

전자자기 컴퍼스를 이용한 GPS 컴퍼스의 선수방위 안정화에 관한 연구

조현정[†] · 신형일* · 이대재* · 이유원* · 현윤기* · 배문기** · 김광식***

강원전문대학 · *부경대학교 · **해양수산연수원 · ***마린전자상사

A Study on the Ship's Heading Stabilization of GPS Compass Using Electromagnetic Compass

Hyeon-Jeong JO[†], Hyeong-Il SHIN*, Dae-Jae LEE*, Yoo-Won LEE*, Yun-Ki HYUN*,
Mun-Ki BAE** and Kwang-Sik KIM***

Gangwon Provincial University, *Pukyong National University, **Korea Institute of
Maritime and Fisheries Technology, ***Marine Electronics Corporation

Abstract

The study was results obtained from the trial make of the hybrid GPS-electromagnetic(EM) compass which overcome shortcoming of GPS compass and EM compass. The results were summarized as follows:

GPS compass detected the stable ship's heading at 0.1° intervals with the turning angular velocity of less than 25°/sec in the experiment for the characteristics of turning angular velocity with stepmotor, but in case of over 25°/sec the compass did not detect it. On the contrary, the EM compass always indicated the ship's heading with no connection of the turning angular velocity, however the compass is low accuracy compared with GPS one owing to a compass error.

The ship's headings by the hybrid GPS-EM compass were displayed at fixed point and moving by car; if the GPS compass work the headings were displayed by GPS compass, if not, the heading is provided stably by adding or subtracting of a compass error to the heading of EM compass. Also, each ship's heading was derived from not only the GPS compass but also the EM one by add or subtract of the compass errors, and then was worked covariance for the analogy. The results show that the ship's heading of two compasses has been verified the similarity to 95% confidence level.

Key words : GPS compass(GPS 컴퍼스), electromagnetic compass(전자자기 컴퍼스), hybrid GPS-EM compass(하이브리드 GPS-전자자기 컴퍼스), ship's heading(선수방위), GPS carrier phase(GPS 반송파 위상)

[†]Corresponding author : hnjo@gw.ac.kr

서 론

최근 수산업 개방에 따른 국내 어업의 국제 경쟁력 확보를 위하여 어선어업의 구조조정과 아울러 효율화와 자동화에 관심이 집중되고 있다. 연근해 소형 어선의 경우 어법의 자동화와 함께 항행자동화가 당면 과제로 부각되고 있다. 소형어선에서 항행자동시스템 구축을 위해 선수방위정보 획득을 위한 방법으로는 기존의 자기 컴퍼스 이외에 원격지시 자기 컴퍼스, 전자자기 컴퍼스, 자이로 컴퍼스, GPS 컴퍼스 등을 들 수 있다.

원격지시 자기 컴퍼스는 기존의 자기 컴퍼스를 그대로 활용할 수 있다는 장점이 있으나, 자기 컴퍼스가 갖고 있는 자차나 경선차에 의한 선수방위 오차를 보완할 필요가 있다. 한편, 전자자기 컴퍼스는 자기 컴퍼스 특성을 유지하면서 소형화, 고성능화시켜 소형 어선의 항행자동시스템 구축에 적합한 방위센서로 보고되고 있으나, 조업현장에서 어로장비가 가동될 때 발생하는 선내 자장의 변화에 기인하는 컴퍼스 오차의 변동으로 인하여 널리 보급되지 못하는 실정이다^{1,2)}. 또한, 자이로 컴퍼스는 고정도이지만 어선업의 영세성을 고려할 때 고가이고, 어선에 설치할 만한 공간이 협소하며, 작동시켜 사용할 수 있을 때까지 수 시간의 안정시간이 필요하므로 입출항이 빈번한 연안 소형 어선에서 사용하기에는 부적합하다.

이와 같은 원격지시 자기 컴퍼스, 전자자기 컴퍼스 및 자이로 컴퍼스의 단점을 보완할 저가이면서 고정도의 방위센서로 GPS 컴퍼스가 개발되어, 자동항법시스템에 선수방위정보를 제공할 수 있는 가능성이 보고되고 있다³⁻⁸⁾.

GPS 컴퍼스는 고정도 위치측정을 위하여 반송파 위상을 이용하는데, 반송파 위상은 위성과 수신기 사이의 거리에 미지정수(integer ambiguity)를 포함하고 있으므로, 종래 GPS 컴퍼스에 관한 연구는 이것을 최단시간 내에 검출하기 위한 방법에 관한 연구가 주를 이루었다^{5,6,8-12)}.

한편, GPS 컴퍼스는 GPS 위성 신호가 불량하거나 교량이나 지형지물 등에 의하여 신호가 차단될 경우에 선수방위의 검출이 불가능하게 되므로 그 안정화 방법으로 진동자이로를 이용하여 GPS 컴퍼스의 선수방위를 수 분까지 유지시키면서 연속적인 선수방위 산출이 가능하도록 개선시키고 있다⁴⁾. 또한, GPS 컴퍼스는 고속으로 선회시에 선수방위정보의 산출이 불안정해지는 문제점도 지니고 있어 이와 같은 문제점을 보완하지 않고서는 선박에서 주

컴퍼스로 사용될 수 없을 것이다.

따라서, 본 연구에서는 GPS 컴퍼스가 위성 신호의 차단이나 고속 선회시 선수방위의 산출이 불안정해지는 문제점을 전자자기 컴퍼스(electromagnetic compass)를 이용하여 안정된 선수방위검출이 가능하도록 고안한 하이브리드 GPS-전자자기 컴퍼스를 시작(試作)하여 그 성능을 평가, 고찰하였다.

장치 및 방법

1. 하이브리드 GPS-전자자기 컴퍼스의 구성

시작(試作)된 하이브리드 GPS-전자자기 컴퍼스는 크게 GPS 컴퍼스, 전자자기 컴퍼스, GPS-전자자기 컴퍼스 선수방위 통합관리부로 이루어져 있으며, 그 구성도는 Fig. 1과 같다.

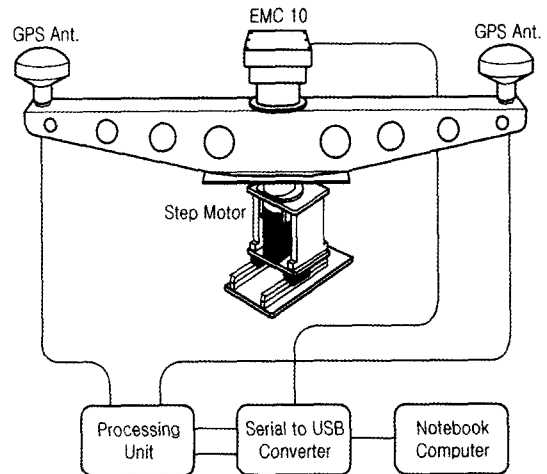


Fig. 1. Schematic drawing of the configuration of hybrid GPS-EM compass.

먼저, GPS 컴퍼스는 동일한 기선 상에 2개의 GPS 안테나(BAE SYSTEMS)와 각 안테나가 수신한 반송파 위상을 수신하는 GPS Engine 및 컴퓨터의 CPU를 이용하여 소프트웨어적으로 방위정보를 실시간 처리하도록 프로그래밍된 소프트웨어 처리부로 구성되어 있다.

GPS 컴퍼스는 두 개 이상의 GPS 안테나를 동시에 부착하고, 이 안테나들 사이의 기선(baseline) 벡터를 구한 다음, 이를 초기의 기선 벡터와 비교함으로써 선수방위를 구하는 원리를 이용한 것이다.

두 개 이상의 GPS 안테나간의 기선 벡터는 반송파 위상을 이용하여 측정하는데, GPS 반송파를 이용할 경우 수신기에서 수신한 위성과 수신기의 위상 차이값-맥놀이 위상(beat phase)-을 알 수 있으나, 수신된 반송파가 전송되는 과정에서 위성과 수신기 사이에 몇 주기의 반송파가 존재하는지는 알 수 없다. 여기서 위성과 수신기 사이에 존재하는 정수의 반송파 주기 값을 미지정수(integer ambiguity)라고 한다. 이러한 GPS 미지정수 결정의 문제해결을 위하여 다양한 미지정수 결정기법이 개발되어 사용되고 있으나, 본 연구에서는 FASF(fast ambiguity search filtering) 기법을 이용하였다¹¹⁾. 반송파 위상측정에서 두 안테나간에 공통적으로 영향을 주는 오차를 제거하기 위하여 차분기법을 이용한다. 차분에는 수신기간 차분, 위성간 차분 및 시간간 차분의 단일차분(single difference)과 이들을 조합한 이중차분(double difference), 삼중차분(triple difference)으로 분류할 수 있는데, 본 연구에서는 이중차분을 이용하였으며, 그 개략도는 Fig. 2와 같다.

Fig. 2에서 수신기 A와 B에서 위성 j와 k로부터 측정치를 수신기간 차분과 위성간 차분을 취하면 (1) 식과 같은 이중차분된 반송파 위상을 얻을 수 있다. 이중차분된 반송파 위상을 사용할 경우 공통오차가 완전히 상쇄되어 수 mm 정도의 정밀한 위치측정이 가능하고, 두 개의 안테나가 동체에 부착된 경우에는 두 안테나 사이의 기선벡터를 정확하게 구할 수 있다.

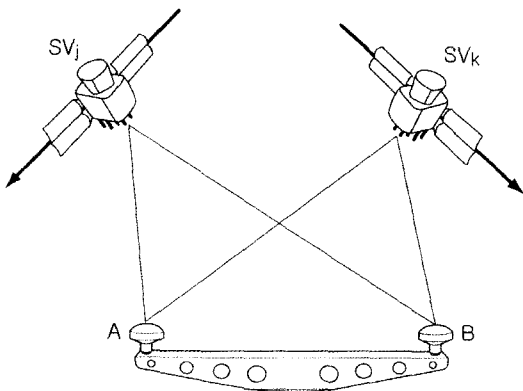


Fig. 2. Schematic of conception for a receiver-satellite double difference.

$$\begin{aligned} \Phi_{AB}^{jk}(t) &= (\Phi_A^k(t) - \Phi_A^j(t)) - (\Phi_B^k(t) - \Phi_B^j(t)) \\ &= \rho_{AB}^{jk}(t) + \lambda N_{AB}^{jk} + M_{AB}^{jk} + \omega_{AB}^{jk}(t) \dots\dots\dots(1) \end{aligned}$$

여기서, Φ_A^k : 수신기 A에서 k위성으로부터 측정된 반송파 위상, Φ_B^k : 수신기 B에서 k위성으로부터 측정된 반송파 위상, ρ_{AB}^{jk} : 수신기 A, B에서 위성 j, k로부터 측정된 반송파 위상을 수신기간 차분과 위성간 차분을 취한 이중차분된 실제거리, λ : 파장, N_{AB}^{jk} : 이중차분된 미지정수, M_{AB}^{jk} : 이중차분된 다중경로에 의한 오차, ω_{AB}^{jk} : 이중차분된 수신기 측정 잡음을 나타낸다.

GPS L1대(1575.42MHz)의 반송파는 두 안테나 기선길이를 길게 하면 선수방위 오차가 줄어들어 측정정도를 높일 수 있으나⁵⁾, 본 연구에서는 정밀도와 편리성을 고려하여 안테나간의 간격을 1m로 하였다.

선박의 선수방위는 항법좌표계(local level frame)와 동체좌표계(body frame) 사이의 각으로 정의되며, 반송파 위상신호에서 구해지는 두 안테나간의 기선벡터는 WGS-84좌표계에서 구해지므로, 선박의 선수방위각을 구하기 위해서는 동체좌표계와 항법좌표계 사이의 정렬로 정의되는 좌표간 변환행렬을 이용하여 구할 수 있다^{5-7,9,10)}.

한편, 전자자기 컴퍼스(TOKIMEC, EMC-10)는 Flux gate sensor로 지자기의 방위를 검출하는 방위검출부와 컴퍼스 오차를 수정하여 진방위를 산출하는 연산처리부로 구성되어 있으며, 2개의 GPS수신기 사이에 설치하여 자기방위를 검출하였다.

또한 GPS-전자자기 컴퍼스 선수방위 통합관리부는 컴퓨터상에 C++로 작성한 소프트웨어를 이용하여 선수방위정보를 연산·처리하도록 구성하였는데, 그 흐름도는 Fig. 3과 같다. 하이브리드 GPS-전자자기 컴퍼스의 출력신호는 GPS 컴퍼스가 정상적으로 작동할 경우에는 GPS 컴퍼스의 선수방위정보를 선택하여 출력함과 아울러 GPS 컴퍼스와 전자자기 컴퍼스간의 컴퍼스 오차를 각 선수방위별로 계산하여 Fig. 4와 같이 항상 새로운 컴퍼스 오차를 저장하고, 만약 GPS 컴퍼스가 정상적으로 작동하지 않을 경우에는 전자자기 컴퍼스에서 검출된 선수방위 값에 저장된 각 선수방위별 컴퍼스 오차를 가감한 선수방위를 제공하도록 구현되어 있다.

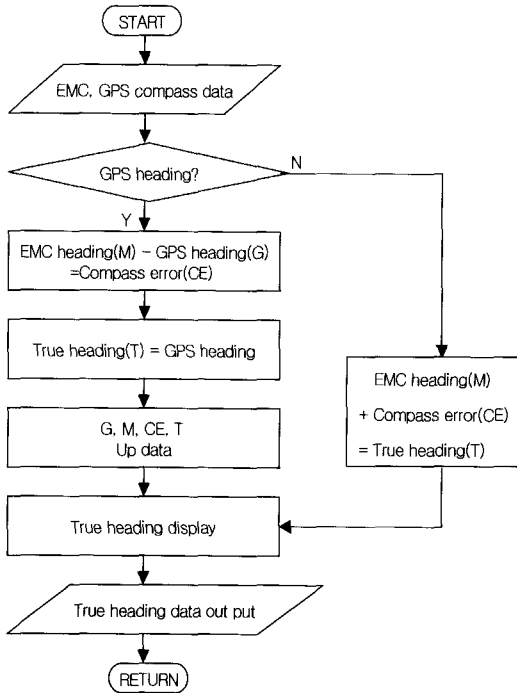


Fig. 3. Flow chart of hybrid GPS-EM compass.

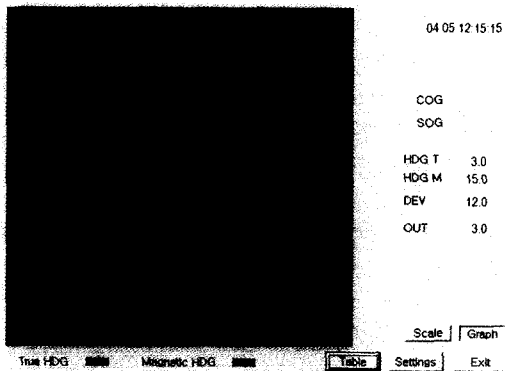


Fig. 4. Curve of compass error by a difference between GPS and EM compass.

2. 측정방법

하이브리드 GPS-전자자기 컴퍼스 성능실험은 고정점과 차량을 이용한 이동구간 실험으로 이루어졌는데, 고정점에서의 실험은 2004년 3월 27일 09:00에서 17:00(KST)까지 부경대학교 회류수조

육상 고정점(35° 07' 59.15" N, 129° 06' 27.4 8" E, Ell. height 42.105m)에서 정지상태 및 스텝 모터(step motor)를 이용하여 GPS 컴퍼스를 회전시키면서 선회각속도를 컴퓨터로 제어하며 각 선회각속도별 방위각 검출실험을 행하여 Fig. 5와 같은 데이터를 연속적으로 컴퓨터에 저장하고, 후처리를 행하였다.

GPS information				Hybrid GPS-EM compass information			
Datetime	Lat.	Long.	Speed	GPS compass	EMC	CE	Output heading
2004.03.27 13:48:03	35 07 986 N	129 06 458 E	0.0 kt	T: 315.3	M: 345.1	D: -29.8	O: 315.3
2004.03.27 13:48:04	35 07 986 N	129 06 458 E	0.0 kt	T: 315.3	M: 345.1	D: -29.8	O: 315.3
2004.03.27 13:48:05	35 07 986 N	129 06 458 E	0.0 kt	T: 315.3	M: 345.1	D: -29.8	O: 315.3
2004.03.27 13:48:06	35 07 986 N	129 06 458 E	0.0 kt	T: 315.3	M: 345.1	D: -29.8	O: 315.3
2004.03.27 13:48:07	35 07 986 N	129 06 458 E	0.0 kt	T: 315.3	M: 345.1	D: -29.8	O: 315.3
2004.03.27 13:48:08	35 07 986 N	129 06 458 E	0.0 kt	T: 315.3	M: 345.1	D: -29.8	O: 315.3
2004.03.27 13:48:09	35 07 986 N	129 06 458 E	0.0 kt	T: 315.3	M: 345.1	D: -29.8	O: 315.3
2004.03.27 13:48:10	35 07 986 N	129 06 458 E	0.0 kt	T: 315.4	M: 344.5	D: -29.1	O: 315.3
2004.03.27 13:48:11	35 07 986 N	129 06 458 E	0.0 kt	T: 315.4	M: 344.5	D: -29.1	O: 315.4
2004.03.27 13:48:12	35 07 986 N	129 06 458 E	0.0 kt	T: 315.4	M: 344.4	D: -29.0	O: 315.4
2004.03.27 13:48:13	35 07 986 N	129 06 458 E	0.0 kt	T: 315.5	M: 344.0	D: -28.5	O: 315.4
2004.03.27 13:48:14	35 07 986 N	129 06 458 E	0.0 kt	T: 315.4	M: 344.9	D: -29.4	O: 315.5

Fig. 5. Data sample obtained by using hybrid GPS-EM compass.

한편, 차량을 이용한 이동실험은 2004년 4월 5일 09:00부터 17:00(KST)까지 부경대학교 운동장에서 차량 상부에 하이브리드 GPS-전자자기 컴퍼스를 설치하고 GPS 컴퍼스의 반송파 위상 측정이 정상적으로 이루어지는 경우와 그렇지 못할 경우로 나누어 운동장을 선회화하면서 그 성능을 평가하였다. 차량에 하이브리드 GPS-전자자기 컴퍼스를 설치하여 운동장에서 실험하는 모습은 Fig. 6과 같다.

고정점 및 차량을 이용한 이동 실험 기간 동안 측위에 이용할 수 있는 위성에 관한 정보는 GPS



Fig. 6. Field experiment of hybrid GPS-EM compass using a car at ground.

후처리 소프트웨어 SoftSurv(Novatel, ver. 1.52)를 사용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 고정점에서 측위 가능한 위성정보

부경대학교 회류수조 옥상 고정점에서 GPS 안테나의 차단각(cut-off angle)을 15°로 하여 측위에 이용할 수 있는 위성별 출몰시각대, 관측 가능 위성 수, 기하학적 정도 저하율(GDOP: Geometric Dilution Of Precision) 및 위성의 궤적은 각각 Fig. 7(a), (b), (c), (d)와 같다.

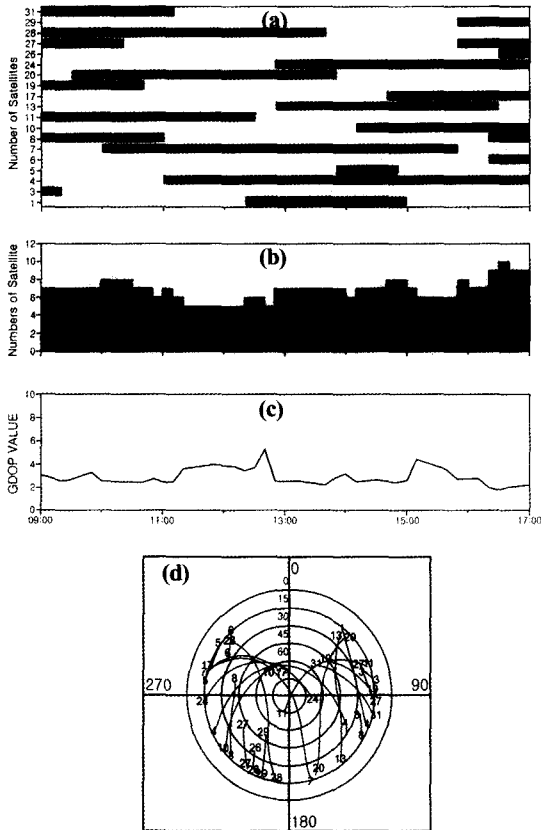


Fig. 7. Shows (a) satellite visibility and GPS availability, (b) numbers of GPS satellite visible, (c) variation of GDOP and (d) azimuth and elevation sky map of the satellites at the observation station on Mar. 27, 2004.

Fig. 7(a)는 측위점에서 실험이 진행된 동안 관측 가능한 위성의 번호를 나타낸 것으로 총 19개의 위성이 측위에 이용될 수 있는 것으로 나타났으며, 2시간 이상 측위에 이용할 수 있는 위성의 번호는 1, 4, 7, 8, 10, 11, 13, 17, 20, 24, 27, 28, 31 번으로 13개였다.

Fig. 7(b)는 10분 간격으로 구한 고정관측점에서 관측 가능 위성의 수를 나타낸 것으로 관측 가능한 위성의 범위는 5~10개, 평균 7개의 위성을 관측할 수 있었다.

Fig. 7(c)는 이들 위성에 대한 GDOP의 변화를 나타낸 것으로 GDOP의 변동범위는 1.86~5.38이고, 평균 3.09이었다. GDOP의 값이 급격히 높아지는 경우는 관측 가능한 위성이 6개 이하가 될 때 나타나는 것으로 차단각을 15°로 설정하여 저위도 위성을 사용할 수 없도록 제한하였기 때문에 관측 가능한 위성의 숫자가 줄어들었기 때문이며, 이 시기에는 측위오차도 증가할 것으로 판단된다.

Fig. 7(d)는 실험기간 동안의 관측 가능한 위성 전체의 궤적을 나타낸 것이다. 원주의 중심은 위성이 안테나 바로 위에 있다는 것을 뜻하고, 외부로 갈수록 위성의 양각이 작아지고 있음을 뜻한다. 원주는 안테나로부터의 방위를 나타내는 것으로 북쪽 상공에는 위성이 관측되지 않고 있는데 이것은 GPS 위성의 궤도 특성상 실험장소에서는 북쪽의 GPS 위성이 잘 관측되지 않기 때문인 것으로 판단된다.

2. 스텝 모터를 이용한 선회각속도별 선수방위

하이브리드 GPS-전자자기 컴퍼스를 고정점에서 스텝 모터를 이용하여 선회각속도를 제어하면서 측정한 각 선회각속도별 선수방위의 결과는 Fig. 8과 같다. Fig. 8에 나타낸 바와 같이 실선(—)은 GPS 컴퍼스에 의한 결과로, GPS 컴퍼스는 선회각속도 25°/sec미만에서는 0.1° 단위로 1초에 1회씩 안정된 선수방위를 출력하였으나, 25°/sec 이상에서는 선수방위 결정이 곤란한 것으로 나타났다. 반면, 파선(---)의 전자자기 컴퍼스의 결과는 GPS 컴퍼스와 비교하여 컴퍼스 오차를 내포하고 있어 선수방위 정도는 상대적으로 낮으나, 선회각속도가 25°/sec 이상에서도 항상 선수방위를 나타내고 있어 선회각속도에 상관없이 선수방위를 검출할 수 있음을 보였다.

GPS 컴퍼스와 비교한 전자자기 컴퍼스의 선회각속도별 선수방위의 컴퍼스 오차 중 일례로 선회각속도 7°/sec에서 선수방위별 컴퍼스 오차는 Fig. 9와 같다. 컴퍼스 오차의 변동범위는 209°에서 최

대 편도오차 6.1°, 333°에서 최대 편서오차 21°를 나타내었다.

이와 같은 GPS 컴퍼스와 전자자기 컴퍼스의 단점을 보완하기 위하여, 전자자기 컴퍼스에서 각 방위별로 측정된 컴퍼스 오차를 선수방위에 가감하여 출력함으로써 GPS 컴퍼스가 선수방위를 나타낼 수 없는 경우에도 GPS 컴퍼스와 거의 동일한 수준의 선수방위를 연속적으로 지시할 수 있으므로 GPS 컴퍼스의 안정화에 기여할 것으로 판단된다.

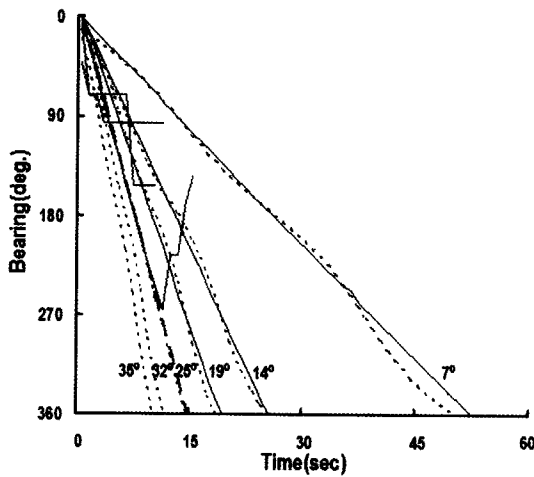


Fig. 8. The change of compass bearing to turning angular velocity using a step motor.
 — : GPS compass
 ··· : Electromagnetic compass

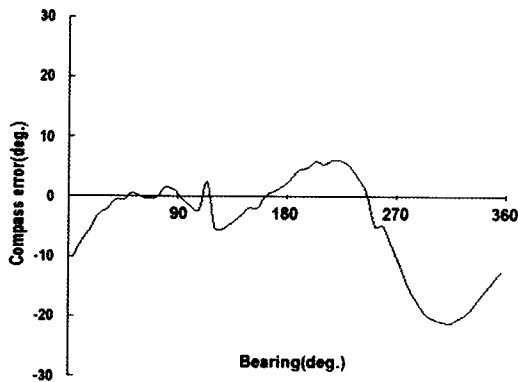


Fig. 9. Compass error curve at 7°/sec turning angular velocity.

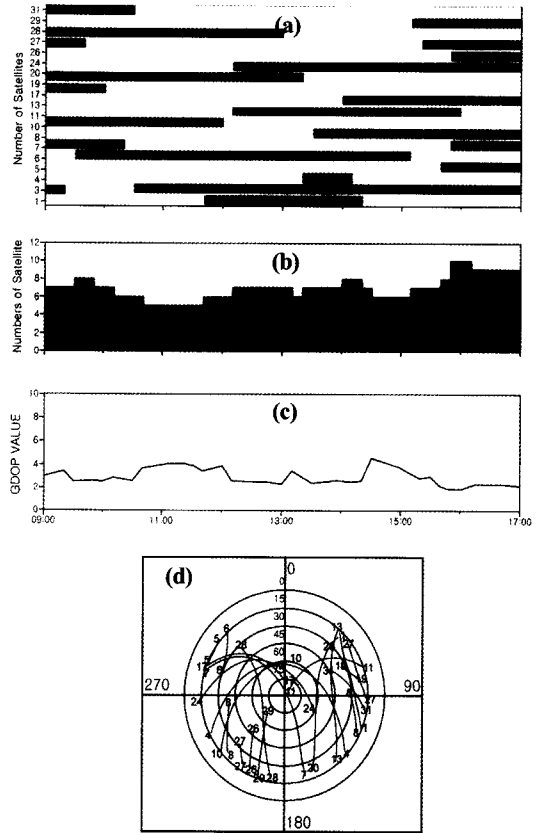


Fig. 10. Shows (a) satellite visibility and GPS availability, (b) numbers of GPS satellite visible, (c) variation of GDOP and (d) azimuth and elevation sky map of the satellites at the observation station on Apr. 5, 2004.

3. 차량을 이용한 이동구간 실험에서 측위 가능한 위성정보

차량을 이용한 하이브리드 GPS-전자자기 컴퍼스 이동 실험에서 GPS 안테나의 차단각을 15°로 하여 측위에 이용할 수 있는 위성별 출몰시각대, 관측 가능 위성 수, GDOP 및 위성의 궤적은 각각 Fig. 10(a), (b), (c), (d)와 같다.

Fig. 10(a)는 실험이 진행된 동안 관측 가능한 위성의 번호를 나타낸 것으로 총 18개의 위성이 측위에 이용할 수 있는 것으로 나타났으며, 2시간 이상 측위에 이용할 수 있는 위성의 번호는 1, 4, 7, 8, 10, 11, 13, 17, 20, 24, 27, 28번으로 12

개였다.

Fig. 10(b)는 10분 간격으로 운동장 중심에서 구한 관측가능 위성의 수를 나타낸 것으로, 관측 가능한 위성 수의 범위는 5~10개였으며 평균 7개의 위성을 관측할 수 있었다.

Fig. 10(c)는 이들 위성에 대한 GDOP의 변화를 나타낸 것으로, GDOP의 변동범위는 1.84~4.62이고, 평균 2.86를 나타내었다. 차단각을 15°로 하여 저위도 위성을 사용할 수 없게 설정함으로써 관측 가능한 위성 수가 6개 이하로 떨어지게 되면 GDOP가 상승하였고, 이 시기에는 측위오차도 증가할 것으로 판단된다.

Fig. 10(d)는 실험기간 동안에 관측 가능한 위성 전체의 궤적을 나타낸 것으로 북쪽 상공에서는 위성이 관측되지 않는 것으로 나타났다.

4. 차량을 이용한 하이브리드 GPS-전자자기 컴퍼스의 성능평가

시작된 하이브리드 GPS-전자자기 컴퍼스를 Fig. 6와 같이 차량 상부에 설치하고 8.8~14.0kt의 속도로 운동장을 선회하면서 측정한 선수방위정보를 나타낸 항적은 Fig. 11과 같다.

Fig. 11에서와 같이 운동장을 2회 선회하면서, 먼저 1회는 하이브리드 GPS-전자자기 컴퍼스가 정상적으로 작동할 경우를 가정하여 GPS 컴퍼스의 선수방위정보 출력을 이용하여 검정 화살표로 트랙을 나타내었으며, 그 다음 1회는 GPS 컴퍼스가 정상적으로 작동하지 않을 경우를 가정하여 Fig. 11의 컴퍼스 오차가 가감된 전자자기 컴퍼스의 선수방위를 이용하여 회색 화살표를 이용하여 트랙을 나타내었다.

Fig. 12는 GPS 컴퍼스와 전자자기 컴퍼스의 선수방위의 차인 컴퍼스 오차를 선수방위별로 나타낸 컴퍼스 오차도이다. 컴퍼스 오차의 변동범위는 167°에서 최대 편동오차 50.5°, 129°에서 최대 편서오차 47.8°를 나타내었는데, 이와 같이 스텝모터를 이용한 고정점에서의 실험과 비교하여 큰 컴퍼스 오차가 발생한 것은 차량의 자기가 전자자기 컴퍼스 오차의 원인으로 작용한 것으로 판단된다.

Fig. 11에 나타난 GPS 컴퍼스와 전자자기 컴퍼스에 의한 선수방위의 유사성을 검증하기 위하여, 두 데이터의 이동거리에 대한 선수방위를 이용하여 공분산분석을 행한 결과, 기울기에 대한 t값이 $(t=(b_1-b_2)/s_{b_1-b_2})=(-0.876)/(-0.901)/0.032) 0.772$ 이고, $t_{0.05(2), 135}=1.978$ 이므로, “두 데이터 집단이 같

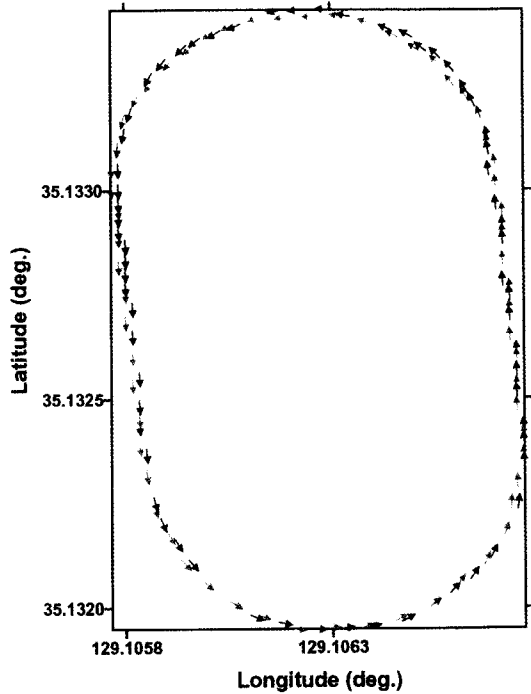


Fig. 11. Ground tracks by using GPS compass (black arrow) and EM compass with corrected compass error (gray arrow).

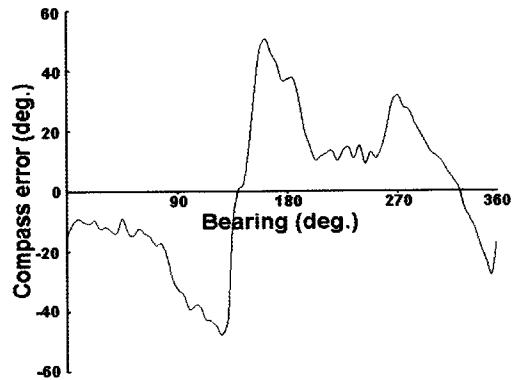


Fig. 12. Compass error curve of field experiment using a car.

다”는 귀무가설을 기각할 수 없어 GPS 컴퍼스와 전자자기 컴퍼스의 선수방위는 95%($p>0.05$)의 신뢰수준으로 그 유사성이 검증되었다.

따라서, 시작된 하이브리드 GPS-전자자기 컴퍼스는 두 컴퍼스의 단점을 각각 보완할 수 있을 것으

로 보인다. 정상시에는 GPS 컴퍼스의 선수방위를 출력하면서 컴퍼스 오차를 저장하였다가, GPS 컴퍼스가 선수방위를 나타낼 수 없는 경우에는 전자자기 컴퍼스의 각 선수방위에 컴퍼스 오차를 가감하여 출력하게 된다. 이와 같은 방식으로 GPS 컴퍼스와 동일한 수준의 선수방위를 지속적으로 표시할 수 있으므로 GPS 컴퍼스의 안정화에 기여할 것으로 판단된다.

요 약

연근해 어선에서 사용되는 저가이면서 고정도의 GPS 컴퍼스는 위성 신호의 차단 및 선박이 고속 선회시 선수방위의 산출이 불안정해지는 문제점을 지니고 있어 전자자기 컴퍼스를 이용하여 안정된 선수방위 검출이 가능하도록 고안한 하이브리드 GPS-전자자기 컴퍼스를 시작(試作)하여, 그 성능을 평가하고 고찰한 결과는 다음과 같다.

스텝모터를 이용한 선회각속도별 실험에서 GPS 컴퍼스는 선회각속도 25°/sec 이하에서는 1회/sec 씩 0.1° 단위로 안정된 선수방위를 검출하였으나, 그 이상의 선회각속도에서는 선수방위를 검출하지 못하였다. 한편, 전자자기 컴퍼스는 선회각속도에 상관없이 항상 선수방위를 나타내었으나, 컴퍼스 오차를 내포하고 있어 GPS 컴퍼스에 비해 정밀도는 낮음을 알 수 있었다.

고정점과 차량으로 이동 중에 하이브리드 GPS-전자자기 컴퍼스의 선수방위 정보를 출력한 결과, GPS 컴퍼스가 정상적으로 작동한 경우에는 GPS 컴퍼스의 선수방위 정보가 출력되고, 그렇지 못할 경우에는 전자자기 컴퍼스의 선수방위에 컴퍼스 오차를 가감하여 출력됨으로써 선수방위가 안정적으로 제공되었다. 또한, GPS 컴퍼스와 전자자기 컴퍼스에 의한 선수방위의 유사성을 검증하기 위하여, 두 데이터의 이동거리에 대한 선수방위를 이용하여 공분산분석을 행한 결과, 두 컴퍼스의 선수방위는 95%의 신뢰수준으로 유사성이 검증되었다.

참고문헌

1) 안영화, 신형일, 白井 靖幸(1994) : 자기검출 소자를 이용한 전자자기 컴퍼스의 기초적 연

구. 한국어업기술학회지 30(3), 182-188.
 2) 조현정, 이유원(2004) : 소형 어선에서 전자자기 컴퍼스를 이용한 항행자동화시스템의 실용화에 관한 기초적 연구. 한국어업기술학회지 40(1), 54-59.
 3) Wu, F., Kubo, N., and Yasuda, A.(2004) : Fast ambiguity resolution for marine navigation. 日本航海學會論文集 180, 173-180.
 4) 鈴木弘也, 小川浩治, 高良裕二, 亀井義之(2003) : GPSコンパス. NAVIGATION 153, 40-46.
 5) 박운용, 신상철, 이흥규(2000) : GPS에 의한 동적 자세결정에 관한 연구. 대한토목학회논문집 20(2D), 191-199.
 6) 서대완, 원유두, 심성보, 이영재, 김학정(1999) : GPS 반송파를 이용한 자세결정 실험. 한국항공우주학회지 27(6), 56-65.
 7) 고광섭, 임정빈, 심영호(1996) : GPS 위치정보를 이용한 선박용 GPS-compass 개발에 관한 연구. 한국항해학회지 20(3), 73-84.
 8) Lu, G., Cannon, M. E., and Lachapelle G (1993) : Attitude determination in a survey launch using multi-antenna GPS technologies. National Technical meeting, ION, San Francisco, 20-22 Jan 1993, p9.
 9) 박찬식(1997) : GPS 반송파 위상신호를 이용한 자세 결정. 서울대학교 박사학위논문.
 10) 기창돈, 신동호(1998) : 칼만필터를 이용한 자세결정에 관한 연구. 한국항해학회 논문지 2(1), 3-10.
 11) Chen, D.(1994) : Development of a fast ambiguity search filtering(FASF) method for GPS carrier phase ambiguity resolution. Department of Geomatics Eng., University of Calgary.
 12) Jong, P. D. and Tiberius(1996) : The LAMBDA method for integer ambiguity estimation: implementation aspects. Publications of the Delft Geodetic Computing Centre 12.

2004년 11월 30일 접수

2005년 1월 6일 수리