

국내수중환경을고려한GAN기반의이미지향상기술과색상보정모듈

권현섭, 김호연, 안서희, 이창엽, 서영주, 김동주, 황도경*

*포항공과대학교 인공지능연구원

kert06@postech.ac.kr, ghdu566@postech.ac.kr, seohee6544@postech.ac.kr, lcy8417@postech.ac.kr, yj_suh@postech.ac.kr, kkb0320@postech.ac.kr *dokyung@postech.ac.kr

Image Enhancement based GAN for Domestic Underwater Environments and Color Correction Module

Hyeon Seob Kwon, Ho Yeon Kim, Seo Hee Ahn, Chang Yeob Lee, Young Joo Suh, Dong

Ju Kim, Do Kyung Hwang*

*POSTECH Institute Artificial Intelligence.

요약

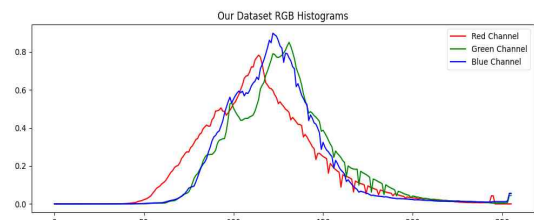
본 논문에서는 국내 수중환경에서 이미지 품질을 향상을 목표로 GAN 기반의 이미지 향상 기술과 색상보정 모듈을 제안한다. 원격조종 잠수 탐사 로봇을 활용하여 해양환경에서 작업 및 탐사를 진행할 때 수중에서의 안개와 색상 왜곡으로 인해 시야 확보가 어려우며, 기존의 수중 이미지 개선 기술은 국내 수중환경의 특성으로 인해 제한된 성능을 나타냈다. 제안된 방법은 국내 수중환경에서 수집한 이미지와 기존 데이터 세트와의 이미지 분석을 기반으로 Retinex 이론을 활용한 HSV 채널에서의 색상 및 선명도 보정 모듈과 미세 입자로 인한 안개를 제거하고, 대규모의 수중 이미지 데이터 부족 문제를 해결하기 위해 지식 적응 네트워크와 안개 제거 네트워크로 이뤄진 Two-branch 구조의 GAN으로 구성되어 있다. 실험 결과 국내 수중환경에서 기존의 방법보다 PSNR SSIM 및 UIQM에서 개선된 성능을 나타냈으며 기존 데이터 세트에서도 준수한 성능을 나타내었다. 논문에서는 다양한 수중환경에 대한 이미지 향상 기술의 일반화를 위해 연구, 개발 및 데이터 수집의 필요성을 제시한다.

I. 서론

원격조종 수중 로봇(ROV: Remotely operated underwater vehicle)는 해양환경 조사, 해저 탐사, 해양 쓰레기 수거와 같이 사람이 수행하기 어려운 작업 및 위험한 환경에서 대신 활용되고 있으며, 이에 따라 수중 환경에서의 시야 확보를 위한 이미지 개선 기술의 연구가 활발히 이뤄지고 있다 [1,2]. 수중환경에서는 그림 1과 같이 수중에 부유하는 미세 입자가 빛의 산란을 발생시켜 안개와 같은 현상을 일으켜 수중환경에서 시야를 확보하는 데 어려움이 있다. 또한, 수중에서는 빛의 특성에 따라 색상 왜곡이 발생하는데, 수중에서는 깊이에 따라 특정 색상의 빛을 흡수하여 빨간색 성분이 상대적으로 감소하고, 녹색과 파란색 성분이 강조되어 나타난다. 이러한 물리적 특성으로 인해 수중 로봇의 작업 및 탐사를 어렵게 하며, 획득한 수중 이미지의 정보를 정확하게 해석하는 데 어려움이 있다 [3]. 이를 해결하기 위해 물리적, 비물리적 및 딥러닝 기반의 다양한 연구가 여러 방법의 연구가 선행되었다 [4-5]. 그러나 수중환경의 경우 물의 투명도, 지리적 위치 등 다양한 원인에 따라 이미지 품질 자체가 달라질 수 있어, 일반적인 이미지 향상 기술을 적용하기 어렵고 복잡한 환경이다. 주된 선행연구들에서는 공개된 대표적인 데이터 세트인 UIEB(Underwater Image Enhancement Benchmark Dataset)[6], EUVP(Enhancement Underwater Visual Perception)를 활용하여 연구가 진행되었다[7]. 그러나 그림 2와 같이 실제 국내 수중환경에서 수집한 이미지와 UIEB, EUVP 데이터 세트는 미세 입자로 인한 안개 현상 및 색상 왜곡의 강도의 차이로 인해 국내 수중환경에서 기존의 이미지 향상 기술들을 적용하기 어려운 점이 있다.

II. 본론

본 논문에서는 국내 수중환경에서 활용할 수 있는 GAN(Generative Adversarial Network) 기반의 수중 이미지 향상 기술을 제안한다. 제안된 이미지 보정 모듈은 Retinex 알고리즘을 기반으로 국내 수중환경에서 수집한 이미지 세트와 기존의 UIEB 및 EUVP 데이터 세트를 비교 분석한 결과를 바탕으로 국내 수중환경을 고려하여 설계되었다. 그림 1과 같이 국내 수중환경에서 수집한 이미지 세트와 UIEB 및 EUVP 데이터 세트의 RGB 채널 분석 결과를 비교한다. 기존 데이터 세트들에서는 R값이 뚜렷하게 감소하는 것을 확인할 수 있었고, 수집한 이미지 세트는 R값이 감소되었지만 비교적 RGB 채널의 균형을 이루고 있었다. 하지만, RGB 채널이 아닌 HSV 채널로 분석하였을 때, 그림 2와 같이 채도 (Saturation) 이 기존 데이터 세트 보다 저하된 것을 확인할 수 있다. 이는 국내 수중환경에서 수집한 이미지가 수중환경의 특성 때문에 발생한 현상으로 해석된다. 국내 수중환경은 기존 데이터 세트의 수중환경보다 상대적으로 깊지 않고 미세 부유 물질이 많아서 색상 왜곡 현상은 약하지만, 안개 현상이 강하고 선명도가 저하되는 경향이 있다.



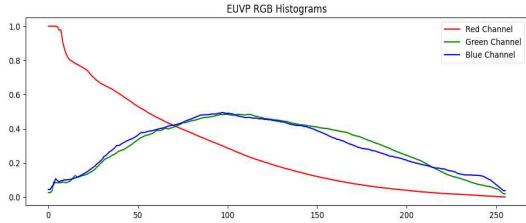


그림 1. 각 데이터 세트의 RGB 채널 비교
Fig.3. RGB Channel Comparison for each datasets

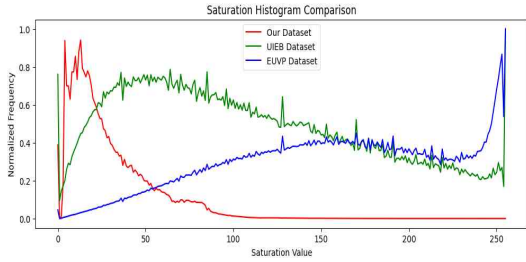


그림 2. 각 데이터 셋트의 채도 비교
Fig 2. Compare saturation of each dataset

그림 2에서 확인할 수 있듯이 국내 수중환경에서 수집된 이미지와 수중 이미지 개선을 위한 공공 데이터 셋의 색 채널의 분포는 확실히 다를 수 있다. 이를 기반으로 국내 수중환경에 초점을 맞춘 Two-branch GAN 기반의 수중 이미지 향상 기술을 제안한다. Two-branch는 생성자(Generator) 네트워크에서 서로 다른 네트워크인 이미지 향상 네트워크와 지식 적용 네트워크를 활용하여 이미지를 생성한다. 제안한 모델은 이미지 품질 개선을 목표로 하여, Batch Normalization을 제외한 구조로 이미지를 생성한다. 네트워크가 밝기와 색상을 안정화하는 데 사용되지 않기 때문에 이미지 특성을 고려한 개선을 집중적으로 학습할 수 있다. 이미지 개선 네트워크의 출력과 지식 적용 네트워크의 출력과 7x7 convolution layer를 통해 합성하고 이후 이미지 보정 모듈을 통해 Batch Normalization 대신 안정성과 선명도를 보완한다.

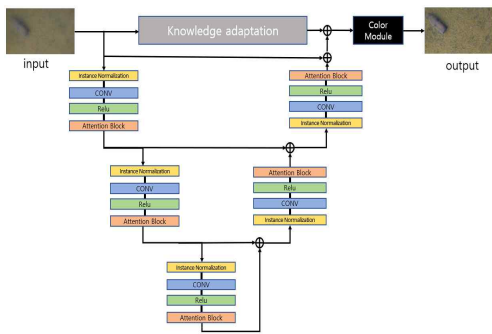


그림 3 제안된 모델의 구조
Fig.3. The proposed model architecture

수집한 데이터와 UIEB 및 EUVP 데이터 세트를 기반으로 기존의 수중 이미지 향상 기술과 제안한 모델을 비교 분석한다. 수집한 데이터는 총 62장의 pair 데이터셋으로 구성되어 있으며, 여러 데이터 증강 기법[22-24]을 활용하여 학습을 진행하였다. 평가 방법은 UDCP, UWCNN, Water-Net, FUnIE-GAN 및 제안하는 모델을 이미지 평가지표인

PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio), SSIM(Structural Similarity Index) 및 UIQM(Underwater Image Quality Measures)을 활용하여 비교한다 [25]. UIQM은 수중 이미지를 평가하기 위한 지표로 이미지의 대비, 선명도, 색조 등을 바탕으로 수치화한 지표로 높을수록 성능이 우수하다.

표 1 수집한 데이터 세트 모델 별 평가 수치

Table 3. Metric scores for the collect dataset by model.

	SSIM ↑	PSNR ↑	UIQM ↑
UDCP	0.5535	11.4918	2.2563
UWCNN	0.5520	11.6468	3.0086
Water-Net	0.8182	18.8687	3.0350
FUnIE-GAN	0.7692	18.6190	3.0374
Ours	0.8990	22.3993	3.2618

III. 결론

본 논문에서는 국내 수중환경에서 사용할 수 있는 GAN 기반의 수중 이미지 향상 기술을 제안하였다. 국내 수중환경이 공개된 기존 수중 이미지 데이터 세트와의 차이점을 분석하였으며, 기존의 기술들은 공개 데이터 세트인 UIEB 및 EUVP를 바탕으로 국내 환경보다 색상 왜곡이 강하고, 빛의 산란이 적은 환경을 고려하여 설계되었다. 이를 해결하기 위해 빛의 산란으로 인한 안개를 효과적으로 제거할 수 있는 네트워크와 색상 왜곡 및 선명도를 보정 할 수 있는 모듈을 구성해 국내 환경에서 개선된 성능을 나타냈다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2023년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. 2022R1A6A1A03052954)

참 고 문 헌

- [1] Min, Won-Gi, et al, "Observation on the Seabed around Simheungteak Seamount near Dokdo and using Mini-ROV," The Sea:Journal of the Korean Society of Oceanography, vol. 24, no. 1, pp. 18-29, 2019.
- [2] Chengxuan Song and Zhongyoung Zhao, "'ROVER'-Low-Cost ROV for Innovative Ocean Education and Discovery," 2020 International Conference on Computers, Information Processing and Advanced Education (CIPAE), 2020.
- [3] Marc Schroeder, Hans Barth, and Rainer Reuter, "Effect of inelastic scattering on underwater daylight in the ocean: model evaluation, validation, and first results," Appl.Opt, vol. 42, issue 21, pp. 4244-4260, 2003.
- [4] C. Cai, Y. Zhang and T. Liu, "Underwater Image Processing System for Image Enhancement and Restoration," 2019 IEEE 11th International Conference on Communication Software and Networks, pp. 381-387, 2019.
- [5] K. H. Sanila, A. A. Balakrishnan and M. H. Supriya, "Underwater Image Enhancement Using White Balance, USM and CLHE," 2019 International Symposium on Ocean Technology, pp. 106-116, 2019.