

**SENSOR TARMOQLARIDA NAZORAT O'LCHOV MA'LUMOTLARINI
UZATISH**

Abdulaziz Nazorov

t.f.d.professor, Toshkent davlat texnika universiteti

Farrux Raimov

tayanch doktorant, Toshkent davlat texnika universiteti

Anotatsiya: Ushbu maqolada sensor tarmoqlarida nazorat o'lchov ma'lumotlarini uzatish jarayonining texnologik va funksional jihatlari tahlil qilinadi. Sensor tugunlarining tarkibi, ular orasidagi simsiz aloqa, ma'lumot uzatish protokollari, energiya samaradorligi va real vaqtli monitoring masalalari yoritilgan. Shuningdek, turli sohalarda — sanoat, ekologiya, sog'liqni saqlash va xavfsizlikda — sensor tarmoqlarining qo'llanilishi hamda ularning samaradorligini oshirish yo'llari muhokama qilinadi. Maqolada mavjud texnologiyalar tahlili asosida, ma'lumot uzatishda kechikishlarni kamaytirish, uzatish aniqligi va ishonchliligini oshirishga qaratilgan usullar ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: sensor tarmoqlari, nazorat o'lchov ma'lumotlari, simsiz aloqa, sensor tugunlari, ma'lumot uzatish, WSN, IoT, real vaqtli monitoring

Abstract: This article analyzes the technological and functional aspects of transmitting control measurement data in sensor networks. It explores the composition of sensor nodes, wireless communication between them, data transmission protocols, energy efficiency, and real-time monitoring issues. The paper also discusses the application of sensor networks across various fields — such as industry, ecology, healthcare, and security — and examines ways to improve their effectiveness. Based on the analysis of existing technologies, the study considers methods aimed at reducing transmission delays and enhancing data accuracy and reliability.

Keywords: sensor networks, control measurement data, wireless communication, sensor nodes, data transmission, WSN, IoT, real-time monitoring

Zamonaviy sanoat, sog'liqni saqlash, ekologiya va axborot-kommunikatsiya sohalarida real vaqtli ma'lumotlarga asoslangan qarorlar qabul qilish dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Bu borada sensor tarmoqlari (Wireless Sensor Networks – WSN) texnologiyalari muhim o'rin tutadi. Sensor tarmoqlari — bu bir nechta mustaqil sensor tugunlaridan iborat tizim bo'lib, ular atrof-muhitdagi fizikaviy yoki kimyoviy ko'rsatkichlarni o'lchab, nazorat markaziga yoki boshqa qurilmalarga uzatadi.

Sensor tugunlari o'z ichiga o'lchov sensori, mikrokontroller, uzatish moduli va energiya manbaini oladi. Ushbu tugunlar ma'lumot yig'ish, qayta ishlash va ma'lumotlarni simsiz aloqa orqali uzatish vazifalarini bajaradi. Ayniqsa, nazorat o'lchov ma'lumotlarini uzatish mexanizmi — ya'ni harorat, bosim, tebranish, gaz konsentratsiyasi kabi parametrlarni aniq va kechikmasdan uzatish — tizimning samaradorligini belgilovchi asosiy jihatlardan biridir.

Sensor tarmoqlari ko'plab sohalarda quyidagi muammolarga yechim bo'la oladi:

- Uzoq yoki xavfli hududlarda doimiy monitoring;
- Sanoat jarayonlarini avtomatlashtirish;
- Atrof-muhit holatini tahlil qilish;
- Ob-havo va tabiiy ofatlar haqida erta ogohlantirish tizimlari.

Ushbu maqolada sensor tarmoqlarida nazorat o'lchov ma'lumotlarini uzatish prinsiplari, ishlatiladigan aloqa protokollari, ma'lumotlarni ishonchli va tezkor yetkazish usullari tahlil qilinadi. Shuningdek, ushbu texnologiyalarning amaliy qo'llanilishi va kelajakdagi rivojlanish yo'nalishlari haqida so'z yuritiladi.

Sensor tugunlari- Sensor tugunlari (ing. sensor nodes yoki motes) — bu sensor tarmoqlarining (Wireless Sensor Networks – WSN) eng kichik, ammo funksional jihatdan muhim bo'g'inidir. Har bir tugun muayyan fizik yoki kimyoviy hodisani aniqlash, bu ma'lumotni qayta ishlash va simsiz tarzda uzatish imkoniyatiga ega bo'lgan avtonom mini qurilma hisoblanadi.

Sensor tugunining asosiy qismlari: Atrof-muhitdagi o'zgarishlarni (harorat, yorug'lik, tovush, bosim, gazlar, harakat va h.k.) aniqlaydi.

Mikrokontroller yoki mikroprotsessor: Sensor orqali olingan analog yoki raqamli signalni qayta ishlaydi. Qaror qabul qiladi va kerakli funksiyalarni bajaradi.

1. Aloqa moduli (radio uzatgich/qabul qilgich):

- Qayta ishlangan ma'lumotni boshqa tugunlarga yoki markaziy serverga simsiz aloqa orqali uzatadi.
- Ko'pincha ZigBee, LoRa, Wi-Fi, Bluetooth Low Energy (BLE), yoki NB-IoT kabi protokollar ishlatiladi.

2. Energiya manbai:

- Tugunni uzluksiz quvvat bilan ta'minlaydi (batareya, quyosh paneli, energiyani yig'uvchi qurilmalar).

3. Xotira (RAM/EEPROM):

- Dasturiy ta'minot va vaqtinchalik ma'lumotlar saqlanadi.

Sensor tugunlarining funksiyalari:

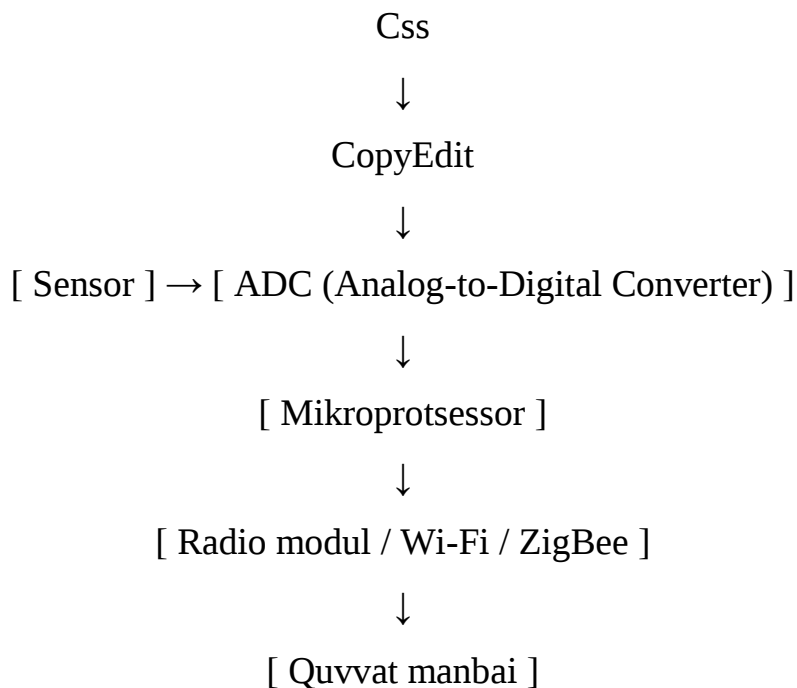
- Ma'lumot yig'ish (o'lchash)
- Ma'lumotni lokal qayta ishlash
- Ma'lumotni uzatish yoki saqlab turish
- Tarmoqdagi boshqa tugunlar bilan o'zaro aloqada bo'lish
- O'zini sozlash va optimallashtirish (ba'zi ilg'or modellarda)

Sensor tugunlarining qo'llanilishi:

- **Sanoat monitoringi:** harorat, bosim, tebranish, korroziya va xavfli gazlarni aniqlash
- **Aqlli qishloq xo'jaligi:** tuproq namligi, havoning harorati, quyosh nuri
- **Tibbiyot va salomatlik:** yurak urishi, tana harorati, harakat monitoringi

- **Atrof-muhit nazorati:** ifloslanish, suv sifati, yong'in xavfi
- **Harbiy va xavfsizlik sohalari:** harakatni aniqlash, dushman pozitsiyalarini kuzatish

Sensor tugunlariga oid texnik sxema (oddiy):



Sensor tarmoqlari zamonaviy texnologik muhitda real vaqtli monitoring va avtomatik boshqaruv tizimlarini shakllantirishda asosiy rol o'ynaydi. Mazkur maqolada sensor tugunlari orqali to'plangan nazorat o'lchov ma'lumotlarini uzatishning texnik va tizimli jihatlari ko'rib chiqildi. Tahlillar shuni ko'rsatadiki, o'lchov ma'lumotlarining aniq, ishonchli va tezkor uzatilishi butun tarmoqning samarali ishlashiga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Sensor tugunlarining o'zida joylashgan mikrokontrollerlar va simsiz aloqa modullari orqali ma'lumotlarni uzatish uchun eng maqbul protokollar tanlanishi, uzatish jarayonida energiyani tejovchi algoritmlardan foydalanilishi muhim ahamiyatga ega. Shuningdek, sensor tarmoqlarining yuqori moslashuvchanligi ularni sanoat, tibbiyot, ekologiya, transport va boshqa ko'plab sohalarda keng qo'llash imkonini bermoqda.

Kelajakda 5G, IoT va sun'iy intellekt bilan uyg'unlashgan sensor tarmoqlari o'lchov ma'lumotlarini yanada samaraliroq qayta ishlash, bashorat qilish va avtomatik boshqarish tizimlarida muhim omilga aylanadi. Shu sababli, ushbu sohada olib borilayotgan tadqiqotlar va innovatsion ishlanmalar axborot uzatish sifati va tizimlar barqarorligini yanada yaxshilashga xizmat qiladi.

Adabiyotlar ro'yxati

1. Akyildiz, I. F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., & Cayirci, E. (2002). Wireless sensor networks: a survey. *Computer Networks*, 38(4), 393–422.
2. Karl, H., & Willig, A. (2005). *Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks*. John Wiley & Sons.
3. Sohraby, K., Minoli, D., & Znati, T. (2007). *Wireless Sensor Networks: Technology, Protocols, and Applications*. Wiley-Interscience.
4. Чинев А.В., Костомаров Д.В. (2016). Беспроводные сенсорные сети: принципы построения и протоколы передачи данных. – М.: Инфра-Инженерия.
5. Uzokov, M. (2020). Sensor texnologiyalari va ularning amaliy qo'llanilishi. – Toshkent: TDYU nashriyoti.
6. Murodov, A., & Xasanov, D. (2022). IoT asoslari va simsiz aloqa tarmoqlari. – Farg'ona: FDU nashriyoti.
7. Khan, J. Y., & Yuce, M. R. (2011). Wireless body area network (WBAN) for medical applications. In *New Developments in Biomedical Engineering*.
8. Yick, J., Mukherjee, B., & Ghosal, D. (2008). Wireless sensor network survey. *Computer Networks*, 52(12), 2292–2330.