

자차측정 방법 및 자동 자차수정 장치에 대한 연구

박혁* · 박진우** · 김부일***

*부경대학교 무기체계공학 · **대한민국 해군 · ***부경대학교 무기체계공학

A STUDY OF THE DEVIATION-MEASURING METHOD & AUTOMATIC DEVIATION-CORRECTING APPARATUS

Hyuk Park* · Jin-woo Park** · Boo-il Kim***

*Pukyong national university · **Republic of KOREA Navy · ***Pukyong national university

E-mail : p-hmytype@daum.net

요 약

본 연구는 선박의 위치 및 선내 화물/장치의 이동으로 인한 자차수정 값의 변화에 따른 부정확성을 보완하고, 수작업의 불편함을 해소하기 위해 자차수정 방법 간편화 및 자동화를 통해 시켜 수정 값의 정확성과 수정의 편의성을 도모한 연구로써 사용된 주된 방식은 자차수정을 위한 자동 변환 프로그램에 자기컴퍼스 선수방향 신호를 자동 또는 수동 입력하여 자차수정 값을 자동 도표화 하는 것으로 24방위를 기본 측정방위로 하였으며 측정된 값은 데이터 및 도표로 전시되어 정확한 자차수정 값 산출이 가능하게 하였고 이를 통해 전문가에 의한 자차수정 불필요로 자차수정 시간/장소 및 비용 감소 등의 효과를 얻을 수 있어 전 세계 모든 지역(해상/육상/항공)에서 비전문가의 별도 자차수정 작업 없이 $\pm 3^\circ$ 이내 오차 범위 내에서 자차표 작성이 가능하여 자이로컴퍼스 사용 불가시 또는 제한시 항해안전 도모 등 선박 경제성과 안전성 측면에 많은 도움을 줄 것이다.

ABSTRACT

This study is to compensate for inaccuracies in accordance with the change in the deviation correction value due to the movement and location of the ship cargo, equipment of the vessel, and eliminating the inconvenience of hand. By modifying the deviation through the simplification and automation was planned for accuracy and ease of modification of the modified value. The main method used is charted by measuring 24 direction and inputting the value of magnetic compass direction in automatic deviation-correcting apparatus manually or automatically. The measured values are exhibited in Table data and made it possible to calculate accurate correction value deviation. From this it can make deviation table having the margin of error within $\pm 3^\circ$ in all regions of the world. And this table will help to navigational safety and economy under the unavailable or limited gyro contion

Key Words : 자차측정, 자차수정, 선수방향각, 침로개정, 자차표, 자기컴퍼스, 자이로컴퍼스

I. 서 론

함정이나 선박에서 물표의 방위(Bearing)나 선박의 선수방향(Ship's Heading)을 측정할 수 있는 항법장비에는 회전체의 회전 관성과 세차운동의 원리를 이용하여, 그 축 방향이 지구 표면에 상에서 항상 북쪽을 가리키는 장치인 자이로컴퍼스(Gyro compass)와 나침의 남북을 가리키는 특성을 이용하여 방위와 선수방향을 측정하는 나침의(Magnetic compass, 이하 "자기컴퍼스"라 칭함)가 있다. 아주 오래전 선박이 대양을 횡단할 때는 지자기를 이용한 자기컴퍼스 하나만을 믿고 항해를 했지만 지금은 자기컴퍼스를 대체하여 널리 사용되고 있는 자이로컴퍼스(Gyro

compass), 디지털컴퍼스(Digital compass)¹⁾, GPS compass, 등 각종 항법장비 개발과 항해기술 발달로 인하여 자차수정 중요성 및 자차표 활용도는 갈수록 줄어들고 있다. 자기컴퍼스를 선박에 장치하면, 선체구조물이나 철제품 등으로 자기컴퍼스의 남북선이 정확한 자기자오선을 가리키지 못하고 그 선박 고유의 오차가 생기는데, 이것을 자차(Deviation)라고 한다. 자차는 선박의 선수방

1) 디지털 연산을 통해 선박의 자북(magnetic north)을 결정하는 기술을 적용한 장치로 산출된 자료는 액정 디스플레이(LCD)에 수치 형태로 표시되게 된다.

향에 따라서 변화되는데, 이러한 자차를 될 수 있는 대로 적게 하는 작업을 자차수정(自差修正)이라하며, 선박의 선수방향에 따라 측정된 자차를 기록한 표를 자차표(自差表)라 한다. 현재는, 일반적으로 자이로컴퍼스로 선박의 선수방향을 유지하며 항해하게 되고, 항해중 자이로컴퍼스의 고장 상황이 발생되면, 자기컴퍼스로 신속하게 전환하여 선박의 선수방향을 유지하게 되는데, 이 때 각 방위에 따라 생기는 자차의 크기를 정리 배열한 자차표에서 자차(Dev)를 구하여 자기컴퍼스로 측정된 선수방향(Compass Heading)에 가감함으로써 권고 침로를 산출하게 된다. 하지만, 자차(Dev)는 선박마다 다를 뿐만 아니라 선수방향, 위치, 시일이 경과함에 따라 다양하게 변화되기 때문에 최신의 자차표를 만들었다 하더라도 오차를 수반하게 된다. 이에 언제 어디서나 침로개정에 대한 오류 없이 신속하고, 정확하게 최신의 자차를 측정하여 기록을 유지할 수 있는 자차측정 방법 및 기존에 일일이 수작업으로 수행하던 자차수정을 자이로컴퍼스와 자기컴퍼스를 서로 연동시켜 수정할 수 있는 자동 자차수정 장치를 제공하기 위해 자차측정 방법 및 자동 자차수정 장치 연구를 진행하였다.

II. 본 론

2.1 자차측정 방법

ISM(국제안전경영규칙)/ISPS(국제선박 및 항만시설 보안규칙)에서는 자기컴퍼스 자차(Dev)관련 중요 핵심 내용 공시를 통하여 자차표는 마지막 자차표 작성일 이후 최대 1년 이내 작성하도록 명시되어 있으며 자차(Dev) 허용 오차범위를 $-5^{\circ} \sim +5^{\circ}$ 로 규정하고 있다. 이러한 기준을 충족하기 위하여 STCW(선원의 훈련, 자격증명 및 당직근무의 기준에 관한 국제협약) 3-1편 항해당직중 준수되어야 할 원칙에 따라 매 항해 당직중 자차점검을 실시하여 허용 오차범위를 초과할 경우 자차표를 수정할 수 있도록 하였으며 자차표 허용 오차범위를 $-3^{\circ} \sim +3^{\circ}$ 이내에서 작성할 수 있도록 자차측정을 위한 수학적식을 정립하였다. 세부 자차측정 방법은, (a) 현재 선박의 위치에 대응되는 자이로 오차를 입력받는 단계; (b) 현재 선박의 위치에 대응되는 편차를 입력받는 단계; (c) 자이로컴퍼스로부터 선박의 자이로 선수방향각을 입력받는 단계; (d) 자기컴퍼스로부터 선박의 자기컴퍼스 선수방향각을 입력받는 단계; (e) 상기 자이로 선수방향각, 상기 자기컴퍼스 선수방향각, 상기 편차, 및 상기 자이로 오차를 이용하여 자이로 선수방향각에 대응되는 자차를 측정하는 단계; 및 (f) 선박의 방향을 360도 변화시키면서 상기 (c) 단계부터 다시 반복적으로 수행하는 단계를 포함하며, 상기 (d) 단계는, 사전에 정의된 자이로 선수방향각이 입력될 때마다, 자기컴퍼스 선수방향각을 입력받을 수 있고, 상기 (e) 단계는 다음의 수학적식 1. Dev

= $G/H + G/E - Var - C/H$ (G/H : 자이로 선수방향각, G/E : 자이로 오차, Var : 편차, C/H : 자기컴퍼스 선수방향각)에 따라서 각 자이로 선수방향각에 대한 자차(Dev)를 측정할 수 있으며 상기 측정 방법은 컴퓨터와 연동되어 결과 값 도출(TABLE 형식) 및, 실행 가능한 프로그램 코드로 다양한 기록 매체에 구현될 수 있다.

2.2 자차수정 장치

자이로컴퍼스와 자기컴퍼스를 서로 연동시켜 자차수정을 위한 자동 변환 프로그램에 자기컴퍼스 선수방향 신호를 자동 또는 수동 입력하여 자차수정 값을 자동 도표화하는 자차수정 장치는 자이로컴퍼스 선수방향각을 측정하는 자이로컴퍼스, 자기컴퍼스 선수방향각을 측정하는 자기컴퍼스, 현재 선박 위치에 대응되는 편차를 입력받는 편차 입력부, 자이로 오차를 입력받는 자이로 오차 입력부, 상기 자이로 선수방향각과 상기 자기컴퍼스 선수방향각, 편차 및 상기 자이로 오차를 이용하여 자이로 선수방향각에 대응되는 자차를 측정하는 자차 측정부로 구성된다.

선박의 방향이 360도 회전할 때, 사전에 정의된 자이로 선수방향각에 대응되는 자기컴퍼스 선수방향각을 이용하여 자차를 측정할 수 있으며, 상기 자차 측정부로부터 출력되는 자차 데이터를 이용하여 자차그래프를 생성하는 그래프 생성부를 추가할 수 있다.

장치에 사용되는 수학적식 1. Dev = $G/H + G/E - Var - C/H$ 는 Fig.1을 통해 도출된다.

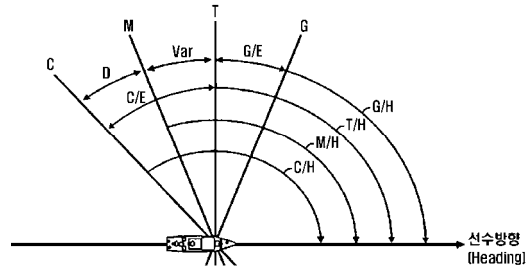


Fig. 1. 자차측정 방법을 설명하기 위한 도면

Fig. 1에서는 진자오선을 T, 자기자오선을 M, 자기컴퍼스 남북선을 C, 자이로컴퍼스 남북선을 G로 각각 나타내었다. 또한, 자기컴퍼스 남북선(C)과 선박의 선수방향(Heading)이 이루는 각을 자기컴퍼스 선수방향각(C/H, Compass Heading)로 표시하였고, 자기자오선(M)과 선박의 선수방향이 이루는 각을 자기 선수방향각(M/H, Magnetic Heading)로 표시하였으며, 진자오선(T)과 선박의 선수방향이 이루는 각을 진북 선수방향각(T/H, True Heading)로 표시하였고, 자이로남북선(G)과 선박의 선수방향이 이루는 각을 자이로컴퍼스 선수방향각(G/H, Gyro Heading)로 표시하였다. 여기서, 자기컴퍼스의 남북선(C)과 자기자오선(M)의 사이각은 자차(Deviation)이고, 자기자오선

(M)과 진자오선(T)의 사이각은 편차(Variation)이며, 자기컴퍼스 남북선(C)과 진자오선(T)의 사이각은 나침의 오차(C/E, Compass Error)이고, 진자오선(T)과 자이로컴퍼스 남북선(G)의 사이각은 자이로 오차(G/E, Gyro Error)이다. 일반적인 항해 과정에서는 자이로컴퍼스를 이용하여 자이로컴퍼스 선수방향각(G/H)를 측정하고, 현재 선박의 위치에 해당되는 자이로 오차(G/E)를 측정하여, G/H에 G/E를 가감하여 진북 선수방향각(T/H)를 구함으로써 현재 선박의 진방향을 정확하게 측정할 수 있다. 이렇게 자이로컴퍼스 선수방향각(G/H) 및 G/E를 이용하여 진북 선수방향각(T/H)를 구하는 작업을 침로의 개정(Heading Correction)이라 한다. 한편, 이러한 침로의 개정은 자기컴퍼스를 이용하여도 적용될 수 있다. 예컨대, 자기컴퍼스 선수방향각(C/H)과 자기 선수방향각(M/H)의 차이가 자차(Deviation)이고, 자기 선수방향각(M/H)과 진북 선수방향각(T/H)의 차이가 편차(Variation)이므로, 침로 개정을 할 때에는 자기컴퍼스 선수방향각(C/H)에 자차(Deviation)를 가감하여 자기 선수방향각(M/H)을 구하고, 자기 선수방향각(M/H)에 편차(Variation)를 가감하여 진북 선수방향각(T/H)을 구한다. 이 때, 자차(D)가 편동(E+)이면 자기컴퍼스 선수방향각(C/H)에 더하여 자기 선수방향각(M/H)을 구하고, 자차(D)가 편서(W-)이면 감하여 자기 선수방향각(M/H)을 구한다. 자기 선수방향각(M/H)이 구해지면, 선박의 현재 위치에 해당하는 편차(Var)를 측정하고, 편차가 편동(E+)이면 자기 선수방향각(M/H)에 더하여 진북 선수방향각(T/H)을 구하고, 편서(W-)이면 감하여 진북 선수방향각(T/H)을 구한다. 한편, 진북 선수방향각(T/H)을 자기컴퍼스 선수방향각(C/H)이나 자이로컴퍼스 선수방향각(G/H)으로 개정(Correction)하는 것을 침로의 반개정(Heading Uncorrection)이라 하는데, 침로의 반개정 시에는 개정(Correction)할 때와 정반대(E-, W+)로 편차 및 자차 등을 적용하면 된다. 다음 Fig. 2는 자차수정 장치(200)의 구성을 도시하는 도면이고, Fig. 3은 자차측정 방법을 설명하는 흐름도이며, Fig. 4는 자차수정 값(Table)이고, Fig. 5는 자차 그래프의 일예를 도시하는 도면이다.

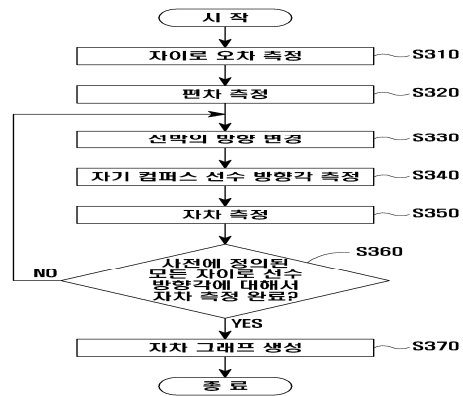


Fig. 3. 자차측정 방법 흐름도

G/H	Dev	C/H	G/E	-1	Var	-7
0	-2.5	10.5				
15	-2	25				
30	0	38				
45	2	51				
60	3	65				
75	3.5	79.5				
90	3.5	94.5				
105	3	110				
120	2	126				

Fig. 4 자차수정 값(Table 형식/예시)

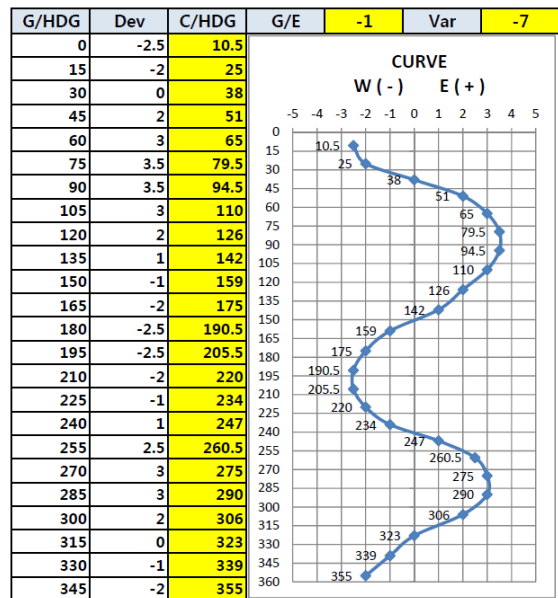


Fig. 5 자차그래프(예시)

먼저, Fig. 2 내지 Fig. 4를 참조하면, 자차수정 장치(200)는 편차 입력부(210), 자이로 오차 입력부(230), 자차 측정부(220) 및 그래프 생성부(240)를 포함하여 구성된다. 자차 측정부(220)는 일정한 시간 주기(예컨대, 1일)로 자차측정 데이터 및 자차그래프를 생성한다. 이를 위해 먼저 자이로 오차 입력부(230)는 현재 선박의 위치에 대응되는 자이로 오차(G/E)를 측정하여 자차 측정부(220)로 입력한다(S310). 자이로 오차 측정 방법은 기존의 다양한 방법이 적용될 수 있어 구체적인 설명은 생략한다.

자이로 오차가 입력된 후, 편차 입력부(210)는 현재 선박의 위치에 대응되는 편차(Variation)를 측

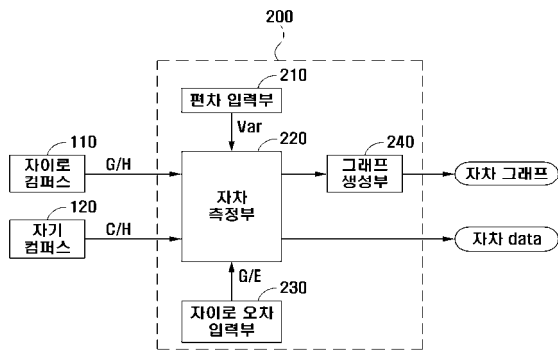


Fig. 2. 자차수정 장치 구성도

정하여 자차 측정부(220)로 입력한다(S320). 편차 입력부(210)는 현재 선박의 위치에 대응되는 편차를 판독하여 자차 측정부(220)로 입력한다. Fig. 4는 현재 선박의 위치에서의 자이로 오차는 -1° , 편차는 -7° 를 입력한 예시로 자이로 오차 및 편차가 입력되면, 자차 측정부(220)는 사전에 자차가 측정되도록 정의된 자이로컴퍼스 선수 방향각(G/H)에 대응되도록 선박의 방향을 변경하고(S330), 자기컴퍼스(120)로부터 이 때의 자기컴퍼스 선수방향각(C/H)을 입력받는다(S340). 구체적으로, Fig. 4를 참조하면, 자차수정 장치(200) 및 자차측정 방법은 자이로 선수방향각(G/H)이 0° 에서부터 345° 까지 15° 단위로 변화시키면서 그 때의 자차를 측정하도록 설계되었다. 따라서, 자이로 선수방향각이 0° 가 되도록 선박의 방향이 변경되고, 자차 측정부(220)는 자이로 선수방향각이 0° 가 되는 시점에서 자기컴퍼스(120)로부터 자기컴퍼스 선수방향각(10.5°)을 입력받는다. 그 후, 자차 측정부(220)는 아래의 수학적 식 1에 따라서 자차(Dev)를 측정하여 기록한다(S350). 그 결과 Fig. 4에 도시된 예에서, 자차는 -2.5 로 측정되었다.

【수학적 식 1】

$$Dev = G/H + G/E - Var - C/H$$

상기 수학적 식 1의 유도 과정을 살펴보면, Fig.1에서 아래의 수학적 식 2가 성립됨을 알 수 있다.

【수학적 식 2】

$$T/H = G/H + G/E = C/H + Dev + Var$$

상기 수학적 식 2를 편차(Dev)에 대해서 정리하면 상술한 수학적 식 1이 상호 호환된다. 이 때, Var 및 G/E 는 편동인 경우 +각도(E+)를 입력하고, 편서인 경우에는 -각도(W-)를 입력한다. 한편, Fig.3에서 사전에 정의된 첫 번째 자이로 선수방향각에 대응되는 자차가 측정된 후, 사전에 정의된 모든 자이로 선수방향각에 대해서 자차측정이 완료되었는지 조사하고(S360), 완료되지 않았으면, S330 단계로 진행하여 선박의 방향을 다음 자이로 선수방향각과 일치되도록 변경하고, 자차 측정부(220)는 그 순간 자기컴퍼스(120)로부터 자기컴퍼스 선수방향각을 입력받아, 수학적 식 1에 대입하여 자차를 측정한다.

Fig. 4에 도시된 예에서, 0° 다음의 자이로 선수방향각은 15° 이므로, 선박은 자이로 선수방향각이 15° 가 되도록 방향이 변경되고, 그 상태에서 자차 측정부(220)는 자이로컴퍼스(110)로부터 자기컴퍼스 선수방향각 25° 를 입력받아 수학적 식 1에 대입하여 자차 -2 를 측정하여 기록하였다. 자이로 선수방향각이 사전에 정의된 각도(예컨대, 15°)씩 증가하도록 선박의 방향을 변화시키면서, S330 단계 또는 S360 단계를 반복하면, 자차 측정부(220)가 사전에 정의된 모든 자이로 선수방향각에 대해서 자기컴퍼스(120)로부터 자기컴퍼스 선

수방향각을 입력받아 수학적 식 1에 따라서 자차를 측정하여 Fig. 4에 도시된 바와 같이 기록한다.

Fig. 4에 도시된 바와 같이, 자이로 선수방향각이 15° 단위로 0° 부터 345° 까지 자차측정이 완료되면, 자차 측정부(220)는 자차 데이터를 그래프 생성부(240)로 출력하고, 그래프 생성부(240)는 자차 데이터를 이용하여 Fig. 5에 도시된 바와 같은 자차그래프를 생성하여 출력한다(S370). 아울러, 자차 측정부(220)는 자기컴퍼스(120)와 연동되어 자동으로 자기컴퍼스 선수방향각을 입력받을 수 있으나, 키보드 및 마우스와 같은 입력수단을 통해서도 사용자가 측정한 자기컴퍼스 선수방향각을 수동 입력 할 수 있다.

또한, 편차 입력부(210) 및 자이로 오차 입력부(230)도 사용자가 편차 및 자이로 오차를 직접 측정하여 키보드 및 마우스와 같은 입력수단을 통해서 수동 입력 할 수 있다.

자차수정 장치에 적용되는 방식은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치(예 : ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크 등)를 포함하며, 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현시 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

III. 결 론

이 연구에서는 자차측정 방법 및 자차수정 장치(200)에 대해서 새로운 방식을 제시하였으며 상기와 같은 방식으로 기존에 수작업으로 수행하던 자차수정을 자이로컴퍼스 및 자기컴퍼스와 자차수정 장치를 서로 연동시켜 수정함으로써, 언제 어디서나 간편하고 침로개정에 대한 오류없이 신속하고 정확하게 자차를 수정할 수 있을 것이다. 현 연구는 추후 별도의 자차수정 장치를 제작하여 선박에 적용 예정이다.

참고문헌

【1】 윤여정(1969) “지문항해학”, 해인출판사, pp.1-20
 【2】 Nathaniel Bowditch(2002), “The american practical navigator”, National Imagery and Mapping Agency, pp.5-6
 【3】 新刊航海 핸드부쓰그 編輯委員會(1981), “新刊航海 핸드부쓰그”, 亞細亞印刷, pp.10-11
 【4】 Decree Law No. 7, SOLAS 74 as amended, IMO resolution A.382(X), Resolution A.694(17), Resolution A.813(19), and Resolution MSC.86(70), Decree N° 45.