

생체신호를 이용한 도선접안 중 스트레스 발생 요인 분석

신대운* · † 박영수 · 이명기** · 강정구*** · 이호***

*,† 한국해양대학교, **한국해양대학교 해양과학기술전문대학원, ***한국해양수산연수원

요약 : 스트레스는 스트레스 요인에 반응하는 신체와 정신의 변화과정으로, 외부의 자극을 받으면 혈압, 심박동수, 호흡수가 증가하게 된다. 이러한 생체신호로 인간의 스트레스 요인을 측정할 수 있다. 본 연구에서는 선박조종시뮬레이션을 이용해 예비(견습)도선사가 도선접안 중 체감하는 스트레스의 정도와 특성을 생체신호 변화를 활용하여 실증적으로 분석하였다. 선박조종시뮬레이션에서 추출한 엔진 사용량, 타각 사용량, 속력 및 예선 사용량과 스트레스 분석을 위해 Heart BPM, SDNN, RMSSD의 3가지 심박변이도 파라미터의 상관관계를 분석하였다. 분석결과, 6회 중 4회의 시뮬레이션에서 Heart BPM은 지속적으로 상승하고 SDNN은 하강하여 시간에 따라 스트레스가 상승하는 것으로 분석되었다. 특히 예선 사용시점에서 변화의 폭이 큰 것을 확인하였다. RMSSD는 단기주기(1분간격) 측정 파라미터로 실험자가 느끼는 순간의 위험에 따라 그래프 변화폭이 심한 것으로 분석되었다. 전체적으로 엔진, 타각, 예선의 사용시점에 따라 큰 변화를 보였으며, 실험자들의 선박운용 행위에 따라 생체신호 변화를 보였다고 사료된다. 분석결과를 바탕으로 도선사에게 스트레스를 미치는 요소를 판별하여 도선접안 중 스트레스가 높아지는 순간에 인적사고를 예방할 수 있는 시스템적 보완을 마련하고자 한다.

핵심용어 : 스트레스, 선박조종시뮬레이션, 도선사, 생체신호, 선박운용

1. 연구의 배경 및 목적

연구의 배경

- 우리나라 항만 내 해양사고 발생의 저감을 위한 도선사 제도는 1970년대부터 수행
- 하지만 도선사 제도 실시로 인한 해양사고 저감 효과에 대한 연구는 거의 없음
- 또한 최근 도선사 관련 대형사고(여수광양항 우이산호) 및 부산신항 도선사 관련 사고(6만톤급 컨테이너 선박 충돌 사고)가 발생하여 대규모 피해 발생

연구의 방법 및 목적

- 도선 접안 중 도선사의 선박운용 형태를 파악
- 도선 접안 중 생체신호 측정을 통한 스트레스치 분석
- 도선사에게 스트레스를 미치는 원인을 파악하여 위험요소 감소 대책 마련
- 이를 바탕으로 도선 기술을 정량화 및 표준도선 마련

2. 생체신호 측정 개요

생체신호 측정 지표

지표	의미	해석 방법	특징
Mean BPM	스트레스에 의한 부하의 평균적인 강도	수치증가=부하증가	• 지표산출 용이 • 주로 신체적, 정신적 활동 스트레스 반영
SDNN		수치증가=부하감소	
RMSSD		수치증가=부하감소	
LH/HF		수치증가=부하증가	• 지표산출 어려움 • 주로 심리적 스트레스 반영

• 생체신호 측정 지표에는 주로 4가지가 사용되지만, 본 연구에서는 지표산출이 용이한 Heart BPM, SDNN, RMSSD 3가지의 분석지표를 사용하여 스트레스를 측정함

2. 생체신호 측정 개요

심박변이(Heart Rate Variability)

- 시간에 따른 심박의 주기적인 변화를 HRV(심박변이도)라 하며, 이는 내외적인 환경 요인에 대한 자율신경계의 항상성 조절 메커니즘을 추적할 수 있는 평가 수단

심박변이 원리 및 그래프

3. 실험 시나리오

대상선박 및 대상항만

대상선박(벌크)

대상항만(균산항)

대상항만(대산항)

† 교신저자 : 종신회원, youngsoo@kmou.ac.kr

* 일반회원, sin6535@kmou.ac.kr

3. 실험 시나리오

● 사용예선 및 실험대상자

예선 배치	실험대상자
	<ul style="list-style-type: none"> • 실험대상자 총 5명 <ul style="list-style-type: none"> - 000 견습도선사 - 000 견습도선사 - 000 견습도선사 - 000 견습도선사 - 000 견습도선사 ✓ 도선사 시뮬레이션 교육 중 접안 시뮬대비 시뮬레이션으로 실험 진행 • 시뮬레이션 수행 횟수 7회 시행 <ul style="list-style-type: none"> - 5명중 2명의 견습도선사 2회 시행조치 - 7회 시뮬레이션 중 삼진도 분석이 가능한 6회의 시뮬레이션을 이용하여 분석

7

4. 실험 및 결과분석

● 실험대상자 1

선박 정보 분석	생체신호 분석
<p>• Heart BPM은 상승(스트레치 증가), SDNN은 감소(스트레치 증가), RMSSD는 엔진의 사용, 예선의 사용에 따라 스트레스치가 변동하는 것으로 분석됨</p>	

10

3. 실험 시나리오

● 분석 및 평가항목



8

5. 결론 및 추후연구

- ✓ 모든 시뮬레이션에서 접안이 가까워짐에 따라 선박의 속력은 낮춘 것으로 보임
- ✓ 타는 중반까지만 사용하는 것으로 확인되었음
- ✓ 엔진은 각 실험자의 상황에 따라 일정한 경향 없이 사용하였음
- ✓ 예선은 속력이 일정 이상으로 감소한 시점(중반 이후)부터 사용
- ✓ 단 실험자4는 처음부터 적극적으로 예선을 사용함
- ✓ SDNN은 총 6회 시뮬레이션 중 4회가 감소
- ✓ 실험자의 스트레스치는 시간이 갈수록 증가한 것으로 분석됨
- ✓ 특히 예선 사용시점에서 급격한 변화를 보임
- ✓ Heart BPM은 총 6회 시뮬레이션 중 4회가 증가
- ✓ 실험자의 심박수는 시간이 갈수록 증가한 것으로 분석됨
- ✓ RMSSD는 실험자가 느끼는 순간의 위험에 따라 그래프의 변화폭이 심하였고, 전체적으로 엔진, 타각, 예선의 사용시점에서 큰 변화를 보임
- ✓ 통계적 처리를 수행하기에 모집단(실험횟수)의 수치 증가 필요
- ✓ 상관관계 분석 및 회귀분석을 통해 선박운용 방법(타, 엔진, 예선 사용)이 스트레스 상승에 미치는 통계적 검증이 필요

16

4. 실험 및 결과분석

● 실험도구 및 항적결과

FMSS	대산항 실험 항적

9