

**DISTRIBYUTIV (TARQOQ) KUZATUV TIZIMLARIDA
MA'LUMOTLARNI YIG'ISH, QAYTA ISHLASH VA UZATISHNING
KO'P QATLAMLI ARXITEKTURASI**

**Abduqodirova Roziya Iskandar qizi¹,
Ibragimova Barchinoy Tashkenboyevna¹,
Narziyev Nosir Baxshilloyevich²**

¹TATU talabasi,

²TATU kata o'qituvchisi

E-mail: abduqodirovaroziya7@gmail.com;

ibragimovabarchinoy9@gmail.com;

n.b.narziyev@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur tezisda ko'p joylashuvli kuzatuv tizimlarida ma'lumotlarni samarali yig'ish, qayta ishlash va uzatishni ta'minlovchi ko'p qatlamli arxitektura konsepsiyasi ko'rib chiqiladi. Taklif etilayotgan model sensor qatlami, Edge-hisoblash qatlami, uzatish qatlami va markaziy tahlil qatlamidan iborat bo'lib, har bir qatlam mustaqil va birgalikda ishlay olish imkoniyatiga ega. Arxitektura real vaqt rejimida yuqori hajmli video ma'lumotlarni qayta ishlash, kechikishni minimallashtirish va tarmoq yukini optimallashtirish masalalarini hal etadi.

Kalit so'zlar: distribyutiv kuzatuv, ko'p qatlamli arxitektura, Edge Computing, MQTT, video tahlil, real vaqt tizimi, IoT.

Kirish

Zamonaviy infratuzilmalarda - shahar xavfsizlik tizimlari, sanoat ob'ektlari, transport tarmoqlari va aqlli binolarda - yuzlab, ba'zan minglab kameralar va sensorlar bir vaqtda ishlaydi. Bu qurilmalar yig'gan ma'lumotlarni markaziy serverga uzluksiz yuborish tarmoq resurslarini haddan ortiq iste'mol

qiladi va real vaqt talablarini qondira olmaydi. Distribyutiv (tarqoq) kuzatuv tizimlariga o'tish zarurati aynan shu muammolardan kelib chiqadi.

An'anaviy markazlashtirilgan arxitektura barcha video oqimlari to'g'ridan-to'g'ri markaziy serverga yo'naltiriladi. Bu yondashuv kichik tizimlar uchun qabul qilingan bo'lsa-da, yuz va undan ortiq kamera mavjud muhitlarda o'tkazuvchanlik chizig'ini to'yintiradi, kechikishni oshiradi va yagona nosozlik nuqtasini (single point of failure) vujudga keltiradi. Ko'p qatlamli distribyutiv arxitektura ushbu kamchiliklarni bartaraf etish uchun hisoblash yukini manba yaqinida taqsimlash tamoyiliga asoslanadi.

Ko'p qatlamli arxitekturaning tuzilishi

Taklif etilayotgan arxitektura to'rtta asosiy qatlamdan iborat bo'lib, ular ierarxik tarzda joylashadi va har biri o'ziga xos mas'uliyat doirasiga ega:

1-qatlam - Sensor va yig'ish qatlami: IP-kameralar, termal sensorlar, mikrofon va harakat detektorlari real dunyo ma'lumotlarini dastlabki formatda yig'adi. Ushbu qatlam tizimning "ko'zi va qulog'i" vazifasini bajaradi.

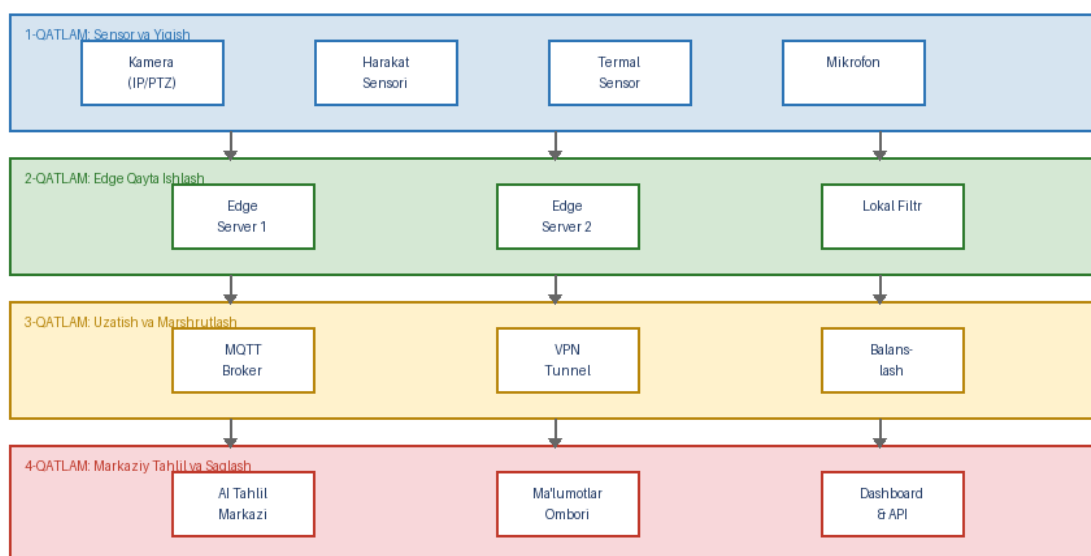
2-qatlam - Edge hisoblash qatlami: Tarqoq joylashtirilgan Edge serverlar xom ma'lumotlarni dastlab lokal tarzda qayta ishlaydi - ortiqcha kadrlarni filtrlaydi, siqadi va muhim voqealarni (harakat, noma'lum shaxs) ajratib oladi. Bu jarayon markazga yuboriladigan ma'lumot hajmini 60–80% gacha kamaytiradi.

3-qatlam - Uzatish va marshrutlash qatlami: Filtrlangan ma'lumotlar MQTT yoki AMQP protokollari orqali VPN tunnel ichida markaziy tizimga xavfsiz uzatiladi. Yukni muvozanatlash (load balancing) mexanizmi tarmoq to'yinishining oldini oladi.

4-qatlam - Markaziy tahlil va saqlash qatlami: GPU klasterlar va deep learning modellari (YOLO, ResNet) yordamida chuqur tahlil amalga oshiriladi. Apache Kafka voqealar navbatini boshqaradi, Hadoop yoki S3-mos omborlar uzoq muddatli saqlashni ta'minlaydi.

Edge va markaziy hisoblashning muvozanati

Ko'p qatlamli arxitekturaning asosiy afzalligi Edge qatlamida amalga oshiriladigan dastlabki filtrlashdir. Edge serverda ishlaydigan engil neyron tarmoqlar (MobileNet, TFLite modellari) harakatsiz yoki relevantsiz kadrlarni yo'qotadi, natijada markaziy serverga faqat tahlilga muhtoj video bo'laklari yetkaziladi. Bu yondashuv nafaqat tarmoq trafikini kamaytiradi, balki markaziy tizim javob vaqtini ham sezilarli yaxshilaydi.



1-rasm. Distribyutiv kuzatuv tizimining ko'p qatlamli arxitekturas

Uzatish qatlamida MQTT protokoli qo'llaniladi - u publish/subscribe modeliga asoslangan bo'lib, past o'tkazuvchanlikli tarmoqlarda ham ishonchli ishlaydi. VPN tunnel orqali shifrlangan kanalda ma'lumot yuborilib, oraliq tugunlardagi MitM (Man-in-the-Middle) hujumlaridan himoyalaniadi. Qo'shimcha ravishda, tarmoq buzilgan taqdirda Edge server ma'lumotlarni lokal xotirada saqlaydi va aloqa tiklanganda markazga yuboradi (store-and-forward mexanizmi).

Asosiy muammolar va yechimlar

Distribyutiv arxitekturaning amaliy joriy etishda bir qator texnik va tashkiliy to'siqlar mavjud. Sinxronizatsiya muammosi - turli joyda joylashgan sensorlar vaqt tamg'asi bo'yicha muvofiqlanmasa, voqealarni to'g'ri ketma-

ketlikda tahlil qilish qiyinlashadi. Buning yechimi sifatida NTP (Network Time Protocol) yoki GPS asosidagi vaqt sinxronizatsiyasi qo'llaniladi. Geterogen qurilmalar muammosini hal etish uchun ONVIF standartlari va umumiy API qatlami tizim integratsiyasini soddallashtiradi. Ma'lumotlar xavfsizligi bo'yicha esa qurilma darajasida shifrlash (TLS 1.3) va sertifikat asosidagi autentifikatsiya majburiy mezon hisoblanadi.

Xulosa

Ko'p qatlamli distribyutiv arxitektura kuzatuv tizimlarini yangi texnik darajaga ko'taradi: real vaqt talablari bajariladi, tarmoq resurslari tejiladi va tizim xatobardoshligi oshadi. Sensor, Edge, uzatish va markaziy tahlil qatlamlarining birgalikda ishlashi ma'lumotlarning to'liq hayot siklini - yig'ishdan ommaviy saqlash va vizualizatsiyagacha - yaxlit zanjir sifatida boshqarish imkonini beradi. Ushbu yondashuv shaharsozlik, sanoat va transport infratuzilmalarida keng qo'llanilish istiqboliga ega. Kelajakda federated learning va 5G slicing texnologiyalari bilan integratsiya tizim imkoniyatlarini yanada kengaytiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Shi W., Cao J., Zhang Q., Li Y., Xu L. *Edge Computing: Vision and Challenges*. IEEE Internet of Things Journal, 2016.
2. Cisco Systems. *Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update*. Cisco White Paper, 2020.
3. Mukherjee M., Shu L., Wang D. *Survey of Fog Computing: Fundamental, Network Applications, and Research Challenges*. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2018.
4. OASIS Standard. *MQTT Version 5.0 Specification*. OASIS, 2019.
5. Redmon J., Farhadi A. *YOLOv3: An Incremental Improvement*. arXiv preprint arXiv:1804.02767, 2018.