

Laplacian 연산을 활용한 블러 감지 기반 이미지 복원 GAN

이종호¹, 신용태²

¹승실대학교 컴퓨터학과 석사과정

²승실대학교 컴퓨터학부 교수

leejongho@soongsil.ac.kr, shin@ssu.ac.kr

Blur detection based image restoration using Laplacian operation GAN

Jong-Ho Lee¹, Yong-Tae Shin²

¹Dept. of Computer Science, Soong-Sil University

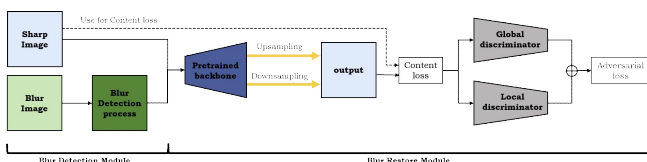
²Dept. of Computer Science, Soong-sil University

요 약

본 연구는 이미지 복원에서 국소적인 블러 영역을 감지하고 효과적으로 복원하기 위한 방법을 제안한다. 기존 DeblurGANv2가 전체 이미지를 대상으로 복원하는 데 반해, 본 연구에서는 Laplacian 변환을 활용한 블러 감지 모듈을 도입하여 블러 영역을 정확히 탐지하고 복원한다. 제안한 방법은 블러 감지 과정을 통해 생성된 Blur Mask를 활용하여 복원 모듈에 입력하고, 이로써 불필요한 연산을 줄이고 복원의 정확도를 높인다. 향후 연구에서는 다양한 블러 유형에 대한 적용 및 모델 최적화를 통해 제안한 방법의 범용성과 성능을 향상시킬 계획이다.

1. 서론

이미지 복원, 특히 블러 제거는 컴퓨터 비전에서 중요한 연구 주제이다. 최근에는 이미지 전체에 걸쳐 복원 작업을 수행하는 GAN 기반의 이미지 복원 기법들이 제시되었다. 그러나 이러한 방법은 특정 영역에만 블러가 발생하는 경우에도 전체 이미지를 처리하기 때문에 불필요한 연산이 포함될 뿐만 아니라, 복원 성능의 저하를 초래할 수 있다. 특히, 블러가 국소적으로 발생한 이미지에서도 선명한 영역까지 동일하게 처리하여 복원 품질이 떨어지는 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 본 연구에서는 Laplacian 연산을 활용한 블러 감지 기반 GAN을 제안한다. 제안 모델은 Variance of Laplacian을 사용하여 이미지에서 블러 영역을 감지하고, 감지된 블러 영역에 대해 집중적으로 GAN을 통해 복원 작업을 수행한다. 이를 통해 불필요한 연산을 줄이고, 보다 정확한 복원이 가능하다.

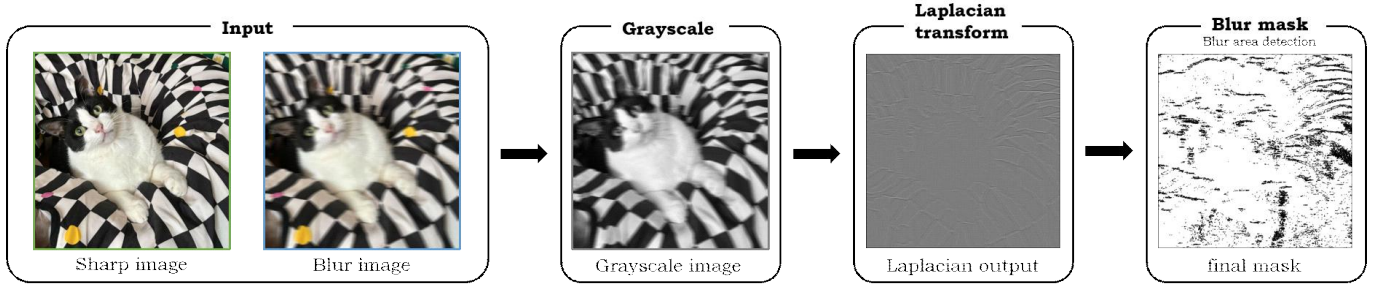


(그림 1) 블러 감지 기반 GAN 아키텍처 개요

제안하는 모델은 기존 DeblurGANv2 구조를 확장하여, 그림 1과 같이 블러 감지 모듈을 블러 복원 모듈인 DeblurGANv2에 결합한 구조로 이루어진다. 먼저 이미지가 블러 감지 모듈을 통과하여 블러 영역이 감지되고, 감지된 영역에 대해서만 GAN이 집중적으로 복원 작업을 수행한다. 이러한 구조는 복원 성능을 향상시키고 연산 효율성을 극대화할 수 있다. 이는 블러 감지 모듈과 복원 모듈 간의 상호작용을 통해 보다 선명한 이미지를 출력하는 방식으로 설계되었다.

2. 관련 연구

이와 관련된 연구로서 DeblurGAN[1]과 DeblurGANv2[2]가 대표적이다. DeblurGAN은 이미지를 블러 복원하기 위해 GAN 구조를 사용한 최초의 연구 중 하나로, Adversarial Loss과 Content Loss를 활용하여 복원된 이미지의 품질을 개선하였다. 이 모델은 판별자와 생성자 네트워크를 사용해 이미지의 블러를 효과적으로 제거하며, 실제 이미지와 유사한 복원 결과를 얻었다. 이후 등장한 DeblurGANv2는 DeblurGAN을 기반으로 구조와 학습 방식을 개선하여 복원 성능과 학습 속도를 크게 향상시켰다. 특히, 멀티스케일 구조를 사용하여 다양



(그림 2) Laplacian을 이용한 블러 감지 과정

한 크기의 블러를 효과적으로 처리함으로써 더욱 현실적인 이미지 복원을 가능하게 하였다.

그러나 이러한 기존 연구들은 이미지 전체를 복원하는 데 초점을 맞추었으며, 국소적으로 발생하는 블러를 탐지하여 처리하는 데에는 한계가 있었다. 본 연구에서는 이 한계를 극복하기 위해 이미지의 에지 정보를 활용한 Laplacian 기반의 블러 감지 모듈을 제안하며, 이를 복원 모듈에 결합하여 정확하고 효율적인 블러 복원을 목표로 한다.

3. 제안

본 연구에서 제안하는 블러 복원 방법은 크게 두 단계로 구성된다. 첫 번째 단계는 블러 감지 모듈로, 그림 2에 제시된 과정을 통해 입력 이미지에서 블러 영역을 탐지한다. 이 모듈에서는 입력 이미지가 먼저 그레이스케일로 변환되고, 이후 Laplacian 연산을 통해 이미지의 에지 정보를 분석하여 블러리한 영역을 감지한다. Laplacian 변환은 이미지의 각 픽셀에 대해 2차 미분을 적용하여 에지를 감지하며, 변환된 값의 분산이 낮을수록 해당 영역이 블러리한 것으로 간주된다. 본 연구에서는 이를 수식으로 다음과 같이 나타낸다.

$$L(x,y) = \frac{\partial^2 I(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 I(x,y)}{\partial y^2}$$

여기서 $I(x,y)$ 는 입력 이미지, $L(x,y)$ 는 Laplacian 변환 후의 이미지다. 변환된 값을 기반으로 분산을 계산하여 블러 영역을 탐지하며, 탐지된 블러 영역은 최종적으로 Blur Mask로 생성된다.

두 번째 단계는 복원 모듈로, 생성된 Blur Mask와 원본 이미지를 결합하여 DeblurGANv2의 아키텍처를 기반으로 복원 작업을 수행한다. 이때 Blur Mask는 블러가 감지된 영역에 대해 집중적으로 복원을 수행하도록 한다. 기존 DeblurGANv2와의 차이점은 Blur Mask를 통해 이미지의 특정 블러 영역에 집중하여 복원함으로써 불필요한 연산을 줄이고

정확도를 향상시키는 것이다. 또한, DeblurGANv2의 구조는 Global Discriminator와 Local Discriminator를 사용하여 각각 이미지 전체와 국소 영역에서의 복원 품질을 평가하는데, 이때 제안된 Blur Mask의 활용으로 더욱 정밀한 복원이 가능해진다.

4. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 블러 감지 기반의 GAN 구조를 제안하여 이미지 복원 시 블러 영역을 정확하게 감지하고 효율적으로 복원하는 방법을 제시하였다. 제안한 구조는 기존 DeblurGANv2에 Laplacian 변환을 활용한 블러 감지 모듈을 결합함으로써, 이미지 내 블러 영역을 더욱 효과적으로 탐지하고 복원할 수 있도록 설계되었다. 이를 통해 불필요한 연산을 줄이고, 선명한 영역을 보존하면서 블러 영역을 선택적으로 복원하는 데 초점을 맞추었다. 향후 연구에서는 본 구조를 다양한 블러 유형 및 복잡한 이미지에 적용하여 그 효과를 검증할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

“본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 지원을 받아 수행되었음 (2024-0-00071)”

참고문헌

[1] Orest Kupyn, Volodymyr Budzan, Mykola Mykhailych, Dmytro Mishkin and Jiri Matas. “DeblurGAN: Blind Motion Deblurring Using Conditional Adversarial Networks” arXiv preprint arXiv:1711.07064. 2017.

[2] Orest Kupyn, Tetiana Martyniuk, Junru Wu and Zhangyang Wang. “DeblurGAN-v2: Deblurring (Orders-of-Magnitude) Faster and Better.” arXiv preprint arXiv:1908.03826. 2019.