

# 소형 선박의 위기대응을 돕기 위한 비상정박 선착장 추천 시스템

이진원\*<sup>1)</sup>, 김산\*<sup>2)</sup>, 황신아<sup>3)</sup>, 김도염<sup>4)</sup>

<sup>1)4)</sup>충북대학교 소프트웨어학과, <sup>2)</sup>연세대학교 컴퓨터과학부,

<sup>3)</sup>서경대학교 컴퓨터공학과

dsgo22jw@naver.com, nasmik419@yonsei.ac.kr, sina1232@naver.com,

kimas3497@gmail.com

## Harbor recommendation system for emergency evacuation for small ships in crisis response

Jin-Won Lee\*, San Kim\*, Sin-A Hwang, Do-Yeom Kim

<sup>1)4)</sup>Dept. of Computer Science, Chungbuk University

<sup>2)</sup>Dept. of Computer Science, Yonsei University

<sup>3)</sup>Dept. of Computer Engineering, SeoKyeong University

### 요 약

해상교통혼잡도와 선박사고는 연관성이 높다. 이에 본 논문은 자본 등의 이유로 위기상황 대응에 취약한 소형 선박에 특정된 위험을 인식하고, 유사시 일부 선착장으로 선박이 집중되는 것을 방지하기 위한 시스템을 제안한다. 안드로이드 APP과 클라우드 서비스, 알고리즘을 통해 최적의 정박지 및 경로를 제공함으로써 소형 선박이 향후 위기상황에 효과적으로 대응할 수 있을 것으로 기대한다.

### 1. 서론

해상교통안전진단에서는 항로를 통항하는 선박 규모를 표준화시킨 해상교통혼잡도 모델을 활용하고 있으며, 해상교통혼잡도가 높으면 충돌과 같은 위험 상황이 발생할 개연성이 높다고 해석하고 있다.[1]

다. 또한, 대형선박만이 관제 대상이었던 과거와 달리, 최근에는 유선, 어선 등이 VTS 시스템의 관제 대상으로 확대되었다. 하지만, 대부분의 VTS 관제사는 선박근접상황에 대해 안전히 관제할 수 있는 최소 시간으로 3분이 필요하다고 응답하였는데, 소형선박의 충돌위험도는 3분의 시간 동안 매우 급격하게 위험도 변화를 보여 VTS 관제사의 업무량 증가와 집중도 저하 우려가 있다고 판단된다.[3] 가령, 비상상황으로 특정항구로 소형선박이 집중될 경우에는 VTS 관제사의 통제망에 벗어나는 선박이 존재할 우려가 있다.

따라서 이 연구의 목적은 비상시 유선, 어선과 같은 소형선박에게 최적의 선착장을 추천하여 특정 항구에 해상 교통 혼잡도를 높아지는 것을 방지하고, VTS 관제사가 소형선박의 교통을 관리하는 데 도움을 주는 서비스를 연구 및 개발하는 것이다.

### 2. 기존 연구, 장비에 대한 현황 및 한계

VTS 시스템의 핵심적인 요소로 AIS가 꼽힌다. AIS는 선박과 선박 간, 선박과 육상 간에 선박의 명세, 위치, 침로 등과 같은 선박 관련 정보와 항해 안전 정보들을 자동으로 주고받도록 하여 선박 간의

### 6. IWRAP 및 해상교통혼잡도 연관성 분석

#### 개요

- $C_A$ (평균 해상교통혼잡도) 및  $A_{Col}$ (충돌확률)이 상호 연관성을 가지는지 검토
- 전체 Data로 단순히 연관성을 파악하기엔 변수(Variable)가 다수 존재
- $C_A$  및  $A_{Col}$ 의 값과값에 따른 변수분리를 위해 동일 특성 Group을 3종류로 구분



[그림 1] IWRAP 및 해상교통혼잡도 연관성[2]

이에 대부분의 항만에서는 VTS 시스템을 구축하여 관제사를 통해 선박교통을 통제 및 관리하고 있

충돌을 회피하고 지상에서의 관제를 원활하게 하도록 하는 시스템을 말한다.[4] 다만 이와 같은 AIS는 고가임에 따라, 소형선박에 설치되기에는 어려움을 겪는다. 이와 같은 이유로, 소형선박은 AIS 장치가 없이 출항하는 경우가 허다하다.

박종안[4]은 IMO에서 정의하고 있는 AIS 정보 내용, 동적 정보 제공 주기, 선박 코드, 항해 정보코드[5]를 적용하여 모바일 AIS를 설계하였다.

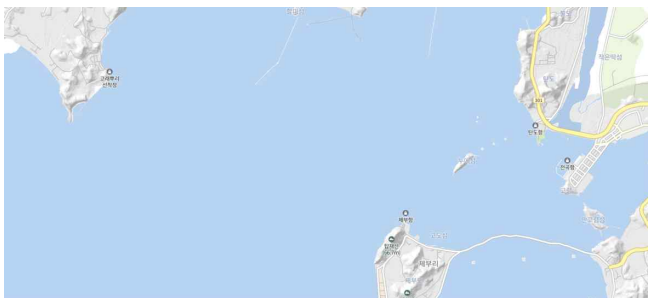
서찬희[6]는 최적 항로 알고리즘을 충돌 회피를 위한 목적에 맞게 개선하고 선박의 AIS데이터를 기반으로 충돌회피 경로를 탐색하는 방법론을 제안한다.

### 3. 본론

본 논문은 안드로이드 APP과 A\*알고리즘과 최적정박지 선정 알고리즘을 직접 설계하여 소형 선박의 위기대응을 돕는 데에 목적이 있다. 기상악화와 같은 이벤트 발생 시 Azure function을 활용하여 선박들과 선착장들의 유클리드 거리와 선착장들의 혼잡도를 기반으로 최적의 선착장들을 배정한다. 이후, OpenCV와 A\*알고리즘을 활용하여 배정된 선착장까지 최적의 경로를 안내한다.

#### 3-1. 이미지 처리

A\* 알고리즘을 적용하기 위해서 지도를 numpy 배열 형태로 변환한다. 이 때, 파이썬의 opencv 모듈을 사용한다. [그림2]의 해상 지도를 [그림3]와 같이 흑백 이미지로 변환한다. 육지는 백색으로, 해상은 흑색으로 표현하여 이동 경로를 찾기 위함이다. 이후, 흑백으로 변환된 사진을 선박이 이동할 수 있는 경로가 1, 그렇지 않은 경로가 0으로 표현되는 numpy 배열로 변환한다. 이 배열이 A\* 알고리즘의 input이 된다.



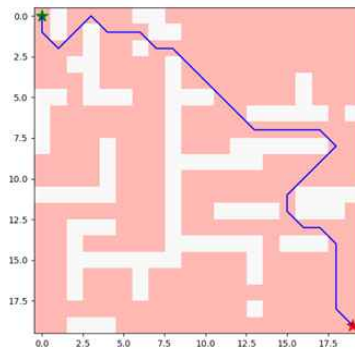
[그림 2] 흑백으로 변환 전



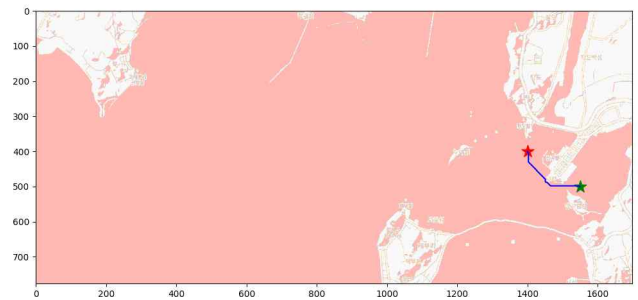
[그림 3] numpy 배열 형태로 변환

#### 3-2. 알고리즘(A\*, 최적정박지추천)

A\* 알고리즘은 최단 경로 알고리즘의 일종이다. 다익스트라 알고리즘을 변형하여, 최적의 경로를 계산하기 위해  $T(\text{출발 지점, 도착 지점}) = T(\text{출발 지점, 현재 지점}) + T(\text{현재 지점, 도착 지점})$ 의 간단한 수식을 최소화하는 방향으로 경로 탐색 과정을 반복한다.[6] 출발 지점과 도착 지점을 지정하고, Grid 형태의 Map에 적용성이 뛰어나 선박이 해양에서 선착장까지의 최단거리를 안내받는 데 유리한 알고리즘이다. OpenCV를 이용하여 도출된 지도와 선박의 현재 위치, 선박에게 안내할 선착장 위치를 A\* 알고리즘에 input으로 넣는다. 그 결과, [그림 5]와 같이 사용자는 선착장까지의 경로를 안내받는다.

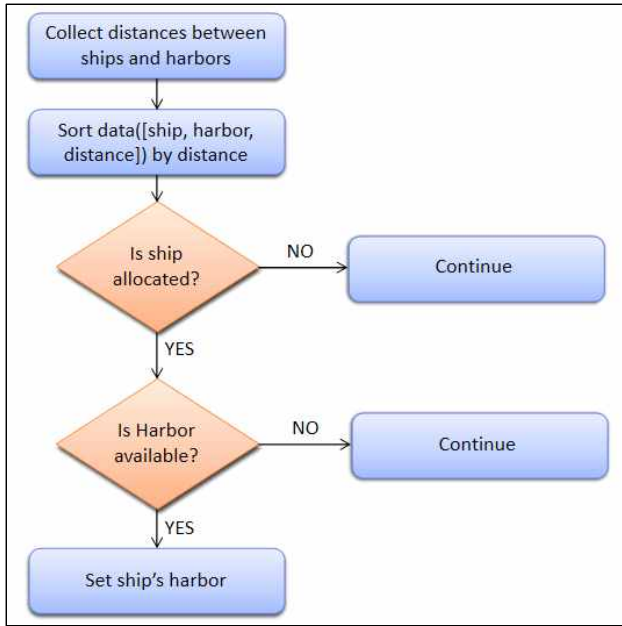


[그림 4] A\* 알고리즘 예제



[그림 5] numpy로 변환된 지도를 활용한 A\*알고리즘

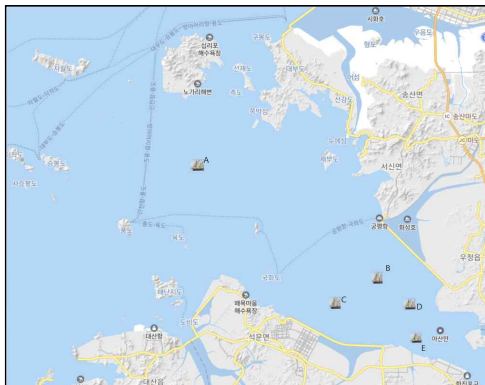
최적 선착장 추천 알고리즘은 [그림 6]과 같은 순서로 설계되어 있다. 각 선박에 최적의 선착장을 배정하기 위하여 HTTP를 요청한 사용자(N)들에 한하여 위치를 수집한 후 주변 선착장들(M)과의 유클리드 거리를 측정하여 데이터set(N\*M)을 만든다. 그리고 데이터들을 거리에 따라 정렬한 뒤, 차례대로 탐색하며 사용자들에게 최적의 선착장을 배정한다. 해당 알고리즘의 시간 복잡도는  $O(n \log n + nm)$ 으로 합리적이다.



[그림 6] 최적 선착장 추천 알고리즘 순서도

### 3-5. 실험 결과

대피가 필요한 선박이 5대, 근처에 정박할 수 있는 항구가 3개 있다고 가정하여 프로그램의 정확도를 확인한다. [그림 7]에서 정박할 수 있는 항구는 궁평항, 한진포구, 대산항이다. 각 선박마다 항구까지의 거리는 [표 1]과 같다.



[그림 7] 실험 화면

[표 1] 항구와 선박 사이의 거리

Table 1. Distance between Harbor and Ship

선박 \ 항구	궁평항	한진포구	대산항
A	12.7km	26.1km	12.5km
B	4.8km	14.1km	25.6km
C	7.3km	15.7km	16.2km
D	7.4km	8.2km	22.0km
E	10.1km	5.0km	22.2km

알고리즘의 성능을 확인하기 위해 극적인 상황을 만든다. 본 실험에서는 궁평항에 선박을 정박할 수 있는 공간이 하나만 남은 것으로 가정한다. 만약 해당 서비스의 도움을 받지 못한다면, 선박들은 유사 시 각자 자신에게 가까운 항구들로 대피하려 할 것이다. 하지만 그렇게 B, C, D가 궁평항으로 향하면, 뒤늦게 온 C, D는 한진포구로 다시 이동을 해야 하는 불상사가 발생한다. 결국 C, D의 이동 거리는 궁평항에서 한진포구까지의 거리가 더해져 [표 2]와 같이 늘어가게 된다. 하지만 본 논문의 알고리즘을 활용할 경우 C, D는 처음부터 한진포구로 이동하기 때문에 대피에 소요되는 시간(어선의 평균 속도: 13 노트)이 월등하게 줄어들게 된다.

[표 2] 알고리즘 사용 전후 비교

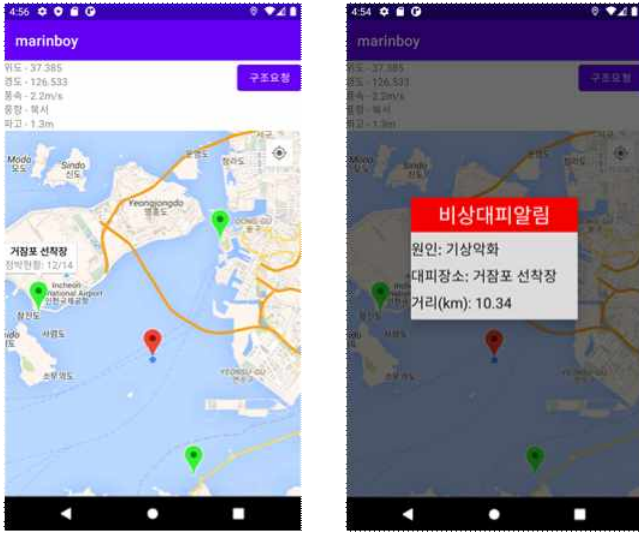
Table 2. Comparison before and after using the algorithm

	본래	본 시스템 사용	거리 단축률(%)	단축되는 시간(분)
C	4.8km + 19.7km = 24.5km	15.7km	35.9	21.23
D	7.4km + 19.7km = 27.1km	8.2km	69.7	45.19

### 3-6. APP 애플리케이션

소형 선박 이용자가 별도의 기기를 설치하지 않고 서비스를 이용할 수 있도록 APP 애플리케이션을 설계하였다. 어업정보와 같은 보안 관리를 위하여 회원가입 후 서비스를 이용할 수 있으며, 사용자는 첫 화면에서 로그인 및 회원가입을 할 수 있다. 이후, Google Map API를 활용하여 사용자와 주변 선착장의 위치와 혼잡도를 파악할 수 있다. 평소 화면에서는 [그림 8]과 같이 앞선 정보들과 기상 정보를 확인할 수 있으며, 이벤트 발생 시 동의를 한 사용자들에 한하여 Azure function을 통하여 위치정보를 수집한 후 최적정박지를 배정한다. 본 APP서비스는

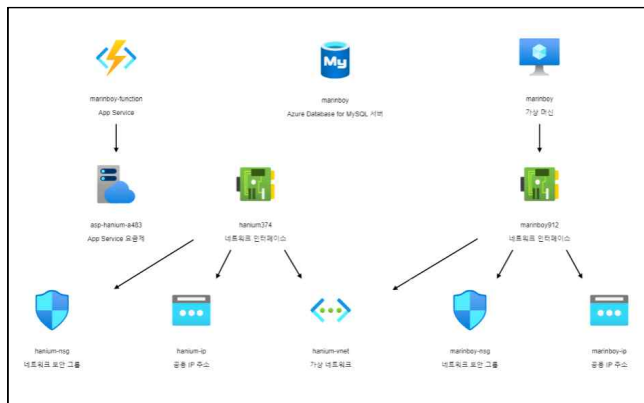
Microsoft Azure에 생성된 'Hanium'리소스 그룹의 IAM과 세부 function의 Authorization\_level을 통하여 사용자의 접근을 제어하고 보안을 관리한다.



[그림 8] 메인 화면(좌) 및 팝업 화면(우)

### 3-7. 서버 및 데이터베이스

[그림 9]과 같이 Microsoft Azure에 생성된 'Hanium'리소스 그룹을 기반으로 가상머신 (Virtual-Machine), 함수앱(Function-App), Azure Database for MySQL 서버의 리소스들을 활용하여 서버를 구성하였다. 이벤트 발생시 Function Trigger를 활용하여 사용자에게 요청을 보내고, 요청을 승인한 사용자는 HTTP를 요청하여 Azure function을 실행한다. 이를 통해 사용자는 데이터베이스에 접근하여 데이터를 입력 및 확인할 수 있다. 한편, 항구와 사용자 위치정보같은 핵심 서버 데이터에 액세스하거나 및 함수를 수정하는 코드는 리소스를 소유한 사용자와 등록된 IP를 사용하는 사용자만 접근할 수 있도록 설정하여 본 서비스의 방화벽을 구현하였다.



[그림 9] Microsoft Azure 'Hanium'리소스 그룹

### 4. 결론

소형 선박은 해상교통관리 시스템인 VTS의 대상에 포함되지 얼마 안되었을뿐더러, 특징적인 불안정성 때문에 관제사에게 큰 부담으로 작용하고 있다.

이러한 배경 속에서 본 논문은 새로운 해결책의 필요성을 지적하며 본 프로그램을 제시한다. 설계한 알고리즘을 통해 유사시 소형선박에게 최적의 선착장을 추천하여 배의 이동거리가 약 52.8% 정도 향상되었음을 실험으로 증명하였다.

다만, 실험 데이터의 양이 부족하다는 점에서 본 실험은 한계가 있다고 볼 수 있다. 하지만, 스마트폰은 누구나 소지하고 있기에 소형선박 사용자들의 접근성을 높이고 안드로이드 APP과 클라우드를 활용하여 추가적인 비용 지출을 줄일 수 있다는 것에 시스템의 가치를 더한다.

아울러, 향후 본 논문을 계기로 소형선박의 해상교통관리에 대한 새로운 관제시스템이 설계되기를 기대한다.

[본 논문은 해양수산부 실무형 해상물류 일자리 지원사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트의 결과물입니다.]

### 참고문헌

- [1] 이의중, 이윤석."해상교통혼잡도와 IWRAP Mk2 기반의 항로 위험도 연관성 분석에 관한 연구."해양환경안전학회지25.5(2019):527-534.
- [2] 이의중, 이윤석, 공인영, 서태호, 최길선, 김진태."TWRAP 기반의 항로 위험도 평가 및 해상교통혼잡도와 연관성에 대한 연구."해양환경안전학회 학술발표대회 논문집.(2018):37-37.
- [3] 이진석, 김주성."충돌위험도 평가 모델을 활용한 소형선박에 대한 선박교통관제사의 위험도 분석."한국항해항만학회지43.4(2019):250-255.
- [4] 박종안 "선박 안전 운항과 교통관제를 위한 모바일 AIS." 한국정보기술학회논문지 13.4 (2015): 132 page
- [5] IMO, "ISM Code & Guide Lines On Implementation", IMO, July 1997.
- [6] 서찬희, 노유정, 미쓰가나 아베베 바에."개선된 A<sup>\*</sup> 알고리즘을 이용한 선박충돌방지."대한기계학회 춘추학술대회.(2020):1262-1263.