

AQLLI MUHITDA BOSHQARUV QARORLARINI QABUL QILISH USULLARI TAHLILI

G'ayratov Z.K.,
Xidirov A.M.,
Xadjayev M.S.,
Xiyasova S.R.

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent

Axborot texnologiyalari Universiteti Samarqand

filiali, O'zbekiston, Samarqand.

Annotatsiya. Ushbu maqolada aqlli muhit (smart environment) tizimlarida boshqaruv qarorlarini qabul qilish usullari tahlil qilinadi. IoT (Internet of Things), sun'iy intellekt (AI) va sensor texnologiyalar asosida shakllanayotgan aqlli tizimlarda qaror qabul qilish real vaqt rejimida, yuqori aniqlik bilan va moslashuvchan algoritmlar yordamida amalga oshirilishi kerak. Maqolada ko'p mezonli qaror qabul qilish (MCDA), ekspert tizimlari, mashinali o'rganish asosidagi yondashuvlar, shuningdek, agentga asoslangan modellar ko'rib chiqiladi. Har bir uslubning afzalliklari, kamchiliklari va qo'llash doiralari tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari aqlli shaharlar, sog'liqni saqlash, transport va atrof-muhit monitoring tizimlarida samarali boshqaruvni ta'minlashga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Aqlli muhit, boshqaruv qarorlari, sun'iy intellekt, ko'p mezonli qaror qabul qilish, IoT, MCDA, agentga asoslangan model

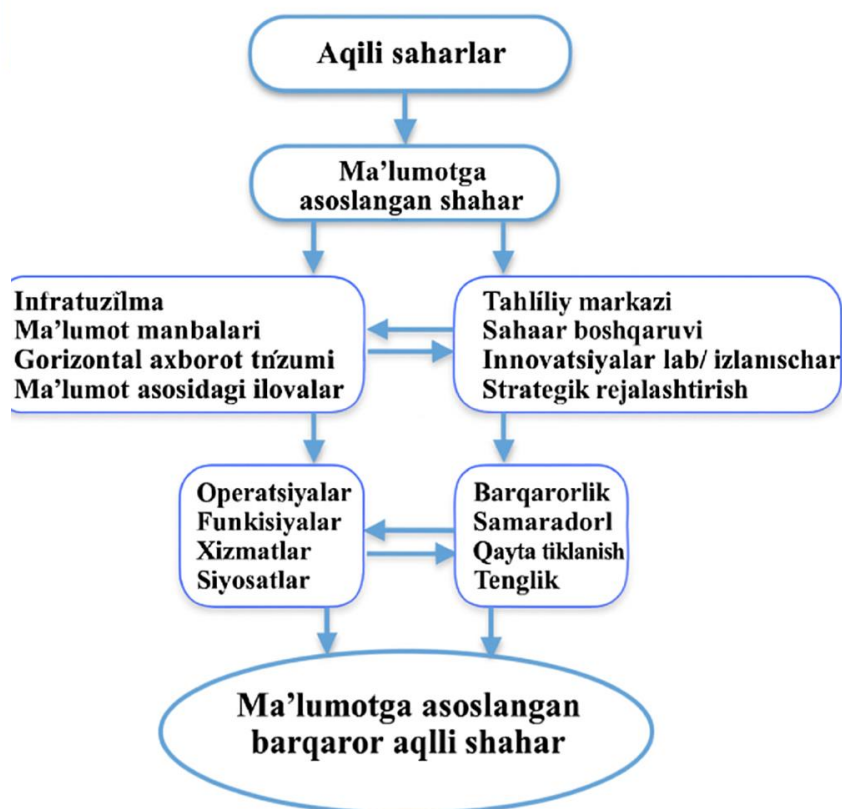
Kirish. Zamonaviy jamiyatda axborot texnologiyalarining jadal rivojlanishi inson hayoti va faoliyatining barcha jabhalariga ta'sir ko'rsatmoqda. Shu bilan birga, zamonaviy texnologiyalar asosida shakllanayotgan aqlli muhit tushunchasi ijtimoiy, iqtisodiy, ekologik va texnologik tizimlarni samarali boshqarishda muhim rol o'ynay boshladi. Aqlli muhit deganda, atrofdagi jismoniy va raqamli ob'ektlar o'zaro bog'langan, real vaqt rejimida ma'lumot yig'ish, uzatish, qayta ishlash va tahlil qilish

imkoniyatiga ega bo'lgan kompleks tizimlar tushuniladi. Bunday muhitda turli xil texnologiyalar — IoT, bulutli hisoblash, sun'iy intellekt, katta hajmdagi ma'lumotlar (big data) va sensor tarmoqlari integratsiyalashgan holda ishlaydi. Bu esa, o'z navbatida, avtomatlashtirilgan va samarali boshqaruv qarorlarini qabul qilish zaruratini yuzaga keltiradi. Boshqaruv qarorlarini qabul qilish jarayoni inson omilini kamaytirish, reaksiya vaqtini qisqartirish va muammolarga tezkor yechim topishga qaratilgan yondashuvlarni ishlab chiqishni talab qiladi. Mazkur maqolada aqlli muhitda boshqaruv qarorlarini qabul qilishning zamonaviy usullari, ularning tahlili va amaliy ahamiyati ko'rib chiqiladi.

Boshqaruv qarorlarini qabul qilish jarayoni har qanday murakkab tizim uchun strategik ahamiyat kasb etadi. Aqlli muhitda bu jarayon yanada murakkab tus oladi, chunki axborot manbalari ko'p, parametrlar o'zgaruvchan, ma'lumotlar oqimi esa uzluksiz bo'ladi. Bunday sharoitda klassik qaror qabul qilish modellari samarasiz bo'lib qoladi va yangicha, moslashuvchan yondashuvlar talab etiladi. Aqlli muhitlarning o'ziga xos xususiyati — bu tizim ichidagi elementlarning o'zaro bog'liqligi va mustaqil harakat qila olishidir. Har bir element yoki qurilma nafaqat ma'lumot to'playdi, balki vaziyatga qarab muayyan qarorlarni ham mustaqil ravishda qabul qiladi. Bu esa, markazlashmagan boshqaruv va taqsimlangan intellektual tizimlar kontseptsiyalarini ilgari suradi.

Asosiy qism. Qaror qabul qilishning usullari xilma-xildir. Ular orasida ko'p mezonli qaror qabul qilish (MCDA), ekspert tizimlari, mashinali o'rganish asosidagi algoritmlar, agentga asoslangan yondashuvlar va gibril tizimlar eng ko'p uchraydi. Ko'p mezonli qaror qabul qilish usullari odatda turli alternativalar orasidan eng maqbulini tanlashga xizmat qiladi. Bu usullar asosan sanoat, ekologiya, energetika va boshqa real tizimlar boshqaruvida qo'llaniladi. Ekspert tizimlar esa inson bilimini formal qoidalar shaklida aks ettirgan holda ishlaydi. Bunday tizimlar aniq vaziyatlar uchun samarali bo'lsa-da, moslashuvchanlik darajasi past bo'ladi. Shu sababli, sun'iy intellekt va mashinali o'rganish yondashuvlari keyingi yillarda boshqaruv qarorlarini qabul qilishda eng istiqbolli yo'nalish sifatida qaralmoqda. Mashinali o'rganish

algoritmlari katta hajmdagi ma'lumotlardan mustaqil tahlil chiqarib, yangi holatlarda qarorlarni o'z vaqtida va aniqlik bilan qabul qilish imkonini beradi. Agentga asoslangan modellar esa ko'p komponentli, taqsimlangan va o'zaro ta'sirda bo'luvchi tizimlar uchun mos bo'lib, har bir agent o'zining intellektual xatti-harakati orqali umumiy tizim samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.



1-rasm. Aqlli shaharlarda barqarorlik strategiyalari

Aqlli muhitlarda qaror qabul qilish faqat texnik vazifa emas, balki murakkab tizimlarni kompleks boshqarish masalasidir. Bunday tizimlarda mavjud bo'lgan ma'lumotlar turli shakl va strukturalarda bo'ladi: sensorlar orqali olingan fizik ma'lumotlar, foydalanuvchi faoliyati haqida to'plangan raqamli izlar, ijtimoiy tarmoqlar yoki boshqa tashqi manbalardan kelgan noaniq axborotlar. Bunday turli manbalardan olingan ma'lumotlarni birlashtirish va tahlil qilish esa an'anaviy statistik yondashuvlardan tashqariga chiqadi va intellektual axborot tizimlariga ehtiyojni oshiradi. Shu bilan birga, qaror qabul qilish jarayonida vaqt omili ham muhim rol

o'ynaydi. Real vaqt rejimida ishlovchi tizimlar kechikishlarga yo'l qo'ymasligi kerak. Bu esa optimallashtirilgan algoritmlar, samarali tarmoqlar va quvvatli hisoblash resurslarini talab qiladi.

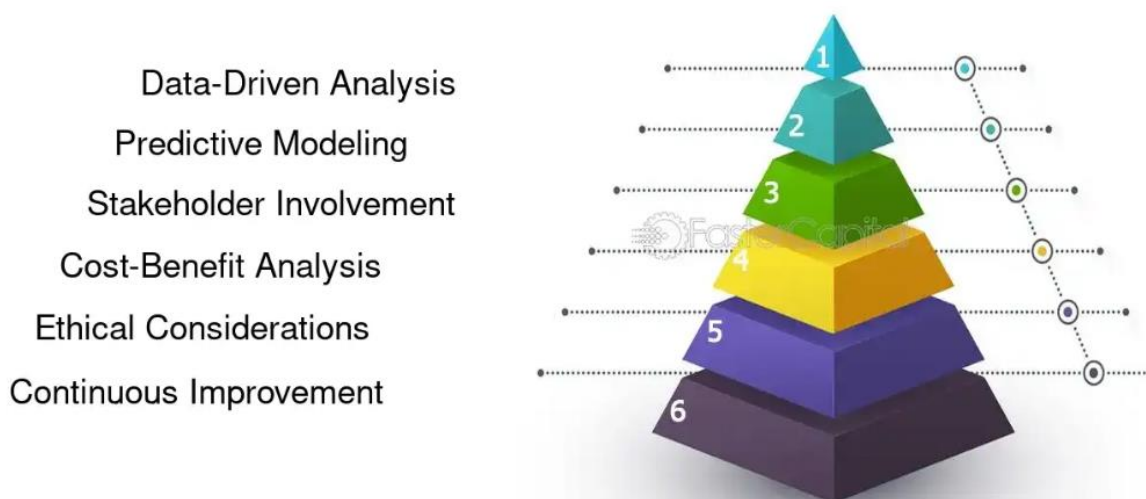
Bugungi kunda aqlli muhitlar nafaqat texnologik rivojlanish natijasi, balki iqtisodiy va ijtimoiy barqarorlikning asosiy omillaridan biri sifatida qaralmoqda. Aqlli shaharlar, aqlli uylar, aqlli transport va aqlli sog'liqni saqlash tizimlari bularning yaqqol misolidir. Har bir sohada qaror qabul qilishning o'ziga xos talablari mavjud. Masalan, aqlli transport tizimida yo'lovchilar oqimini boshqarish, tirbandliklarni kamaytirish yoki avariya holatlarning oldini olish bo'yicha tezkor va aniq qarorlar zarur bo'lsa, sog'liqni saqlash tizimida tashxis qo'yish va davolash strategiyalarini belgilashda sun'iy intellekt yordamida yakka bemorga mos qarorlarni ishlab chiqish zarur. Atrof-muhit monitoring tizimlarida esa havo ifloslanishi, suv sifati, yer resurslarining holatini baholash va ularning asosida ekologik qarorlar qabul qilish dolzarb masalalardan hisoblanadi. Barcha ushbu tizimlarda boshqaruv qarorlarini qabul qilish algoritmlarining aniqligi, ishonchliligi va real vaqtga moslasha olish qobiliyati eng muhim mezon sifatida belgilanadi.

Shuningdek, axborot xavfsizligi, maxfiylik va foydalanuvchi shaxsiy hayotini himoya qilish masalalari ham qaror qabul qilish jarayonining ajralmas qismi hisoblanadi. Aqlli muhitlarda qarorlar nafaqat texnik samara, balki axloqiy va huquqiy me'yorlarga mos bo'lishi kerak. Ayniqsa, inson hayoti va salomatligiga bog'liq qarorlar misolida bu masalalar dolzarblik kasb etadi. Shu sababli, ko'p hollarda qaror qabul qilish tizimlari sun'iy intellektga asoslangan bo'lsa-da, inson nazorati yoki "in-the-loop" yondashuv qo'llaniladi. Bu esa tizimlarni yanada ishonchli va barqaror qilish imkonini beradi.

Yuqoridagi holatlar shuni ko'rsatadiki, aqlli muhitda boshqaruv qarorlarini qabul qilish masalasi kompleks, ko'p bosqichli va ko'p mezonli muammo bo'lib, u alohida e'tibor va ilmiy yondashuvni talab etadi. Ushbu maqolada bu masala turli metodologiyalar, algoritmik yechimlar, real tizimdagi tatbiq etish tajribalari asosida tahlil qilinadi hamda istiqbolli yondashuvlar tavsiya qilinadi.

Aqlli muhit va uning komponentlari. Aqlli muhit tushunchasi zamonaviy raqamli dunyoda jadal rivojlanayotgan va turli sohalarda keng qo'llanilayotgan kontsepsiya bo'lib, u turli axborot texnologiyalari asosida ishlovchi jismoniy va virtual obyektlarning o'zaro integratsiyasi natijasida yuzaga keladi. Aqlli muhit — bu atrof-dagi muhitdagi o'zgarishlarni real vaqt rejimida kuzatish, tahlil qilish va ularga avtomatik yoki yarim avtomatik tarzda javob berish imkoniyatiga ega bo'lgan tizimdir. Bunday muhitlar foydalanuvchi ehtiyojlarini oldindan aniqlash, xatti-harakatini prognoz qilish, xavfsizlikni ta'minlash, resurslardan samarali foydalanish va ekologik barqarorlikni qo'llab-quvvatlash kabi vazifalarni bajarishga mo'ljallangan. Aqlli muhitlar inson aralashuvi kam bo'lgan, mustaqil fikrlash va qaror qabul qilish qobiliyatiga ega bo'lgan tizimlar sifatida tavsiflanadi. Bu tizimlar bir necha asosiy komponentlar asosida ishlaydi va har bir komponent umumiy intellektual muhitni shakllantirishda muhim rol o'ynaydi.

Aqlli muhitning eng muhim komponentlaridan biri bu sensorlar hisoblanadi. Sensorlar atrof-muhit parametrlarini (harorat, namlik, yorug'lik, harakat, tovush, bosim, gaz tarkibi va boshqalar) aniqlash uchun ishlatiladi. Ular kichik o'lchamli, past quvvat sarflovchi va ko'pincha simsiz aloqa orqali ishlovchi qurilmalar bo'lib, fizik holatlarni raqamli axborotga aylantirib, keyingi bosqichlar uchun uzatadi. Sensorlar har qanday aqlli muhitning “ko'zlari” va “quloqlari” hisoblanadi. Ular yig'gan ma'lumotlar markaziy yoki taqsimlangan hisoblash bloklariga uzatiladi, bu yerda u ma'lumotlar analiz qilinadi. Sensor tarmoqlari bir necha yuzlab yoki minglab sensorlardan tashkil topgan bo'lib, ular o'zaro sinxron ishlash orqali kompleks muhit haqida to'liq tasavvur hosil qilish imkonini beradi.



2-rasm. Aqlli qaror qabul qilish arxitekturası

Ikkinchi asosiy komponent bu IoT qurilmalaridir. Internet of Things texnologiyasi orqali barcha obyektlar internetga ulangan bo‘lib, bir-biri bilan real vaqt rejimida ma’lumot almashadi. IoT qurilmalar har qanday jismoniy obyektni raqamli tizimga ulash imkonini beradi. Masalan, aqlli uydagi termostatlar, chiroqlar, maishiy texnika, xavfsizlik kamerasi va hatto muzlatgich ham IoT qurilmasi bo‘lishi mumkin. Bunday qurilmalar foydalanuvchining xatti-harakatiga moslashib, muayyan sharoitlarda mustaqil qarorlar chiqaradi. IoT qurilmalari orqali shakllangan tarmoq — bu aqlli muhitning “asab tizimi”dir. Bu tizim orqali har bir qurilma kerakli axborotni kerakli joyga uzatadi va global boshqaruv tizimining ajralmas qismiga aylanadi.

Keyingi muhim komponent bu aloqa va ma’lumot uzatish tizimidir. Har qanday aqlli muhit samarali ishlashi uchun ishonchli, yuqori tezlikdagi va xavfsiz ma’lumot uzatish kanallari bo‘lishi zarur. Bunda simsiz texnologiyalar — Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth Low Energy (BLE), LoRaWAN, 5G, NB-IoT kabi texnologiyalar muhim rol o‘ynaydi. Ma’lumotlar uzluksiz va kechikishsiz uzatilishi kerak, ayniqsa real vaqt rejimida ishlovchi tizimlarda bu juda muhimdir. Bunday tizimlarda markazlashgan yoki bulutli arxitekturalardan tashqari, chekka hisoblash (edge computing) va tumanli hisoblash (fog computing) texnologiyalari ham keng qo‘llaniladi. Bular yordamida

ma'lumotlar tarmoqqa yuborilmasdan avval lokal darajada qayta ishlanadi, bu esa tarmoqdagi yuklamani kamaytiradi va kechikish vaqtini qisqartiradi.

Aqlli muhitlarning navbatdagi muhim komponenti bu ma'lumotlarni qayta ishlash va boshqarish tizimidir. Yig'ilgan katta hajmdagi ma'lumotlar sun'iy intellekt algoritmlari, mashinali o'rganish modellari va statistik yondashuvlar yordamida tahlil qilinadi. Ma'lumotlar faqat yig'ilibgina qolmasdan, ular asosida foydalanuvchi uchun mos xizmatlar taklif qilinadi, resurslar optimal taqsimlanadi, potentsial xavf va nosozliklar oldindan aniqlanadi. Aqlli muhitlarda ishlatiladigan hisoblash tizimlari turli omillarni hisobga olib prognozlar yaratadi, rejimlarni o'zgartiradi va zaruriyat tug'ilganda boshqaruv signallarini chiqaradi. Bu komponent, ya'ni "aqlli boshqaruv yadro"si, butun tizim samaradorligini belgilab beradi.

Shuningdek, foydalanuvchi interfeysi komponenti ham aqlli muhitda muhim ahamiyat kasb etadi. Har qanday aqlli tizim foydalanuvchi bilan o'zaro muloqotda bo'lishi, qulay va tushunarli boshqaruv imkoniyatini taqdim qilishi lozim. Bu interaktiv interfeyslar mobil ilovalar, veb-platformalar, ovozli buyruqlar, jismoniy tugmalar yoki avtomatik sozlamalar ko'rinishida bo'lishi mumkin. Interfeyslar orqali foydalanuvchi tizim holatini kuzatishi, sozlamalarni o'zgartirishi yoki shunchaki axborot olishi mumkin. Ayniqsa, inkluziv dizayn tamoyillariga asoslangan interfeyslar nafaqat oddiy foydalanuvchilar, balki imkoniyati cheklangan shaxslar uchun ham ochiq bo'lishi kerak.

Yana bir asosiy komponent bu xavfsizlik va maxfiylikni ta'minlovchi tizimlardir. Aqlli muhitlarda yuzlab, hatto minglab qurilmalar mavjud bo'lishi mumkin va ularning har biri axborot almashadi. Bu esa tizimni kiberxavf-xatarlarga nisbatan zaif qiladi. Shu bois har bir komponent darajasida autentifikatsiya, ruxsat nazorati, ma'lumotlarni shifrlash, xavfsiz protokollar va xavfli xatti-harakatlarni aniqlash mexanizmlari bo'lishi zarur. Bundan tashqari, foydalanuvchining shaxsiy ma'lumotlari bilan ishlashda maxfiylik tamoyillariga rioya qilish, ularni noqonuniy foydalanishdan himoya qilish ham aqlli muhitning ajralmas talabi hisoblanadi.

Natijada, aqlli muhitni tashkil etuvchi komponentlar bir-biri bilan uzviy bog‘liq holda ishlaydi va ular o‘rtasidagi muvofiqlik umumiy tizim samaradorligini belgilaydi. Sensorlar muhit haqidagi axborotni yig‘adi, IoT qurilmalari bu axborotni markazga uzatadi, aloqa tizimi uni kechikishsiz va ishonchli yetkazadi, sun‘iy intellektga asoslangan boshqaruv moduli ma‘lumotlarni qayta ishlaydi va kerakli javobni shakllantiradi, foydalanuvchi interfeysi esa bu javobni inson uchun tushunarli ko‘rinishda taqdim etadi, xavfsizlik komponenti esa butun jarayonni himoya qiladi. Har bir komponent mukammallik bilan ishlamaguncha, aqlli muhit to‘liq ishlamaydi. Shu bois bugungi kunda tadqiqotlar aynan shu komponentlararo o‘zaro ta’sirni kuchaytirish, energiya samaradorligini oshirish, masofadan boshqarish imkoniyatlarini kengaytirish va tizimning adaptivlik darajasini oshirishga qaratilmoqda. Aqlli muhit nafaqat texnologik yutuqlarning jamlanmasi, balki u inson va texnologiya o‘rtasidagi tabiiy integratsiyani ifodalovchi konsepsiyadir. Shu sababli uning har bir komponenti funksional, xavfsiz va foydalanuvchi uchun qulay bo‘lishi kerak.

Aqlli muhitda qaror qabul qilish usullari tahlili. Aqlli muhitda qaror qabul qilish jarayoni – bu turli axborot manbalaridan kelayotgan ma‘lumotlarni tahlil qilish, vaziyatga mos strategiyalarni shakllantirish va foydalanuvchining ehtiyojlarini maksimal darajada qondiradigan yechimlarni tanlashdan iborat murakkab tizimli jarayondir. Ushbu jarayon sun‘iy intellekt, mashinali o‘rganish, ekspert tizimlari, real vaqtli monitoring va bashoratlash algoritmlari kabi zamonaviy texnologiyalarga asoslanadi. Aqlli muhitlar o‘z holatiga mos ravishda o‘zini optimallashtirishga qodir bo‘lib, ular turli sharoitlarda turli qarorlar chiqaradi. Qaror qabul qilish mexanizmi foydalanuvchining harakatlariga, atrof-muhitdagi o‘zgarishlarga va tizimning o‘z holatiga qarab harakatlanadi. Bu esa doimiy o‘zgaruvchan va dinamik muhitda yuqori darajadagi moslashuvchanlikni talab qiladi.

Qaror qabul qilishning asosiy bosqichi ma‘lumot yig‘ish va dastlabki tahlil bosqichidir. Aqlli muhitda joylashgan sensorlar va IoT qurilmalari tomonidan yig‘ilgan ma‘lumotlar harorat, harakat, yorug‘lik darajasi, tovush darajasi, havo ifloslanishi yoki foydalanuvchi holati kabi omillarni o‘z ichiga oladi. Ushbu

ma'lumotlar real vaqt rejimida yig'iladi va markaziy tizimga uzatiladi. Keyinchalik ushbu xom ma'lumotlar filtrlanadi, normalizatsiyalanadi va qayta ishlanadi. Bu bosqichda statistik usullar, signalni qayta ishlash algoritmlari va tahliliy metodlar ishlatiladi. Qayta ishlangan ma'lumotlar asosida tizim vaziyatni aniqlaydi va uni mos ravishda klassifikatsiya qiladi. Masalan, biror foydalanuvchi xonaga kirganda harorat past bo'lsa, yorug'lik yetarli bo'lmasa, tizim bu holatni "kishi xonada" va "sharoit noqulay" deb belgilashi mumkin.

Shundan so'ng qaror qabul qilish mexanizmi ishga tushadi. Ushbu bosqichda tizim turli ssenariylar asosida muqobil yechimlarni ishlab chiqadi. Bu yerda ekspert tizimlari, sun'iy neyron tarmoqlar, qoidaga asoslangan tizimlar yoki bayes tarmoqlari kabi metodlar qo'llaniladi. Misol uchun, agar foydalanuvchi har doim soat 19:00 da uyni isitishni yoqsa, tizim bu odatni o'rganib, kelgusi kunlarda u hali uyga kelmasdan isitishni avtomatik yoqadi. Bu qarorlar foydalanuvchining xatti-harakatlariga asoslangan bashoratlar orqali shakllanadi. Mashinali o'rganish modellarining roli aynan mana shu bosqichda yaqqol ko'rinadi. Model o'tmishda yig'ilgan ma'lumotlar asosida kelajakdagi ehtimoliy holatlarni bashorat qiladi va eng maqbul variantni tanlaydi.

Qaror qabul qilishda yana bir muhim jihat bu ko'p mezonli analizni amalga oshirishdir. Ko'pincha birgina parametrga asoslangan qarorlar to'liq va samarali bo'lmaydi. Masalan, isitish tizimini boshqarishda nafaqat harorat, balki tashqi ob-havo, foydalanuvchining mavjudligi, elektr energiyasining narxi va boshqalar hisobga olinadi. Ko'p mezonli optimallashtirish usullari orqali har bir parametrlarning o'ziga xos og'irligi aniqlanadi va bu og'irliklar asosida final qaror chiqariladi. AHP (Analitik ierarxiya jarayoni), TOPSIS, Fuzzy Logic va boshqa ko'p mezonli qaror qabul qilish usullari bu borada samarali yechim bo'la oladi. Fuzzy tizimlar yordamida noaniq yoki to'liq aniqlanmagan ma'lumotlar asosida ham qaror chiqarish imkoniyati mavjud bo'lib, bu ayniqsa inson omili ishtirok etayotgan muhitlarda muhim ahamiyat kasb etadi.

Qaror qabul qilish jarayonining yana bir tarkibiy qismi bu kontekstga asoslangan qaror chiqarishdir. Har bir holat uchun qarorlar bir xilda bo'lishi shart emas. Masalan, foydalanuvchi ishxonada bo'lsa, uydagi aqlli tizim energiyani tejash rejimiga o'tadi; foydalanuvchi uyga yaqinlashsa, tizim avvalgi harorat holatini tiklaydi. Kontekstual ma'lumotlar – bu foydalanuvchining joylashuvi, vaqt, hafta kuni, xatti-harakatlar tarixiyasi kabi elementlarni o'z ichiga oladi. Ushbu ma'lumotlar asosida tizim har bir holatda muayyan kontekstga mos qaror chiqaradi. Bu esa tizimning sezuvchanligi va foydalanuvchi ehtiyojlariga moslasha olish darajasini oshiradi.

Bundan tashqari, aqlli muhitlarda taqsimlangan qaror qabul qilish mexanizmlari ham mavjud. Bunda har bir kichik tizim yoki qurilma mustaqil qaror qabul qilish imkoniyatiga ega bo'ladi, lekin umumiy tizim bilan sinxron ishlaydi. Bu yondashuv butun tizimni markaziy boshqaruvga qaram bo'lib qolishdan himoya qiladi va mahalliy sharoitga tezroq moslashishni ta'minlaydi. Masalan, har bir xona o'z haroratini mustaqil tarzda boshqaradi, ammo umumiy energiya iste'moli bo'yicha yagona siyosatga amal qiladi. Bu holatda lokal va global qaror qabul qilish o'rtasida muvozanat saqlanishi kerak bo'ladi.

Qaror qabul qilish jarayonida inson ishtirokini hisobga oluvchi gibrid yondashuvlar ham muhim o'rin tutadi. Ba'zida tizim foydalanuvchiga qaror qabul qilishda yordam beradi, lekin yakuniy tanlovni foydalanuvchining o'ziga qoldiradi. Bu yondashuv foydalanuvchi ustidan to'liq nazoratni saqlab qolishga imkon beradi va tizimga nisbatan ishonchni oshiradi. Shuningdek, bu model foydalanuvchi afzalliklarini aniqroq o'rganish uchun ham xizmat qiladi. Bu kabi gibrid tizimlar ayniqsa sog'liqni saqlash, xavfsizlik, transport yoki shaxsiy moliya kabi sezgir sohalarda keng qo'llaniladi.

Tahlil va muhokama. Turli qaror qabul qilish usullarining taqqoslov tahlili shuni ko'rsatadiki, har bir uslubning o'ziga xos afzallik va cheklovlari mavjud. Masalan, MCDA aniqlikni ta'minlasa, ML moslashuvchanlikni oshiradi. Agent tizimlar esa ko'p komponentli murakkab tizimlar uchun eng yaxshi variant hisoblanadi. Qaror qabul qilish tizimlarida samaradorlikni oshirish uchun doimiy o'z-o'zini tahlil qilish,

feedback asosida modellarni yangilash va adaptatsiya qilish mexanizmlari ham joriy etiladi. Tizim foydalanuvchining bildirishlari, tanlovlari va harakatlaridan o'rganadi, o'z algoritmlarini qayta sozlaydi va har bir yangi vaziyatda avvalgi tajribalarni inobatga olgan holda harakat qiladi. Bu orqali tizim evolyutsion taraqqiyot yo'liga kiradi va vaqt o'tishi bilan o'z qarorlarining aniqligi va samaradorligini oshiradi.

Yana bir muhim jihat – qaror qabul qilish tizimining etik va ijtimoiy jihatlari hisoblanadi. Aqlli muhitlar inson hayotiga bevosita ta'sir ko'rsatgani uchun, u yerda qabul qilinadigan har qanday qaror etik me'yorlarga zid bo'lmashligi kerak. Masalan, shaxsiy hayot daxlsizligi, diskriminatsiyadan holilik, tenglik tamoyillari kamsitilmasligi lozim. Tizimlar nafaqat texnik, balki insoniy qadriyatlarga ham mos tarzda qaror chiqarishi talab etiladi.

Xulosa. Qaror qabul qilishda sun'iy intellekt, mashinali o'rganish va ekspert tizimlari muhim ahamiyatga ega bo'lib, ular har xil senariylarda optimal yechimlarni ishlab chiqadi. Bunday tizimlar doimiy ravishda foydalanuvchining odatlari, afzalliklari va real sharoitga moslashadi. Aqlli muhitdagi har bir komponent qaror qabul qilish zanjirining muhim bo'lagi hisoblanadi. Bu esa qarorlar faqat markaziy tizimga bog'liq emas, balki lokal qurilmalarning o'zaro hamkorlik darajasiga ham bog'liq ekanligini ko'rsatadi. Ayniqsa, kontekstga asoslangan qaror qabul qilish modellari foydalanuvchining joylashuvi, vaqt, harakat tarixi va shaxsiy afzalliklariga asoslanib, yanada individual va moslashtirilgan yechimlarni taklif qilish imkonini beradi.

Aqlli muhitlarda qaror qabul qilishda ko'p mezonli tahlil va optimallashtirish usullari, fuzzy tizimlar, bayes modellari va qoidaga asoslangan tizimlarning qo'llanilishi tizimga noaniqlikni boshqarish, xatolik ehtimolini kamaytirish va samarali javob berish imkonini beradi. Bunday yondashuvlar tufayli aqlli muhitlar inson hayotining barcha sohalarida, jumladan uy-joy, transport, sog'liqni saqlash, xavfsizlik va sanoat sohalarida samarali ishlamoqda. Shu bilan birga, qaror qabul qilishning etik va ijtimoiy jihatlarni inobatga olish, foydalanuvchi shaxsiy hayotiga hurmat bilan

yondashish, ochiqlik va shaffoflikni ta'minlash bugungi kunning muhim talablaridan biridir.

Xulosa qilib aytganda, aqlli muhitda qaror qabul qilish murakkab, ko'p bosqichli va o'zgaruvchan jarayon bo'lib, u bir nechta texnologik komponentlar, algoritmik yondashuvlar va insoniy omillarni o'zida birlashtiradi. Har bir qaror foydalanuvchi foydasini ko'zlagan holda, real vaqt va kontekst asosida shakllanadi. Bu esa aqlli tizimlarni faqat avtomatlashtirilgan qurilmalar majmuasi emas, balki faol va o'rganishga qodir intellektual yordamchilar darajasiga olib chiqadi. Shu sababli, aqlli muhitlarda qaror qabul qilish texnologiyalarini takomillashtirish, ularni har tomonlama sinab ko'rish va amaliy sohalarida keng joriy qilish dolzarb ilmiy va amaliy muammolardan biri bo'lib qolmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Bouramdane, A. A. (2023). Optimal water management strategies: Paving the way for sustainability in smart cities. *Smart Cities*, 6(5), 2849–2882.
2. Tran Thi Hoang, G., Dupont, L., & Camargo, M. (2019). Application of decision-making methods in smart city projects: A systematic literature review. *Smart Cities*, 2(3), 433–452.
3. Carli, R., Dotoli, M., & Pellegrino, R. (2016). A hierarchical decision-making strategy for the energy management of smart cities. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 14(2), 505–523.
4. Deeba, K., Rama Devi, O., Al Ansari, M. S., Reddy, B. P., Manohara, H. T., El-Ebiary, Y. A. B., & Rengarajan, M. (2023). Optimizing crop yield prediction in precision agriculture with hyperspectral imaging-unmixing and deep learning. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, 14(12). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0141261>
5. Bamansoor, S., et al. (2021). Evaluation of Chinese electronic enterprise from business and customers perspectives. In *2021 2nd International Conference on Smart Computing and Electronic Enterprise (ICSCEE)* (pp. 169–174). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSCEE50312.2021.9498093>

6. Farhana, A., Satheesh, N., Ramya, M., Ramesh, J. V. N. N., & El-Ebiary, Y. A. B. (2023). Efficient deep reinforcement learning for smart buildings: Integrating energy storage systems through advanced energy management strategies. *IJACSA*, 14(12). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0141257>
7. Altrad, et al. (2021). Amazon in business to customers and overcoming obstacles. In *ICSCEE* (pp. 175–179). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSCEE50312.2021.9498129>
8. Khekare, G., Kumar, K. P., Prasanthi, K. N., Godla, S. R., Rachapudi, V., Al Ansari, M. S., & El-Ebiary, Y. A. B. (2023). Optimizing network security and performance through the integration of hybrid GAN-RNN models in SDN-based access control and traffic engineering. *IJACSA*, 14(12). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0141262>
9. El-Ebiary, Y. A. B., et al. (2021). Mobile commerce and its apps – Opportunities and threats in Malaysia. In *ICSCEE* (pp. 180–185). <https://doi.org/10.1109/ICSCEE50312.2021.9498228>
10. Lakshmi, K., Gadde, S., Puttagunta, M. K., Dhanalakshmi, G., & El-Ebiary, Y. A. B. (2023). Efficiency analysis of firefly optimization-enhanced GAN-driven convolutional model for cost-effective melanoma classification. *IJACSA*, 14(11). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0141175>
11. Beneicke, J., Juan, A. A., Xhafa, F., Lopez-Lopez, D., & Freixes, A. (2019). Empowering citizens' cognition and decision making in smart sustainable cities. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 9(1), 102-108.
12. Bokhari, S. A. A., & Myeong, S. (2022). Use of artificial intelligence in smart cities for smart decisionmaking: A social innovation perspective. *Sustainability*, 14(2), 620.
13. Carli, R., Dotoli, M., & Pellegrino, R. (2018). Multi-criteria decision-making for sustainable metropolitan cities assessment. *Journal of environmental management*, 226, 46-61.

14. M. B. Mohamad et al., "Enterprise Problems and Proposed Solutions Using the Concept of ECommerce," 2021 2nd International Conference on Smart Computing and Electronic Enterprise (ICSCEE), 2021, pp. 186-192, doi: 10.1109/ICSCEE50312.2021.9498197.
15. G. Kanaan, F. R. Wahsheh, Y. A. B. El-Ebiary, W. M. A. F. Wan Hamzah, B. Pandey and S. N. P, "An Evaluation and Annotation Methodology for Product Category Matching in E-Commerce Using GPT," 2023 International Conference on Computer Science and Emerging Technologies (CSET), Bangalore, India, 2023, pp. 1-6, doi: 10.1109/CSET58993.2023.10346684.
16. F. R. Wahsheh, Y. A. Moaiad, Y. A. Baker El-Ebiary, W. M. Amir Fazamin Wan Hamzah, M. H. Yusoff and B. Pandey, "E-Commerce Product Retrieval Using Knowledge from GPT-4," 2023 International Conference on Computer Science and Emerging Technologies (CSET), Bangalore, India, 2023, pp. 1-8, doi: 10.1109/CSET58993.2023.10346860.