

선박 선체 동요에 따른 멀미와 선박 시뮬레이터에서의 사이버멀미에 대한 연구

Wook Hyun Ha¹, Jun Hyuk Jang¹, Hongtae Kim¹, Sung Ha Park²

¹Korea Ocean Research & Development Institute, Daejeon, 305-343

²Department of Industrial & Management Engineering, Hannam University, Daejeon, 306-791

ABSTRACT

해양운송분야에서 인적 오류의 비중 및 피해가 막대하지만, 대응능력 확보를 위한, 선박을 조종하는 항해사 관점에서의 안전성 평가를 위한 구체적인 수단이나 기술의 개발이 미흡하여 해양사고의 예방을 위한 인간공학적 시험평가 기법 및 선박운항시뮬레이터의 현실화가 절실하다. 세계적으로 해상운송 분야의 주요 기술적 변화의 발생에 따른 인적요인 고려사항을 도출하고, 새로운 기술 및 장비의 도입에 따른 영향 평가와 HMI(Human Machine-Interface)분석을 수행하고 있다. 따라서 실제 선박과 선박 시뮬레이터의 멀미 정도를 파악하기 위해 실시하고자 하는 본 연구는 실제 선박에서의 항해사의 신체동요를 판단하기 위해 COP(Center of Pressure)를 이용한 신체동요 분석과 함께 멀미 느낌의 주관적 판단 척도인 SSQ(Simulator Sickness Questionnaire)를 활용하여 분석하며, 선박 시뮬레이터에서 동일한 선체 동요를 구축하기 위하여 실제 선박의 선체 동요를 분석할 수 있는 관성항법장치(GPS/AHRS)를 활용하여 연구를 수행하였다.

Keywords: ship simulator, simulator sickness, center of pressure, simulator sickness questionnaire

1. 서론

1.1 연구 배경

해양운송분야에서 선박운항자의 인적 오류에 의한 선박사고로 피해가 막대하지만, 선박운항자 관점에서의 안전성 평가를 위한 구체적인 수단이나 기술의 개발은 미흡한 실정이다. 특히, 해상교통 안전성 평가를 위한 선박운항 시뮬레이터의 실제 운항에서 발생될 수 있는 상황에 대한 현실성과 신뢰성을 높이기 위한 정량적 지표의 개발이 시급히 요구되고 있지만 실제 선박과 선박운항 시뮬레이터에 대한 현실감을 높이기 위한 연구는 미약하다.

선박 운항에서 해상 상태가 악화되면 선체의 동요가 커짐으로 인해 선박운항자는 인지능력 감소, 멀미, 활동성 저하 그리고 피로 등 좋지 않은 영향을 받게 된다(정창현 외, 2008). 평형감각 및 자세 균형은 일상생활의 모든 동작 수행에 중요한 영향을 주는 신체를 평형상태로 유지시키는 능력이며 감각정보 통합, 신경계 처리, 생체역학적 요인을 포함하는 복잡한 운동 조절 작업이다(Cohen 외, 1993; Schlmann 외, 1987). 멀미 증상은 선박운항자의 물리적, 심리적 측면에서 작업수행 능력이 급격히 떨어지고 정신적 활동의 지연이나 오류를 유발하며,

회복에 상당한 시간이 소요된다.

한편, 사이버멀미에 대한 측정과 평가는, 최근 가상현실 시스템 평가의 중요 항목으로 대두되고 있는 현실감에 비해서는 상대적으로 많은 평가 방법들이 존재한다. 뇌파, 심전도, 안전도, 위전도 등의 생리신호 변화는 멀미 현상과 매우 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다(김영운 외, 2002).

생리 신호 측정 외의 방법으로는 설문지 방법이 있는데 Kennedy(1993)의 SSQ(Simulator Sickness Questionnaire) 설문지가 가장 널리 사용되고 있으며, 이 외에 사이버 멀미의 직접적 지표는 아니나 관련 있는 지표로 신체동요를 측정하여 평가 할 수도 있다(Kennedy 외, 1993).

가상현실이 주는 신체동요가 사이버멀미를 쉽게 유발한다는 연구 결과와 함께 가상현실과 신체동요의 관계를 밝히는 많은 연구들이 진행중에 있다(Owen 외, 1998).

해양사고의 예방을 위한 선박운항 시뮬레이터는 인간공학적 시험평가 기법 연구가 미흡하여, 선박운항자의 운항능력 및 작업부하에 대한 정량적 분석기법의 본격적인 개발 및 활용을 위한 인간공학적 평가기법이 부재한 실정이며, 해양사고를 예방하기 위한 해양관련 종사자 관점에서의 관련 연구와 예방대책이 필요할 것으로 보인다.

1.2 연구 목적

본 연구는 선박운항 시뮬레이터에서 운항자가 받는 현실감에 대한 정량적 평가를 위해 실제 선박의 선체 운동에 의한 평형감각이상과 선박운항 시뮬레이터에서의 인공적인 시각자극을 받은 선박운항자가 사이버멀미로 인한 평형감각 기관의 이상을 비교 평가하기 위해 수행하였다. 실제 선박의 선박 운동과 선박운항 시뮬레이터의 가상 항해 영상에 대해 선박운항자의 신체 요동과 주관적인 멀미 느낌을 알아보기 위하여 다수의 선박운항자를 대상으로 같은 해상상황에서 신체동요와 주관적인 멀미 느낌을 측정 분석하여 선박운항 시뮬레이터의 현실감 정도를 평가하고자 하였다. 또한 실제 선박에서 선박운항자의 균형 조절 능력과 주관적 멀미 느낌을 평가하여 추후 선박운항 시뮬레이터에서의 현실감 평가를 위한 기초자료로 사용하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 실험 방법

한국해양대학교 항해학과 학생과 일반인 5명(남자 5명)으로 이루어진 피실험자 집단에 대한 실제 선박과 선박운항 시뮬레이터에서의 신체 동요 및 주관적 평가를 실시 하였다.

실제 선박에서의 신체 동요 측정을 위하여 그림.1과 같이 한국해양대학교의 한바다호 선교에서 선박운항자의 신체동요를 측정하였으며, 그림.2와 같이 한국해양연구원에서 개발한 선박운항 시뮬레이터에서 선박운항자의 신체동요를 측정하였다. 실험장소인 한국해양대학교의 한바다호는 2005년에 건조되었으며, 전장 117.2미터, 폭 17.8미터, 총톤수 6,686톤으로 최대 246명이 탑승가능한 크루즈형 실습선이다. 또한 한국해양연구원의 선박운항 시뮬레이터는 영상은 곡면으로 연결된 3개의 대형 스크린에 3대의 프로젝터에 의해 만들어졌다. 영상의 내용으로는 실제 한바다호의 선체와 같은 운동 특성을 지니고 있으며 운항 항로와 동일하게 재연된 해상상황이 표시되었다.

실제 선박에서 선박운항자의 신체동요를 측정하기 위해 선교에 설치된 COP(Center of Pressure)에 올라가 3분 동안 신체동요를 측정하였으며, 선박운항 시뮬레이터에서는 5분 동안 스크린을 주시하도록 하였고 그 후에 3분 동안 신체동요를 측정하였다. 실험이 종료된 직후 피실험자에게 SSQ(Simulator Sickness Questionnaire) 설문지를 작성하도록 하였다.



그림.1 한바다호 선교에서의 신체동요 측정

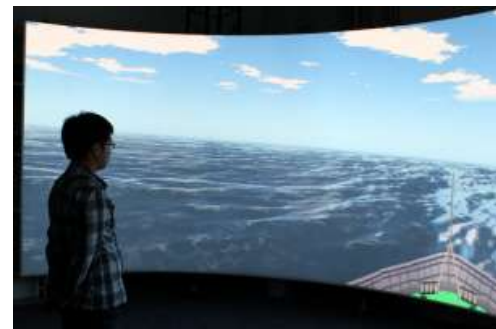


그림.2 선박운항 시뮬레이터에서의 신체동요 측정

신체동요 측정은 Bertec사의 AM6800 모델의 데이터 앰프와 힘판(force platform)을 사용하였다. 힘판은 사각형의 강판아래 네 코너에 설치된 로드셀과 이에 부착된 스트레인게이지(strain gauge)에 의해 세 방향의 힘(x, y, z)과 각 축에 대한 모멘트를 측정하게 된다.

2.4 실험 계획

신체동요의 정도는 동요의 범위, 표준편차 등이 가장 기본적으로 많이 활용되고 있으나, 이 외에도 동요 면적, 동요거리 등이 민감도가 좋은 지표로 알려져 있다.

실험에 사용한 독립변수는 2수준의 실험환경과 2수준의 운항조건으로 처리하여 총 4개(2X2) 조합조건에서 측정이 이루어지도록 하였다.

2수준의 실험환경은 선박운항자가 신체동요를 계측하는 장소를 말하며 서론에서 언급한 바와 같이 한국해양대학교 한바다호 선교와 한국해양연구원 선박운항 시뮬레이터이다. 2수준의 운항조건은 선박운항 시간대를 나타내는 것으로 낮시간(16~17시)과 밤시간(21~22시)이다.

종속변수는 신체동요의 측정자료인 COP와 주관적 설문인 SSQ로 자료를 수집하였다.

3. 실험결과

실험결과 분석을 위하여 COP 및 멀미의 주관적 평가를 측정된 자료에 대하여 통계분석용 소프트웨어 Statview(5.0)를 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였으며, 통계적 유의수준은 5%로 설정하였다.

3.1 COP 분석결과

각 실험조건에서 COP 측정결과 그림.3과 같이 나타났다. COP에 대한 분산분석을 수행한 결과, 실험 환경에 대한 주효과($F_{1,76} = 2.066$, $P = 0.1549$)와 운항조건($F_{1,76} = 0.011$, $P = 0.9171$)가 유의수준 5%에서 유의하지 않은 것으로 나타났다. 표.1은 COP에 대한 분산분석 결과를 보여주고 있다.

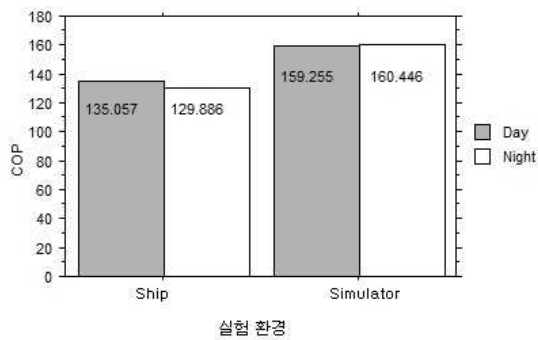


그림.3 COP 측정결과

표.1 COP에 대한 분산분석표

요인	DF	SS	MS	F-값	P-값
실험환경	1	14992.113	14992.113	2.066	.1547
운항조건	1	79.172	79.172	.011	.9171
실험환경 X 운항조건	1	202.384	202.384	.028	.8678
잔차	76	551471.193	7256.200		

$p < 0.05$

3.2 SSQ 분석결과

각 실험조건에서 SSQ 설문 분석한 결과 그림.4와 같이 나타났다. SSQ에 대한 분산분석을 수행한 결과, 실험 환경에 대한 주효과($F_{1,16} = 10.752$, $P = 0.047$)가 유의수준 5%에서 유의한 것으로 나타났으며, 운항조건에서의 주효과($F_{1,16} = 1.860$, $P = 0.1915$)는 유의수준 5%에서 유의하지 않은 것으로 나타났다. 표.2는 SSQ에 대한 분산분석 결과를 보여주고 있다.

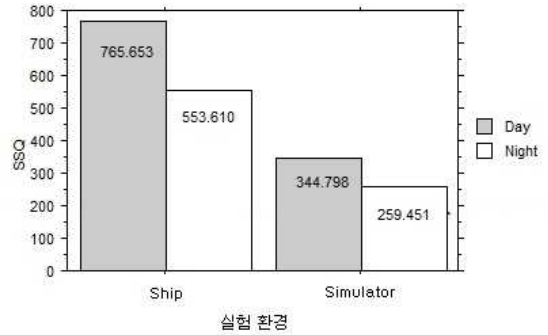


그림.4 SSQ 측정결과

표.2 SSQ에 대한 분산분석표

요인	DF	SS	MS	F-값	P-값
실험환경	1	639054.846	639054.845	10.752	.0047
운항조건	1	110550.896	110550.896	1.860	.1915
실험환경 X 운항조건	1	20064.922	20064.922	.338	.5693
잔차	16	950932.748	59433.297		

$p < 0.05$

4. 결론 및 토의

본 논문에서는 실제 선박과 선박운항 시뮬레이터에서의 선박 운항의 현실감을 COP 측정 및 SSQ 설문을 통해 정량적으로 평가하려고 시도하였다.

COP 측정 결과 실제 선박과 선박운항 시뮬레이터에서의 결과가 유의수준 5%에서 유의하지 않은 것으로 나타났으며, 이 결과는 선박운항 시뮬레이터가 선박운항자에게 비슷한 신체동요를 주는 것으로 판단된다. 그리고 운항조건인 낮 시간과 밤시간의 결과도 유의수준 5%에서 유의하지 않은 것으로 나타나서 낮 시간과 밤 시간대의 신체동요가 비슷한 것으로 판단된다.

SSQ 분석 결과에서는 실제 선박과 선박운항 시뮬레이터에서의 주관적 멀미 느낌의 정도가 유의수준 5%에서 유의한 것으로 나타났으며, 실제 선박에서의 SSQ가 더 높은 점수가 평가되었다. 이 결과는 실제 선박에 탑승한 시간이 선박운항 시뮬레이터에 탑승한 시각보다 크기 때문에 실제 선박에서의 SSQ 점수가 높게 나타나는 것으로 판단된다.

실험 결과에서 보이듯이 현재 한국해양연구원에서 운영중인 선박운항 시뮬레이터는 실제 선박과 비슷한 신체운동을 선박운항자에게 영상으로 제시하고 있으며, 선박운항자는 시각의 느낌으로 인해 신체 동요가 발생하고 그에 따른 약간의 멀미를 느끼는 것으로 판단된

다.

본 연구에서는 두가지 실험환경과 운항조건을 단순히 개별적으로 비교 분석하였다. 향후 더 많은 조건의 실험환경과 운항조건을 혼합하여 선박운항자에게 제시하거나 6축 모션베이스가 탑재된 선박운항 시뮬레이터에서의 연구가 필요할 것으로 판단된다.

후 기

본 논문은 한국해양연구원의 창의연구사업인 “해상 교통 안전성 평가를 위한 인간공학 실험평가 기술 개발” 과제의 연구결과 중 일부임을 밝힌다.

참고 문헌

- 김영윤, 김은남, 김현택, “가상현실에서 심리생리학적 연구의 조망”, 한국실험 및 인지 심리학회 2002년 여름학술대회 발표논문집, pp.59-69, 2002.
- 정창현, 이윤석, “실습선 한바다호의 운항성능에 관한 연구(II): 상하가속도를 이용한 승선감 평가”, 한국항해항만학회지, 32-5(pp. 333-339), 2008.
- Cohen H, Blatchly CA, Gombash IL., “A Study of the clinical test of sensory interaction and balance”, *Phys Ther*, 73 (pp. 346-354), 1993.
- Kennedy, R.S., Lane, N.E., Berbaum, K.S., Lilienthal, M.G., “Simulator sickness questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness”, *The Int'l J. of Aviation Psychology*, 3-3(pp.203-220), 1993.
- Owen, N., Leadbetter, A.G., and Yardley, L., “Relationship between postural control and motion sickness in healthy subject”, *Brain Res.*, 47-5(pp. 471-474), 1998.