Ilmiy tadqiqotlar va ularning yechimlari jurnali
Aoka guvohnoma № 323759 ISSN: 3060-4818

UCHUVCHISIZ UCHADIGAN APPARAT VA MULTISPEKTRAL KAMERALARDAN OLINGAN TASVIRLARGA RAQAMLI ISHLOV BERISH VOSITALAR TAHLILI

Nizomov Iqbol Ikromovich
O‘zbekiston Respublikasi harbiy xavfsizlik va mudofaa universitetining axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa institutining mustaqil izlanuvchisi. Email: iqbolnizomov86@mail.com, +998994064765.

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada uchuvchisiz uchadigan apparatlar (UUA) va multispektral kameralar yordamida olingan tasvirlarga raqamli ishlov berish texnologiyalari va vositalari keng qamrovda tahlil qilinadi. Tadqiqot jarayonida masofadan zondlash asosida olingan ma’lumotlarni qayta ishlash, tahlil qilish hamda ularning amaliy qo‘llanilish sohalari o‘rganildi. ENVI, QGIS, ArcGIS va Pix4D dasturiy vositalari imkoniyatlari solishtirilib, ularning samaradorligi baholandi. Natijada multispektral tasvirlarga ishlov berishda optimal usullar va vositalar aniqlanib, amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi.
Kalit so'zlar: UUA, dron, multispektral kamera, masofadan zondlash, raqamli tasvirga ishlov berish, GIS, NDVI, klassifikatsiya, segmentatsiya.

Аннотация. В данной научной статье комплексно анализируются технологии и средства цифровой обработки изображений, полученных с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и мультиспектральных камер. В ходе исследования изучены процессы обработки, анализа данных дистанционного зондирования, а также области их практического применения. Проведено сравнительное исследование возможностей программных средств ENVI, QGIS, ArcGIS и Pix4D, дана оценка их эффективности. В результате определены оптимальные методы и инструменты обработки мультиспектральных изображений, а также разработаны практические рекомендации.
Ключевые слова: БПЛА, дрон, мультиспектральная камера, дистанционное зондирование, цифровая обработка изображений, ГИС, NDVI, классификация, сегментация.

Annotation. This scientific article provides a comprehensive analysis of technologies and tools for digital processing of images acquired using unmanned aerial vehicles (UAVs) and multispectral cameras. During the study, the processing, analysis, and practical application areas of data obtained through remote sensing were examined. The capabilities of software tools such as ENVI, QGIS, ArcGIS, and Pix4D were compared, and their effectiveness was evaluated. As a result, optimal methods and tools for processing multispectral images were identified, and practical recommendations were developed.
Keywords: UAV, drone, multispectral camera, remote sensing, digital image processing, GIS, NDVI, classification, segmentation.

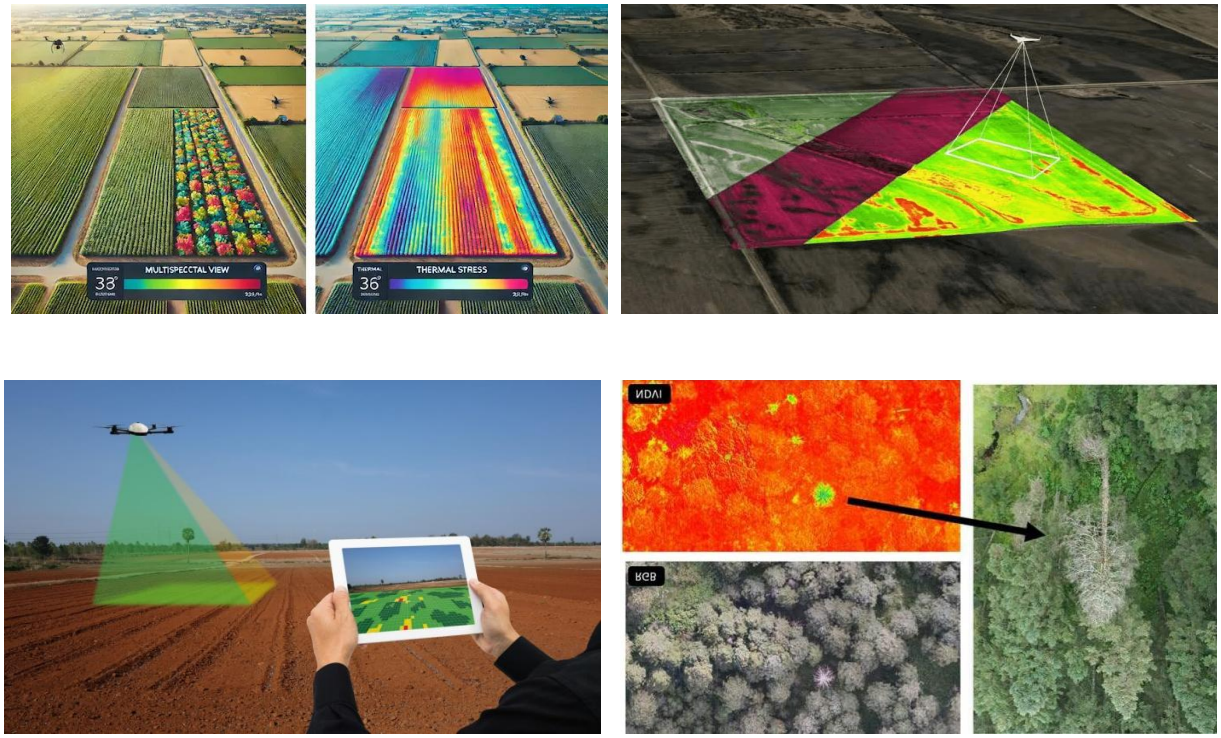
Hozirgi kunda uchuvchisiz uchadigan apparatlar (UUA) texnologiyalari turli sohalarda keng qo‘llanilib, ilmiy tadqiqotlar va amaliy vazifalarni bajarishda muhim ahamiyat kasb etmoqda. UUA yordamida yuqori aniqlikdagi tasvirlar olish imkoniyati mavjud bo‘lib, bu esa monitoring, tahlil va boshqaruv jarayonlarini sezilarli darajada takomillashtiradi.

Multispektral kameralar elektromagnit spektrning bir nechta diapazonlarida tasvir olish imkonini beradi. Bu esa oddiy vizual kuzatish orqali aniqlash mumkin bo‘lmagan obyekt xususiyatlarini o‘rganishga yordam beradi. Xususan, qishloq xo‘jaligida o‘simliklarning vegetatsiya holatini baholash, ekologiyada atrof-muhit monitoringi va geodeziyada yer qoplamini tahlil qilishda ushbu texnologiyalar katta ahamiyatga ega.

Mazkur maqolaning asosiy maqsadi - UUA va multispektral kameralar yordamida olingan tasvirlarga raqamli ishlov berish usullari va dasturiy vositalarni tahlil qilish hamda ularning samaradorligini aniqlashdan iborat.

Hozirgi axborot texnologiyalari asrida insoniyatning dolzarb muammolaridan biri - bu axborotni qayta ishlash masalalaridir va bu masalalarni hal qilish, dunyo va ilm - fan taraqqiyotiga juda katta ta'sir ko'rsatadi. Axborotning juda ko'p turlari mavjud. Bugungi kundagi eng rivojlanayotgan axborot turlaridan biri bu tasvirlardir. Raqamli tasvirlar bu vizual idrok etish uchun mo'ljallangan ma'lumotlarni taqdim etishning grafik shakli bo'lib hisoblanadi. Ilmiy tahlil qilinishi zarur bo'lgan raqamli tasvirlarga misol qilib, biometrik va MRT tasvirlarini aytish mumkin.

Bunday tasvirlar turli xil qurilmalar yordamida olinadi. Shuning natijasida yoki boshqa bir ta'sirlar natijasida tasvirlarda xalaqitlar yuzaga keladi. Bu esa tasvirdagi kerakli obyektni tanib olish masalasida xatoliklarga olib kelishi mumkin. Shuning uchun tasvirlar sifatini yaxshilash va tasvir hajmini kamaytirishda minimal darajada sifat yo'qotishlariga erishish uchun tasvirlarga dastlabki ishlov berish muhim bosqichlardan hisoblanadi.



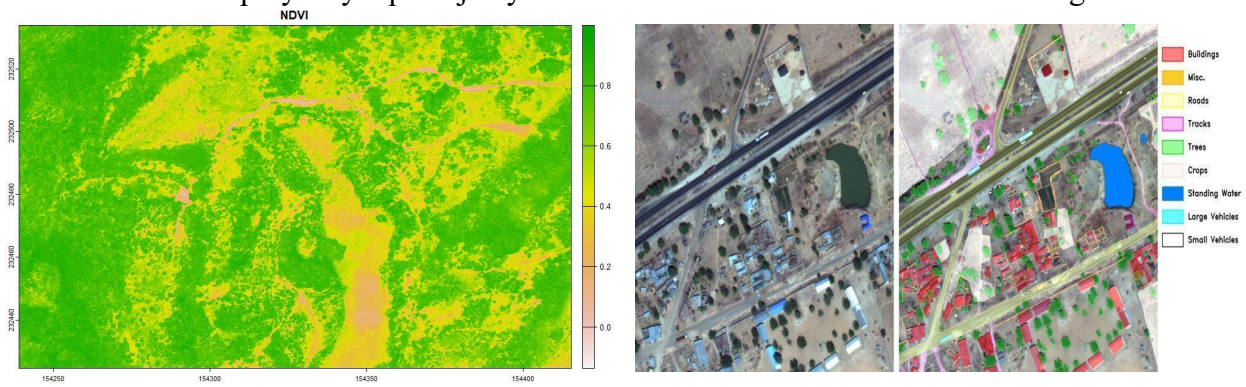
1-rasm. Multispektral kameralardan olingan tasvirlar.

Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu maqola UUA kameralarida olingan tasvirlarga raqamli ishlov berish jarayonlariga oid zamonaviy yondashuvlar va metodlarni tahlil qilishga bag'ishlangan. Unda eng so'nggi ilmiy va texnologik yutuqlar, shu jumladan, chuqur o'rganish algoritmlarining qo'llanilishi, tasvirni aniqlash, tiklash va optimallashtirish metodlari batafsil ko'rib chiqiladi. Maqolada keltirilgan yondashuvlar nafaqat texnologik rivojlanishning dolzarb yo'nalishlarini, balki amaliy qo'llanishi va kelajakda raqamli video tasvirni qayta ishlash sohasidagi potensial imkoniyatlarni o'rganishga qaratilgan.

Raqamli tasvirni qayta ishlash (digital image processing) sohasida zamonaviy yondashuvlar texnologiyaning rivojlanishi, sun'iy intellekt (AI) va mashinani o'qitish (machine learning)

metodlarining keng qo‘llanilishi bilan ajralib turadi. Bu yondashuvlar tasvirlarni yaxshilash, tahlil qilish, tanib olish va manipulyatsiya qilish jarayonlarini ancha samarali va avtomatlashtirilgan bo‘ladi.



2-rasm. Tasvirga dastlabki ishlov berish.

Tasvirga dastlabki ishlov berish - matematik va dasturiy usullardan foydalangan holda tasvirlardan ma’lumotlarni tahlil qilish, o‘zgartirish va olish jarayoni bo‘lib, zamonaviy yondashuvlar an’anaviy usullarini, mashinani o‘qitish algoritmlarini va modellarini o‘z ichiga oladi. Tasvirlarni qayta ishlashning zamonaviy yondashuvlari zamonaviy mashinani o‘qitish texnologiyalariga, shu jumladan chuqur neyron tarmoqlarga asoslangan. Tasvirni qayta ishlashning klassik usullari pikselli ma’lumotlar bilan ishlaydigan algoritmlarga asoslanadi.

Mazkur maqolaga doir multispektr zonali tasvirlarga raqamli ishlov berish jarayoni bir nechta bosqichlarni o‘z ichiga oladi: tasvirga ishlov berish, segmentlash, tasvirda tanlangan ob’ektlarni normallashtirish, aniqlash.

Spektr zonali tasvirlarga ishlov berish davomida bir qator qiyinchiliklar yuzaga keladi:

tasvirlar murakkab fonda taqdim etilgan;

kirish tasvirlari etalon tasvirlardan farq qiladi;

turli darajada yoritilganlik;

to‘siqlar, buzilishlar va h.k.ning mavjudligi.

birinchi bosqich (tasvirni idrok etish)dan boshlab aniqlash bosqichi bilan tugatgan holda spektr zonali tasvirlarga ishlov berish bosqichlari taqdim etilgan.

1.Tasvirni idrok etish

2.Dastlabki ishlov berish

3.Segmentlash

4.Filtrlash

5.Aniqlash

Spektr zonali tasvirlarga ishlov berishning asosiy bosqichlari.

Birinchi bosqich - tasvirni idrok etish bosqichi hisoblanadi. Mazkur bosqichda turli spektral diapazonlarda ishlaydigan barcha datchiklardan tasvirlarni o‘qish va ularga ishlov berish jarayonining boshlanishi uchun uzatish sodir bo‘ladi.

Dastlabki ishlov berish bosqichi majburiy hisoblanadi va to‘siqlar sonini kamaytirish hamda tashqi shovqinlarni so‘ndirishga yo‘naltirilgan.

Keyingi bosqich - bu segmentlash bo‘lib, bunda tasvirdagi bir xil qismlarni izlash jarayoni tushuniladi. Hozirgi vaqtda segmentlashning yagona usuli mavjud emas, shu sababli qo‘llanilishi o‘zlarining afzalliklari va kamchiliklari mavjud bo‘lgan turli variantlarda o‘z aksini topgan. Boshlang‘ich usul ko‘rish maydoni alohida sohalarning yorqinliklarida barqaror farqlar mavjud bo‘lganda qo‘llaniladi. Kengaytirish usuli alohida segmentlar ichida aloqa mavjudligida samaralidir. Chegaralarni tanlash usuli tasvirda aniq chegaralar mavjud bo‘lganda qo‘llaniladi.

Filtrlash bosqichi avvalgi bosqichlarda yuzaga kelgan shovqinlardan tasvirlarni tozalashga qaratilgan. Maqsad, “tozalangan tasvir”ni boshlang‘ich “shovqinlanmagan” tasvirga yaqinlashtirishdan iborat. Mazkur bosqichda kiruvchi va chiquvchi tasvir restrli ko‘rinishda taqdim etilgan.

Aniqlash bosqichi yakuniy bosqich hisoblanadi. Segmentlash natijasida ajratilgan tasvirlar kiruvchi signal hisoblanadi.

Multispektral kamera - bu ko‘rinadigan yorug‘lik (RGB) bilan bir qatorda, inson ko‘ziga ko‘rinmaydigan infraqizil (NIR) va ultrabinafsha kabi bir nechta to‘lqin uzunligi diapazonlarida tasvirga oladigan maxsus qurilma. Ushbu kameralar obyektlarning spektral xususiyatlarini aniqlab, chegara hududlardagi anomal obyektlarni monitoring holatini tahlil qilish uchun ishlatiladi.

Tasvirning chegaralarini aniqlash uchun **Canny**, **Sobel** va **Laplacian** algoritmlari tasvirni tahlil qilishda eng keng tarqalgan usullar hisoblanadi. Har bir algoritm o‘ziga xos xususiyatlarga ega va tasvir chegaralarini aniqlashda turli metodlar va amaliy masalalar ishlatiladi. Quyida har bir algoritm haqida batafsil ma’lumot yuritiladi:

Canny algoritmi: **Canny** algoritmi eng aniq va kuchli chegara aniqlovchi algoritmlaridan biri hisoblanadi. Canny- tasvirdagi chetlarni aniqlashda bir nechta bosqichlardan foydalanadi.

Algoritm yuqori sifatli chegaralarni aniqlash va shovqinni kamaytirish uchun ideal hisoblanadi.

Sobel algoritmi: **Sobel operatori** tasvirdagi chetlarni aniqlash uchun eng oddiy va tez ishlaydigan algoritmlardan biridir. Bu metod tasvirning **yassi** va **vertikal** yo‘nalishidagi gradientlarni hisoblash orqali chegaralarni aniqlaydi.

Sobel algoritmining ishlash usuli: Sobel operatori tasvirni ikkita filtr bilan konvolyutsiya qilish orqali gradientlarni hisoblaydi:

Gorizontal Sobel filtri ( ):

$$Gx = \begin{matrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{matrix} \quad (1)$$

Vertikal Sobel filtri ( ):

$$Gy = \begin{matrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{matrix} \quad (2)$$

Sobel filtrlari tasvirning va yo‘nalishidagi gradientlarni hisoblaydi, ya’ni tasvirda vertikal va gorizontal chetlarni aniqlaydi.

Sobel algoritmining xususiyatlari:

Yuqori tezlikda ishlash: Sobel operatori oddiy va tez ishlaydi, shuning uchun real vaqtda ishlash uchun mos keladi.

Yo‘nalishlarni aniqlash: Gorizontal va vertikal yo‘nalishlarda chegaralarni aniqlashda yaxshi ishlaydi.

Shovqinga sezgirlik: Sobel algoritmi tasvirdagi shovqinlarga sezgir bo‘lib, shovqinni bartaraf qilish uchun alohida bosqich (masalan, Gaussian smoothing) kerak bo‘lishi mumkin.

Laplac Algoritmi:Laplac operatori tasvirda ikkinchi tartibli derivativni hisoblaydi, ya’ni tasvirning **tezlik bilan o‘zgarishini** aniqlaydi. Laplac yordamida chegara aniqlashda ikkinchi darajali derivativ bilan intensivlikning tez o‘zgarishi qidiriladi.

Laplac algoritmining ishlashi:

Laplac tasvirda intensivlikning tez o‘zgarishini (tezlikni) aniqlaydi, bu odatda tasvir chegaralari bilan bog‘liq. Eng keng tarqalgan Laplac filtri - **Laplacian of Gaussian (LoG)** filtri, u birinchi navbatda tasvirni **Gauss bilan silliqlaydi** va keyin **Laplac filtri**ni qo‘llaydi.

Laplac filtri:

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Laplac filtri algoritmining xususiyatlari:

Ikkinchi tartibli derivativ: Laplac filtri tasvirdagi intensivlikning ikkinchi darajali o‘zgarishini aniqlaydi va shuning uchun yuqori o‘zgarishlar bilan chegarani aniqlaydi.

Yo‘nalishsiz: Laplac operatori yo‘nalishga sezgir emas, ya’ni u barcha yo‘nalishlardagi chegara nuqtalarini aniqlaydi.

Shovqinga sezgirlik: Laplac operatori o‘zining sezgirligi sababli tasvirdagi shovqinlar tufayli noto‘g‘ri chegaralar yaratishi mumkin.

1-jadval:

Canny, Sobel va Laplacian algoritmlari tasvirni tahlil qilishini taqqoslash.

	Algoritm	Aniqlik darajasi	Tezlik	Shovqinga chidamlilik	Yo‘nalish aniqlash	Afzalliklari	Kamchiliklari
	Canny	Juda yuqori	O‘rta	Yuqori	Bor	Eng aniq chegaralarni aniqlaydi, shovqinni yaxshi kamaytiradi, natija sifati yuqori	Hisoblash murakkab, tezligi Sobelga nisbatan past
	Sobel	O‘rta	Yuqori	Past	Bor (gorizontal/vertikal)	Oddiy, tez ishlaydi, real vaqt tizimlari uchun mos	Shovqinga sezgir, chegaralar aniqligi pastroq
	Laplac (Laplacian)	O‘rta	O‘rta	Past	Yo‘q (yo‘nalishsiz)	Intensivlik o‘zgarishini yaxshi aniqlaydi, barcha yo‘nalishdagi chegaralarni topadi	Shovqinga juda sezgir, noto‘g‘ri chegaralar berishi mumkin

Tasvir segmentatsiyasi:

Eshik usuli: piksellarni yorqinlik sinflariga bo‘lishdir va bu tasvirni qayta ishlashda piksellarni turli darajalarga ajratish jarayonidir. Bu usulda piksellarni ayrim yorqinlik sinflariga (porogi) bo‘lish orqali tasvirni osonlashtirish yoki ob’yektlarni ajratish mumkin. Eshik usuli tasvirni faqat ikkita qismga bo‘lish uchun (odatda, oq va qora) ishlatilsa-da, ba’zan rangli yoki ko‘p qatlamli tasvirlar uchun ham kengaytiriladi: yorqinlik darajasini tanlash uchun porog qo‘llash lozim. Eshik usuli yordamida tasvirni piksellarni yorqinlik sinflariga bo‘lish uchun asosan quyidagi formulalar ishlatiladi:

1. Oddiy Thresholding (Бинаризация)

$$I(x,y) = \begin{cases} T, agar\ I\ (x,y) \geq T \\ 0, agar\ I\ (x,y) < T \end{cases} \quad (3)$$

Bu yerda,(,)-tasvirdagi (,) piksel koordinatasi, T-porog (eshik qiymati)

1. Porog ko‘p (Bir nechta sinfga bo‘lish)

Agar pikselni bir nechta sinfga bo‘lish kerak bo‘lsa, porog quyidagicha bo‘ladi:

$$I(x,y) = \begin{cases} 0, agar\ I(x,y) < T1 \\ \{T2, agar\ T1 \le I(x,y) < T2 \\ T3, agar\ I(x,y) \ge T2 \end{cases} \quad (4)$$

bu yerda, 1, 2-bo‘sag‘a qiymati, 1 ≤ (,) < 2 oraliqdagi piksellar o‘rtacha bo‘ladi, yoki boshqa oraliqqa tegishli bo‘ladi.

2. Adaptiv chegara:

$$I(x,y) = \begin{cases} T(x,y), agar\ I\ (x,y) \ge T(x,y), \\ 0, agar\ I\ (x,y) < T(x,y). \end{cases} \quad (5)$$

bu yerda T(,) tasvirning (,) nuqtasi uchun lokal tasviridir. Suv havzasi usuli bu murakkab ob’yektlarning segmentatsiyasidir.

Gistogramma va uning o‘zgarishi: kontrastni yaxshilash uchun gistogrammadan foydalaniladi.

Ushbu usullar tasvirni oldindan qayta ishlash va tahlil qilish uchun foydalidir, lekin ular murakkab ob’yektlarni tushunishda cheklangandir. Tasvirni qayta ishlagandan so‘ng uni tahlil qilinadi, bunda mashinaga o‘qitish usullaridan foydalaniladi.

Mazkur tadqiqot ishining ilmiy yangiligi va natijalari quyidagilardan iborat:

Uchuvchisiz uchadigan apparatlar (UUA) yordamida olingan multispektral tasvirlarga ishlov berishning kompleks yondashuvi taklif etildi, bunda tasvirni qayta ishlash jarayonlari (dastlabki ishlov berish, segmentatsiya, filtrlash va aniqlash) yagona tizim sifatida integratsiyalashgan holda ko‘rib chiqildi.

Canny, Sobel va Laplac algoritmlarining qiyosiy tahlili asosida ularni qo‘llashning optimal sharoitlari aniqlashtirildi, ya’ni tasvir sifati, shovqin darajasi va aniqlik talablariga qarab algoritm tanlash mezonlari ishlab chiqildi.

Multispektral tasvirlarga ishlov berishda dasturiy vositalar (ENVI, QGIS, ArcGIS va Pix4D) imkoniyatlarini kompleks baholash asosida ularning samaradorlik ko‘rsatkichlari aniqlanib, turli amaliy vazifalar uchun eng maqbul dasturiy yechimlar tavsiya etildi.

Tasvir segmentatsiyasi va chegara aniqlash jarayonlarini takomillashtirish uchun klassik algoritmlarni zamonaviy ishlov berish bosqichlari bilan uyg‘unlashtirish yondashuvi ishlab chiqildi, bu esa murakkab fon va shovqinli tasvirlarda obyektlarni aniqlash aniqligini oshirish imkonini beradi.

Xulosa. Raqamli tasvirni qayta ishlash sohasida zamonaviy yondashuvlar sun’iy intellekt (AI), mashinaga o‘qitishi va kuchli hisoblash resurslariga asoslangan. Ushbu texnologiyalar tasvirlarni yaxshilash, tahlil qilish va ularni avtomatik ravishda tushunish imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Bu esa tibbiyot, avtomobilsozlik, xavfsizlik, multimedia va boshqa sohalarda katta o‘zgarishlarni keltirib chiqarmoqda. Zamonaviy raqamli video tasvirni qayta ishlash texnologiyalari so‘nggi yillarda katta rivojlanish bosqichidan o‘tdi. Bugungi kunda sun’iy intellekt, chuqur o‘rganish (deep learning), va mashinaga o‘qitish kabi ilg‘or metodlar yordamida video tahlil qilish jarayonlari sezilarli darajada aniq va samarali bo‘ldi. Bu metodlar yordamida video tasvirlarni yaxshilash, shovqinni kamaytirish, harakatlarni aniqlash, ob’yektlarni tanib olish va o‘zgarishlarni kuzatish kabi vazifalar osonlashdi. Zamonaviy yondashuvlar, ayniqsa, videolarni real vaqtda qayta ishlash imkoniyatlarini yaratgan. Bu esa xavfsizlik, mudofaa ayerorazvedka kabi sohalarda amaliy qo‘llanilmoqda. Masalan, xavfsizlik tizimlarida video monitoring va tahlil qilish orqali jinoiy xatti-harakatlarni aniqlash va oldini olishda qo‘llanilmoqda. Uchuvchisiz uchadigan apparatlardan olingan tasvirlarga raqamli ishlov berish va real vaqt asosida video tasvirlar yordamida obyektlarni tahlil qilishning samaradorligi oshmoqda.

Natijada, raqamli video tasvirni qayta ishlashga zamonaviy yondashuvlar nafaqat texnologik, balki ijtimoiy va iqtisodiy sohalarda ham keng imkoniyatlarni yaratmoqda. Shu bilan birga, bu texnologiyalarning joriy etilishida axborot xavfsizligi, maxfiylik masalalar muhim ahamiyatga ega bo‘lib, ular doimo nazorat qilinishi kerak.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. (2020). “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi va uni amalga oshirish bo‘yicha chora-tadbirlar rejasi. https://lex.uz/docs/4903982
2. O‘zbekiston Respublikasi Mudofaa vazirligi. (2022). Harbiy xizmatchilar uchun axborot xavfsizligi bo‘yicha yo‘riqnoma. Toshkent.
3. Jain, A. K. (1989). Fundamentals of Digital Image Processing. Prentice Hall.
4. Russ, J. C. (2011). The Image Processing Handbook (6th ed.). CRC Press. Zhang, Z., & Li, X. (2014). Video Processing and Communications. Prentice Hall.
5. He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep Residual Learning for Image Recognition. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 770–778.
6. Hussain, A., & Lee, H. (2019). Advances in Video Processing: From Algorithms to Applications. Springer.
7. Szeliski, R. (2010). Computer Vision: Algorithms and Applications. Springer.
8. Yuan, J., & Shang, H. (2017). Video Analysis and Processing: A Review of Current Techniques. International Journal of Computer Applications, 162(5), 13–20.

Internet manbalari:

1. Habr.com – URL: https://Habr/steganography
2. http://www.google.com
3. http://www.yandex.ru