

## WAVE 통신을 이용한 소형선박 충돌경보시스템 개발 연구

강원식\* · 김영두\*\* · 이명기\*\*\* · 박영수\*\*\*\*

\*, \*\* 선박안전기술공단, \*\*\* 한국해양대학교

The Development of a Collision Warning System  
for Small-Sized Vessels Using WAVE Communication Technology

Won-Sik Kang\* · Young-Du Kim\*\* · Myoung-Ki Lee\*\*\* · Young-Soo Park\*\*\*\*

\*, \*\* Korea Ship Safety Technology Authority, Se-jong 30100, Korea

\*\*\* Korea Maritime Ocean University, Busan 49112, Korea

**요 약** : 도로 교통에서는 차세대 지능형 교통시스템(C-ITS)의 핵심 기술인 차량용 무선통신기술(WAVE)을 활용하여 교통사고 예방을 위한 차량과 차량, 차량과 인프라간 교통상황 등 정보를 전달하고 있다. 현재 해상에서는 상대선박의 상태 등의 정보를 전달하는 수단으로 AIS를 많이 활용하고 있으나 AIS 과부하 등 문제점이 대두되고 있어 차량용 무선통신기술을 해상에 적용하는 등 이를 해결하기 위한 다양한 연구들이 수행되고 있다. 본 연구에서는 선행연구를 통해 검증된 차량용 무선통신기술(WAVE)의 해상적용을 바탕으로 소형선박에 적합한 선박 충돌경보시스템을 개발하였고 실선 TEST를 통해 충돌경보시스템의 적정성을 검토하였다. 차량용 무선통신기술을 활용한 시스템의 적용을 통해 해양사고 예방뿐만 아니라 e-Navigation이나 자율운항 선박 등 차세대 해양안전기술의 발전에 많은 기여를 할 것으로 예상된다.

**핵심용어** : C-ITS, 차량용 무선통신기술, AIS, 해양사고, 충돌경보

**Abstract** : Wireless communication technology (WAVE) for vehicles, which is the core technology behind the next-generation intelligent transport system (C-ITS), is used to deliver information about vehicles to prevent traffic accidents and traffic situations that may arise between vehicles and infrastructure. Similar traffic issues often arise in marine scenarios. Currently, AIS is being used as a means of transmitting information such as the status of relative vessels, but research is being carried out to solve problems with AIS such as overloading by applying wireless communication technology for vehicles to the sea. In this study, a collision warning system suitable for small-sized vessels was developed based on the marine application of WAVE for vehicles verified through prior research, and the adequacy of this collision warning system was reviewed through a practical test. It is expected that this system will contribute greatly to future e-Navigation applications or self-driving ships as well as to preventing marine accidents.

**Key Words** : C-ITS, WAVE, AIS, Marine Accident, Collision Warning System

## 1. 서 론

현재까지 개발된 대부분의 선박충돌방지(회피)시스템 및 경보시스템 등은 전자해도, 항해용 Radar 등 고도화된 장비를 이용하여 개발되어 왔다. 대형 선박에서는 첨단 항해장비를 이용한 항해지원시스템 및 설비를 많이 탑재하고 있지만 중소형 선박에서는 비용 등의 문제로 AIS 정도만 탑재하

고 있고 자선기준으로 일정 범위 내에 들어올 경우 알람을 주는 정도 수준의 충돌경보장치가 활용되고 있다.

그러나, AIS의 경우 AIS 과부하, 데이터의 오류 등 문제점이 드러나고 있고 향후에도 AIS를 활용한 항로표지 등 항해 지원 시설로 통신량은 점점 증대되고 있어 다양한 선행연구에서 AIS의 문제가 시급한 해결이 필요하다고 지적하고 있다. 특히, Kim et al.(2014)과 Jeon and Jeong(2016)은 AIS 정보에 오류가 있는 경우 에러보정을 위한 알고리즘을 제안하거나 오류의 분석 및 개선방안을 제안하였고, Lee et al.(2013)은 AIS 데이터 트래픽의 증가에 따라 AIS 통신부하 관리를 위

\* First Author : [wskang84@kst.or.kr](mailto:wskang84@kst.or.kr), 044-330-2302† Corresponding Author : [youngsoo@kmou.ac.kr](mailto:youngsoo@kmou.ac.kr), 051-410-5085

한 실시간 메시지 분석에 관한 연구를 수행하였다. Zhang et al.(2018)은 noise로 인해 발생할 수 있는 오류를 보정하기 위해 선박의 항적을 재구성할 수 있는 모델을 제안하는 등 AIS가 가지고 있는 문제점을 해결하기 위한 다양한 연구들이 수행되고 있다.

통신문제에 대한 해결의 일환으로 정부는 한국형 e-Navigation 사업인 SMART-Navigation 사업을 추진하고 있으며 연안 100 km에 무선 LTE망을 도입하는 계획을 가지고 있다(SMART Navigation Project, 2016). 이에 대해 Kang et al.(2018)은 무선 LTE망과 서비스 측면에서 결합할 수 있는 차량용 무선통신기술(WAVE)의 해상 적용에 관한 연구를 수행하였다. WAVE 통신은 차세대 지능형 교통시스템(C-ITS) 등에서 적용하고 있는 통신 시스템으로서 Device to Device 통신이 가능하고, 통신 보안 우수, 고속이동 통신에 적합, 전송주기 짧음 등의 장점이 있다. 전송거리가 육상 기준에 따라 다소 짧은 것이 단점이나, 실선실험을 통해 최대 8~9 km까지 데이터의 전송과 수신에 가능한 것으로 평가되어 이를 이용한 다양한 서비스 적용이 가능할 것으로 제시하였다.

무엇보다도 WAVE 통신은 사용료가 없고 양산할 경우 경제적이란 이점이 있으며, 통신거리가 AIS에 비해 짧지만 연안을 항해하는 선박의 경우 이용에 큰 지장이 없어 중소형선박에 대한 강점이 있는 것으로 평가되고 있다. 다만, WAVE 통신서비스를 제공하기 위해서는 단말기와 필요시 육상기지국 등 인프라의 구축이 필수적이다. 인프라만 어느 정도 구축이 된다면 현재까지 소형 선박에 적용하기 어려운 다양한 서비스를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서는 이러한 차량용 무선통신기술(WAVE)을 해상 및 선박 환경에 적용하여 중소형 선박 충돌 예방을 위한 경보시스템 개발에 관한 연구를 수행하였다.

## 2. 충돌경보시스템 분석

충돌사고를 방지하기 위한 가장 기본적인 행위는 견시를 철저히 수행하는 것과 VHF 등 선박간 커뮤니케이션을 유지하는 것이다. 하지만 조업이나 줄음 등으로 견시를 소홀히 하는 경우 대부분의 충돌사고가 발생한다고 볼 수 있다. 대표적인 경우로 2017년 12월 영흥도 인근에서 발생한 석유제품운반선과 낚시어선 충돌사고를 들 수 있는데, 이 사고로 인해 낚시 어선에 탑승하고 있던 낚시승객 및 승무원 등 15명이 사망하였다(Korean Maritime Safety Tribunal, 2018). 해당 사고와 같이 상대선이 피해 갈 것으로 예상하여 충분한 시간 내에 조치를 취하지 않거나 사고가 발생할 것으로 예측하지 못하여 많은 사고가 발생하고 있으며 특히 소형선박의 경우, 열악한 근무환경에 비해 적절한 의사지원 시스템을

갖추고 있는 경우가 거의 없어 해양사고 위험에 직접적으로 노출되어 있다고 할 수 있다.

한편, 도로교통에서는 줄음, 음주 등 운전자의 과실에 의한 사고와 도로의 곡선부 반경, 도로폭 등 주행환경변화 등의 요인들에 의해 사고가 많이 발생하고 있다(Kim et al., 2006).

본 연구에서는 소형 선박을 위한 충돌 예방 경보시스템 개발을 위해 기존 해상교통에서의 충돌 위험도 시스템과 도로교통에서의 충돌 위험 시스템에 대한 선행연구를 분석하여 연구 개발 방향을 검토해 보았다.

### 2.1 선행연구 분석

최근 다양한 교통서비스를 제공하기 위해 적용되고 있는 C-ITS(Cooperative Intelligent Transportation System)는 차량과 차량 그리고 차량과 인프라간 무선통신을 기반으로 하고 있으며 WAVE를 주요 통신수단으로 활용하고 있다. Kim(2015)은 IEEE 802.11p/WAVE 차량 간 통신을 기반으로 하는 충돌 방지 알고리즘을 개발하고 성능을 분석한 연구를 수행하였다. 해당시스템은 기본적으로 100 ms 단위로 Safety Message를 업데이트 하고 속도, Heading, Yaw 및 가속도를 적용한 CTRA(Constant Turn Rate Acceleration) 모델을 사용해 차량과 차량간 궤도를 예측하여 운전자에게 경고 메시지를 주는 알고리즘이다. Kang et al.(2018)은 도로교통에 적용되고 있는 WAVE 통신 기술을 해상에 적용한 연구를 수행하였으며 실선 실험을 통해 통신가능거리 등을 측정하였다.

해상교통의 측면에서, Kim et al.(2013)은 AIS, ARPA(Automatic Radar Plotting Aids) 및 전자해도 등을 이용하여 충돌 위험물을 인식하고 최근접점(CPA: Closest Point of Approach)과 최근접점까지의 시간(TCPA: Time to Closest Point of Approach) 등을 기준으로 위험도를 판단, 전자해도에 회피 경로를 표시하고 자동조타장치로 항로점을 보내어 자동으로 회피하도록 하는 전자해도표시시스템 기반의 충돌회피 지원 시스템을 개발하는 연구를 수행하였다.

한편, 소형선박을 위한 충돌회피 시스템 개발을 위해 Le and Nam(2014)은 레이저 센서를 이용한 소형선박용 충돌회피를 위한 위치 검출 시스템을 개발하여 시뮬레이션 등을 수행하였다. 물표를 속도 모델과 가속도 모델로 표현하여 칼만필터를 적용하여 위치, 속도 및 가속도를 추정하였고 레이저센서를 이용하여 물표와의 거리를 측정, 각각의 실험을 통해 측정데이터를 얻어 내었다. 해당 연구를 통해 저가의 장비로 물표위치의 추정 성능이 뛰어난 시스템을 구축하였으나, 기본적으로 레이저 센서는 측정물 사이에 분진 및 스모그 등이 없어야 하고 너무 밝은 곳에서는 사용하기 어려운 단점이 있다. 또한, 해상 특성상 전체 방위를 커버할

수 있도록 모든 방향에 적용이 가능하여야 하나 레이저 특성상 이를 구현하는데 한계가 있다.

Kim(2013)은 타 선박의 침로, 선속 및 목적지 등의 정보를 바탕으로 DCPA(Distance of the Closest Point of Approach), TCPA, VCD(Variation of Compass Degree)를 분석하여 회피가 요구되는 선박에 우선순위를 결정하는 선박충돌회피 우선순위지정 및 회피모형을 제안하였고 회피가 결정될 경우 국제해상충돌예방규칙에 따른 변침 및 변속 등을 결정하도록 하였다.

### 2.2 연구개발 방향

해상교통에서의 선박 충돌 예방시스템은 주로 AIS 등 기존 장비를 이용한 시스템이 연구·개발되고 있으며, 충돌 위험도 판단은 CPA/TCPA를 이용하여 위험여부를 판단하는 것으로 검토 되었다. 전자해도와 ARPA 등 고가의 장비를 탑재하기 어려운 소형선박을 위해 레이저 센서를 이용한 충돌회피 시스템에 대해서도 연구가 진행이 되고 있으나 어느 정도의 성능을 확보하기 위해서는 고사양의 레이저 센서를 이용해야하기 때문에 결국 비용의 문제로 이어질 수 있을 것이다.

도로 교통에서 적용하고 있는 차량용 무선통신기술(WAVE)을 해상에 적용할 경우 해상특성상 최대 8~9 km까지 데이터의 안정적인 송수신이 가능하며 저렴한 비용으로 정확하며 다양한 서비스의 제공이 가능할 것으로 판단된다.

이와 같이 선행연구 분석을 통해 도출된 결과를 바탕으로 충돌경보 시스템의 정확성 및 신뢰성 확보를 위해 차량용 무선통신기술(WAVE)을 주 통신수단으로 사용하고 소형선박에 적합한 충돌알고리즘 적용, 원거리 및 WAVE 단말기 미 장착 선박을 위해 WAVE와 AIS를 결합한 충돌경보시스템을 개발하였다.

## 3. 시스템 개요

WAVE 통신기술은 최근 C-ITS(차세대 지능형교통시스템)에 적용하고 있는 통신시스템으로서 한국, 미국, 유럽 등 선진국에서 시범사업 등 각종 프로젝트를 통해 실효성을 검증하고 있으며(Korea Communications Agency, 2014), 최근에는 LTE 통신기술의 장점을 활용한 하이브리드 형태의 통신기술을 연구하고 있다(Kang et al., 2018).

본 연구를 통한 충돌 경보 시스템은 WAVE 통신을 주 통신수단으로 사용하되, 원거리 및 WAVE 단말기 미 장착선박과의 충돌 판단을 위해 AIS를 보조 통신수단으로 하였다. 기존에 다양하게 활용하던 CPA, TCPA 판단 알고리즘에 정확

성을 더하기 위해 선박의 길이, 속력 등 영향을 미치는 요인들을 감안하여 알고리즘을 구성하였다.

### 3.1 WAVE 및 AIS 비교

WAVE 통신은 미국에서 지능형 교통체계 관련 국가사업을 추진하면서 도입이 되었고 고속으로 주행하는 상황에서 차량과 차량(V2V), 차량과 인프라간(V2I) 통신 등을 통한 실시간 안전정보 서비스 등을 운전자에게 제공하는 것을 주요 목표로 한다(Jang, 2016).

한편, AIS는 선박의 위치를 자동으로 전송하는 통신장비로 AIS 정보를 활용하여 선박-선박간, 육상-선박간 응용서비스를 다양하게 제공하고 있다(Lee et al., 2013). 50마일정도까지 정보를 전송할 수 있으나 AIS를 통한 제공 서비스의 증가와 선박 통항량의 증가로 인해 통신과부화 문제가 대두되고 있다.

AIS와 WAVE 통신은 Table 1과 같이 비교 할 수 있다(Kang et al., 2018).

Table 1. A Comparative Analysis of WAVE and AIS

Category	WAVE	AIS
Frequency	5.8 GHz Band	161.975 Mhz, 162.025 Mhz
Communication Access Type	OFDM, CSMA-CA	SOTDMA, CSTDMA
Power	less 100 mW	2 W ~ 12.5 W
Transmission Period	100 msec	2 sec ~ 3 min (depending ship speed)
Environment Effect	low	
Transmission Distance	Max. 5 miles	Max. 50 miles
Security Method	IEEE 1609.2	-

### 3.2 충돌경보시스템 구성

충돌경보시스템은 기본적으로 수신부, 충돌위험 연산부, 충돌위험 판단부, 충돌위험 표시부 등으로 구성하였다(Fig. 1).

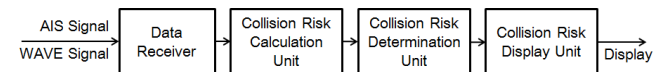


Fig. 1. Collision Warning System Configuration.

데이터는 WAVE 및 AIS의 통신거리 내에 있는 복수의 타선박으로부터 선박의 선명, 선종, 선박길이 등 정적정보와 GPS 위치, 선속 등과 같은 동적정보가 수신된다. 수신된 정보를 바탕으로 충돌위험도 연산부에서는 CPA/TCPA 계산 방

식으로 위험도를 산정한다. 산정된 CPA/TCPA를 바탕으로 충돌위험도 판단부에서는 알고리즘 조건에 따른 충돌위험도를 판단하여 충돌위험도 표시부에 전달한다. 본 연구에서는 DCPA에 자선과 상대선의 길이를 적용하고 TCPA에 자선과 상대선의 길이뿐만 아니라 사용자의 필요에 따라 사전에 경보를 울려줄 수 있도록 사용자 지정시간( $\beta$ )을 추가할 수 있도록 설계하였다. 충돌위험도 판단부에서 판단결과를 충돌위험도 표시부에 전달하고 표시부에서는 빛과 Alarm 등의 경고 신호를 표출한다.

최종적으로 설계한 충돌 위험도 판단 알고리즘은 다음과 같다(Fig. 2).

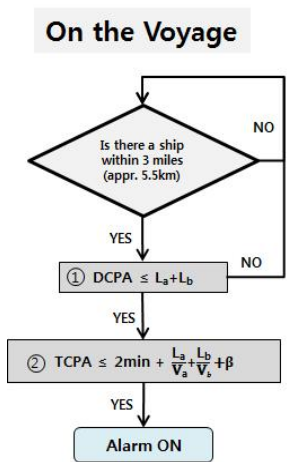


Fig. 2. Collision Warning Algorithm.

#### 4. 실선실험을 통한 충돌경보시스템 개발

##### 4.1 실험개요

충돌 경보의 적정성을 평가하기 위해 영흥도 낚시어선 사고가 발생한 해역인 영흥도 진두항 인근 해역에서 실선 실험을 실시하였으며 Fig. 3은 실선실험 해역을 나타낸 그림이다.

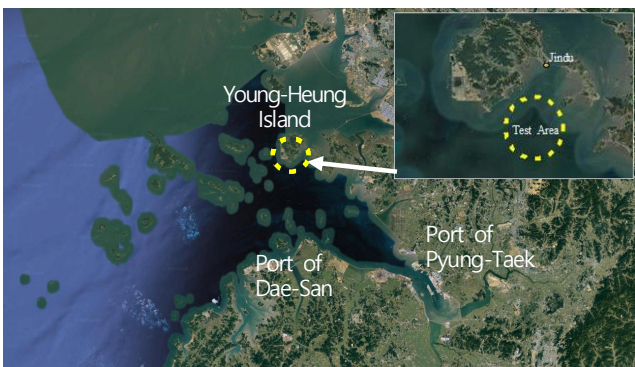


Fig. 3. Test Area : near Young-heung Island.

실험에 사용한 선박은 진두항에 등록된 9.77톤 어선으로 선박의 상세 제원은 Table 2와 같다.

Table 2. The Specifications of Vessel for Real Ship Test

Specification	Vessel	
	A	B
Ton	9.77 ton	9.77 ton
Length	14.8 m	16.5 m
Breadth	4.12 m	3.60 m
Type	Fishing Vessel	
Speed	20 knots or more	

선박이 충돌의 상황에서 알고리즘에 따른 충돌 경보가 적정하게 전달되는지 입증하기 위해 Crossing과 Overtaking에 대한 다음의 시나리오를 통해 실선실험을 수행하였다.



Fig. 4. Scenario of Crossing Situation.

Fig. 4는 선박 A와 B가 상호 접근하는 상태에서 경보 발생 여부를 판단하기 위한 시나리오이다. 선박 A는 창서 인근에서 출발하여 갑죽도 부이를 향해 전진하고 선박 B는 선박 A와 60도 각도를 유지하고 입파도 정박지 인근에서 갑죽도 부이를 향해 전진한다.



Fig. 5. Scenario of Overtaking & Crossing Situation.

Fig. 5는 속도가 빠른 선박이 느린 선박을 추월하면서 상대적으로 느린 선박 전면을 통항할 때 알람의 발생 여부를 판단하는 시나리오이다. 선박 A와 선박 B가 갑죽도 부이 인근에서 선박 B가 앞선 상태로 출발하여 선박 B는 5 kts, 선박 A는 10 kts의 속도를 유지하면서 추월하는 시나리오로 진행하였다.

#### 4.2 충돌경보 실선 실험결과

선박이 상호 접근하는 상황에서 충돌의 위험이 발생했을 때 WAVE 통신을 이용한 충돌 경보의 적정성을 검토하였다. AIS와 WAVE의 기본적인 성능 비교를 위해 각각의 항적을 제시하였다. 다만, CPA/TCPA에 의한 알고리즘 적용시 선박의 Heading과 Course가 변함에 따라 충돌의 위험을 순간적으로 판단하기 때문에 경보가 잠깐 울렸다가 꺼지고 울렸다가 꺼지는 현상이 발생하였다. 선행연구(Lee, 2018)에 따르면 이러한 상황은 해상 고유의 환경에서 발생하는 상황으로 상선의 경우 1~2도 범위, 소형선의 경우 최소 5~10도 정도 발생하는 것으로 나타났다. 이러한 요인에 대한 개선은 추후 연구과제로 남겨두고 본 연구에서는 지속적으로 알람이 발생하는 경우에만 충돌경보가 발생한 것으로 반영하였다.

Table 3은 실선실험 당시에 풍속 및 파고 등을 나타낸 표이다.

Table 3. The Weather Conditions for Real Ship Test

Division	Condition
Weather	Sunny and Cloudy
Wind Speed	10 kts
Wave Height	0.5 m

Fig. 6과 7은 Crossing Situation에 대한 AIS의 항적을 나타낸 것이다. B 선박의 경우 통신상태가 불안정하여 중간중간에 한번씩 통신이 끊기는 현상이 발생한 것을 볼 수 있다.

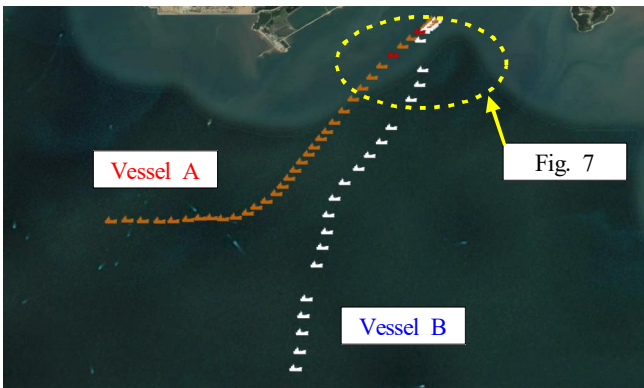


Fig. 6. Vessel Tracks on Crossing Situation by AIS.

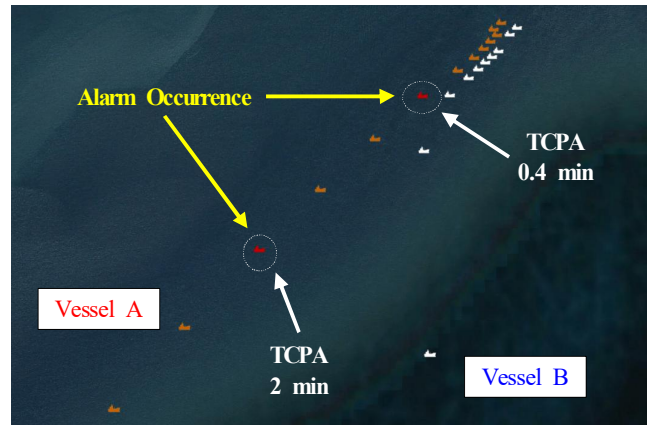


Fig. 7. Details of Vessel Tracks on Crossing Situation by AIS.

Fig. 7에서 A 선박에서는 충돌 2분 전에 알람이 한번 발생, 충돌 0.4분 전에 알람이 발생 하였으나 B 선박에서는 AIS 신호의 누락에 따라 알람이 발생하지 않았다.

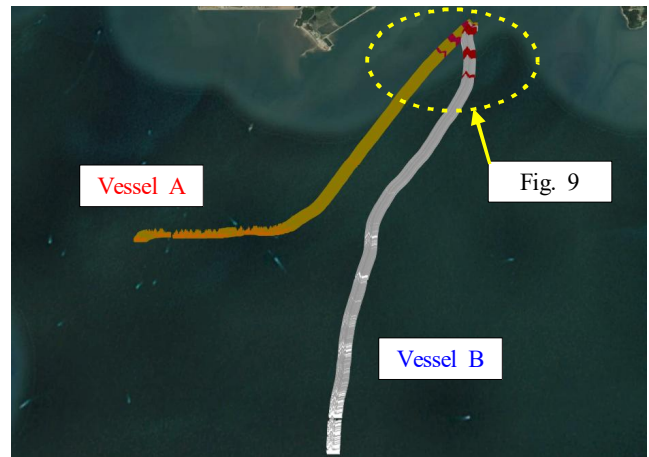


Fig. 8. Vessel Tracks on Crossing Situation by WAVE.

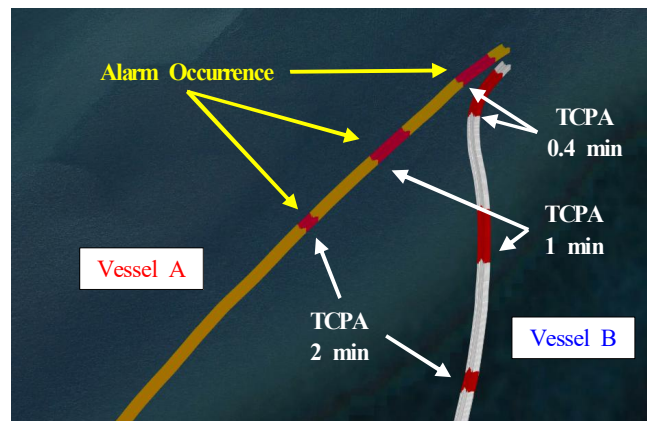


Fig. 9. Details of Vessel Tracks on Crossing Situation by WAVE.

한편, Fig. 8과 9는 Fig. 6 및 7과 같은 시나리오에 대한 WAVE의 항적 및 경보 상황을 나타낸 것이다. AIS에 따른 항적과 비교하여 끊이지 않고 항적이 기록되어 있으며 A 선박과 B 선박에서 충돌 2분, 1분, 0.4분 전에 각각 알람이 발생하였다.

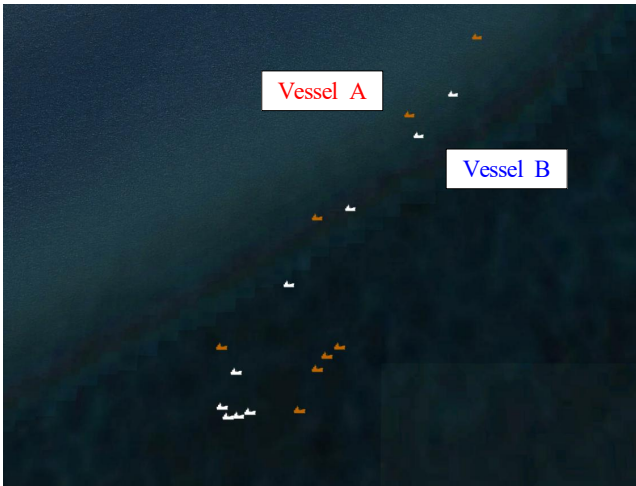


Fig. 10. Vessel Tracks on Overtaking and Crossing Situation by AIS.

Fig. 10은 Overtaking 및 Crossing Situation에 대한 AIS의 항적을 나타낸 것이다. 짧은 구간 동안에 통신을 주고 받고 순식간에 변하는 항로 등에 따라 통신 송수신 간격이 커져 실제 선박의 항적을 추정하기가 어렵고 충돌 알고리즘을 적용하였음에도 불구하고 신호 수신 간격 시간에 따라 충돌상황에서 알람이 발생하지 않았다.

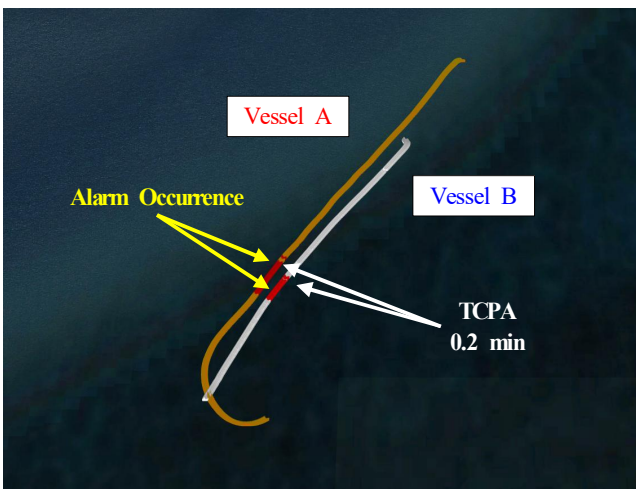


Fig. 11. Vessel Tracks on Overtaking and Crossing Situation by WAVE.

Fig. 11은 Overtaking 및 Crossing Situation에 대한 WAVE의 항적 및 경보 발생 상황을 나타낸 것이다. Fig. 10의 AIS 항적과 비교하였을 때 짧은 거리 및 시간에서도 항적이 계속적으로 연결되며 선박의 이동형태 등을 명확히 확인 할 수 있다. 또한, A 선박이 B 선박을 추월하면서 가까이 접근했을 때 충돌 0.2분 전에 알고리즘에 의한 충돌경보가 표출되었다. 선박 상호간에 근접하여 나란히 항해를 하고 항로 등의 급격한 변화에 따라 긴급한 상황에도 알람이 발생하여 충돌 위험 경보의 적정성이 확보 된 것으로 판단된다.

#### 4.3 결과 분석 및 향후과제

WAVE 통신을 이용한 충돌경보시스템의 경보 적정성을 평가하기 위해 Crossing Situation 및 Overtaking과 Crossing에 대한 실선실험을 수행하고 그 결과를 도출하였다. 충돌 위험 상황이 발생하였을 때 알고리즘에 의한 충돌 연산 및 판단은 적정하게 이루어지고 운항자에게 표출되기까지의 과정 또한 적정하게 이루어지고 있는 것으로 평가되었다. 특히, 차량용 무선통신기술 특성상 정보의 전송주기가 100 msec이므로 근거리에서 순간적으로 변하는 상대선의 방위 및 선속에 따른 충돌 위험을 정확하게 감지하여 운항자에게 적절한 경보를 전달할 수 있는 것으로 평가되었다.

최종적으로 개발된 충돌경보시스템 모형은 Fig. 12와 같다.

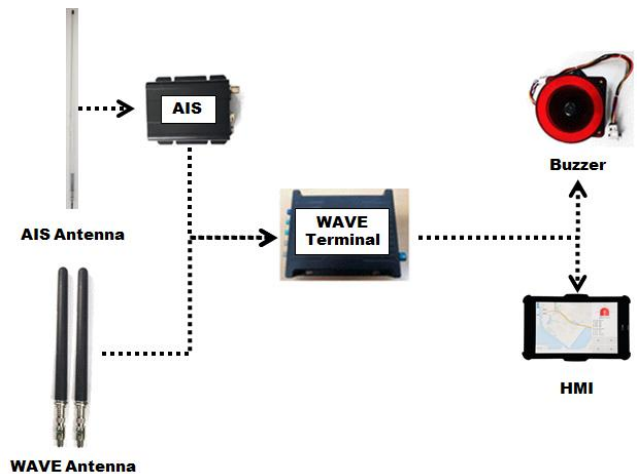


Fig. 12. Model Diagram of Collision Warning System.

본 실선실험에 따른 AIS 항적분석 결과, AIS 특성상 정보를 송수신하는데 선속에 따라 2초에서 최대 3분까지 시간이 소요가 되고 중간에 오류가 생겨 신호가 끊길 경우 다시 신호가 전송될 때까지 2배의 시간이 소요가 되며, Fig. 8과 9의 Overtaking 및 Crossing에 대한 실선실험 항적을 보면 알 수 있듯이 AIS를 통한 통신만으로는 충돌경보시스템을 적용하

기에 신뢰성에 한계가 있는 것으로 분석되었다. 특히, 근거리에서 급격하게 Heading이나 Course가 변하는 경우 AIS만 이용한 충돌경보 시스템은 운항자에게 AIS 신호 전송주기가 길어 상대선의 신호를 갱신하는데 까지 많은 시간이 소요되므로 운항자의 의사지원에 부적절한 것으로 검토 되었다.

다만, 해상고유의 환경특성 상 CPA/TCPA에 의한 알고리즘 적용시 계속해서 선박의 Heading과 Course가 변하기 때문에 정보가 잠깐 울렸다가 꺼지는 현상이 발생하므로 이를 해결하기 위한 알고리즘의 고도화 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## 5. 결 론

현재 개발된 대부분의 선박충돌방지(회피)시스템 및 경보 시스템 등은 대형선박 위주의 전자해도, 항해용 Radar 등 고도화된 장비를 이용하여 개발되어 왔다. 하지만, 소형 선박에서는 비용 등의 문제로 AIS 정도만 탑재하고 있고 자선기준으로 일정 범위 내에 들어올 경우 알람을 주는 정도 수준의 충돌경보장치가 활용되고 있다. AIS의 경우에도 AIS 과부화, 데이터의 오류 등 문제점이 드러나고 있어 시급한 문제의 해결이 필요한 것으로 다양하게 연구되고 있다.

한편, 도로 교통에서는 차세대 지능형 교통시스템(C-ITS)의 핵심기술로 차량용 무선통신기술(WAVE)을 적극 활용하고 있고 선행연구에서는 도로교통에서 충분히 검증된 WAVE 통신기술을 해상에 적용하는 연구가 수행되었다. 무엇보다도 WAVE 통신은 사용료가 없고 양산할 경우 경제적이란 이점과 통신거리 측면에서 연안을 향해하는 선박의 경우 이용에 큰 지장이 없는 등 중소형선박에 대한 강점이 있는 것으로 평가되고 있고 비용적인 측면에서 중소형 선박에 적용하기 어려운 세밀한 서비스를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서는 이러한 차량용 무선통신기술(WAVE)을 해상 및 선박 환경에 적용하여 중소형 선박 충돌경보시스템 개발 및 적정성을 평가하기 위해 실선실험을 수행하고 그 결과를 도출하였다.

실선실험 결과, 충돌 위험 상황이 발생하였을 때 알고리즘에 의한 충돌 연산 및 판단은 걱정하게 이루어지고 운항자에게 표출되기까지의 과정 또한 걱정하게 이루어지고 있는 것으로 평가되었다. 특히, 차량용 무선통신기술 특성상 정보의 전송주기가 100 msec이므로 근거리에서 순간적으로 변하는 상대선의 방위 및 선속에 따른 충돌 위험을 정확하게 감지하여 운항자에게 적절한 경보를 전달할 수 있는 것으로 평가되어 AIS와 비교하였을 때 정확성과 신뢰성 측면에서 중소형선박에 매우 적합한 통신기술이라고 판단된다.

이러한 차량용 무선통신기술을 활용한 시스템을 적용할 때에 해양사고 예방뿐만 아니라 e-Navigation이나 자율운항선박 등 차세대 해양안전기술의 발전에 많은 기여를 할 것으로 예상된다.

다만, 차량에 적합하게 개발된 통신기술을 해상에 최적화시키기 위해 다양한 환경에서 추가적인 실험 및 데이터의 축적이 많이 필요할 것으로 생각되고, 보다 정확한 충돌경보를 운항자에게 제공하기 위해 적용되는 알고리즘의 고도화는 반드시 필요할 것으로 판단된다.

## 후 기

본 논문은 선박안전기술공단 “중소형선박 충돌 예방을 위한 경보시스템 개발(2차년도)” 연구의 일환으로 수행되었습니다.

## References

- [1] Jang, S. H.(2016), Network Simulator Engine Design And Implementation of a Communication Environment Suitable for WAVE, The Graduate School of Hanyang University, pp. 4-6.
- [2] Jeon, J. H. and T. G. Jeong(2016), Studies on the Improvement and Analysis of Data Entry Error to the AIS System for the Traffic Ships in the Korean Coastal Area, Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, Vol. 28, No. 6, pp. 1812-1821.
- [3] Kang, W. S., S. B. Joen and Y. D. Kim(2018), A Study on Marine Application of Wireless Access in Vehicular Environment(WAVE) Communication Technology, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 24, No. 4, pp. 445-450.
- [4] Kim, Y. A.(2015), A Study on Collision Avoidance System based on WAVE Communication, The Graduate School of Korea National University of Transportation, pp. 6-11.
- [5] Kim, D. Y., T. H. Hong, J. S. Jeong and S. J. Lee(2014), Building an Algorithm for Compensating AIS Error Data, Journal of Korean Institute of Intelligent Systems, Vol. 24, No. 3, pp. 310-315.
- [6] Kim, D. J., K. S. Ahn, T. I. Lee and Y. W. Kim(2013), Development of Collision Avoidance Supporting System based on ECDIS, Korean Institute of Navigation and Port Research, Vol. 2013-2nd Conference, pp. 167-170.
- [7] Kim, S. W.(2013), A Study on Ship Collision Avoidance and Order of Priority Designation Model, Journal of the Korea

Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 14, No. 11, pp. 5442-5447.

- [8] Kim, J. W., M. Namsung, J. H. Kim and S. B. Lee(2006), Development of Traffic Accidents Prediction Model With Fuzzy and Neural Network Theory, Journal of Korean Society of Transportation, Vol. 24, No. 7, pp. 81-90.
- [9] Korea Communications Agency(2014), V2X Communications, Emerged as a Key Technology in Intelligent Transport System, Trends and Prospects (Trend Focus), Vol. 73, pp. 42-44.
- [10] Korean Maritime Safety Tribunal(KMST)(2018), Special Investigation Report of Collision Accident for Oil Products Carrier '15Myung Jin' and Fishing Boat 'Sun Chang 1', [www.kmst.go.kr](http://www.kmst.go.kr).
- [11] Le, Dang-Khanh and T. K. Nam(2014), A Study on the Development of the Position Detection System of Small Vessels for Collision Avoidance, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 20, No. 2, pp. 202-209.
- [12] Lee(2018), A Foundational Study on the Collision Risk of VTS Considering the Operational Characteristics of Small Vessel, Conference of Korean Institute of Navigation and Port Research, Nov., pp. 273-274.
- [13] Lee, S. J., J. S. Joeng, M. Y. Kim and G. K. Park(2013), A Study on Real-Time Message Analysis for AIS VDL Load Management, Journal of Korean Institute of Intelligent Systems, Vol. 23, No. 3, pp. 256-261.
- [14] SMART Navigation Project(2016), Introduction of SMART-Navigation Project and Project activities etc, [www.smartnav.org](http://www.smartnav.org).
- [15] Zhang, L., Q. Meng, Z. Xiao and X. Fu(2018), A Novel Ship Trajectory Reconstruction Approach using AIS Data, Ocean Engineering, Vol. 159, pp. 165-174.

---

Received : 2019. 02. 15.

Revised : 2019. 03. 27.

Accepted : 2019. 04. 26.