

자율운항선박의 육상제어를 위한 인간공학적 요소에 관한 기초연구

장은진* · † 임정빈

*해양경찰교육원 교수과, † 한국해양대학교 해사인공지능보안학부 교수

요약 : 자율운항선박의 자율화 3단계에서는 육상에서 원격으로 선박의 운항을 제어하며 원격제어자에 의한 인적요소는 발생하게 된다. 인적요소를 식별하고 평가하기 위한 기초 연구로써 선박 운항 시 자세 특성에 따른 항해 위험 요소들을 분석하였다.

핵심용어 : 자율운항선박, 육상원격제어, 인간요소, 자세 특성

2022KINPR 추계학술대회

자율운항선박의 육상제어를 위한 인간공학적 요소에 관한 기초 연구

2022. 11
해양경찰교육원
장은진

1. 연구개요

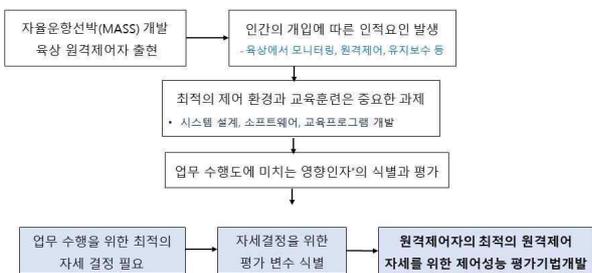
▶ 인간공학적 요소

- **인간공학 정의** : 인간이 사용할 수 있도록 설계하는 과정
 - (1단계) 인간이 만들어 생활하는 여러 측면에서 사용하는 물건, 장비, 환경 등을 설계하는 과정에서 인간을 고려
 - (2단계) 물건, 장비, 환경 등 요소에 실용적 효능이나 인간복지에 대한 가치를 높이는 것
 - (3단계) 인간의 특성이나 행동에 관한 적절한 정보를 체계적으로 적용하는 것
- **선박 운항적인 입장에서 업무 수행에 영향을 미치는 인간적인 요소**
 - 육상센터 상황인식
 - 유인선박과의 오해
 - 제어 스트레스
 - 인지능력 및 항해기술

* Porathe et al., 2014, Ramos et al, 2018

1. 연구개요

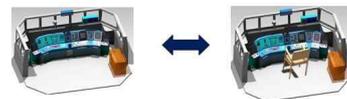
▶ 연구 소개



1. 연구개요

▶ 선박 선교 워크스테이션의인체 공학적 환경

- **선교 워크스테이션**
 - 정의 : 선박을 조종하는 곳으로 앉거나 선 작업위치에서 기기를 조종하는 장소
 - 콘솔의 폭 : 한 사람의 운항을 위해 설계되었으며 1,600mm를 초과해서는 안됨
 - 항해사의 97.5와 2.5 백분위의 인체측정 값에 맞춰져 있음
 - 높이는 전면창의 아래 틀의 높이는 앉아 있는 사람이 선수 끝을 볼 수 있도록 하여야 함
 - 조종석 콘솔의 높이는 1,350mm를 초과해서는 안됨



† 교신저자 : 중신회원, ybyim@kmou.ac.kr
* 정회원, jejo412@korea.kr

1. 연구개요

▶ 자세 형태에 따른 신체 특성

특징요소	서있는 자세	앉아 있는 자세	관련 연구
작업효과	· 작업반경이 넓음 · 민첩성, 속도가 요구되는 환경 · 생산업무	· 작업반경이 좁음 · 정확도와 섬세함이 요구되는 업무 · 사무, 운전, 휴식 등	· D.J. Osborne(1982) · Pate, O'Neill & Lobelo (2008)
생리학적 요소	· EMG 상 근피로도 적음 · 작업자의 주관적 평가는 높은 피로감	· EMG 상 근피로도 높음 · 작은 피로감 · 작업자의 주관적 평가는 낮은 피로감, 편안함, 안락함	· Kim (1999) · Moon (2017)
신체적 요소	· 신체 에너지 대사 촉진 · 대사중추군 원화 · 근육각계의 균형 유지와 하지 근육의 근수축에 도움	· 서있는 자세에 비해 · 대사 중추군의 위형성 · 심혈관계의 유병률 증가 · 척추에 가해지는 압력 약 1.4배 증가	· Hu, Jousilahti et al.(2007) · Jull, Falla et al.(2009) · Kobayashi et al.(2004)
시야 차이	· 정면에서 아래로 보이는 약 17도 차이 · 통풍 유발 등 부정적 영향	· 정면에서 아래로 보이는 약 11도~14도 차이	
자세개선연구	Sit-standing workstation 및 dynamic sitting strategy 연구가 많이 진행		

2. 연구 방법

▶ 실험 개요

■ 실험을 위한 선박 운항 자세

- 시야각 : 120도
* 인간의 목 회전각도 : 40° ~ 90°
- 항해장비 : 텔레그래프, 조타기, Radar, ECDIS, AIS, CCTV Conning displa
- 자세 형태
서서하는 형태 : 레이더-엔진의 범위까지 자연스럽게 움직일 수 있는 구역 지정
앉아서 하는 형태 : 조타기 앞 지정된 좌석, 의자 높이는 실험자에 따라 조절, 자연스러운 목 회전

■ 실험 참가자

- 총 30명 (해양경찰교육원 항해직별 학생 20명, 승선경력 3년이상 직원 10명)
- 2개조 15명씩 (Group 1 - standing on duty, Group 2 - sitting on duty)

1. 연구 개요

▶ 선박 운항을 위한 운항사의 평가항목 검토

- STCW 상 시뮬레이션을 이용한 항해 시 교육 평가 표준
- Colreg에 따른 충돌 회피동작, 침로 및 속력의 변경 결정 및 조정, 조종시기 방법 등
- 국내법은 없음
- 국내 각 기관에서는 항해 시 평가자의 주관적인 판단에 의한 항목
- 각 역할별 점수화, 적절한 CPA 유지 등 (K기관)
- 지식, 기술, 태도 범주에 따른 항목, 적기에 충돌 회피 동작 등 (H기관)
- 위험도 모델 항목 (PARK Model 등)

2. 연구 방법

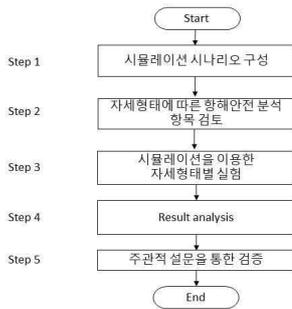
실험시나리오

- 참가자는 자세형태에 따라 약 30분간 항해를 하며 5번의 상황 경험

No	Posture	Situation
1	Standing	Head-on situation
2	Standing	Altering co.
3	Standing	Crossing situation
4	Standing	Overtaking situation
5	Standing	Steering trouble
6	sitting	Head-on situation
7	sitting	Altering co.
8	sitting	Crossing situation
9	sitting	Overtaking situation
10	sitting	Steering trouble

2. 연구 방법

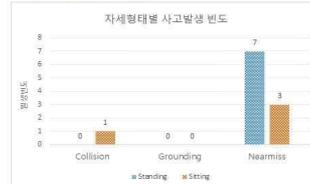
▶ 연구 절차



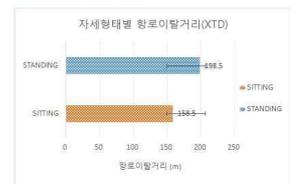
<두가지 자세형태에 나타난 항해시 기술적 행동 분석 절차>

3. 실험 결과

▶ 사고발생 빈도



▶ 항로이탈거리

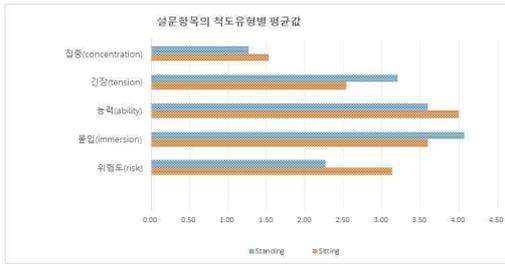


▶ CPA분석



3. 실험 결과

▶ 자세 형태에 따른 항해사의 주관적 평가 결과



* 리커트 5점 척도: 전혀 그렇지 않다(1), 그렇지 않다(2), 보통이다(3), 그렇다(4), 매우그렇다(5) 5단계로 구분

4. 결론

- ▶ 이 연구는 자율운항선박 출현에 따른 원격제어자 인간공학적 요소를 알기 위한 기초 연구로써
- ▶ 인간공학적 요소 중 조종 시 자세형태에 따른 항해사의 항해 특성을 살펴봄
- ▶ 자세 형태에 따른 평가 항목을 설정, 시뮬레이션 실험과 주관적 설문 평가 실시
- ▶ 서서 하는 형태와 앉아서 운항하는 형태에 따라 사고 발생 및 근접상황, 항로이탈 거리 등이 서로 달랐으며 서서 운항시 몰입이 더 높고, 위험을 덜 느낀다는 설문결과가 나옴
- ▶ 다양한 자세분류와 업무시간 변화, 자세에 따른 신체적 변화(스트레스, 심박수 등)를 측정하여 최적의 자세제어를 위한 평가방법을 제시할 예정

후 기

본 논문은 2022년도 해양수산부 및 해양수산과학기술진흥원 연구비 지원으로 수행된 ‘자율운항선박 기술개발사업 (20200615, 자율운항선박 육상제어 기술개발)’의 연구결과입니다.