

# 드론을 이용한 등명기 광도측정 방안 연구

이충진\* · 정재훈 · 채정근 · 박종현

\*한국항로표지기술훈

**요 약** : 해상환경에 설치된 유·무인 표지는 관리 목적으로 정기적인 광학검사를 수행한다. 접근하기 용이한 위치에 설치된 표지의 경우 측정장비를 사용하여 검사를 수행할 수 있지만, 접근하기 힘든 해상에 설치된 표지는 측정선을 활용하여 검사를 수행한다. 측정선을 활용한 측정방법은 예산문제와 측정품질에 영향을 줄 수 있기 때문에 변화가 필요한 실정이다. 본 논문에서는 드론을 활용하여 유·무인 표지의 광도를 보다 쉽게 측정할 수 있는 방법을 연구한 내용이다.

**핵심용어** : 항로표지, 등명기, 광도, 드론

## 01 연구배경

측정선(한빛호)를 이용한 유·무인 표지 유효광도 측정

- ❖ 선박 위에서 측정 수행 → 조류 영향에 의한 측정 오차 발생
- ❖ 측정선(한빛호) 운항에 따른 예산 소모 및 안전사고 노출 문제
- ❖ 20년 이상 동일 방식으로 운영중 → 측정방법 개선 필요

- 광도측정방법 현황**
- ❖ 설치 전 사용전 검사
  - ❖ 정기검사(4년주기)
  - ❖ 등명기 분류에 따른 실내·외 측정방법

**등명기 분류**

등명기분류	렌즈의내경	렌즈의높이	광도측정
대형급	750mm이상	1,250mm이상	220m실외측정
중형급	300mm~750mm	433mm~1,250mm	실내·외측정
소형급	300mm미만	433mm미만	25m실내측정

1

## 03 연구목적



❖ 새로운 유·무인 표지 광도 측정으로 현장측정의 효율성을 높여, 비용절감 및 최적의 항로표지 구축 환경 실현

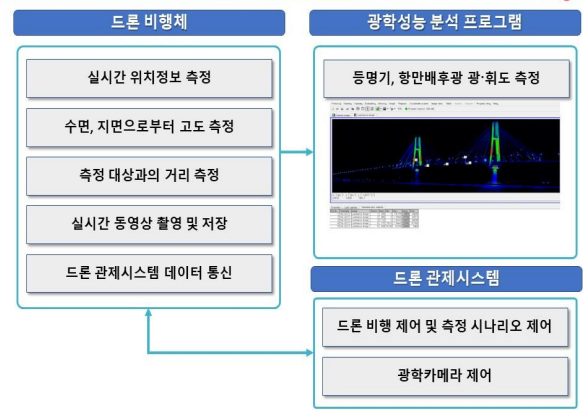
3

## 02 광도 측정방법 현황



2

## 04 드론을 이용한 등명기 광도측정 방법



4

\* 정희원, cjlee@katon.or.kr, 044)850-7634

## 05 드론 비행체 고려 사항

### 해상용 드론의 고려 사항

#### ❖ 해상 환경에서 사용 가능한 드론(장비)

- 드론의 형태, 배터리 및 카메라를 포함한 최대이륙중량에 따른 크기
- 비행속도, 비행거리에 따른 최대비행시간
- 정밀 측정을 위한 광학카메라 사용 시 카메라와 짐벌의 무게 고려
- 비행 조정은 수동 컨트롤러 및 지상관제시스템(GCS)을 선택하여 사용
- 작동온도, 내풍성능 등 환경적 요소 반영
- 드론 비행체의 흔들림 보정 기능

#### ❖ 광도측정에 적합한 카메라 적용

- 유·무인 표지의 광원을 촬영하기 위한 고해상도 및 흔들림 방지기능 적용 카메라 적용
- 휘도, 광도 분석하기 위한 프로세스 처리속도 고려

5

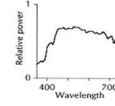
## 07 휘도 분석 방법

### 표준삼자극치 계산식을 활용한 휘도 추출 방법

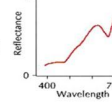
#### 삼자극치

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} =$$

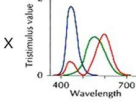
#### 조명의 광원



#### 반사정도



#### 카메라 렌즈 분광특성



$$X = k \int_{380}^{780} S(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot \bar{x}(\lambda) \cdot d\lambda$$

$$Y = k \int_{380}^{780} S(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot \bar{y}(\lambda) \cdot d\lambda$$

$$Z = k \int_{380}^{780} S(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot \bar{z}(\lambda) \cdot d\lambda$$

$$k = \frac{100}{\int_{380}^{780} S(\lambda) \cdot \bar{y}(\lambda) \cdot d\lambda}$$

k: normalizing constant (보정계수)

→ 휘도값

8

## 05 드론 비행체 고려 사항

### 해상용 드론의 고려 사항

#### ❖ 드론의 정확한 위치 추적을 위한 위성측위시스템(GNSS) 기술 활용

- 드론의 현재 비행 위치와 목적지까지의 정확한 이동을 위한 고정밀 측위시스템 기술
- 유·무인 표지 광원 측정 시 필요한 고도(지면 또는 수면으로부터의 높이) 센싱
- GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo 적용

#### ❖ 드론, 조종기, 지상관제시스템의 통신규격 고려

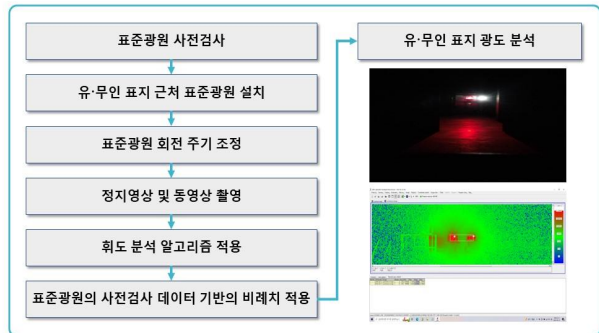
- RF, LTE, 5G 등 통신규격 적용
- 수 Km 이상 통신환경을 보장하는 안테나 및 장착형태

#### ❖ 비행 및 측정 시나리오를 사용한 편리한 드론 조종 시스템 구성

6

## 08 광·휘도 변환 알고리즘

### 휘도 → 광도 변환 알고리즘



9

## 06 드론 관제시스템

### 드론 관제시스템 시나리오

#### ❖ 드론의 비행 시나리오는 지상관제시스템(GCS)에서 제어

#### ❖ 측정 위치 및 이동 경로를 지정하여 측정 시나리오를 구성함

#### ❖ 비행 시 장애물을 인식하여 자동으로 정지기동하거나 고도를 상승시키는 기능

#### ❖ 드론의 현재위치, 목적지까지의 거리, 고도, 비행속도, 통신상태 등 데이터 수집 기능

#### ❖ 측정대상인 등명기를 중심으로 상하·좌우·원 이동 비행 중 데이터 측정 기능

#### ❖ 비행가능 시간, 배터리 잔량 등을 고려한 복귀 시스템

7

## 09 결론

### 드론 기반 유·무인 표지 광도 및 항만 배후광 측정 장비 개발에 연구결과 반영

❖ 드론 기반 유·무인 표지 광도 및 항만 배후광 측정 장비 개발은 3년간 수행되는 연구로써, 1차년도인 올해의 주요 연구테마로 광학성능 현장측정기술 개선을 위한 방안 연구를 진행하고 있다.

❖ 본 논문과 관련하여, 유·무인 표지의 광도 측정 방법과 현행에 대해 조사하였다.

❖ 드론을 이용하여 유·무인 표지의 휘도와 광도를 측정할 수 있는 시스템과 시나리오를 연구했다.

❖ 향후, 본 논문에서 진행된 연구내용을 기반으로 2차년도부터 계획되어진 시제품 제작에 활용될 예정이며, 유·무인 표지의 광도 측정방법과 관련하여 국외 사례를 조사 및 분석할 계획이다.

10

이 논문은 2022년도 해양수산부의 재원으로 "항로표지 연구개발사업"의 지원을 받아 수행된 연구임(B0070121000376).