

# 선박운항자 의식 기반 충돌회피 알고리즘 개발에 관한 연구

박민정\* · † 박영수 · 공인영\*\* · 이은규\*\* · 김종성\*\*\*

\*한국해양대학교 대학원 석사과정, \*\*\*,† 한국해양대학교 교수, \*\*(주)세이프텍리서치

**요 약** : 자율운항선박을 위한 충돌회피 알고리즘은 여러 연구자들을 통해 다양한 방식으로 개발되고 있다. 본 연구에서는 한국 연안 지역 특성 및 선박운항자의 의식을 기반으로 한 해상교통위험도 평가 모델인 PARK Model을 적용하여 충돌회피 알고리즘을 개발하였다. 이렇게 개발된 충돌회피 알고리즘은 자율운항선박과 사람이 동시에 항해하는 과도기에 선박운항자의 의식을 반영한 충돌회피를 수행하여 다른 선박운항자들에게 이질감 및 부담감을 주지 않을 것으로 사료된다. 본 연구의 충돌회피 알고리즘은 PARK Model 위험도를 기반으로 COLREGS 규정을 반영하여 회피동작을 수행하며, 여러 규모의 선박을 대상으로 마주치는 상황, 횡단하는 상황, 추월하는 상황과 이들이 복합적으로 발생하는 상황에 대한 시뮬레이션 결과 모두 충돌을 회피할 수 있었다. 또한, 과거 AIS Data를 이용한 실험역 시뮬레이션 실험에서도 충돌회피를 수행하여 본 충돌회피 알고리즘의 성능을 검증하였다.

**핵심용어** : 충돌회피, PARK model, 알고리즘, COLREGS, 시뮬레이션

## 1. 서 론

IMO에서는 자율운항선박(Maritime Autonomous Surface Ships, MASS)을 인간의 상호작용과 독립적으로 운항할 수 있는 선박으로 정의하고, 자율운항선박의 상용화를 위해 자율운항선박 운용 관련 규정 검토 작업(RSE)을 수행하고 있다. 또한 IMO에 의하여 구분된 자율화 등급은 4등급으로 이루어지며(IMO, 2018), 자율운항선박의 자동화 수준이 Degree 4에 도달하여 해상의 모든 선박들이 무인선으로 대체된 완전한 자율운항이 가능한 시점 전에는 항해사가 운항하는 선박과 충돌회피 알고리즘을 탑재한 선박이 같이 항해하는 과도기가 존재할 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 단순히 COLREGS를 준수하며 충돌회피 동작을 수행하는 알고리즘이 아닌 보다 선박운항자의 관점을 반영하기 위하여 한국 연안 지역 특성 및 선박운항자의 의식을 기반으로 한 해상 교통 위험도 평가 모델(이하 PARK Model)을 적용하여 충돌회피 알고리즘을 개발하고자 하였다. 이렇게 개발된 충돌회피 알고리즘은 선박운항자와 유사한 방식으로 충돌회피 동작을 수행함으로써 주변을 통행하는 다른 선박 운항자들에게 이질감 및 부담감을 주지 않을 것으로 사료된다.

## 2. 충돌회피 알고리즘 개발

### 2.1 선박의 탐지

충돌에 대한 위험 인지 및 행동 개시를 해야 하는 시간과 거리는 상황별로 다르며, 홍콩의 한 해운회사에서는 항해안전

가이드라인으로 행동 개시 최대 거리를 8마일로 제시하였다(Anglo-eastern, 2010). 또한 대양항해 시 8마일 이상에서 상대선을 초인하면 DCPA가 1마일 이상, 8마일 내에서 초인하면 DCPA가 1마일 이하로 분석(Park and Lee, 2008)되었다. 따라서 본 연구에서는 충돌회피 알고리즘의 최대 선박탐지 거리를 8마일로 설정하였고, 거리를 다음과 같이 계산한다. …… (중략) …… DCPA 및 TCPA의 경우에는 다음과 같이 계산한다. …… (중략) ……

### 2.2 위험도의 측정

충돌회피 알고리즘을 구현하기 위해서는 위험선박을 식별하여야 하며, 본 연구에서는 PARK Model(The Potential Assessment of Risk Model)을 이용하여 주변 선박들의 위험도를 측정하고, 위험선박을 식별하였다. PARK Model은 한국 연안 지역 특성 및 선박운항자의 의식을 기반으로 한 해상 교통 위험도 평가 모델이다(국토해양부, 2011). …… (중략) ……

PARK Model의 위험도의 경우 다음과 같은 요소로 계산한다. …… (중략) ……

### 2.3 COLREGS의 반영

선박 운항자와 유사한 방식으로 충돌회피 동작을 수행할 수 있는 충돌회피 알고리즘을 구축하기 위하여 COLREGS에서 충돌회피와 관련된 규정을 알고리즘으로 작성하여 충돌회피 알고리즘에 적용하였다. 선박이 충돌을 방지하기 위해 최소한으로 유지하는 공간인 선박안전영역(Ship domain)에 대한 여러 연구가 있으나, 본 연구에서는 우리나라 선박운항자의 안전 의식을 고려한 적정 이격거리인 선수전방 4.4L, 선미

† 교신저자 : 종신회원, youngsoo@kmou.ac.kr  
\* parkminjeong@g.kmou.ac.kr

후방 3.1L, 정횡 2.6L을 최소 유지거리로 설정(박영수 외, 2010)하여 DCPA가 최소유지거리 안에 들어오는 경우에만 COLREGS 알고리즘을 적용하였다. 항법의 적용은 마주치는 상태와 횡단하는 상태는 상대선과의 거리가 6마일, 추월하는 상태는 3마일로 설정하였다(이창희, 2013).

## 2.4 알고리즘 구성

충돌회피 알고리즘은 PARK Model 위험도 측정 알고리즘과 COLREGS 반영 알고리즘으로 구성되어 있다. 위험도 측정 알고리즘은 일정 시간 주기로 장래 본선위치에서 타 선박들과 위험도를 계산한다. 일정 위험도를 초과할 경우, COLREGS 반영 알고리즘에서 적절한 충돌회피 동작을 선정하고 피항선과 유지선의 동작을 결정하며, 유지선의 경우에도 상대선이 피항동작을 취하지 않아 충돌의 위험이 계속되는 경우, 피항선의 동작을 취하도록 설계하였다.

설정된 최적의 회피지점 판단간격을 기준으로 위험도가 일정수준 이하로 낮아지면서 타를 최소로 사용하는 최적의 회피지점을 선정한다. Auto Pilot은 기존 목적지에서 충돌회피를 위해 최적의 회피지점으로 조선을 시작하고, 위험도 측정 알고리즘은 회피동작 중에도 주변 통항선박들과 위험도를 계속적으로 계산한다. 또한, 기존 목적지 방향으로 복귀할 경우에 대한 위험도를 계산하여 일정 위험도 이하가 되면 회피동작이 끝났다고 판단하고 복귀동작을 수행하며, 알고리즘 구성도는 …… (중략) ……

## 3. 충돌회피 알고리즘 검증

### 3.1 조우상황별 시뮬레이션

최대 선박탐지 거리 등 충돌회피 알고리즘을 사용하기 위해 적용해야 하는 여러 가지 조건들은 본선의 특성 및 주변 통항환경에 따라 조절하는 것이 필요하다. …… (중략) ……

본 충돌회피 알고리즘을 검증하기 위하여 마주치는 상태, 횡단하는 상태, 추월하는 상태, 복합적인 상태 및 실해역 실험 총 5가지의 선박조우 시나리오를 구성하여 실험하였으며, 충돌 시 다른 선종보다 위험도가 큰 탱커선을 자선으로 선정하고, 선박의 조종성능과 충돌 회피 동작 간의 관계를 확인하기 위해 11척의 탱커선들을 선박크기별로 모델링하였다.

조우상황별 시뮬레이션 결과는 다음과 같다. …… (중략) ……

### 3.2 실해역 시뮬레이션

실제 해상교통환경에 대한 시뮬레이션 시나리오는 과거 울산항의 AIS Data를 활용하였으며, 울산항 제3항로의 가장 혼잡한 시간인 07시~08시를 대상으로 시뮬레이션을 수행하였다. 대상선박은 50K DWT급 TANKER로 선정하여 시뮬레이션을 수행하였으며, 제3항로를 이용하여 타 선박과의 충돌 없이 목

적지에 도착하였다. 주변 선박은 총 56척으로, 60분간 시뮬레이션을 수행하였으며, 실험 결과는 …… (중략) ……

Near-miss가 발생하는 거리 안으로 접근한 선박은 총 6척이었으며 결과적으로 충돌은 회피하였으나, 항만과 같이 통항량이 많고 피항공간이 협소한 항로와 같은 장소에서 본 알고리즘을 적용하기 위해서는 최적화를 위한 연구가 필요한 것으로 판단된다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 한국 연안 지역 특성 및 선박운항자의 의식을 기반으로 충돌회피 알고리즘을 개발하여 적용 및 검증하였다.

시뮬레이션을 통하여 COLREGS에서 규정하고 있는 추월, 마주치는 상태, 횡단하는 상태뿐 아니라, 조우상황과 규정이 혼합되는 복합적인 상태에서 피항선 또는 유지선의 동작을 수행하여 모든 조건에서 충돌을 회피하였다. 또한, 과거 AIS Data를 기반으로 한 실해역의 선박통항 조건에서도 위험한 상황에서 충돌을 회피하였다.

추후 연구를 통해 해역별, 선종별로 알고리즘을 최적화하고, 다양한 case에 대해 적용 및 검증을 수행한다면 한국 연안에서의 선박 운항에 적합한 자동 충돌회피를 효과적으로 수행할 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 국토해양부(2011), 해상교통안전성 평가모델 기술개발 최종보고서
- [2] 박영수, 이윤석(2008), Development of Efficient Training Materials through Risk Assessment by Types of Vessel Encounters Using Training Ship, 한국항해항만학회지, 제32권 제2호, pp. 103-108.
- [3] 박영수, 정재용, 김종성(2010), 선박운항자 안전 의식에 기초한 선박통항 최소 이격거리에 관한 연구, 해양환경안전학회지, 제16권 제4호, pp. 401-406.
- [4] 이창희(2013), 항법적용의 시점에 관한 소고, 도산지, 통권 54호, pp. 56-61.
- [5] Anglo-Eastern(2010), Guideline for Collision Avoidance, Anglo-Eastern Ship Management; Hongkong
- [6] IMO(2018), FRAMEWORK FOR THE REGULATORY SCOPING EXERCISE, MSC 99/WP.9

## 후 기

본 연구는 과학기술정보통신부 선박운항 시뮬레이터 제품 글로벌 경쟁력 확보 기술 개발 사업의 연구비 지원(과제코드 1711103188)에 의해 수행되었습니다.