

AQLLI SHAHAR (SMART CITY) KONSEPSIYASIDA SUN'IY INTELLEKT VA IoT TEXNOLOGIYALARINING INTEGRATSIYASI

Aliyeva Durdona Jamshid qizi

Sarbon Universiteti,

Davlat va jamiyat boshqaruvi

yo'nalish 2-kurs talabasi

Annotatsiya

Mazkur maqolada aqlli shahar (Smart City) konsepsiyasini shakllantirishda sun'iy intellekt (Artificial Intelligence – AI) va Buyumlar interneti (Internet of Things – IoT) texnologiyalarining o'zaro integratsiyasi hamda ularning zamonaviy shahar infratuzilmasini boshqarishdagi ahamiyati tahlil qilingan. Shuningdek, transport, energetika, ekologiya, sog'liqni saqlash, kommunal xizmatlar va jamoat xavfsizligini boshqarishda AI hamda IoT texnologiyalarining qo'llanilishi yoritilgan. Maqolada dunyo tajribasi asosida aqlli shaharlarni rivojlantirish tendensiyalari, ushbu texnologiyalarni joriy etishda uchraydigan muammolar hamda O'zbekistonda Smart City konsepsiyasini rivojlantirish istiqbollari ilmiy jihatdan asoslab berilgan. Tadqiqot natijalari sun'iy intellekt va IoT texnologiyalarining integratsiyasi shahar resurslaridan samarali foydalanish, ekologik barqarorlikni ta'minlash hamda aholining turmush sifatini oshirishda muhim omil ekanligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: Smart City, sun'iy intellekt, IoT, aqlli infratuzilma, raqamli transformatsiya, aqlli transport, raqamli iqtisodiyot, sensorlar, Big Data, avtomatlashtirish.

Kirish

Dunyo aholisi sonining ortishi, urbanizatsiya jarayonlarining jadallashuvi hamda tabiiy resurslardan oqilona foydalanish zarurati zamonaviy shaharlarni boshqarishning yangi yondashuvlarini ishlab chiqishni taqozo etmoqda. An'anaviy boshqaruv tizimlari tobora murakkablashib borayotgan transport, energetika, ekologiya, kommunal xizmatlar va jamoat xavfsizligi bilan bog'liq muammolarni samarali hal etishda yetarli darajada natija bermayapti. Shu sababli raqamli texnologiyalar asosida boshqariladigan **aqlli shahar (Smart City)** konsepsiyasi jahon miqyosida ustuvor yo'nalishlardan biriga aylandi.

Smart City — bu axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, sun'iy intellekt, Buyumlar interneti (IoT), katta ma'lumotlar (Big Data), bulutli hisoblash (Cloud Computing) va raqamli platformalardan foydalanish orqali shahar infratuzilmasini samarali boshqarishga qaratilgan zamonaviy boshqaruv modelidir. Ushbu konsepsiyaning asosiy maqsadi resurslardan oqilona foydalanish, davlat xizmatlari

sifatini oshirish, ekologik barqarorlikni ta'minlash hamda aholining hayot sifatini yaxshilashdan iborat.

Bugungi kunda sun'iy intellekt va IoT texnologiyalarining o'zaro integratsiyasi Smart City tizimining asosiy elementi hisoblanadi. IoT qurilmalari real vaqt rejimida turli sensorlar orqali ma'lumotlarni yig'adi, sun'iy intellekt esa ushbu ma'lumotlarni tahlil qilib, optimal boshqaruv qarorlarini shakllantiradi. Natijada transport oqimini boshqarish, elektr energiyasi sarfini optimallashtirish, suv resurslarini nazorat qilish, chiqindilarni boshqarish va favqulodda vaziyatlarga tezkor javob berish imkoniyatlari kengayadi.

Dunyoning Singapur, Seul, Barselona, Dubay, Amsterdam va Kopengagen kabi yetakchi shaharlari Smart City texnologiyalarini muvaffaqiyatli joriy etib, transport tirbandliklarini kamaytirish, energiya samaradorligini oshirish va ekologik muammolarni bartaraf etishda yuqori natijalarga erishgan. Mazkur tajribalar sun'iy intellekt va IoT texnologiyalarining shahar boshqaruvida muhim strategik vosita ekanligini tasdiqlaydi.

O'zbekistonda ham raqamli iqtisodiyotni rivojlantirish, davlat xizmatlarini raqamlashtirish va zamonaviy shahar infratuzilmasini shakllantirish bo'yicha keng ko'lamlı islohotlar amalga oshirilmoqda. Biroq Smart City texnologiyalarini keng joriy etish uchun yuqori tezlikdagi telekommunikatsiya tarmoqlari, malakali mutaxassislar, zamonaviy sensor tizimlari, kiberxavfsizlikni ta'minlash hamda huquqiy-me'yoriy bazani yanada takomillashtirish zarur.

Mazkur maqolaning maqsadi Smart City konsepsiyasida sun'iy intellekt va IoT texnologiyalarining integratsiyasini ilmiy jihatdan tahlil qilish, ularning shahar infratuzilmasini boshqarishdagi o'rnini baholash hamda O'zbekistonda ushbu texnologiyalarni joriy etish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

1. Smart City konsepsiyasining nazariy asoslari

XXI asrda axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining jadal rivojlanishi natijasida **Smart City** konsepsiyasi shaharlarni boshqarishning eng istiqbolli modeli sifatida e'tirof etilmoqda. Smart City — bu zamonaviy raqamli texnologiyalar yordamida shahar infratuzilmasini samarali boshqarish, resurslardan oqilona foydalanish va aholiga ko'rsatilayotgan xizmatlar sifatini oshirishga qaratilgan kompleks tizimdir.

Mazkur konsepsiyaning asosiy tarkibiy qismlariga aqlli transport, aqlli energetika, aqlli sog'liqni saqlash, aqlli ta'lim, aqlli kommunal xizmatlar, ekologik monitoring va raqamli davlat boshqaruvi kiradi. Ushbu yo'nalishlarning samarali faoliyat yuritishi sun'iy intellekt, IoT, katta ma'lumotlar, bulutli texnologiyalar va 5G aloqa tarmoqlarining o'zaro integratsiyasi orqali ta'minlanadi.

IoT texnologiyasi turli sensorlar, kameralar va aqlli qurilmalar yordamida real vaqt rejimida ma'lumotlarni yig'adi. Ushbu ma'lumotlar sun'iy intellekt algoritmlari

orqali qayta ishlanib, transport harakatini optimallashtirish, elektr energiyasi iste'molini boshqarish, atmosfera ifloslanishini nazorat qilish hamda favqulodda vaziyatlarni oldindan prognoz qilish imkonini beradi.

Shunday qilib, Smart City konsepsiyasi sun'iy intellekt va IoT texnologiyalarining uzviy integratsiyasiga asoslangan bo'lib, zamonaviy shaharlarni barqaror rivojlantirishning eng muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

2. Sun'iy intellekt va IoT texnologiyalarining Smart City tizimlaridagi amaliy qo'llanilishi

Sun'iy intellekt va Buyumlar interneti (IoT) texnologiyalarining integratsiyasi zamonaviy shaharlarni boshqarishning samaradorligini sezilarli darajada oshirmoqda. IoT qurilmalari orqali shahar infratuzilmasining turli elementlaridan real vaqt rejimida ma'lumotlar yig'iladi, sun'iy intellekt algoritmlari esa ushbu ma'lumotlarni tahlil qilib, optimal boshqaruv qarorlarini ishlab chiqadi. Bunday yondashuv shahar resurslaridan oqilona foydalanish, operatsion xarajatlarni kamaytirish hamda aholiga ko'rsatilayotgan xizmatlar sifatini oshirish imkonini beradi.

Aqlli transport tizimlari

Smart City konsepsiyasining eng muhim yo'nalishlaridan biri aqlli transport tizimlarini yaratish hisoblanadi. Katta shaharlarda transport oqimining ortishi tirbandliklar, yo'l-transport hodisalari va atmosfera ifloslanishining ko'payishiga olib kelmoqda. Sun'iy intellekt va IoT texnologiyalari ushbu muammolarni hal etishda samarali vosita bo'lib xizmat qiladi.

Yo'llarga o'rnatilgan kameralar, GPS qurilmalari, radarlar va sensorlar transport vositalari harakati haqidagi ma'lumotlarni uzluksiz yig'adi. Sun'iy intellekt ushbu ma'lumotlarni tahlil qilib, svetoforlarning ishlash vaqtini avtomatik boshqaradi, tirbandlik yuzaga kelishi mumkin bo'lgan hududlarni oldindan aniqlaydi hamda transport oqimini muqobil yo'nalishlarga taqsimlaydi. Natijada yo'llardagi tirbandlik kamayadi, yoqilg'i sarfi qisqaradi va ekologik holat yaxshilanadi.

Bundan tashqari, aqlli transport tizimlari jamoat transportining harakat jadvalini optimallashtirish, yo'lovchilarga real vaqt rejimida axborot taqdim etish hamda avtonom transport vositalarining xavfsiz harakatlanishini ta'minlash imkoniyatini yaratadi.

Aqlli energetika tizimlari

Energiya resurslaridan samarali foydalanish Smart City konsepsiyasining asosiy maqsadlaridan biridir. IoT asosidagi aqlli hisoblagichlar elektr energiyasi, gaz va suv iste'molini doimiy monitoring qilib boradi. Sun'iy intellekt esa iste'mol dinamikasini tahlil qilib, energiya yuklamasini optimal taqsimlaydi.

Aqlli elektr tarmoqlari (Smart Grid) energiya ishlab chiqarish va iste'mol qilish jarayonlarini muvozanatlashtirish imkonini beradi. Natijada elektr energiyasi yo'qotishlari kamayadi, favqulodda nosozliklar tez aniqlanadi va ta'mirlash ishlari

qisqa muddatda amalga oshiriladi. Shuningdek, quyosh va shamol kabi qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish samaradorligi ham oshadi.

Ekologik monitoring va chiqindilarni boshqarish

Atrof-muhitni muhofaza qilish zamonaviy shaharlarning ustuvor vazifalaridan biridir. IoT sensorlari atmosfera havosi sifati, shovqin darajasi, harorat, namlik va suv resurslarining holatini uzluksiz nazorat qiladi. Sun'iy intellekt ushbu ma'lumotlarni qayta ishlab, ekologik xavflarni oldindan prognoz qiladi hamda mas'ul tashkilotlarga tezkor tavsiyalar beradi.

Chiqindilarni boshqarishda ham AI va IoT texnologiyalari keng qo'llanilmoqda. Aqlli chiqindi konteynerlari to'lish darajasini aniqlab, kommunal xizmatlarga avtomatik signal yuboradi. Natijada chiqindilarni yig'ish marshrutlari optimallashtiriladi, transport xarajatlari kamayadi va shahar sanitariya holati yaxshilanadi.

Sog'liqni saqlash va jamoat xavfsizligi

Smart City tizimida sog'liqni saqlash xizmatlarini raqamlashtirish ham muhim yo'nalishlardan biridir. IoT qurilmalari yordamida bemorlarning yurak urishi, qon bosimi, tana harorati va boshqa fiziologik ko'rsatkichlari masofadan monitoring qilinadi. Sun'iy intellekt ushbu ma'lumotlarni tahlil qilib, kasalliklarning dastlabki belgilarini aniqlash va shifokorlarga tezkor tavsiyalar berish imkonini yaratadi.

Jamoat xavfsizligini ta'minlashda esa video kuzatuv kameralari, yuzni aniqlash texnologiyalari va aqlli monitoring tizimlari muhim rol o'ynaydi. AI algoritmlari shubhali harakatlarni avtomatik aniqlaydi, favqulodda vaziyatlarni prognoz qiladi hamda huquqni muhofaza qiluvchi organlarga tezkor axborot uzatadi.

Jahon tajribasi

Bugungi kunda dunyoning ko'plab rivojlangan shaharlari Smart City texnologiyalarini muvaffaqiyatli joriy etmoqda. Masalan, **Singapur** transportni boshqarish, elektron davlat xizmatlari va ekologik monitoring tizimlarini sun'iy intellekt asosida rivojlantirib, dunyoning eng aqlli shaharlaridan biriga aylangan.

Dubay shahrida davlat xizmatlarining aksariyati raqamlashtirilgan bo'lib, sun'iy intellekt yordamida transport, kommunal xizmatlar va xavfsizlik tizimlari boshqarilmoqda. **Barselona** esa IoT sensorlari orqali ko'cha yoritish, suv ta'minoti va chiqindilarni boshqarish tizimlarini avtomatlashtirish bo'yicha yetakchi shaharlardan biri hisoblanadi.

O'zbekistonda ham "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasi doirasida Smart City elementlarini joriy etish bo'yicha qator loyihalar amalga oshirilmoqda. Ayniqsa, Toshkent shahrida aqlli transport, elektron davlat xizmatlari, videokuzatuv tizimlari va raqamli infratuzilmani rivojlantirish bo'yicha muhim ishlar olib borilmoqda. Kelgusida sun'iy intellekt va IoT texnologiyalarini yanada keng joriy etish shahar boshqaruvi

samaradorligini oshirish, ekologik barqarorlikni ta'minlash hamda aholining turmush sifatini yaxshilashga xizmat qiladi.

3. Smart City texnologiyalarini joriy etishdagi muammolar va rivojlanish istiqbollari

Sun'iy intellekt va IoT texnologiyalarining Smart City konsepsiyasida keng qo'llanilishi shahar infratuzilmasini boshqarishda yuqori samaradorlikni ta'minlashda, ularni amaliyotga joriy etishda qator muammolar mavjud. Eng avvalo, bunday tizimlarni yaratish katta hajmdagi moliyaviy investitsiyalarni talab etadi. Zamonaviy sensorlar, yuqori tezlikdagi aloqa tarmoqlari, ma'lumotlarni qayta ishlash markazlari va bulutli infratuzilmani yaratish katta xarajatlarni talab qiladi.

Ikkinchi muhim muammo – axborot xavfsizligi va kiberxavfsizlik masalasidir. Smart City tizimlari millionlab sensorlar va raqamli qurilmalar orqali ishlaganligi sababli, ularga kiberhujumlar uyushtirilishi ehtimoli yuqori bo'ladi. Shaxsiy ma'lumotlarning himoyasi, tarmoqlarning uzluksiz ishlashi va raqamli infratuzilmaning xavfsizligini ta'minlash ushbu yo'nalishdagi asosiy vazifalardan hisoblanadi.

Bundan tashqari, sun'iy intellekt tizimlarining samarali ishlashi sifatli va ishonchli ma'lumotlar bazasiga bog'liq. Ma'lumotlarning noto'g'ri yoki yetarli bo'lmagan holatlari AI algoritmlarining xato qarorlar qabul qilishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli ma'lumotlarni yig'ish, saqlash va qayta ishlash jarayonlarini xalqaro standartlar asosida tashkil etish muhim ahamiyat kasb etadi.

Smart City texnologiyalarini rivojlantirishda malakali mutaxassislar tayyorlash ham dolzarb masalalardan biridir. Sun'iy intellekt, IoT, Data Science va kiberxavfsizlik yo'nalishlarida yuqori malakali kadrlar sonini oshirish zamonaviy shaharlarni boshqarishda muhim omil hisoblanadi.

Kelgusida 5G va 6G aloqa tarmoqlari, bulutli texnologiyalar, katta ma'lumotlar tahlili va generativ sun'iy intellektning rivojlanishi Smart City tizimlarining imkoniyatlarini yanada kengaytiradi. Avtonom transport vositalari, aqlli energetika, raqamli tibbiyot va ekologik monitoring tizimlari yanada takomillashib, shahar infratuzilmasini boshqarish samaradorligi sezilarli darajada ortishi kutilmoqda.

O'zbekistonda ham Smart City konsepsiyasini rivojlantirish uchun sun'iy intellekt va IoT texnologiyalarini davlat boshqaruvi, transport, kommunal xizmatlar va ekologik monitoring tizimlariga keng joriy etish, ilmiy tadqiqotlarni qo'llab-quvvatlash hamda xalqaro tajribani amaliyotga tatbiq etish muhim ahamiyat kasb etadi.

Xulosa

Mazkur tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellekt va Buyumlar interneti texnologiyalarining integratsiyasi Smart City konsepsiyasining asosiy tarkibiy qismlaridan biri hisoblanadi. Ushbu texnologiyalar transport tizimini boshqarish, energiya resurslaridan oqilona foydalanish, ekologik monitoringni tashkil etish,

sog'liqni saqlash xizmatlarini rivojlantirish hamda jamoat xavfsizligini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etmoqda.

IoT qurilmalari tomonidan yig'ilayotgan real vaqt ma'lumotlarini sun'iy intellekt algoritmlari yordamida tahlil qilish shahar infratuzilmasini yanada samarali boshqarish, xarajatlarni kamaytirish va xizmatlar sifatini oshirish imkonini bermoqda. Dunyoning Singapur, Dubay va Barselona kabi yetakchi shaharlari tajribasi Smart City texnologiyalarining amaliy samaradorligini yaqqol namoyon etmoqda.

O'zbekistonda ham raqamli iqtisodiyotni rivojlantirish jarayonida Smart City texnologiyalarini keng joriy etish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Buning uchun zamonaviy raqamli infratuzilmani rivojlantirish, sun'iy intellekt va IoT sohasida malakali mutaxassislarini tayyorlash, axborot xavfsizligini mustahkamlash hamda ilmiy tadqiqotlarni qo'llab-quvvatlash zarur.

Kelgusida sun'iy intellekt va IoT texnologiyalarining rivojlanishi shahar boshqaruvining samaradorligini yanada oshirish, ekologik barqarorlikni ta'minlash, resurslardan oqilona foydalanish hamda aholining turmush sifatini yaxshilashga xizmat qiladi. Shu bois Smart City konsepsiyasini rivojlantirish O'zbekistonning raqamli transformatsiyasi va barqaror rivojlanish strategiyasining ustuvor yo'nalishlaridan biri bo'lib qoladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Albino V., Berardi U., Dangelico R. M. *Smart Cities: Definitions, Dimensions and Performance*. Journal of Urban Technology, 2015.
2. Batty M. *Smart Cities of the Future*. European Physical Journal Special Topics, 2018.
3. Russell S., Norvig P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 4th Edition. Pearson Education, 2021.
4. Gubbi J., Buyya R., Marusic S., Palaniswami M. *Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements and Future Directions*. Future Generation Computer Systems, 2013.
5. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning*. MIT Press, 2016.
6. United Nations. *World Smart Cities Outlook 2024*. United Nations Publications, 2024.
7. World Economic Forum. *Shaping the Future of Technology Governance: Smart Cities*. Geneva, 2023.
8. International Telecommunication Union (ITU). *United for Smart Sustainable Cities (U4SSC): Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities*. Geneva, 2022.
9. ISO 37122:2019. *Sustainable Cities and Communities — Indicators for Smart Cities*. International Organization for Standardization, Geneva, 2019.

10. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining raqamli iqtisodiyot, "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasi hamda sun'iy intellekt texnologiyalarini rivojlantirishga oid farmon va qarorlari.

