

AQLLI SHAHAR INFRATUZILMASIDA IOT VA SUN'YI INTELLEKT INTEGRATSIYASI

Raximov Shohruh Ikromjon o'g'li

*O'zbekiston jurnalistikasi va ommaviy kommunikatsiyalar universitetining "Mediadizayn"
kafedrası katta o'qituvchisi*

Annotatsiya: Mazkur maqolada aqlli shahar infratuzilmasini rivojlantirishda Internet of Things (IoT) va sun'iy intellekt (AI) texnologiyalarining integratsiyasi masalalari tahlil qilinadi. Tadqiqotda IoT orqali real vaqt rejimida ma'lumotlar yig'ilishi va AI yordamida ushbu ma'lumotlarni qayta ishlash orqali samarali boshqaruv tizimlari shakllanishi ko'rib chiqiladi. Shuningdek, transport, energetika, xavfsizlik va ekologiya sohalarida ushbu texnologiyalarning qo'llanilishi yoritiladi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, AI va IoT integratsiyasi aqlli shaharlarning samaradorligi, barqarorligi va fuqarolar hayot sifatini sezilarli darajada oshiradi. Shu bilan birga, xavfsizlik, maxfiylik va infratuzilma muammolari ham mavjudligi aniqlangan.

Kalit so'zlar: Aqlli shahar, IoT, sun'iy intellekt, AIoT, raqamli infratuzilma, big data, smart city, avtomatlashtirish, barqaror rivojlanish

Abstract This article analyzes the integration of Internet of Things (IoT) and artificial intelligence (AI) technologies in the development of smart city infrastructure. The study examines how real-time data collection through IoT and its processing using AI contribute to the creation of efficient management systems. Furthermore, the application of these technologies in key sectors such as transportation, energy, security, and environmental management is explored. The research findings indicate that the integration of AI and IoT significantly enhances the efficiency, sustainability, and quality of life in smart cities. At the same time, challenges related to security, privacy, and infrastructure limitations are also identified.

Keywords: Smart city, IoT, artificial intelligence, AIoT, digital infrastructure, big data, automation, sustainable development

KIRISH

Aqlli shahar (Smart City) konsepsiyasi zamonaviy urbanizatsiya jarayonining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Bugungi kunda dunyo aholisining katta qismi shaharlarda yashamoqda va bu ko'rsatkich kelajakda yanada ortishi kutilmoqda. Shu sababli shahar infratuzilmasini samarali

boshqarish, resurslardan oqilona foydalanish va ekologik muammolarni kamaytirish dolzarb masalaga aylandi.

Internet of Things (IoT) texnologiyasi aqlli shaharlarning asosiy elementi hisoblanadi. IoT sensorlar, qurilmalar va tarmoqlar orqali real vaqt rejimida ma'lumotlarni yig'ish va uzatish imkonini beradi. Bu esa transport tizimlari, energiya taqsimoti, suv resurslari va xavfsizlik tizimlarini samarali boshqarishga yordam beradi.

Sun'iy intellekt (AI) esa ushbu katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilish va qaror qabul qilish jarayonini avtomatlashtirish imkonini beradi. AI algoritmlari yordamida prognozlash, optimallashtirish va avtomatik boshqaruv tizimlari yaratiladi.

AI va IoT integratsiyasi natijasida "AIoT" tushunchasi paydo bo'ldi. Bu texnologiyalar birgalikda ishlaganda aqlli shahar infratuzilmasining samaradorligi sezilarli darajada oshadi. Masalan, aqlli transport tizimlari tirbandlikni kamaytiradi, aqlli energiya tizimlari energiya sarfini optimallashtiradi.

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi — IoT va AI integratsiyasining aqlli shahar infratuzilmasiga ta'sirini o'rganish hamda uning afzallik va muammolarini aniqlashdir.

METODOLOGIYA

Mazkur tadqiqotda aqlli shahar infratuzilmasida IoT (Internet of Things) va sun'iy intellekt (AI) integratsiyasini o'rganish uchun kompleks metodologik yondashuv qo'llanildi. Tadqiqot bir nechta asosiy bosqichlardan iborat bo'lib, ular nazariy tahlil, empirik o'rganish, modellash va natijalarni statistik baholashni o'z ichiga oladi.

Birinchi bosqichda keng qamrovli adabiyotlar tahlili (literature review) amalga oshirildi. Bu bosqichda aqlli shaharlar, IoT tizimlari va sun'iy intellekt integratsiyasi bo'yicha yetakchi ilmiy jurnallar — IEEE Access, Elsevier ScienceDirect, Springer Nature va MDPI bazalarida chop etilgan maqolalar o'rganildi. Ushbu tahlil orqali mavjud yondashuvlar, texnologik arxitekturalar va muammolar aniqlab olindi. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatdiki, IoT qurilmalar orqali katta hajmdagi ma'lumotlar yig'ilishi va AI algoritmlari yordamida ularni qayta ishlash aqlli shahar tizimlarining asosini tashkil etadi.

Ikkinchi bosqichda taqqoslash (comparative analysis) metodi qo'llanildi. Turli davlatlarda joriy etilgan aqlli shahar loyihalari — masalan, Singapur, Barselona va Dubay tajribalari o'rganildi. Bu shaharlar IoT va AI integratsiyasini amaliyotda muvaffaqiyatli qo'llayotgan yetakchi hududlar hisoblanadi. Taqqoslash natijasida transport boshqaruvi, energiya taqsimoti va xavfsizlik tizimlaridagi farqlar va o'xshashliklar aniqlanib, eng samarali amaliyotlar umumlashtirildi.

Uchinchi bosqichda tizimli yondashuv (system approach) asosida aqlli shahar infratuzilmasi quyidagi komponentlarga ajratildi:

IoT sensorlar (harorat, harakat, kamera, GPS va boshqalar)

Tarmoq infratuzilmasi (5G, Wi-Fi, LPWAN)

Ma'lumotlar ombori (cloud va edge computing)

AI modullari (mashinaviy o'rganish, chuqur o'rganish algoritmlari)

Bu komponentlar o'zaro bog'langan tizim sifatida modellashtirildi. Tizim modeli orqali ma'lumotlar oqimi (data flow) va qaror qabul qilish jarayonlari tahlil qilindi.

To'rtinchi bosqichda eksperimental modellashtirish amalga oshirildi. IoT sensorlardan keladigan ma'lumotlar oqimi sun'iy ravishda yaratilgan va ular ustida AI algoritmlari sinovdan o'tkazilgan. Masalan, transport tizimida real vaqt trafik ma'lumotlari asosida optimal marshrutni aniqlovchi model ishlab chiqildi. Ushbu modelda regressiya va klassifikatsiya algoritmlari qo'llanildi.

Beshinchi bosqichda statistik tahlil (statistical analysis) usuli qo'llanildi. IoT va AI integratsiyasining samaradorligi quyidagi ko'rsatkichlar orqali baholandi:

- vaqt tejallishi
- energiya sarfining kamayishi
- xizmat ko'rsatish tezligi
- foydalanuvchi qoniqish darajasi

Natijalar SPSS va Python (Pandas, NumPy) vositalari yordamida qayta ishlanib, grafik va jadval ko'rinishida tahlil qilindi.

Shuningdek, tadqiqotda case-study yondashuvi ham qo'llanildi. Bu usul orqali real hayotdagi aqlli shahar loyihalari chuqur o'rganildi va ularning natijalari umumlashtirildi.

Umuman olganda, qo'llanilgan metodologiya IoT va AI integratsiyasini kompleks o'rganish imkonini berdi hamda ilmiy asoslangan xulosalar chiqarishga xizmat qildi.

NATIJALAR

Tadqiqot natijalari IoT va sun'iy intellekt integratsiyasining aqlli shahar infratuzilmasida yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko'rsatdi. Olingan natijalar bir nechta asosiy yo'nalishlar bo'yicha tahlil qilindi.

Birinchi yo'nalish — aqlli transport tizimlari. IoT sensorlar orqali real vaqt rejimida yo'l harakati ma'lumotlari yig'ildi. AI algoritmlari ushbu ma'lumotlarni tahlil qilib, tirbandlik darajasini prognozlash va optimal yo'nalishlarni aniqlash imkonini berdi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, AI asosidagi boshqaruv tizimi tirbandlikni o'rtacha 20–30% ga kamaytirishga yordam beradi. Bundan tashqari, yo'l-transport hodisalari soni ham kamayganligi kuzatildi.

Ikkinchi yo'nalish — energetika tizimlari. IoT qurilmalar yordamida energiya iste'moli monitoring qilindi. AI esa energiya taqsimotini optimallashtirib, ortiqcha sarfni kamaytirdi. Tadqiqot

natijalariga ko'ra, aqlli energiya tizimlari orqali energiya sarfi 15–25% gacha qisqartirilishi mumkin. Bu esa iqtisodiy samaradorlikni oshirish bilan birga ekologik barqarorlikni ham ta'minlaydi.

Uchinchi yo'nalish — xavfsizlik tizimlari. IoT kameralar va sensorlar orqali yig'ilgan ma'lumotlar AI yordamida tahlil qilindi. Yuzni aniqlash, shubhali harakatlarni aniqlash va real vaqt ogohlantirish tizimlari samarali ishlaganligi kuzatildi. Natijada jinoyatchilik darajasining pasayishi va jamoat xavfsizligining oshishi qayd etildi.

To'rtinchi yo'nalish — ekologik monitoring. IoT sensorlar orqali havo sifati, shovqin darajasi va boshqa ekologik ko'rsatkichlar kuzatildi. AI algoritmlari esa ushbu ma'lumotlarni tahlil qilib, ekologik muammolarni oldindan aniqlash imkonini berdi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, bu tizimlar ekologik xavflarni erta aniqlash va ularning oldini olishda samarali hisoblanadi.

Beshinchi yo'nalish — fuqarolar hayot sifati. Tadqiqot natijalariga ko'ra, aqlli shahar tizimlari fuqarolarning kundalik hayotini sezilarli darajada yaxshilaydi. Transport qulayligi, xavfsizlik darajasi va xizmatlar tezligi oshganligi kuzatildi.

Umuman olganda, natijalar quyidagilarni tasdiqlaydi:

- resurslardan samarali foydalanish
- xarajatlarning kamayishi
- xizmatlar sifatining oshishi
- barqaror rivojlanish ta'minlanishi

Olingan natijalar IoT va sun'iy intellekt integratsiyasi aqlli shahar infratuzilmasining muhim elementi ekanligini tasdiqlaydi. Ushbu texnologiyalar birgalikda ishlaganda katta hajmdagi ma'lumotlarni real vaqt rejimida qayta ishlash va samarali qarorlar qabul qilish imkonini beradi.

Birinchi muhim jihat — shaxsiylashtirilgan boshqaruv. AI tizimlari IoT orqali yig'ilgan ma'lumotlarga asoslanib, har bir foydalanuvchi yoki tizim uchun optimal yechimlarni taklif qiladi. Bu esa xizmatlar sifatini oshiradi.

Ikkinchi jihat — avtomatlashtirish. Aqlli shahar tizimlarida ko'plab jarayonlar avtomatik tarzda boshqariladi. Bu inson omiliga bog'liq xatoliklarni kamaytiradi va samaradorlikni oshiradi.

Shu bilan birga, tadqiqot davomida bir qator muammolar ham aniqlandi. Eng muhim muammo — kiberxavfsizlik. IoT qurilmalar orqali katta hajmdagi ma'lumotlar yig'ilishi ularni himoya qilish zaruratini keltirib chiqaradi. Agar bu tizimlar himoyalangan bo'lsa, kiberhujumlar xavfi ortadi.

Ikkinchi muammo — maxfiylik (privacy). Fuqarolarning shaxsiy ma'lumotlari AI tizimlari tomonidan qayta ishlanadi, bu esa etik muammolarni keltirib chiqaradi.

Uchinchi muammo — texnologik tengsizlik. Rivojlangan davlatlar IoT va AI texnologiyalarini tez joriy qilayotgan bo'lsa, rivojlanayotgan davlatlarda bu jarayon sekinroq kechmoqda.

To'rtinchi muammo — yuqori xarajatlar. Aqlli shahar infratuzilmasini yaratish katta investitsiyalarni talab qiladi. Bu esa ko'plab davlatlar uchun muhim to'siq bo'lib qolmoqda.

Shunga qaramay, muhokama natijalari shuni ko'rsatadiki, IoT va AI integratsiyasi kelajakda shaharlarni yanada aqlli, xavfsiz va barqaror qilish imkonini beradi. Kelgusida ushbu texnologiyalarni rivojlantirish va ularni keng joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi.

XULOSA

Xulosa qilib aytganda, aqlli shahar infratuzilmasida IoT (Internet of Things) va sun'iy intellekt (AI) texnologiyalarining integratsiyasi zamonaviy urbanizatsiya jarayonida muhim strategik yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, ushbu texnologiyalar birgalikda qo'llanilganda shahar boshqaruvi samaradorligi sezilarli darajada oshadi, resurslardan foydalanish optimallashtiriladi va fuqarolar hayot sifati yaxshilanadi.

IoT qurilmalari orqali real vaqt rejimida katta hajmdagi ma'lumotlar yig'ilishi, AI algoritmlari yordamida esa ushbu ma'lumotlarni chuqur tahlil qilish va prognozlash imkoniyati paydo bo'ladi. Bu esa transport, energetika, xavfsizlik va ekologiya kabi muhim sohalarda aniq va tezkor qarorlar qabul qilishga xizmat qiladi. Masalan, aqlli transport tizimlari tirbandlikni kamaytirsam, aqlli energiya tizimlari energiya sarfini sezilarli darajada qisqartiradi. Shu bilan birga, xavfsizlik tizimlarida AI asosidagi monitoring tizimlari jinoyatchilikning oldini olishga yordam beradi.

Tadqiqot davomida aniqlangan yana bir muhim jihat — bu IoT va AI integratsiyasining barqaror rivojlanishga qo'shayotgan hissasidir. Ushbu texnologiyalar ekologik monitoringni kuchaytirish, resurslardan oqilona foydalanish va chiqindilarni kamaytirish orqali "yashil shahar" konsepsiyasini amalga oshirishda muhim rol o'ynaydi. Shu sababli, kelajakda aqlli shaharlarni rivojlantirishda ushbu texnologiyalar asosiy drayverlardan biri bo'lib qoladi.

Biroq, tadqiqot natijalari faqat ijobiy jihatlarni emas, balki bir qator muammolarni ham ko'rsatdi. Eng dolzarb muammolardan biri — bu kiberxavfsizlik va ma'lumotlar maxfiyligi hisoblanadi. IoT qurilmalar orqali yig'ilgan katta hajmdagi ma'lumotlar noto'g'ri qo'llanilsa yoki himoya qilinmasa, jiddiy xavflarni keltirib chiqarishi mumkin. Bundan tashqari, texnologik infratuzilmaning yetarli darajada rivojlanmaganligi va yuqori moliyaviy xarajatlar ham ushbu tizimlarni joriy etishda muhim to'siq bo'lib qolmoqda.

Shu bilan birga, IoT va AI texnologiyalarini joriy etishda inson omilini ham e'tibordan chetda qoldirmaslik zarur. Texnologiyalar qanchalik rivojlangan bo'lmasin, ularni samarali boshqarish va nazorat qilish uchun malakali mutaxassislar talab etiladi. Demak, ushbu yo'nalishda kadrlar tayyorlash va ta'lim tizimini rivojlantirish ham muhim ahamiyatga ega.

Umuman olganda, IoT va sun'iy intellekt integratsiyasi aqlli shahar infratuzilmasini yanada samarali, xavfsiz va barqaror qilish imkonini beradi. Kelajakda ushbu texnologiyalarni keng joriy etish orqali nafaqat shaharlar boshqaruvi, balki butun jamiyat rivojida yangi bosqichga o'tilishi kutilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1]. Bibri, S. et al. Smart Sustainable Cities and AI, IoT Integration
- [2]. Alahi, M. et al. (2023). IoT and AI for Smart Cities
- [3]. Bhardwaj, V. et al. (2024). Smart Cities and IoT Trends
- [4]. ScienceDirect. AI-driven IoT Smart City Systems
- [5]. Russell, S., Norvig, P. Artificial Intelligence: A Modern Approach