

Lab 7.Cycle GAN Summary

Summarized by: 202355514 강지원

Jun-Yan Zhu, Taesung Park, Phillip Isola Alexei A. Efros
Berkeley AI Research (BAIR) laboratory, UC Berkeley

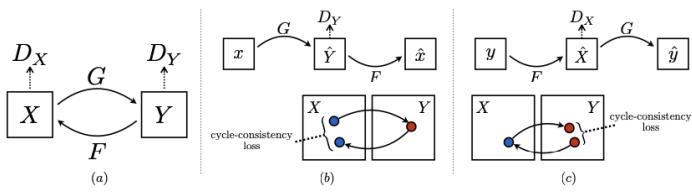


Figure 1: CycleGAN 구조

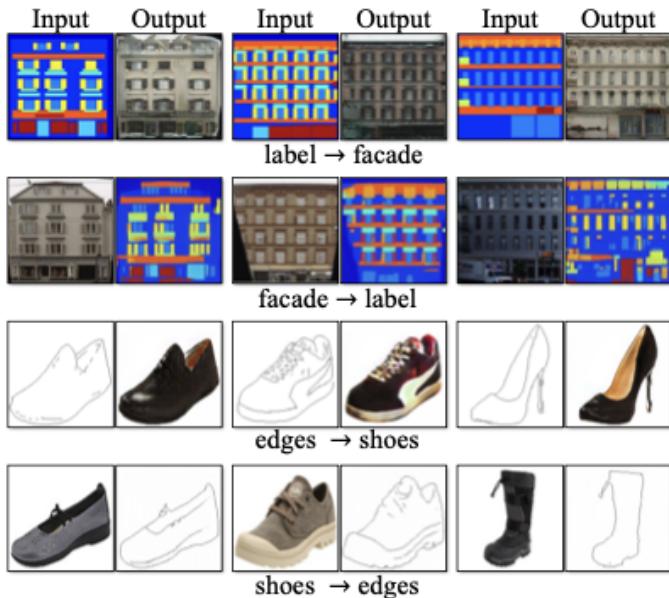


Figure 2: CycleGAN Unpaired image-to-image 변환

본 논문에서는 paired data 없이 두 도메인 간 이미지 변환을 수행할 수 있는 Cycle GAN을 제안한다. 모델은 두 생성기와 두 판별기를 함께 학습하여 각 도메인의 분포를 맞추도록 하며, 단순 GAN 손실만으로는 의미 있는 매핑이 보장되지 않는 문제를 해결하기 위해 순환 일관성(cycle consistency) 손실을 도입한다. 이는 변환된 이미지를 다시 원래 도메인으로 되돌렸을 때 원본과 유사하도록 제약함으로써 안정적인 학습을 가능하게 한다. CycleGAN은 이러한 구조를 통해 다양한 이미지 변환 작업에서 기존 방법보다 높은 성능을 보임을 정성적, 정량적으로 입증하였다.

CycleGAN의 목적은 두 도메인 X 와 Y 사이에서 paired data 없이도 이미지를 변환하는 함수를 학습하는 것이다. 이를 위해 모델은 X 에서 Y 로 변환하는 생성기 G 와 Y 에서 X 로 변환하는 생성기 F , 그리고 각 도메인의 실제 이미지와 변환된 이미지를 구분하는 두 판별기를 함께 학습한다. 생성기는 목표 도메인과 유사한 이미지를 만들도록 학습되고, 판별기는 이를 구분하며 서로 경쟁하는 방식으로 최적화된다.

하지만 CycleGAN은 GAN 손실만으로는 입력과 출력 사이의 의미 있는 대응이 보장되지 않는 문제를 해결하기 위해 순환 일관성 제약을 도입한다. 변환된 이미지를 다시 원래 도메인으로 되돌렸을 때 원본과 유사해야 한다는 이 조건은 변환 과정에서 중요한 구조를 유지하도록 돋는다. 최종 목표 함수는 두 방향의 GAN 손실과 순환 일관성 손실을 함께 포함하며, 이러한 조합이 안정적이고 일관된 매핑을 학습하는 데 핵심적인 역할을 한다.

실험에서 Cycle GAN의 생성기는 style transfer 네트워크 구조를 기반

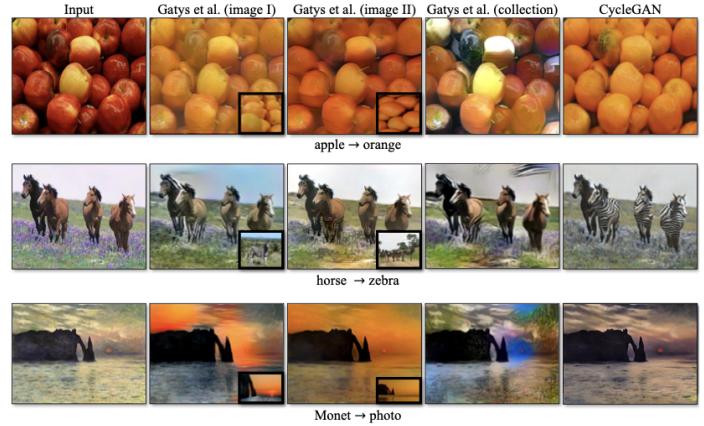


Figure 3: apple→orange, horse→zebra, Monet→photo 작업에서 neural style transfer과 CycleGAN 결과로, CycleGAN이 가장 자연스럽고 현실적인 결과를 나타냄.

으로 하며 합성곱, 잔차블록, 업샘플링으로 구성된다. 이미지 크기에 따라 6-9개의 residual block을 사용하고, instance normalization을 적용한다. 판별기는 70×70 PatchGAN을 사용해 패치 단위로 진짜와 가짜를 판별한다. 학습 안정성을 위해 least-squares GAN 손실을 사용하고, 과거 생성 이미지를 저장하는 이미지 버퍼로 판별기 진동을 줄인다.

CycleGAN은 다양한 unpaired 기법들과 비교해 가장 안정적이고 높은 품질의 이미지 변환 성능을 보였으며, AMT 인간 평가와 Cityscapes 정량 평가에서도 일관적으로 우수한 결과를 나타내 supervised 방식인 pix2pix에 근접한 성능을 달성했다. 이를 기반으로 화가별 스타일 변환, 객체 변환, 계절 변환, 그림→사진 변환, 사진 품질 향상 등 다양한 응용에서도 자연스럽고 일관된 변환을 수행하며, 단일 스타일 이미지에 의존하는 neural style transfer보다 더 실제적인 결과를 생성한다. 다만 형태 변화가 필요한 기하학적 변환에서는 성능이 제한적이고, paired data 기반 방법과의 성능 격차가 일부 남아 있는 한계도 존재한다.

결론적으로, CycleGAN은 GAN과 순환 일관성 손실을 결합해 paired data 없이도 다양한 이미지 변환을 성공적으로 수행한다. 이는 비지도 학습 기반 이미지 변환의 가능성을 크게 확장했으며, 향후 기하학적 변환과 같은 어려운 과제를 해결하기 위한 중요한 기반을 마련한다.

[1] Unpaired Image-to-Image Translation using Cycle-Consistent Adversarial Networks <https://arxiv.org/abs/1703.10593>

[2] CycleGAN이란? <https://algopoolja.tistory.com/49>