

생체 모방 복안 센서로 획득한 영상 기반 디블러링 연구

백성규, 임태윤, 조용진, 방혜원, 허석행

LIGNEX원 무인체계연구소.2팀

sungkyu.baik@lignex1.com, taeyoon.lim@lignex1.com,

yongjin.jo@lignex1.com, hyewon.bang@lignex1.com, seokhaeng.heo@lignex1.com

A Study of Image Deblurring Using Biomimetic Compound Eyes Camera

Sung-kyu Baik, Tae-yoon Lim, Yong-jin Jo, Hye-won Bang, Seok-haeng Huh

LIGNEX1 Co., Ltd

요 약

전시 상황 중 건물에 진입하는 과정에서 목숨을 잃는 문제가 발생하여 해당 감시정찰용 기기에 사용할 수 있는 복안 렌즈를 개발했다. 180°의 넓은 화각을 가지고 있는 복안 렌즈를 기반으로 진입 장소 내 구조 및 환경을 쉽게 확인할 수 있을 것으로 기대했으나, 출력 영상 내 blur와 실 환경에서 외부 요인으로 인해 발생하는 blur 때문에 사용하기 어려운 문제가 확인되었다. 본 논문에서는 복안 센서로 획득한 영상 기반 Deblurring 연구를 진행했다. 입력 영상에 Gaussian Blur를 적용한 다음 마스크 필터 또는 CNN 기반의 모델을 사용하여 Deblurring을 진행하는 연구와 랜덤 형태의 blur kernel을 생성하고 영상에 적용하여 영상 내 blur를 생성한 다음 CNN 기반의 모델을 사용하여 Deblurring을 진행하는 연구를 통해 복안 센서 기반 Deblurring 결과 영상을 획득했으며 blur가 적용된 영상과 Deblurring 결과 영상을 비교하여 영상 개선 정도를 확인했다.

I. 서 론

도심 내 전시 상황 중, 안전 확보가 필요한 건물 안으로 진입하는 과정에서 확인되지 않은 내부의 적으로 인해 목숨을 잃는 사고가 발생했다. 목숨과 직결되는 문제인 만큼 진입 장소 내의 구조 및 환경, 위험 요소의 위치 및 상태는 중요한 정보이다. 해당 정보의 수집을 목적으로 감시정찰용 기기에 사용할 수 있는 복안 렌즈를 개발했다. [1] 복안 렌즈는 넓은 시야로 주변을 확인하는 곤충의 눈을 모방해 개발했으며 180°의 넓은 화각을 지닌다는 특징을 가지고 있다. 그림 1과 같이 복안 렌즈는 여러 개의 렌즈로 구성되어 있으며, 복안 렌즈는 그림 2와 같이 렌즈별 영상을 획득한다. 획득한 영상들을 정합하여 하나의 영상으로 출력한다. 정합 과정으로 인해 영상이 중심부에 원형으로 표현되며, 나머지는 검은색으로 채워지는 형태로 결과 영상이 제작된다.

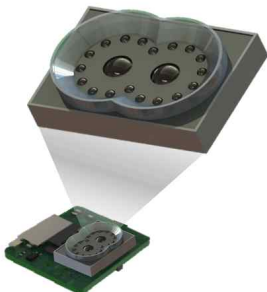


그림 1. 복안 렌즈 구조 예시

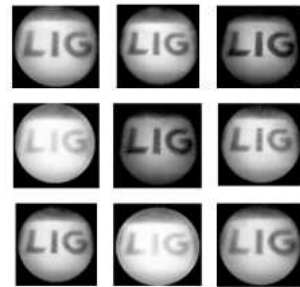


그림 2. 복안 렌즈 출력 예시

해당 과정을 통해 복안 센서로 획득한 영상이 blur로 인해 낮은 화질로 출력되는 문제를 확인했으며 본 논문에서는 해당 문제 및 더 강한 blur가 적용된 경우의 해결을 위해 입력 영상 내 blur의 형태인 blur kernel을 파악하고 제거하는 기법인 Deblurring을 사용하여 복안 센서를 통해 획득한 영상을 개선하는 연구 및 실험을 진행했으며 blur를 적용한 영상과 결과 영상을 비교하여 영상 개선 정도를 확인했다.

II. 본론

본 논문에서는 복안 센서를 통해 획득한 영상을 기반으로 Deblurring을 구현하는 연구를 진행했으며 마스크 필터를 사용하여 딥러닝을 사용하지 않는 방안과 CNN 기반의 MIMO-UNet [2]을 사용하는 방안을 통해 개선 정도를 확인했다. 딥러닝을 사용하

지 않는 방안으로는 Gaussian Blur를 적용하고 마스크 필터를 사용하여 blur를 제거하는 연구를 진행했으며 딥러닝을 사용하는 방안으로는 Gaussian Blur를 적용하고 MIMO-UNet을 사용하는 연구와 랜덤한 blur kernel을 생성하고 입력 영상에 적용한 다음 MIMO-UNet을 사용하는 연구를 진행했다.

2.1 Gaussian Blur + 마스크 필터

해당 연구는 blur를 포함하고 있는 영상에 Gaussian Blur를 적용한 다음 마스크 필터를 사용하여 영상을 개선하는 연구로 Gaussian Blur를 제거하는 과정에서 원 영상에 존재하던 blur가 같이 제거되는 이론을 기반으로 진행했다. Gaussian Blur 크기, 마스크 필터의 종류와 마스크를 구성하는 픽셀값에 따라 영상 개선의 정도가 변하며 Gaussian Blur 크기와 마스크 필터를 구성하는 픽셀값을 변경하며 연구를 진행했다. 다양한 조건을 바탕으로 blur를 적용한 영상과 Deblurring 결과 영상을 비교하여 영상 개선 정도를 확인했다.



(a) Gaussian Blur 적용 영상 (b) Deblurring 결과 영상
그림 3. 'Gaussian Blur + 마스크 필터' 연구 관련 영상 비교

그림 3에서 확인할 수 있는 입력 영상에 Gaussian Blur를 적용한 영상과 Deblurring을 진행한 영상을 비교한 결과, 차이점을 찾기 어려울 정도로 개선이 되지 않았음을 확인했다. Gaussian Blur 크기, 마스크 필터의 종류 및 구성 값을 변경하며 실험을 진행했음에도 해당 문제가 해결되지 않는 것을 바탕으로 원인을 분석한 결과, 마스크 필터만을 사용하는 방식의 한계라고 판단해 딥러닝을 통해 blur kernel을 학습한 MIMO-UNet 모델에 Gaussian Blur를 적용한 영상을 입력하여 Deblurring 기반 영상 개선 정도를 확인하는 연구를 진행했다.

2.2 Gaussian Blur + MIMO-UNet

복안 센서를 사용하여 획득한 영상은 중심부에 원형으로 위치하며, 나머지 부분은 검은색으로 채워져 있다. 이에 따라 입력 영상의 주요 정보를 추출하는 데 전체 영상을 확인하는 Transformer 방식보다는 입력 영상의 일부분만을 활용하는 CNN 방식이 더 유용하다고 판단했으며 CNN 방식 중에 간단한 구조로 되어 있어서 모델 추가 및 변형이 쉽고 학습 속도가 빠르다는 장점을 가지고 있는 MIMO-UNet을 사용하여 연구를 진행했다.



(a) Gaussian Blur 적용 영상 (b) Deblurring 결과 영상
그림 4. 'Gaussian Blur + MIMO-UNet' 연구 관련 영상 비교

그림 4에서 확인할 수 있는 입력 영상에 Gaussian Blur를 적용한 영상과 MIMO-UNet으로 Deblurring을 진행한 영상을 비교한 결과, 영상 내 객체 간의 경계선이 뚜렷해지는 것을 이외에는 마스크 필터를 기반으로 Deblurring을 진행한 연구와의 큰 차이점을 확인할 수 없었다. 복안 센서를 실 환경에서 사용한다면 Gaussian Blur를 적용한 영상보다 더 심한 blur가 발생하여 영상 내 객체의 종류 확인이 어려울 것으로 예상된다. 따라서 랜덤 생성한 blur kernel을 입력 영상에 적용하고 MIMO-UNet을 사용하여 Deblurring을 진행한 경우의 영상 개선 정도를 확인하기 위해 연구를 진행했다.

2.3 랜덤 blur kernel + MIMO-UNet

실 환경에서 획득한 영상을 Deblurring으로 개선한다는 가정하에 진행한 연구로 랜덤한 형태의 blur kernel을 생성하는 python 코드를 제작했으며 그림 5와 같이 랜덤 blur kernel을 생성한다.

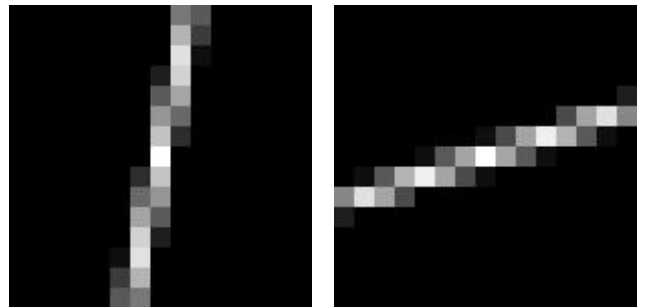
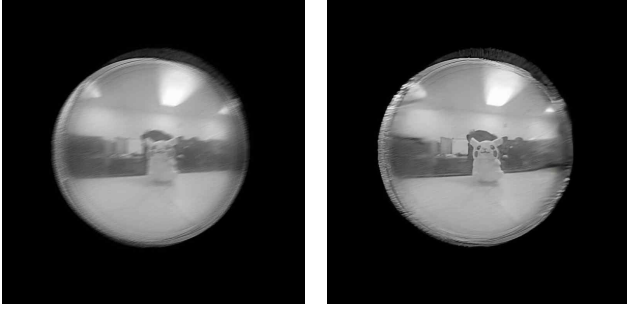


그림 5. 랜덤하게 생성한 blur kernel 예시

생성한 랜덤 blur kernel은 컨볼루션(Convolution)을 사용하여 blur가 적용된 영상과 원 영상 간의 연관성을 보여주는 수식 (1)을 기반으로 입력 영상에 랜덤 blur kernel을 적용한 다음에 MIMO-UNet을 사용하여 Deblurring 기반 영상 개선 정도를 확인했다.

$$I_b = I_o \cdot k + n \quad (1)$$

Blur가 적용된 영상(I_b)는 원 영상(I_o)을 blur kernel(k)와 컨볼루션 연산($\cdot$)하고 추가 잡음(n)을 더하는 형태이며, 해당 연구에서는 추가 잡음을 0으로 가정하고 실험을 진행했습니다.



(a) 랜덤 blur kernel 적용 영상 (b) Deblurring 결과 영상

그림 6. '랜덤 blur kernel + MIMO-UNet' 연구 관련 영상 비교

그림 5에서 확인할 수 있는 입력 영상에 랜덤 생성한 blur kernel 을 적용한 영상과 MIMO-UNet을 통해 Deblurring을 진행하여 출력된 결과 영상을 비교한 결과, 영상 내 객체 구별 가능, 경계선의 뚜렷함 등을 통해 영상이 개선되었음을 확인할 수 있었다. 하지만 결과 영상의 중앙이 개선되었음에 따라 결과 영상 외곽에 존재하던 잡음이 뚜렷해지는 문제가 발견되어 추가적인 연구를 통해 개선이 필요함을 확인했다.

III. 결론

본 논문에서는 넓은 시야각을 통해 특정 지역 내 위협을 빠르게 확인할 수 있는 복안 센서를 사용하여 획득한 영상이 blur로 인해 낮은 화질로 출력되는 문제를 해결하기 위해 마스크 필터 및 CNN 기반의 모델인 MIMO-UNet을 사용한 연구와 연구를 통해 획득한 영상들의 비교를 통해 Deblurring 기반 영상 개선 정도를 확인할 수 있었다. 해당 연구를 통해 복안 센서가 실 환경에서의 사용 가능성을 확인할 수 있었으며 비교 결과를 기반으로 향후 복안 센서가 다양한 환경에서 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2024년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방기술진흥연구소의 지원을 받아 수행된 연구임(KRIT-CT-21-032)

참 고 문 헌

- [1] 이우석; 이강수; 이호철. 곤충 눈 모사 설계 위한 가시화 기법의 적용 방법 연구. 한국생산제조학회 학술발표대회 논문집, 2015, 275-275.
- [2] Sung-Jin Cho. and Seo-Won Ji. "Rethinking Coarse-to-Fine Approach in Single Image Deblurring", ICCV 2021.
- [3] Syed Waqas Zamir, Aditya Arora, 'Restormer: Efficient Transformer for High-Resolution Image Restoration', CVPR 2022.