C/A 코드에 의한 SPS 를 이용하더라도 PPS 에 버금가거나 혹은 그 이상의 정밀도까지 가능하게 되었다. 특히, 국제 해상 을 항해하는 선박은 어느 특정국의 DGPS 서비스를 활용하기 보다는 기존의 LORAN-C, Radio-Beacon 등을 이용한 체인(chain) 형태의 DGPS 서비스가 보편화 될 것으로 예상되므로 해상에서도 DGPS 에 의한 정밀위치 정보획득이 가능하리라 판단 된다. 또한, P

코드의 일반공개가 이루어 질 경우 GPS 에 의한 정밀위치정보의 정확도는 더욱 향상될 것으로 기대된다.

2.2 평면직각항법에 의한 GPS-Compass 원리

그림 1. 은 항해에 이용되는 평면직각항법의 개념도이다. 그림 1. 에서 지구상의 국소 위치 A점과 B점을 알고 있다면, A점으로부터 B점까지의 수평면에서의 진북(true north)을 기준으로 하는 방위 Co 와 거리 D 는 식(1),(2),(3)으로 계산 된다.

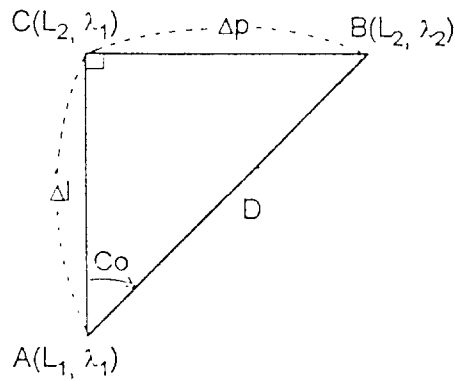


그림1. 평면직각 항법

$$\tan Co = \frac{\Delta p}{\Delta l} \quad (1)$$

$$[\text{변위 } \Delta l \text{의 부호}] \quad Co \quad [\text{동서거 } \Delta p \text{의 부호}] \quad (2)$$

$$D = \Delta l \sec Co \quad (3)$$

여기서, 변위(Difference of latitude) Δl 은 A점의 위도 L_1 과, B점의 위도 L_2 사이의

위도변화에 따른 거리이고, 동서거(Departure) Δb 는 A점의 경도 λ_1 과, B 점의 경도 λ_2 사이의 거리이다.

위의 식(2)에서 변위 Δl 은 A점과 B점의 위도가 같은 부호면 차를 구하고 다른 부호면 합을 구하며, 부호는 B점이 A점의 북쪽에 있으면 N(North 의미), 남쪽에 있으면 S(South 의미)를 붙인다, 동서거 Δb 는 A점과 B점의 경도가 같은 부호면 차를 구하고 다른 부호면 합을 구하며, 부호는 B점이 A점의 동쪽에 있으면 E(East 의미), 서쪽에 있으면 W(West 의미)를 붙인다

위도 L_1 에서 L_2 까지의 변위 Δl 의 자오선호의 길이는 다음 식(4) 로 구한다.

$$\Delta l(m) = a(1-e^2) [A' \cdot \Delta L \cdot \rho' - B' \sin \Delta L \cos 2Lm + \frac{1}{2} C' \sin 2\Delta L \cos 4Lm - \frac{1}{3} D' \sin 3\Delta L \cos 6Lm] \quad (4)$$

여기서, a : 지구의 적도반지름

e : 지구회전타원체의 이심률

$$\rho' = \frac{\pi}{180^\circ \times 60'}$$

$$\Delta L = L_1 \sim L_2 \quad (L_1, L_2 \text{ 는 각도의 분})$$

$$Lm = \frac{L_1 + L_2}{2}$$

$$A' = 1 + \frac{3}{4} e^2 + \frac{45}{64} e^4 + \frac{175}{256} e^6 + \dots$$

$$B' = \frac{3}{4} e^2 + \frac{15}{16} e^4 + \frac{525}{512} e^6 + \dots$$

$$C = \frac{15}{64} e^4 + \frac{105}{256} e^6 + \dots$$

$$D = \frac{35}{256} e^6 + \dots$$

위도 L_1, L_2 에대한 경도 λ_1, λ_2 사이의 동서거 Δb 의 길이는 다음 식(5) 로 구한다.

$$\Delta b(m) = \frac{a \cos L}{(1 - e^2 \sin^2 L)^{1/2}} \cdot \Delta \lambda \cdot \rho' \quad (5)$$

여기서, $\Delta \lambda = \lambda_1 \sim \lambda_2$ (λ_1, λ_2 는 각도의 분)

식(5),(6) 에서 지구회전타원체의 이심률 e 와 지구의 적도반지름 a 는 측지계 (geodetic system)의 종류에 따라 값이 변하게 된다.

그림 2. 는 그림 1. 의 평면직각항법을 선박의 선수미 방위 계산에 적용한 GPS-Compass 모델을 나타낸 것이다. 두 GPS 사이의 길이가 $D(m)$ 인 선박의 정선미 점 A 와 정선수점 B 에 각각 GPS 를 두고 그 위치 $A(Lat_1, \lambda_1), B(Lat_2, \lambda_2)$ 를 지구상에서의 국소위치 $A(L_1, \lambda_1)$ 와 $B(L_2, \lambda_2)$ 로하면, 위의 식(2)로 부터 선박의 선수미방위 Co 를 계산할 수 있다.

따라서, A점과 B점의 정확한 위도-경도를 GPS 를 이용하여 구할 수 있다면 선박의 선수미방위 계산이 가능함을 알 수 있다.

이것이 GPS 를 이용한 선박의 방위측정센서의 기본원리가 되며, GPS 를 이용한 방위 센서라는 의미에서 「GPS-Compass」 라고 표현하였다.

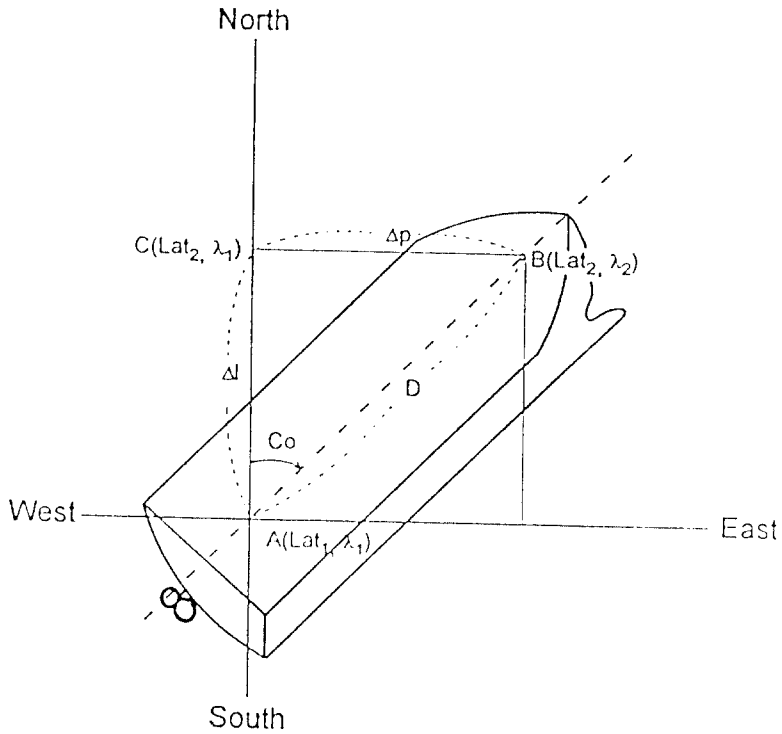


그림 2. GPS-Compass 모델

2.3 GPS 오차확률반경에 따른 오차해석

(가)

그림 2. 에서, 동-서 와 남-북을 기준으로 하는 좌표계는 그림 3. 과 같이 점 A를 원점으로 하고, 동-서(east-west) 방향을 x 축으로, 남-북(north-south) 방향을 y 축으로

하는 $x-y$ 직교좌표계로 변환할 수 있다. 따라서, 위도-경도로 표시한 $A(\text{Lat}_1, \lambda_1)$, $B(\text{Lat}_2, \lambda_2)$, $C(\text{Lat}_2, \lambda_1)$ 좌표값은 $A(0, 0)$, $B(\Delta p, \Delta l)$, $C(0, \Delta l)$ 로 변환하여 나타낼 수 있다.

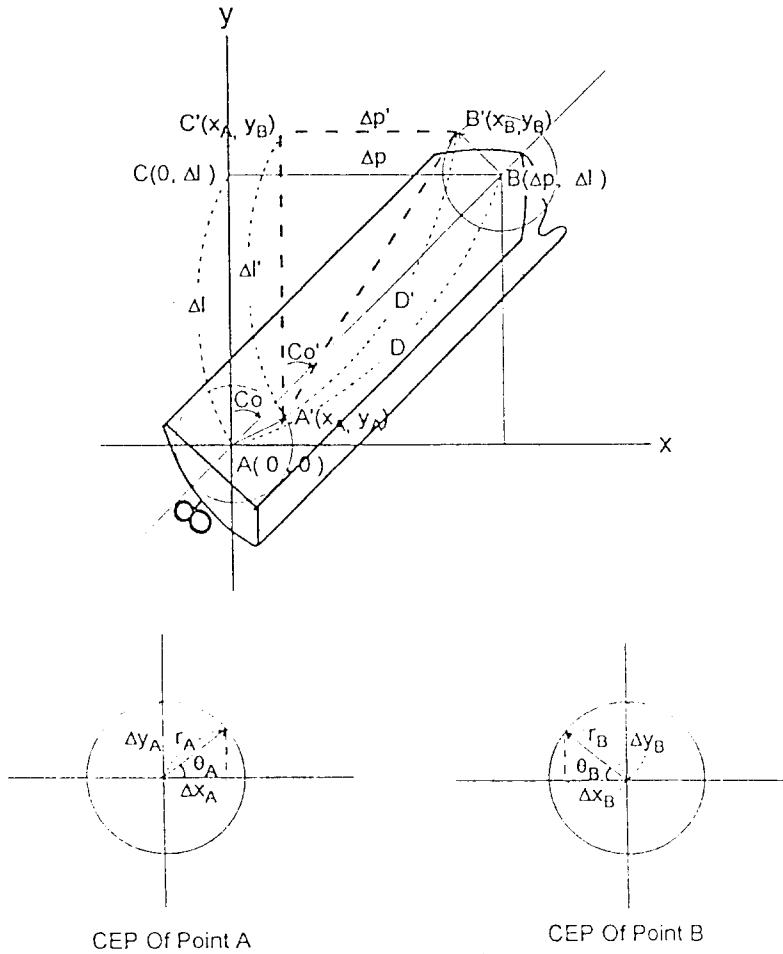


그림 3. $x-y$ 좌표계의 변환

또한, GPS 위치결정 오차확률반경 CEP(Circular Error Probable)를 고려하면, 점 $A(0, 0)$, $B(\Delta p, \Delta l)$, $C(0, \Delta l)$ 은 $A'(x_A, y_A)$, $B'(x_B, y_B)$, $C'(x_A, y_B)$ 로 변환되고, 선수방 위 Co 는 Co' 로, 두점 사이의 거리 D 는 D' 로 변환된다. 여기서, GPS의 CEP 로 인하

여 변동된 좌표값 $\Delta x_A, \Delta y_A, \Delta x_B, \Delta y_B$ 는 다음식(6)~(9)와 같이 구할 수 있고,

$$\Delta x_A = r_A \cos \theta_A \quad (6)$$

$$\Delta y_A = r_A \sin \theta_A \quad (7)$$

$$\Delta x_B = r_B \cos \theta_B \quad (8)$$

$$\Delta y_B = r_B \sin \theta_B \quad (9)$$

여기서, r_A, θ_A 와 r_B, θ_B 는 각각 A점과 B점에 설치한 GPS 의 오차의 크기(r)과 각(θ)를 나타낸다. GPS 오차로 인하여 변형된 $A'(x_A, y_A), B'(x_B, y_B)$ 의 좌표값은 다음식(10)~(13)과 같이 $\Delta x_A, \Delta y_A, \Delta x_B, \Delta y_B$ 를 원좌표값에 가감한 값이 된다.

$$x_A = \Delta x_A \quad (10)$$

$$y_A = \Delta y_A \quad (11)$$

$$x_B = | \Delta p \sim \Delta x_B | \quad (12)$$

$$y_B = | \Delta l \sim \Delta y_B | \quad (13)$$

따라서, A', C' 사이의 거리 $\Delta l'$ 와, A', B' 사이의 거리 $\Delta p'$ 는 다음식으로 구할 수 있다.

$$\Delta p' = | x_A \sim x_B | \quad (14)$$

$$\Delta l' = | y_A \sim y_B | \quad (15)$$

또한, GPS의 오차확률반경 CEP를 고려한 침로 Co' 는 식(16)과 같이 구할 수 있다.

$$Co' = \tan^{-1} \frac{\Delta b'}{\Delta l'} \quad (16)$$

식(16)은 앞의 식(2)와 같은 절차에 따라 Co' 앞의 부호와 뒤의 부호를 결정한다. 식(6)~(16)까지가 의미하는 것은 GPS의 오차확률반경의 벡터를 구할 수 있다면, 정확한 침로 Co 를 역으로 구할 수 있다는 것이다.

이하에서는 이러한 GPS 오차 변동에 따른 GPS-Compass 예상 오차에 관하여 기술한다.

2.4 GPS-Compass 오차 모델에 따른 오차해석

그림 4.는 GPS-Compass 오차 모델을 나타낸 것이다.

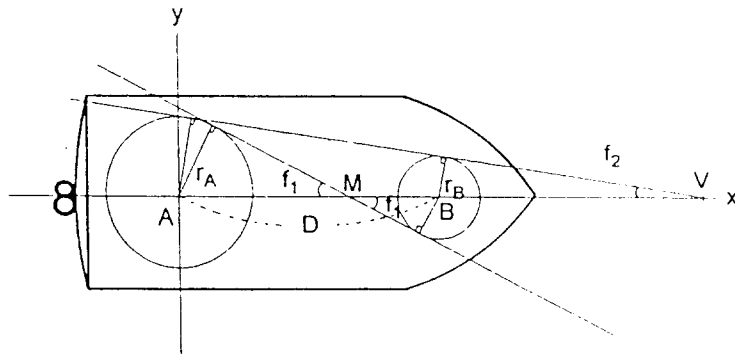


그림 4. GPS-Compass의 오차 모델

두 개의 GPS가 위치한 곳을 A, B로 나타내고, A점에 설치한 GPS의 CEP 반경을 r_A , B점에 설치한 GPS의 CEP 반경을 r_B 로 나타내면, r_A 와 r_B 의 공통접선으로 형성되는 x축에 대한 편각 f_1 과 f_2 는 식(17)~(18)로 나타낼 수 있다.

$$\sin f_1 = \frac{r_A}{MA} \quad (17)$$

$$\sin f_2 = \frac{r_A}{VA} \quad (18)$$

여기서, 닦은꼴 삼각형의 비례 관계식에 따라서 식(19),(20)이 성립한다.

$$MA : MB = r_A : r_B \quad (19)$$

$$VA : VB = r_A : r_B \quad (20)$$

또한, $MB = D - MA$ 이고, $VB = VA - D$ 이므로 식(19),(20) 은 식(21),(22)과 같이 나타낼 수 있고,

$$\frac{MA}{D - MA} = \frac{r_A}{r_B} \quad (21)$$

$$\frac{VA}{VA - D} = \frac{r_A}{r_B} \quad (22)$$

식(21),(22)를 변형하면, 식(23),(24)와 같이 나타낼 수 있다.

$$MA = \frac{r_A}{r_B} D - \frac{r_A}{r_B} MA \quad (23)$$

$$VA = \frac{r_A}{r_B} VA - \frac{r_A}{r_B} D \quad (24)$$

또한, 식(23),(24)는 식(25),(26)과 같이 변형할 수 있으며,

$$(1 + \frac{r_A}{r_B})MA = \frac{r_A}{r_B} D \quad (25)$$

$$(\frac{r_A}{r_B} - 1)VA = \frac{r_A}{r_B} D \quad (26)$$

식(25), (26)은 식(27), (28)과 같이 CEP의 반경 r_A , r_B 와 GPS 사이의 거리 D 만으로 나타낼 수 있다.

$$\sin f_1 = \frac{r_A + r_B}{D} \quad (27)$$

$$\sin f_2 = \frac{r_A - r_B}{D} \quad (28)$$

따라서 GPS 의 CEP r_A, r_B 와 두 GPS 사이의 거리 D로 부터 선수미 방위 오차를 이론적으로 구할 수 있다.

식(27), (28)로 부터 GPS-Compass 의 최소 오차는 f_2 , 최대 오차는 f_1 임을 알 수 있다. 또한, GPS-Compass 의 정확도는 다음 그림 10. 과 같이 GPS 사이의 거리

Dist.(m) 와 GPS 위치결정의 오차확률반경 $CEP(r, \theta)$ 에 의해 결정되며, 4가지 경우를 고려해 볼 수 있다.

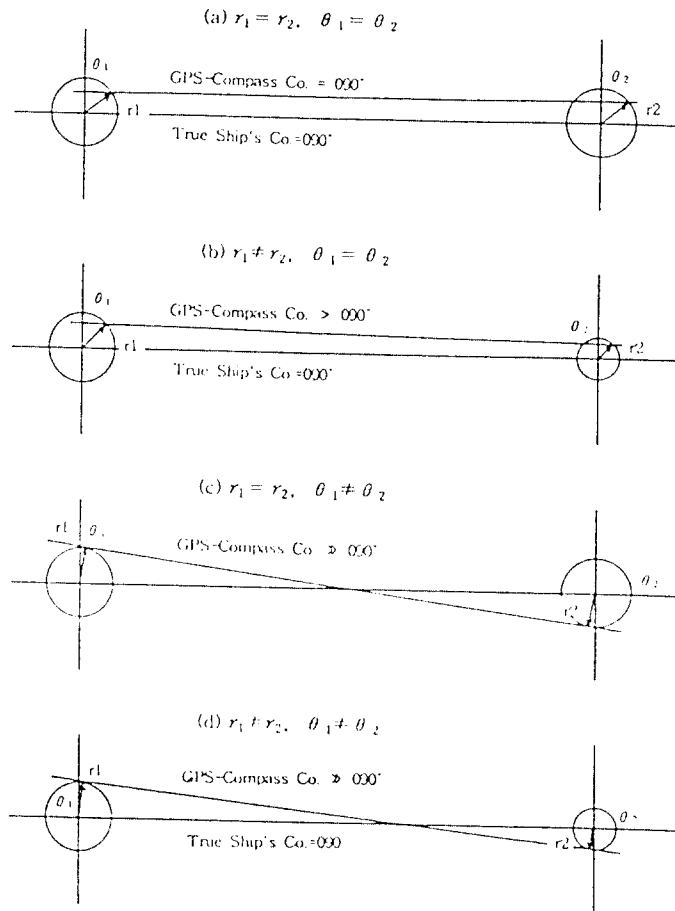


그림 5. GPS-Compass 의 방위오차

그림 5. 에서, 두 GPS 의 CEP 가 동일한 벡터일 경우(a 의 경우)에는 선수미방위오차는 발생하지 않음을 알 수 있다. 통상 동일한 GPS 에 의해 동일한 시간에 동일한 인공 위성에 의한 위치측정에서 오차확률반경은 동일한 벡터를 나타낼 것이다. 따라서 본 연구에서 제안한 GPS-Cmpass 의 경우 이론상 GPS 위치결정의 오차확률반경 $CEP(r, \theta)$

에 의해서는 오차가 발생하지 않게 된다. 그러나 실질적으로는 예측불가능한 오차가 발생할 것이므로 그림 5. 의 b), c), d) 와 같은 오차발생도 고려할 필요가 있다.

따라서, 그림 4, 5 에서 보는 바와 같이 GPS 수신기 사이의 거리 D 가 증가 할수록 선수미 방위 오차는 감소함을 알 수 있다. 또한, GPS-Compass 를 구성함에 있어, 동일한 GPS 수신기를 사용하고, 동일한 시간에, 동일한 위성신호를 이용하여 계산된 위도-경도의 위치오차는 SA 오차가 있다고 하더라도 오차확률반경은 동일한 벡터로 나타날 것으로 예상되므로 방위오차는 거의 없을 것으로 사료되나, 실질적인 측정실험으로 평가할 필요가 있다.

3. 실험

3.1 실험장치 및 방법

그림 6. 은 두 정점에서의 GPS 수신장치 경도 및 위도 오차 분석을 위한 실험장치 구성도이다.

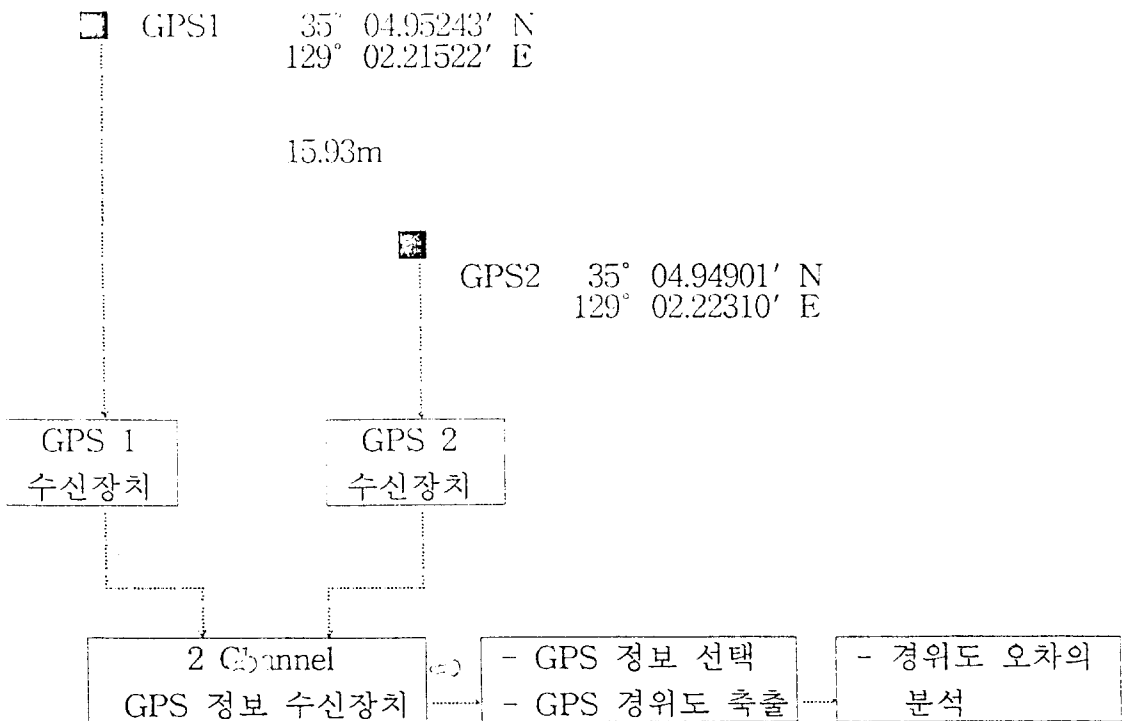


그림 6. 정점에서의 GPS경위도 오차분석을 위한 실험장치

실험에 사용한 GPS 수신기는 미 MOTOLORA 사의 GPS-CORE 2대를 사용하였다. GPS1 과 GPS2의 안테나를 건물의 옥상에 15.93m 간격을 두고 설치하고, 1초 샘플링 주기로 신호를 24시간 수신하였다. 여기서, GPS1 의 기준점위치는 35° 04.95243' N, 129° 02.21522' E 이고 GPS2 의 기준점위치는 35° 04.94901' N, 129° 02.22310' E 이다.

GPS1 과 GPS2 의 안테나로 부터 획득된 신호는 동축케이블을 따라 수신장치로 수신되어 GPS 위치정보를 출력하게 된다.

GPS 수신장치에서 출력된 정보는 경도와 위도 및 필요한 정보만을 선택하여 데이터 베이스를 구축한 후 경위도 오차를 분석하게 된다.

3.2 실험 결과 분석

3.2.1 GPS-Compass 경위도 오차분석

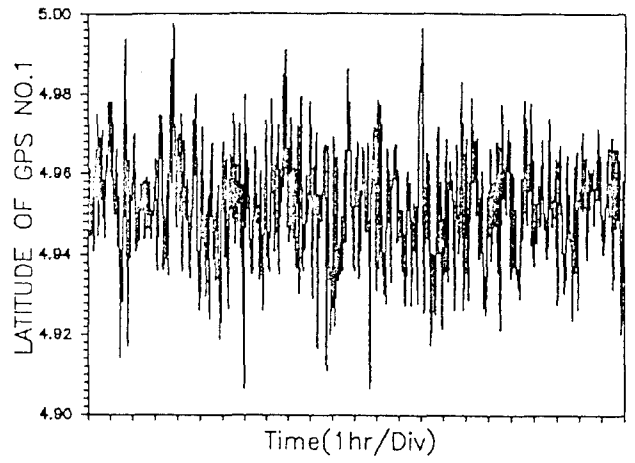
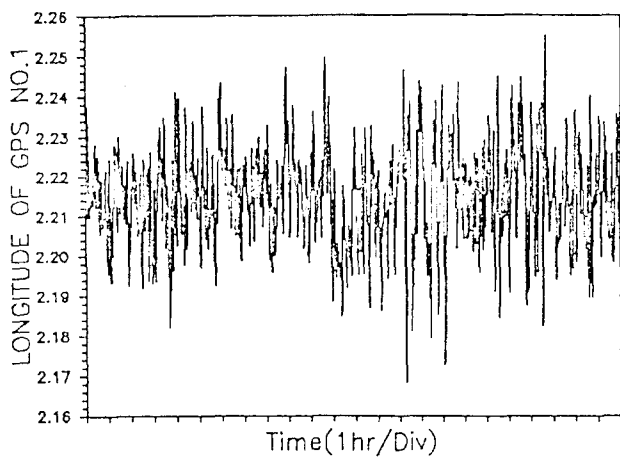
그림 7. 은 24시간 동안 GPS1 과 GPS2 에서 출력된 경위도 정보를 표시한 것이다. 여기서, X-축의 눈금간격은 1시간을 나타내고, Y-축은 도(°) 를 제외한 분(')이하 만을 표시하여 경위도 오차 발생 패턴을 알기 쉽도록 하였다.

그림 7. 로부터 GPS1 과 GPS2 의 경위도는 편차가 최대 약 0.1' 즉, 185m(0.1mile×1850m) 정도이고, 평균 약 0.02' (37m) 임을 알 수 있다. 이론적으로 GPS의 오차확률 반경 CEP가 30m 내외인 점을 고려하면 SA 오차에 의한 영향이 부분적으로 발생하면서 GPS 수신기 자체의 오차가 발생하고 있음을 알 수 있다.

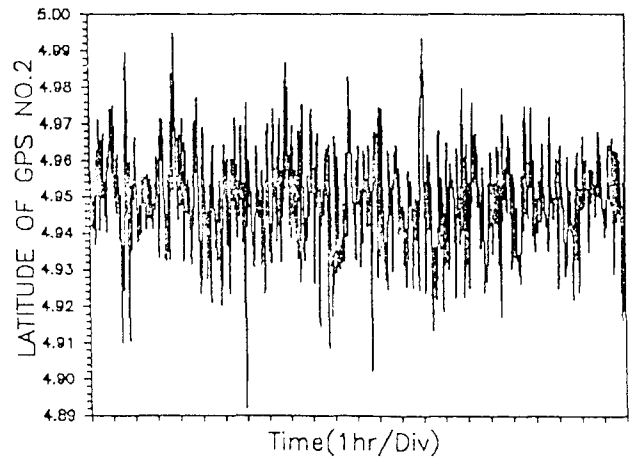
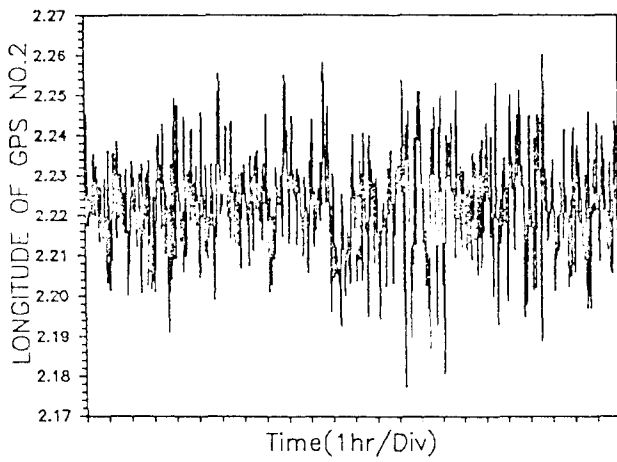
그림 8. 은 그림 7. 의 24시간 동안 수신한 GPS1 과 GPS2 의 경도차(좌) 와 위도차(우)를 나타낸다. 여기서, X-축의 눈금간격은 1시간을 나타내고, Y-축은 도(°) 를 제외한 분(')이하 만을 표시하였다.

경도 및 위도의 차는 일정한 값을 유지하면서 부분적으로 급격한 피크가 발생하고 있다. 여기서, 경도 및 위도차는 두 GPS 사이의 간격이 일정하므로 일정한 값의 차를 유지하게 된다. 또한, 동일한 두 GPS 의 수신기가 동일한 시간에 동일한 ID 의 인공위성을 이용하게 되면 오차는 동일한 벡터가 될 것으로 예상되므로 경도 및 위도는 일정한 값의 차를 유지할 것이다.

그러나, 그림 8. 에서 보는 바와 같이 경도 및 위도 오차 패턴이 일정하지 않게 나타나는 것은 수신기 자체의 ALMANAC 호출 시기가 다르거나, GPS 안테나로부터의 수신신호 강도의 차, 수신기 내부의 계산 알고리즘 실행의 시간차 등의 수신기 내부에서 발생하는 오차로 인한 것으로 사료된다.



(a)



(b)

42

그림 7. 24시간 동안 수신한 GPS1(a)와 GPS2(b)의 경도(좌)와 위도(우)

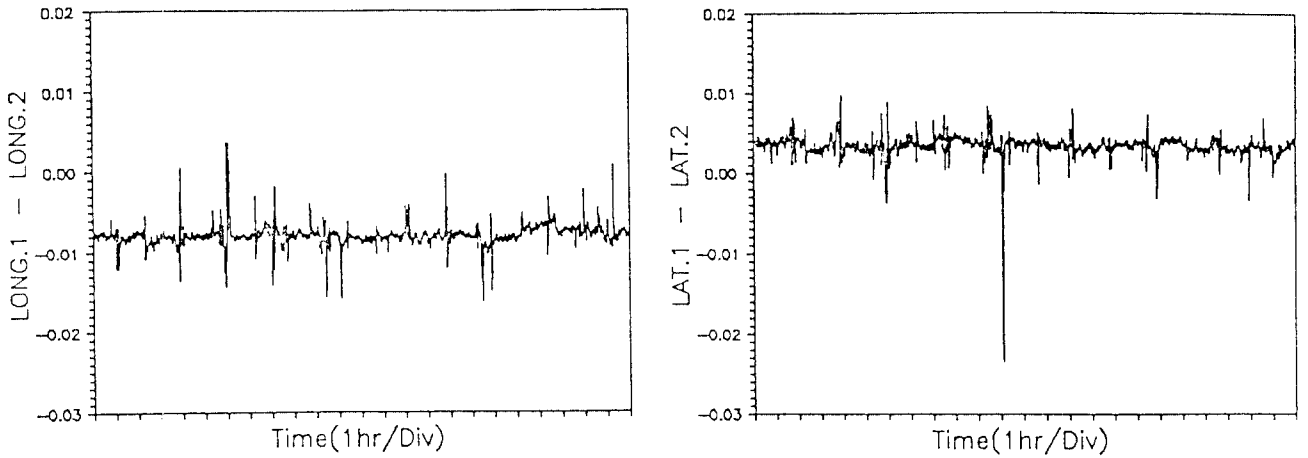


그림 8. GPS1 과 GPS2 의 경도차(좌)와 위도차(우)

그림 9. 는 X-축을 경도, Y-축을 위도로 하여 GPS1(좌)과 GPS2(우)의 경위도 분포를 나타낸 것으로, GPS1의 기준점위치($35^{\circ} 04.95243' N$, $129^{\circ} 02.21522' E$) 와 GPS2 의 기준점위치($35^{\circ} 04.94901' N$, $129^{\circ} 02.22310' E$) 를 중심으로 오차원이 형성되고 있음을 알 수 있다.

또한, 그림 10. 은 오차형성 궤적을 살펴보기 위하여 수분간 경위도 위치 A로부터 경위도 위치 B까지의 경로를 표시한 것으로, GPS1 과 GPS2 의 위치 오차의 궤적은 같은 형태임을 알 수 있다. 즉, 오차 형성과정이 동일한 형태로 발생함을 알 수 있다.

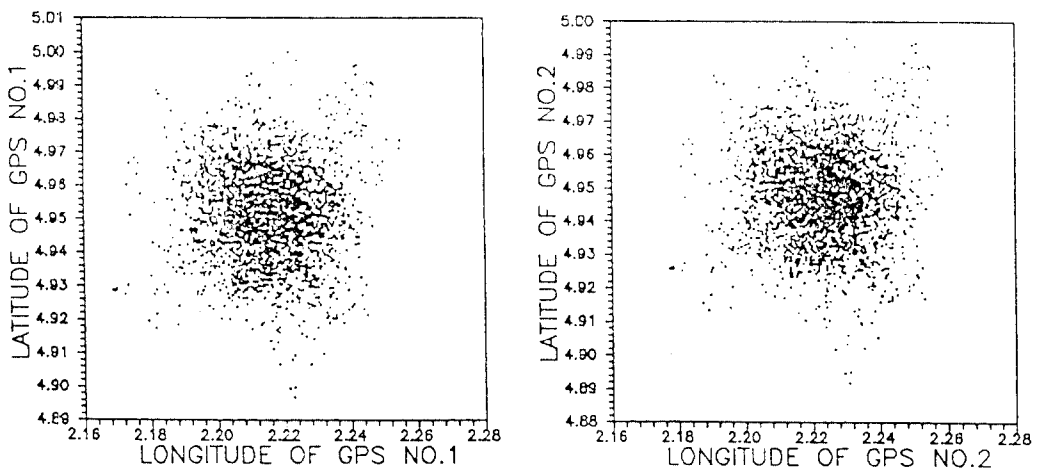


그림 9. GPS1(좌)와 GPS2(우)의 경위도 오차분포

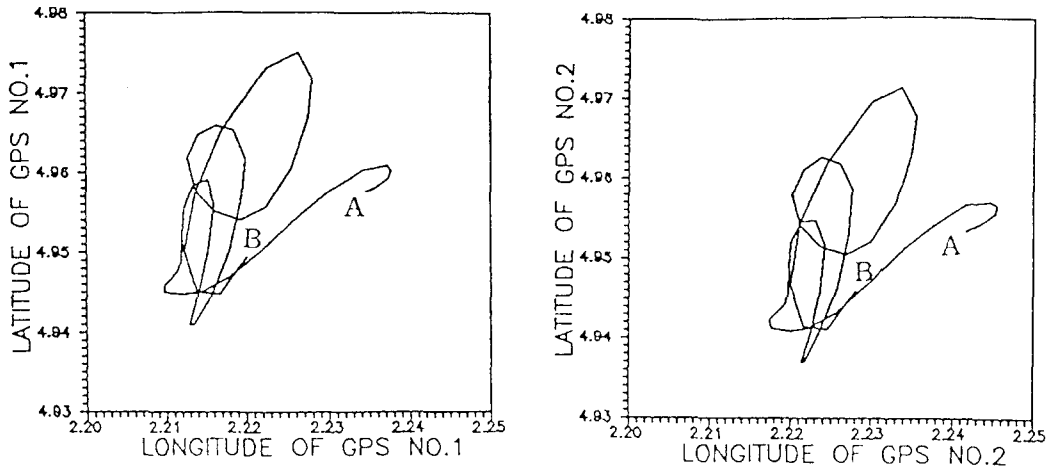


그림 10. GPS1(좌)와 GPS2(우)의 오차궤적

그림 11. 은 위도차와 경도차를 복소수로 표현한 GPS-Compass 경위도 오차분석을 나타낸다. 이 방법에서는 정점(O)에서의 기준위치의 위도와 현재 시각의 위도와의 차를 a 로 하고, 경도차를 b 로 하는 복소수를 $CP(a+jb)$ 로 표현한다.

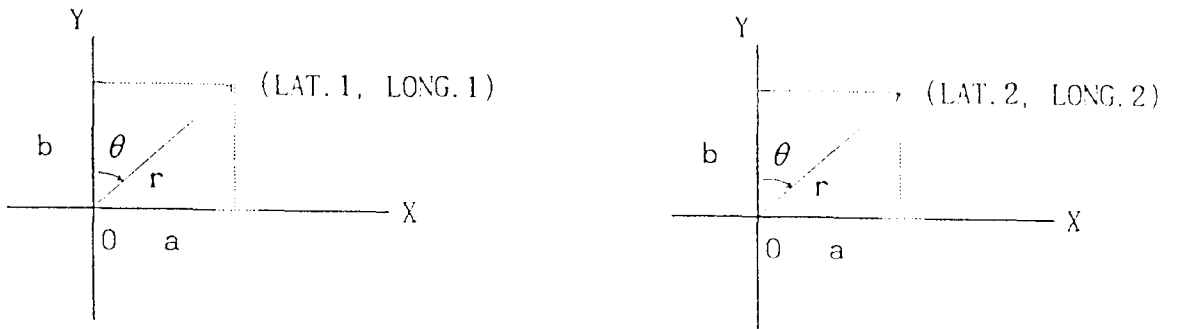
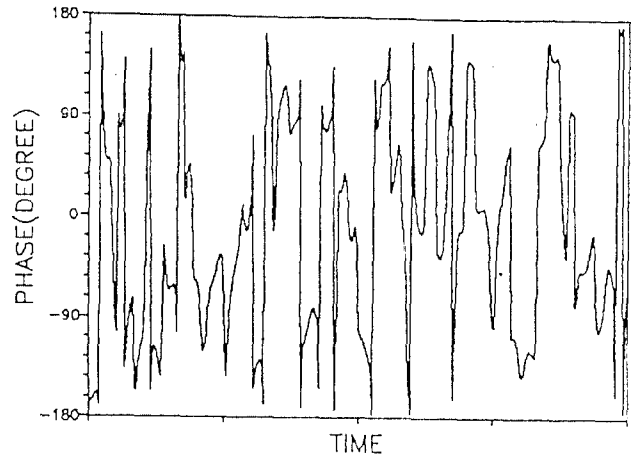
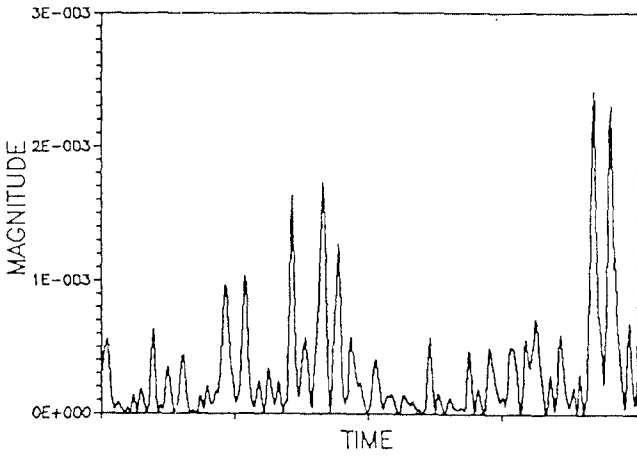


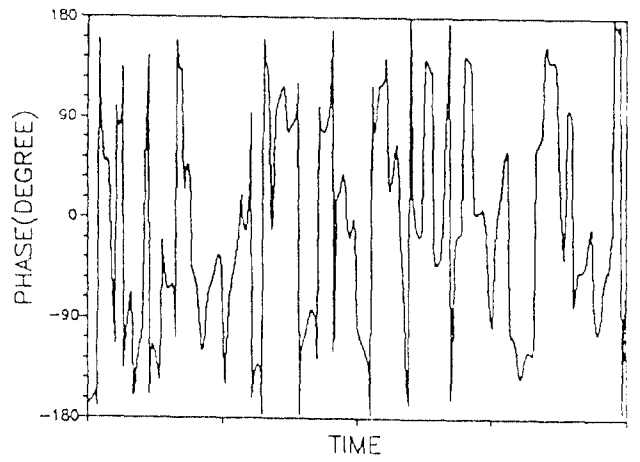
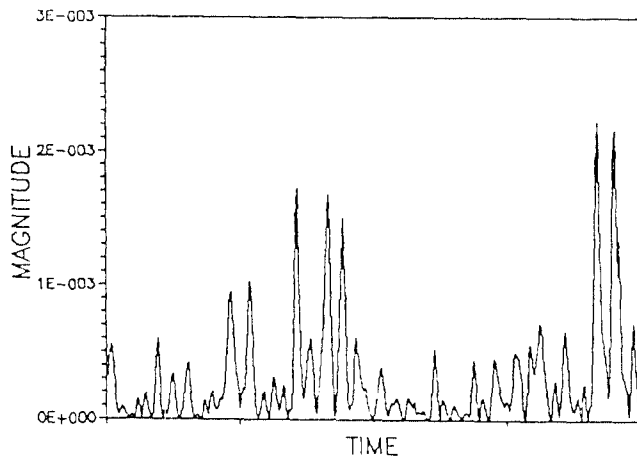
그림 11. 복소수로 표시한 정점으로부터의 위도/경도 오차

여기서, 거리 $r = \sqrt{a^2 + b^2}$ 이고, 방향 $\theta = \tan^{-1}(a/b)$ 가 된다.

그림 12. 는 그림 11. 의 거리(r) 를 크기(MAGNITUDE) 로 표시하고, 방향(θ) 을 위상(PHASE) 으로 표시하여 나타낸 GPS1(a), GPS2(b) 의 오차로서 4시간동안의 오차를 표시한 것이다. 그림 13. 은 GPS1 과 GPS2 사이의 크기차(좌)와 위상차(우)를 나타낸다.



(a)



(b)

그림 12. GPS1(a)와 GPS2(b)의 크기(좌)와 위상(우) 오차

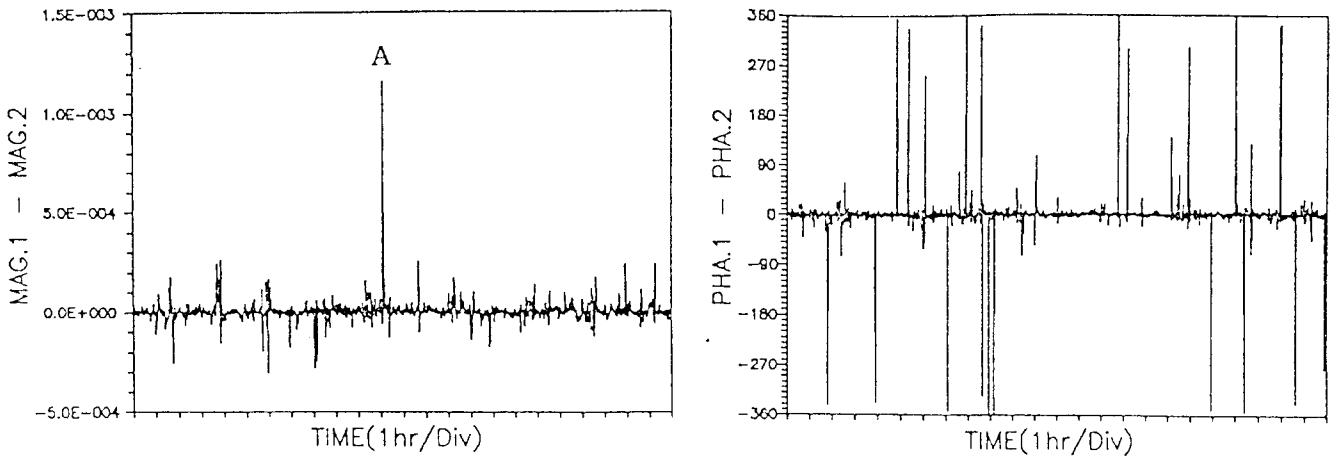


그림 13. GPS1과 GPS2의 크기차(좌)와 위상차(우)

크기차의 시각별 변동 형태는 불규칙하게 발생하면서 11시간 경과후의 A 점의 위치 (시각으로는 24시)가 최대가 되고, 위상은 최대 360도까지 차가 발생하나 펄스형태로 랜덤하게 발생함을 알 수 있다. 이러한 해석 결과로부터 좀더 분명하게 두 GPS 에 발생하는 오차의 크기와 방향을 명확하게 정의할 수 있음을 알 수 있다. 따라서 위상차가 발생하고 크기차가 발생하는 시점에서의 데이터 처리를 명확히 하므로써 GPS-COMPASS 의 방위오차를 개선할 수 있다.

또한, 이러한 분석방법은 기존의 두 GPS 의 경도와 위도차만을 보정해주는 방식의 Post-Processing DGPS 방식에 적용하여 좀더 명확한 오차 해석으로부터 정확한 위치를 보정할 수 있는 방법이라 사료된다.

4. 결 론

본 연구에서는 GPS-Compass 구성을 위한 이론식의 개발과 GPS-Compass 모델 개발 및 해석과 분석으로 부터 이론적 검증은 하였고, 두 대의 GPS-CORE(미 MOTOROLA 사) 로 실험장치를 구성하여 두 정점에서의 실험을 하였다.

오차모델의 구성과 평가로 부터, 선박에 설치한 두 GPS 길이 D 가 길수록 오차는 작게 되며, 동일한 GPS 수신기를 이용하여, 동일한 시간에, 동일한 위성으로 부터 계산된

위도-경도 오차는 오차확률반경 CEP 벡터가 같을 것으로 예상되므로 GPS-Compass 오차는 작을 것으로 예상되었다. 이러한 예상은 두 정점에서의 실험과 오차분석을 통하여 검증 되었다. 오차분석방법으로는 정지점의 기준 경위도에 대한 오차해석 방법 이외에 오차를 복소수로 변환하여 크기와 위상으로 세분하여 오차의 크기와 방향을 나타내는 방법을 개발하였다. 오차분석 결과 두 GPS 의 CEP 벡터는 동일 하였지만, 수신기 자체의 ALMANAC 호출 시기가 다르거나, GPS 안테나로부터의 수신신호 강도의 차, 수신기 내부의 계산 알고리즘 실행의 시간차 등의 수신기 내부에서 발생하는 오차로 인하여 돌발적인 오차가 발생하였다. 랜덤하게 발생하는 이러한 오차는 그 시점에서의 데이터 처리를 명확히 함으로써 GPS-Compass 의 방위오차를 개선할 수 있을 것이다.

따라서, GPS-Compass 는 자기콤파스, 전파 및 위성항법시스템에서 방위정보를 제공하는 방위센서의 제약점을 극복하고, 자이로 및 자이로콤파스 고장시 즉각 대체할 수 있을 것으로 기대된다.

본 논문은 '95년도 한국학술진흥재단 공모과제 연구 수행 결과의 일부임.

참고문헌

1. Earl G. Blackwell, "Overview of Differential GPS Methods," The Institute of Navigation, Vol.III, 1986
2. K.S.Ko. "On the Smoothing Estimation using the steady Kalman Gain," JTC-CS CC '91, 1991. 3.
3. K.S.KO, J.B.Yim, B.T.Lim, "A Study on the Ocean Safety According to the Geodetic Datum Transformation," J. SOC. Maritime Safety, Vol. 1(2),1995
4. J.B.Yim, S.J.Lee, "A Study on the Development of the Interface Transmitting for the Marine Gyrocompass Information," J. Korean Inst. Nav, Vol.16(4), 1992
5. 고광섭, "첨단 위성항법 시스템의 개발 현황 및 활용," 해양학술 세미나 발표문집, 1995. 10.
6. 심영호 외 3인, "GPS 위치정보를 이용한 선박의 제 2 방위센서 개발에 대한 기초연구," GPS WORKSHOP, 1995. 11.
7. 정세모 외 1인, "GPS 수신기 개발을 위한 PN code 발생기에 관한 연구," 한국해양대학원 논문집, 1985