

전자해도표시시스템 기반의 충돌회피 지원 시스템 개발

†김다정·안경수*·이태일*·김영우**

† * 현대중공업, ** 현대 이마린

Development of Collision Avoidance Supporting System based on ECDIS

†Da-jung Kim*·Kyoungsoo Ahn*·Tae-il Lee*·Young Woo Kim**

†*Hyundai Heavy Industries Co., Ltd., Ulsan, Republic of Korea

** Hyundai e-Marine Co., Ltd., Ulsan, Republic of Korea

요약: 본 논문은 전자해도표시시스템(ECDIS: Electronic Chart Display and Information System)을 기반으로 하는 충돌회피 지원 시스템의 개발 결과에 대해 기술하였다. 실제 운항 중에는 주변 경계 소홀 및 해상교통법의 오역으로 인하여 선박 충돌 상황이 빈번히 발생하는데 이를 방지하기 위하여 자동으로 충돌 위험물을 인식하고 회피 경로를 생성하고 자동 항해하는 시스템을 개발하고자 하였다. 본 시스템은 전자해도표시시스템과 이와 연동되는 각종 항해통신 장비에서 전달하는 정보를 이용하여 충돌 위험 상황을 자동으로 인식하고 해상교통법 전문가시스템을 이용하여 충돌회피 경로를 생성하여 최종적으로는 그 결과를 전자해도표시시스템에 표시하고 자동항해 장치로 전달한다. 검증은 단계별 충돌 상황을 가정한 컴퓨터 시뮬레이션으로 수행되었으며 복잡한 충돌 상황에서도 적절한 충돌회피 경로가 표시됨을 확인할 수 있었다.

핵심용어: 충돌회피, 전자해도, 전자해도표시시스템, 해상교통법

Abstract: The objective of this paper is to describe the result of development of collision avoidance supporting system, based on the electronic chart display and information system(ECDIS). In real ship operations, collision accidents happen frequently due to human errors such as the lax vigilance, misinterpretation of international regulations for preventing collisions at sea (COLREGs). We developed a system which will help to avoid these kind of accidents. This system can automatically recognize the risk of collisions, generate the safe alternative routes that comply with COLREGs, and then deliver the results into auto pilot. A virtual simulation assuming progressive collision situations revealed the usefulness of this system.

Key words: collision avoidance, electronic navigation chart, electronic chart display and information system, international regulations for preventing collision at sea

1. 서론

2011 년에 국토교통부 (전 국토해양부)에서 발표한 화물선 해양사고 유형별 통계 (Table 1)를 살펴보면 최근 5 년간 선박과 선박간의 충돌, 정지한 물체와 선박간의 접촉과 수면 아래 물체와 선박간의 충돌에 의한 좌초가 해양사고의 86%에 이르며 해가 갈수록 그 건수가 증가하고 있다. 따라서 이러한 충돌사고 방지를 위한 시스템의 개발이 절실히 요구된다.

Table 1 Statistics on the types of marine accidents of container carriers (2007~2011) [1]

	Collision	Contact	Grounding	Etc.	Total
2007	68(71%)	3(3%)	11(11%)	14(15%)	96
2008	50(80%)	2(3%)	2(3%)	9(14%)	63
2009	71(86%)	1(1%)	6(7%)	5(6%)	83
2010	73(68%)	7(7%)	9(8%)	18(17%)	107
2011	71(74%)	5(5%)	4(4%)	16(17%)	96
Total	333(75%)	18(4%)	32(7%)	62(14%)	445

† 교신저자 : 일반회원, dajjeong@hhi.co.kr 052)203-8579

충돌회피 알고리즘에 관한 연구는 1970년대 이후 꾸준히 진행되고 있으나 실제로 제품에 적용되어 선박에 탑재, 검증된 결과는 거의 없다. 선박 충돌방지 기능을 가진 각종 항해통신 장비 역시 개발되었지만 충돌 경고 시스템에 그칠 뿐 능동적인 충돌 회피 기능을 지원하지 않는다.

본 연구에서는 기존에 개발된 충돌회피 알고리즘을 항해통신 장비와 연동하여 실용성을 갖추고 해상교통법에 따라 위험 상황을 벗어나는 능동적인 충돌회피 지원 시스템 개발을 목표로 하였다.

2. 충돌회피 지원 시스템 구성

충돌회피 지원 시스템은 충돌 위험물 인식 장치, 충돌회피 경로 계산 및 디스플레이 장치와 충돌회피 기동 장치로 구분된다 (Fig. 1).

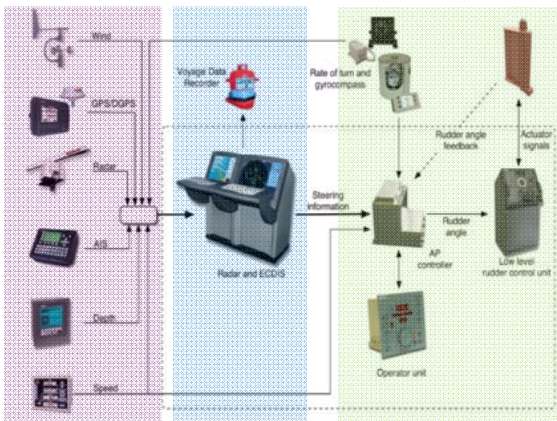


Fig. 1 Structure of the collision avoidance supporting system [2]

충돌 위험물 인식 장치로는 선박 자동 식별 장치 (AIS: Automatic Identification System), 자동 레이더 플로팅 장치 (ARPA: Automatic Radar Plotting Aids)와 전자해도 (ENC: Electronic Navigation Chart)를 이용한다. 선박 자동 식별 장치는 선박의 기본 정보를 자동으로 송수신하는 기기이며 모든 여객선, 국제 항로로 운항하는 300톤 이상의 모든 선박, 국제 항로로 운항하지 않는 500톤 이상의 화물선에 2002년부터 단계적으로

탑재되고 있다. 따라서 선박 자동 식별 장치를 탑재한 타선의 속도, 위치 및 방위각 정보를 받아 충돌 위험을 인지할 수 있다. 자동 레이더 플로팅 장치는 레이더를 통해 탐색한 모든 물체에 대한 최근접점 (CPA: Closest Point of Approach)과 최근접점까지의 소요시간 (TCPA: Time Closest Point of Approach) 등의 정보를 제공한다. 따라서 자동 레이더 플로팅 장치를 이용하면 선박 자동 식별 장치를 탑재하지 않은 선박 및 주변의 고정 물체에 대한 충돌 위험 정보를 인지할 수 있다. 전자해도는 선박의 항해와 관련된 모든 정보를 가지고 있는 해상지리 정보자료 시스템으로 해저 및 수면 하의 좌초 위험물을 인지하고 레이더 해상도와 관계없이 고정 물체 등의 충돌 위험물을 인식하는 데에 이용 가능하다.

충돌회피 경로 계산 및 디스플레이는 전자해도표시시스템 (ECDIS: Electronic Chart Display and Information System)을 이용한다. 전자해도표시시스템은 2010년부터 총 500톤 이상의 여객선, 3,000톤 이상의 여객선 이외의 화물선에 강제 탑재하게 되어 있으며 보통 전자해도와 동일한 용어로 사용되지만 본 논문에서는 기능적 측면에서 두 용어를 구분하여 기술한다. 전자해도표시시스템은 전자해도를 포함하고 있으며 선박 자동 식별 장치, 자동 레이더 플로팅 장치, 위성항법 장치 (GPS: Global Positioning System) 등의 각종 항해통신 장비와 연동되어 있어 충돌 위험도를 계산하기 위해 필요한 충돌 위험물 정보 및 자선의 위치 정보 등이 자동으로 입력되는 장점을 가지고 있다. 따라서 이러한 정보들을 이용하여 충돌 위험도를 실시간으로 계산하고 그 값이 일정 기준치를 초과하는 경우 해상교통법 전문가 시스템을 통해서 충돌회피 경로를 계산한다 [3]. 충돌회피 경로는 전자해도표시시스템 상의 초기 계획 항로를 기준으로 생성되며 충돌회피 수행 후 전자해도표시시스템의 항행감시 기능을 이용하여 실제 항적을 확인할 수도 있다.

충돌회피 기동장치는 자동조타 장치 (Auto pilot)를 의미하며 전자해도표시시스템에서 충돌을 회피할 수 있는 경로가 생성되면 자동조타 장치로 항로점을 내보내고

자동조타 장치가 침로에 대한 편류각과 각속도를 확인하면서 자동으로 조타하여 위험 상황을 벗어난다.

3. 컴퓨터 시뮬레이션 결과

시스템 구성 및 알고리즘의 타당성을 검증하기 위해서 Fig. 2와 같은 시제품이 제작되었다.

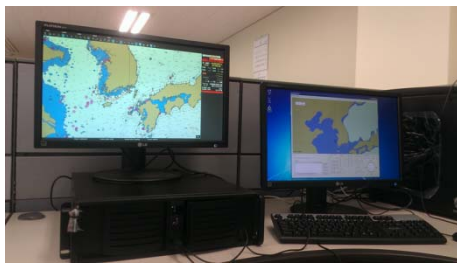


Fig. 2 Prototype of the collision avoidance supporting system

그림의 왼쪽 컴퓨터는 충돌회피 지원 시스템 모듈을 포함한 전자해도표시시스템이며 자선의 자동조타 장치 기능을 시뮬레이션 할 수 있다. 오른쪽 컴퓨터는 자선의 위성항법장치와 타선의 선박 자동 식별 장치 및 자동 레이더 플로팅 장치의 신호를 모사 해 주는 시뮬레이터 장비이다. 이 두 장비는 NMEA 0183 프로토콜을 이용하여 단 방향 통신을 하면서 시뮬레이션이 진행되었다.

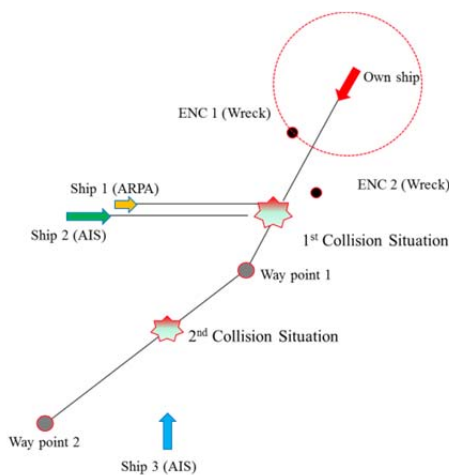


Fig. 3 Scenario of collision avoidance simulation

시뮬레이션을 위해서 Fig. 3과 같이 복잡한 충돌 상황을 설정하

였다. 먼저, 자선 (Own ship)의 현재 위치에서부터 항로점 1 (Way point 1)을 거쳐 항로점 2 (Way point 2)로 이동하는 경로 계획을 작성한다. 자선이 항로점 1로 이동하는 도중에 난파선 (Wreck) ENC 1과 ENC 2 근처를 지나가게 된다. 이후 선박 자동 식별 장치로부터 속력이 빠른 타선 2 (Ship 2)가 자선을 향해 접근하고 있다는 정보를 받게 되며 타선 2를 피하고 나면 자동 레이더 플로팅 장치로부터 속력이 느린 타선 1 (Ship 1)이 접근하고 있다는 정보를 받게 된다. 항로점 1에서 항로점 2로 이동하는 도중에는 선박자동 식별 장비로부터 타선 3 (Ship 3)이 자선을 향해 다가오고 있다는 신호를 받게 된다. 이때 시뮬레이션을 위해 가정한 자선과 타선의 제원을 Table 2에 나타내었다.

Table 2 Particulars of simulated ships

	Own ship	Ship 1	Ship 2, 3
Ship Type	13,000 TEU Container Carrier	165,000 DWT Crude Oil Carrier	5,000 TEU Container Carrier
Length[m]	350.0	264.0	242.0
Speed[kts]	20	15	20

시뮬레이션 결과는 Figs. 4 ~ 6 과 같이 전자해도표시시스템 화면에 표시된 충돌회피 경로, 자선의 이동 경로 및 충돌 위험도를 그래프로 확인할 수 있다.

Fig. 4 에서는 타선 2 를 피하기 위해서 충돌회피 알고리즘이 생성한 경로와 그 경로 위를 이동하고 있는 자선을 확인할 수 있으며 오른쪽 하단의 파이 그래프를 통해 자선의 충돌 위험도를 확인할 수 있다.

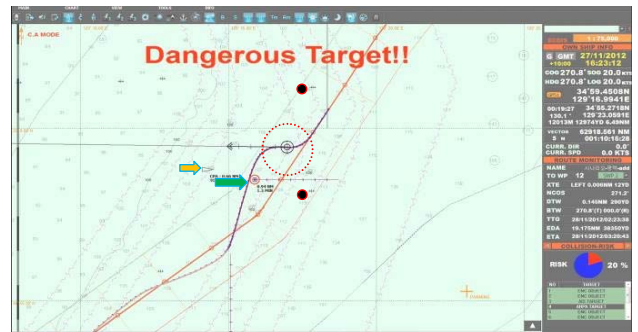


Fig. 4 Recommended route to avoid ship 2

Fig. 5 에서는 타선 1 이 자선 근처로 접근하고 있지만 충돌 위험도는 위험도 기준치보다는 낮아서 현재 경로를 유지하는 상황이다.



Fig. 5 Recommended route to avoid ship 1

Fig. 6 에서는 자선이 타선 3 과의 충돌 위험을 인식하고 이전의 경로와는 다른 새로운 경로를 생성하였으며 생성된 경로를 따라 이동하여 모든 충돌 위험으로부터 벗어난 것을 확인할 수 있다.

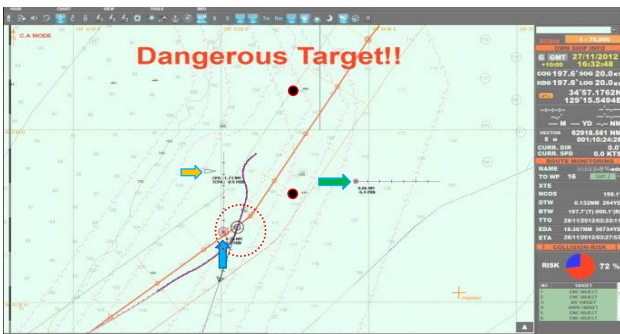


Fig. 6 Recommended route to avoid ship 3

4. 결론

본 연구에서는 전자해도표시시스템을 기반으로 충돌회피 시스템을 개발하고 시제품을 제작하였다. 선박 자동 식별 장치, 자동 레이더 플로팅 장치, 위성항법 장치와 자동조타 장치의 신호를 모사하여 복잡한 충돌 상황에서도 충돌 위험물을 인식하고 안전한 경로를 생성하여 위험물을 회피하는 것을 확인함으로써 시스템의 유용성을 1 차적으로 검증하였다. 추후 실선 시운전을 통해서 하드웨어 기능 및 알고리즘에 대한 추가 검증이 이루어질 예정이다.

참고 문헌

- [1] 국토교통부(2011), 2011년 해양사고통계(통계발표)
- [2] Benjamin K. Golding(2004), "Industrial Systems for Guidance and Control of Marine Surface Vessels", NTNU.
- [3] Lee, H.J. and Rhee, K.P., Development of Collision Avoidance System by using Expert System and Search Algorithm, International Shipbuilding Progress, v. 48(3), 2001:197-212.