

인적요인을 고려한 선박의 좌초 및 충돌의 정량적 위험도 모델

유원철* · 이원희** · 김태원***

*, ** 서울대학교 조선해양공학과

Quantitative Grounding and Collision Risk Model considering Human Factors

Wonchul Yoo* · Wonhee Lee** · Tae-wan Kim***

*, ** Department of Naval Architecture & Ocean Engineering, Seoul National University

핵심용어 : 정량적 위험도, 좌초, 충돌, 인적요인

Key Words : Quantitative risk, Grounding, Collision, Human factor

1. 개요 및 연구목적

본 연구는 한국형 이내비게이션 최적 안전항로 지원서비스 개발의 일부이다. 항로 최적화를 위해 항로의 효율성, 안전을 나타내는 통합된 정량적 지표를 정의하는 연구가 필요하다.(중략)

본 연구에서는 항해 중인 어떤 시점에 자선을 기준으로 한 충돌 및 좌초 위험도 모델을 제시하였다. 위험도는 IMO FSA(Formal Safety Assessment) 절차에서 말하는 정량적 위험평가(Quantitative risk assessment) 방법에서의 위험도로 계산하였다. 본 연구는 국내 해역을 지나는 모든 선박들이 한국형 이내비게이션을 사용하고 항해 계획을 육상 서비스 센터에 보고한다는 가정 하에서 진행되었다. 자선을 제외한 모든 타선의 항해 계획을 사전에 확보하였고, 이를 일종의 외부 환경으로 보는 관점 하에서 충돌 위험도를 제시하였다.

2. 정량적 위험도 모델의 정의

선박의 충돌 및 좌초 위험은 DCPA(Distance to Closest Point of Approach)와 TCPA(Time to Closest Point of Approach)로 추정해 왔다. 이를 충돌 확률과 예상 사고 규모로 환산하여 정량적 위험평가 모델에 적용하였다.(중략)

DCPA가 충분히 작아 100% 확률로 충돌 또는 좌초 된다고 할 때, 항해자는 다음과 같은 절차에 따라 행동을 취하게 된다.

1. 사고 위기 상황을 인식하고 그에 따른 판단을 내림.
2. 사고 위기 상황을 회피하기 위한 동작 수행.
3. 사고 회피의 성공 혹은 실패로 인한 사고 발생.

계획 항로 상 충돌 또는 좌초 확률이 100%라는 가정 하에서 어떤 시점에 사고를 인식하고 회피 동작을 수행하는데 걸리는 시간보다 적은 시간이 남아 있다면, 충돌 또는 좌초가 발생한다고 볼 수 있다. 이를 수식으로 작성하면 다음과 같다.

$$\max\left(\frac{[\text{cognition } t] \times [\text{action } t]}{TPCA}, 1\right)$$

계획 항로 상 CPA에서 충돌 또는 좌초 확률이 항상 발생하지 않으므로 이를 반영해야 한다. 예를 들어 DPCA가 충분히 큰 경우 CPA 위치에서 충돌 확률은 사실 상 거의 없다. 충돌 확률을 간단히 생각하면, 자선의 충돌 반경과 충돌 예상 선박의 충돌 반경(혹은 좌초의 경우 육지와와의 안전거리)의 합과 DPCA의 비로 생각할 수 있다. 이를 반영한 수식은 다음과 같다.

$$\max\left(\frac{[\text{cognition } t] \times [\text{action } t]}{TPCA}, 1\right) \times \max\left(\frac{r_{self} \times r_{other}}{DPCA}, 1\right)$$

...(후략)

3. 모델의 적용

제시한 모델을 여수-부산 간 해역에서 2017년 봄 4월의 AIS 데이터 중 일부 선박의 항로에 대해 적용하였다.

...(후략)

4. 결론

본 연구에서는 항해자의 사고 인지 시간, 사고 회피 동작을 고려한 충돌위험도 모델을 제시하였으며, 국내 연안 항로에 적용하였다.

* First Author : wchyoo@snu.ac.kr, 02-880-1437

† Corresponding Author : taewan@snu.ac.kr, 02-880-1437