

Tasvir sifatini saqlagan holda tasvirni siqish algoritmlarini takomillashtirish

Abrorjon Maxamatsoliyevich Turg'unov

a.turgunov@tuit.uz

Muhammad Yusuf Normuhammad o'g'li Mahmudov

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Annotatsiya: Ushbu maqolada tasvir sifatini saqlagan holda tasvirni siqish algoritmlari tahlil qilinadi. Avval zamonaviy siqish usullari, jumladan JPEG, PNG va WebP kabi algoritmlarning ishlash prinsiplari ko'rib chiqiladi. Keyin ularning samaradorligi, sifat va siqish darajasi o'rtasidagi bog'liqlik tahlil qilinadi. Maqolada mavjud metodlarning afzallik va cheklovlari aniqlanib, tasvirni siqishning yanada samarali yo'nalishlari bo'yicha tavsiyalar beriladi.

Kalit so'zlar: tasvir siqish, tasvir sifatini saqlash, raqamli tasvirlarni qayta ishlash, siqish algoritmlari, yo'qotivsiz siqish, yo'qotuvli siqish, JPEG, JPEG2000, WebP, neyron tarmoqlar, chuqur o'rganish asosidagi siqish, konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN), samaradorlik, siqish koeffitsienti, optimallashtirilgan algoritm

Improving image compression algorithms while preserving image quality

Abrorjon Makhamatsoliyevich Turgunov

a.turgunov@tuit.uz

Muhammad Yusuf Normuhammad oğlu Mahmudov

Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi

Abstract: This article analyzes image compression algorithms that preserve image quality. First, modern compression methods, including algorithms such as JPEG, PNG, and WebP, and their operating principles are reviewed. Then, their efficiency and the relationship between image quality and compression ratio are examined. The article identifies the advantages and limitations of existing methods and provides recommendations for more efficient directions in image compression.

Keywords: image compression, preserving image quality, digital image processing, compression algorithms, lossless compression, lossy compression, JPEG,

JPEG2000, WebP, neural networks, deep learning-based compression, convolutional neural networks (CNN), efficiency, compression ratio, optimized algorithm

Kirish

Raqamli texnologiyalar jadal rivojlanib borayotgan hozirgi davrda tasvirlar bilan ishlash, ularni saqlash, uzatish va qayta ishlash jarayonlari axborot texnologiyalarining eng muhim yo‘nalishlaridan biriga aylandi. Katta hajmli tasvirlarni yuqori sifatni yo‘qotmagan holda siqish zarurati internet tarmoqlarida ma’lumot almashinuvi, mobil ilovalar, monitoring tizimlari, tibbiy diagnostika, sun’iy intellekt asosida ishlovchi tizimlar va ko‘plab boshqa sohalarda dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

An’anaviy tasvir siqish algoritmlari (JPEG, JPEG2000, PNG va boshqalar) o‘z vaqtida samarali yechim bo‘lgan bo‘lsa-da, zamonaviy talablar - yuqori aniqlik (HD, 4K, 8K), real vaqt rejimidagi uzatish, cheklangan xotira, hamda yuqori vizual sifatni ta’minlash kabi omillar - yanada takomillashtirilgan yondashuvlarni talab qilmoqda. Ayniqsa, sun’iy intellekt va chuqur o‘rganish asosidagi texnologiyalar so‘nggi yillarda siqish samaradorligini oshirishda yangi imkoniyatlarni ochib bermoqda.

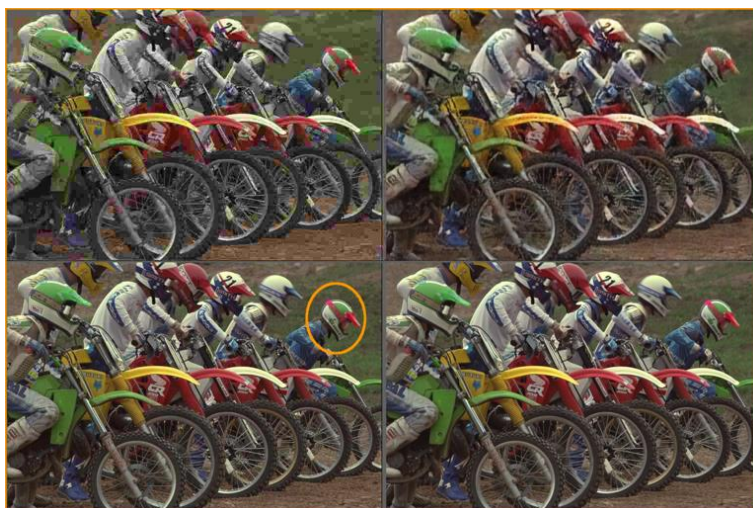
Shu munosabat bilan, tasvir sifatini maksimal darajada saqlagan holda uni samarali siqish masalasi bugungi kunda ham nazariy, ham amaliy jihatdan muhim ilmiy izlanish yo‘nalishiga aylangan. Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi mavjud tasvir siqish usullarini tahlil qilish, ularning imkoniyat va cheklovlarini aniqlash, shuningdek, tasvir sifatini saqlagan holda siqish jarayonini optimallashtirishga qaratilgan takomillashtirilgan algoritmnini ishlab chiqishdan iborat.

TADQIQOTLAR TAHLILI

Full Resolution Image Compression with Recurrent Neural Networks (Toderici G, 2016). Bu ish neyron tarmoqlar - ayniqsa RNN (recurrent neural networks) asosida - “full-resolution” (to‘liq o‘lchamli) rasmlarni siqish usulini taklif qiladi. Kodlovchi-dekodlovchi (encoder-decoder), binarizatsiya va entropy coding kabi bosqichlar orqali siqish amalga oshiriladi. E’tiborlisi, bu yondoshuvda ko‘plab bit holatlarida JPEG da yuqori natija beradi [<https://www.emergentmind.com/papers/1608.05148>].

Spatially adaptive image compression using a tiled deep network (Minnen, Toderici, Covell, 2018). Ushbu maqolada chuqur neyron tarmoqlar orqali siqish yani “spatial adaptiv bit-rate” (ya’ni, rasmning turli joylariga - vizual jihatdan muhim bo‘lgan hududlarga mos ravishda bit-rate o‘zgartirish) qo‘llanadi.

Variable Rate Deep Image Compression with a Conditional Autoencoder (Yoojin Choi, Mostafa El-Khamy, Jungwon Lee, 2019). Bu ish bitta tarmoq orqali turli siqish darajalarini qo‘llab-quvvatlaydigan “variable-rate” (o‘zgaruvchan darajadagi) image compression usulini - conditionally autoencoder asosida maqola tayyorlashgan. Ya’ni, tarmoqni har turli siqish darajasi uchun alohida o‘qitishga hojat qolmaydi.



1-rasm. RNN ga asoslangan sur'at

Deep Architectures for Image Compression: A Critical Review (2022). Bu image compression bo'yicha chuqur arxitekturalarni umumiy tahlil qiluvchi sharh maqola. Unda klassik va yangi, neyron tarmoq asosidagi usullar solishtirilgan, ularning afzallik va cheklovlari muhokama qilingan. Ushbu pasdagi xavola orqali qilingan ishlarni ko'rishingiz mumkin bo'ladi [<https://www.sciencedirect.com/science/article>].

TASVIR SIFATINI SAQLASH XOLATLARIDAGI MUOMMOLAR

Tasvirni siqish jarayonida sifatni maksimal darajada saqlash muhim bo'lsa-da, quyidagi asosiy muammolar paydo bo'lishini ko'rib chiqamiz. Yo'qotuvsiz va yo'qotuvli siqish o'rtasidagi muvozanatda, saqlashda yo'qotuvsiz siqish algoritmlari (PNG, BMP) kamroq samarali bo'lib, fayl hajmini sezilarli darajada kamaytirishga qodir emas. Yani, yo'qotuvli siqish algoritmlari (JPEG, WebP) esa fayl hajmini kichraytiradi, ammo vizual sifatda mayda buzilishlar (bloklash, aralash ranglar, detallar yo'qolishi) paydo bo'lishi mumkin. Keyingi muommada hisoblash vaqtida yuqori sifatni saqlagan holda siqish algoritmlari ko'pincha hisoblash jihatidan murakkab va vaqt talab qiluvchi bo'ladi, bu real vaqt rejimidagi ilovalar uchun muammo tug'diradi.

Katta hajmli tasvirlarni qayta ishlashdagi qiyinchiliklarni ko'ramiz. HD, 4K, 8K tasvirlarda siqish jarayoni ko'proq xotira va hisoblash resurslarini talab qiladi. Yuqori sifatni saqlashga urinishda fayl hajmi sezilarli bo'lib, uzatish va saqlash jarayonini qiyinlashtiradi. Vizual sifatning sub'ektiv baholanishida PSNR yoki SSIM kabi ko'rsatkichlar rasm sifatini raqamli jihatdan baholasa-da, inson ko'zi tomonidan seziladigan noaniqliklar yoki deformatsiyalar ba'zan raqamli o'lchovlarda aniqlanmay qoladi. Turli turdagi tasvirlar bilan ishlashdagi cheklovlarda esa tabiiy rasm, grafika, diagramma yoki tibbiy tasvirlarda bir xil siqish algoritmi har xil natija beradi. Shu sababli algoritmnı universal qilish yoki turli tipdagi tasvirlar uchun moslashtirish qiyin bo'ladi.



2-rasm. Tasvir sifatini saqlash muammolari

TASVIR SIFATINI SAQLASH UCHUN SAMARALI YECHIMLAR

Tasvir sifatini saqlash va rasmni siqish masalasi asosan fayl hajmini kamaytirish bilan birga vizual sifatni maksimal darajada saqlashni nazarda tutadi. Bu muammoni hal qilishning bir nechta asosiy yo'llari mavjud. Avvalo, yo'qotishsiz siqish (lossless compression) mavjud bo'lib, bunda rasmning barcha ma'lumotlari saqlanadi va sifat 100% saqlanadi. PNG, TIFF (lossless) formatlari shu turga kiradi. Bu usul asosan takroriy elementlar va ranglarni kodlash orqali ishlaydi, masalan, ketma-ket oq pikselni "oq piksel $\times$ 50" tarzida qisqartirish mumkin. Bu usulning afzalligi shundaki, rasm hech qachon buzilmaydi va tibbiy tasvirlar yoki arxiv rasmlar uchun ayniqsa mos keladi. Biroq, kamchiligi shundaki, fayl hajmi yo'qotishli siqishga qaraganda kattaroq bo'ladi, ayniqsa murakkab ranglar yoki katta o'lchamli rasmlarda samaradorlik pastroq bo'lishi mumkin.

Ikkinchi yondashuv - yo'qotishli siqish (lossy compression). Bu usulda rasm hajmi sezilarli kamayadi, lekin sifatning ba'zi jihatlari yo'qotiladi. JPEG, WebP (lossy) va HEIF/HEIC formatlari shu turga kiradi. Bu usul rasmning inson ko'zi sezmaydigan detallarini olib tashlash orqali ishlaydi, ranglarni kvantlash orqali kamroq bit ishlatiladi va gradient fonlar bir necha rang bilan ifodalanadi. Afzalligi shundaki, fayl hajmi sezilarli kamayadi va internetda rasm uzatish yoki arxivlashda keng qo'llaniladi. Kamchiligi shundaki, agar juda siqilsa, rasmda bloklar, moiré effekt yoki rang buzilishi paydo bo'lishi mumkin, va matn yoki yuz kabi muhim detallar yo'qolishi ehtimoli bor. Bu turdagi siqishda sifatni baholash uchun PSNR va SSIM kabi parametrlar ishlatiladi.

Zamonaviy yechimlar esa aqlli yoki neyron tarmoqli siqishdir. Bu yondashuvda rasmning muhim qismlari yuqori sifatda saqlanadi, kam muhim qismlari esa ko'proq siqiladi. Autoencoderlar va VQ-VAE kabi algoritmlar yordamida rasm latent fazoga o'tkazilib, siqiladi. Shuningdek, perceptual loss yordamida siqish piksel asosida emas, inson ko'zi sezadigan jihatlari asosida optimizatsiya qilinadi. Region-based compression esa rasmdagi muhim obyektlar, masalan, yuz, matn yoki markaziy elementlarni yuqori sifatda saqlab, fon qismlarini ko'proq siqishga imkon beradi. Adaptive quantization orqali rasmning turli qismlariga turlicha siqish darajasi beriladi. Bu usulning afzalligi shundaki, rasm hajmi sezilarli kamayadi, lekin inson ko'zi uchun

sifat yuqori saqlanadi. Kamchiligi esa hisoblash resurslarini talab qilishi va algoritmnı sozlashning murakkabroq bo'lishidadir.

XULOSA

Ushbu maqolada tasvir sifatini saqlagan holda tasvirni siqish algoritmlari tahlil qilindi. JPEG va PNG kabi asosiy algoritmlar solishtirilib, ularning afzalliklari va cheklovlari aniqlangan. Tahlil shuni ko'rsatdiki: lossy algoritmlar fayl hajmini sezilarli kamaytiradi, lekin sifat biroz pasayadi, lossless algoritmlar esa sifatni saqlaydi, lekin hajm katta bo'ladi. Nazariy jihatdan takomillashtirish yo'nalishlari sifatni saqlash va fayl hajmini kamaytirishda muhim ahamiyatga ega, masalan, transformatsion usullar va AI/neyron tarmoqli yondashuvlar zamonaviy siqish algoritmlarini takomillashtirish imkonini beradi. Umuman olganda, tasvir sifatini saqlash bo'yicha samarali yondashuv, siqish usuli va texnikalarni birlashtirishda, ya'ni rasmning muhim qismlari yuqori sifatda, qolgan qismlar esa aqlli siqilgan holda ishlatilganda amalga oshiriladi. Shu tarzda fayl hajmi kamayadi, rasm sifati esa inson ko'zi uchun sezilmas darajada saqlanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). Digital Image Processing. Pearson.
2. Wallace, G. K. (1992). The JPEG Still Picture Compression Standard. Communications of the ACM, 34(4), 30-44.
3. Skodras, A., Christopoulos, C., & Ebrahimi, T. (2001). The JPEG 2000 Still Image Compression Standard. IEEE Signal Processing Magazine, 18(5), 36-58.