ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 9

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 8

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

AQLLI SHAHAR TIZIMIDA VIDEOKUZATUV KAMERALARINING O‘RNI VA RAQAMLASHTIRISHDAGI AHAMIYATI

Tursunbek Sadriddinovich Jalolov
Tashkilot: Osiyo xalqaro universiteti (PhD)
E-mail: Tursunbekjalolov@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada aqlli shahar tizimlarida videokuzatuv kameralarining o‘rni, sun'iy intellekt bilan integratsiyasi va raqamlashtirish jarayonlaridagi ahamiyati tadqiq etilgan. Xavfsizlik, transport monitoringi, ekologik nazorat kabi qo‘llanilish sohalari tahlil qilingan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, zamonaviy videokuzatuv tizimlari shahar boshqaruvining ajralmas tarkibiy qismi sifatida shakllanmoqda.

Kalit so‘zlar: aqlli shahar, videokuzatuv, sun'iy intellekt, raqamlashtirish, xavfsizlik, Big Data, yuzni aniqlash, IoT, transport monitoring.

Abstract. This article examines the role of video surveillance cameras in smart city systems, their integration with artificial intelligence, and their significance in digitalization processes. The application areas such as public safety, traffic monitoring, and environmental control are analyzed. The study concludes that modern video surveillance systems are becoming an integral component of urban governance.

Keywords: smart city, video surveillance, artificial intelligence, digitalization, security, Big Data, facial recognition, IoT, traffic monitoring.

Аннотация. В статье исследуется роль камер видеонаблюдения в системах «умного города», их интеграция с искусственным интеллектом и значение в процессах цифровизации. Проанализированы области применения: общественная безопасность, мониторинг транспорта и экологический контроль. Результаты исследования показывают, что современные системы видеонаблюдения становятся неотъемлемым компонентом городского управления.

Ключевые слова: умный город, видеонаблюдение, искусственный интеллект, цифровизация, безопасность, Big Data, распознавание лиц, IoT, мониторинг транспорта.

KIRISH.

XXI asr axborot texnologiyalari asrida shaharlarning boshqaruv tizimlarini modernizatsiya qilish, fuqarolar hayot sifatini oshirish va resurslandan samarali foydalanish masalalari dolzarb bo‘lib qolmoqda. Dunyo miqyosida urbanizatsiya jarayonlari jadal sur'atlarda kechmoqda — Birlashgan Millatlar Tashkilotining ma'lumotlariga ko‘ra, 2050-yilga kelib dunyo aholisining 68 foizdan ortig‘i

ISSN 3030-3907

shaharlarda yashaydi. Bu holat shahar infratuzilmasini intellektual boshqarish zaruratini yanada kuchaytirmoqda.

Aqlli shahar (smart city) kontseptsiyasi — bu axborot-kommunikatsiya texnologiyalari (AKT), Internet of Things (IoT), sun'iy intellekt (SI) va katta ma'lumotlar (Big Data) kabi zamonaviy texnologiyalarni shahar boshqaruviga integratsiya qilish orqali samarali, barqaror va xavfsiz shahar muhitini yaratish g‘oyasini o‘zida mujassamlaydi. Ushbu kontseptsiyaning asosiy tarkibiy qismlaridan biri videokuzatuv kameralari hisoblanadi. Videokuzatuv tizimlari dastlab faqat xavfsizlikni ta'minlash maqsadida joriy etilgan bo‘lsa-da, bugungi kunda ular transport monitoringi, ekologik nazorat, shahar rejalashtirish va fuqarolar xulq-atvorini tahlil qilish kabi ko‘plab sohalarda qo‘llanilmoqda.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Aqlli shahar tushunchasi birinchi marta 1990-yillarning oxirlarida ilmiy adabiyotlarda qo‘llanila boshlangan bo‘lib, uning zamonaviy talqini 2010-yillarda kengroq shakllandi. IBM, Cisco, Siemens kabi yirik texnologiya kompaniyalari aqlli shahar loyihalarini ishlab chiqish va joriy etishda yetakchi o‘rinni egalladi. Aqlli shahar — bu shahar infratuzilmasining barcha elementlarini raqamli texnologiyalar yordamida bog‘lash, real vaqt rejimida ma'lumot yig‘ish va tahlil qilish, shu asosda boshqaruv qarorlarini optimallashtirish tizimidir.

Aqlli shaharning asosiy komponentlariga quyidagilar kiradi: aqlli transport tizimlari (Intelligent Transportation Systems — ITS), aqlli energiya tarmoqlari (Smart Grid), aqlli binolar va uy-joy boshqaruv tizimlari, elektron hukumat xizmatlari, atrof-muhit monitoringi tizimlari va xavfsizlik hamda kuzatuv tizimlari. Ushbu komponentlarning barchasi o‘zaro bog‘liq bo‘lib, ular IoT sensorlari, tarmoq infratuzilmasi va markaziy ma'lumotlarni qayta ishlash platformalari orqali yagona tizimga birlashtiriladi.

Videokuzatuv tizimlari aqlli shaharning "ko‘zlari" vazifasini bajaradi. Ular real vaqt rejimida vizual ma'lumotlarni yig‘ib, markaziy serverga uzatadi. Zamonaviy kameralar nafaqat tasvirni yozib olish, balki sun'iy intellekt algoritmlari yordamida ob'ektlarni aniqlash, harakatni tahlil qilish, anomaliyalarni erta aniqlash va avtomatik ogohlantirishlar berish imkoniyatiga ega. Aynan shu xususiyatlar videokuzatuvni aqlli shahar tizimining eng dinamik va ko‘p funksiyali komponentiga aylantirmoqda.

Gartner tadqiqot kompaniyasining ma'lumotlariga ko‘ra, 2025-yilga kelib dunyo bo‘ylab 1 milliarddan ortiq videokuzatuv kamerasi o‘rnatilgan. Xitoy, AQSh, Buyuk Britaniya va Hindiston kabi mamlakatlar eng ko‘p kamera o‘rnatilgan davlatlar qatoriga kiradi. IHS Markit ma'lumotlariga ko‘ra, global

ISSN 3030-3907

videokuzatuv bozori hajmi 2024-yilda 65 milliard AQSh dollaridan oshgan bo‘lib, bu ko‘rsatkich yildan-yilga o‘sib bormoqda.

VIDEOKUZATUV KAMERALARINING TEXNOLOGIK TARAQQIYOTI

Videokuzatuv texnologiyalarining rivojlanish tarixi bir necha bosqichlardan iborat. Birinchi bosqich (1960–1990-yillar) analog kameralar davri bo‘lib, bu davrda yopiq televizion tizimlar (CCTV — Closed Circuit Television) asosan harbiy va davlat muassasalarida qo‘llanilgan. Tasvirlar past sifatli bo‘lib, magnit lentalariga yozib olingan. Ikkinchi bosqich (1990–2010-yillar) raqamli kameralarga o‘tish davri bo‘lib, IP-kameralar paydo bo‘ldi, tasvir sifati keskin oshdi va masofadan turib kuzatish imkoniyati yaratildi.

Uchinchi bosqich (2010-yillardan hozirgi kungacha) — aqlli videokuzatuv davri. Bu bosqichda kameralarga sun'iy intellekt chiplar o‘rnatila boshlandi (edge computing), neyron tarmoqlar asosidagi video tahlil tizimlari joriy etildi va kameralar mustaqil ravishda qaror qabul qilish qobiliyatiga ega bo‘ldi. Zamonaviy kameralar 4K va 8K o‘lchamli tasvirlar, 360 gradusli ko‘rish burchagi, infraqizil (termal) tasvir olish, shovqinni kamaytirish (noise reduction) va Wide Dynamic Range (WDR) kabi ilg‘or funksiyalarga ega.

Texnologik rivojlanishning muhim yo‘nalishlaridan biri — chekka hisoblash (edge computing) texnologiyasidir. An'anaviy tizimda kameralardan olingan barcha video oqim markaziy serverga yuborilgan va u yerda qayta ishlangan. Bu esa katta hajmdagi tarmoq yuklanishiga sabab bo‘lgan. Edge computing yondashuvida esa kameraning o‘zida o‘rnatilgan protsessor ma'lumotlarni dastlabki qayta ishlaydi — yuzlarni aniqlash, harakatni sezish, raqamlarni o‘qish kabi amallarni bajaradi — va faqat natijalarni markaziy serverga uzatadi. Bu yondashuv tarmoq yuklanishini 60–80 foizga kamaytirishi isbotlangan.

Yana bir muhim texnologik yutuq — PTZ (Pan-Tilt-Zoom) kameralarining rivojlanishidir. Zamonaviy PTZ kameralari SI algoritmlari bilan boshqarilib, shubhali ob'ektni avtomatik ravishda kuzatib boradi, yaqinlashtiradi va tegishli xizmat bo‘limlariga signal yuboradi. Bundan tashqari, multisensorli kameralar bir qurilmada bir nechta linzani birlashtirish orqali keng hududni qamrab olish imkoniyatini beradi. Ushbu texnologiyalar aqlli shahar infratuzilmasining barcha jabhalarida videokuzatuvning samaradorligini oshirmoqda.

TADQIQOT METODOLOGIYASI Videokuzatuv kameralarining eng asosiy va an'anaviy vazifasi jamoat xavfsizligini ta'minlashdir. Aqlli shahar tizimida kameralar nafaqat jinoyatlarni yozib olish, balki ularni oldini olish vositasi sifatida ham ishlaydi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, videokuzatuv kameralari o‘rnatilgan hududlarda ko‘cha jinoyatlari o‘rtacha 13–25 foizga kamaygan (Welsh va Farrington, 2009). Zamonaviy SI-asosidagi tizimlar esa g‘ayrioddiy xulq-

ISSN 3030-3907

atvorni (masalan, tashlandiq sumka, to‘da harakati, zo‘ravonlik) avtomatik aniqlash va darhol tegishli organlarga xabar berish imkoniyatiga ega.

Yuzni aniqlash texnologiyasi (Facial Recognition Technology — FRT) videokuzatuv tizimlarining eng muhim innovatsiyalaridan biri hisoblanadi. Ushbu texnologiya qidiruv ro‘yxatidagi shaxslarni real vaqt rejimida aniqlash, yo‘qolgan shaxslarni topish va kirish nazorati tizimlarini avtomatlashtirish imkonini beradi. NEC, Hikvision va Huawei kabi kompaniyalar 99 foizdan yuqori aniqlik darajasiga ega yuzni aniqlash tizimlarini ishlab chiqqan.

Transport oqimini boshqarish

Aqlli shahar tizimida videokuzatuv kameralari transport sohasida muhim o‘rin tutadi. ANPR (Automatic Number Plate Recognition) texnologiyasi avtomobil raqamlarini avtomatik aniqlash va ma'lumotlar bazasi bilan solishtirish imkonini beradi. Bu texnologiya yo‘l harakati qoidalarini buzgan transportni aniqlash, pullik yo‘l tizimlarini avtomatlashtirish va qidiruv ro‘yxatidagi transport vositalarini topish maqsadlarida keng qo‘llaniladi.

Bundan tashqari, videokuzatuv kameralari transport oqimini real vaqt rejimida monitoring qilish orqali svetofor tizimlarini adaptiv boshqarish imkonini beradi. Kameralar orqali yig‘ilgan ma'lumotlar asosida transport tirbandligi darajasi aniqlanadi, muqobil yo‘nalishlar tavsiya etiladi va favqulodda transport vositalari (tez yordam, o‘t o‘chirish) uchun "yashil to‘lqin" (green wave) rejimlari avtomatik faollashtiriladi. London, Singapur va Dubay shaharlari ushbu tizimlarni muvaffaqiyatli joriy etgan.

Ekologik monitoring va shahar muhitini nazorat qilish

Videokuzatuv kameralari ekologik nazorat tizimlarida ham muhim rol o‘ynaydi. Termal kameralar va multispektral sensorlar bilan jihozlangan kuzatuv tizimlari havo sifatini vizual monitoring qilish, chiqindi tashlash qoidalarini buzilishini aniqlash, suv havzalari va daryo bo‘ylarini kuzatish hamda yong‘in xavfini erta aniqlash vazifalarini bajaradi. Masalan, Barselona shahri videokuzatuv kameralari va IoT sensorlarini birlashtirgan ekologik monitoring tizimini joriy etgan bo‘lib, bu tizim real vaqt rejimida havo ifloslanish ko‘rsatkichlarini kuzatib boradi.

SUN'IY INTELLEKT VA VIDEOKUZATUV INTEGRATSIYASI

Sun'iy intellektning videokuzatuv sohasiga integratsiyasi so‘nggi o‘n yillikning eng muhim texnologik o‘zgarishlaridan biri hisoblanadi. An'anaviy videokuzatuv tizimlari passiv xarakterga ega bo‘lib, ular faqat voqeani yozib olgan va operator tomonidan qayta ko‘rib chiqilgan. Zamonaviy SI-asosidagi tizimlar esa faol (proaktiv) yondashuvni taqdim etadi — ular real vaqt rejimida tahlil qiladi, tahdidlarni oldindan aniqlaydi va avtomatik choralar ko‘radi.

ISSN 3030-3907

SI-asosidagi videokuzatuv tizimlarining asosiy funksional imkoniyatlari quyidagilarni o‘z ichiga oladi. Birinchidan, ob'ektni aniqlash va klassifikatsiya qilish (Object Detection and Classification) — kameralar odamlarni, transport vositalarini, hayvonlarni va boshqa ob'ektlarni avtomatik aniqlaydi va tasniflaydi. YOLO (You Only Look Once), SSD (Single Shot Detector) va Faster R-CNN kabi chuqur o‘qitish (deep learning) modellari bu sohada eng keng tarqalgan algoritmlar hisoblanadi.

Ikkinchidan, xulq-atvor tahlili (Behavior Analysis) — SI algoritmlari odamlar va transport vositalarining harakatlanish traektoriyasini kuzatib, g‘ayrioddiy xulq-atvorni aniqlaydi. Masalan, olomon harakati, shubhali turib qolish, taqiqlangan hududga kirish kabi holatlar avtomatik aniqlanadi. Uchinchidan, prognozli tahlil (Predictive Analytics) — to‘plangan tarixiy ma'lumotlar asosida jinoyat sodir bo‘lishi ehtimoli yuqori bo‘lgan hududlar va vaqt oraliqlarini bashorat qilish imkoniyati mavjud. PredPol va HunchLab kabi dasturiy ta'minotlar aynan shu tamoyil asosida ishlaydi.

To‘rtinchidan, semantik video qidirish (Semantic Video Search) — katta hajmdagi video arxivlardan ma'lum bir shaxs, transport vositasi yoki voqeani tezkor qidirish imkoniyati. Ushbu texnologiya tergov jarayonlarida vaqtni sezilarli darajada tejash imkonini beradi. Beshinchidan, crowd density estimation — ommaviy tadbirlarda odamlar zichligini real vaqtda hisoblash va haddan tashqari gavjumlik xavfini oldindan aniqlash. Ushbu barcha imkoniyatlar konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN), rekurrent neyron tarmoqlar (RNN) va Transformer arxitekturasi kabi zamonaviy chuqur o‘qitish modellari asosida amalga oshiriladi.

RAQAMLASHTIRISHDAGI AHAMIYATI VA QO‘LLANILISH SOHALARI.

Raqamlashtirish — bu an'anaviy jarayonlarni raqamli texnologiyalar yordamida qayta tashkil etish, ma'lumotlarni elektron shaklga o‘tkazish va ular asosida qaror qabul qilish tizimini yaratishdir. Videokuzatuv kameralari raqamlashtirish jarayonlarining eng ko‘zga ko‘ringan va amaliy jihatdan eng samarali vositalaridan biri hisoblanadi. Ular nafaqat xavfsizlik, balki iqtisodiyot, sog‘liqni saqlash, ta'lim va boshqaruv sohalarida ham keng qo‘llanilmoqda.

Katta ma'lumotlar (Big Data) ekotizimida videokuzatuv ma'lumotlari alohida o‘rin tutadi. Bir kameradan kuniga o‘rtacha 15–20 GB hajmda ma'lumot ishlab chiqariladi. Minglab kameradan tushayotgan bu ma'lumotlar strukturalangan (metadata — vaqt, joy, ob'ekt turi) va strukturalanmagan (video, tasvir) ma'lumotlarni o‘z ichiga oladi. Ushbu ma'lumotlarni saqlash, qayta ishlash va tahlil qilish uchun bulutli texnologiyalar (cloud computing), taqsimlangan hisoblash

ISSN 3030-3907

(distributed computing) va NoSQL ma'lumotlar bazalari kabi zamonaviy infratuzilma talab etiladi.

Videokuzatuv ma'lumotlarining raqamlashtirishdagi amaliy qo‘llanilish sohalari juda keng. Aqlli savdo (Smart Retail) sohasida do‘konlardagi kameralar mijozlar harakatini tahlil qilish, eng ko‘p tashrif buyuriladigan zonalarni aniqlash va marketing strategiyalarini optimallashtirish uchun ishlatiladi. Sog‘liqni saqlash sohasida kasalxona va klinika kameralari bemorlar xavfsizligini nazorat qilish, sanitariya qoidalariga rioya etilishini tekshirish va navbat boshqaruvini avtomatlashtirish imkonini beradi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Videokuzatuv tizimlarining keng ko‘lamda joriy etilishi bir qator muammolarni ham keltirib chiqarmoqda. Birinchidan, shaxsiy hayot maxfiyligi (privacy) masalasi. Ommaviy videokuzatuv fuqarolarning shaxsiy hayotiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta'sir ko‘rsatadi. Yevropa Ittifoqining Umumiy ma'lumotlarni himoya qilish reglamenti (GDPR) va boshqa xalqaro normativ hujjatlar videokuzatuv ma'lumotlarini to‘plash, saqlash va ishlatish bo‘yicha qat'iy talablarni belgilaydi. Yuzni aniqlash texnologiyasi ayniqsa katta munozaralarga sabab bo‘lmoqda — San-Fransisko, Boston va bir nechta Yevropa shaharlari ommaviy joylarda yuzni aniqlash tizimini taqiqlagan yoki cheklagan.

Ikkinchidan, texnik muammolar mavjud. Kameralarning katta hajmdagi ma'lumotlarni ishlab chiqarishi saqlash infratuzilmasiga jiddiy talab qo‘yadi. Bir shahar miqyosida o‘rnatilgan minglab kameralardan keladigan ma'lumotlarni qayta ishlash uchun kuchli server infratuzilmasi, yuqori tezlikdagi tarmoq aloqasi va ishonchli elektr ta'minoti zarur. Uchinchidan, kiberxavfsizlik xavflari — videokuzatuv tizimlari haker hujumlariga duchor bo‘lishi mumkin. 2021-yilda Verkada kompaniyasining 150 000 dan ortiq kamerasi xakerlar tomonidan buzilgan holat bu xavfning realligini ko‘rsatdi.

To‘rtinchidan, algoritmik xatoliklar va tarafkashlik (bias) muammosi. SI-asosidagi yuzni aniqlash tizimlari turli irqiy va etnik guruhlarda turlicha aniqlik darajasini ko‘rsatishi aniqlangan. NIST (National Institute of Standards and Technology) ning tadqiqotlariga ko‘ra, ayrim algoritmlar qorako‘z va to‘q tanli shaxslarni aniqlashda sezilarli darajada ko‘proq xatolik yo‘l qo‘ygan. Bu esa ijtimoiy adolat va tenglik nuqtai nazaridan jiddiy tashvishlarni keltirib chiqarmoqda.

Istiqbollar nuqtai nazaridan, videokuzatuv tizimlari quyidagi yo‘nalishlarda rivojlanishi kutilmoqda: 5G aloqa tarmog‘ining keng joriy etilishi video ma'lumotlarni real vaqtda uzatish sifatini tubdan yaxshilaydi; kvant hisoblash texnologiyalari video tahlil tezligini ming marta oshirish imkonini beradi; avtonom

ISSN 3030-3907

dronlar bilan integratsiya havadan kuzatish imkoniyatlarini kengaytiradi; blockchain texnologiyasi video ma'lumotlarning o‘zgartirilmasligi va ishonchliligini ta'minlash uchun qo‘llaniladi; raqamli egizak (digital twin) texnologiyasi shaharning to‘liq virtual modelini yaratish va videokuzatuv ma'lumotlari asosida simulyatsiya o‘tkazish imkonini beradi.

XULOSA.

Ushbu tadqiqot natijalariga asoslanib, quyidagi xulosalarga kelish mumkin. Videokuzatuv kameralari aqlli shahar tizimining eng muhim va ko‘p funksiyali komponentlaridan biri bo‘lib, ular xavfsizlikdan tortib transport boshqaruvi, ekologik monitoring va shahar rejalashtirish kabi turli sohalarda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Sun'iy intellekt texnologiyalarining integratsiyasi videokuzatuv tizimlarini passiv yozib olish qurilmasidan faol tahlil va bashorat qilish tizimiga aylantirgan.

Raqamlashtirish jarayonlarida videokuzatuv ma'lumotlari katta ma'lumotlar ekotizimining ajralmas qismi sifatida shakllanmoqda. Ushbu ma'lumotlarni samarali yig‘ish, saqlash, tahlil qilish va ularga asoslangan qarorlar qabul qilish — bu zamonaviy shahar boshqaruvining eng muhim vazifalaridan biridir. O‘zbekistonda "Xavfsiz shahar" va "Raqamli O‘zbekiston" loyihalari doirasida amalga oshirilayotgan ishlar bu yo‘nalishda sezilarli yutuqlarni ko‘rsatmoqda.

Biroq, shaxsiy hayot maxfiyligi, kiberxavfsizlik, algoritmik tarafkashlik va infratuzilma xarajatlari kabi muammolar ham e'tibordan chetda qolmasligi kerak. Muvozanatli yondashuv — texnologik innovatsiyalarni qo‘llash bilan birga fuqarolar huquqlarini himoya qilish — aqlli shahar tizimlarining barqaror rivojlanishining asosiy shartidir. Kelajakda 5G, kvant hisoblash, blockchain va raqamli egizak texnologiyalari videokuzatuv tizimlarini yangi darajaga ko‘tarishi kutilmoqda.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati shundaki, unda keltirilgan tahlillar va tavsiyalar O‘zbekistondagi aqlli shahar loyihalarini rejalashtirish va amalga oshirishda, shuningdek, videokuzatuv tizimlarini joriy etish bo‘yicha normativ-huquqiy bazani takomillashtirish jarayonida foydalanilishi mumkin. Kelgusida ushbu tadqiqotni aniq shahar infratuzilmasi misolida empirik ma'lumotlar asosida davom ettirish maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. Journal of Urban Technology, 22(1), 3–21.

2. Batty, M. (2013). Big data, smart cities and city planning. Dialogues in Human Geography, 3(3), 274–279.

ISSN 3030-3907

3. Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. Journal of Urban Technology, 18(2), 65–82.
4. Elmaghraby, A. S., & Losavio, M. M. (2014). Cyber security challenges in smart cities: Safety, security and privacy. Journal of Advanced Research, 5(4), 491–497.
5. Grommé, F., Ustek-Spilda, F., Ruppert, E., & Cakici, B. (2019). Data practices and the city. In The Routledge Companion to Smart Cities (pp. 168–183).
6. Hashem, I. A. T., et al. (2016). The role of big data in smart city. International Journal of Information Management, 36(5), 748–758.
7. Kitchin, R. (2014). The real-time city? Big data and smart urbanism. GeoJournal, 79(1), 1–14.
8. Norris, C., & Armstrong, G. (1999). The Maximum Surveillance Society: The Rise of CCTV. Oxford: Berg.
9. Welsh, B. C., & Farrington, D. P. (2009). Public area CCTV and crime prevention. Justice Quarterly, 26(4), 716–745.
10. Zanella, A., et al. (2014). Internet of things for smart cities. IEEE Internet of Things Journal, 1(1), 22–32.
11. Zheng, Z., et al. (2020). Applications of AI in intelligent transportation systems. Journal of Advanced Transportation, 2020, 1–15.
12. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining "Raqamli O‘zbekiston — 2030" strategiyasi Farmoni. (2020).
13. Gartner, Inc. (2023). Market Guide for Video Surveillance. IHS Markit. (2024). Global Video Surveillance Market Report.

ISSN 3030-3907