

# Dark Channel Prior 기반 해무 강도 예측 방법에 관한 연구

정태건\* · † 임태호

\*호서대학교 해양IT융합기술연구소 연구교수, † 호서대학교 정보통신공학부 부교수

**요 약** : 본 논문에서는 시정계에 비해서 낮은 가격으로 개발이 가능한 카메라 시스템과 촬영한 사진으로 해무 강도를 측정하는 방안을 제안한다. 항로표지에 부착이 가능하고 360도 촬영이 가능한 카메라 시스템 구현 내용을 설명하고 해무의 강도를 측정하기 위해 안개 모델과 Dark Channel Prior(DCP)를 이용해 해무 강도를 측정하는 알고리즘을 개발하였다.

**핵심용어** : 안전사고 예방, 해무 강도, 영상처리, 항로표지, 카메라 시스템

### 1. 서론

- ❖ 연구 배경
  - 해무에 의한 관측 시야 저하로 해상 사고가 지속적으로 증가 있음
  - 항로표지의 활용 범위 확장에 따른 항로표지 안전 확보도 중요
  - 해무는 시간과 지역에 따라 발생 가능성의 차이가 매우 큼에 따라 예측이 어려움
- ❖ 연구 목표
  - 해상 환경 측정을 위한 360도 측정이 가능한 카메라 시스템 구현
  - 카메라 시스템으로 측정한 사진을 분석하여 해무 강도를 측정 후 시정 정보로 변환




안개 속 선박 운항 중 좌초된 모습(목포 해경)
파손된 항로표지 교체 모습 (인천 지방해양항만청)

### 2. 해상 환경 측정 카메라 시스템 개발 (2)

- ❖ 개발된 카메라 시스템
  - 4개의 카메라로 구성






### 2. 해상 환경 측정 카메라 시스템 개발 (1)

- ❖ 해상 환경을 측정을 위한 카메라 시스템 개발
  - 4개의 카메라로 360도를 모두 측정할 수 있도록 개발
  - 1분간 10초 간격으로 사진 촬영하여 카메라 별로 6장, 총 24장을 5분 간격으로 사진 촬영
  - 촬영된 사진을 카메라 별로 해무 강도 측정에 데이터로 사용
- ❖ 카메라 시스템의 구성
  - 제어 보드 : Nvidia Jetson Nano
  - Quad Camera : Arducam 1MP\*4 Quadrascopic Camera Kit



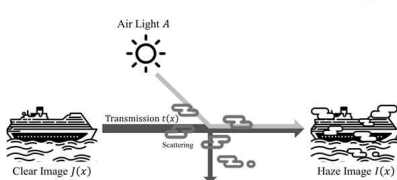
### 3. 해무 수식 모델 (1)

- ❖ 해무 이미지의 수식 모델
  - 4개의 카메라로 구성

$$I(x) = J(x)t(x) + A(1 - t(x))$$

Fog img      카메라에 전달된 clear img      대기의 빛

- $x$  : pixel location
- $J$  : foggy image
- $I$  : defogged image
- $t$  : transmission map,  $t(x) = e^{-\beta d(x)}$
- $A$  : atmospheric light intensity



$J(x)t(x) + A(1 - t(x)) = I(x)$  ( $x$  : pixel location)

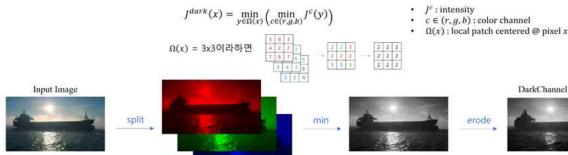
† 교신저자 : 정희원, taehoim@hoseo.edu, 041-540-9642  
\* 정희원, taegoon@hoseo.edu

### 3. 해무 수식 모델 (2)

#### ❖ 해무 수식 모델의 특성

- 해무가 존재하지 않는 픽셀들은 대부분 R,G,B 세 채널 중에서 적어도 한 채널의 명도 값이 매우 낮음(≈ 0) 경향을 가진
- 이러한 경험적 가정에 의한 특징을 **Dark Channel Prior(DCP)** 이라 함

✓ Dark pixel



5

### 5. 해무 강도 측정 알고리즘 보완 알고리즘 (1)

#### ❖ Air Light에 의한 잘못된 측정되는 픽셀을 제거

- 1) Light Source
- 2) White Object
- 3) Cloud, Sea form



8

### 4. Dark Channel Prior 기반 해무 강도 측정(1)

#### ❖ Dark Channel Prior 기반 해무 강도 측정 알고리즘

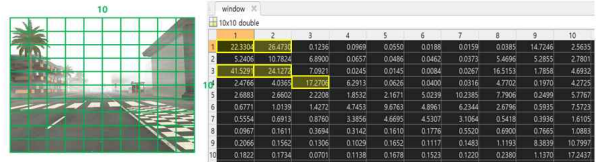
- 1) 일반 카메라로 촬영된 해무 영상에 제안기법을 적용하기 위해 가장 먼저 DCP 연산을 수행
- 2) 각각 R, G, B 채널을 따로 나누고, 세 채널에서 가장 작은 값만을 골라 저장하여 DC 사진으로 변환. 이때 작은 픽셀 값은 영상의 픽셀  $x$  를 중앙으로 하는 로컬 패치 안에서 가장 작은 값을 택하여 DCP 사진으로 변환
- 3) 계산된 DCP 사진을 통해 대기에 산란된 외부 광원의 영향을 계산
- 4) DCP 영상의 픽셀 값 중 가장 높은 상위 0.1% 값의 평균을 대기에 산란된 광원의 빛이라 하는데, 이때 오류를 줄이기 위해 입력 영상을 크게  $10 \times 10$ 으로 나누고 각 영역의 분산을 구해 분산이 큰 상위 5개 영역에서 외부 광원의 값을 구하도록 제한
- 5) 구해진 대기에 산란된 광원의 값과 DCP 사진을 해무 수식 모델에 대입하여 전달 맵 (Transmission map)을 구함

6

### 5. 해무 강도 측정 알고리즘 보완 알고리즘 (2)

#### ❖ Air Light 개선 방안

1. Variance map -> light source제외
  - Input image  $10 \times 10$  block으로 나눔
  - 각 block의 variance/mean 값 구함
  - top 5 block에서만 Air Light를 구함



9

### 4. Dark Channel Prior 기반 해무 강도 측정(2)

#### ❖ Dark Channel Prior 기반 해무 강도 측정 알고리즘

- 6) 영상을 특정 문턱값(Threshold value)을 기준으로 나누어 전체 영상 대비 해무 영향이 없는 영역을 검출하여 해무 강도를 측정
- 7) 모든 값을 구해 사진의 DCP값을 그래프로 그려보면 픽셀값이 특정 값을 기준으로 크게 높아지는 것을 볼 수 있는데, 이를 문턱값으로 정하고 그 값 이하의 픽셀 개수를 통해 해무 강도를 측정
- 8) 해무사진은 픽셀 값이 100 이하인 픽셀은 거의 존재하지 않는 것을 확인



7

### 5. 해무 강도 측정 알고리즘 보완 알고리즘 (3)

#### ❖ Air Light 제거 후 검증

Variance map 적용 전: 광원(태양)을 안개로 인식



Variance map 적용 후: 실제 안개를 인식



10

## 5. 해무 강도 측정 알고리즘 보완 알고리즘 (4)

### ❖ Air Light 개선 방안

- 2. FFT Filter -> white object 제외
  - FFT(Fast Fourier Transform)이용해 spatial -> frequency domain으로 바꿈
  - high frequency(edge영역)만 남겨 Edge mask 생성(edge=1, 아닌부분=0)
  - Erosion으로 edge영역 확장시켜 object 제외시킬 mask 생성
  - Object mask에 걸리지 않으면서 variance map에서 top5 에 든 곳들 중에 AirLight구함



11

## 7. 결론

### ❖ 카메라 영상을 이용한 해무 강도 측정 알고리즘을 제안

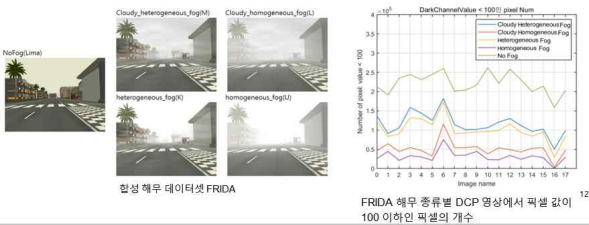
- 항로표지에 설치된 카메라를 통해 해양 영상정보를 입력받고, 취득된 영상정보를 활용해 항로표지 주변의 해상 상황을 관측하여 해무 강도를 파악 가능
- 온습도 및 광학 시정계 센서를 활용하지 않고 카메라의 촬영 사진만으로 해무 강도 파악이 가능함을 확인했으므로, 정확도를 높이는 연구를 진행한다면 해역별 실시간 해무 강도 측정이 가능할 것으로 기대
- 측정 장비 비용을 절감하고, 다양한 해역에 설치가 가능해져 다양한 해역에서 측정이 용이해질 것이며, 관측자가 촬영 영상을 보고 따로 판단을 내리는 과정을 없애기 때문에 실시간 감지가 가능할 것으로 예상

14

## 6. 해무 강도 측정 알고리즘 검증 (1)

### ❖ 합성 해무 데이터 셋을 이용한 검증

- 합성 해무 데이터 셋 FRIDA
  - FRIDA는 인공적으로 만든 깨끗한 도로 영상과 이에 여러 종류의 안개를 합성하여 만든 영상으로 구성된 데이터셋
  - No Fog, Cloudy Heterogeneous Fog, Cloudy Homogeneous Fog, Heterogeneous Fog, Homogeneous Fog를 나타내며 총 5가지 종류

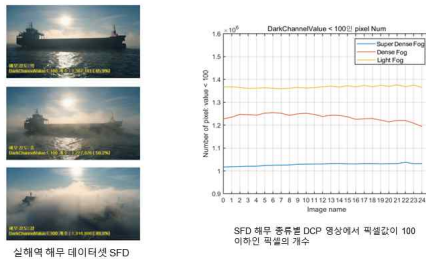


12

## 6. 해무 강도 측정 알고리즘 검증 (2)

### ❖ 실해역 영상 데이터 셋을 이용한 검증

- 실해역 영상 기반 데이터 셋 SFD
  - SFD는 실제 해상에서 촬영하고 있는 선박 주위로 해무가 관측될 때 촬영한 24fps의 동영상상을 캡처하여 데이터 셋으로 구성
  - Light Fog, Dense Fog, Super Dense Fog 3가지 종류로 구성



13