

선박 충돌위험도의 확률밀도함수 추정

이원희** · 유원철** · 김태완***

*, ** 서울대학교

Estimation of Probability Density Function of Ship Collision Risk

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

*, ** Seoul National University

핵심용어 : 충돌위험도, 확률밀도함수, 안전 영역, Minkowski subtraction

Key Words : Collision Risk, Probability density function, Safety region, Minkowski subtraction

1. 개요 및 연구목적

IMO에서는 전체 해양 사고 중 선박 충돌 사고가 80% 이상이며, 이 중 대부분이 인적 과실로 인해 발생한다고 발표했다. IMO는 이를 해결하기 위해 e-Navigation을 강제했으며, 안전한 항로를 자동으로 도출해내는 것을 목표로 하고 있다. 충돌 검사는 이를 위해 필수적으로 수행해야 하는 과정이며, 지금까지 연구로는 CPA(Closest Point of Approach)를 사용하여 충돌 확률을 계산하였다.

본 연구에서는 자선과 타선의 안전 영역과 Minkowski subtraction을 사용하여 단위 시간당 충돌 확률을 계산하고 확률밀도함수를 추정하고자 한다. 항로를 도출하고자 하는 선박과 운항 중인 다른 선박에 대해 각각의 확률밀도함수를 추정하고 통계 처리하여 항로를 도출하고자 하는 선박의 확률밀도함수를 구하고자 한다.

2. 연구방법

본 연구에서는 AIS 항로 데이터를 사용하여 확률밀도함수를 추정하고자 한다. 항로 데이터는 위도, 경도, 시간 등의 정보를 갖고 있는 점들로 이루어져 있으며, 확률밀도함수를 구하기 위해 운항하고 있는 선박, 즉 타선의 항해 정보 데이터는 미리 알고 있다고 가정한다. 입력받는 정보는 출발지, 목적지, 출발시간, 도착시간을 기본으로 하며, 타선의 항해 정보에 따라 충돌 확률을 계산한다. 충돌 확률을 계산하기 위해 출발시간과 도착시간 사이에 존재하는 타선의 항해 데이터를 일정 시간 단위 데이터로 변환한 후, 다음의 과정을 진행한다.

시간과 거리를 알고 있으므로 속도를 알 수 있고, 선박에 대해 일정 반경(r)을 갖는 안전 영역을 적용한다. 안전 영역에 대해서는 자선의 영역을 점으로 바꾸고 타선의 영역을 그만큼 늘리며, 속도에 대해서는 상대 속도를 이용하여 타선의 속도를 0으로 만든다. 이후 속도 벡터와 영역 간의 거리(d)를 이용하여 $P = r/d (r \leq d)$ 로 단위 시간당 확률을 계산할 수 있다.

3. 결과 및 고찰

자선과 타선에 대한 충돌 확률밀도함수를 구한 후 각 시점에 대해 확률을 곱하여 전체 충돌 확률밀도함수를 계산할 수 있다. 또한 단위 시간과 그에 따른 확률이 있으므로 이 확률을 시점에 대해 적분하여 선박의 충돌 확률을 계산할 수 있다. 실제 AIS 데이터를 분석해본 결과, 충돌이 일어나는 시점에서 확률이 높았으며, 자선과 타선이 가까워질수록 확률이 높아졌다. 남해안을 항해하는 선박에 대해 계산해본 결과, 소형선이 대형선보다 충돌 확률이 높게 나왔으며, 이는 소형선의 수가 대부분 해안선을 따라가는 경우가 많기 때문이다.

4. 결론

본 연구에서는 단위 시간당 확률을 계산하여 특정 시점에서의 확률을 계산하였다. 이는 기존에 CPA를 사용하여 전 항로에 대한 충돌 확률을 구하는 방법을 보완한 방법이다. 또한, 시간과 충돌 확률을 그래프로 가시화할 수 있어 항해자가 확인하여 위험 지역을 식별할 수 있다. 후속 연구로는 안전 영역을 마름모, 타원형 등의 다양한 형태에 대해 Minkowski subtraction을 사용하여 확률밀도함수를 구하고자 한다.

* First Author : weelon@snu.ac.kr

† Corresponding Author : taewan@snu.ac.kr, 02-880-1434