

CPA/TCPA분석에 의한 목포항 진입수로 교통특성 검토

† 김 광일 · 정 중식* · 박 계각*

† 목포해양대학교 석사과정, * 목포해양대학교 해상운송시스템학부 교수

요 약 : 목포항 진입수로 중 한곳인 불무기도 인근은 남북방향으로 통과 선박 및 목포항 입출항선박이 항행을 하고, 동서방향으로는 여객선 및 쾌속선이 항행을 하고 있다. 또한 이 구간에서 조업 및 항행중인 어선들이 많아 항행특성 파악이 필요하다. 본 연구에서는 목포항 진입수역인 불무기도 부근에서 통항중인 선박들간의 CPA/TCPA를 분석하여 목포구 진입수로 항행특성 파악하여 통항선박의 위험도를 평가 하고자 한다.

핵심용어 : 충돌위험도, 최근접거리, 상대속력, 교통특성, 목포항

1. 목포항 항로 및 항행특성



1. 남북방향 :
통과 선박 및 목포항 입출항선박 항행


2. 동서방향 :
여객선 및 쾌속선 주로 항행

3. 기타
조업 및 항행중인 어선들이 많음

2. 횡단선박 통항선박 CPA 변화

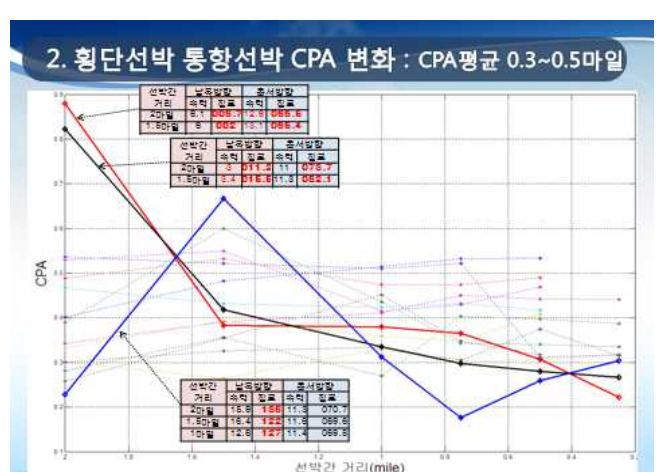
- 관측 기간 중 전체 통항선박량 1937척 중 51척의 선박이 CPA 0.5마일 이내로 횡단
- CPA 변화가 큰 경우의 선박의 코스 및 속력 변화 관찰
- 평균 CPA 0.3~0.4마일, 0.1~0.3마일, 0.1마일 이내로 분류

1. 목포항 항로 및 항행특성



불무기도 부근 횡단구역 통항분포 조사

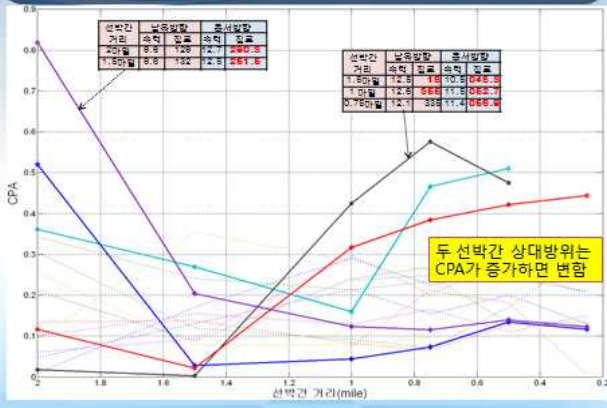
- 16일 동안 조사한 데이터로 선박들간 CPA가 0.5마일 이내인 선박 데이터와 전체 통항량 수집.



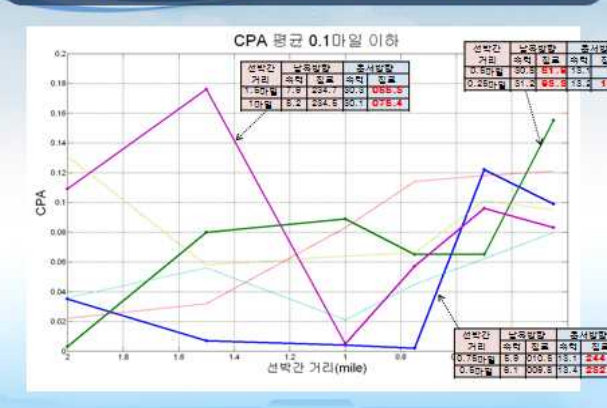
† 교신저자 setis0420@korea.kr

* 중신회원 jsjeong@mmu.ac.kr gkpark@mmu.ac.kr

2. 횡단선박 통항선박 CPA 변화 : CPA평균 0.1~0.3마일

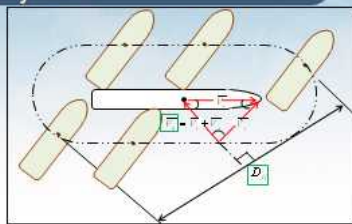


2. 횡단선박 통항선박 CPA 변화 : CPA평균 0.1마일 이하



3. CPA - V_{ij} 및 CPA - D_{ij} 평가

- 동일 데이터로 CPA - V_{ij} 및 CPA - D_{ij} 평가.
- CPA가 낮고 V_{ij}, D_{ij}가 크면 충돌위험도가 높음.



❖ V_{ij} : 두 선박간 상대속력 $\rightarrow V_{ij} = \sqrt{(V_1^{(1)})^2 + (V_1^{(2)})^2 - 2V_1^{(1)}V_1^{(2)}\cos\theta}$

❖ D_{ij} : 기하학적 충돌반경(Collision Diameter)

$$\rightarrow D_{ij} = \frac{l_1^{(1)}V_1^{(2)} + l_1^{(2)}V_1^{(1)}}{V_{ij}} \sin\theta + B_1^{(2)} \left\{ 1 - \left(\sin\theta \frac{V_1^{(1)}}{V_{ij}} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} + B_1^{(1)} \left\{ 1 - \left(\sin\theta \frac{V_1^{(2)}}{V_{ij}} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

4. 충돌 위험도 분석

• Lisowsk에 의한 충돌 위험도 산정

$$r = \left[a_1 \left(\frac{DCPA}{D_s} \right)^2 + a_2 \left(\frac{TCPA}{T_s} \right)^2 + a_3 \left(\frac{D}{D_s} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

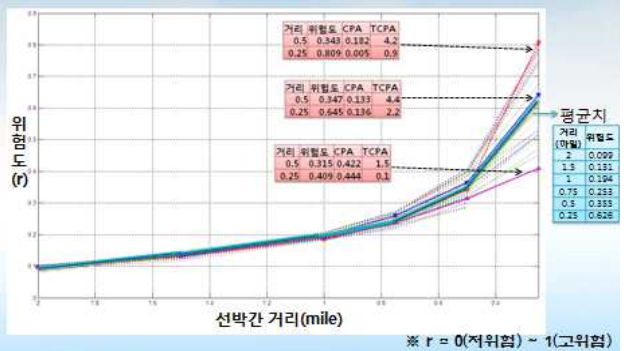
T_s : 회피동작으로 충돌회피를 할 수 있는 충분한 시간 \rightarrow 3분

D_s : 충돌회피를 위한 안전거리 영역 \rightarrow 자선 5L + 상대선 5L

D : 선박들간 거리

a_1, a_2, a_3 : 해상상태, 선박길이 및 폭, 항행구역에 대한 가중치

4. 충돌 위험도 변화 분석



※ $r = 0$ (적위험) ~ 1(고위험)

5. 결론

1. CPA - V_{ij} 및 CPA - D_{ij} 분석

- 선박 상호간 거리 변화에 따라 CPA - V_{ij}변화는 크나 CPA - D_{ij} 변화는 적음
- 상호거리간 선박간 거리에 따라 분류
- 선박충돌반경(D_{ij})은 거리가 가까운 경우만 작아지며 상대속력(V_{ij})은 거리에 따라 변함이 없음.

거리	2마일	1.5마일	1마일	0.75마일	0.5마일	0.25마일
D _{ij}	95.1	98.0	98.0	99.2	93.1	73.3
V _{ij}	15.9	15.3	15.9	15.3	16.0	15.4

2. 위험도 변화 분석

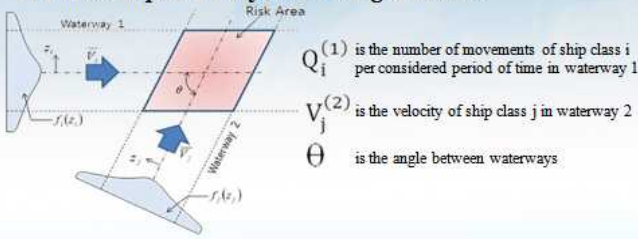
선박상호간 위험도는 전체적으로 선박간 거리가 감소함에 따라 TCPA가 감소하여 점차 증가하는 추세이다.

3. 계산에 의한 기하학적 충돌확률(IWRAP)과 비교

- 관측한 불무기도 인근 전체 통항량: 1937척
- > 횡단관계로 CPA 0.5마일 이내로 조우한 선박: 51건(2.6%)
- > 횡단관계에서 위험도가 0.5이상 되는 경우: 26건(1.3%)
- > 이전 연구에서 이 구간의 기하학적 충돌확률(IWRAP)은 16으로 실제 선박들의 통항위험도가 기하학적 충돌확률보다 크다.

(참고) 기하학적 충돌 확률

Geometrical probability on crossing collisions



$$N_G^{\text{crossing}} = \sum_{i,j} \frac{Q_i^{(1)} Q_j^{(2)}}{V_i^{(1)} V_j^{(2)}} D_{ij} V_{ij} \frac{1}{\sin \theta}$$

for $10^\circ < |\theta| < 170^\circ$