

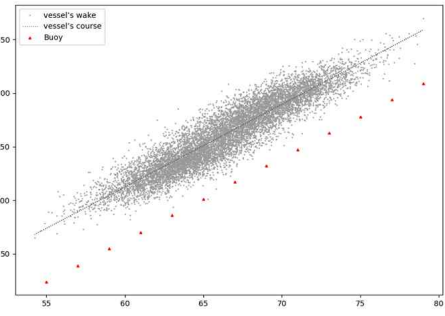
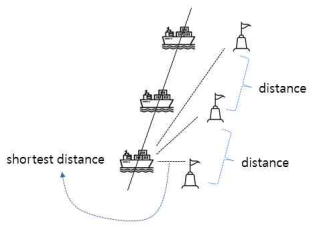
기계학습을 이용한 대표항적선 결정 연구

백인흠* · 박준모** · † 하창승

*목포해양대학교 해상운송학부, **목포해양대학교 항해학부, † 동명대학교 유통물류학부 교수

요약 : 항로표지 배치의 적합성 평가 및 검증에 활용하기 위해 기계학습 (Machine Learning)을 통해 대표항적선을 결정한다. 이 연구에서는 대표항적선과 항로표지와의 최근접 거리를 계산하고 시인가능 거리 및 거리율 등을 통해 항로표지의 배치 적합성을 평가하고 검증한다.

핵심용어 : 기계학습, 대표항적선, 선박의 항적도, 거리율

<p style="text-align: right; font-size: small;">기계학습을 이용한 대표항적선 결정 연구</p> <h3>목적 및 배경</h3> <ul style="list-style-type: none"> 연구 목적 <ul style="list-style-type: none"> 항로표지 배치의 적합성 평가 및 검증에 활용 배경 <ul style="list-style-type: none"> 우리나라는 항로표지 배치의 적합성 평가를 주기적으로 실시 기존의 항로표지의 배치는 전문가의 주관적 경험에 의존 객관적인 항로표지 배치의 평가 및 검증 시스템이 필요 <p>→ 대표항적선 개념 도출</p> <p style="text-align: right; font-size: x-small;">2</p>	<p style="text-align: right; font-size: small;">기계학습을 이용한 대표항적선 결정 연구</p> <h3>목적 및 배경</h3>  <p style="text-align: center;">개념적 대표항적선 및 항적도</p> <p style="text-align: right; font-size: x-small;">3</p>
<p style="text-align: right; font-size: small;">기계학습을 이용한 대표항적선 결정 연구</p> <h3>1. 목표 시스템</h3> <ul style="list-style-type: none"> 기계학습 (Machine Learning)을 통해 대표항적선 결정 대표항적선과 항로표지와의 최근접 거리 계산 최근접 거리와 시인가능 거리로 거리율 계산 거리율과 배치기준을 통해 배치 적합성 검증  <p style="text-align: right; font-size: x-small;">4</p>	<p style="text-align: right; font-size: small;">기계학습을 이용한 대표항적선 결정 연구</p> <h3>2. 주요 개념</h3> <ul style="list-style-type: none"> 선박의 항적도 <ul style="list-style-type: none"> 특정항로에서 선박들의 이동 항적들을 시계열로 표현 X축은 경도, Y축은 위도를 변수로 좌평면상에 특정 시점의 선박 위치를 점으로 표시 주요 개념 : 산점도 → 선박의 항적도 대표항적선 <ul style="list-style-type: none"> 선박 항적도를 지나면서 각 산점에서 제곱오차가 최소가 되는 직선 주요 개념 : 회귀선 → 대표항적선 대표항적선과 부표와의 거리가 부표의 배치의 적합성 평가의 기초 <p style="text-align: right; font-size: x-small;">5</p>

† 교신저자 : 중신회원, hacha@tu.ac.kr
* 정회원, whiterih@mmu.ac.kr

2. 주요 개념

- 항로표지 배치 기준

구분	IALA 규정		국내 규정
배치기준	항로의 평균폭, 항로길이, 항로의 직선 및 굴곡 여부 등을 고려한 항해자에게 도움이 용이성		항로를 이용하는 선박 중에서 최대 톤급 선박기준, 자력으로 처음 입항하는 항해자 입장
설치간격 (수로)	대칭	직선구역 : 평균 항로 폭 3배	안정 항로 시작점 : 눈에 띄는 부표(한쌍) 연속된 2개의 부표 식별 연속된 부표 3해리 이내 항해밀도가 높거나 연속적 부표가 요구되는 곳 : $D < L/2$ 일반적 한전수로 : $D < L$ 대양항로 선박 통항로 : $D < 2L$
	한줄	굴곡구역 : 평균 항로 폭 2.8배	
설치간격 (수로해당)	대칭	그 구역 길이를 최적 분리거리로 나눈 값의 2배	안정 항로
	한줄	그 구역 길이를 최적 분리거리로 나눈 값	
협수로	-		항로폭이 150~600m 이내 : 1~1.5해리

6

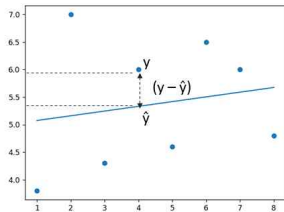
3. 개념 연구

- 대표항적선 결정 방법
 - 선형회귀모델 활용
 - 선형회귀모델은 기계학습 중의 하나
 - 선형회귀 문제를 풀기 위한 알고리즘으로 **경사하강법** 사용
- 경사하강법(gradient descent)
 - **손실함수**가 정의 될 때 손실함수의 값이 **최소**가 되는 지점을 찾는 방법
 - 경사하강법으로 선형회귀의 가중치와 절편을 탐색
 - 탐색 과정은 기울기(변화율)을 조정

7

3. 개념 연구

- 손실함수(loss function)
 - 실측값과 예측값의 차이를 제곱한 수식
 - $SE = (y - \hat{y})^2$ 로 표현
 - 손실함수의 최소값은 함수의 기울기에서 값이 작아지는 쪽으로 이동



8

3. 개념 연구

- 손실함수 (계속)
 - 함수에서 기울기를 구하려면 손실함수를 가중치나 절편에 대해 **편미분**

① 가중치에 대한 미분

$$\frac{\partial SE}{\partial w} = \frac{\partial}{\partial w} (y - \hat{y})^2 = 2(y - \hat{y}) \left(-\frac{\partial}{\partial w} \hat{y} \right) = 2(y - \hat{y})(-x) = -2(y - \hat{y})x$$

($\because \hat{y} = w \cdot x + b$)

$$w = w - \frac{\partial SE}{\partial w} = w + (y - \hat{y})x$$

9

3. 개념 연구

- 손실함수 (계속)
 - ② 절편에 대한 미분

$$\frac{\partial SE}{\partial b} = \frac{\partial}{\partial b} \frac{1}{2} (y - \hat{y})^2 = (y - \hat{y}) \left(-\frac{\partial}{\partial b} \hat{y} \right) = (y - \hat{y})(-1) = -(y - \hat{y})1$$

($\because \hat{y} = w \cdot x + b$)

$$b = b - \frac{\partial SE}{\partial b} = b + (y - \hat{y})$$

10

4. 알고리즘 구현

- 대표항적선 결정 알고리즘
 - 훈련데이터 (x, y) 를 통해 회귀함수의 w 와 b 를 결정
 - 선형회귀 함수는 $\hat{y} = w \cdot x + b$ 로 정의 (y : 실측값 \hat{y} : 예측값)
- ① w 와 b 를 임의의 값으로 초기화
- ② x 를 선택하여 \hat{y} 를 계산하고 y 와 \hat{y} 의 오차를 계산 ($y - \hat{y}$)
- ③ ②에서 구한 오차를 w 와 b 의 변화율에 곱함(변화율에 오차의 정도를 반영)
- ④ \hat{y} 이 y 와 가까워지도록 w 와 b 를 조정
 - 만약 \hat{y} 이 y 보다 커지면 오차는 음수가 되어 w 와 b 가 줄어드는 방향으로 갱신
 - 반대로 \hat{y} 이 y 보다 작으면 오차는 양수가 되며 w 와 b 가 커지도록 갱신

11

4. 알고리즘 구현

- 파이썬으로 구현한 대표항적선 결정 알고리즘

```
w=b=0.1 # w와 b 초기화
for x_i, y_i in zip(x,y):
    y_hat=x_i*w+b # x값 하나를 선택하여 y를 계산
    err=y_i-y_hat # y와 y의 오차 계산
    w_rate=x_i # w 변화율 대입
    w=w+w_rate*err # w 변화율 반영
    b=b+1*err # b 변화율 반영
```

12

4. 알고리즘 구현

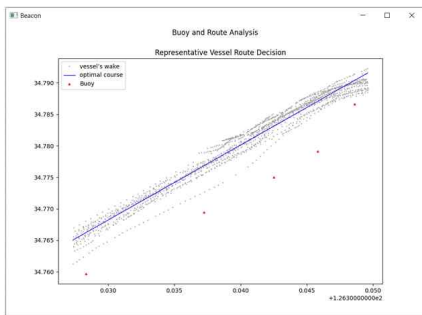
- 대표항적선 결정 알고리즘 (입출력 코드 포함)

```
from sklearn.datasets import load_file
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd
fname = QFileDialog.getOpenFileName(self, 'Open file', '/')
df = pd.read_csv(fname[0])
x = df["longitude"]
y = df["latitude"]
w=b=0.1
for i in range(1, 1000):
    for x_i, y_i in zip(x,y):
        y_hat=x_i*w+b
        w_rate=x_i
        err=y_i-y_hat
        w=w+w_rate*err
        b=b+1*err
plt.scatter(x,y)
pt1=(-0.1,-0.1*w+b)
pt2=(0.15,0.15*w+b)
plt.plot([pt1[0],pt2[0]],[pt1[1],pt2[1]])
plt.xlabel('longitude')
plt.ylabel('latitude')
plt.show()
```

13

5. 항로표지 배치 적합성 실험

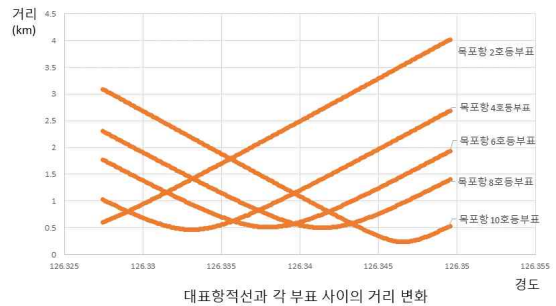
- 목포해양대 인근 해역의 대표항적선 (출항기준)



14

5. 항로표지 배치 적합성 실험

- 목포해양대 인근 해역의 대표항적선과 부표간 거리



15

5. 항로표지 배치 적합성 실험

- 구현한 GUI 시스템을 통한 목포해양대 인근 해역의 실험 (출항기준)

항로번호	항로명	부표번호	부표명	부표/침로간 거리(km)	최단거리(km)	적정여부
1	126.3274 34.7613	1	목포항 2호등부표	1.1520	0.6003	0.1080
2	126.3274 34.7650	2	목포항 4호등부표	0.7836	0.4650	0.0837
3	126.3274 34.7641	3	목포항 6호등부표	0.5544	0.5114	0.0920
4	126.3274 34.7656	4	목포항 8호등부표	0.8717	0.4891	0.0898
5	126.3274 34.7640	5	목포항 10호등부표	nan	0.2348	0.0423

16

5. 항로표지 배치 적합성 실험

- 목포해양대 인근 해역의 실험 결과 (출항기준)

부표이름	부표간거리(km)	부표/침로간 최단거리(km)	거리율	적정여부
목포항 2호 등부표	1.352	0.6003	0.1080	국내규정 적합, 한쪽배치 직선구역 적정거리 초과(IALA 규정), 부표/선박간 거리 적정, 부표2기 식별 가능
목포항 4호 등부표	0.7836	0.4650	0.0837	국내규정 적합, IALA규정 적합, 부표/선박간 거리 적정, 부표2기 식별 가능
목포항 6호 등부표	0.5544	0.5114	0.0920	국내규정 적합, IALA규정 적합, 부표/선박간 거리 적정, 부표2기 식별 가능
목포항 8호 등부표	0.8717	0.4991	0.0898	국내규정 적합, IALA규정 적합, 부표/선박간 거리 적정, 부표2기 식별 가능
목포항 10호 등부표	NaN	0.2348	0.0423	국내규정 적합, IALA규정 적합, 부표/선박간 거리 적정, 부표2기 식별 가능

17