

# 혼잡해역 해상교통밀도 산출 모델 개발에 관한 연구

김 광일\* · † 정 중식 · 박 계각\*\* · 최 운성\*\*\*

\*목포해양대학교 박사과정, † \*\* 목포해양대학교 국제해사수송과학부, \*\*\* 목포지방해양항만청 완도VTS

**요 약 :** 선박 및 VTS에서 선박교통량이 밀집되는 혼잡해역의 선박교통밀도 평가는 중요하다. 본 연구에서는 선박 충돌 회피를 위한 적절한 반경인 Ship Domain 영역과 혼잡구역 내 선박 체류시간 및 전 방위 동향류를 고려하여 혼잡해역의 항로가동률 및 실시간 해상교통밀도 산출 모델을 제안하고자 한다. 또한 제안된 모델식을 기반으로 시뮬레이터를 프로그래밍하여, 실 해역 해상교통 데이터를 적용하여 제안한 모델식의 유효성을 평가하고자 한다.

**핵심용어 :** 해상교통밀도, Ship Domain, 해상교통, 혼잡해역

### 1. 연구 배경 및 개요

- 연구 배경 및 개요
  - > 선박 및 VTS에서 선박교통량이 밀집되는 혼잡해역의 선박교통밀도 평가는 중요하다.
  - > 본 연구에서는 Bumper 영역 모델에 의한 선박반경을 적용하여 실시간 해상교통 밀도를 산출 모델 개발함이 본 연구의 목적이다.
  - > 또한 설계된 모델식을 기반으로 한 시뮬레이터를 프로그래밍하여, 실 해역 선박데이터를 적용하여 제안한 모델의 유효성을 평가하고자 한다.
  - > 설계한 모델식은 다음의 사항을 고려하였다.
    - 선박 피향 Domain을 고려한 선박교통밀도
    - 선박의 구역 내 체류시간
    - 전방위 선박 동향류 고려

### 2. Ship Domain에 의한 항로가동률 산출산식

- Ship Domain에 의한 항로가동률 산출
  - 
  - $t-T \sim t$  시간동안  $Q_p$  척 이 통과하였으며,  $Q_c$  척 의 선박이 항로상에 잔류
    - $t \sim t+T$  시간동안  $Q_c (= Q_{out})$  척 통과,  $Q_r (= Q_{in} - Q_{out})$ 의 선박이 항로상에 잔류 (용어 정의 → p : past, r : remain, c : current)

### 2. Ship Domain에 의한 해상교통밀도 산출산식

- Ship Domain 적용
  - > 본 연구에서는 선박 충돌 회피를 위한 적절한 반경을 Bumper 모델에 의한 Ship Domain을 적용하였다.

### 2. Ship Domain에 의한 항로가동률 산출산식

- Ship Domain에 의한 항로가동률 산출
  - 관측간격  $T$  시간 동안 통과선박점유면적  $S_T^b$ 는  $Q_p^b + Q_c + Q_r^b$ 의 통항량을 고려한 각 선박의 bumper면적( $S_i^b$ )과 혼잡해역 내 체류시간( $t_i^b$ )의 곱으로 산출 (b : bumper)

$$Q_T^b = \frac{\sum_{i=1}^{Q_p^b} S_i^b \cdot t_i^b + \sum_{i=1}^{Q_c} S_i^b \cdot t_i^b + \sum_{i=1}^{Q_r^b} S_i^b \cdot t_i^b}{T}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{Q_p^b} S_i^b \cdot (D_i/v_i) + \sum_{i=1}^{Q_c} S_i^b \cdot (D_i/v_i) + \sum_{i=1}^{Q_r^b} S_i^b \cdot (D_i/v_i)}{T}$$

여기서, 혼잡해역내 체류시간( $t_i^b$ )은  $D_i/v_i$ 으로,  $T$  시간 동안 이동거리( $D_i$ )와 속력( $v_i$ )으로 표현할 수 있다.

그 결과 항로가동률(Traffic Capacity)은 혼잡해역 면적( $S_{cell}$ )과 관측간격  $T$  시간 동안의 체류면적  $S_T^b$  비로 표현할 수 있다.

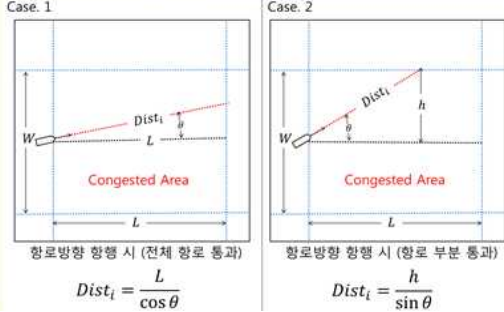
$$T_c = \frac{S_T^b}{S_{cell}} \times 100 (\%)$$

† 교신저자 jsjeong@mmu.ac.kr  
 \* 연회원 setis0420@korea.kr    \*\* 중신회원 gkpark@mmu.ac.kr

## 2. Ship Domain에 의한 해상교통밀도 산출산식

### ● 혼잡구역내 이동거리(Dist<sub>i</sub>) 산출

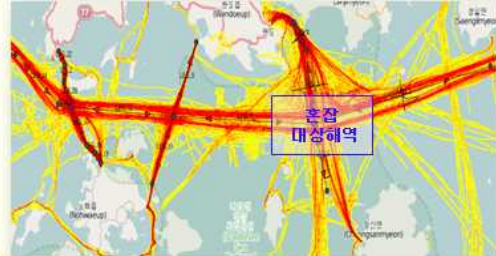
- > 혼잡구역내 모든 방향에서 항해하는 선박 교통류를 고려하기 위한 Dist<sub>i</sub> 산출
- > 동서방향 통과시 다음과 같다.



## 3. 해상교통밀도 산출 시뮬레이터 소개

### ● 시뮬레이터 적용 개요

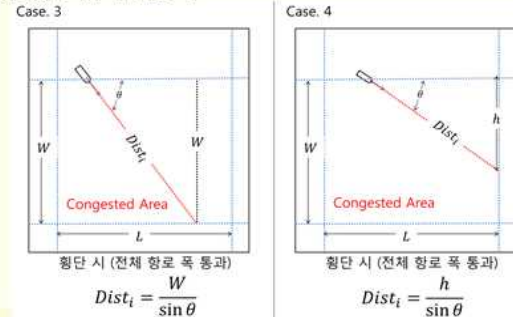
- 적용 데이터 : 완도해역 VTS 데이터 (AIS + RADAR)
- 적용 방법 : 전 해역, 세부해역 적용 (대상해역 N x N Grid Cell화)
- 대상 해역 선박교통 현황



## 2. Ship Domain에 의한 해상교통밀도 산출산식

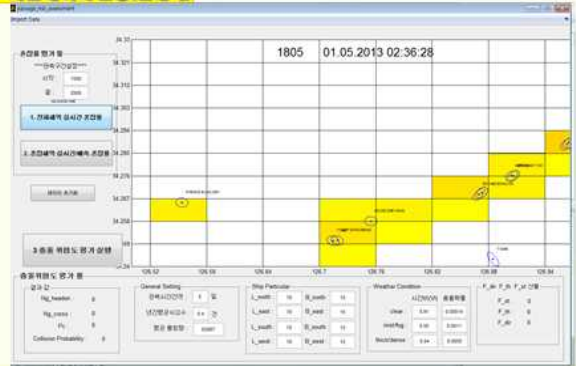
### ● 혼잡구역내 이동거리(Dist<sub>i</sub>) 산출

- > 혼잡구역내 모든 방향에서 항해하는 선박 교통류를 고려하기 위한 Dist<sub>i</sub> 산출
- > 남북방향 통과시 다음과 같다.



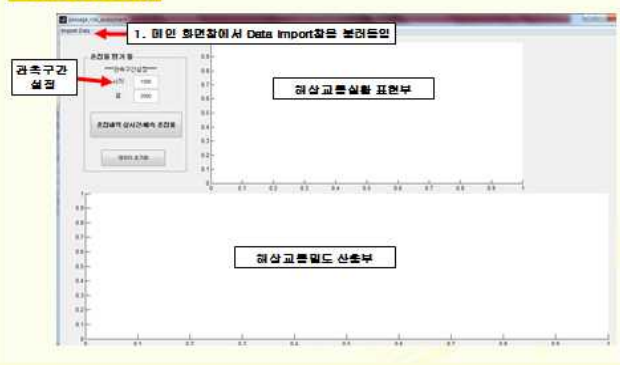
## 3. 해상교통밀도 산출 시뮬레이터 소개

### ● 시뮬레이터 실행(전해역)



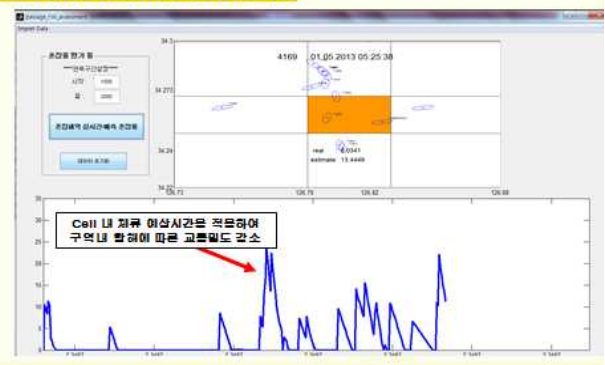
## 3. 해상교통밀도 산출 시뮬레이터 소개

### ● 시뮬레이터 구성



## 3. 해상교통밀도 산출 시뮬레이터 소개

### ● 혼잡대상해역 시뮬레이터 실행(실시간)



#### 4. 결론 및 향후연구 과제

- > 본 연구에서는 선박 피항영역과 혼잡해역내 체류시간을 고려한 해상고동밀도 산출 프로그램을 제안하였다.
- > 선박 피항영역은 Bumper영역에 의한 모델을 적용하였으며,
- > 혼잡해역내 체류시간은 해역의 전방위에서 진입·출하는 동향류의 체류시간을 고려하였다.
- > 이는 선박 및 VTS에서 해역의 선박고동면적을 보다 직관적으로 파악이 가능할 것이다.
- > CPA, 시계 등에 따른 각종지 적용은 향후 연구 과제도 남는다.

#### 후 기

“본 논문은 2013년 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(지능형 해양사고 예방 및 구난기술 개발)”

#### 참 고 문 헌

- [1] Fujii, Y(1971),“Effective Areas of Ship”, Journal of Navigation,Vol. 24.
- [2] Fujii, Y and Muzuki, N(1998),“Design of VTS systems for water with bridges”, Ship Collision Analysis, Gluver & Olsen, pp. 177-190.
- [3] 김광일, 최운성, 정중식(2012), “IWRAP에 의한 완도해역 충돌확률 분석”, 한국항해항만학회 춘계공동학술대회 논문집, pp. 516-518.