

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14777734>

UO‘K: 004.735

IoT TARMOQ PROTOKOLLARINING SAMARADORLIGINI BAHOLASHDA ILG‘OR TEXNOLOGIK YECHIMLAR VA MOSLASHUVCHAN BOSHQARUVNING KOMPLEKS MODELI

Alevtina Aleksandrovna Muradova

Muhammad Al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, “Telekommunikatsiya injiniringi” kafedrası PhD, dotsenti
a.muradova1982@inbox.ru

Farxod Aloviddin o‘g‘li Maxkamov

“Tashkent International University of Education (TIUE)” xalqaro universiteti,
“Axborot texnologiyalari va matematika” kafedrası o‘qituvchisi
makhkamovfarkhod@gmail.com

Zuxra Boxodir qizi Muxamedjonova

“Tashkent International University of Education (TIUE)” xalqaro universiteti,
“Axborot texnologiyalari” yo‘nalishining 3-kurs talabasi
zuxhraofficial@gmail.com

ANNOTATSIYA

Maqolada IoT tarmoq protokollarining samaradorligini baholashda ilg‘or texnologik yechimlar va moslashuvchan boshqaruvning ishlab chiqilgan kompleks modeli keltirilgan. So‘nggi yillarda IoT texnologiyalari global iqtisodiyotning turli sohalarida inqilob yasadi. IoT tarmoqlarining o‘shishi va ularning samaradorligini oshirishga bo‘lgan ehtiyoj ilg‘or texnologik echimlar va boshqaruv strategiyalarini tadqiq qilishni talab qiladi. IoT tarmoq protokollari samaradorligi quyidagi omillarga asoslangan: energiya samaradorligi, kechikish (latency), uzatish tezligi, va xavfsizlik. IoT tarmoqlaridagi protokollarni baholashda kompleks yondashuvni taklif qilingan va ilg‘or texnologiyalarni integratsiya qilish orqali samaradorlikni oshirish usullarini ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar. IoT tarmoqlari, tarmoq protokollari, MQTT, COAP, AMQP, SDN, bulutli hisoblash, qirra hisoblash, protokol samaradorligi, dinamik boshqaruv, sun‘iy intellekt.

ADVANCED TECHNOLOGICAL SOLUTIONS AND A COMPLEX MODEL OF ADAPTABLE MANAGEMENT IN ASSESSING THE EFFICIENCY OF IoT NETWORK PROTOCOLS

ABSTRACT

The article presents a comprehensive model of advanced technological solutions and adaptive management for assessing the efficiency of IoT network protocols. The growth of IoT networks and the need to improve their efficiency require the study of advanced technological solutions and management strategies. An integrated approach to evaluating protocols in IoT networks is proposed and methods for increasing efficiency through the integration of advanced technologies are considered.

Keywords. *IoT networks, network protocols, MQTT, CoAP, AMQP, SDN, Cloud computing, Edge computing, Protocol efficiency, Dynamic control, Artificial intelligence.*

KIRISH

IoT (Internet of Things) texnologiyasi zamonaviy dunyoda tarmoqlangan qurilmalar o'rtasida real vaqt rejimida ma'lumot almashish imkonini beradi. IoT qurilmalari hayotimizni qulaylashtirish bilan birga, energiya samaradorligini oshirish, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini rivojlantirish va katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, IoT tarmoqlarining samaradorligi ko'p jihatdan qo'llaniladigan protokollarga bog'liq. IoT tarmoqlarida ishlatiladigan asosiy protokollar (MQTT, CoAP, AMQP va boshqalar) ma'lumotlarni uzatish uchun turli usullarni taklif qiladi. Har bir protokol energiya samaradorligi, kechikish, xavfsizlik darajasi va ma'lumot uzatish tezligi bo'yicha o'ziga xos xususiyatlarga ega. IoT tarmoqlarida ishlatiladigan protokollarni tanlash va samaradorlikni oshirish maqsadida ularni real sharoitlarda tahlil qilish talab etiladi. Ushbu maqola IoT tarmoq protokollarini baholash va samaradorlikni oshirish uchun ilg'or yondashuvlarni taklif qiladi [1-5].

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

IoT protokollarini tahlil qilish. IoT tarmoq protokollari quyidagi asosiy ko'rsatkichlar bo'yicha tahlil qilindi: Energiyani sarflash: IoT qurilmalari uzoq muddat ishlashi uchun energiyani maksimal tejamkorlik bilan ishlatish talab etiladi. Ma'lumot uzatish kechikishi: IoT tarmoqlarida real vaqt rejimida ishlash uchun minimal

kechikish muhimdir. Xavfsizlik: IoT qurilmalarining xavfsiz ma'lumot almashini ta'minlash dolzarb masaladir.

Jadval 1

Protokollarning ma'lumot uzatish imkoniyati

Ko'rsatkich	MQTT	CoAP	AMQP
Energiyani tejash (%)	85%	70%	60%
Kechikish (ms)	50 ms	30 ms	70 ms
Xavfsizlik (%)	60%	65%	90%

Ushbu tadqiqotda MQTT, CoAP va AMQP protokollarining samaradorligi o'rganildi. Quyida ushbu protokollarning asosiy xususiyatlari 2-jadvalda keltirilgan.

Jadval 2

Protokollarning xususiyatlari

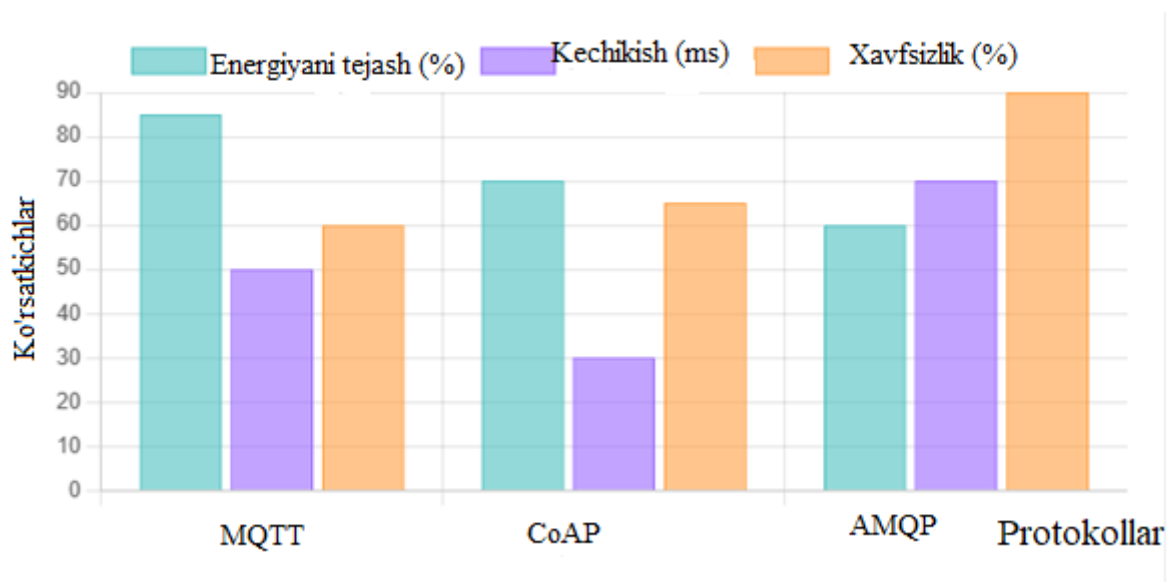
Protokol	Qo'llanilishi	Afzalliklari	Kamchiliklari
MQTT	Sensorlar va qurilmalar	Energiyani tejaydi	Ma'lumot xavfsizligi past
CoAP	IoT qurilmalar o'rtasida	Yuqori tezlikda ishlash	Energiyani ko'proq sarflaydi
AMQP	Bulutli IoT tizimlari	Yuqori xavfsizlik darajasi	Kechikish yuqoriroq bo'lishi mumkin

Simulyatsiya modeli. Tadqiqotda IoT tarmoqlarining ishlash ko'rsatkichlarini baholash uchun NS-3 va MATLAB vositalari yordamida simulyatsiya yaratildi. Quyidagi sharoitlar o'rganildi. **Simulyatsiya parametrlari:** Qurilmalar soni: 100 ta; Ma'lumot oqimi: 10 Mbit/sekund; Tarmoqlar: MQTT, CoAP, AMQP. **Sinov muhiti:** Tarmoq bandligi, yuqori yuklama va kichik hajmdagi qurilmalar uchun alohida holatlar ko'rib chiqildi [6-9].

Ilg'or texnologiyalar integratsiyasi. SDN (Software Defined Networking): IoT tarmoqlarini dinamik boshqarish uchun moslashuvchan boshqaruv modeli taklif qilindi. **Sun'iy intellekt:** IoT tarmoq resurslarini optimallashtirish uchun sun'iy intellekt algoritmlari qo'llanildi. **Bulutli va qirra hisoblash:** Ma'lumotlarni qayta ishlashda kechikishni kamaytirish uchun ushbu texnologiyalar integratsiya qilindi.

NATIJARLAR

Simulyatsiya natijalari quyidagi asosiy ko'rsatkichlarni taqdim etdi. **1. Protokol samaradorligi bo'yicha taqqoslash.** Quyidagi diagrammada MQTT, CoAP va AMQP protokollarining asosiy ko'rsatkichlari taqqoslangan.



1- rasm. IoT protokollarining taqqoslanishi

Tadqiqot quyidagi natijalarni berdi: **Energiyani tejash:** MQTT: 85%; CoAP: 70%; AMQP: 60%. **Kechikish (ms):** MQTT: 50 ms. CoAP: 30 ms. AMQP: 70 ms. **Xavfsizlik (%):** MQTT: 60%. CoAP: 65%. AMQP: 90%. Diagramma 3 ta IoT protokolini (MQTT, CoAP, AMQP) 3 ta asosiy ko'rsatkich bo'yicha taqqoslaydi: Energiyani tejash (%): MQTT yuqori samaradorlikni ko'rsatadi (85%). Kechikish (ms): CoAP eng tez ishlaydi (30 ms), AMQP esa eng ko'p kechikishga ega. Xavfsizlik (%): AMQP yuqori xavfsizlik darajasiga ega (90%).

2. SDN asosidagi boshqaruv natijalari. SDN texnologiyasi simulyatsiya natijalariga ko'ra, IoT tarmog'ida quyidagi yaxshilanishlarni ta'minladi: **Resurslarni boshqarish samaradorligi:** 30% oshdi. **Tarmoq kechikishi:** 20% kamaydi.

3. Ilg'or texnologiyalar ko'rsatkichlari. IoT tizimlariga bulutli va qirra hisoblashni tatbiq qilish orqali quyidagi natijalarga erishildi: Ma'lumot uzatish tezligi: O'rtacha 25% oshdi. Energiya sarfi: 15% ga kamaydi [10-15].

MUHOKAMA

Ushbu tadqiqot natijalari IoT tarmoqlari samaradorligini oshirishda ilg'or texnologik vositalar va moslashuvchan boshqaruv yondashuvlarining ahamiyatini ko'rsatdi. Ayniqsa, MQTT protokoli energiya tejamkorligi bilan ajralib turadi, ammo xavfsizlik darajasi pastligi uni xavfli qiladi. CoAP protokoli esa yuqori tezlikda ishlash

imkonini beradi, lekin energiya sarfi yuqori bo'ladi. SDN texnologiyasi IoT tarmoqlarida dinamik boshqaruvni amalga oshirish uchun moslashuvchan yechimlarni taklif qiladi [16-19]. Biroq, ushbu texnologiyalarning IoT tarmoqlarida to'liq qo'llanilishi uchun quyidagi muammolar hal qilinishi lozim: IoT tarmoqlarida xavfsizlikni oshirish. Real hayotdagi IoT tizimlarida texnologiyalarning samaradorligini sinab ko'rish.

XULOSA

Mazkur tadqiqot IoT tarmoq protokollarining samaradorligini baholashda yangi texnologik yondashuvlarning ahamiyatini ochib berdi. Simulyatsiya natijalari shuni ko'rsatdiki: MQTT va CoAP protokollari turli sharoitlarda samarali bo'lishi mumkin. SDN texnologiyasi IoT tarmoqlarining boshqarish samaradorligini oshiradi. Bulutli va qirra hisoblash IoT tarmoqlarida ma'lumotlarni qayta ishlashda sezilarli yutuqlarni taqdim etadi. Ushbu tadqiqot natijalari IoT tarmoqlarining samaradorligini oshirishga qaratilgan kelgusidagi tadqiqotlar uchun muhim asos bo'lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Theodorou, T., & Mamatas, L. (2023). *DENIS-SDN: Software-Defined Network Slicing Solution for Dense and Ultra-Dense IoT Networks*. <https://arxiv.org/abs/2312.13662>.
2. Bhardwaj, P., Bansal, V., Biyani, N., Shukla, S., & Zafaruddin, S. M. (2023). *Performance of Integrated IoT Network with Hybrid mmWave/FSO/THz Backhaul Link*. <https://arxiv.org/abs/2304.01178>.
3. Kreković, D., Krivić, P., Podnar Žarko, I., Kušek, M., & Le-Phuoc, D. (2024). *Reducing Communication Overhead in the IoT-Edge-Cloud Continuum: A Survey on Protocols and Data Reduction Strategies*. <https://arxiv.org/abs/2404.19492>.
4. Islam, M., Jamil, H. M. M., Pranto, S. A., Das, R. K., Amin, A., & Khan, A. (2023). *Future Industrial Applications: Exploring LPWAN-Driven IoT Protocols*. <https://arxiv.org/abs/2310.09177>.
5. Palattella, M. R., Accettura, N., Vilajosana, X., Watteyne, T., Grimoud, B., & Dohler, M. (2013). Standardized protocol stack for the Internet of (important) Things. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 15(3), 1389-1406. doi.org/10.1109/SURV.2012.111412.00158.
6. Muradova, A.A. (2023). Blockchain to improve the internet of things. *International Conference on Research in Humanities, Applied Sciences and Education*. Dubai, U.A.E. November 30-th.

7. Muradova, A.A. (2023). Cyber security risks of IoT devices. *Republican scientific and practical conference "Role of information and communication technologies in the formation of innovative economy"*. Tashkent, Uzbekistan.
8. Muradova, A.A. (2023). Network security of the internet of things (IoT) in organizations. *Problems of information security and cyber security in the field of information technologies and communications, Republican scientific and practical conference*. TUIT. Tashkent, Uzbekistan.
9. Muradova, A.A. (2023). Reliability and security of the Internet of things", *Multidisciplinary Scientific Journal SCHOLAR*, Vol.1,27. pp. 109-117.
10. Muradova, A.A. (2023). Challenges and Future Trends of Reliable Internet of Things. *Multidisciplinary Scientific Journal SCHOLAR*, Vol.1,29. pp. 55–65.
11. Muradova, A.A. (2023). Basic steps to secure the Internet of Things. *Multidisciplinary Scientific Journal SCHOLAR*, Vol.1,31. pp. 71-76.
12. Muradova, A.A. & Begmatov, Sh.A. (2024). Methods for managing the reliability and quality of IoT sensors. *Multidisciplinary Scientific Journal GOLDEN BRAIN*, Volume 2, Issue 4. pp. 49-58.
13. Nižetić, S., Šolić, P., Gonzalez-De, D. L. D. I., & Patrono, L. (2020). Internet of Things (IoT): Opportunities, issues and challenges towards a smart and sustainable future. *Journal of cleaner production*, 274, 122877.
14. Furstenau, L. B., Rodrigues, Y. P. R., Sott, M. K., Leivas, P., Dohan, M. S., López-Robles, J. R., & Choo, K. K. R. (2023). Internet of things: Conceptual network structure, main challenges and future directions. *Digital Communications and Networks*, 9(3), 677-687.
15. Gazis, V. (2016). A Survey of Standards for Machine-to-Machine and the Internet of Things. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 19(1), 482-511.
16. Kumar, S., Verma, P. K., Verma, R., Alsabaan, M., & Abdelkader, T. (2024). *Internet of Things: Classification, Challenges, and Their Solutions*. In *Applications of Computational Intelligence Techniques in Communications*. pp. 137-172.
17. Malhotra, P., Singh, Y., Anand, P., Bangotra, D. K., Singh, P. K., & Hong, W. C. (2021). Internet of things: Evolution, concerns and security challenges. *Sensors*, 21(5), 1809.
18. Al mojamed, M. (2021). On the use of LoRaWAN for mobile Internet of Things: The impact of mobility. *Applied System Innovation*, 5(1), 5.
19. Falah, M. F., Panduman, Y. Y. F., Sukaridhoto, S., Tirie, A. W. C., Kriswantoro, M. C., Satria, B. D., & Usman, S. (2021). Comparison of cloud computing providers for development of big data and internet of things application. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 22.