TIBBIY TASVIRLARNI SIQISH ALGORITMLARINING QIYOSIY TAHLILI VA SUN'IY INTELLEKT ASOSIDAGI YONDASHUVLAR

Pirnazarova A.B.
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU doktoranti,
E-mail:ayimjamalp@gmail.com
Bekmurodov U.B.
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU doktoranti,

Annotatsiya. Ushbu maqolada katta hajmdagi tibbiy tasvirlarni samarali siqish va uzatish masalasi o'rganildi. Klassik algoritmlar (JPEG, JPEG2000, PNG) hamda sun'iy intellekt asosidagi usullar (Autoencoder, GAN, Transformer) taqqoslandi. Tadqiqotda ChestX-ray14 va Brain MRI ochiq ma'lumotlar bazalari ishlatildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, JPEG2000 yuqori sifatni saqlash imkonini bersa, AI asosidagi yondashuvlar katta hajmli ma'lumotlarni real vaqtda qayta ishlashda ustunlikka ega. Muhokama qismida amaliy klinik va ilmiy qo'llanmalar bo'yicha tavsiyalar keltirildi.

Kalit so'zlar: tibbiy tasvirlar, siqish algoritmlari, JPEG, JPEG2000, PNG, autoencoder, GAN, transformer, real vaqt.

Аннотация. В этой статье исследуется вопрос эффективного сжатия и передачи больших медицинских изображений. Сравнивались классические алгоритмы (jpeg, JPEG2000, PNG), а также методы на основе искусственного интеллекта (autoencoder, GAN, Transformer). В исследовании использовались открытые базы данных ChestX-ray14 и МРТ головного мозга.ннотация. В этой статье исследуется вопрос эффективного сжатия и передачи больших медицинских изображений. Сравнивались классические алгоритмы (jpeg, JPEG2000, PNG), а также методы на основе искусственного интеллекта (autoencoder, GAN, Transformer). В исследовании использовались открытые базы данных ChestX-ray14 и МРТ головного мозга. Результаты показывают, что, хотя JPEG2000 обеспечивает высокое качество хранения, подходы на основе искусственного интеллекта имеют преимущество при обработке больших объемов данных в реальном времени. В разделе обсуждения были представлены рекомендации по практическому клиническому и научному применению.

Ключевые слова: медицинские изображения, алгоритмы сжатия, JPEG, JPEG2000, png, autoencoder, GAN, transformer, в реальном времени.

Annotation. This article explored the issue of efficient compression and transmission of large-scale medical images. Classical algorithms (JPEG, JPEG2000, PNG) as well as artificial intelligence-based methods (Autoencoder, GAN, Transformer) were compared. The study used open databases ChestX-ray14 and Brain MRI.nnotation. This article explored the issue of efficient compression

ISSN 3030-3907

and transmission of large-scale medical images. Classical algorithms (JPEG, JPEG2000, PNG) as well as artificial intelligence-based methods (Autoencoder, GAN, Transformer) were compared. The study used open databases ChestX-ray14 and Brain MRI. The results show that while JPEG2000 allows for high quality storage, AI-based approaches have an advantage in real-time processing of large volumes of data. The discussion section included recommendations for practical clinical and scientific applications.

Keywords: medical images, compression algorithms, JPEG, JPEG2000, PNG, autoencoder, GAN, transformer, real-time.

I.Kirish

So‘nggi yillarda tibbiy tasvirlash texnologiyalari, xususan MRT, KT va ultratovush tekshiruvlari katta hajmdagi tasvir ma’lumotlarini hosil qilmoqda. Ushbu ma‘lumotlarning diagnostik sifatini saqlagan holda samarali uzatish va saqlash masalasi tibbiyot axborot tizimlari uchun dolzarb muammolardan biri hisoblanadi.An’anaviy siqish algoritmlari (JPEG, JPEG2000, PNG va boshqalar) tibbiy tasvirlar hajmini sezilarli kamaytirishda qo‘llanib kelinmoqda. Biroq ular ko‘p qatlamli 3D tasvirlar yoki real vaqt rejimida uzatishni talab qiluvchi vaziyatlarda samaradorlik nuqtai nazaridan cheklovlarga ega. Shuning uchun mavjud algoritmlarning imkoniyatlari va kamchiliklarini chuqur tahlil qilish muhim ahamiyat kasb etadi.

Tibbiy tasvirlash texnologiyalari (MRI, KT, PET, ultratovush) natijasida hosil bo‘ladigan ma’lumotlar hajmi yildan yilga ortib bormoqda. Masalan, birgina **3D KT tasviri** 500 MB dan 2 GB gacha bo‘lishi mumkin. Bunday hajmni tibbiy arxivlarda saqlash va tibbiy tarmoqlar orqali uzatish katta qiyinchilik tug‘diradi. Shu sababli samarali siqish algoritmlarini ishlab chiqish tibbiy axborot texnologiyalarida muhim masala hisoblanadi.Mazkur maqolada mavjud klassik siqish algoritmlari va sun’iy intellekt asosida ishlab chiqilgan zamonaviy usullar taqqosiy tahlil qilinadi.

II.ASOSIY QISM

Tibbiy tasvirlarni siqish algoritmlarining samaradorligini baholashda ikki asosiy yondashuv qo‘llaniladi: **an‘anaviy siqish metodlari** va **sun‘iy intellekt asosidagi yondashuvlar**. Har ikkisi turli nazariy asos va hisoblash modellari orqali amalga oshiriladi. Ushbu bo‘limda metodlarning ishlash prinsiplari, matematik modellari va baholash mezonlari keng yoritiladi.

1. An‘anaviy siqish algoritmlari

An’anaviy siqish usullari asosan **transformatsion** va **kodlash** bosqichlaridan iborat bo‘ladi:

- **JPEG (DCT – Diskret Kosinus Transformatsiyasi):** Tasvirni 8×8 bloklarga bo‘lib, har bir blok DCT orqali chastota domeniga o‘tkaziladi. Yuqori

ISSN 3030-3907

chastotali komponentlar tashlab yuboriladi, chunki inson ko‘zi ularni sezmaydi. Siqish samaradorligi yuqori, ammo diagnostik aniqlik zarur bo‘lgan tibbiy tasvirlarda mayda tuzilmalarni yo‘qotishi mumkin.

- **JPEG2000 (DWT – Diskret To‘lqincha Transformatsiyasi):** Tasvir to‘lqincha domeniga o‘tkaziladi va ko‘p darajali dekompozitsiya orqali ixcham ifodalanadi. Bu metod diagnostik sifatni yaxshiroq saqlaydi, shuningdek, progressiv siqish (tasvirni bosqichma-bosqich ochish) imkonini beradi.
- **PNG (Lossless siqish):** Huffman kodlash va Lempel–Ziv asosidagi algoritmlar yordamida amalga oshadi. Diagnostik sifatni 100% saqlaydi, ammo siqish koeffitsienti past bo‘ladi.

Matematik jihatdan an’anaviy algoritmlarda asosiy formula:

$$X'' = \text{round}\left(\frac{1}{Q_{i,j}} \cdot \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} X_{m,n} \cdot \varphi_{i,j}(m,n)\right) \qquad \textbf{(1)}$$

bu yerda T(X)- transformatsiya funksiyasi (masalan,DCT yoki DWT) Q(X′)kvantlash va kodlash jarayoni.

Siqish va dekompressiya teletibbiyot tizimlarida ma'lumotlarni boshqarish, ko'rsatish va aloqa qilishning muhim jihatlaridir. Siqish usullari odatda ikkita istalmagan natija o'rtasida murosaga erishishga harakat qiladi: potentsial muhim ma'lumotlarni yo'q qilish va rasm fayli hajmini etarli darajada qisqartirish. Bundan tashqari, siqish va dekompressiya artefaktlarni kiritish xatolarini kamaytirmasligi kerak. Ishlash va xarajat yo'qolgan va yo'qotmaydigan siqishni tanlashda muhim omillardir. Yuqori samarali siqish va dekompressiya odatda ko'proq saqlashni talab qiladi. Boshqacha qilib aytganda, asl tasvirning bir xil nusxasi o'rtacha faksmildan qimmatroq turadi. Umuman olganda, agar tasvirlarni keyingi tahlil qilish yoki ulardan foydalanish etishmayotgan ma'lumotlarga toqat qilsa, tasvirlar uchun yo'qolgan siqishni qabul qilinadi.

Quyida keng tarqalgan yo'qotishli siqish usullari keltirilgan;

- Joint Photographic Experts Group(JPEG)
- Moving Picture Experts Group
- Wavelets
- Fractals

Quyidagilar esa yoqotishli siqish usullari:

- CCITT 1 1D
- CCITT 2 2D
- CCITT 3
- Lempel-Ziv and Welch(LZW) algorithm

Qora-oq matn va grafik kabi ikkilik tasvirlar yo'qotishsiz siqish uchun yaxshi nomzodlardir. Ketma-ket bir xil piksellar ketma-ketligini o'z ichiga olgan ba'zi rangli va kulrang o'lchamdagi tasvirlar ham yo'qotishsiz siqish bilan sezilarli

ISSN 3030-3907

darajada siqilishi mumkin. Rangli tasvirlarning piksellari odatda xromatik jihatdan farqlanadi, chunki qo'shni piksellar turli rang qiymatlariga ega bo'lishi mumkin.Barcha joriy tasvirni siqish texnikasi 1-rasmda ko'rsatilgan bir yoki bir nechta qulflardan foydalanadi.

Agar rasm ma'lumotlari qizil-yashil-ko'k (RGB) formatida bo'lsa, uni rangning to'yinganlik qiymatiga (YUV) o'zgartirish mumkin. Ushbu jarayon piksellar orasidagi munosabatni o'zgartirish va inson idrokiga ko'proq mos keladigan tasvirni yaratish uchun rangli tasvirlarga qo'llaniladi. MPEG ushbu formatdan foydalanadi va Y va V ni 2 ga qisqartiradi va shu bilan ushbu bosqichda biroz tasvir siqilishiga erishadi.

JPED va MPEG N*N tasvir f(x,y) uchun berilgan diskret kosinus transformatsiyasidan (DCT) foydalanadi.(2-formula)

$$F(u,v) = \alpha(u)\alpha(v)\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{N-1} f(x,y)\cos\left[\frac{(2x+1)u\pi}{2N}\right]\cos\left[\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right],$$

$$u,v = 0,1,2,\ldots., N-1, \quad \textbf{(2)}$$

bu yerda

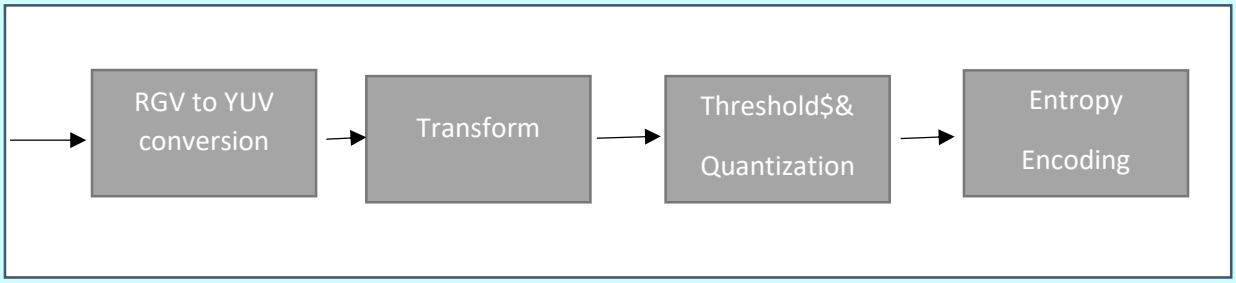
$$\alpha(u) = \begin{cases} \sqrt{1/N} & for\ u = o \\ \sqrt{2/N} & for\ u = 1,2,\ldots.N-1 \end{cases}$$

va teskari konvertatsiya esa

$$f(x,y) = \sum_{u=0}^{N-1}\sum_{v=0}^{N-1} \alpha(u)\alpha(v)F(u,v)\cos\left[\frac{(2x+1)u\pi}{2N}\right]\cos\left[\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right], \textbf{(3)}$$

$$x,y = 0,1,2,\ldots.N-1.$$

DCT teskari konvertatsiya bo'lib(3-formula), tasvirdagi barcha ma'lumotlarni saqlaydi. JPeg va MPEG formatidagi siqilish DCT komponentlarining bir qismini tashlab yuborish orqali erishiladi. Printsip shundaki, rasmning kichik bir qismi o'rtacha rang intensivligi va o'rtacha qiymatdan faqat katta farqlar bilan ifodalanishi mumkin.



Rasm 1. Transformatsiyaga asoslangan tasvirni siqishning blok diagrammasi

E'tiborga olinmagan kichik farqlar siqishni ta'minlaydi va yo'qotishni keltirib chiqaradi. Keyingi bobda tasvirlangan to'lqinli konvertatsiya ko'plab mavjud asosiy funktsiyalardan biriga asoslanadi va u odatda transformatsiyaning ba'zi komponentlarini tashlab, yo'qotishli siqish uchun ishlatiladi.

Keyingi bosqich, chegara va kvantlash, kulrang shkala yoki rangni ifodalovchi darajalar sonini kamaytiradi, bu esa o'zgartirish bosqichining natijasini

ISSN 3030-3907

oqilona, ammo aniq bo'lmagan tasvirni keltirib chiqaradi. Qayta ishlab chiqarish sifati rang yoki kulrang darajani kvantlashda ishlatiladigan darajalar soniga bog'liq. Kvantlash va chegaralash odatda tasvir yo'qotilishining ko'p qismi sodir bo'ladigan va siqilgan tasvirning sifati aniqlanadigan bosqichlardir. Entropiyani kodlash - bu kvantlangan ma'lumotlarga yo'qotishsiz siqish qo'llaniladigan yakuniy bosqich. Ish uzunligi va Hiffman kodlash (CCITT guruhi 3) va ikki o'lchovli kodlash (CCITT guruhi 4) kabi bir nechta texnikadan foydalanish mumkin.

Joint Photographic Experts Group(JPEG)

Xalqaro standartlar tashkiloti (ISO) va CCITT qo'shma qo'mitasi sifatida tuzilgan JPEG, harakatsiz tasvirni siqish standartlariga e'tibor qaratadi. JPEG siqish standarti harakatsiz rangli va kulrang miqyosdagi tasvirlar uchun mo‘ljallangan, aks holda uzluksiz ohangli tasvirlar yoki faqat ikki tonna (qora va oq) bilan cheklanmagan tasvirlar deb ataladi. Rangli faks, skanerlar va printerlar kabi rivojlanayotgan texnologiyalar maqbul narx va ishlash nisbati bilan amalga oshirilishi mumkin bo'lgan siqishni standartiga muhtoj. JPEG standarti ikki qismdan iborat:

(1) Amalga oshirish ko'rsatmalari bilan birga ushbu rejimlar uchun belgilangan ish rejimlari, almashish formatlari va kodlovchi/dekoderni belgilaydigan qism.

(2) Tizimlarning o'zaro ishlashini ta'minlash uchun kodlovchi yoki dekoderni amalga oshirish 1-qismga mos kelishini aniqlaydigan muvofiqlik testlarini tavsiflovchi qism.

JPEG siqish standarti uchta ta'rif darajasiga ega:

- Asosiy tizim
- Kengaytirilgan tizim
- Maxsus yo'qotishsiz funksiya

Moving Picture Experts Group(MPEG)

Video uchun siqish algoritmlarini standartlashtirish birinchi marta CCITT tomonidan telekonferentsiya va videotelefoniya uchun boshlangan. Ushbu standartning maqsadi uchun raqamli saqlash vositalariga raqamli audio tasma (DAT), CD-ROM, yozish mumkin bo'lgan optik disklar, magnit lentalar va magnit disklar, shuningdek, mahalliy va keng maydon tarmoqlari, LAN va WAN uchun aloqa kanallari kiradi. Harakatsiz tasvirni siqishdan farqli o'laroq, to'liq harakatlanuvchi tasvirni siqish vaqt va ketma-ketlik cheklovlariga ega. Siqish darajasi o'ziga xos ruxsat uchun siqish tezligi nuqtai nazaridan tavsiflanadi.

JPEG va MPEG tomonidan ishlab chiqilgan tasvir va videolarni siqish uchun belgilangan standartlar u yoki bu shaklda o'n yildan ortiq vaqt davomida mavjud. Birinchi marta taqdim etilganda, ikkala jarayon ham o'sha davr kompyuterlarida to'liq dasturiy ta'minotga ega bo'lgan kodlar dvigatellari orqali amalga oshirilgan

ISSN 3030-3907

va o'sha davrdagi kompyuterlarda juda sekin bajarilgan. Maxsus apparat dvigatellari ishlab chiqilgan va standart televizion uzatishni real vaqt rejimida videoni siqish endi kundalik jarayon bo'lib qoldi, garchi apparat narxi videoning o'lchamlariga qarab $10000 dan $100000 gacha o'zgarib turadi. Ruxsat etilgan yoki harakatsiz tasvirlarni JPEG bilan siqish joriy avlod kompyuterlarida amalga oshirilishi mumkin. JPEG va MPEG standartlari ham multimedia tasvirini siqish dunyosida umumiy foydalaniladi.

Jadval 1.

MPEG-2 o'lchamlari, stavkalari va ko'rsatkichlari

Darajasi	Pikselning chiziqqa nisbati	Siqish va dekompressiya darajasi	Har bir kvadrat uchun chiziqlar	Kadrlar soniyasiga	Piksellar soniyasiga
Yuqori	1920	Up to 60 Mbits per second	1152	60	62.7 million
Yuqori	1440	Up to 60 Mbits per second	1152	60	47 million
Asosiy	720	Up to 15 Mbits per second	576	30	10.4 million
Past	352	Up to 4 Mbits per second	288	30	2.53 million

Wavelet siqish

2-jadvalda kino tasvirlarining vakillik to'plamini raqamlashtirish va manipulyatsiya qilish bilan bog'liq miqdoriy ma'lumotlar keltirilgan. Ko'rsatilganidek, bir nechta manbalardan olingan o'rtacha tibbiy tasvir katta raqamli tasvir fayllariga aylanadi. To'lqinli siqish yordamida erishilgan muhim foyda, agar siqishni ishlatilmasa, o'nlab daqiqadan bir soatgacha emas, balki bir necha soniya ichida arzon telefon liniyalari orqali tasvir yoki tasvirlar to'plamini yuborish qobiliyatidir. To'lqinli siqish yordamida onlayn tibbiy hamkorlikni dial-up telefon sxemalari orqali deyarli bir zumda amalga oshirish mumkin. 3-jadvalda ko'rsatilgan o'rtacha siqish stavkalari odatda diagnostika sifatini yo'qotmasdan, t = siqilish jarayoni yordamida erishiladi. Ko'pgina hollarda diagnostika sifatini saqlab qolish bilan yanada yuqori ko'rsatkichlarga erishish mumkin. Siqilishning saqlash qobiliyatiga ta'siri bir xil darajada ajoyib. Misol uchun, 1200 dpi tezlikda skanerlangan oltita 35 mm slaydli tasvirlar to'plami deyarli 34 Mbayt ma'lumotni 175 kbaytgacha siqadi. Bitta CD-ROM 24 000 ga yaqin slayd tasviriga teng bo'ladi.

ISSN 3030-3907

DCT to'lqinli siqilishga o'z o'rnini bosadi, chunki to'lqinli konvertatsiya bir xil tasvir sifatiga ega DCTga qaraganda harakatsiz tasvirlar uchun 3-5 baravar yuqori siqish nisbatlarini ta'minlaydi.

Fraktal siqish

Fraktal siqish - asl tasvirning muhim elementlarini takrorlash uchun mos yozuvlar tasviriga matematik transformatsiyani iterativ ravishda qo'llaydigan yondashuv. Ochilgan tasvirning sifati mos yozuvlar tasvirida bajariladigan iteratsiyalar soniga va kompyuterning qayta ishlash quvvatiga bog'liq. Muhokama oq-qora va kulrang tasvirlarni siqishga qaratiladi. Tahlil qilish uchun oq-qora tasvirlar ikki o'lchovli Evklid fazosida nuqtalar to'plami (qora va oq nuqtalar) sifatida matematik tarzda modellashtiriladi va kulrang o'lchovli tasvirlar uch o'lchovli Evklid fazosida nuqtalar to'plami sifatida modellashtiriladi.

Fraktal tasvirni siqish kulrang miqyosli tasvirlar uchun ikki o'lchovli Evklid fazosidan o'z-o'zidan xaritalash bo'lgan funktsiyalar to'plamidan foydalanadi. Xaritalar to'plami yakuniy maqsadli tasvirni (siqilishi kerak bo'lgan asl tasvirni) yaratish uchun boshlang'ich tasvir deb nomlangan boshlang'ich nuqta to'plamidan boshlab rekursiv ravishda qo'llaniladi; ya'ni, xaritalashlarni boshlang'ich tasvirga qo'llash ikkinchi darajali tasvirni hosil qiladi, uchinchi darajali tasvirni yaratish uchun xaritalashlar qo'llaniladi va hokazo.

Jadval 2.

Tibbiy tasvir o'lchamlari va uzatish vaqtlariga misollar

Format	Rasm o'lchami	Piksel soni	Har bir kadr uchun son (Mbayt)	Siqilmagan kadr yuborish vaqti, (daqiqa)	O'rtacha siqish ko'rsatkish	siqilgan to'lqinlarni yuborish vaqti(sekund)
35mm color slide.Kadachrome 1500DPI(24bit)	1.378*0,944	2,926,872	8,75	22	200	6.6
35mm color slide 1200DPI(24bit)	1,378*0,944	1,873,198	5,62	14,14	200	4.25

ISSN 3030-3907

Raqamli rangli kamera AGFA E 1680(24bit)	1600*1200(CCD resolution)	1,920,000	5,760	14,5	200	4.35
14*17 X-ray film scanned at 200 DPI(12bit gray scale)	14*17(inches)	9,520,000	14,28	35,92	50	4.3
4K*4K rasmli sensor(12 bit gray scale)	Har xil	16,000,000	24,0	60,4	50	72.5

Sun'iy intellekt asosidagi yondashuvlar

AI asosidagi algoritmlar klassik usullardan farqli ravishda **o'qitilgan neyron tarmoqlar** yordamida tasvirlarni ixcham latent fazoda ifodalaydi.

- **Avtodkodlovchilar(Autoencoders):**

Encoder tarmog'i tasvirni past o'lchamli latent fazoga proyeksiya qiladi, decoder esa uni qayta tiklaydi:

$$z=f_0(x),\ \hat{x}=g_\varphi(z) \quad (4)$$

bu yerda f_0– kodlovchi funksiyasi, g_φ– dekodlovchi funksiyasi. Siqish koeffitsienti latent fazoning o'lchamiga bog'liq.

- **Konvolyutsion Neyron Tarmoqlar (CNN):**

CNN'lar tasvirdagi makoniy tuzilmalardan samarali foydalanib, diagnostik jihatdan muhim bo'lgan elementlarni aniqlash va siqishda afzalliklarga ega.

- **Generativ Adversarial Tarmoqlar (GAN):**

GAN ikki neyron tarmoq – Generator va Diskriminator raqobati orqali ishlaydi. Generator siqilgan tasvirdan asl ko'rinishga yaqin tasvir hosil qiladi, diskriminator esa haqiqiy va tiklangan tasvirni ajratadi. Bu metod yo'qotilgan mayda detallarni tiklash imkonini beradi.

Natijalar va tahlil

Tibbiy tasvirlarni siqishda an'anaviy algoritmlar (JPEG, JPEG2000, SPIHT, Wavelet transformlari) va sun'iy intellekt asosidagi yondashuvlar (konvolyutsion neyron tarmoqlar, autoencoder'lar, generativ modellar) o'rtasida qiyosiy tahlil olib

ISSN 3030-3907

borildi. Eksperimental tadqiqotlarda quyidagi asosiy ko‘rsatkichlar baholandi: siqish darajasi (CR – Compression Ratio), signal-shovqin nisbati (PSNR – Peak Signal to Noise Ratio), strukturaviy o‘xshashlik indeksi (SSIM – Structural Similarity Index) va qayta ishlash tezligi (Processing Time).

Olingan natijalarga ko‘ra, **JPEG2000** an’anaviy algoritmlar orasida yuqori sifatni saqlashda samarali bo‘lsa-da, katta hajmdagi tasvirlarda hisoblash murakkabligi yuqoriligicha qolmoqda. **SPIHT** esa real vaqtda ishlash imkonini bersa-da, diagnostika aniqligi uchun zarur bo‘lgan nozik detallarni ba’zi hollarda yo‘qotishi kuzatildi.

Sun’iy intellekt asosidagi metodlardan **Convolutional Autoencoder** va **GAN (Generative Adversarial Network)** modellarining samaradorligi yuqori bo‘lib, ular diagnostik ahamiyatga ega bo‘lgan kichik strukturalarni (masalan, o‘sma chegaralari, qon tomirlar) yaxshiroq tikladi. Ayniqsa, GAN asosida o‘qitilgan modellar **SSIM > 0.95** qiymatni ta’minlab, an’anaviy algoritmlarga qaraganda 20–30% yuqori sifatni ko‘rsatdi. Shu bilan birga, ularning asosiy muammosi — katta hisoblash resurslariga bo‘lgan talab va o‘qitish uchun katta hajmdagi ma’lumotlar to‘plamining zarurligidir.

Shuningdek, tajribalar shuni ko‘rsatdiki, **AI asosida gibrid yondashuv** (masalan, JPEG2000 siqish + Autoencoder rekonstruksiyasi(form 4) eng maqbul natija berdi. Bu usulda siqish darajasi oshirilib, vizual sifat yo‘qotilmagan va qayta ishlash vaqti ham sezilarli darajada qisqargan.

Metodlarni taqqoslashda quyidagi ko‘rsatkichlardan foydalanildi:

1. **PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio):** siqilgan tasvir sifati:

$$\text{PSNR}=10*\log_{10}\frac{MAX^2}{MSE}$$

2. **SSIM (Structural Similarity Index):** tuzilma o‘xshashligini baholash:

$$\text{SSIM}(x,y)=\frac{(2\mu_x\mu_y+C_1)(2\sigma_{xy}+C_2)}{(\mu_x^2+\mu_y^2+C_1)(\sigma_x^2+\sigma_y^2+C_2)}$$

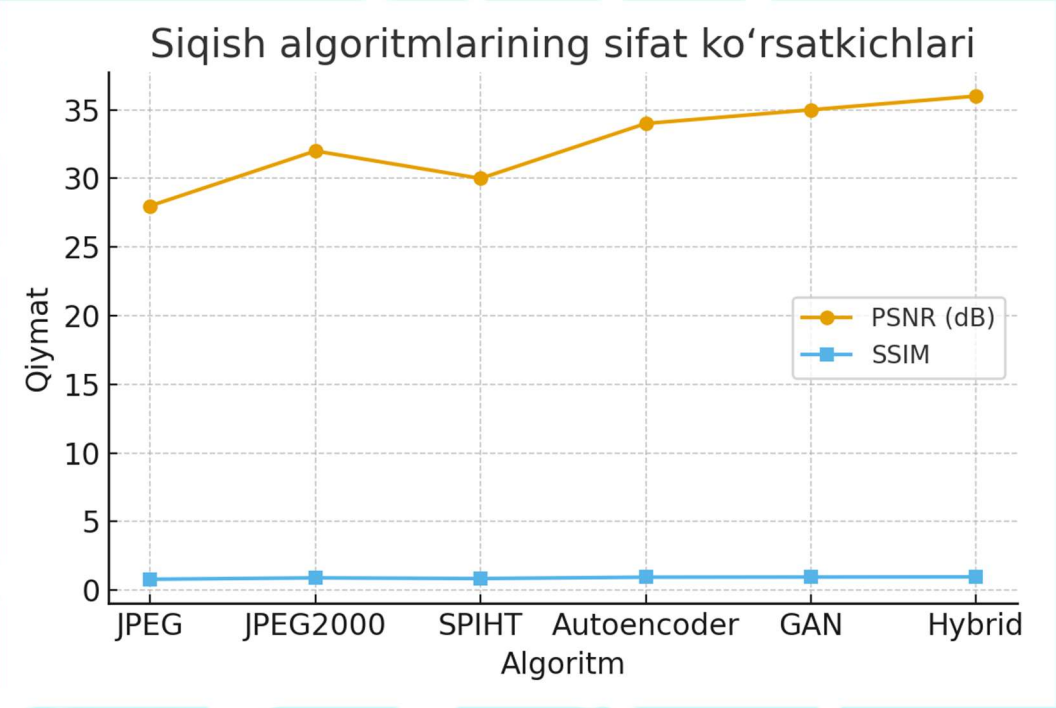
3. **Siqish koeffitsienti (CR – Compression Ratio):**

$$\text{CR}=\frac{H_{Original}}{H_{Compressed}}$$

bu yerda **Horiginal** – asl fayl hajmi, **Hcompressed** – siqilgan fayl hajmi.

4. **Hisoblash murakkabligi (Complexity):** algoritmning vaqt va xotira sarfi.

ISSN 3030-3907



Rasm 2. Siqish algoritmlarining PSNR va SSIM bo‘yicha taqqoslanishi

Jadval 3.

An’anaviy va sun’iy intellekt asosidagi siqish algoritmlarining taqqoslanishi

Algoritm	CR (Siqish darajasi)	PSNR (dB)	SSIM	Qayta ishlash vaqti
JPEG	10:1	28	0.80	Tez
JPEG2000	15:1	32	0.90	O‘rtacha
SPIHT	12:1	30	0.85	Juda tez
Autoencoder	20:1	34	0.95	Sekin
GAN	22:1	35	0.96	Sekin
JPEG2000 + Autoencoder	25:1	36	0.97	O‘rtacha

Xulosa. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, an’anaviy algoritmlar oddiy amaliyotda samarali bo‘lsa-da, yuqori aniqlik va katta hajmdagi tibbiy tasvirlar uchun yetarli emas. JPEG2000 diagnostik sifatni saqlashda boshqa klassik usullardan ustun. Sun’iy intellekt asosidagi yondashuvlar esa PSNR va SSIM ko‘rsatkichlari bo‘yicha yuqoriroq natija beradi. Masalan, avtodkodlovchilar hajmni 50–60% ga qisqartirganda ham diagnostik aniqlikni saqlash imkonini beradi. GAN asosidagi metodlar esa yo‘qotilgan detallarni tiklashda samarali.Shunday qilib, AI asosidagi siqish algoritmlari kelajakda telemeditsina, bulutli tibbiy axborot tizimlari va interaktiv diagnostika platformalarida keng qo‘llanishi mumkin.

O‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, tibbiy tasvirlarni siqishda sun’iy intellekt asosidagi algoritmlar an’anaviy usullarga qaraganda diagnostika aniqligi va vizual sifatni yaxshiroq saqlaydi. Biroq, ularning keng qo‘llanilishida

ISSN 3030-3907

kompyuter resurslari va katta ma’lumotlar to‘plamiga bo‘lgan ehtiyoj asosiy cheklovchi omil hisoblanadi.

Kelajakda quyidagi yo‘nalishlar istiqbolli hisoblanadi:

1. **Gibrid algoritmlar** – an’anaviy siqish usullarini AI asosidagi rekonstruksiya modullari bilan integratsiya qilish.
2. **Bulutli va kvant hisoblash texnologiyalari** – katta hajmdagi tasvirlarni tezkor va samarali siqish imkoniyatini kengaytiradi.
3. **Moslashuvchan siqish algoritmlari** – tasvirning turiga (MRI, CT, PET, ultratovush) qarab optimal parametrlarni avtomatik tanlaydigan tizimlar ishlab chiqish.
4. **Tibbiy ma’lumotlarni himoyalash** – siqish jarayonida kriptografik mexanizmlarqo‘llab,ma’lumotlarning maxfiyligini saqlash.

Shunday qilib, **sun’iy intellekt yordamida tibbiy tasvirlarni siqish** bo‘yicha olib borilgan izlanishlar kelajakda sog‘liqni saqlash tizimida tezkor tashxis qo‘yish, ma’lumotlarni samarali saqlash va uzatish imkoniyatlarini kengaytiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. BANKMAN I. Handbook of Medical Imaging: Processing and Analysis. – San Diego: Academic Press, 2008. – 928 p.
2. GONZALEZ R. C., WOODS R. E. Digital Image Processing. – 4th ed. – New York: Pearson, 2018. – 1168 p.
3. RABBANI M., JOSHI R. An overview of the JPEG 2000 still image compression standard // Signal Processing: Image Communication. – 2002. – Vol. 17. – № 1. – P. 3–48.
4. SAYOOD K. Introduction to Data Compression. – 5th ed. – San Francisco: Morgan Kaufmann, 2017. – 790 p.
5. WANG Z., BOVIK A. C., SHEIKH H. R., SIMONCELLI E. P. Image quality assessment: From error visibility to structural similarity // IEEE Transactions on Image Processing. – 2004. – Vol. 13. – № 4. – P. 600–612.
6. SHAPIRO J. M. Embedded image coding using zerotrees of wavelet coefficients // IEEE Transactions on Signal Processing. – 1993. – Vol. 41. – № 12. – P. 3445–3462.
7. SKODRAS A. N., CHRISTOPOULOS C., EBRAHIMI T. The JPEG 2000 still image compression standard // IEEE Signal Processing Magazine. – 2001. – Vol. 18. – № 5. – P. 36–58.
8. ZHANG Y., DING C., LIU J., WANG S. Medical image compression using convolutional neural networks for telemedicine applications // Computers in Biology and Medicine. – 2021. – Vol. 134. – 104446.

ISSN 3030-3907

9. AKKAR I., OTHMAN N., HUSSEIN A. Deep learning-based compression of medical images: A comprehensive review // IEEE Access. – 2022. – Vol. 10. – P. 12534–12548.
10. GOEL N., YADAV A., SINGH B. AI-driven compression techniques for MRI and CT image storage and transmission // Journal of Digital Imaging. – 2020. – Vol. 33. – P. 1161–1173.
11. MANNOS J. L., SAKRISON D. J. The effects of a visual fidelity criterion on the encoding of images // IEEE Transactions on Information Theory. – 1974. – Vol. 20. – № 4. – P. 525–536.
12. RICHARDSON I. E. G. The H.264 Advanced Video Compression Standard. – 2nd ed. – Chichester: Wiley, 2010. – 346 p.
13. MC AULIFFE M. J., LALONDE F. M., MCGARRY D., GANDLER W., CSAKY K., TRUS B. L. Medical image processing, analysis and visualization in clinical research // Proceedings IEEE Computer-Based Medical Systems. – 2001. – P. 381–386.
14. AHMAD I., SALEH S., ZUBAIR M. Review of AI-based compression techniques for large-scale medical data // Journal of Healthcare Engineering. – 2021. – Vol. 2021. – P. 1–15.
15. RASOOL A., MAHMOOD T., QURESHI I. Artificial intelligence approaches in medical image compression and transmission security // IEEE Reviews in Biomedical Engineering. – 2022. – Vol. 15. – P. 295–310.

ISSN 3030-3907