

GPS-COMPASS의 방위 오차 개선에 관한 연구

A Study on the Improvement of Bearing Error for
GPS-Compass

임 봉 택*, 임 정 빈*, 고 광 섭*

(Lim, Bong Taek, Yim, Jeong Bin, Ko, Kwang Soob)

* 해군사관학교 항해학과

1. 서 론

기존의 LORAN-C, DECCA, OMEGA, GPS, GLONASS 등의 전파 및 위성항법 시스템은 위치 정보 제공 외에도 선박의 방위 정보를 제공하고 있다. 이러한 전파 및 위성항법 시스템에서 제공되는 방위 정보는 현재의 위치 정보와 수신기에 저장된 과거의 위치 정보를 이용하여, 이동 경로에 대한 방위를 계산한 것이다. 따라서, 획득된 방위 정보는 선박의 변침, 선회, 정지 등과 같은 여러가지 상황에 적절히 대응치 못하는 문제가 있으며, 기존의 선박용 콤팩스와 비교하여도 그 정도가 크게 뒤지기 때문에 방위 정보 제공 시스템으로서 큰 의미가 없는 실정이다.

최근에는, 기존의 전파 및 위성항법 시스템에서 부수적으로 제공되는 방위 정보의 제약점들을 극복 가능하고, 정밀도에서도 이들 보다 대등하거나 앞설 수 있는 방법으로서, GPS의 정확한 위치 정보를 이용한 새로운 방위 센서(GPS-COMPASS)에 대한 연구가 진행되고 있다.¹⁰⁾

본 연구는 GPS-COMPASS 연구의 일환으로, GPS-COMPASS 방위 정보의 정밀도 향상을 위한 몇가지 개선 방법을 제시하는데 그 목적이 있다.

2. GPS-COMPASS의 방위 오차 개선

2. 1. GPS-COMPASS의 방위 계산 원리

일직선상에 놓여진 2개 GPS의 위치 정보를 이용하면 선수미선에 의한 방위 계산이 가능하다. 그림 1에서 X-Y 좌표의 교점(G1)에 GPS 1을 설치하고, G1점과 선수를 연결한 일직선상에 GPS 2를 위치(G2) 시키면 본선의 선수방위(θ)는 식 (1)에 의하여 구하여진다.

식 (1)에서 dy 는 G1과 G2의 위도차를 나타내며, dx 는 G1과 G2의 경도차를 각각 나타낸다. 여기서, 식 (1)에 의한 방위 계산시 dx , dy 부호는 각 사분면을 판별하는 부호로 이용하게 된다. 즉, 선박은 방위를 360도로 나타내므로, 삼각함수에 의해 계산된 방위는 각 사분면에 따라 360도 방위로 계산되어야 한다.

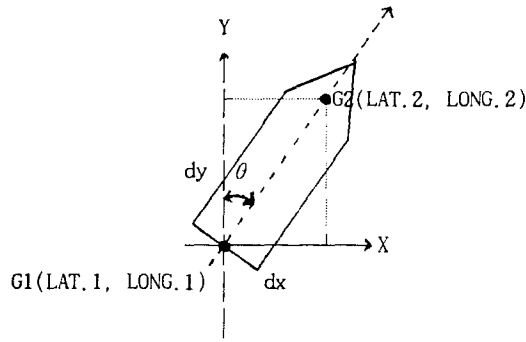


그림 1. 2대의 GPS를 이용한 선수 방위 계산 원리

$$\theta = \tan^{-1} \frac{dx}{dy} \text{ ----- (1)}$$

본 연구에서는 GPS-COMPASS의 방위 계산에 필요한 2개 GPS(GPS 1, GPS 2)의 경위도 정보를 획득하기 위하여 별도의 실험을 실시하였다. 사용된 장비는 미 Motorola 사의 GPS Evaluation Kit를 사용하였는데, 이 실험 장비는 2대의 GPS-CORE 수신 장치와 2 Channel 정보 수신 장치로 구성되어 있다.

수신된 경위도 정보는 방위 계산 프로그램을 통하여 데이터 베이스로 구축되었으며, 본 연구에서는 이 자료를 활용하였다.

그림 2는 실험 장치에서 수신된 GPS 1과 GPS 2의 경위도를 식 (1)을 이용하여 계산한 방위로 나타낸 것이다. 여기서 X-축은 시간을 나타내며 Y-축은 계산된 방위로서 0도에서 360도 까지를 나타낸다.

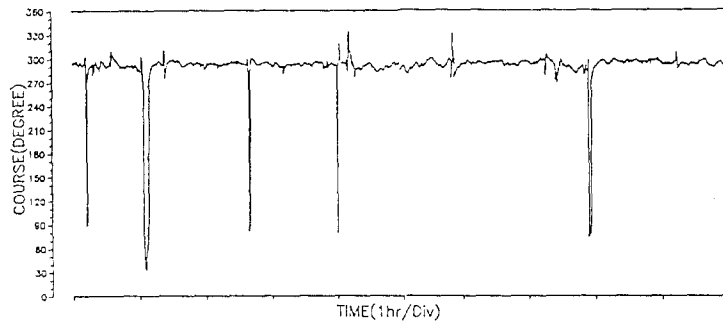


그림 2. GPS 1과 GPS 2의 경위도를 이용한 방위 계산 결과

그림에서 오차가 랜덤하게 발생하고 있음을 보이고 있는데, 이러한 오차 발생 원인은, (1) GPS 1과 GPS 2의 경위도 오차가 CEP 상에서 크기와 방향이 서로 일치하지 않기 때문이며, (2) 방위 계산 시의 탄젠트 값이 경도차와 위도차의 부호에 따라 변동되었기 때문이다. 또한, (3) 두 GPS 사이의 거리가 CEP의 오차 반경(이론적으로 30m 정도) 보다 작기 때문에 거리분해능이 불가능한 부근에서 오차가 발생하고 있다. 이하에서는 이러한 방위 오차를 개선하기 위한 방법과 그 적용 결과에 대해 서술한다.

2. 2. 방위 오차 개선 방법

방위 오차를 감소시키기 위한 방법으로서 평균값, 선회각속도 필터, 거리정확률(IODA), GPS 사이의 거리 연장 등에 의한 방법들을 적용하고 평가하였다.

2. 2. 1. 평균값 및 선회각속도 필터 이용

선박의 선수 방위는 급격하게 변화하지 않으므로 펄스 형태로 랜덤하게 발생하는 계산 방위는 잡음으로 간주할 수 있다. 따라서 이러한 값들을 제거하기 위하여 GPS로부터 출력된 경위도 값을 평균하거나, 선박의 선회각속도를 필터로 사용하여 잡음들을 제거시킬 수 있다. 선박의 선회각속도(Angular Speed)는 Turning Circle 대비 360도 회전시 소요된 시간을 표시하는 값을 나타낸 것이다.

2. 2. 2. 거리정확률(IODA) 이용

GPS 1과 GPS 2에 의한 계산 방위 오차는 CEP의 방향 및 크기가 서로 일치하지 않기 때문이라는 점에 착안하여, 두 GPS 사이의 실측 거리를 만족할 수 있는 범위를 설정하는 인덱스 설정 방법으로 오차 범위를 제한할 수 있다. 본 연구에서는 식 (2)에 의한 거리정확률(IODA, Index of Distance Accurate)을 새로운 평가 지표로 활용하였다. 식 (2)에서 CD는 계산 거리(Calculated Distance)를, TD는 실험에서 사용된 두 GPS의 실제 거리(True Distance)를 각각 나타낸 것이다.

$$IODA = \frac{CALCULATED\ DISTANCE}{TRUE\ DISTANCE} \times 100\% \quad \text{----- (2)}$$

$$\text{단, } CD = \sqrt{(LAT.1 - LAT.2)^2 + (LONG.1 - LONG.2)^2} \times 1850m$$

$$TD = 15.93m$$

2. 2. 3. GPS 사이의 거리 연장

두 GPS 사이의 거리가 CEP의 오차 반경(이론적으로 30m 정도)보다 작기 때문에, 거리분해능이 불가능한 부근에서 오차가 발생된다는 점에 착안하여, 두 GPS 사이의 거리를 증가시킬 필요가 있다. 본 연구에서는 실험에 사용된 실제 거리 15.93m를 100m로 연장해 보기로 한다.

2. 3. 적용 및 결과

2. 3. 1. 평균값 적용 및 결과

그림 3은 실험 장치에서 1초 간격으로 수집된 GPS 1과 GPS 2의 경위도 위치 정보를 6회 평균값을 취한 후의 방위 계산 결과이다. 평균에 의한 경우에도 사분면 판별이 잘못된 부분에서는 방위 보정이 안되는 결과를 알 수 있다.

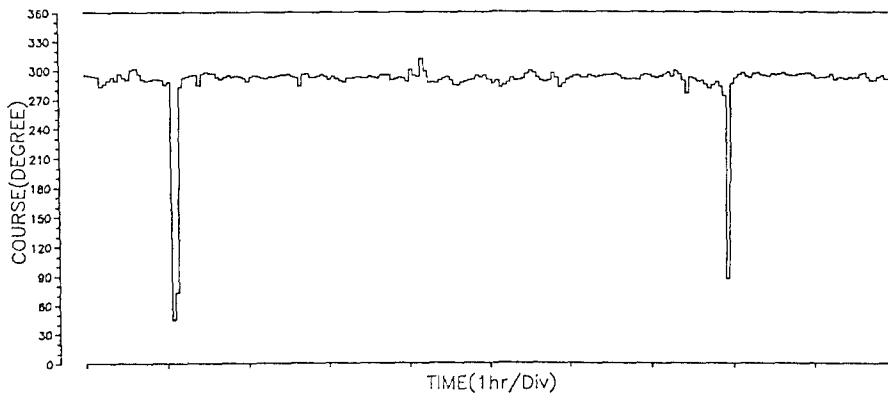


그림 3. 평균값 적용에 의해 산출한 계산 방위 결과

2. 3. 2. 거리정확률(IODA) 적용법

그림 4에서 좌측은 GPS 1과 GPS 2의 경도값을 함께 표시한 것이고, 우측은 위도값을 한 그림에 나타낸 것이다. 본 연구에서 사용된 GPS 1과 GPS 2는 15.93m 간격으로 설치되었기 때문에 경위도 차가 일정하게 유지되어야 하지만, GPS 위치 정보에 오차가 발생한 관계로 부분적으로 차가 일정하지 않음을 알 수 있다.

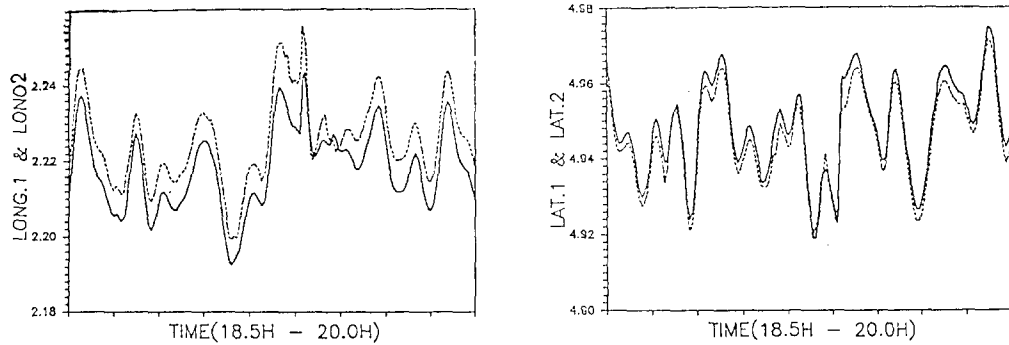


그림 4. 수신된 GPS 1과 GPS 2의 경위도 비교

또한, 경도차와 위도차의 부호가 변동하게 되면 식 (1)에 의한 방위 계산 삼각함수의 사분면이 변하기 때문에 이러한 오차는 어떠한 도구를 사용하여 검출될 것이 요구된다. 그림 5에서 좌측은 GPS 1과 GPS 2의 경도차를 표시한 것이고, 우측은 위도차를 각각 표시한 것으로 부분적으로 차의 부호가 반전됨(그림에서 점선 기준)을 알 수 있다.

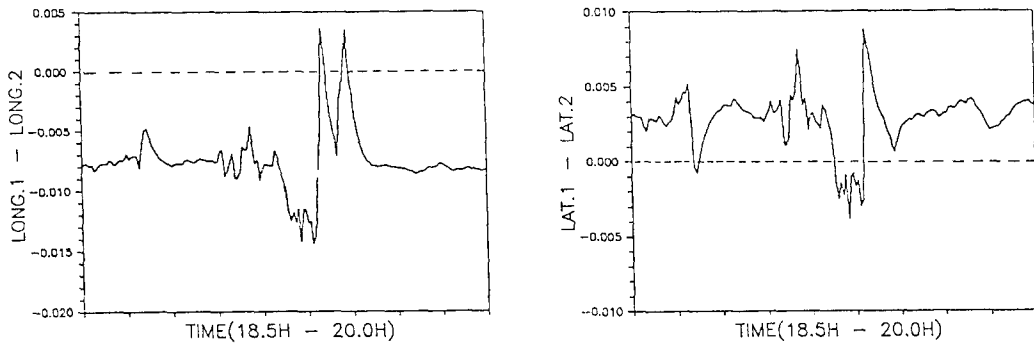


그림 5. 수신된 GPS 1과 GPS 2의 경위도차

그림 6은 18.5시부터 20시까지의 IODA를 계산한 것이다. IODA가 100%인 경우는 실측 거리와 계산 거리와의 비율이 같으므로 오차가 같은 백터를 갖고 있음을 의미한다. 그림에서 IODA가 10~150% 까지 변동함을 알 수 있다.

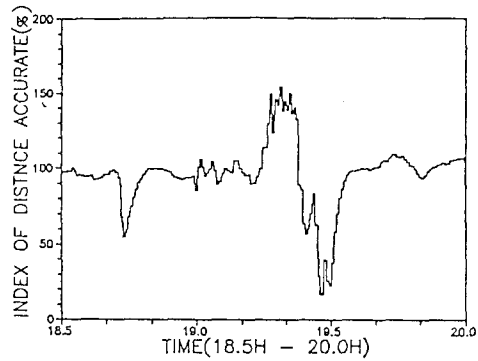


그림 6. IODA 계산 결과

그림 7에서 좌측은 IODA와 평균값을 적용하기 전의 방위 계산 결과이고, 우측은 IODA를 90~110%의 신뢰 구간으로 정하고 6회의 평균을 취한 결과로서, 사분면 판별 오차가 IODA의 판별에 의해 억제되어 급격한 방위 계산 오차의 감쇄를 나타내고 있고, 6 회의 평균을 적용한 결과 임펄스성의 리플이 평균화된 결과를 나타내고 있다.

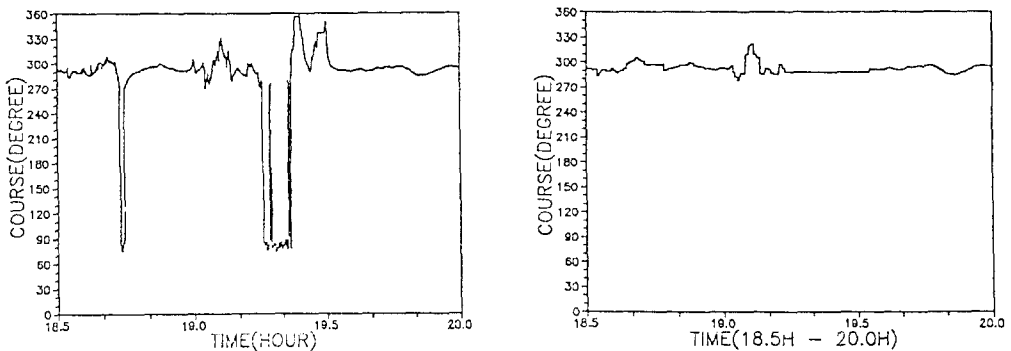


그림 7. IODA 적용 전의 방위 계산(좌측)과 적용 후의 방위 계산(우측) 결과

2. 3. 3. 선회각속도 필터법

순간적으로 발생하는 펄스성 계산 방위 오차는 선박의 선회각속도에 의한 필터링 방법을 이용한다. 즉, 선박의 Turning Circle이 360도 1회전에 360초가 소요되면, 1도에 1초 이상 변화하는 계산 방위는 잡음으로 간주될 수 있으므로, $1^\circ / 1 \text{ sec}$ 라는 시간 필터를 이용하는 방법이다.

그림 8은 IODA를 90~110%로 하고, 6회 평균값을 적용하며, $0.2^\circ / 1 \text{ sec}$ 의 선회각속도 필터를 적용하여 계산한 방위이다. 전반적으로 펄스성 잡음이 많이 억제되었음을 알 수 있다.

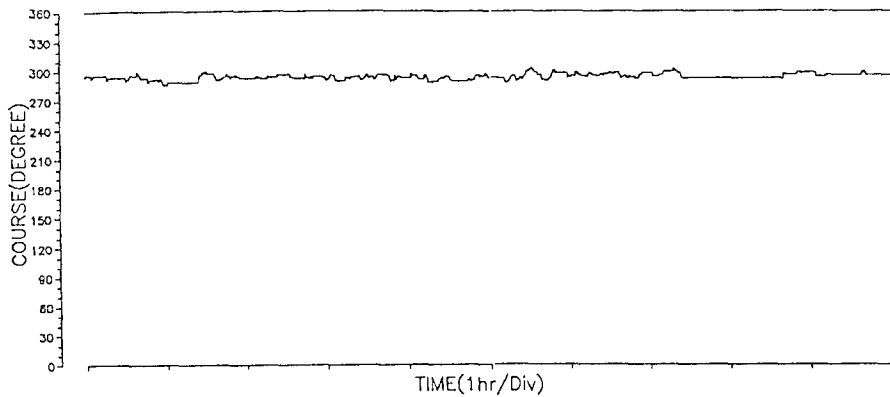


그림 8. IODA, 선회각속도를 적용한 계산 방위 결과

2. 3. 4. GPS 사이의 거리 연장

그림 9에서 좌측은 두 GPS 사이의 거리가 100m 거리로 증가 되었을 때, 평균값과 선회각속도 필터 및 IODA의 신뢰 구간을 적용하지 않은 계산 방위로서, 어떠한 전처리를 하지 않았음에도 거리의 증가로 인한 계산 방위 오차의 감소 결과를 알 수 있다.

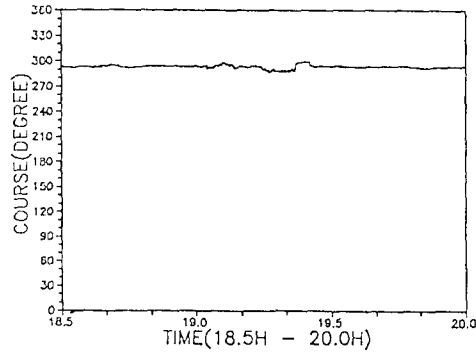


그림 9. GPS 사이의 거리 연장에 의한 계산 방위

그림 10은 위에서 언급한 모든 방법 즉, 가상거리 100m, 6회의 평균값, $0.2^\circ / 1 \text{ sec}$ 의 선회각속도 필터, IODA 신뢰구간 90~110% 등을 모두 적용했을 때의 계산 방위이다. 오차가 현저히 감소한 결과를 나타내고 있다.

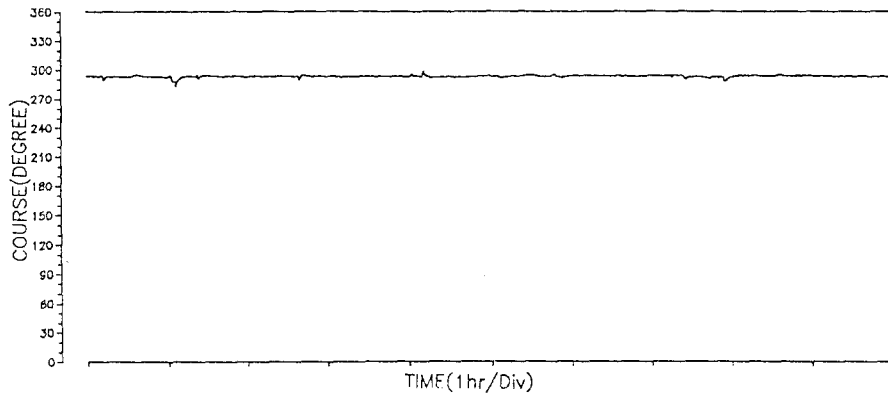


그림 10. 모든 개선 방법이 적용된 계산 방위

3. 결 론

본 연구에서는 미 Motorola 사의 GPS Evaluation Kit를 사용하여, 정점에서의 GPS 경위도 위치 정보를 이용한 계산 방위 오차를 분석하고, 출력된 계산 방위의 정도를 개선할 수 있는 몇가지 방법을 제안하였다.

개선 방법으로는 계산 방위의 오차 정밀도를 나타내는 평가 지수로서, IODA라는 거리 정도 지표를 도입하여 계산 방위의 정도를 향상시킬 수 있었다.

또한, 선박의 선회각속도 필터, 평균값, 두 GPS 사이의 거리 연장 등의 방위 개선 방법들을 도입한 경우에도 상당한 방위 오차 감소 결과를 얻을 수 있었다.

따라서, 본 연구에서 행한 개선 방법들을 GPS-Compass 연구에 적용시, 정밀도가 향상된 방위 정보 획득이 가능할 것으로 생각된다.

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

참고문헌

1. Earl G. Blackwell, "Overview of Differential GPS Method", The Institute of Navigation, Vol. III, 1986
2. RTCM Special Committee's, "RTCM Recommend Stand for Differential NAVSTAR GPS Service Vol. 2. 1.", New York, 1994
3. David Wells, "Guide to GPS Positioning ", Canadian GPS Associates, 1987
4. 木村雄治郎 外 4人, "GPS의 測位精度-I", 航海, 96號, pp. 39-46, 1988
5. 松野保久 外 4人, "GPS의 測位結果について", 航海, 102號, pp. 17-26, 1990
6. 合田政次 外 2人, "GPS의 定點における 測位精度", 航海, 102號, pp. 27-33, 1990
7. 홍창희 외 5인, "PC를 이용한 선박의 위치정보전송 system에 관한 연구", 한국항해학회지, 제 15권 제 4호, pp. 1-11, 1991
8. 고팡섭, "GPS 위성신호 수신향상을 위한 Smoothing Estimation 알고리즘 개발", 해양연구논업, pp. 45-62, 1992
9. 정세모 외 1인, " GPS 수신기 개발을 위한 PN Code 발생기에 관한 연구". 한국해양대학원 논문집, 1985
10. 고팡섭 외 3인, "GPS 위치정보를 이용한 선박의 제 2 방위센서 개발", '95년 한국항해학회 춘계학술발표회 논문집, pp. 117-133, 1995