

웨어러블 센서를 활용한 선박 항해사의 항해당직 패턴 분석 기법 연구

윤익현* · 김성철 · 황태웅

목포해양대학교

Wearable Sensor-based Navigator Lookout Pattern Analysis Method

Ik-Hyun Youn* · Sung-Cheol Kim · Tae Woong Hwang

Mokpo National Maritime University

E-mail : iyoun@mmu.ac.kr / sckim@mmu.ac.kr / hwangtw@mmu.ac.kr

요 약

선박의 항해관련사고의 가장 큰 원인이 당직 항해사의 인적 과실에 있다는 사실은 해양사고 예방을 위한 당직 항해사의 당직 패턴분석이 필요한 가장 큰 이유이다. 대부분의 관련연구들은 설문지나 면담 등 간접적인 연구방법을 통하여 항해사의 인적 과실과 관계된 항해당직 패턴을 연구해왔다. 이 같은 연구방식은 객관성이 결여되는 점을 보완해야한다는 문제점이 있었다. 본 연구에서는 웨어러블 센서를 이용하여 항해 당직자의 당직 패턴을 직접적으로 분석하여 항해사 인적 요소 분석 연구의 객관성 결여 문제를 개선하고자하였다. 선박의 특수한 환경을 고려하여 3-D 프린터를 활용하여 제작한 적외선 방식의 위치 항해사 위치 측정기를 활용하여 실제 항해환경에서 항해사의 위치를 측정하였다. 그 결과, 당직항해사가 당직의 상당한 시간을 통합항해장비(Integrated Navigation System)에 의존하고 있다는 점을 객관적으로 확인할 수 있었다. 이 같은 통합항해장비 의존성에 대한 연구를 통해 인적 과실 절감방안을 연구할 필요성을 확인할 수 있었다.

ABSTRACT

Human errors have known as a majority of maritime navigational accidents such as collision and grounding. A large number of relevant research applied indirect research methods such as survey and interview. The research methods are limited to collect objective data regarding human errors due to its nature. Therefore, the purpose of this study is to improve the limitation of human error measurement of navigators by applying wearable sensors. Infrared sensors by using a 3-D printer to accommodate the special environment of a ship were developed for the study. As results, a significant reliance on the Integrated Navigation System including Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) and Radar. The results are expected to motivate further research to investigate human errors of ship navigators to reduce the maritime navigational accidents.

Keywords

Human error; navigator; wearable sensor; navigation system reliance.

1. 서 론

선박의 항해관련사고의 가장 큰 원인이 당직 항

해사의 인적 과실에 있다는 사실은 해양사고 예방을 위한 당직 항해사의 당직 패턴분석이 필요한 가장 큰 이유이다. 항해사의 당직 패턴은 인적 오류의 원인과 증상을 파악할 수 있도록 한다는 점에서 객관적으로 분석이 필요한 요소라고 할 수

* corresponding author

있다. 대부분의 관련연구들은 설문지나 면담 등 간접적인 연구방법을 통하여 항해사의 인적 과실과 관계된 항해당직 패턴을 연구해왔다. 이 같은 연구 방식은 객관성이 결여되는 점을 보완해야한다는 문제점이 있었다.

이 같은 항해사 인적요소 분석의 객관성을 확보하기 위하여 2006년 일본의 무라이 연구팀에서는 일본 고베 해양대학교 실습선에서 당직 사관 및 타수의 당직 수행 중 패턴을 직접 분석을 통해 연구하였다[Murai, 2006]. 해당 연구에서는 다양한 세부 당직 수행 항목을 분류하였고 직접 관찰을 통해서 다양한 항해 조건에서 항해사의 움직임을 기록하고 분석하였다. 이 같은 연구 방식은 객관성 확보는 가능하나 실용적인 연구 방법 도입에는 큰 성과를 얻지 못하였다. 항해사 인적요소 분석의 객관성 확보를 위한 개선된 연구방법에는 Wynn과 그 연구팀이 제안한 적외선 기반의 위치 추적 센서를 활용한 방법을 사례로 들 수 있다 [Wynn, 2012]. 해당 연구에서는 적외선 기반의 위치 추적 센서를 활용하여 야간 항해 중에 항해사가 어두움에 눈을 적응 시키는 패턴을 적외선 기반의 위치 추적을 통해 분석하였다[Wynn, 2012].

본 연구에서는 적외선 기반의 위치추적을 위해 웨어러블 센서를 적용하여 항해 당직자의 당직 패턴을 객관적으로 측정 및 분석하여 항해사 인적 요소 분석 연구의 객관성 결여 문제를 개선하고자 한다.

II. 연구 방법

항해 당직 중 항해사의 위치추적에 필요한 웨어러블 센서를 개발하고 실제 항해 중에 당직 항해사의 당직 패턴을 직접적으로 분석하고자하였다. 실험은 목포해양대학교 실습선에서 실험을 진행하였다. 선박의 특수한 환경을 고려하여 3-D 프린터를 활용하여 제작한 적외선 방식의 위치 항해사 위치 측정기를 활용하여 실제 항해환경에서 항해사의 위치를 측정하였다. 그림 1에는 적외선 위치 수신기의 예시를 나타내었다. 적외선 위치 수신기는 선교의 중요한 위치의 천정에 부착하여 고유의 적외선 신호를 지속적으로 발신하도록 하였다. 위치 수신기는 항해사가 직접 착용할 수 있도록 목걸이 형태로 제작하였고 선교의 중요 지역을 지나면 위치 수신기의 신호 강도를 비교하여 현재 위치를 판단하도록 하였다.



그림 1. 적외선 위치센서 발신기(좌) 및 위치 수신기 착용(우)

총 9개의 위치 수신기의 주요 위치는 그림 2에 표시하였다. 위치 1, 2 및 3은 선교의 최전방 좌, 우 및 중앙에 설치하여 육안 또는 쌍안경을 활용하여 직접 견시할 때의 위치를 확인하도록 하였다. 위치 4와 6은 전자항법 장치인 레이더가 설치된 곳이며 위치 5은 선체의 선수 방위를 조정할 수 있는 조타기가 설치된 장소이다. 위치 7, 8 및 9는 해도와 항해 기록을 위한 로그북을 기록하는 장소이다.

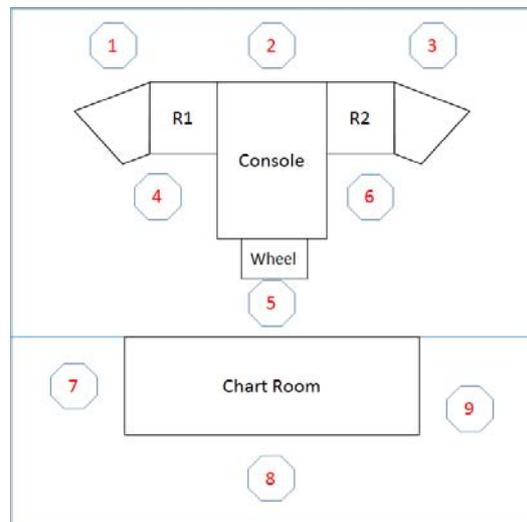


그림 2. 선박 선교 실험 장소 및 적외선 위치 수신기 배치도

그림 3에서는 그림 2의 배치도를 일부 지역을 예시로 나타내고 있다.



그림 3. 적외선 위치센서 설치 장소 및 실험 환경

2일 간의 국제항해 기간 중에 항해사의 위치 추적실험을 진행하였다. 해당 항해 기간은 약 48시간 동안 목포해양대학교의 실습선 부두에서 중국 청도에 입항하는 기간이다. 일등, 이등 및 삼등항해사 총 3명의 실무 항해사의 실제 항해 당직 위치를 측정하도록 하였다.

그림 4는 실제 항해 항적을 나타낸 그림이다. 연안 항해 실습을 위해 실습선은 목포 출항 이후 서남해안 인근의 다도해 지역을 순환 항해하면서 다양한 크기와 선종의 선박과 지속적으로 조우하며 약 20 시간가량 항해한 이후 중국 청도로 원양 항해를 진행하였다.



그림 4. 실험 항해 구간: 목포-청도 구간(상) 및 구간 항적도 상세(하)

III. 결과 및 고찰

실제 항해 중 항해사의 위치를 추적한 결과, 당직항해사가 당직 중 상당한 시간을 통합항해장비(Integrated Navigation System)에 의존하고 있다는 점을 객관적으로 확인할 수 있었다. 그림 5의 히스토그램에서 보여지듯이 오른쪽 레이더와 통합 항해 장비인 ECDIS가 설치된 위치 6번에서 가장 많은 시간을 체류한 것으로 측정되었다.

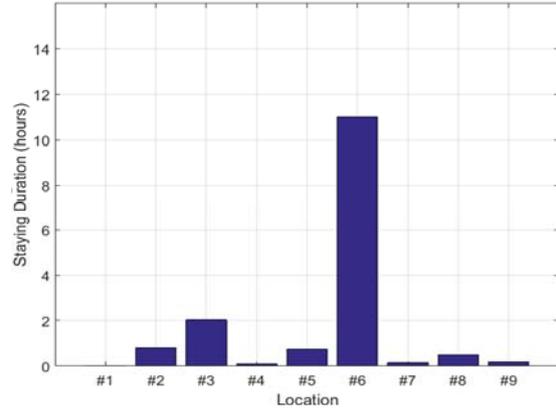


그림 5. 센서 위치별 당직 항해사 체류 빈도 결과

이 같은 결과는 체류 시간과 위치간 이동을 네트워크 형태로 나타낸 그림 6에서 더 자세히 알 수 있다.

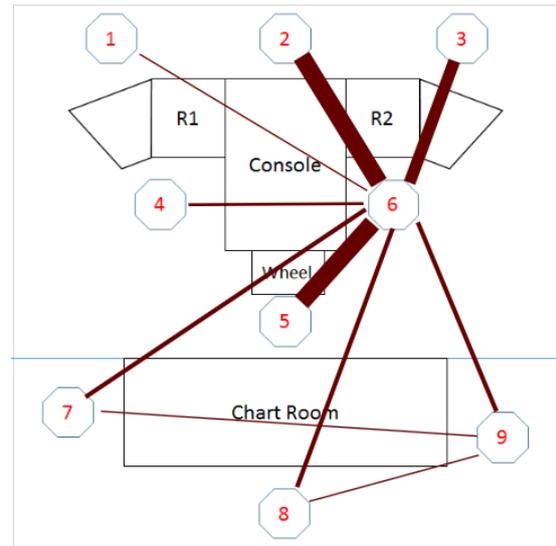


그림 6. 센서 위치별 당직 항해사 체류 빈도 결과

그림 5와 6에 나타난 결과를 토대로 당직 항해사의 항해 당직 중 이동 패턴을 해석하면 항해 중 당직 항해사는 위치 6에 설치된 레이더와 ECDIS를 활용하여 정보를 얻으며 변침이 필요한 경우 위치 5의 조타기를 활용하여 변침을 시행하는 것으로 보였다. 또한 원양구간 항해 중에는 주로 선교의 앞부분에 위치한 위치 2와 3지역에 머무르며 주로 육안과 쌍안경을 활용한 견시를 수행하는 것으로 보인다. 이 같은 결과는 관련 설문지나 면담을 통해 얻어진 항해 당직 패턴 연구 결과와도 잘 연계되어 결과의 신뢰성을 긍정적으로 판단할 수 있겠다 [Murai, 2012 & Porathe 2016].

IV. 결론

항해사의 인적 오류에 기인한 해양사고를 절감하기 위하여 다양한 연구방법들이 항해 당직의 패턴을 분석하는데 활용되어 왔다. 항해사의 당직 패턴은 인적 오류의 원인과 증상을 파악할 수 있도록 한다는 점에서 객관적으로 분석이 필요한 요소라고 할 수 있다. 다만 활용된 연구 방법의 측정 객관성이 결여되는 점을 보완할 필요성이 제기되어왔다. 본 연구는 이러한 문제점을 개선하기 위하여 웨어러블 센서를 활용하여 항해사의 항해 당직 패턴 분석에 활용해보았다.

2일간의 실제 항해기간 중에 개발된 웨어러블 센서를 활용하여 연구를 수행한 결과 항해사의 전반적인 항해 당직 패턴과 통합항해장비 의존성을 확인 할 수 있었다. 연구 결과는 관련 연구 결과와의 유사성이 높다는 점에 제안한 연구방법을 실용적으로 활용하는데 긍정적이라고 판단할 수 있겠다. 특히, 확인된 통합항해장비 의존성에 관한 향후 연구를 통해 통합항해장비 의존성 분석을 통한 항해사의 인적 과실 절감방안을 필요성을 확인할 수 있었다.

References

- [1] K. Murai, H. Yuji, C. Laurie & I. Seiji, "Basic Evaluation of Performance of Bridge Resource Teams Involved in On-Board Smart Education: Lookout Pattern." *神戸大学海事科学部紀要*, Vol. 3, pp. 77-83. 2006 Jul 31.
- [2] K. Murai, Y. Hayashi, K. Higuchi, T. Saiki, T. Fujita, & K. Maenaka, "Evaluation of teamwork for simulator training based on heart rate variability: Case study of a cadet of ship navigator." *International Journal of Intelligent Computing in Medical Sciences & Image Processing*, Vol. 4, No. 2, pp. 93-100, 2012.
- [3] T. Porathe "A navigating navigator onboard or a monitoring operator ashore? Towards safe, effective, and sustainable maritime transportation: findings from five recent EU projects." *Transportation Research Procedia*, Vol. 14, pp. 233-242, 2016.
- [4] T. Wynn, P. A. Howarth & B. R. Kunze. "Night-time lookout duty: the role of ambient light levels and dark adaptation." *The Journal of Navigation*, Vol. 65, No. 4, pp. 589-602, 2012.