

해양 광휘도 분석 알고리즘 개발

이충진* · 정재훈** · 채정근** · 박종현**

*,**한국항로표지기술훈

요약 : 해상환경에 설치된 광파표지는 정기적으로 광학특성 검사를 수행하지만, 사람이 접근하기 힘든 지역에 위치한 표지는 측정선을 활용하여 측정한다. 이러한 측정방법은 비용문제, 안전문제, 측정오차 등의 문제가 있어 새로운 측정방법이 필요한 상황이다. 또한, 항만배후광의 영향으로 인한 항로표지 시인성 저하 문제를 분석하기 위해 휘도계 장비를 사용하지만, 환경적 제약으로 정확한 측정과 분석이 어려운 상황이다. 본 논문은 항로표지와 항만배후광의 광휘도 분석을 위한 측정방법과 알고리즘 설계에 관한 내용이다.

핵심용어 : 항로표지, 배후광, 광휘도

01 연구배경

항로표지 광휘도 측정

- ❖ 항로표지는 항해상 위험성이 있는 해역에 해상교통의 지리적 특수성과 연안교통의 혼잡성을 예방하기 위한 목적으로 설치되는 것으로 광파표지, 형상표지, 전파표지, 음파표지, 특수신호표지로 구성
- ❖ 등대, 등부표 등 광파표지로 사용되는 등명기는 관리목적으로 정기 검사를 수행
- ❖ 등명기 크기에 따라 소형급 등명기는 실내(암실) 환경에서 측정이 가능하지만, 중대형급 등명기의 경우에는 실제 측정이 불가능함
- ❖ 접근이 용이한 곳에 위치한 표지(등명기)의 경우 전문 측정장비를 사용하여 측정할 수 있지만, 접근이 어려운 위치에 설치된 표지(등명기)는 측정선을 활용하여 측정함
- ❖ 측정선을 활용한 측정방법은 비용문제, 안전문제, 측정오차에 대한 문제 발생 가능성 있음

1

02 육상분야 사례

빛공해 및 인공조명에 의한 빛공해 방지법

- ❖ 인공조명으로부터 발생하는 과도한 빛 방사 등으로 인한 문제를 방지하는 목적으로 시행되고 있는 방지법
- ❖ 빛방사 허용기준(인공조명에 의한 빛공해 방지법 시행규칙 제6조, 별표1)에 따르면 조명기구의 분류와 시간, 조명환경관리구역의 종류에 따라 최대 휘도 기준을 만족해야함
- ❖ 빛공해 측정 방법은 면휘도계를 사용하며, KS C 1601(조도계) 규격에 적합한 장비를 사용함
- ❖ 장식조명이 혼재한 경우에는 가장 밝은 조명에 대해서만 측정함
- ❖ 측정면(빛공해 유발 조명 위치) 사이의 직선과 수평면(지면) 사이의 각이 45° 이하가 되는 지점에 위치시킨 후 측정해야함
- ❖ 최종 측정된 휘도값에 허용오차에 따른 보정값(0.9)를 곱하여 평가함

3

01 연구배경

항만배후광 측정

- ❖ 항만배후광의 영향으로 광파표지의 등화를 제대로 인식하지 못하는 문제 발생
- ❖ 항만배후광과 광파표지의 영향을 분석하기 위해 면휘도계 장비를 사용하여 분석함
- ❖ 면휘도 측정장비 사용 시 환경적인 제약이 있음



2

03 연구 목적

연구 목적

- ❖ 육상에서 사용하는 면휘도계 장비를 사용하여 측정하는 방법은 사람이 접근하기 어려운 지역에 위치한 조명과 수직선상으로 위치해 있지 않은 조명의 경우에 많은 오차가 발생함
- ❖ 측정 환경 조건을 만족하기 위해 해상에서는 측정선에 면휘도계 장비를 장착하여 측정하였으나, 비용 문제와 파도의 영향으로 인해 측정 오차가 발생할 수 있기 때문에 개선된 측정방법과 분석 알고리즘이 필요함
- ❖ 드론을 활용한 광휘도 측정 방법은 기존 측정 방법의 문제를 개선할 수 있음
- ❖ 디지털 광학카메라를 사용하여 광휘도를 측정 및 분석할 수 있는 알고리즘을 설계하고자 함

4

* 정희원, cjlee@katon.or.kr, +82 44 850 7634

04 광휘도 분석 알고리즘의 필요성

광휘도 분석 알고리즘의 필요성

- ❖ 일반적인 디지털 광학카메라를 활용하여 간단한 영상처리 기법으로 광휘도를 추출하고 분석할 수 있지만, 측정대상, 측정환경, 카메라 종류에 따라 오차가 발생할 수 있음
- ❖ 드론에 부착된 광학카메라로 촬영한 결과물(정지영상 또는 동영상)에서 휘도를 추출해야 하기 때문에, 교정 알고리즘이 필요함
 - 광학측정은 대부분 야간에 측정을 하기때문에 교정 알고리즘이 필수적임
 - 카메라 렌즈에 의한 왜곡 현상을 교정해주는 알고리즘이 필요함
- ❖ 카메라 분광특성에 따라 광휘도 측정오차가 발생할 수 있으므로, 정확한 카메라 분광특성을 고려한 알고리즘 설계가 필요함

5

05 광휘도 분석 알고리즘 설계

Uniformity Calibration, Linearity Calibration

- ❖ Uniformity Calibration: 균일한 광량의 빛이 카메라에 입력되었을때, 영상 센서에서 균일한 응답으로 출력해주기 위한 교정방법
- ❖ Linearity Calibration: 카메라 렌즈에 의한 영상 왜곡이 비선형 특성을 가지고 있는 문제를 교정하는 방법

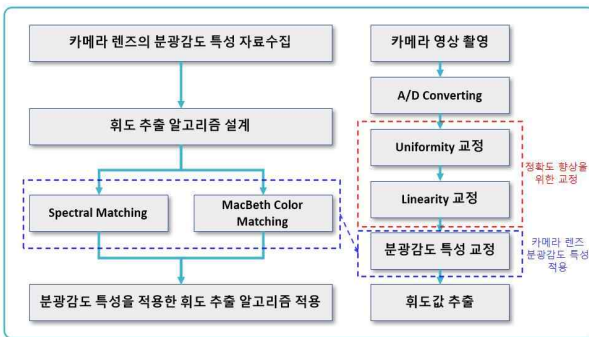
Spectral Matching, Macbeth Color Matching

- ❖ Spectral Matching: Monochromator 측정장비를 활용한 매칭기법
- ❖ Macbeth Color Matching: Macbeth Color Checker Board를 활용한 매칭 기법

8

05 광휘도 분석 알고리즘 설계

광휘도 분석 알고리즘

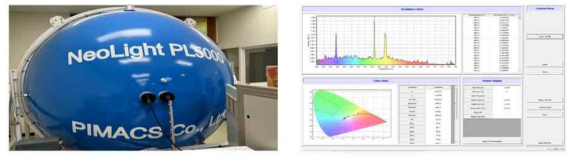


6

05 광휘도 분석 알고리즘 설계

조명 광원의 스펙트럼 특성 측정

- ❖ 표준삼자극치 계산식 변수로 사용할 광원의 스펙트럼 특성 측정
- ❖ 등대에 사용되는 메탈할라이드 램프(Philips MSR700)의 가시대역의 특성 측정
- ❖ 램프 광원의 광속, 색좌표, 색온도 등 분광특성 측정 장비인 적분구 및 s/w를 사용하여 측정



9

05 광휘도 분석 알고리즘 설계

표준삼자극치 계산식을 활용한 휘도 추출 알고리즘

- ❖ 삼자극치: 3색 색표시계에서 시료의 색자극과 등색으로 하기 위하여 필요한 3종류의 원자극의 양을 의미하며, xyz로 표현

삼자극치 = 조명의 광원 $S(\lambda)$ × 반사정도 $R(\lambda)$ × 렌즈 분광특성 $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$

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

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

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

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

k: normalizing constant (보정계수)

7

06 결론

- ❖ 등대, 등부표와 같은 광표지의 광도와 항만배후광의 광휘도를 측정하는 방법을 개선하고자 연구를 진행했다.
- ❖ 타 분야에서 사용하는 휘도 측정 방법과 평가방법을 조사했다.
- ❖ 항만배후광과 광표지의 광휘도를 분석하는 알고리즘을 연구했으며, 알고리즘에 필요한 계산식과 변수로 필요한 조명 광원의 특성, 렌즈의 분광특성을 측정했다.
- ❖ 향후, 본 논문에서 진행된 연구내용을 기반으로 실제 환경에서 측정하여 알고리즘의 성능을 분석할 예정이며, 오차를 줄이기 위한 연구를 계속 진행할 예정이다.

10

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