

MOPREM: Moiré Pattern Removal for Mobile, Texts/Diagrams on Single-colored Background

Gilho Roh *

rkhoassa@snu.ac.kr

Jiwon Lee *

lgm0905@snu.ac.kr

Dongseok Choi *

adizer0@snu.ac.kr

Sangjun Son *

lucetre@snu.ac.kr

Abstract

본 제안서는 스마트폰으로 촬영한 다양한 글자와 도식들이 담긴 단색 배경의 화면 사진에 대하여 모아레 패턴을 효과적으로 제거하는 이미지 처리 기법에 관한 연구를 제안한다. 기존 연구에서는 다양한 인공지능 기반의 방식과 이미지 처리 기반의 방식으로 모아레 패턴을 제거하였으며 각기 다른 한계점을 보인다. 우리는 모바일 카메라를 이용하여 촬영한 화면 사진에 대하여 기존 연구에서 나타난 모아레 패턴의 다양성에 대한 한계에 대응하면서 개선된 성능을 보여주는 이미지 처리 기반의 새로운 방식을 제안한다. 이후 평가 단계에서는 이미지 유사성 지표를 통해 성능을 평가하여 유효성을 검증하고자 한다.

1. Introduction

방송통신위원회의 코로나 19 발생 이후 지능정보서비스 이용 시간과 빈도에 관한 2020년 통계에 따르면, 코로나 19의 확산으로 인해 언택트 방식의 서비스가 확대됨에 따라 모니터와 마주하는 시간이 증가하고 있다. 스마트폰 보급의 확대에 따라, 일상적 생활과 소통이 모바일 환경에서 상당 부분 발생한다는 점에서 이러한 증가 추세에 따라 모니터 화면을 사진으로 기록해야 하는 상황이 자주 발생한다.

스마트폰의 카메라를 이용해 모니터 화면 촬영 시, 우리는 높은 확률로 모아레 패턴을 마주치게 된다. 이러한 모아레 패턴은 이미지 정보의 왜곡과 시각적 불편함을 야기한다. 이에 따라 피사체와 모아레 패턴의 다형성에 대응하여 인공지능 중심의 처리 연구가 활발하게 진행되고 있다. 하지만, (1) 많은 시간이 소요되는 학습의 요구와 동시에 (2) 학습을 통해 도출된 패턴 처리 모델의 학습되지 않은 특징점을 갖는 예외 데이터에 대한 한계점을 확인하였다. 이에 반해, 전통적 이미지 처리 방식은 모아레 패턴의 근본적인 원인에 대한 접근과 처리에 집중함으로써 다양한 모아레 패턴에 대한 안정적인 성능을 기대할 수 있다. 또한, 전통적 이미지 처리 방식을 통해 고사양의 하드웨어 환경과 많은 시간을 요구하는 학습 과정이 필요하지 않고, 더 폭넓은 환경에서 사용할 수 있어 높은 실용성을 가질 것으로 기대된다. 따라서, 언택트 서비스 이용 시 마주하는 다양한 글자 및 도식들이 담긴 화면 사진 속 발생하는 다양한 모아레 패턴을 접근성과 안정성을 가진 이미지 처리를 통해 일상 생활에 편리함을 가져다줄 것으로 예상된다.

우리가 제안하는 방법은 스마트폰으로 모니터를 찍은 사진에서의 모아레 패턴의 제거이다. 특히, 배경 이미지를 단색 배경으로 제한시켰고, 텍스트와 도식이 포함된 모니터 화면에서의 모아레 패턴의 제거에 집중하기로 하였다.

2. Related Works

2.1. Conventional method

모아레 패턴의 제거는 크게 촬영 시점을 기준으로 전처리와 후처리로 분류되는데 카메라에 필터 혹은 렌즈를 통해 패턴을 제거하는 전처리는 다양한 상황에 대처할 수 없으며 문제가 없는 사진에도 적용되어 오히려 더 흐릿하게 보일 수 있는 문제가 있다. 그러므로 후처리를 주로 사용하며, 이에 가장 간단한 방법은 LLF와 같은 노이즈 필터를 적용하여 Smoothing을 해주는 방법이다 [6]. Hazavei는 Median를 비롯한 다양한 필터를 이용하여 모아레 패턴의 제거와 성능을 비교하였다 [1].

이후 스펙트럼 주파수 영역을 이용하여 패턴의 제거에 대한 연구가 등장하였고, Sidorov는 스펙트럼 영역의 분석을 통하여 모아레 패턴의 감지와 제거를 수행하였다 [7]. 단일 Layer에서의 처리가 아닌, 이미지를 여러 계층으로 나누어 해결하고 합쳐서 모아레 패턴을 제거하는 연구가 많이 이루어졌으며, Lui는 이미지 주파수의 DCT 영역을 이용하여 문제를 해결 하는 모델을 제시하였고 Yang은 스펙트럼 신호를 분리하여 가이트 필터링을 통해 이미지의 패턴을 제거하는 모델을 제시했다 [3, 9]. 이미지를 RGB 및 휘도 영역 등의 계층으로 분리하여 각각의 계층에서의 문제 해결을 통해 모아레 패턴을 제거하는 모델을 제시하였다 [10].

고전적인 방법들의 공통적인 한계는 (1) 특정 패턴의 제거에 집중하기 때문에 다양한 상황의 패턴을 제대로 제거하지 못하거나 (2) 정상적인 영역의 사진을 흐릿하게 하며 모아레 패턴과 유사한 모양 역시 억제해버리는 것이다.

2.2. Deep learning-based method

Section 2.1에서는 고전적 이미지 처리를 통한 모아레 패턴 제거 방법을 소개했다. 모아레 패턴은 방향, 주기, 색상까지도 다르게 나타나기 때문에 기존의 방법으로는 해결이 되지 않는 경우가 매우 많다. 따라서, 이를 해결하기 위한 해법이 필요하며 비전 분야의 딥러닝의 적용은 모아레 패턴 제거에 새로운 방향을 제시했다. 매년 Challenge on Image Demoiréing [11]가 개최된다는 점에서도 모아레 패턴의 제거를 위해 많은 모델이 제안되었으며 연구 또한 활발히 이루어졌음을 알 수 있다.

모바일 카메라로 찍은 사진에 대한 딥러닝을 사용한 모아레 패턴 제거에서 가장 좋은 성능을 나타내는 모델은 MopNet이다. 모아레 패턴의 특성을 분석하여 네트워크를 3개의 큰 모듈로 구성하고, 일반적인 모아레 패턴 제거를 위해 모듈에 Attribute-aware classifier를 추가함으로써 기존 연구에서 제대로 제거하지 못했던 Low frequency, Curve, Multi-color 모아레 패턴의 제거를 성공적으로 수행하였다 [2]. 하지만, Figure 1에서, 위의 한 쌍의 사진은 Multi-color 모아레 패턴이고, 아래 사진들은 Single-color 모아레 패턴을 나타낸다. 아래 2개의 사진이 우리가 모아레 패턴을 제거하고자 하는 사진인데, 이러한 패턴은 처리하지 못하는 모습을 보였다. 더불어, 복잡하고 균일하지 않은 텍스트 이미지에 대해서는 경계를 찾아내지 못하여 모아레 패

*Seoul National University, Computer Vision, Team PIP, 2021

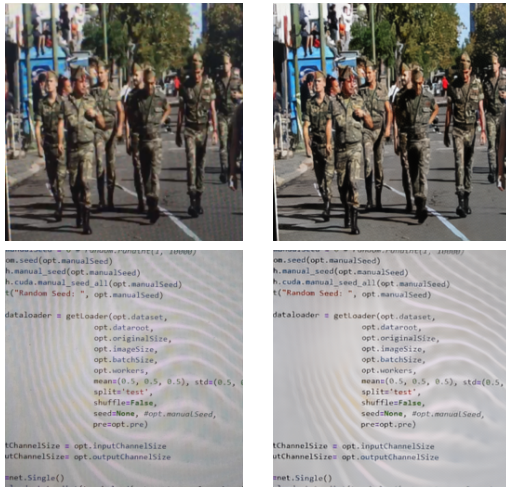


Figure 1. 원본 (좌), MopNet 처리 후 (우)

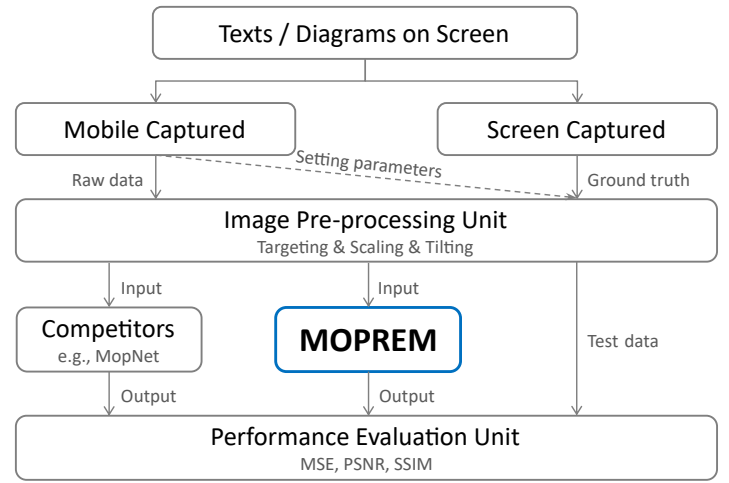


Figure 2. MOPREM Flow Chart

턴 제거를 제대로 하지 못하는 모습을 보이는 것을 확인할 수 있다.

MOPREM 을 통해 우리는 입력된 다양한 모아레 패턴을 분석 및 분류하고 학습 기반이 아닌 전통적인 이미지 처리 기법을 사용함으로써 보다 패턴에 집중한 이미지 처리를 가능하게 한다. 위의 서술된 방법들을 차용하여 우리만의 포괄적인 모아레 패턴에 대한 처리 방법을 설계할 것이다.

3. Project Details

3.1. Problem Definition

모아레 패턴이 발생하는 다양한 환경에서 모바일 카메라를 통해 모니터 사진을 찍은 사진을 기본 원칙으로 한다. 입력 데이터는 비대면 대학 강좌 내 단색 배경의 강의자료에서 확보할 것이다. 우리는 텍스트 및 도식이 포함된 디지털 사진 내의 모아레 패턴을 제거하는 것이 목적이므로, 강의자료 이외의 부분에 대해서는 데이터에 포함되지 않도록 할 것이다. 결론적으로, 우리가 처리할 이미지는 단색 배경, 텍스트 및 도식만 포함된 사진이다.

3.2. Implementation Plan

Figure 2는 MOPREM 의 전반적인 데이터 흐름이다. 먼저, 모니터의 피사체 (단색 배경 위의 텍스트 및 도식)를 모바일 카메라로 찍은 사진 (Raw data)과 스크린 캡처로 찍은 사진 (Ground truth)을 얻는다. Raw data를 MOPREM 을 통해 얻은 후처리 사진을 Ground truth와 비교하여야 하는데, 이 때 피사체가 찍을 당시 위치와 맞지 않아 픽셀 단위로 비교가 불가하다. 따라서 이미지를 정렬해 놓은 상태에서 카메라로 촬영하고 Image Pre-processing Unit에서 크기 및 각도 조정이 필요하다. 처리된 이미지를 경쟁 메소드 및 MOPREM 의 입력 이미지로 주어 출력 이미지를 원본 이미지와 Performance Evaluation Unit에서 비교하게 된다. 이어서 메소드에 필요한 이미지 데이터셋 (Section 3.2.1)과 성능 비교를 위한 척도 설정 (Section 3.2.2)에 대한 설명이 이어진다.

3.2.1 Datasets

고전적인 기법으로 다양한 피사체에 대해 처리하는 것이 불가능하다고 판단하였다. 다양한 이미지에 대해 학습을 끌고루 할 수 있는 Deep learning model에 비해 한계점을 가질 것이다. 하지만 피사체를 제한 (Localization)을 하였을 때 특정 고전적인

기법을 강도 있게 적용할 수 있다는 장점이 있다. 따라서 MOPREM 은 보다 다양한 모아레 패턴을 분류하여 종류에 맞는 Image processing을 진행 할 것이다. 우리는 여러가지 모아레 패턴이 존재하는 사진을 수집하는 것이 중요하다. 우리는 다음과 같이 상황을 정의하였다.

- 모바일에서 모니터 화면을 찍는다.
- 피사체는 화면 상의 단색 배경안에 있는 객체 (문자 및 도식)로 한다.

특정한 시나리오에서 최대한 많은 모아레 패턴을 관찰하기 위하여 Table 1과 같이 변수를 달리하며 수집할 계획이다.

촬영 환경	피사체 설정
촬영 각도	배경 색상
광원(조명)의 위치	객체 종류
모니터 설정(화면 밝기)	(표, 문자, 차트, 그림)
모니터 종류	피사체 설정 (크기, 해상도)

Table 1. Control Variables

3.2.2 Evaluation

모아레 패턴이 잘 제거되었음을 판단하기 위해 정량적인 기준을 세우는 것은 중요하다. Figure 2와 같이 화면 캡처한 화면 (Ground Truth)과 모바일로 찍은 사진 (Raw data)을 얻을 수 있을 것이다. 모바일로 찍은 사진을 Pre-processing unit을 통해 입력 이미지를 MOPREM 를 통해 가공할 수 있다. 이렇게 얻은 출력 이미지를 Ground truth 이미지와 비교할 수 있다. 이미지 복원 분야에서 두 개의 이미지의 정량적으로 비교할 수 있는 방법은 다양하다 [2]. 현 프로젝트에서는 Demoireing (Moire pattern removal) 모델의 성능을 검증하는 평가 척도로서 아래와 같은 이미지 유사성 지표를 사용한다.

- MSE (Mean square error)는 원본 이미지와 복원 이미지의 픽셀 값들의 차이에 대한 측정값을 나타낸다.
- PNSR (Peak signal-to-noise ratio)은 이미지 또는 영상 분야에서 생성 혹은 압축된 영상의 화질에 대한 손실 정보를 평가하기 위한 목적으로 사용한다.
- SSIM (Structural similarity)은 수치적인 에러가 아닌 인간의 시각적 화질 차이 및 유사도를 평가하기 위해 고안된 방법이다. 두 이미지의 휘도 대비, 및 구조에 해당하는 점수를 곱하여 비교한다.

더불어 문서 내 이미지를 제외한 텍스트 영역을 따로 추출하거나 이미지 내 텍스트만 존재할 경우 광학 문자 인식 (OCR) 문제의 입력 이미지로 생각할 수 있을 것이고 OCR 문제의 문자 Confidence score를 문자로 인식할 수 있는 정도의 수준의 이미지만인지 판단하는 지표로써 사용할 수 있을 것이다 [5].

3.3. Impacts

MOPREM을 통해 모바일 카메라로 촬영한 화면 사진의 모아레 패턴을 양질의 성능으로 제거하여 화면 속 이미지 정보의 명확성을 높이게 되면 추후 다양한 방향으로 적용할 수 있다. 실시간으로 모아레 패턴을 제거해줌으로써 화면 촬영에 대한 후 처리 작업을 생략할 수 있게 되어 편의성을 제공할 수 있을 것이다. 주로 모바일 기기로 화면을 촬영하는 QR 코드 인식 과정에서 인식 성능을 높이기 위한 이미지 처리 과정으로 활용될 수 있다 [8]. 더불어 기존의 인공지능 기반의 방식보다는 가벼운 처리 프로세스로 하드웨어 환경에 대한 제약도 다소 완화시킬 수 있다.

이미지에서 글자 성분을 추출하는 OCR 기술을 적용할 때 이미지에 잡음이 있으면 성능 저하로 이어지므로 잡음을 제거해주는 전처리 과정이 필요하다 [4]. 따라서 OCR 기술을 화면을 촬영한 이미지에 대해 적용할 때 나타나는 모아레 패턴을 제거하는 전처리 작업으로서 활용되어 화면 속 글자 이미지를 좀 더 명확하게 인식하고 추출할 수 있다. 같은 맥락으로 사진 파일 속 글자를 인식하여 문서 파일로 변환할 때도 글자 이미지를 명확하게 하여 원활한 변환을 이끌어낼 수 있다. 이처럼 본 연구에서 제시할 MOPREM은 이미지로부터의 특정 개체 인식이나 모바일 카메라를 이용한 화면 촬영이 이루어지는 영역으로 확장되어 적용할 수 있을 것으로 기대한다.

References

- [1] S. M. Hazavei and H. R. Shahdoosti. A new method for removing the moiré pattern from images. *arXiv preprint arXiv:1701.09037*, 2017. 1
- [2] B. He, C. Wang, B. Shi, and L.-Y. Duan. Mop moiré patterns using mopnet. In *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision*, pages 2424–2432, 2019. 1, 2
- [3] F. Liu, J. Yang, and H. Yue. Moiré pattern removal from texture images via low-rank and sparse matrix decomposition. In *2015 Visual Communications and Image Processing (VCIP)*, pages 1–4. IEEE, 2015. 1
- [4] R. Mittal and A. Garg. Text extraction using ocr: A systematic review. In *2020 Second International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*, pages 357–362. IEEE, 2020. 3
- [5] N. Mor and L. Wolf. Confidence prediction for lexicon-free ocr. In *2018 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)*, pages 218–225, 2018. 3
- [6] S. Paris, S. W. Hasinoff, and J. Kautz. Local laplacian filters: Edge-aware image processing with a laplacian pyramid. *ACM Trans. Graph.*, 30(4):68, 2011. 1
- [7] D. N. Sidorov and A. C. Kokaram. Suppression of moiré patterns via spectral analysis. In *Visual Communications and Image Processing 2002*, volume 4671, pages 895–906. International Society for Optics and Photonics, 2002. 1
- [8] T. Wakahara and N. Yamamoto. Image processing of 2-dimensional barcode. In *2011 14th International Conference on Network-Based Information Systems*, pages 484–490. IEEE, 2011. 3
- [9] J. Yang, F. Liu, H. Yue, X. Fu, C. Hou, and F. Wu. Textured image demoiréing via signal decomposition and guided filtering. *IEEE Transactions on Image Processing*, 26(7):3528–3541, 2017. 1
- [10] J. Yang, X. Zhang, C. Cai, and K. Li. Demoiréing for screen-shot images with multi-channel layer decomposition. In *2017 IEEE Visual Communications and Image Processing (VCIP)*, pages 1–4. IEEE, 2017. 1
- [11] S. Yuan, R. Timofte, A. Leonardis, and G. Slabaugh. Ntire 2020 challenge on image demoiréing: Methods and results. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*, pages 460–461, 2020. 1