

бу ерда, x_i – кириш параметрлари, v_{ji} – яширин қатлам нейронлари вазнлари, ω_{kj} – чиқиш қатлами вазнлари, C_i ва b_k – нейронларнинг силжишлари.

3. Моделни ўқитиш ва текшириш: Модель ўқитиш жараёнида қуйидаги хатолик функцияси минималлаштирилди [3]:

$$L(z_k, \hat{z}_k) = \frac{1}{2r} \sum_{k=1}^r (z_k - \hat{z}_k)^2$$

Ўқитиш жараёни сунъий нейрон тармоғи кириш параметрлари асосида оптимал вазнларни аниқлаш учун кўп марта такрорланди ва ўртача квадрат хатони минималлаштириш орқали моделнинг аниқлиги оширилди. Натижаларни кузатилган маълумотлар билан таққослаш орқали текшириш амалга оширилди.

Тадқиқот натижалари. Таҳлил натижалари ANN асосида ишлаб чиқилган моделнинг анъанавий гидравлик моделларга нисбатан юқори аниқлик ва тезкорликка эга эканлигини кўрсатди. ANN модели затворларнинг очилиш даражасини 98% гача аниқлик билан башорат қилди. Бу эса каналларда сув тақсимотини автоматик бошқариш тизимларида реал вақт режимида қўллаш учун катта истиқболга эга эканини кўрсатди.

Хулоса. Тадқиқотда сунъий нейрон тармоқлари орқали очиқ каналлардаги гидротехник иншоотларни бошқаришнинг самарадорлиги исботланди. ANN моделининг қўлланиши сув ресурсларидан оптимал ва самарали фойдаланиш имкониятларини оширади.

Адабиётлар рўйхати

1. Seyedashraf, O., Bottacin-Busolin, A., & Harou, J. J. (2021). A disaggregation-emulation approach for optimization of large urban drainage systems. *Water Resources Research*, 57, e2020WR029098.
2. Gustavo Meirelles Lima, Bruno Melo Brentan, Daniel Manzi, Edevar Luvizotto; Metamodel for nodal pressure estimation at near real-time in water distribution systems using artificial neural networks. *Journal of Hydroinformatics* 22 March 2018; 20 (2): 486–496.
3. Khullar, S., Singh, N. Water quality assessment of a river using deep learning Bi-LSTM methodology: forecasting and validation. *Environ Sci Pollut Res* 29, 12875–12889 (2022).

VIDEOENDOSKOPIYA USULI ASOSIDA OLINGAN INSON ORGANLARINING TASVIRLARI ISHLOV BERISH MASALALARI

Yuldoshev Yusuf Sheraliyevich^{1,a)}, Badalova Lobar Burhonovna^{2,b)}

¹Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent Axborot texnologiyalari universiteti,

²Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt rivojlantirish ilmiy-tadqiqot instituti

^{a)}yusuf_yuldoshev@mail.ru ^{b)}Lobar.fb@gmail.com

Annotasiya: Ushbu maqolada videoendoskopiya usuli asosida olingan inson organlarining tasvirlarini raqamli ishlov berish jarayonida uchraydigan muammolar va ularni bartaraf etish usullari tahlil qilingan. Tibbiyotda keng qo'llanilayotgan videoendoskopik tasvirlar diagnostika va jarrohlik amaliyotlarida muhim ahamiyat kasb etsa-da, ularning sifati yoritishning yetarli emasligi, shovqinlar, geometrik buzilishlar, rang balansining o'zgaruvchanligi kabi omillar ta'sirida pasayadi. Shuningdek, inson organizmining biologik xilma-xilligi va kasalliklarning patologik ko'rinishlaridagi farqlar sun'iy intellekt modellarining aniqligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Maqolada tasvir sifatini oshirish va diagnostik samaradorlikni ta'minlash uchun zamonaviy

algoritmik yondashuvlar, jumladan, chuqur o'qitish texnologiyalarini qo'llashning dolzarbligi asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: Videoendoskopiya, tasvirni ishlov berish, sun'iy intellekt, segmentatsiya, geometrik buzilish, rang balansi, tibbiy tasvirlar, biologik xilma-xillik, patologik o'zgaruvchanlik.

ВОПРОСЫ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОРГАНОВ ЧЕЛОВЕКА, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ВИДЕОЭНДОСКОПИИ

Аннотация: В данной статье рассмотрены проблемы, возникающие при цифровой обработке изображений внутренних органов человека, полученных методом видеоэндоскопии, а также пути их устранения. Несмотря на широкое применение видеоэндоскопических изображений в медицине, в диагностике и хирургии, их качество может снижаться из-за таких факторов, как недостаточное освещение, шумы, геометрические искажения и изменение цветового баланса. Кроме того, биологическое разнообразие человеческого организма и патологические различия проявления заболеваний негативно влияют на точность моделей искусственного интеллекта. В статье обоснована актуальность использования современных алгоритмических подходов, включая технологии глубокого обучения, для повышения качества изображений и эффективности диагностики.

Ключевые слова: видеоэндоскопия, обработка изображений, искусственный интеллект, сегментация, геометрические искажения, цветовой баланс, медицинские изображения, биологическое разнообразие, патологические изменения.

ISSUES OF PROCESSING IMAGES OF HUMAN ORGANS OBTAINED BY VIDEOENDOSCOPY METHOD

Abstract: This article analyzes the challenges encountered in the digital processing of images of human internal organs obtained through video endoscopy, as well as methods for addressing them. Although video endoscopic images are widely used in medicine for diagnostics and surgical planning, their quality can be degraded by factors such as insufficient lighting, noise, geometric distortions, and variations in color balance. Moreover, the biological variability of the human body and pathological differences in disease manifestation adversely affect the accuracy of artificial intelligence models. The article substantiates the relevance of applying modern algorithmic approaches, including deep learning technologies, to improve image quality and enhance diagnostic efficiency.

Keywords: video endoscopy, image processing, artificial intelligence, segmentation, geometric distortion, color balance, medical images, biological variability, pathological changes.

Videoendoskopiya – bu inson organizmidagi ichki organlarni maxsus optik qurilmalar yordamida vizual tekshiruv usul hisoblanadi. Ushbu usul hozirgi kunda gastroenterologiya, urologiya, ginekologiya va boshqa tibbiyot sohalarida keng qo'llanilmoqda. Videoendoskopiya yordamida olingan tasvirlar asosida turli kasalliklarni erta aniqlash, tashxis qo'yish va jarrohlik amaliyotlarini rejalashtirish mumkin. Biroq, ushbu tasvirlarda shovqinli, noaniq yoki rang balansi buzilgan holatlarda bo'ladi. Shu sababli, tibbiyotda tasvirlarni ishlov berish texnologiyalari, xususan, raqamli tasvirni filtrlash, segmentatsiya, klassifikatsiya va sun'iy intellektga asoslangan algoritmlar muhim ahamiyat kasb etadi [1-2].

Videoendoskopiya usulida olingan tasvirlar bo'ladigan muammolar quyidagilardan iborat [2-5].

Bir xil tekislikda yoritilmaganlik va soylarni mavjud bo'lishi. Endoskoplarni inson organizmidagi tabiiy yoritilgan bo'lmagan muhitda ishlaydi. Ular ko'pgina holatlarda tor va

chuqur sohalarga jumladan, ovqat hazm qilish yo'llari, bronxial naylar, siydik yo'llari va boshqa organlar ichiga kiritiladi. Bu sharoitda faqat endoskopning o'zida joylashgan kichik yorug'lik manbai tasvirni yoritadi. Natijada quyidagi holatlarda tasvirlarda mavjud bo'ladi: tasvirning markaziy qismi yorqin, chetlari esa qorong'i bo'ladi (vinyetka effekti); ayrim hollarda to'g'ridan-to'g'ri yorug'lik aks ettirilgan sirtlarda "halo" (yorug'lik sochilishi) effekti paydo bo'ladi; organ sirtining shakli va pozitsiyasiga qarab soyalar hosil bo'ladi, bu esa ayrim organlarning strukturalarni aniqligiga ta'sir etadi.

Shovqinlar va tasodifiy buzilishlar. Endoskopik qurilmalar kichik o'lchamli sensorlar asosida ishlaydi. Bunday sensorlar odatda quyidagi ma'lum bir turdagi shovqinlar va buzilishlar mavjud bo'ladi. Raqamli shovqin (digital noise) – sensorning past dinamik diapazoni tufayli past yoritilgan joylarda kuchayadi. Harakatdagi shuvolish (motion blur) – bemor organlarining tabiiy harakati yoki bemorning nafas olishi tufayli tasvirlarda shuvolish paydo bo'ladi. Signalga nisbatan past foydali ma'lumot (low SNR) – organ yuzasining aks ettirilish darajasi past bo'lganda, foydali signal shovqin bilan aralashib ketadi. Bunday holatdagi tasvirlarga oddiy filtrlar orqali shovqinni kamaytirish bilan undagi kerkali ma'lumotlar ham yo'qotish mumkin. Shu sababli bunday masalalarni yechish uchun murakkab shovqinni ajratish algoritmlariga zaruriyat paydo bo'ladi.

Geometrik buzilishlar va distorsiya. Endoskopik linzalar juda kichik diametrda bo'lishi sababli, keng burchakli yoki fish-eye effekti obyektivlardan foydalaniladi. Natijada tasvirlarda geometrik buzilishlar va distorsiya uchrashi mumkin. Tasvirda radial distorsiya, ya'ni obyektlar markazda normal, lekin chetga siljigan sari cho'zilgan yoki siqilgan ko'rishga ega bo'ladi. Bu geometrik buzilishlar aniqlikni kamaytiradi va segmentatsiya, o'lchov olish kabi jarayonlarga salbiy ta'sir qiladi. Distorsiyani tuzatish uchun oldindan kalibrlash va matematik usullar zarur bo'ladi.

Rang balansining o'zgaruvchanligi. Videoendoskopiya orqali olingan tasvirlarda rang balansining o'zgaruvchanligi eng muhim va dolzarb masalalardan biridir. Tibbiy tasvirlarda rang – bu kasallikning belgilari (masalan, yallig'lanish, qon ketish, o'smalar) haqida muhim axborot manbai hisoblanadi. Shu sababli rangdagi har qanday buzilish diagnostik xatolarga olib kelishi mumkin.

Rang o'zgarishi quyidagi diagnostika quyidagi muammolarga olib kelishi mumkin:

Norma va patologiya o'rtasidagi chegarani aniqlash qiyinlashadi. Masalan, yallig'langan joy qizargan bo'lishi kerak. Agar tasvirdagi qizil komponent kuchaygan bo'lsa, sog'lom to'qima ham yallig'langandek ko'rinishi mumkin;

Tasniqlash va bashoratlash modellarining to'g'ri ishlashiga ta'sir etadi. Model noto'g'ri o'qitilgan bo'lishi yoki rangga sezgir bo'lishi mumkin. Bu esa noto'g'ri tashxisga sabab bo'ladi;

Kasal to'qimalarning chegarasi noto'g'ri aniqlanishi mumkin. Ko'pgina segmentatsiya algoritmlari rang asosida farqlashga tayanadi. Rang o'zgarishi obyekt chegaralarini buzadi.

Rang balansining o'zgaruvchanligi videoendoskopik tasvirlar sifatini va ulardan foydalaniladigan sun'iy intellekt tizimlarining samaradorligini keskin pasaytiruvchi omillardan biridir. Rang muvozanatini tiklash bo'yicha texnik yondashuvlar ushbu muammoni hal etishda muhim rol o'ynaydi.

Endoskopik tasvirlar bilan ishlashda biologik xilma-xillik va patologik o'zgaruvchanlik inson organizmining individual xususiyatlari va kasalliklarning turli ko'rinishda namoyon bo'lishi bilan bog'liq holda katta muammolarni yuzaga keltiradi. Bu ikki omil tibbiy tasvirlarni avtomatik tahlil qilishda, ayniqsa sun'iy intellekt modellarini o'qitish va sinovdan o'tkazishda modelning umumlashuv (generalizatsiya) qobiliyatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Biologik xilma-xillik (biological variability). Har bir insonning ichki organlari shakli, o'lchami, yuzasi, to'qima tuzilishi va rangi jihatdan o'ziga xos bo'ladi. Bu holat bir necha jihatlarida namoyon bo'ladi:

Yosh va jinsga bog'liq farqlar. Bolalar va katta yoshli insonlarning ichki organlari o'lchami, shakli va to'qima zichligi jihatdan farq qiladi. Shuningdek, erkaklar va ayollar o'rtasida ham morfologik tafovutlar mavjud;

Irsiy (genetik) omillar. Har bir individning DNK tuzilmasi, immun tizimi va modda almashinuv holati ichki organlarga ta'sir qiladi. Masalan, ba'zi insonlarda ovqat hazm qilish tizimi devori yupqa, boshqalarida esa qalin bo'lishi mumkin.

Milliy va etnik farqlar. Organ tuzilmasidagi kichik morfologik farqlar etnik guruhlar orasida mavjud. Bu farqlar tibbiy tasvirlarda kasalliklarni aniqlashda muhim ahamiyatga ega bo'lishi mumkin;

Fiziologik holatlar. Ovqat iste'moli, stress, dori vositalari iste'moli, suyuqlik darajasi kabi omillar vaqtinchalik holatda tasvirda farqlarni yuzaga keltiradi. Masalan, qorin bo'shlig'idagi gaz miqdori tasvirda noto'g'ri yoritish va soyalarni yuzaga keltiradi.

Patologik o'zgaruvchanlik (pathological variability). Bir xil kasallik har xil bemorlarda turlicha ko'rinishda namoyon bo'lishi mumkin. Bu namoyon bo'lishi quyidagilarga bog'liq bo'ladi:

Shakliy o'zgaruvchanlik. Masalan, oshqozondagi poliplar bir bemorda kichik va dumaloq, boshqa bemorda esa katta va cho'zilgan shaklda bo'lishi mumkin. Bu holat segmentatsiya va tasniflash modelini chalkashtiradi.

Rangdagi o'zgaruvchanlik. Yallig'lanish darajasi va qon ketishi holatiga qarab bir xil kasallik har xil rangda aks etadi: qizil, qizg'ish-jigarrang, to'q qizil va h.k.

Kasallikning bosqichi. Dastlabki, o'rta va oxirgi bosqichlardagi bir xil kasallik tasvirda mutlaqo boshqacha ko'rinadi. Masalan, yara boshlanishida kichik nuqta, oxirida esa chuqur o'simta shaklida bo'lishi mumkin.

Yopiq va yashirin ko'rinishlar. Ba'zida patologik o'zgarishlar organ burmalari ichida, ya'ni vizual ko'rinmaydigan joyda bo'ladi. Bunday holatda oddiy algoritmlar kasallikni aniqlay olmaydi.

Videoendoskopiya orqali olinadigan tasvirlar inson salomatligini baholash va tashxis qo'yishda muhim rol o'ynaydi. Biroq, bu tasvirlarning sifati turli texnik va biologik muammolar ta'sirida pasayishi mumkin. Yoritishning yetarli emasligi, shovqin va geometrik buzilishlar, rang muvozanatining buzilishi kabi omillar diagnostika aniqligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shuningdek, har bir bemorning individual anatomik va patologik xususiyatlari tasvir tahlilini murakkablashtiradi. Ushbu muammolarni hal etishda raqamli tasvirlarni ishlov berish, shuningdek, sun'iy intellektga asoslangan algoritmlardan samarali foydalanish zarurdir. Kelajakda yuqori sifatli tibbiy tasvirlarni olish va ularni tahlil qilishda avtomatlashtirilgan yondashuvlar, xususan, chuqur o'qitish bilan yechish masalalari qaratish zarur.

Adabiyotlar ro'yxati

1. Pogorelov K., et al. (2017). Kvasir: A multi-class image dataset for computer aided gastrointestinal disease detection. ACM Multimedia.
2. Ronneberger O., et al. (2015). U-Net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. MICCAI.
3. Litjens G., et al. (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. Medical Image Analysis.

4. Shin H.-C., et al. (2016). Deep Convolutional Neural Networks for Computer-Aided Detection: CNN Architectures, Dataset Characteristics and Transfer Learning. IEEE Transactions on Medical Imaging.
5. Borgli H., et al. (2020). HyperKvasir, a comprehensive multi-class image and video dataset for gastrointestinal endoscopy. Scientific Data.