

# WAVE 통신 기술을 이용한 소형 선박 충돌예방 로직 구성에 관한 연구

이명기\* · † 박영수 · 신대운\*\* · 강원식\*\*\* · 김영두\*\*\*\*

\*한국해양대학교 해양과학기술전문대학원, † 한국해양대학교 해사대학, \*\*한국해양대학교, \*\*\*,\*\*\*\*선박안전기술공단

**요약** : 최근 5년간 우리나라 해양사고 현황을 살펴보면 어선 사고가 약 68.2%, 100톤 미만의 선박 사고가 약 80%를 차지하고 있으며, 사고건수도 매년 증가하는 추세이다. 특히 어선 사고 중 11.6%는 충돌사고로 기관손상 다음으로 높은 비율을 차지하였으며, 이는 운항 과실에 의한 해양사고가 대부분을 차지하였다. 본 연구에서는 이러한 소형 선박의 충돌사고를 예방하기 위하여 육상에서 활용되고 있는 WAVE 통신 기술을 기반으로 실용적으로 사용할 수 있는 소형 선박 충돌예방 로직을 고안하고자 한다. 로직은 충돌위험 선박의 판별, 알고리즘에 의한 계속적 감시(계산), 충돌위험 알람 발생의 3단계로 구분되며, 알람 발생에 대한 기준을 마련하기 위하여 사용자 설문 및 시뮬레이션 실험을 수행하였다. 그 결과 DCPA 기준  $8(L_a + L_b)$ 와 TCPA 기준 2분(항해 중), 6분(조업 중)을 도출하였고, 이를 적용하여 로직을 개발하였다. 추후 로직 고도화 및 시스템화를 통하여 소형 선박의 충돌사고를 예방하는데 기여할 수 있을 것이다.

**핵심용어** : 소형선박, 충돌예방 로직, WAVE 통신기술, DCPA, TCPA

## 1 배경 및 목적

- 최근 5년간 우리나라 해양사고 현황을 살펴보면 어선 사고가 약 68.2%, 100톤 미만의 선박 사고가 약 80%를 차지하고 있으며, 사고건수도 매년 증가하는 추세임
- 어선 사고 중 11.6%는 충돌사고로 기관손상 다음으로 높은 비율을 차지하였으며, 이는 운항 과실에 의한 해양사고가 대부분임

소형 선박의 충돌사고를 예방하기 위하여 육상에서 활용되고 있는 WAVE통신기술을 기반으로 실용적으로 사용할 수 있는 선박 충돌예방 로직을 고안하여, 상대선박이 접근하고 있어 충돌의 위험이 있음을 본선에 알려주는 시스템(경보알람시스템)을 개발하고자 함

## 2 선행 연구

**선박동적영역과 충돌위험평가식을 결합한 항해위험성평가모델 전개 (2018)**

- 선박 길이와 속도, 선박조종성능이 고려된 동적선박영역을 기초로 충돌위험평가식을 구하여 항해 중 위험을 느끼는 고장 및 이동 물표에 대한 해상교통위험성을 평가함.
- 선박의 길이와 속력에 대한 비가 고려된 새로운 형태의 해상교통위험성평가 모델을 제안함.

**국제해상충돌예방규칙에 따른 충돌회피 알고리즘에 관한 연구(2017)**

- 일반 상선 대상의 피항시점을 결정하기 위하여 선박위치, 속도, 방위를 기준으로 타원형의 선박안전영역 모델을 적용함
- 타선과 위험한 위치에 도달하는 지점과 시간을 계산함으로써 피항을 수행할 수 있도록 충돌회피 알고리즘을 구성함

**최근접점 상대방위에 따른 선박충돌위험알고리즘 개발에 관한 연구(2015)**

- 일반 상선을 대상으로 DCPA/TCPA 및 침로, 속도를 이용한 조우상황별 정량적 위험도 측정하고, VTSO의 설문조사를 통하여 알고리즘의 유효성을 검증함

➔ 대부분 상선의 충돌 예방 및 위험도 측정에 관한 연구로, 본 연구에서는 DCPA/TCPA를 바탕으로 중소형 선박 충돌 예방에 기초가 되는 로직을 개발하고자 함

## 2 선행 연구

### WAVE 통신 기술?

WAVE 통신기술은 고속( $\geq 160\text{km/h}$ )으로 주행하는 상황에서 차량 간 통신(V2V), 차량과 인프라 통신(V2I)을 지원하여 전방 도로 및 차량의 위험정보를 긴급 전송, 후속 추돌사고 등을 예방하는 안전서비스, 다차로 무정차 톨링 서비스 등 다양한 차세대 지능형 교통시스템(ITS) 구축에 활용할 수 있는 차량 네트워킹 기술

### WAVE 통신 기술과 AIS의 비교

	WAVE	AIS
주파수	5.8GHz 대역	161.975MHz, 162.025MHz
전송주기	100 msec	2초 ~ 3분 (선박의 속력에 따라 변동)
출력	100mW 이하	2W ~ 12.5W
전송거리	최대 약 5 해리	약 50해리
가격	-	70만원 ~ 150만원

## 3 충돌 예방 로직 구성

**견시중 정보교환이 필요한 단계**

- 충돌위험선박발견
- 계속 감시 중
- 피항행동 개시 직전
- 피항 행동 중
- 피항행동 중

**로직의 구성**

- 선박의 판별 (3마일 이내)
- 알고리즘에 의한 계속적 감시 (CPA/TCPA 기반)
- 충돌위험 알람발생 (CPA/TCPA 위험범위)

**로직의 구성방법**

CPA/TCPA의 고찰

↓

충돌 예방 로직의 기준 설정

- 설문조사를 통한 기준마련
- 시뮬레이션 실험을 통한 기준마련

↓

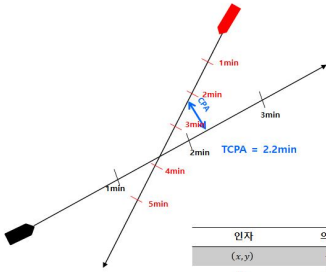
최종 로직 구성

† 교신저자 : 종신회원, youngsoo@kmou.ac.kr

\* 일반회원, lmk0620@kmou.ac.kr

### 3 충돌 예방 로직 구성

로직 구성 (CPA/TCPA 고찰)



$$RV_x = V_T \times \sin C_T - V_O \times \sin C_O$$

$$RV_y = V_T \times \cos C_T - V_O \times \cos C_O$$

$$\bar{RV} = \sqrt{(RV_x)^2 + (RV_y)^2}$$

$$TCPA = \frac{(x' - x) \times RV_x + (y' - y) \times RV_y}{RV^2}$$

$$DCPA = \sqrt{D^2 - (RV \times T CPA)^2}$$

인자	의미하는 값	인자	의미하는 값
$(x, y)$	본선 좌표	$(x', y')$	타선 좌표
$V_O$	본선 속도	$V_T$	타선 속도
$C_O$	본선 침로	$C_T$	타선 침로
$(RV_x, RV_y)$	상대벡터 좌표	$\bar{RV}$	상대벡터
$D$	두 선박의 거리		

### 3 충돌 예방 로직 구성

최종 로직 구성

항해중과 조업중으로 구분하여 로직을 구성함

항해중	조업중
타선이 로직 계산 범위 내에 존재 : 3mile	타선이 로직 계산 범위 내에 존재 : 3mile
↓	↓
DCPA가 기준 내에 존재 : $8(L_a + L_b)$	DCPA가 기준 내에 존재 : $8(L_a + L_b)$
↓	↓
TCPA가 기준 내에 존재 : $2min + a$	TCPA가 기준 내에 존재
↓	$4min + a < T CPA < 6min + a$ : 사전 경보음
타선이 경보 발생 범위 내에 존재 : 2mile	$T CPA < 4min + a$ : 본 경보음
↓	↓
경보 발생	타선이 경보 발생 범위 내(내음)에 존재 : 2mile
	↓
	경보 발생 (사전/본 경보음)

### 3 충돌 예방 로직 구성

로직 구성 (설문조사)

로직의 기준을 설정하기 위하여 설문조사를 통하여 사용자 의견을 수렴함

#### 설문대상

소형선박 선장 약 20여명을 대상으로 설문조사를 실시함

- 연령 : 40대~60대
- 선박 크기 : 3톤~50톤

#### 설문내용

- 피할 수 있는 최단거리 : 평균 약564m
- 항해 중 이동속도 : 8kts ~ 15kts / 평균 14kts
- 조업/휴식 중 선박이 운항가능 상태로 복귀하는데 걸리는 시간 : 평균 5분

- 14kts로 항해 시 약 1.3분(564m) 전에 피할 수 있으므로, T CPA 기준을 2분으로 설정
- 조업 중인 경우 엔진준비 시간을 고려하여 T CPA 기준을 6분으로 설정

### 4 결론 및 추후방향

1

우리나라 해양사고 대부분이 소형선박의 사고 이며, 특히 충돌사고가 높은 비율을 차지함. 소형 선박의 충돌사고를 예방하기 위하여 육상에서 활용되고 있는 WAVE통신기술을 기반으로 충돌예방 로직을 고안하고자 함

2

로직은 항해중과 조업중으로 구분하여 구성함. 설문조사를 통하여 T CPA 기준(항해중 : 2min / 조업중 : 6min)을 마련하였으며, 시뮬레이션 실험을 통하여 D CPA 기준 ( $8(L_a + L_b)$ )를 마련하여 로직을 구성함

3

추후에는 설문 표본수를 증가시키고, 선박 길이 별 시뮬레이션 실험을 통하여 구성된 로직을 보완할 필요가 있으며, 로직을 시스템화하여 그 실용성에 대하여 검증하여야 함.

### 3 충돌 예방 로직 구성

로직 구성(시뮬레이션 실험)

로직의 기준을 설정하기 위하여 소형 선박을 대상 선박으로 시뮬레이션 시행

#### 시뮬레이션 개요



선박 길이 약 10m 선박을 대상으로 선속에 따라 보침성능 (선수방향의 움직임)을 확인함

실험 선속 : 5kts/10kts/15kts/20kts/25kts

#### 시뮬레이션 결과

선수 방향이 최대  $10^\circ \sim 3^\circ$ , 평균  $4.5^\circ \sim 1.5^\circ$  변화함

- $5^\circ$  범위의 선수방향 움직임을 D CPA 기준에 보완하여 적용하였으며, 10m 선박 기준 선박 간의 거리 2mile을 고려하여 D CPA를 선박길이 8배로 설정

