2018년 한국해양과학기술협의회 공동학술대회
5월 24일(목)~25일(금) | 제주 국제컨벤션센터

해양사고 심각성별 대피항로 선정 알고리즘 구축에 관한 기초연구

이명기* · † 박영수 · 신대운**

*한국해양대학교 해양과학기술전문대학원, † 한국해양대학교 해사대학, **한국해양대학교

요 약 : 해상의 특수성에 따른 한계 때문에 특히 여객선의 해양 사고에서 골든타임 준수는 대형 참사를 막을 수 있는 중요한 요소이다. 본 연구에서는 여객선의 해양사고 발생 시 골든타임을 준수하기 위하여 항해사가 대피항로를 선정하는데 의사결정을 지원할 수 있는 알고리즘을 구축하고자 한다. 사고의 심각성 정도에 따라 대응할 수 있는 방법이 다르기 때문에 사고의 심각성을 3단계로 구분하였고, 운항자 11명의 인터뷰 조사를 통하여 대피항로 선정 알고리즘을 고안하였다. 또한 국내 여객선 사고 사례에 적용하여 그 실용성을 확인하고, 보완점을 도출하였다. 이러한 대피항로 선정 지원 알고리즘은 사고 발생 시 항해사가 올바른 의사결정을 할 수 있도록 지원함으로써 여객선 사고의 인명피해를 감소시키는데 기여할 수 있을 것이다.

핵심용어 : 해양사고, 여객선, 대피항로, 알고리즘, 사고 심각성

1 배경 및 목적

- '14년 세월호 사고 여파로 감소한 국내여객선 인원은 '15년 일부 회복, '16년까지 상승세 유지 중임 (15,422천명)
- 향후 해양관광, 레저 인구 증가와 도서민 운임지원 등으로 여객선 이용 인원은 지속 증가할 것으로 전망됨
- 여객선 이용 인원 증가와 더불어 **여객선의 안전운항**이 담보되어야 하며 특히, 안전 사고 예방 뿐만 아니라 **사고 발생 시 피해 확산을 방지하기 위한 인명구조 골든타임 준수가 필요함**

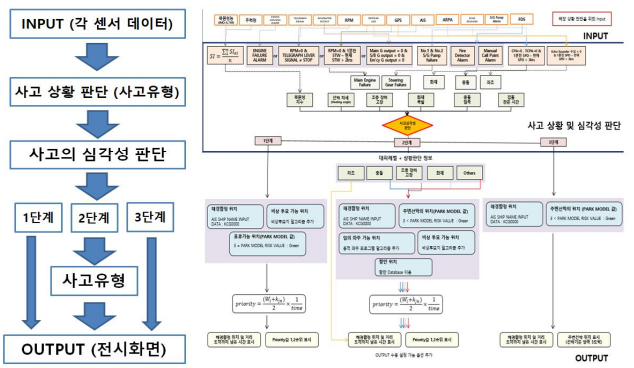
☞ 여객선의 사고 심각성에 따라 **항해사의 의사결정을 지원하기 위한 대피항로 선정 알고리즘 개발**

2 알고리즘의 구성 (INPUT 데이터)

사고 상황을 판단하기 위하여 각 센서 데이터가 처리 할 수 있는 내용을 정리함

입력 자료	가능한 처리 내용
Engine Control Alarm	엔진 고장 여부 판단
Telegraph Signal	엔진 고장 여부 판단
Generator output	엔진 고장 여부 판단(Black out)
RPM	엔진 고장 여부 및 이동 가능 거리 판단
Doppler Log	엔진고장, 충돌, 좌초 여부 판단 및 위험도 계산, 이동 가능거리 판단
GPS	엔진고장, 좌초 여부 판단 및 위험도 계산
AIS	타선박의 위치 및 해경정 위치 파악(KCG001), 충돌여부 판단
ARPA	충돌 여부 판단
Echo sounder	좌초 여부 판단
S/G Pump Alarm	타기 고장 여부 판단
FDS	화재 발생 여부 판단
전자해도파일	해역 환경
드론 데이터	타선박의 위치 판단

2 알고리즘의 구성 (알고리즘 개요)



2 알고리즘의 구성 (사고상황 및 심각성 판단)

INPUT(각 센서)데이터를 이용하여 사고 상황 / 유형 및 심각성을 판단함

사고상황	판단 방법
Main Engine Failure	ENGINE FAILURE ALARM or RPM=0 & TELEGRAPH LEVER SIGNAL ≠ STOP or RPM=0 & 1분전 STW – 현재 STW > 2kts or Main G output = 0 & S/B G output = 0 & Em'cy G output = 0
Steering Gear Failure	No.1 & No.2 S/G Pump failure
화재	Fire Detector Alarm, Manual Call Point Alarm
충돌	CPA=0 , TCPA=0 & 1분전 SPD – 현재 SPD > 3kts
좌초	Echo Sounder 수심 = 0 & 1분전 SPD – 현재 SPD > 3kts

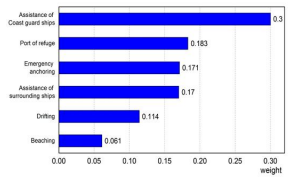
1단계	2단계	3단계
• **판단** : 침수, 횡경사 7도 이하, 러더/엔진 고장, 복원성 1.0~1.5사이 • **상황** : 상황확인 및 자체 해결 가능 단계	• **판단** : 화재/폭발 발생, 횡경사 7도 이상, 횡경사 각도 18도까지 30분 이내 • **상황** : 외부의 도움이 필요한 단계	• **판단** : 화재 전면 확산, 횡경사 18도 이상 • **상황** : 퇴선 및 외부의 도움이 꼭 필요한 단계

† 교신저자 : 종신회원, youngsoo@kmou.ac.kr
* 일반회원, lmk0620@kmou.ac.kr

2 알고리즘의 구성 (우선순위 결정)

가중치와 거리를 고려하여 각 요소 별 우선순위를 결정

- 선박운항자 및 해양전문가의 AHP 설문조사를 통하여 도출된 대피항로 선정 기준의 우선순위를 가중치로 이용
- 사고의 심각성과 사고 유형에 대하여 보완할 수 있도록 운항자 의견을 통하여 도출된 계수(k_{jn})로 우선순위를 미세 조정함



Source : 골든타임 확보를 위한 선박 대피항로 선정 시 고려사항에 관한 연구 - 선박운항자 관점에서 -

$$priority = \frac{(W_i + k_{jn})}{2} \times \frac{1}{time}$$

W_i : 고려요소에 대한 가중치(0.061~0.3)
$time$: 요소까지 걸리는 시간(min)(거리와 당시의 속력으로 계산)
k : 대피레벨 및 상황별 요소에 대한 민감도 상수(0~1)
jn : 대피레벨 별 사고 상황

3 사고사례(시나리오) 적용

대표 사고 사례

사고 일시 : 2015년 8월 11일 15시 18분경
사고 위치 : 35-04.9N, 129-06.2E
사고 선박 선명 : 팬스타드림호
사고 유형 : 기관고장
승무원 및 승객 : 258명

사고 개요

오륙도방파제서단등대로부터 225도 방향, 약 0.17마일 떨어진 해상에서 출항하던 팬스타드림호가 급격한 선속 증가로 주기관의 부하가 급상승하여 기관이 손상됨. 선장은 이 선박을 **감속한 상태로 약 10분간 항해를 계속하여 부산항 조도방파제 남방 약 3마일 해상에 긴급 투묘함.** 기관장은 이 선박이 자력으로 항해할 경우 2차 사고의 발생 위험성이 크다고 판단하고 예인선 지원을 요청하여 국제여객터미널로 회항함

2 알고리즘의 구성 (우선순위 결정)

우선순위 결정을 위한 계수(k_{jn}) 도출

- 대상 : 운항자 11명 대상
- 조사 방법 : 인터뷰를 통하여 상황에 대한 상세한 설명 후 설문지 작성
- 도출 방법 : 단순확률추출 방법 이용

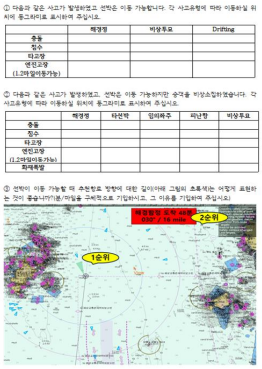
단순확률추출 : $\pi_i = n/N$

1단계

	해경정	비상투묘	표류
충돌	0.273	0.545	0.182
침수	0.364	0.545	0.091
타고장	0.091	0.727	0.182
엔진고장	0.091	0.727	0.182

2단계

	해경정	타선박	임의좌주	피난항	비상투묘
충돌	0.636	0.000	0.091	0.273	0.000
침수	0.455	0.000	0.091	0.364	0.091
타고장	0.273	0.000	0.000	0.091	0.636
엔진고장	0.273	0.000	0.000	0.091	0.636
화재폭발	0.727	0.000	0.000	0.273	0.091



3 사고사례(시나리오) 적용

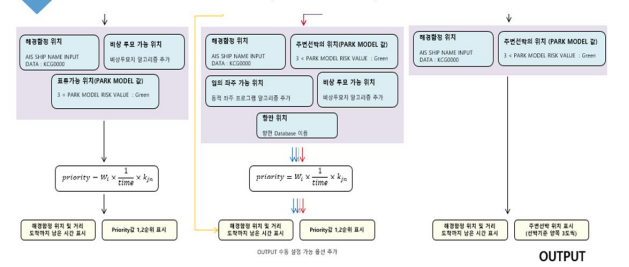
사고 심각성 : 1단계
표류가능위치까지 거리 : 2마일
비상투묘위치까지 거리 : 1400m
해경정까지 거리 : 1.2마일(5노트)
현재 본선 선속 : 3kts

비상투묘: $\left(\frac{0.171+0.727}{2}\right) \times \frac{1}{15} = 0.0299$
해경정 : $\left(\frac{0.300+0.091}{2}\right) \times \frac{1}{9} = 0.0217$
표류 : $\left(\frac{0.114+0.182}{2}\right) \times \frac{1}{40} = 0.0037$

보완점

- 알고리즘 우선순위에 의한 조치와 실제 사고사례에서 취한 비상조치가 일치하였으나, 그 위치에 대한 차이는 비상투묘 알고리즘을 통하여 보완하여야 함
- 표류가능위치 선정 시 주변선박 뿐만 아니라 항로, 수심, 육상과의 거리 등을 고려할 수 있는 조건을 보완하여야함

2 알고리즘의 구성 (OUTPUT)



1단계
- 해경함정은 필수로 표시(거리,방위)
- 해경함정위치, 비상투묘가능위치와 표류가능위치의 Priority를 계산하여 높은 값의 2개 요소를 표시

2단계
- 해경함정은 필수로 표시(거리,방위)
- 해경함정위치, 비상투묘가능위치, 주변선박위치, 임의좌주가능위치, 항만위치의 Priority를 계산하여 높은 값의 2개 요소를 표시

3단계
- 해경함정(거리, 방위)과 주변선박의 위치를 표시

4 결론 및 추후방향

결론

- 여객선의 사고 심각성에 따라 항해사의 의사결정을 지원하기 위한 대피항로 선정 알고리즘 개발하였고, 알고리즘은 Input – Function(사고상황 판단, 사고심각성판단) – Output으로 구성됨.
- 선박 장비 센서의 데이터를 이용하여 사고유형 및 심각성을 판단하고 3단계의 심각성에 따라 선박이 이동할 방향을 표시하도록 함.
- 선박이 이동할 방향은 선행연구에서 도출한 가중치와 운항자 인터뷰조사를 통해 도출된 계수 및 요소까지의 거리를 고려하여 결정함.
- 사고사례에 적용하여 실용성을 확인하고, 보완점을 도출함.

향후 계획

- 표류가능위치를 결정하는 조건에 대한 알고리즘 보완
- 여객선 선장 및 실습선 선장 대상의 인터뷰 조사를 통하여 사고상황판단 및 표시화면에 대한 알고리즘 보완
- 여러가지 시나리오를 적용하여 그 실용성 검증