

GAN YORDAMIDA SUN'IY RASMLAR GENERATSIYASI: NAZARIY ASOSLAR, USULLAR VA AMALIY QO'LLANMALAR

Ummataliyev Oybek Risxitullo o'g'li

Farg'ona davlat texnika universiteti, Axborot
texnologiyalari va telekommunikatsiya fakulteti,
681-23 guruh talabasi.

Умматалиев Ойбек Рисхитулло оглы
Ферганский государственный технический
университет, факультет информационных
технологий и телекоммуникаций, студент группы 681-23

Ummataliyev Oybek Risxitullo ogli
Fergana State University of Technology, Faculty
of Information Technologies and Telecommunications,
Student of Group 681-23

Annotatsiya: Ushbu maqolada generativ adversarial tarmoqlar (GAN) ning ishlash prinsiplari, ularning sun'iy tasvirlar yaratishdagi o'rni, asosiy arxitekturalari, o'qitish jarayonidagi murakkabliklar va zamonaviy qo'llanmalari keng va batafsil yoritiladi. GAN texnologiyasi kompyuter grafikasi, tibbiyot, sanoat, xavfsizlik, media va san'at sohalarida keng qo'llaniladigan eng ilg'or generativ modellardan biri sifatida ajralib turadi. Maqolada GANning nazariy asoslari, uning algoritmik bosqichlari, tarmoqlarni o'qitish jarayonidagi qiyinchiliklar va optimizatsiya metodlari ilmiy asosda bayon etiladi. Shu bilan birga, GAN texnologiyasining real loyihalarda qo'llanish misollari, ularning samaradorligi, afzalliklari va cheklovlari ham tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari generativ modellarning amaliy qo'llanilishi orqali yangi tasvirlar yaratish, mavjud ma'lumotlarni kengaytirish va turli sohalarida innovatsion yechimlar ishlab chiqish imkoniyatlarini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: GAN, generativ model, diskriminator, generator, tasvir generatsiyasi, chuqur o'rganish, sun'iy intellekt.

Аннотация: В статье подробно рассматриваются принципы работы генеративных состязательных сетей (GAN), их роль в создании искусственных изображений, основные архитектуры, сложности обучения и современные области применения. Технология GAN выделяется как одна из самых передовых генеративных моделей, широко используемых в компьютерной графике, медицине, промышленности, безопасности, медиа и искусстве. В статье научно изложены теоретические основы GAN, алгоритмические этапы, трудности обучения сетей и методы оптимизации. Кроме того, анализируются примеры применения технологии GAN в реальных проектах, их эффективность, преимущества и ограничения. Результаты исследования демонстрируют возможности практического применения генеративных моделей для создания новых изображений, расширения имеющихся данных и разработки инновационных решений в различных областях.

Ключевые слова: GAN, генеративная модель, дискриминатор, генератор, генерация изображений, глубокое обучение, искусственный интеллект.

Abstract: This article provides a detailed overview of the principles of Generative Adversarial Networks (GAN), their role in creating artificial images, main architectures, training challenges, and modern applications. GAN technology stands out as one of the most advanced generative models, widely used in computer graphics, medicine, industry, security, media, and art. The article scientifically presents the theoretical foundations of GAN, its algorithmic stages, training difficulties, and optimization methods. Additionally, examples of GAN technology applied in real projects, their efficiency, advantages, and limitations are analyzed. The research results demonstrate the potential of practical application of generative models for creating new images, expanding existing datasets, and developing innovative solutions across various fields.

Keywords: GAN, generative model, discriminator, generator, image generation, deep learning, artificial intelligence.

Kirish

So'nggi yillarda sun'iy intellekt texnologiyalari keskin rivojlandi va generativ modellarning o'rni alohida ahamiyat kasb etmoqda. Xususan, Generative Adversarial Networks (GAN) modeli real ko'rinishga ega, yuqori sifatli va murakkab sun'iy tasvirlarni yaratish imkonini beradigan eng mashhur algoritmlardan biridir. GAN 2014-yilda Ian Goodfellow tomonidan taklif etilgan bo'lib, qisqa vaqt ichida chuqur o'rganishning eng samarali generativ yondashuvlaridan biriga aylandi.

GAN real tasvirlar bazasini o'rganib, aynan shu statistik xususiyatlarga ega, ammo butunlay yangi tasvirlarni yaratadi. Ushbu texnologiya yordamida odam yuzi, avtomobillar, binolar, peyzajlar, mahsulot dizaynlari, o'yinlar uchun grafikalar va hatto tibbiy ma'lumotlar ham yaratilmoqda.

Shu sababli GAN texnologiyalarini ilmiy asosda chuqur o'rganish, ularning ishlash prinsiplari va amaliy ahamiyatini tahlil qilish zamonaviy kompyuter muhandisligida muhim hisoblanadi.

1.GAN ning ishlash prinsipi

Generativ Adversarial Tarmoq (GAN) ikkita neyron tarmoqning o'zaro raqobati orqali ishlaydi: Generator va Diskriminator.

Generator tasodifiy shovqin (noise vector) dan boshlab, haqiqiyga o'xshash yangi tasvirlar yaratadi. Uning yagona maqsadi – Diskriminatorni aldab, sun'iy tasvirni haqiqiy deb o'ylatishga erishishdir.

Diskriminator esa berilgan tasvirning haqiqiy (real ma'lumotlardan olingan) yoki Generator tomonidan yaratilgan sun'iy ekanligini aniqlashga harakat qiladi. U oddiy ikkilik klassifikator sifatida ishlaydi.

Adversarial (qarama-qarshi) o'qitish jarayoni quyidagicha amalga oshiriladi:

Generator yangi tasvir hosil qiladi → Diskriminator uni tekshiradi → Diskriminator xato qilmaslik uchun o'zini yaxshilaydi → Generator esa

Diskriminatorni yanada yaxshiroq aldash uchun o'zini takomillashtiradi. Bu doimiy raqobat davom etaveradi.

Natijada ikki tarmoq bir-birini doimiy ravishda “majburlab” rivojlantiradi: Diskriminator tobora aniqroq farqlaydi, Generator esa shu darajada realga o'xshash tasvirlar yaratishni o'rganadi. Jarayonning ideal yakuni – Generator haqiqiy va sun'iy tasvirlarni deyarli farqlab bo'lmaydigan darajada yuqori sifatli tasvirlar ishlab chiqaradigan modelga aylanadi, Diskriminator esa tasodifiy taxmin qilish darajasiga (50%) tushib qoladi. Aynan shu raqobat GANni eng kuchli generativ modellar qatoriga olib chiqadi.

2.GANlarning asosiy arxitekturalari

GANning dastlabki oddiy shaklidan keyin ko'plab takomillashtirilgan va maxsus vazifalarga yo'naltirilgan arxitekturalar paydo bo'ldi. Eng muhim va keng qo'llaniladiganlari quyidagilar:

DCGAN (among the first stable GANs)

Konvolyutsion neyron tarmoqlardan foydalanib, tasvir generatsiyasida barqarorlik va sifatni sezilarli darajada oshirdi. Bugungi kunda ham ko'pgina GAN loyihalarining asosiy tayanch nuqtasi hisoblanadi.

Conditional GAN (cGAN)

Generator va Diskriminatorga qo'shimcha shart (label, sinf, tekst, atribut) beriladi. Bu tufayli model aniq belgilangan xususiyatlarga ega tasvirlarni yaratishni o'rganadi (masalan, “ko'k ko'zli sarg'ish ayol” yoki “raqami 7 bo'lgan qo'l yozuvi”).

CycleGAN

Juftlashgan ma'lumotlar talab qilinmaydi. Bir domen tasvirini boshqa domen tasviriga o'tkazish imkonini beradi: ot → zebra, yoz → qish, oddiy surat → Van Gog yoki Monet uslubidagi rasm, kun → tun va hokazo. Bu “image-to-image translation”ning eng mashhur vositasi.

StyleGAN va StyleGAN2/3 (Nvidia)

Hozirgi kunda eng realistik inson yuzlari va boshqa ob'ektlarni yaratadigan model. Tasvirning umumiy tuzilishi va nozik stil detalini (soch turi, teri tuzilishi, yosh,

nur tushishi) alohida boshqarish imkonini beradi. Deepfake, virtual moda, san'at va kino industriyasida keng qo'llanilmoqda.

Progressive GAN

O'qitishni kichik o'lchamdagi tasvirlardan (4×4 , 8×8) boshlab, bosqichma-bosqich yuqori aniqlikdagi (1024×1024 va undan yuqori) tasvirlarga o'tadi. Bu usul o'qitishni ancha barqaror qiladi va juda yuqori sifatli natijalarga erishishga yordam beradi.

Yuqoridagi arxitekturalar va ularning ko'plab kombinatsiyalari (masalan, pix2pix, StarGAN, GauGAN, BigGAN) bugungi kunda GAN texnologiyasining deyarli barcha amaliy qo'llanilishlarida asos bo'lib xizmat qilmoqda.

GAN Turlari Jadvali

GAN turi	Afzalliklari	Qo'llanilishi
DCGAN	Sodda arxitektura	Rasm generatsiyasi
WGAN	Barqaror trening	Yuqori sifatli tasvirlar
StyleGAN	Eng realistik tasvirlar	Yuz generatsiyasi, deepfake

3. GANlarni o'qitish jarayonidagi asosiy muammolar

GANlarni o'qitish o'ta murakkab va beqaror jarayon bo'lib, quyidagi jiddiy qiyinchiliklarga duch kelinadi:

Rejimning qulashi (Mode Collapse)

Generator ma'lumotlar taqsimotidagi barcha xilma-xillikni qamrab ololmaydi va faqat cheklangan turdagi (ba'zida bir nechta yoki hatto yagona) tasvirlarni takrorlab ishlab chiqara boshlaydi. Natijada yaratilgan tasvirlar juda bir xil bo'lib qoladi va real dunyo taqsimotini to'liq aks ettirmaydi.

Generator va Diskriminator o'rtasidagi balansning buzilishi

Diskriminator juda kuchli bo'lib ketsa, generator uchun foydali gradientlar deyarli yo'qoladi va u o'rganishni to'xtatadi. Aksincha, agar generator ustunlik qilsa, diskriminator haqiqiy va soxta tasvirlarni ajrata olmay qoladi, bu esa ikkala tarmoqning ham rivojlanishini ma'nosiz holatga keltiradi.

O'qitishning umumiy beqarorligi

GANning klassik loss funksiyasi tabiatan sezgir va osongina divergensiyaga tushadi. Learning rate, batch hajmi, arxitektura yoki giperparametrlardagi kichik o'zgarishlar ham butun jarayonni barqarorlikdan chiqarib yuborishi mumkin.

Gradientlarning yo'qolishi yoki portlashi

Diskriminator optimal holatga yaqinlashganda generator uchun gradientlar juda kichik bo'lib qoladi (vanishing gradient), yoki aksincha, juda katta bo'lib gradient explosion ga olib keladi.

Sifatni baholashning qiyinligi

GAN natijalarini aniq va ishonchli baholash uchun universal metrika hali ham mavjud emas. Inception Score, FID kabi ko'rsatkichlar faqat qisman ma'lumot beradi, bu esa muammolarni erta aniqlash va modelni yaxshilashni qiyinlashtiradi.

Yuqoridagi sabablar tufayli muvaffaqiyatli GAN o'qitish katta tajriba, sinov-yanlish usuli va zamonaviy stabilizatsiya texnikalarini (WGAN, Progressive GAN, StyleGAN, Spectral Normalization va boshqalar) majburiy talab qiladi.

4.GANlarning amaliy qo'llanmalari

GAN texnologiyasi bugungi kunda deyarli barcha sohalarda faol qo'llanilmoqda:

Kompyuter grafikasi va o'yin industriyasi

Yuqori sifatli teksturalar, 3D modellar, realistik landshaft va personajlar avtomatik generatsiyasi, kinematografiyada maxsus vizual effektlar yaratish hamda virtual dunyolar qurishda keng foydalaniladi.

Tibbiyot

MRI, KT, rentgen va boshqa tibbiy tasvirlarning aniqligini oshirish, yo'qolgan qismlarni tiklash, kasallik belgilari bo'lgan sun'iy tasvirlar yaratib, shifokorlarni

o'qitish va diagnostika algoritmlarini yaxshilash, shuningdek, maxfiylikni saqlagan holda katta sun'iy tibbiy ma'lumotlar to'plamini hosil qilish uchun ishlatiladi.

Xavfsizlik va biometriya

Deepfake texnologiyalari (ijobiy va salbiy maqsadlarda), yuz tanish, barmoq izi va ovoz identifikatsiyasi tizimlarini sinovdan o'tkazish uchun sun'iy ma'lumotlar yaratish, xavfsizlik kameralaridagi tasvirlarni yaxshilash va shubhali shaxslarni aniqlash algoritmlarini mustahkamlashda qo'llaniladi.

Sanoat va dizayn

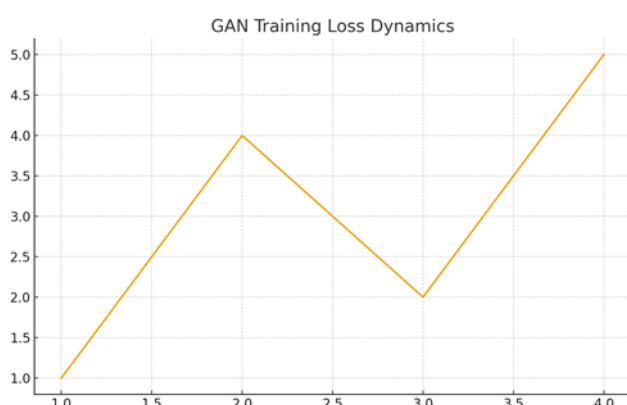
Kiyim-kechak, avtomobil, mebel, ichki dizayn va mahsulot prototiplarini avtomatik generatsiya qilish, muhandislik sinovlari uchun real sharoitlarga yaqin sun'iy ma'lumotlar yaratish, moda va reklama industriyasida yangi kolleksiyalarni tezkor ishlab chiqish imkonini beradi.

San'at va kreativ soha

Mashhur rassomlar uslubida yangi asarlar yaratish (Van Gog, Pikasso va boshqalar), eskiand qilingan fotosuratlar va videolarni rangli holatga o'tkazish, eski, shikastlangan rasmlarni yuqori sifatda restavratsiya qilish, yangi musiqa videokliplari, virtual moda ko'rgazmalari va boshqa ijodiy loyihalarda faol qo'llanilmoqda.

Natijada GAN bugungi kunda faqat ilmiy tajriba emas, balki real mahsulot va xizmatlarni yaratishda ajralmas vositaga aylandi.

Grafik



5.GAN asosidagi mashhur loyihalar

Generativ adversarial tarmoqlar turli sohalarda yirik loyihalar orqali keng qo'llanmoqda. "This Person Does Not Exist" loyihasi GANdan foydalangan holda millionlab realga juda o'xshash, ammo aslida mavjud bo'lmagan inson yuzlarini yaratadi va sun'iy generatsiyaning imkoniyatlarini yaqqol namoyon etadi. Nvidia kompaniyasining GauGAN tizimi esa oddiy chizmalardan realistik peyzajlar hosil qilishi bilan mashhur bo'lib, foydalanuvchilarga sodda kontur asosida yuqori sifatli tabiiy manzaralarni yaratish imkonini beradi. DeepArt loyihasi fotosuratlarini mashhur rassomlarning uslubiga o'xshash kreativ san'at asarlariga aylantiradi va GANning stilizatsiya jarayonidagi qudratini namoyish etadi. Shuningdek, FaceApp ilovasi inson yuzini qaritish, yoshartirish, jinsini o'zgartirish yoki turli vizual effektlar qo'shish orqali GAN arxitekturasining real hayotdagi eng ommabop qo'llanilishidan biridir. Bu loyihalar GAN texnologiyasining tasvir generatsiyasi, stilizatsiya va vizual transformatsiya bo'yicha keng imkoniyatlarga ega ekanini yaqqol isbotlaydi.

Natija va tahlil

GAN yordamida yaratilgan rasmlar yuqori sifatlilik bilan ajralib turadi. Ayniqsa StyleGAN v3 modellari inson ko'zi bilan ajratib bo'lmaydigan darajadagi realizmga ega. Ushbu texnologiyaning rivojlanishi kompyuter grafikasi, virtual olamlar, sanoat va tibbiyotdagi jarayonlarni tubdan o'zgartirdi.

GANlar oldingi algoritmlarga nisbatan ko'proq erkinlik va ijodiy imkoniyat yaratadi. Ular bilan ishlash uchun katta hajmdagi ma'lumotlar, kuchli GPU va to'g'ri o'qitish strategiyalari talab etiladi.

Xulosa

GAN texnologiyasi sun'iy intellektning eng innovatsion yo'nalishlaridan biridir. Uning asosiy afzalligi — mavjud ma'lumotlar asosida butunlay yangi, noyob va realistik tasvirlarni yaratish imkoniyatidir. Hozirgi kunda GAN modellari tibbiyotdan tortib kino sanoatigacha bo'lgan ko'plab sohalarda qo'llanilmoqda. Ularning kelajakdagi rivoji yanada murakkab sun'iy ma'lumotlar generatsiyasiga, virtual olamlar va realistik simulyatsiyalarning kengayishiga olib keladi.

GANlar chuqur o'rganishning eng kuchli generativ yondashuvi bo'lib, sun'iy ijodkorlikni yangi bosqichga olib chiqmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A., & Bengio, Y.
Generative Adversarial Nets.
Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS), 2014.
2. Radford, A., Metz, L., & Chintala, S.
Unsupervised Representation Learning with Deep Convolutional Generative Adversarial Networks.
arXiv:1511.06434, 2015.
3. Karras, T., Aila, T., Laine, S., & Lehtinen, J.
Progressive Growing of GANs for Improved Quality, Stability, and Variation.
arXiv:1710.10196, 2017.
4. Karras, T., Laine, S., & Aila, T.
A Style-Based Architecture for GANs (StyleGAN).
IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2019.
(StyleGAN — eng mashhur GAN arxitekturası)