



GAN

GAN (Generative Adversarial Network) 요약

1. Generative Model 개요

- 비지도 학습 기반 모델로, 실제 존재하지 않지만 있을 법한 데이터를 생성하는 모델.
- 주요 생성 모델:
 - Boltzmann Machine
 - Auto-encoder (AE)
 - Generative Adversarial Network (GAN)
- GAN은 AE의 뒷부분을 떼어내고 **Discriminator**를 추가한 형태.

2. GAN의 기본 개념

- **Generator (G)**: 랜덤 노이즈(z)를 입력받아 실제 데이터와 유사한 가짜 데이터를 생성.
- **Discriminator (D)**: 입력 데이터가 실제(real)인지 가짜(fake)인지 판별.
- **경쟁 구조**: G는 D를 속이려 하고, D는 G가 생성한 가짜 데이터를 구별하려 하면서 서로 발전.

3. GAN의 학습 과정

1. **Generator**가 노이즈(z)를 기반으로 가짜 데이터를 생성: $G(z)$.
2. **Discriminator**가 실제 데이터와 가짜 데이터를 구별:
 - 실제 데이터 $\rightarrow D(x) = 1$ (진짜로 판단)
 - 가짜 데이터 $\rightarrow D(G(z)) = 0$ (가짜로 판단)
3. Generator는 Discriminator를 속이기 위해 점점 더 실제 데이터와 유사한 데이터를 생성.
4. Discriminator는 이에 맞춰 더 정교한 판별 능력을 학습.
5. **균형점 (Nash Equilibrium)**: Discriminator가 가짜/진짜를 50:50으로 판단하게 되면 학습 종료.

4. GAN의 특징

- **Discriminator**는 지도 학습 방식 (Supervised Learning).
- **Generator**는 비지도 학습 방식 (Unsupervised Learning).
- GAN은 지도 학습과 비지도 학습이 결합된 모델.

5. GAN의 손실 함수 (Loss Function)

- **Binary Cross Entropy** 사용:
 - Discriminator의 손실: $-\log D(x)$ (실제 데이터) + $-\log(1-D(G(z)))$ (가짜 데이터).
 - Generator의 손실: $-\log D(G(z))$.
- 역전파 (Backpropagation)를 통해 Discriminator와 Generator의 가중치 업데이트.

6. GAN의 한계

- **성능 평가 어려움**: 생성된 데이터가 실제 데이터와 유사한지를 객관적으로 측정하기 어려움.
- **학습 불안정성**: min-max 최적화 문제로 인해 학습이 불안정할 수 있음.

7. GAN의 종류 - DCGAN (Deep Convolutional GAN)

- **합성곱 신경망 (CNN)** 기반의 GAN.
- **개선점**:
 - 기존 GAN의 MLP 대신 CNN 사용 → 화질 개선.
 - **Batch Normalization** 적용 → 안정적인 학습.
 - **Leaky ReLU 활성화 함수** 사용 → 성능 향상.
 - **Fully Connected Layer 제거** → 학습 안정성 향상.
- 현재도 널리 사용되는 모델.