

## YUKLARNING HARAKATINI REAL VAQT REJIMIDA KUZATUVCHI AXBOROT TIZIMLARIDA QO‘LLANILADIGAN KRITERIYALAR TAHLILI

**Sultanov Bekzod Maxmud o‘g‘li**

Urganch RANCH Texnologiya Universiteti

Raqamli Texnologiyalar kafedrası.

**Xudayberganov Temur Rustamovich**

Ilmiy rahbar: Phd, dotsent.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18891536>

**Abstract.** Ushbu maqolada yuklarning harakatini real vaqt rejimida kuzatish imkonini beruvchi axborot tizimlarining texnologik asoslari va arxitekturasini tadqiq etilgan. Global ta'minot zanjirlarining murakkablashuvi va logistika jarayonlarini optimallashtirish zarurati zamonaviy kuzatuv tizimlarini joriy etishni taqozo etmoqda. Tadqiqot doirasida GPS, GNSS, GSM, IoT va RFID kabi ilg‘or texnologiyalarning ishlash prinsiplari, integratsiya mexanizmlari hamda o‘zaro hamkorligi ilmiy jihatdan tahlil qilingan. Shuningdek, real vaqt rejimida kuzatishning afzalliklari va mavjud cheklovlari solishtirma tahlil asosida o‘rganilgan.

**Kalit so‘zlar.** Real vaqt rejimi (real-time), yuklarni kuzatish, GPS/GNSS, IoT (Internet of Things), RFID texnologiyasi, tizim arxitekturasini, logistika axborot tizimlari.

### KIRISH

Zamonaviy iqtisodiyotda ta'minot zanjirini boshqarish va logistika jarayonlarining samaradorligi bevosita axborot texnologiyalariga bog‘liq. Yuklarning xavfsizligini ta'minlash, yetkazib berish muddatlarini qisqartirish va transport xarajatlarini optimallashtirish maqsadida yuklarni qayerda joylashganligini va holatini aniq bilish muhim ahamiyat kasb etadi. Shu sababli, yuklarning harakatini real vaqt rejimida kuzatuvchi axborot tizimlarini (Real-Time Tracking Systems - RTTS) ishlab chiqish va joriy etish logistika sohasidagi eng ustuvor vazifalardan biridir.

Kompyuter fanlari va axborot tizimlarida "real vaqt" deganda axborotni qabul qilish, qayta ishlash va natijani uzatish jarayonining qat'iy belgilangan vaqt oraliqlarida (odatda millisoniyalar yoki soniyalar ichida) amalga oshirilishi tushuniladi.

Kuzatuv tizimlari kontekstida real vaqt rejimi – bu obyektning jismoniy joylashuvi o‘zgarishi bilan ushbu ma'lumotning foydalanuvchi interfeysida (raqamli xaritada) amalda kechikishlarsiz (zero-latency yondashuvi asosida) aks etishini anglatadi. Bu oddiy arxiv ma'lumotlarini yig‘ishdan farq qilib, tizimdan yuqori hisoblash quvvati, uzluksiz aloqa kanallari va ma'lumotlarni oqim (streaming) shaklida qayta ishlashni talab qiladi.

Ushbu maqolaning asosiy maqsadi – hozirda ishlab chiqilishi davom etayotgan diplom loyihasining 1-bobi doirasida, yuklarni kuzatish axborot tizimining texnologik asoslarini, jumladan GPS/GNSS, IoT va aloqa vositalarining arxitekturasini ilmiy tahlil qilishdan iborat.

### ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Kuzatuv tizimlarining evolyutsiyasi logistika sohasidagi texnologik inqiloblar bilan uzviy bog‘liqdir. Dastlabki bosqichlarda yuklarni nazorat qilish faqat qog‘oz hujjatlar, transport jurnallari va nazorat o‘tkazish punktlaridagi jismoniy tekshiruvlar orqali amalga oshirilgan. 20-asrning oxiriga kelib, shtrix-kodlar (barcodes) va lokal ma'lumotlar bazalarining joriy etilishi kuzatuvni qisman avtomatlashtirdi.

Biroq, bu usullar faqat yukning ma'lum bir nuqtadan o'tganligini qayd etar, nuqtalar orasidagi harakat haqida ma'lumot bermas edi. 2000-yillarning boshlaridan boshlab tijorat maqsadlarida sun'iy yo'ldosh texnologiyalarining (GPS) ommalashishi va mobil aloqa (GSM) tarmoqlarining rivojlanishi yuklarni harakat davomida uzluksiz kuzatish imkonini yaratdi.

Bugungi kunda esa bu tizimlar IoT (Narsalar interneti) hamda Bulutli hisoblash (Cloud Computing) bilan integratsiya qilinib, intellektual logistika tarmoqlarini shakllantirmoqda.

Tadqiqotning metodologik asosi sifatida GPS va GNSS kabi global navigatsiya tizimlari olingan bo'lib, ular trilateratsiya matematik usuliga tayanadi. Kuzatuv qurilmasi qabul qiluvchi (receiver) vazifasini bajaradi va kamida to'rtta sun'iy yo'ldoshdan kelayotgan signallarni tahlil qilish orqali obyektning koordinatalarini aniqlaydi.

Aniqlangan ushbu geografik ma'lumotlarni markaziy serverga uzatishda GSM va LTE kabi mobil aloqa modullarining o'zni beqiyosdir. Shu bilan birga, zamonaviy axborot tizimlarida IoT texnologiyasi shunchaki lokatsiyani emas, balki yukning fizik holatini (harorat, namlik, tebranish) datchiklar yordamida nazorat qilish imkonini beradi.

Bundan tashqari, omborxona va yopiq terminallarda RFID (Radio Frequency Identification) texnologiyasi qo'llaniladi. Bu texnologiya radiochastotalar yordamida obyektlarni avtomatik identifikatsiya qiladi. Passiv yoki aktiv yorliqlar (tags) o'quvchi qurilma (reader) bilan elektromagnit to'lqinlar orqali bog'lanadi, bu esa yuklarni qisqa masofada guruhli tarzda va o'ta tezkor ro'yxatga olishni ta'minlaydi. Mazkur texnologiyalarning kombinatsiyasi tizimning har qanday sharoitda ishonchli ishlashiga zamin yaratadi.

### **MUHOKAMA**

Kuzatuv tizimi tarkibidagi turli texnologik yechimlar bir-birini to'ldiruvchi yaxlit ekotizim sifatida faoliyat yuritadi. Integratsiya mexanizmi GNSS moduli orqali koordinatalarni hisoblashdan boshlanib, IoT sensorlaridan olingan telemetrik ma'lumotlar bilan birlashadi.

Mazkur ma'lumotlar oqimi MQTT kabi yengil protokollar yordamida shifrlangan paket ko'rinishida serverga yo'naltiriladi. GPS signali zaiflashadigan yopiq inshootlarda RFID tizimlari ishga tushib, yukning aniq lokatsiyasi haqidagi bo'shliqlarni to'ldiradi.

Ishlab chiqilayotgan tizim arxitekturasi ko'p qatlamli modelga asoslangan. Tizimning asosi hisoblangan server qismi (Backend) trekerlardan kelayotgan xom ma'lumotlarni parslash va biznes-logikani boshqarish vazifasini bajaradi. Ma'lumotlar bazasi sifatida PostgreSQL (geografik kengaytmalari bilan) va tezkor kesh xotira uchun NoSQL yechimlaridan foydalanish axborot almashinuvi tezligini oshiradi. Mijoz qismi (Frontend) esa veb yoki mobil ilovalar ko'rinishida bo'lib, foydalanuvchiga raqamli xaritalar ustida yukning harakatini vizuallashtirgan holda taqdim etadi.

Real vaqt rejimida kuzatishning eng katta afzalligi logistika zanjiridagi shaffoflik va xavfsizlikning yuqori darajasidir. Bu operatsion xarajatlarni kamaytirib, yetkazib berish muddatlarini optimallashtiradi.

Biroq, tizimni joriy etishda bir qator cheklovlar mavjud: aloqa operatorlari qamrovi past bo'lgan hududlarda ma'lumotlar uzatilishi to'xtab qolishi yoki kiberhujumlar natijasida axborot maxfiyligiga putur yetishi mumkin. Shuningdek, qurilmalarning energiya iste'moli ham doimiy nazoratni talab etuvchi texnik masaladir.

Solishtirma tahlil shuni ko'rsatadiki, tizimning iqtisodiy va strategik samaradorligi uning texnik qiyinchiliklaridan ustun turadi.

Dasturiy ta'minot arxitekturasini loyihalashda oflayn-sinxronizatsiya algoritmlarini qo'llash orqali ko'plab cheklovlarni bartaraf etish mumkin. Hozirda davom etayotgan diplom loyihasi doirasida aynan ushbu muammolarni bartaraf etuvchi optimal dasturiy kodlar va axborot modullari ishlab chiqilmoqda. Real vaqt rejimida kuzatish tizimlarining afzalliklari va cheklovlari tahlili 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Kuzatish tizimlarining afzalliklari va cheklovlari

| Kriteriya              | Afzalliklari                                                                                                        | Cheklovlari (Kamchiliklari)                                                                                                                                  |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Operatsion jarayonlar  | Yukning yo'qolish, kechikish yoki o'g'irlanish xavfi keskin kamayadi. Hodisalarga tezkor reaksiya bildirish mumkin. | Tizimni noldan joriy etish uchun yuqori boshlang'ich sarmoya (qurilmalar, server, dasturiy ta'minot) talab etiladi.                                          |
| Texnik ishlash         | Marshrutlarni optimallashtirish hisobiga yoqilg'i va vaqt tejraladi. IoT orqali yukning sifati nazorat qilinadi.    | Qamrov muammosi: Qalin tog'li hududlar yoki g'orlarda (GSM signali yo'q joylarda) tizim "ko'r zonaga" tushib qolishi mumkin. Oflayn saqlash mexanizmi zarur. |
| Ma'lumotlar boshqaruvi | Tahlil (Big Data) uchun boy axborot bazasi yig'iladi. Bu kelajakdagi logistikani bashorat qilishga yordam beradi.   | Axborot xavfsizligi xavfi. Tizimga kiberhujum uyushtirilsa yoki trekerlar signali "jammers" orqali bo'g'ilsa, kuzatuv yo'qoladi.                             |
| Energiya sarfi         | Zamonaviy datchiklar "kutish rejimi" (sleep mode) orqali yillab ishlashi mumkin.                                    | Aktiv rejimda (ayniqsa video yoki katta hajmli ma'lumot uzatilganda) trekerlar energiyani juda tez sarflaydi, tez-tez zaryadlash talab etiladi.              |

Solishtirma tahlil shuni ko'rsatadiki, tizimning afzalliklari global logistika ko'lamida iqtisodiy jihatdan uning kamchiliklarini to'liq oqlaydi. Dasturiy ta'minot arxitekturasini to'g'ri loyihalash (masalan, oflayn hollarda ma'lumotni keshda saqlash va tarmoq paydo bo'lgach sinxronizatsiya qilish) orqali mavjud cheklovlarni minimallashtirish mumkin.

**XULOSA**

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, yuklarning harakatini real vaqt rejimida kuzatuvchi axborot tizimlari zamonaviy logistikaning ajralmas qismiga aylanib ulgurgan. Tizimning muvaffaqiyatli ishlashi alohida texnologiyalarning emas, balki GPS/GNSS, IoT, GSM va RFID kabi vositalarning yagona axborot muhitida, chuqur integratsiyalashgan holda ishlashiga bog'liq.

Arxitektura jihatdan qaraganda, to'g'ri tanlangan server platformalari va fazoviy ma'lumotlar bazalari (Spatial Databases) millionlab geolokatsion paketlarni kechikishlarsiz qayta ishlash imkonini beradi.

Solishtirma tahlilda aniqlangan cheklovlar – ayniqsa aloqa qamrovi va kiberxavfsizlik masalalari – axborot tizimini ishlab chiqishda qo'shimcha himoya qatlamlari va oflayn-sinxronizatsiya algoritmlarini qo'shishni taqozo etadi.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. Ashton, K. (2009). *That 'Internet of Things' Thing*. RFID Journal, 22(7), 97-114.
2. Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). *The Internet of Things: A survey*. Computer Networks, 54(15), 2787-2805.
3. Chen, H., Chiang, R. H., & Storey, V. C. (2012). *Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact*. MIS Quarterly, 36(4), 1165-1188.
4. Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). *Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions*. Future Generation Computer Systems, 29(7), 1645-1660.
5. Hofmann, E., & Rüsç, M. (2017). *Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics*. Computers in Industry, 89, 23-34.
6. Kaplan, E. D., & Hegarty, C. J. (2005). *Understanding GPS/GNSS: Principles and Applications* (2nd ed.). Artech House.
7. Lee, I., & Lee, K. (2015). *The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises*. Business Horizons, 58(4), 431-440.
8. Macaulay, J., Buckalew, L., & Chung, G. (2015). *Internet of Things in Logistics*. DHL Trend Research & Cisco Consulting Services.
9. Want, R. (2006). *An Introduction to RFID Technology*. IEEE Pervasive Computing, 5(1), 25-33.
10. Tursunov, Q. M., & Raximov, B. T. (2021). *Raqamli iqtisodiyot sharoitida logistika tizimlarini axborotlashtirish va GPS texnologiyalarini joriy etish istiqbollari*. Iqtisodiyot va Ta'lim, 4(1), 88-94.
11. Ziyadullaev, D. Sh. (2020). *Axborot tizimlari arxitekturasini va ma'lumotlar bazalarini boshqarish*. Toshkent axborot texnologiyalari universiteti nashriyoti, Toshkent.
12. Zhao, J., Zhang, C., & Min, H. (2020). *The design of real-time logistics tracking system based on IoT and cloud computing*. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 11(2), 659-668.