

Relationships of Ship Collision with Ship Officers' Situation Awareness and Decision Making

Seung-Kweon Hong

Department of Industrial & Management Engineering, Korea National University of Transportation, Chungju, 380-702

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to investigate the relationships of ship collision with ship officer's situation awareness and decision making. **Background:** According to maritime statistical data in 2013, 1.0 % of the ships registered in our country in 2013 had relevance to the ship safety accidents. The most frequent accident type among them was ship collision. The number of ship collisions in 2013 was 149 (23% of total accidents). The most of them was caused by human errors (about 80%). The human errors are related with ship officer's situation awareness and decision making. This study investigated ship officer's situation awareness and decision making. **Method:** Three types of archival data were re-analyzed; statistical data on ship collisions, experimental data on ship officers' situation awareness, experimental data on ship officers' decision making in ship encounter situations. **Results:** Ship officers' errors in situation awareness and decision making had close relationship with the ship collisions. **Conclusion:** It is important to train situation awareness and decision making of ship officers in order to reduce ship collision. **Application:** The results of this analysis might help to develop training programs for ship officers.

Keywords: Ship Collision, Situation Awareness, Decision Making, Ship Encounter

1. Introduction

우리나라의 영해에서 선박사고는 빈번하게 일어나고 있다. 해양사고 통계에 의하면, 2013년도 우리나라의 선박등록 척수의 1.0%에서 사고가 발생했으며, 선박사고의 유형별로 살펴보면 가장 높은 비율을 나타내는 사고유형은 충돌사고였다. 2013년도에 충돌사고는 149 건이었다 ($149/638 = 23\%$). 대부분의 충돌사고의 원인은 인간의 오류에 의해 발생하는 것으로 나타나고 있다(약 80%).

한편 Grech, Horberry & Smith (2002)는 1987년부터 2000 사이에 발생한 177개 해양사고 데이터를 분석하였다. 그들은 사고의 대부분이 인간오류에 의해 발생했고, 인간오류에 의한 사고 중에서 71%는 상황인식과 관련된 문제에서 발생하고 있다고 보고하였다.

본 연구에서는 우리나라에서 발생하는 충돌사고와 항해사의 상황인식 오류 및 의사결정오류가 어떻게 관

련되어 있는지를 분석하였다. 세가지 형태의 기존 데이터를 재분석하였다. 먼저 해양 충돌사고 데이터를 재분석하였으며, 시뮬레이터를 사용한 실험을 통해 습득된 항해사들의 상황인식 능력 및 의사결정 패턴 조사 데이터를 재 분석하였다.

2. Situation Awareness and Decision Making

상황인식이란 주위에서 일어나는 것을 인지하고, 인지된 정보를 통합하여 현재 그리고 미래에 어떤 의미가 있는가를 이해하는 것이다. Endsley (1988)는 상황인식을 3단계로 구분하고, 이 3단계를 작업자(operator)가 수행하는 인지과정을 하나의 개념 모델로 제시하였다. 그림 1은 Endsley의 모델을 나타내고 있다.

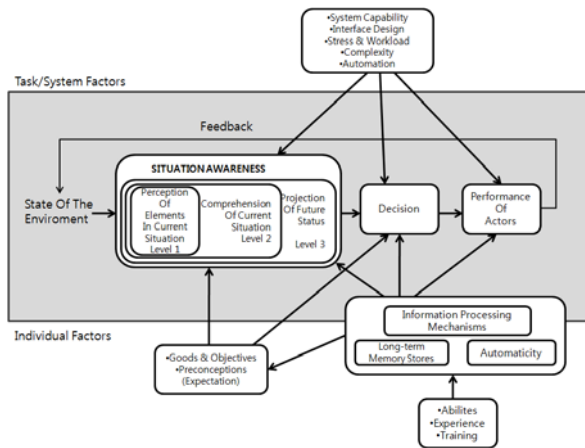


Figure 1. Situation Awareness Model by Endsley (1988).

단계 1에서는 현재 상황의 이해하기 위해 관련정보들을 감지하는 단계이고, 단계 2는 수집된 각 정보들을 이해하고, 정보들 간의 관계를 이해하며, 종합적으로 현재 상황을 이해하는 단계다. 단계 3은 현재 상황의 이해를 바탕으로 미래에 상황이 어떻게 변화할 것인가를 예측하는 단계다. 따라서 상황인식은 시간에 따라 상황이 변하는 환경을 전제로 하고 있다. 시간에 따라 동적으로 변하지 않는 환경이라면, 상황인식이 필요 없을 것이다.

한편, 상황인식은 의사결정을 위한 이전 단계의 인지과정이다. 즉, 작업자들은 먼저 상황인식을 하고, 이를 바탕으로 행동을 위한 어떤 의사결정을 수행하게 된다.

그러나 상황인식 모델에서는 상황인식 3단계를 명확하게 구별하고 있지만, 실제로 상황인식을 분석하는 과정에서는 3단계를 명확하게 구별하기 어려운 경우들이 있다. 특히, 단계 2와 단계 3은 동시에 일어나는 경우가 빈번하게 발생하기 때문에 명확히 구분하는 것은 사실상 어렵다. 또한 상황인식과 의사결정을 명확히 구분하기 어려운 상황도 발생할 수 있다. 일례로 Klein (1997)이 제안한 RPD (Recognition-primed decision) 모델은 의사결정모델이지만, 상황인식을 전제로 하는 모델이라고 할 수 있다. 따라서 상황인식과 의사결정을 구분하지 않는 모델이라고 할 수 있다.

3. Method

본 연구에서 재분석한 해양충돌사고 데이터분석의 장점은 국내 연안에서 발생한 다양한 유형의 충돌사고와 관련된 상황인식 오류를 분석할 수 있다는 것이다. 그러나 단점은 사고 보고서가 정밀하지 못하다는 것이다(Kim and Hong 2014). 일반적으로 해양사고 보고서는 사고의 객관적인 사실만을 기술하고 있으며, 충돌상황에서 항해사의 인지과정은 기술하지 못한다. 상황인식이란 항해사

의 두뇌에서 일어나고 있는 인지과정이기 때문에 사고 보고서의 특성상, 보고서에 나타나는 경우는 아주 드물다고 할 수 있다.

반면에 시뮬레이터에서 주어진 시나리오에 따라 항해사가 항해를 하도록 하고, 충돌사고가 발생하였을 때, 항해사들의 상황인식을 조사하는 경우는 항해사들의 인지 과정을 면밀하게 조사할 수 있다. 그러나 단점으로는 다양한 사고의 형태를 묘사할 수 없다는 것이다.

본 연구에서 재분석한 사고데이터는 2011년에 발생한 44개의 해양충돌사고이며, 103 번의 인적오류가 관련되었다. 그리고 충돌사고는 소형선박(어선) 뿐만 아니라 대형선박에서 발생한 사례들이 포함되어 있다. 그리고 기상상황도 시계가 양호한 경우와 나쁜 경우들이 다양하게 포함되어 있었다.

한편 시뮬레이터 실험을 통해 습득된 데이터는 두 가지 유형이었다. 한 경우는 복잡한 항구로 입항하는 과정에서의 충돌상황을 묘사한 경우였고, 다른 경우는 몇 척의 선박들이 연안에서 교유하는 상황만을 묘사하는 경우였다.

4. Results

4.1 SA 3 Levels in Ship Collision Reports

충돌사고 보고서에는 항해사들의 인지활동을 정확하게 기술하는 경우가 드물기 때문에, 충돌사고 당시의 상황인식을 3단계로 구분하기 어렵다. 특히, 단계2와 단계3을 구분하는 것이 어려웠다. 그러나 단계2와 단계3에서 오류는 궁극적으로 의사결정의 오류로 나타나기 때문에 의사결정 오류를 선별함으로써 추측할 수 있었다.

의사결정 오류는 위험한 상황을 과소평가하여 위험하지 않은 것으로 판단하고 선박의 조정을 적극적으로 수행하지 않는 오류들이었다. 예를 들어, 안전속력의 미 준수, 변침해야 하는 상황에서 변침하지 않음. 그리고 기타 준수사항들을 준수하는 않는 오류 들이다.

한편 단계1에 해당하는 정보습득과정의 오류는 선박계기들을 정확히 읽지 않는 오류와 타 선박을 육안으로 관측하지 않는 경계소홀이 있으며, 정보습득을 위해 타 선박의 승무원들과 또는 자선내의 승무원들간의 의사소통이 원활하지 않은 오류였다.

결과적으로 선박충돌사고에 영향을 미친 상황인식오류는 단계 1 오류가 약 70%였으며, 단계2와 3에서의 오류가 약 30%였다. 이러한 결과가 시사하는 바는 항해사들이 정보습득 단계에서 더욱 주의를 기울여야 충돌사고를

감소시킬 수 있다는 것을 시사하고 있다.

4.2 Situation Awareness in Congested Sea Area

항해사가 부산 항으로 입항하는 과정에서 다양한 선박과 조우하는 시나리오를 구현하는 시뮬레이터 실험을 실시하였다. Hong & Kim (2014) 연구에서 수집된 데이터를 재분석하였다.

사용된 시나리오는 실제로 빈번하게 발생하지는 않지만, 간혹 발생할 수 있는 상황들이었다. 항구 내에서 타 선박들이 빠른 속도로 이동하고 있으며, 타 선박과 자선이 통신을 할 수 없는 상황이었다. 따라서 자선을 조정하는 항해사의 상황인식 능력이 매우 요구되는 상황이었다. 10명의 항해사(경력 1년 ~4년)가 참여하였다.

시뮬레이션 결과는 10명의 항해사 중에서 6명의 항해사가 충돌사고를 일으켰고, 2명의 항해사는 항로를 이탈하였다.

6건의 충돌사고를 분석한 결과에 의하면, 2건의 사고는 후방에서 접근하는 타 선박을 인지하지 못하여서 발생하였다. 이는 상황인식 1단계의 오류라고 할 수 있다. 4건의 사고는 항해사가 현 상황의 위험성을 제대로 판단하지 못하고, 일정시간이 경과 후에 상황변화도 제대로 예측하지 못하였기 때문에 발생한 사고였다. 예를 들어, 타 선박이 피항선임에도 불구하고, 피항을 하지 않는다면, 자선이 적극적으로 피항을 해야 함에도 불구하고, 피항을 하지 않았다.

이 실험에서는 단계1 오류가 33%였고, 단계2와 단계3의 오류가 66%였다.

4.3 Situation Awareness in Ship Encounter Situations

4가지 형태의 선박조우상황에 대한 시나리오를 구상하여, 시뮬레이터 실험을 실시하였다. 시뮬레이터 실험에 참여한 피실험자는 12명의 항해경력이 있는 항해사(경력 1년 ~4년)였다.

시나리오 1은 두 척의 선박이 교차하는 상황으로 자선이 피항선인 경우였으며, 시나리오 2는 두 척의 선박이 교차하는 상황으로 자선이 유지선인 경우였다. 한편 시나리오 3는 후방에서 따라오는 선박이 있으며, 통항분리대를 통과하여 좌현으로 선회해야 하는 복잡한 상황이었다. 시나리오 4는 선두에 타 선박이 이동하고 있으며 앞에는 두 척의 선박이 교차하는 복잡한 상황이었다.

본 실험에서는 단지 2명의 항해사가 충돌사고를 일으켰으며, 모든 사고는 후방에서 접근하는 선박을 인지하지 못해서 발생한 사건이었다. 즉 상황인식 단계

1 오류에 의한 사고만 발생했다. 이러한 결과는 시나리오가 비교적 복잡하지 않기 때문에 단계2와 단계3 오류가 충돌사고로 이어지지 않는 것 때문일 것이다.

단지 특이한 현상은 항해사들은 선박의 방향을 변경하여 위험상황을 벗어나려는 경향이 있었으며, 가능한 속도조절을 하지 않으려는 경향이 있었다. 이는 속도조절이 미치게 되는 타선과 자선의 상대적인 위치변화에 대한 예측이 어렵기 때문이었다.

5. Conclusion

본 연구는 세가지 형태의 기존 연구 결과 데이터를 사용하여 선박충돌 사고에 미치는 상황인식과 의사결정의 영향을 분석하였다. 충돌사고데이터의 분석에서는 상황인식의 1단계에서 발생한 오류가 충돌사고에 미치는 경우가 약 70%에 해당했다. 그러나 시뮬레이터를 활용한 실험 데이터에서는 상황인식의 1단계가 충돌사고에 미치는 영향은 현격히 감소하였다. 이러한 결과는 분석 데이터나 분석방법에 따라 상황인식의 어떤 단계가 충돌사고에 더 많은 영향을 미치는지에 대한 분석결과는 상이하게 나타날 수 있다는 것을 보여주고 있다.

또한 항해사의 상황인식이나 의사결정 능력이 충돌사고에 미치는 영향을 조사하기 위해 다양한 방법을 사용한 다양한 연구가 수행되어야 한다는 것을 본 연구의 결과는 시사하고 있다. 특정한 연구방법은 특정한 측면만을 주로 조명할 수 있기 때문에, 그 결과를 일반화하기는 어렵다고 할 수 있다.

References

- Endsley, M. R., "Design and evaluation for situation awareness enhancement." In Proceedings of the Human Factors Society 34th Annual Meeting (pp. 41-45). Sata Monica, CA: Human factors Society.1988.
- Endsley, M. R., Situation awareness and human error: Designing to support human performance. *Proceedings of the High Consequence Systems Surety Conference*, Albuquerque, NM. 1999.
- Grech, M., Horberry, T., & Smith, A.. Human error in maritime operations: Analyses of accident reports using the leximancer tool. Paper presented at the Proceedings of the 4th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society, Baltimore, U.S. 2002.
- Hong S. K., and Kim H. T., Experience-related Change in Maritime Officers' Situation Awareness, *Journal of the Korean Institute of Plant Engineering*, 19(2), 87-93, 2014

Kim H. T and Hong S. K., Ship Officers' Situation Awareness and Maritime Accidents, Maritime Safety, Korean Maritime Safety Tribunal, 56, 2014

Klein, G., The recognition-primed decision (RPD) model: Looking back, looking forward. In C. E. Zsombok & G Klein (Eds.), Naturalistic decision making (pp. 285–292). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates. 1997.

Author listings

Seung-Kweon Hong: skhong@ut.ac.kr

Highest degree: PhD, Department of Industrial Engineering, State University of New York

Position title: Professor, Department of Industrial & Management Engineering, Korea National University of Transportation

Areas of interest: Cognitive Engineering, Human Factors in Transportation systems, HCI