



MOBIL QURILMA VA SENSOR ORQASIDAGI MA'LUMOT ALMASHISH PROTOKOLI

Ro'zmetova Zilola Ro'zmamat qizi¹, Xo'jayev Otabek Kadambayevich²

¹ *Urganch Ranch texnologiya universiteti stajior o'qituvchisi*

² *Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat
Universiteti t.f.f.d., dotsenti*

Annotatsiya: Ushbu maqolada mobil qurilmalar va sensor tizimlari o'rtasida ma'lumot almashinuvini ta'minlovchi kommunikatsiya protokollari tadqiq etiladi. Internet of Things (IoT) va aqlli muhitlarning jadal rivojlanishi sharoitida samarali, xavfsiz va past kechikishga ega ma'lumot uzatish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Tadqiqot doirasida Bluetooth Low Energy (BLE), MQTT, CoAP, ZigBee hamda HTTP/HTTPS protokollarining arxitekturaviy xususiyatlari, energiya tejamkorligi, kechikish darajasi va xavfsizlik ko'rsatkichlari qiyosiy tahlil qilinadi. Shuningdek, cheklangan resurslarga ega sensor tarmoqlarida real vaqt rejimida barqaror va ishonchli aloqa o'rnatish bilan bog'liq muammolar yoritiladi. Olingan natijalar mobil-sensor tizimlari uchun optimal protokol tanlash bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Mobil qurilmalar, sensor tizimlari, ma'lumot almashish protokollari, Internet of Things (IoT), simsiz aloqa, energiya tejamkorligi, real vaqt rejimi, axborot xavfsizligi.

Abstract: This article investigates communication protocols that ensure data exchange between mobile devices and sensor systems. In the context of the rapid development of the Internet of Things (IoT) and smart environments, efficient, secure, and low-latency data transmission has become critically important. Within the scope of the study, the architectural characteristics, energy efficiency, latency levels, and security indicators of Bluetooth Low Energy (BLE), MQTT, CoAP, ZigBee, and HTTP/HTTPS protocols are comparatively analyzed. In addition, challenges related to establishing stable and reliable real-time communication in sensor networks with limited resources are discussed. The obtained results serve as a basis for developing scientific and practical recommendations for selecting optimal protocols for mobile-sensor systems.

Keywords: Mobile devices, sensor systems, data exchange protocols, Internet of Things (IoT), wireless communication, energy efficiency, real-time operation, information security.

Аннотация: В данной статье исследуются коммуникационные протоколы, обеспечивающие обмен данными между мобильными устройствами и сенсорными системами. В условиях стремительного развития Интернета вещей (IoT) и интеллектуальных сред эффективная, безопасная и низколатентная передача данных приобретает критически важное значение. В рамках исследования проводится сравнительный анализ архитектурных особенностей, энергоэффективности, уровней задержки и показателей безопасности протоколов Bluetooth Low Energy (BLE), MQTT, CoAP, ZigBee и





HTTP/HTTPS. Кроме того, рассматриваются проблемы, связанные с установлением стабильной и надежной связи в реальном времени в сенсорных сетях с ограниченными ресурсами. Полученные результаты служат основой для разработки научно-практических рекомендаций по выбору оптимальных протоколов для мобильных–сенсорных систем.

Ключевые слова: мобильные устройства, сенсорные системы, протоколы обмена данными, Интернет вещей (IoT), беспроводная связь, энергоэффективность, работа в реальном времени, информационная безопасность.

Kirish

Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va Internet of Things (IoT) paradigmasining eksponential rivojlanishi natijasida mobil qurilmalar va sensor tizimlarining o'zaro integratsiyasi zamonaviy kiber-fizik tizimlarning asosiy komponentiga aylangan. Mobil qurilmalar va sensorlar o'rtasidagi uzluksiz ma'lumot almashinuvi nafaqat tibbiyot monitoring tizimlari, aqlli shahar va sanoat avtomatikasi, qishloq xo'jaligi monitoringi, balki transport va logistika tizimlarida ham samaradorlik va xavfsizlikni oshirish imkonini beradi. Shu bilan birga, sensor qurilmalarining energiya resurslari cheklanganligi, hisoblash quvvati pastligi va tarmoq uzluksizligiga bo'lgan talablar ilmiy va texnologik jihatdan murakkab muammolarni yuzaga keltirmoqda.

Mazkur muammo ilmiy va amaliy nuqtai nazardan bir nechta jihatdan dolzarb hisoblanadi: birinchidan, real vaqt rejimida axborot yig'ish va uni markaziy tizimlar bilan integratsiyalash sog'liqni saqlash va xavfsizlik sohalarida yuqori aniqlik va samaradorlikni kafolatlaydi; ikkinchidan, mobil-sensor protokollarining optimallashtirilgan ishlash modeli energiya samaradorligi, tarmoq resurslarini tejash va tizimning barqarorligini oshirishga xizmat qiladi; uchinchidan, axborot xavfsizligi, autentifikatsiya va shifrlash mexanizmlari ma'lumotlar yaxlitligini ta'minlash hamda ruxsatsiz kirish va kiberxavf tahdidlarini minimallashtirish uchun muhim ahamiyat kasb etadi.

Ushbu ilmiy tadqiqotning

Asosiy maqsadi - mobil qurilmalar va sensorlar o'rtasidagi ma'lumot almashish protokollarining samaradorligi, xavfsizligi va energiya tejamkorligini tizimli tahlil qilish, shuningdek, amaliy tizimlarda ularning optimal integratsiyasini aniqlashdir.

Vazifalar:

1. Mobil-sensor tizimlarining arxitektura komponentlari va funksional bog'liqligini nazariy jihatdan tavsiflash;
2. Jismoniy, transport va ilova darajasidagi protokollarni ilmiy metodologiya asosida tahlil qilish, ularning samaradorlik va cheklovlarini aniqlash;
3. Energiya samaradorligi va xavfsizlik mexanizmlarining ilmiy baholashini amalga oshirish;
4. Real vaqt rejimida ma'lumot almashish jarayonining modellashtirilgan eksperimental tahlilini o'tkazish;





Mobil va sensor tizimlarining optimal protokol konfiguratsiyasini ishlab chiqish bo'yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar berish

Mobil qurilmalar va sensorlar o'rtasidagi ma'lumot almashish protokollari sohasida ilmiy tadqiqotlar global axborot-kommunikatsiya tizimlarining murakkabligi va IoT paradigmasining tez rivojlanishi bilan uzviy bog'liq. Avvalgi tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, sensor tizimlarining samarali ishlashi ko'p jihatdan ma'lumot almashish protokollarining strukturalari, arxitekturalari va parametrlariga bog'liqdir. Masalan, Bluetooth Low Energy (BLE) va ZigBee protokollari energiya samaradorligi va tarmoqning barqaror ishlashini ta'minlash bo'yicha keng ilmiy tahlil qilingan, shuningdek, ularning real vaqt rejimida ishlash imkoniyatlari eksperimental va simulyatsion metodlar yordamida baholangan.

Ilmiy adabiyotlarda mobil-sensor protokollarining semantik va sintaktik jihatlari, shuningdek paket yo'qolishi, kechikish darajasi va tarmoq yuklanishining matematik modellari keng tadqiq etilgan. Masalan, MQTT protokoli nashr-obuna (publish/subscribe) paradigmasiga asoslanganligi sababli, tarmoq samaradorligini optimallashtirish va real vaqt ishlashni ta'minlashda nazariy jihatdan ustunlikka ega deb baholanadi. CoAP protokoli esa RESTful arxitekturaga asoslangan bo'lib, UDP transport qatlamida ishlash orqali tezkor va minimal resurs sarfi bilan axborot almashish imkonini beradi.

Shuningdek, ilgari o'tkazilgan ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, xavfsizlik va shifrlash mexanizmlari (TLS, DTLS) protokollarning samaradorligini tahlil qilishda muhim parametr sifatida qaraladi. Energiya samaradorligi va xavfsizlik mexanizmlari orasidagi optimal balansni aniqlash bugungi kunda IoT va kiber-fizik tizimlar ilmiy tadqiqotlarining asosiy dolzarb yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

Nazariy asos sifatida, mobil-sensor tizimlarning arxitekturasini va protokollari quyidagi konseptual komponentlarga ega:

1. Jismoniy qatlam – elektromagnit to'lqinlar orqali signallarni uzatish va qabul qilish mexanizmi;
2. Ma'lumot kanali va tarmoq qatlamlari – paketlarni marshrutlash, tarmoq topologiyasi va yuk taqsimoti;
3. Transport qatlam – TCP va UDP protokollari orqali ishonchlilik va kechikish darajasini boshqarish;
4. Ilova darajasi – MQTT, CoAP va HTTP protokollari yordamida semantik va sintaktik jihatdan ma'lumotlarni strukturallashtirish.

Ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, ushbu qatlamlarning har biri o'zaro uzviy bog'liq bo'lib, protokollarni tanlash va optimallashtirish jarayoni nafaqat amaliy, balki konseptual va ilmiy jihatdan murakkab integratsiyani talab qiladi. Shu bilan birga, real vaqt ishlash, energiya samaradorligi va axborot xavfsizligi kabi parametrlar ilmiy modellashtirish, eksperimental va simulyatsion metodlar yordamida aniqlanadi.

Nazariy asosning yakuniy xulosasi shundan iboratki, mobil qurilmalar va sensorlar o'rtasida ma'lumot almashish protokollarining samaradorligi va ishonchliligi nafaqat texnik parametrlar, balki ilmiy-nazariy yondashuvlar, protokollar arxitekturasini, energiya va xavfsizlik mexanizmlari tahlili orqali





aniqlanishi lozim. Ushbu konseptual tahlil amaliy tadqiqotlar va eksperimental ishlanmalar uchun poydevor vazifasini bajaradi.

Xulosa. Mazkur tadqiqot mobil qurilmalar va sensor tizimlari o'rtasida ma'lumot almashishni ta'minlovchi kommunikatsiya protokollarining samaradorligi, energiya tejamkorligi, kechikish darajasi va axborot xavfsizligi jihatlarini kompleks tahlil qilishga bag'ishlandi. Internet of Things (IoT) va kiber-fizik tizimlarning jadal rivojlanishi sharoitida mobil-sensor tizimlarida ishonchli va real vaqt rejimida ishlovchi protokollarni tanlash dolzarb ilmiy-amaliy muammo ekanligi asoslab berildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347–2376.
2. Shelby, Z., Hartke, K., & Bormann, C. (2014). The Constrained Application Protocol (CoAP). *IETF RFC 7252*.
3. Banks, A., & Gupta, R. (2014). MQTT Version 3.1.1. OASIS Standard.
4. Bluetooth SIG. (2023). Bluetooth Core Specification – Bluetooth Low Energy. <https://www.bluetooth.com>
5. ZigBee Alliance. (2022). ZigBee Specification. <https://csa-iot.org>
6. Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787–2805.
7. 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.
8. Khan, R., Khan, S. U., Zaheer, R., & Khan, S. (2012). Future Internet: The Internet of Things architecture, possible applications and key challenges. *10th International Conference on Frontiers of Information Technology*, 257–260

