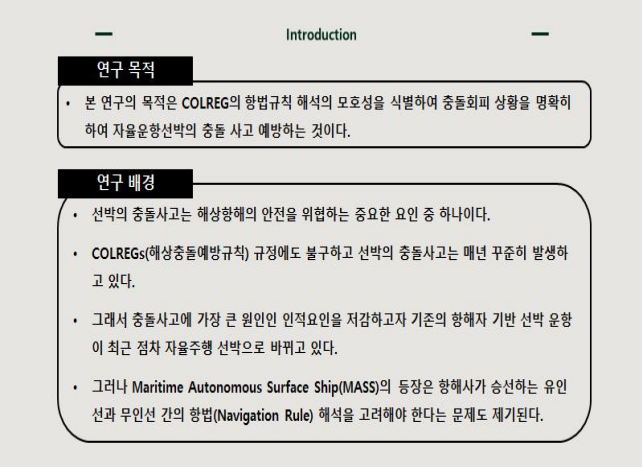
# 자율운항선박의 충돌회피모델에 적용되는 COLREGs 항법 해석의 모호성 식별에 관한 연구

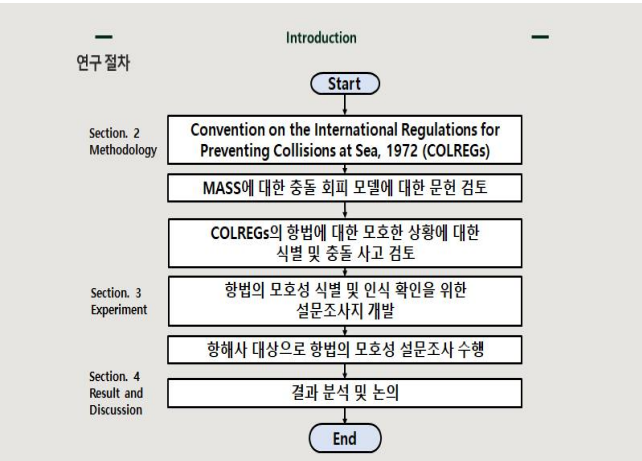
박득진* · † 박성호** · † 김종관*** · 박상아****

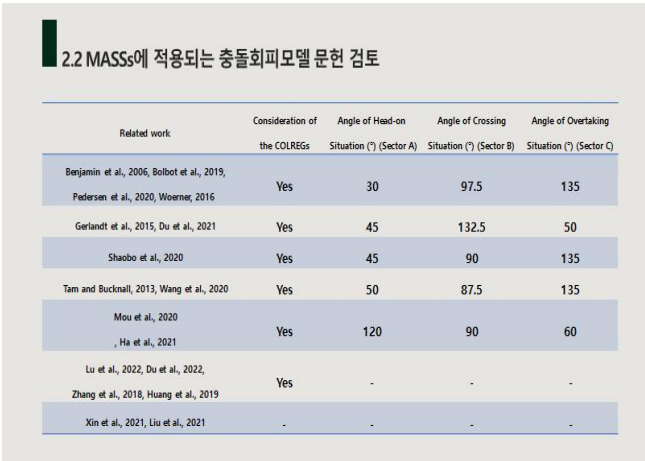
*부경대학교 해양생산시스템관리학부 교수, **한국해양수산연수원 교수,
***한국해양대학교 항해융합학부 교수, ****부경대학교 일반대학원 수산물리학과

**요 약** : 국제해상충돌예방규칙(COLREGs)에 관한 협약은 해상에서 발생하는 충돌사고를 방지하기 위한 규칙으로 구성되어 있으며, Seaman(선원)의 Qualitative Rule(질적 규칙)과 Ordinary practice(통상적인 관행)에 기초하고 있다. MASS의 출현으로 인하여 질적 규칙과 관행으로 인하여 COLREG를 기반으로 한 항법 해석의 기준의 다름이 발생하였고, 기준의 차이로 인해 충돌 상황에 대한 항법 해석의 모호성 문제가 발생하고 있다. 따라서 본 연구는 COLREG의 항법 해석의 모호성을 규명하여 유인과 무인 사이의 충돌회피 상황을 명확히 하는 것을 목적으로 한다. COLREG를 기반으로 한 충돌 상황의 모호성을 식별하기 위해 실제 항해사를 대상으로 충돌 회피 상황에 대한 인식을 조사하고, 정면 및 횡단, 횡단 및 추월 상황을 기반으로 조사 결과를 분석하였다. 분석 결과, 응답자들은 008°에서 마주치는 선박에 대해서 정면 또는 횡단 상황 항법 규칙을 적용해야 하는지, 160°에서 다가오는 선박에 대해서 추월 또는 횡단 상황을 적용해야 하는지에 대해 확신하지 못하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 이러한 모호성의 증가와 함께 충돌회피상황의 수동적 행동보다 능동적인 행동을 취함으로써 선원에 의한 충돌위험을 회피하려는 경향이 더 강해짐을 나타낸다.

**핵심용어** : COLREGs, 모호성, 마주치는 상황, 횡단 상황, 추월 상황, MASS, 항법 규칙






† 교신저자 : 종신회원, shpark@kmou.ac.kr, jkkim@seaman.or.kr
* 종신회원, : pdj@pknu.ac.kr

1

## 항법 해석의 모호성에 대한 설문지 개발

- 항해사 충돌회피 항법 해석은 RADAR 스크린을 이용하여 상황을 지정하였다.
- 설문 조사는 Likert 5점 척도를 적용한 설문지를 이용하여 실시하였다.
- 설문 조사는 선박 승선 경험이 있는 항해사를 대상으로 반 달 동안 수행되었다.

| Head-on and Crossing 상황에 대한 질문 응답지 (HC_Q1 to HC_Q11) | Overtaking and Crossing 상황에 대한 질문 응답지 (OC_Q1 to OC_Q10) |
|---|---|
| 1. 명백한 Head-on 상황이다. | 1. 명백한 Overtaking 상황이다. |
| 2. Head-on 상황인 것 같다. | 2. Overtaking 상황인 것 같다. |
| 3. 잘 모르겠다. | 3. 잘 모르겠다. |
| 4. Crossing 상황인 것 같다. | 4. Crossing 상황인 것 같다. |
| 5. 명백한 Crossing 상황이다. | 5. 명백한 Crossing 상황이다. |

## 4.1. 설문조사 응답 결과

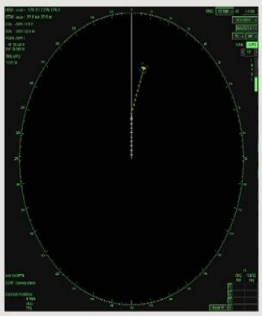
- 총 101명의 참가자가 설문에 응답했으며 나이, 톤수, 등급 및 경험에 따라 분류되었다.
- 본 설문조사는 2주에 걸쳐 진행되었으며 구글폼을 통해 비대면으로 진행되었습니다.

| 나이 | | 선박 톤수(Tonnage) | | 직급 | | 경험 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 나이 대 | 참가자 수 | 톤수 | 참가자 수 | 직급 | 참가자 수 | 년 수 | 참가자 수 |
| 20' | 25 | > 5k | 10 | Captain | 7 | > 1 | 4 |
| 30' | 54 | 5k -10k | 13 | C/O | 35 | 1–3 | 29 |
| 40' | 17 | 10k–50k | 29 | 2/O | 44 | 3–5 | 27 |
| 50' | 4 | 50k–100k | 33 | 3/O | 14 | 5–10 | 29 |
| 60' | 1 | 100k < | 16 | Pilot | 1 | 10 < | 12 |
| Total | 101 | Total | 101 | Total | 101 | Total | 101 |

2

## HC (Head-on and Crossing) Situation

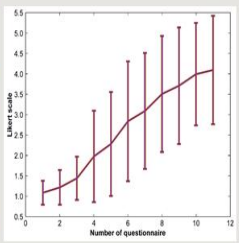
- 다음 상황을 어떻게 판단하십니까?



## 4.2. HC에 대한 결과 분석

- 그 결과는 평균과 표준편차를 이용하여 각 충돌 조우 각도에 대한 응답의 수로 표시하였다.
- 흥미롭게도 표준편차는 HC_Q3(004°)까지는 크게 다르지 않았지만 HC_Q4(006°)부터는 크게 증가했다.

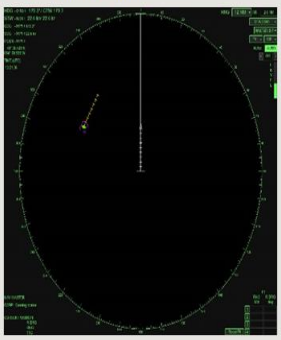
| Question (°) | # 1 | # 2 | # 3 | # 4 | # 5 | Average (SD) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| HC_Q1 (000) | 92 | 9 | 0 | 0 | 0 | 1.09(0.29) |
| HC_Q2 (002) | 79 | 22 | 0 | 0 | 0 | 1.22(0.41) |
| HC_Q3 (004) | 58 | 42 | 1 | 0 | 0 | 1.44(0.52) |
| HC_Q4 (006) | 40 | 44 | 1 | 13 | 3 | 1.96(1.09) |
| HC_Q5 (008) | 30 | 46 | 1 | 17 | 7 | 2.26(1.25) |
| HC_Q6 (010) | 23 | 32 | 2 | 30 | 14 | 2.80(1.44) |
| HC_Q7 (012) | 17 | 29 | 1 | 40 | 14 | 3.05(1.39) |
| HC_Q8 (014) | 14 | 17 | 4 | 41 | 25 | 3.46(1.39) |
| HC_Q9 (016) | 12 | 15 | 4 | 35 | 35 | 3.65(1.40) |
| HC_Q10 (018) | 8 | 9 | 4 | 41 | 39 | 3.93(1.23) |
| HC_Q11 (020) | 9 | 9 | 2 | 31 | 50 | 4.03(1.30) |




3

## Overtaking-Crossing (OC) Situation

- 다음 상황을 어떻게 판단하십니까?



## 4.3. 결과에 대한 논의

- COLREGs를 MASS에 적용하고자 하는 충돌회피 Algorithm과 항해사의 충돌회피 인식과는 차이가 있었다.
- 충돌 회피를 위한 COLREGs 항법 해석의 모호성 검증

1. Head-on 과 Crossing의 항법 해석의 모호성은 004°까지는 크지 않았으나 006°부터 증가하기 시작하여 010°에서 정점을 이루다가 감소하는 경향을 보였다. 따라서 항해사는 상대 방위각이 010°인 선박의 항해에서 HC에 대해서, 어떠한 상황을 적용해야 하는지에 대해 가장 확신이 없었다.
2. Overtaking과 Crossing의 항법 해석의 모호성은 170°까지 그렇게 크지 않았으나 160°에서 090°까지 증가하기 시작하여 증가하는 경향을 보였다. 따라서 항해사는 상대 방위각 170°까지는 명확한 추월로 인식하지만 이후 090°까지는 OC 상황을 적용해야 하는지에 대하여 확신이 없어졌다.
3. 즉, 항해사가 항법 해석을 하는 결과와 MASS에 적용하고자 하는 충돌회피 Algorithm는 큰 차이를 나타낸다. 알고리즘에서 Head-on이 010° 이상으로 설정하는 경우 항해사는 Crossing으로 인지하고 피항 동작을 취하지만, 자율운항선박은 Head-on으로 인지하고 피항할 것이다. 이 차이는 결국 충돌 회피의 실패 또는 사고로 이어질 수 있다.

본 논문은 2022년도 해양수산부 및 해양수산과학기술진흥원 연구비 지원으로 수행된 '자율운항선박 기술개발사업 (20200615)'의 연구결과입니다.