ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 7

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 7

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

ZAMONAVIY AQLLI AVTOTURARGOH TIZIMLARI ALGORITMLAR VA SAMARADORLIK TAHLILI

Ortiqov Bekzod Qadamboyevich
Urganch RANCH texnologiyalar universiteti magistri
Email:bek768333@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur tadqiqotlarda IoT texnologiyalari asosida aqlli avtoturargoh tizimlarini takomillashtirish masalasi ko‘rib chiqilgan. Birinchi maqolada fog computing arxitekturasi yordamida real vaqt rejimida parking joylarini monitoring qilish va kechikish vaqtini kamaytirish mexanizmlari ishlab chiqilgan. Taklif etilgan model sensorlar, mahalliy hisoblash tugunlari va bulutli platforma integratsiyasiga asoslanadi. Ikkinchi maqolada esa IoT bilan integratsiyalashgan avtomatik davlat raqamini aniqlash (ANPR) tizimi va avtomatlashtirilgan to‘lov boshqaruvi taklif etilib, parking jarayonini to‘liq raqamlashtirish masalasi yoritilgan. Tadqiqot natijalari tizimning aniqligi, xavfsizligi va boshqaruv samaradorligi oshganini ko‘rsatadi. Ushbu ishlanmalar aqlli shahar infratuzilmasini rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit sozlar: IoT texnologiyalari, aqlli avtoturargoh, aqlli shahar, fog computing, real vaqt monitoringi, ANPR tizimi.

Аннотация. В представленных исследованиях рассматриваются вопросы совершенствования интеллектуальных парковочных систем на основе технологий IoT. В первой статье предложена архитектура с использованием fog computing для мониторинга парковочных мест в режиме реального времени и снижения задержек обработки данных. Система включает сенсорный уровень, локальные вычислительные узлы и облачную платформу. Во второй статье разработана IoT-интегрированная система автоматического распознавания номерных знаков (ANPR) и автоматизированного управления оплатой, обеспечивающая полную цифровизацию парковочного процесса. Результаты демонстрируют повышение точности, безопасности и эффективности управления парковкой. Данные исследования вносят вклад в развитие концепции «умного города».

Ключевые слова: IoT технологии, интеллектуальная парковка, умный город, fog computing, мониторинг в реальном времени, система ANPR.

Abstract. The presented studies focus on improving smart parking systems based on IoT technologies. The first paper proposes a fog computing–based architecture that enables real-time monitoring of parking availability and reduces processing latency. The system integrates sensor nodes, local processing units, and cloud infrastructure to enhance scalability and responsiveness. The second paper introduces an IoT-integrated Automatic Number Plate Recognition (ANPR) system

ISSN 3030-3907

combined with automated payment management, ensuring full digitalization of parking operations. The findings indicate improved accuracy, enhanced security, and higher operational efficiency. These approaches significantly contribute to the advancement of smart city transportation infrastructure.

Keywords: IoT technologies, smart parking, smart city, fog computing, real-time monitoring, ANPR system.

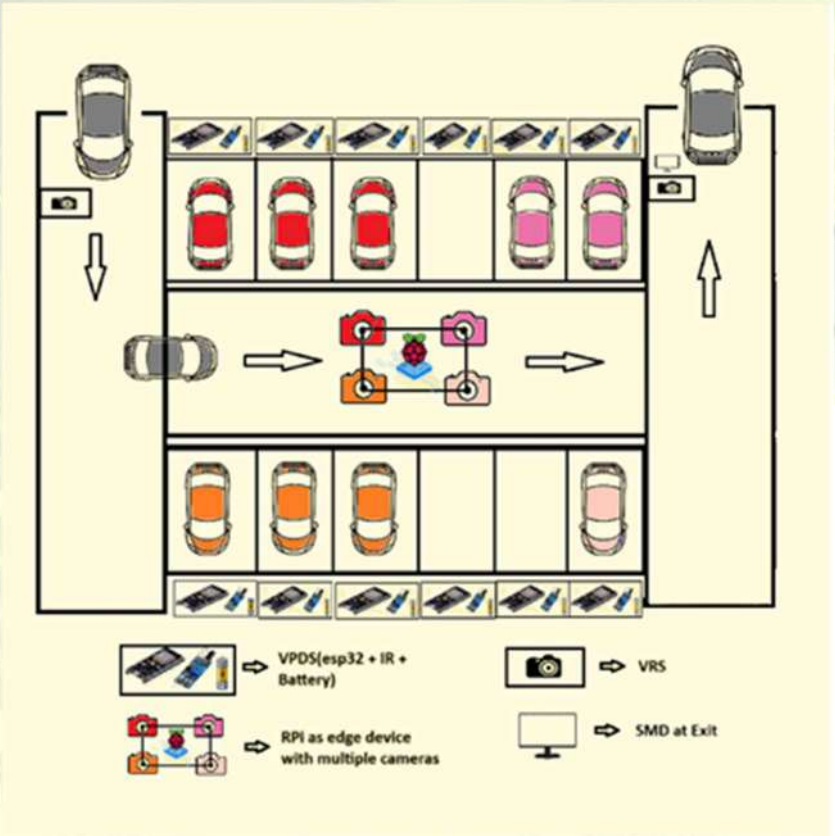
KIRISH

Zamonaviy shaharlarda transport vositalari sonining ortib borishi avtoturargoh infratuzilmasini samarali boshqarish masalasini dolzarb muammoga aylantirmoqda. An'anaviy parking tizimlarida bo‘sh joyni aniqlash, transport vositalarini nazorat qilish va to‘lovni boshqarish jarayonlari ko‘pincha qo‘lda yoki yarim avtomatlashtirilgan shaklda amalga oshiriladi. Natijada tirbandlik kuchayadi, vaqt yo‘qotiladi va boshqaruv samaradorligi pasayadi. Shu sababli IoT (Internet of Things) texnologiyalariga asoslangan aqlli avtoturargoh tizimlarini ishlab chiqish va ularni zamonaviy hisoblash arxitekturasi bilan integratsiyalash muhim ilmiy yo‘nalish hisoblanadi.

Tahlil qilingan birinchi tadqiqotda aqlli parking tizimi uchun ko‘p qatlamli IoT–Edge–Cloud arxitekturasi taklif etilgan. Ushbu modelda IR sensorlar va ESP32 mikrokontrollerlari orqali parking joyining bandlik holati aniqlanadi hamda ma'lumotlar Raspberry Pi asosidagi Edge qurilmaga uzatiladi. Edge (fog) qatlamda ma'lumotlar dastlabki qayta ishlanib, faqat zarur natijalar bulutli platformaga yuboriladi. Bunday yondashuv markazlashgan bulut modeliga nisbatan kechikish vaqtini kamaytiradi, tarmoq yuklamasini optimallashtiradi va real vaqt rejimida tezkor boshqaruvni ta'minlaydi. Demak, fog computing texnologiyasi katta shahar infratuzilmasida parking tizimining barqaror va masshtablanuvchan ishlashiga xizmat qiladi.

Ikkinchi tadqiqotda esa IoT bilan integratsiyalashgan avtomatik davlat raqamini aniqlash (ANPR) tizimi va avtomatlashtirilgan to‘lov boshqaruvi modeli ishlab chiqilgan. Ushbu tizimda ko‘p kamerali kuzatuv mexanizmi orqali transport vositasining davlat raqami aniqlanadi, parking davomiyligi hisoblanadi va to‘lov jarayoni avtomatik ravishda amalga oshiriladi. ANPR texnologiyasining Edge qurilma bilan integratsiyasi tasvirni lokal darajada qayta ishlash imkonini berib, tizim tezkorligini oshiradi hamda internetga to‘liq bog‘liqlikni kamaytiradi. Bu esa xavfsizlik, aniqlik va operatsion samaradorlikni sezilarli darajada yaxshilaydi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Taklif etilayotgan integratsiyalashgan modelning sxematik ko‘rinishi.

IR sensorlardan olingan ma’lumotlar **ESP-WROOM-32 (ESP32)** orqali **Raspberry Pi** mikrokontrolleriga uzatiladi va to‘xtash joylarining bandlik holati real vaqt rejimida yangilanadi. Ushbu arzon va moslashuvchan tizim ichki hamda tashqi muhitlar uchun mos bo‘lib, aniq aniqlash, bandlikni kuzatish va xarajatlarni optimallashtirish kabi muammolarni hal qiladi.

Har ikki maqola tahlili shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy aqlli avtoturargoh tizimi nafaqat sensorlar orqali joy bandligini aniqlash, balki real vaqt ma’lumotlarini qayta ishlash, transport vositasini identifikatsiya qilish va to‘lovni avtomatlashtirish kabi komponentlarning integratsiyasini talab qiladi. Biroq mavjud tadqiqotlarda ko‘pincha ushbu elementlar alohida-alohida o‘rganilgan bo‘lib, ularni yagona kompleks arxitektura doirasida tahlil qilish zarurati mavjud.

Mazkur tahliliy maqolaning maqsadi — IoT, Edge (fog) computing va ANPR texnologiyalariga asoslangan aqlli avtoturargoh tizimlarining nazariy asoslarini kompleks tahlil qilish, ularning o‘zaro integratsiyasi samaradorligini baholash hamda shahar transport infratuzilmasida qo‘llash istiqbollarini aniqlashdan iborat.

Aqlli avtoturargoh tizimlarini samarali tashkil etish uchun zamonaviy tadqiqotlarda ko‘p qatlamli arxitektura modeli qo‘llanilmoqda. Tahlil qilingan birinchi maqolada IoT–Edge–Cloud asosidagi uch pog‘onali arxitektura taklif

ISSN 3030-3907

etilgan bo‘lib, unda ma’lumotlarni dastlabki qayta ishlash Edge (fog) qatlamida amalga oshiriladi. Ikkinchi maqolada esa IoT infratuzilmasi ANPR (Automatic Number Plate Recognition) tizimi bilan integratsiyalangan holda ishlaydi.

Arxitekturaviy yondashuvlarni solishtirish

Birinchi tadqiqotda tizim quyidagi qatlamlardan iborat:

- IoT Device Layer (IR sensor + ESP32)
- Edge Layer (Raspberry Pi)
- Cloud Layer

Bu modelda asosiy e’tibor real vaqt monitoringi va past kechikish (low latency) ta’minlashga qaratilgan. Sensorlardan kelayotgan ma’lumotlar Edge qurilmada qayta ishlanib, faqat yakuniy natijalar bulutga yuboriladi. Bu esa tarmoq yuklamasini kamaytiradi va tizim tezkorligini oshiradi.

Ikkinchi tadqiqotda esa tizimga ANPR texnologiyasi qo‘shilgan. Unda ko‘p kamerali kuzatuv mexanizmi orqali transport vositasi davlat raqami aniqlanadi, parking davomiyligi hisoblanadi va to‘lov avtomatik tarzda amalga oshiriladi. Bu modelda asosiy urg‘u identifikatsiya aniqligi va boshqaruv avtomatlashtirilishiga berilgan.

1-jadval

Texnologik ustuvorliklarni taqqoslash

Ko‘rsatkich	Fog asosida	ANPR integratsiyasi
Asosiy maqsad	Kechikishni kamaytirish	Avtomatik identifikatsiya
Qayta ishlash	Edge darajada	Edge + tasvir tahlili
Monitoring	Sensorli	Sensor + Kamera
To‘lov tizimi	Cheklangan	To‘liq avtomatlashtirilgan
Xavfsizlik	O‘rta daraja	Yuqori daraja

Tahlil natijasi shuni ko‘rsatadiki, birinchi model tizim samaradorligini oshirishga, ikkinchi model esa funksional imkoniyatlarni kengaytirishga qaratilgan.

Har ikki maqolada taqdim etilgan yechimlar o‘zaro to‘ldiruvchi xarakterga ega. Birinchi model real vaqt rejimida barqaror ishlashni ta’minlasa, ikkinchi model tizimni to‘liq raqamlashtirish imkonini beradi. Shuning uchun zamonaviy aqlli avtoturargoh tizimi quyidagi elementlarni birlashtirishi lozim:

- IR sensorlar orqali joy bandligini aniqlash
- Edge computing orqali tezkor qayta ishlash
- ANPR orqali transport vositasini identifikatsiya qilish

ISSN 3030-3907

- Avtomatlashtirilgan to‘lov mexanizmi
- Cloud asosidagi analitika

Kompleks integratsiya qilingan model alohida-alohida ishlaydigan tizimlarga nisbatan yuqori samaradorlik, aniqlik va xavfsizlikni ta’minlaydi.

Real vaqtda ishlash va kechikish ko‘rsatkichlari:

Birinchi maqolada taklif etilgan fog (edge) asosidagi arxitektura markazlashgan bulut modeliga nisbatan tezkorlik jihatidan ustun ekanligi ko‘rsatilgan. Ma’lumotlarni dastlabki bosqichda Raspberry Pi qurilmasida qayta ishlash:

- kechikish vaqtini kamaytiradi;
- tarmoq yuklamasini optimallashtiradi;
- tizimning barqaror ishlashini ta’minlaydi.

Ikkinchi maqolada esa ANPR algoritmini edge qurilmada ishga tushirish orqali tasvirni qayta ishlash tezligi oshirilgan. Agar tasvir bulutga yuborilib, u yerda qayta ishlansa, tizim sezilarli darajada sekinlashgan bo‘lardi. Shunday qilib, har ikkala modelda edge computing asosiy samaradorlik omili sifatida namoyon bo‘ladi.

Birinchi model asosan parking joyining bandligini aniqlashga qaratilgan bo‘lib, u real vaqt monitoringini ta’minlaydi. Biroq unda transport vositasining shaxsiy identifikatsiyasi to‘liq yoritilmagan.

Ikkinchi model esa ANPR orqali:

- transport vositasini avtomatik aniqlaydi;
- kirish va chiqishni nazorat qiladi;
- parking davomiyligini hisoblaydi;
- to‘lovni avtomatlashtiradi.

Solishtirma tahlil shuni ko‘rsatadiki, birinchi model operatsion samaradorlikni oshiradi, ikkinchi model esa boshqaruvni to‘liq raqamlashtiradi. Ularni integratsiya qilish orqali:

- inson omili kamayadi;
- moliyaviy shaffoflik oshadi;
- xavfsizlik darajasi yuqorilaydi;
- foydalanuvchi uchun qulaylik ortadi.

Texnik cheklovlar va takomillashtirish yo‘nalishlari

Har ikkala modelning ayrim cheklovlari mavjud:

- IR sensorlar noto‘g‘ri signal berishi mumkin;
- ANPR tizimi yoritilish va ob-havo sharoitiga sezgir;
- Dastlabki o‘rnatish xarajatlari yuqori;
- Kiberxavfsizlik choralarini kuchaytirish talab etiladi.

ISSN 3030-3907

Shu bois kelgusida tizimni takomillashtirish uchun quyidagi yo‘nalishlar muhim hisoblanadi:

- Sun’iy intellekt asosidagi tasvirni chuqur o‘rganish (deep learning) algoritmlarini qo‘llash;
- Ma’lumotlarni shifrlash va xavfsizlik protokollarini kuchaytirish;
- Energiya tejamkor IoT qurilmalarini joriy etish;
- Katta hajmdagi shahar infratuzilmasida pilot sinovlarni kengaytirish.

Amaliy qo‘llash istiqbollari:

Integratsiyalashgan IoT–Edge–ANPR modeli quyidagi sohalarda samarali qo‘llanishi mumkin:

- Savdo markazlari;
- Aeroport va temiryo‘l vokzallari;
- Universitet kampuslari;
- Ko‘p qavatli avtoturargohlar;
- Aqlli shahar infratuzilmasi loyihalari.

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, kompleks integratsiya qilingan tizim alohida sensorli yoki faqat ANPR asosidagi modellarga nisbatan yuqori operatsion samaradorlik va xavfsizlikni ta’minlaydi. Ayniqsa, fog computing va avtomatik identifikatsiyaning uyg‘unlashuvi aqlli avtoturargoh tizimlarining yangi avlodini shakllantirish imkonini beradi.

XULOSA

Ushbu tahliliy maqola ikki zamonaviy tadqiqotni solishtirma tahlil qilib, IoT texnologiyalari asosida ishlab chiqilgan aqlli avtoturargoh tizimlarining samaradorligi, funksionalligi va qo‘llash imkoniyatlarini baholadi. Tadqiqot natijalaridan ko‘rinib turibdiki:

Edge (fog) computing asosidagi arxitektura real vaqt rejimida ma’lumotlarni qayta ishlash imkonini beradi, tizim kechikishini sezilarli kamaytiradi va tarmoq yuklamasini optimallashtiradi. Bu yondashuv birinchi tadqiqotning asosiy ustunligini tashkil qiladi va markazlashgan bulut tizimlariga nisbatan operatsion samaradorlikni oshiradi.

ANPR texnologiyasining integratsiyasi tizimni transport vositalarini avtomatik aniqlash, kirish-chiqish jarayonlarini nazorat qilish va to‘lovlarni avtomatlashtirish imkonini beradi. Ikkinchi tadqiqot bu jihatni chuqurroq ishlab chiqqan bo‘lib, boshqaruvni raqamlashtirish va xavfsizlikni oshirishga xizmat qiladi. Kompleks integratsiya zarurati shuni ko‘rsatadiki, faqat sensorlar yoki faqat tasvirga asoslangan modellardan ko‘ra, IoT–Edge–ANPR integratsiyalashgan arxitektura yuqori operatsion samaradorlik, aniqlik va xavfsizlikni ta’minlaydi.

ISSN 3030-3907

Edge computing va avtomatik identifikatsiya uyg‘unligi tizimning yangi avlodini yaratadi.

Amaliy qo‘llash istiqbollari: Integratsiyalashgan aqlli avtoturargoh tizimi savdo markazlari, aeroport va temiryo‘l vokzallari, universitet kampuslari va ko‘p qavatli parking infratuzilmasida samarali foydalanilishi mumkin. Shuningdek, bu yondashuv shahar transport infratuzilmasini aqlli va masshtablanuvchan qilish imkonini beradi.

Takomillashtirish yo‘nalishlari: Kelajakda tizimni sun’iy intellektga asoslangan chuqur o‘rganish algoritmlari bilan qo‘llab, xavfsizlik protokollarini kuchaytirish, energiya tejamkor qurilmalarni joriy etish va shahar infratuzilmasida pilot sinovlarni kengaytirish tavsiya etiladi.

Xulosa qilib aytganda, tahlil qilingan ikki tadqiqot bir-birini to‘ldiruvchi xarakterga ega bo‘lib, ularning integratsiyasi zamonaviy aqlli avtoturargoh tizimlarining samaradorligi va xavfsizligini maksimal darajada oshirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, ushbu kompleks yondashuv shahar infratuzilmasi va transport boshqaruvini raqamlashtirish bo‘yicha kelajakdagi ilmiy va amaliy izlanishlar uchun mustahkam asos yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Al-Kharusi H., Al-Bahadili H. Real time smart parking system based on IoT and fog computing evaluated through a practical case study // Scientific Reports. – 2025. – Vol. 15. – Article 15507. DOI: 10.1038/s41598-025-15507-6.
2. Kazem, A., Pierre, G. & Longuevergne, L. Enhancing environmental observatories with fog computing. Front. Environ. Sci. 13, 1568016 (2025
3. Ala’anzy, M. A., Othman, M., Hasan, S., Ghaleb, S. M. & Latip, R. Optimising cloud servers utilisation based on locust-inspired algorithm. In 2020 7th International Conference on Soft Computing & Machine Intelligence (ISCMI), 23–27 (IEEE, 2020).
4. Weinberger, R. R., Millard-Ball, A. & Hampshire, R. C. Parking search caused congestion: Where’s all the fuss?. Transp. Res. Part C Emerg. Technol. 120, 102781 (2020).
5. Wang, Y., Liu, D. & Sun, X. A low-cost, high-performance middleware solution for unified parking management. Soft. Comput. 28, 2291–2308 (2024).
6. Khanna A., Anand R. IoT based smart parking system // International Conference on Internet of Things and Cloud Computing. – 2016
7. Michel-Torres, D.A., Luque-Vega, L.F., Lopez-Neri, E., Carlos-Mancilla, M.A., & Gonzalez-Jiménez, L.E. Iot based smart vehicle presence sensor spin-v for smart parking system. In 2019 14th Annual Conference System of Systems Engineering (SoSE), 236–241. https://doi.org/10.1109/SYSOSE.2019.8753862 (2019).

ISSN 3030-3907

8. Li, M., & Zhang, L. Deep learning-based license plate recognition in iot smart parking systems using yolov6 algorithm. Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl. 14(12) (2023)
9. Revathi, G., & Dhulipala, V.S. Smart parking systems and sensors: A survey. In 2012 International Conference on Computing, Communication and Applications, 1–5 (IEEE, 2012).
10. Chang, S.-L., Chen, L.-S., Chung, Y.-C. & Chen, S.-W. Automatic license plate recognition. IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. 5(1), 42–53 (2004).
11. A. Bochkovskiy, C.-Y. Wang, and H.-Y. M. Liao, "Yolov4: Optimal speed and accuracy of object detection," arXiv preprint arXiv:2004.10934, 2020
12. Y. Xiong, H. Liu, S. Gupta, B. Akin, G. Bender, Y. Wang, P.-J. Kindermans, M. Tan, V. Singh, and B. Chen, "Mobiledets: Searching for object detection architectures for mobile accelerators," in Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition, pp. 3825– 3834, 2021.
13. A. Yazdanbakhsh, K. Seshadri, B. Akin, J. Laudon, and R. Narayanaswami, "An evaluation of edge tpu accelerators for convolutional neural networks," arXiv e-prints, pp. arXiv–2102, 2021.

ISSN 3030-3907