



HENDOVER VA JAVOB VAQTINI HISOBGA OLGAN HOLDA XIZMAT SIFATINI TA'MINLASH ALGORITMI

N.M.Miraliyeva

*Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari universiteti magistranti
+998998845795*

Annotatsiya.

Bu tadqiqotning maqsadi Aqlli shahar infratuzilmasida xizmat ko'rsatish sifati (QoS)ni ta'minlash uchun handover javob vaqtini hisobga olgan holda xizmat sifati algoritmini ishlab chiqish va laboratoriya sharoitida amalga oshirish orqali olingan natijalarga asoslanib xizmat sifati ta'minlashdan iborat. Algoritm mijozlarda ishlash uchun qo'shimcha konfiguratsiya, protokollar yoki dasturiy ta'minot agentini talab qilmaydigan usulda SDN kontrolleridagi paketlarga xizmat ko'rsatish vaqtini baholash orqali handover mijozini tanlaydi. Keng ko'lamli tajribalar handoverdan keyin to'liq kechikish sezilarli darajada kamayganligini ko'rsatdi. Xizmat vaqtini baholashga asoslangan handover qarori to'liq kechikish hisob-kitoblariga asoslangan ideal handover qarori bilan taqqoslandi. Bundan tashqari, handover qarori ideal handover qaroriga yaqinlashdi.

WiFi shlyuzlarini bir kirish nuqtasidan ikkinchisiga uzluksiz o'tkazish radio kirish tarmoqlari uchun ochiq SDN platformasi bo'lgan Empower-5G platformasi yordamida amalga oshiriladi. Kirish nuqtalari Empower-5G bilan ro'yxatdan o'tganda, u ro'yxatdan o'tgan har bir kirish nuqtasi uchun ma'lum bir xizmat to'plami identifikatorining (SSID – Service Set Identifier) WiFi tarmog'ini o'rnatadi. Wi-Fi shlyuzi ushbu kirish nuqtalarining birortasiga ulanganda, ushbu shlyuzga mos keladigan agent Light Virtual Access Point (LVAP) agenti sifatida tanilgan Empower-5G tomonidan kirish nuqtasiga o'rnatiladi. Shunday qilib, handover ushbu virtual agentlarni ikkita kirish nuqtasi o'rtasida o'tkazish (ya'ni, LVAP agentini joriy kirish nuqtasidan olib tashlash va boshqa kirish nuqtasida yangi LVAP agentini yaratish) shlyuzning WiFi konfiguratsiyasini o'zgartirmasdan amalga oshiriladi. IoT qurilmalaridan shlyuz tomonidan qabul qilingan ma'lumotlar trafigi klient/server rejimida ishlaydigan UDP trafik generatori RUDE/CRUDE dasturiy vositasi yordamida emulyatsiya qilinadi. RUDE/CRUDE vositasi turli xil ma'lumotlar tezligi bilan fon trafigini yaratish uchun ham ishlatiladi. Uzatuvchilar va qabul



qiluvchilarning sinxronizatsiyasi to'liq kechikishni aniq o'lchash uchun juda muhimdir. Shunday qilib, Precision Time Protocol (PTP) barcha jo'natuvchilar va maqsadli kompyuterlarda ishlaydi.

Shlyuz tugunining j paketi uchun to'liq kechikish W_j xizmat vaqti V_{tj} va navbatning kechikishi U_{tj} bilan beriladi.

$$W_j = V_{tj} + U_{tj} \quad (1)$$

Odatda, U_{tj} intensivligi va xizmat vaqtiga qarab o'zgaradi. Barcha shlyuzlarda paket kelib tushish jarayonlari o'xshash va deyarli bir xil intensivligiga ega deb olinadi yoki tushish jarayonlari turli xil tushish stavkalariga ega, ammo xizmat vaqti bilan solishtirganda navbatning kechikishi ahamiyatsiz. Bu tarmoq to'yinganlik nuqtasidan yetarlicha uzoq bo'lgan mintaqada ishlaganda sodir bo'ladi. Shunday qilib, to'liq kechikish o'zgarishi xizmat vaqtining o'zgarishi bilan bog'liq (ya'ni, xizmat ko'rsatish muddati qancha uzoq bo'lsa, paketning to'liq kechikishi shunchalik uzoq bo'ladi). IEEE 802.11 bo'yicha $E[V_{tj}]$ o'rtacha xizmat vaqtining umumlashmasi quyidagicha olinishi mumkin.

$$E[V_{tj}] = \sum_{i=1}^{N-1} \gamma_i \left[D_{s_i} + \frac{D_{c_i}}{2} \frac{p_c}{1-p_c} \right] + B(p_c) + D_{s_j} + \frac{D_{c_j}}{2} \frac{p_c}{1-p_c} \quad (2)$$

bu yerda $\gamma_i = V_{t_i} \lambda$ – navbatning i tugunidan foydalanish, p_c – kolliziya ehtimoli (fon tugunlari va shlyuzlar uchun doimiy), λ – paketlarning intensivligi va $B(p_c)$ – o'rtacha orqaga qaytish oralig'i [42].

$$B(p_c) = \frac{1 - p_c - p_c (2p_c)^{bs} CW_{min}}{1 - p_c} \frac{1}{2} \quad (3)$$

bu yerda CW_{min} – bahsli oynaning minimal o'lchami va bs – orqaga qaytish bosqichlari soni. i tugun paketining uzatish va to'qnashuv vaqtlari mos ravishda D_{s_i} va D_{c_i} bilan ifodalanadi. Ular mos ravishda D_{s_i} va D_{c_i} shaklida ifodalanishi mumkin, bu yerda S paket hajmi, R_i i tugun uchun kanal uzatish tezligi va $DM1$ va $DM2$ IE 180 protokoli bilan bog'liq doimiy vaqtlardir [43]. Taklif etilayotgan algoritmi, ya'ni xizmat vaqtini hisoblash uchun qadamlarni quyidagicha tushintirish mumkin:

1-qadam. Paket OVS kommutatoriga yetib kelganida, Packet-In hodisasi ishga tushiriladi va SDN kontrollerga yuboriladi. Kontroller ushbu hodisalarning qayd etilgan kelish vaqtidan foydalangan holda, Packet-In hodisalarining o'zaro kelish vaqtlarining o'rtacha va standart og'ishini oladi.



Packet-In hodisalarining kelish vaqtining o'rtacha va standart og'ishi ularning paketli xizmat ko'rsatish vaqtiga mos keladi.

2-qadam. Maksimal o'rtacha kelish vaqtiga ega bo'lgan shlyuz eng past yuklangan kirish nuqtasiga hendover uchun nomzod bo'ladi. Agar bir xil maksimal qiymat bir nechta shlyuzlar uchun qayd etilgan bo'lsa, ular orasidagi maksimal standart og'ishlarni qayd qiluvchi shlyuz hendover uchun tanlanadi. Kontroller shunday dasturlashtirilganki, agar bir xil maksimal o'rtacha kechikish va eng yuqori standart og'ish bo'lgan bir nechta klient ro'y bersa, ulardan birini tasodifiy ravishda hendover uchun tanlanadi.

3-qadam. Packet-In hodisalarining kelish vaqti hendover amalga oshirilgan shlyuz uchun doimiy ravishda nazorat qilinadi. 2-bosqich, agar kelish vaqti kamaymasa, boshqa kirish nuqtasi bilan takrorlanadi.

4-qadam. Kirish nuqtasiga yangi shlyuz ulanganda yoki kirish nuqtalaridan birining trafik yuklamasi oshganda Packet-In hodisalarining kirish vaqti SDN kontrolleri tomonidan qayta tekshiriladi, chunki bu (2) tenglama asosida ushbu kirish nuqtasiga biriktirilgan barcha shlyuzlarning xizmat ko'rsatish vaqtiga ta'sir qiladi. Ulangan shlyuzlarning paketlar o'zaro kelishi vaqtining o'rtacha qiymatlari oshganda 2-bosqich takrorlanadi.

1-rasmda algoritmnining blok sxemasi ko'rsatilgan.

Algoritmning ishlashini hendover uchun keng qamrovli laboratoriya tajribalaridan foydalanildi. Har bir tajriba uchun 30 ga yaqin namunaning natijalari qayd etildi.

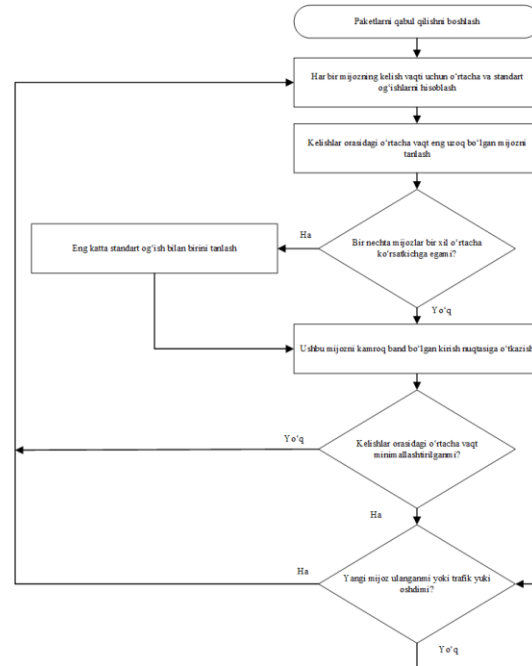
Ushbu algoritmnini tasdiqlash uchun uchta samaradorlik ko'rsatkichi qo'llaniladi. Birinchi ko'rsatkichda emulyatsiya qilingan shlyuzlar uchun uzatishdan oldin paketning o'rtacha kechikishi shlyuz trafik tezligini va 120 paket/s doimiy fon trafik tezligini o'zgartirish orqali hendoverdan keyingi qiymati bilan taqqoslanadi (har bir paket 1450 bayt). 2(a)-rasmda hendoverdan so'ng, ayniqsa, shlyuzlar trafigining tezligi yuqori bo'lsa, paketning to'liq kechikishi sezilarli darajada kamayganligini ko'rsatadi.

Ikkinchi ko'rsatkichda, SDN kontrolleridagi Packet-In hodisalarining o'zgaruvchan vaqt oralig'i va to'liq kechikish o'rtasidagi bog'liqlik shlyuz trafik tezligining keng diapazoni uchun 2(b)-rasmda ko'rsatilgan.

Uchinchi ko'rsatkich xizmat ko'rsatish vaqtini hisoblash algoritmi asosida hendoverni amalga oshirishning qo'llanilishi va to'g'riligini, uni belgilangan kompyuterda to'liq kechikishni qayd eta oladigan kuzatuvchining qarori bilan solishtirish orqali ko'rib chiqadi (ideal qaror). 2(c)-rasmda ko'rsatilganidek,

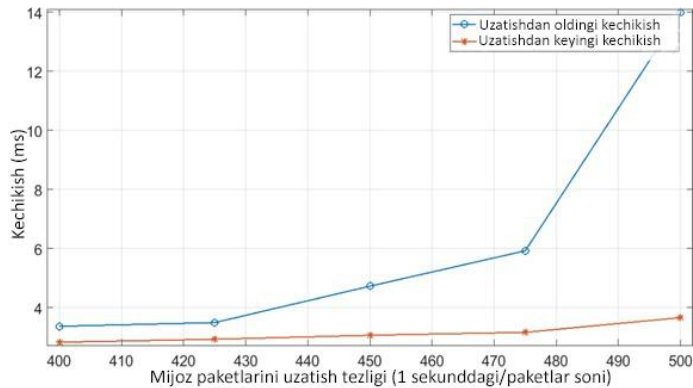


shlyuzlar harakati tezligi oshganida algoritm qarori idealdan farqli bo'lganlar soni kamayadi.

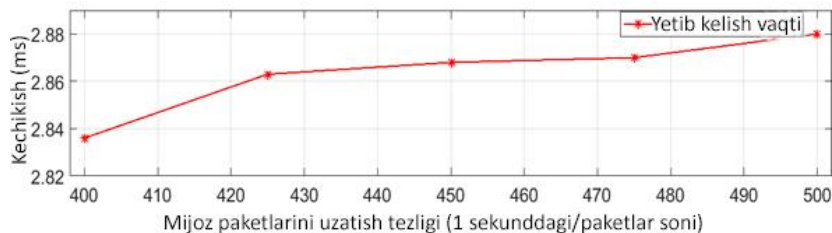
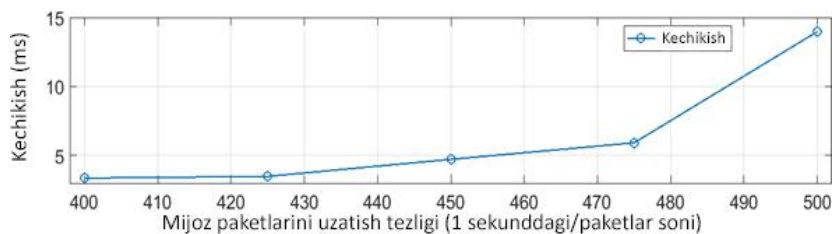


1-rasm. Xizmat vaqtini hisoblash algoritmining blok sxemasi

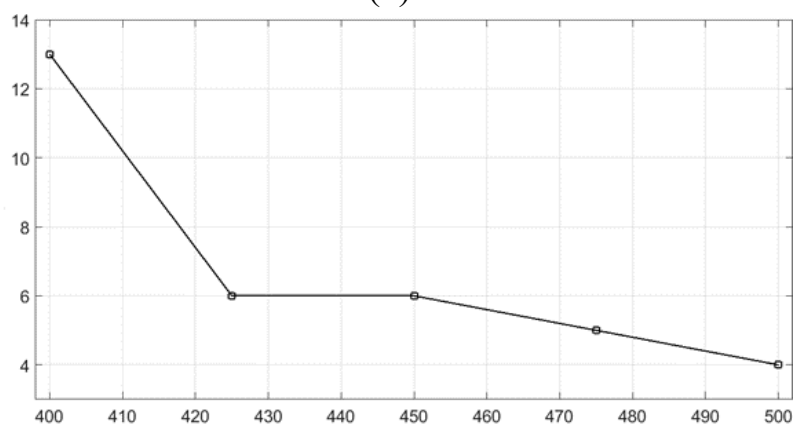
Bundan tashqari, tarmoqning fon trafik yuklamasi o'zgaruvchan bo'lsa, shlyuz trafik tezligi sekundiga 475 paketda doimiy bo'lganda, algoritmning ishlashini yuqorida aytib o'tilgan ishlash ko'rsatkichlariga nisbatan hendover uchun ko'proq tajribalar o'tkaziladi.



(a)



(b)

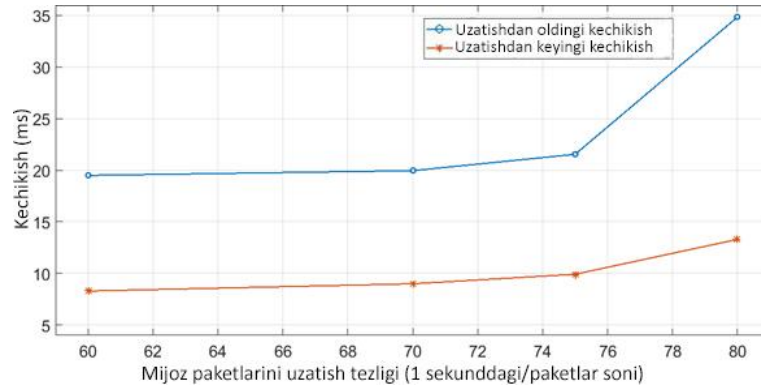


(c)

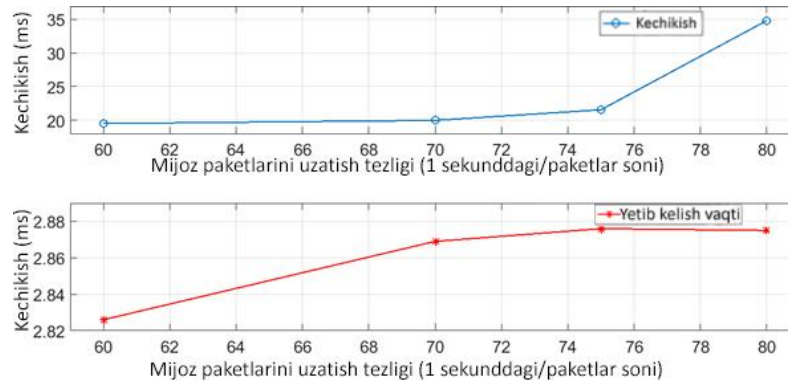
2-rasm. Turli xil klientlar stavkalari bilan xizmat vaqtini baholashga asoslangan algoritm ishlashi (a) handoverdan oldin va keyin to'liq kechikish
(b) SDN kontrolleriga kelish vaqti bilan to'liq kechikishning o'zgarishi
(c) Ideal handover va algoritmgaga asoslangan handover foiz farqi

3(a)-rasmda ko'rsatilganidek, handoverdan oldingi va keyingi holatlar o'rtasidagi sezilarli kechikish farqi kuzatiladi. 3(b)-rasmda ko'rsatilgandek, to'liq kechikishning o'zgarishi umuman kontrollerda paketlar o'rtasidagi kelish vaqtini o'zgartirish orqali ta'sir qiladi. Biroq, katta fon trafik hajmi bilan, paketlar o'rtasidagi kelish vaqtlarining kichik o'zgarishi, to'liq kechikishning sezilarli o'zgarishiga olib keladi.

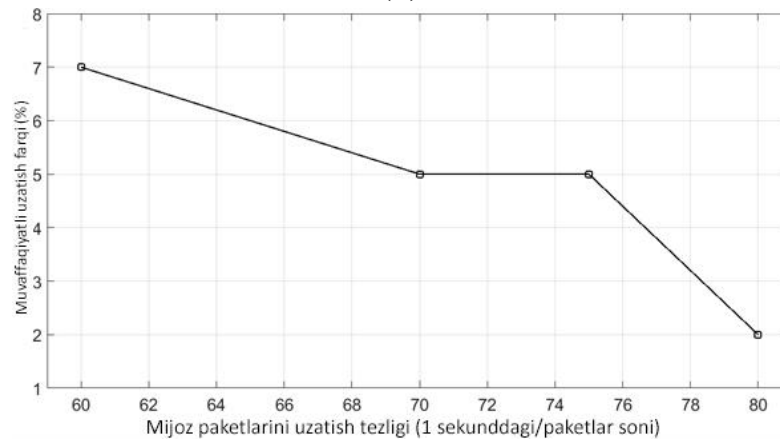
3(c)-rasm ko'rsatadiki, algoritmning handover qarori tarmoq fon trafigining yuklamasini ko'tarishda ideal handover qaroriga yaqinlashadi.



(a)



(b)



(c)

3-rasm. Turli xil trafik yuklamalari bilan xizmat vaqtini baholashga asoslangan algoritmnining ishlashi

- (a) To‘liq kechikish va hendoverdan oldin va keyin fon trafik yuklamasi
- (b) SDN-kontrollerda traffikning fon yuklamasi bilan yakuniy kechikish va kelish vaqti
- (c) Ideal hendover va algoritmgga asoslangan hendover foiz farqi



Algoritm mijozlarda ishlash uchun qo‘shimcha konfiguratsiya, protokollar yoki dasturiy ta‘minot agentini talab qilmaydigan usulda SDN kontrolleridagi paketlarga xizmat ko‘rsatish vaqtini baholash orqali hendover mijozini tanlaydi. Keng ko‘lamli tajribalar ikkala tajriba ssenariyda ham hendoverdan keyin to‘liq kechikish sezilarli darajada kamayganligini ko‘rsatdi. Xizmat vaqtini baholashga asoslangan hendover qarori to‘liq kechikish hisob-kitoblariga asoslangan ideal hendover qarori bilan taqqoslandi. Doimiy mijoz yo‘naltirilgan trafikda o‘rtacha 4,75% xatolik va doimiy fon trafik yuklamasida o‘rtacha 6,8% xatolik kuzatildi. Bundan tashqari, hendover qarori ideal hendover qaroriga yaqinlashdi, chunki ikkala holatda ham tarmoq yuklamasi oshirildi.

Adabiyotlar:

1. AlZoman, R., & Alenazi, M. J. F. (2020). Exploiting SDN to Improve QoS of Smart City Networks Against Link Failures. *2020 Seventh International Conference on Software Defined Systems (SDS)*, 100–106. <https://doi.org/10.1109/SDS49854.2020.9143878>

2. Alzubi, J. A., Movassagh, A., Gheisari, M., Najafabadi, H. E., Abbasi, A. A., Liu, Y., Pingmei, Z., Izadpanahkakhk, M., & Najafabadi, A. P. (2022). A Dynamic SDN- based Privacy-Preserving Approach for Smart City Using Trust Technique. *2022 9th Iranian Joint Congress on Fuzzy and Intelligent Systems (CFIS)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/CFIS54774.2022.9756458>

3. Babu, A. A., & Duttagupta, S. (2020). Delay Constrained Communications in a Disaster Site using SDN Framework. *2020 Third International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT)*, 16–20. <https://doi.org/10.1109/ICSSIT48917.2020.9214234>

4. Cedillo-Elias, E. J., Orizaga-Trejo, J. A., Larios, V. M., & Maciel Arellano, L. A. (2018). Smart Government infrastructure based in SDN Networks: The case of Guadalajara Metropolitan Area. *2018 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ISC2.2018.8656801>

5. del Cacho Estil-les, M. A., Pia Fanti, M., Mangini, A. M., & Roccotelli, M. (2022). Electric Vehicles Routing Including Smart-Charging Method and Energy Constraints. *2022 IEEE 18th International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)*, 1735–1740. <https://doi.org/10.1109/CASE49997.2022.9926492>

“Software-Defined Networking (SDN) Definition – Open Networking Foundation.” [Online]: <https://www.opennetworking.org/sdn-definition/?nab>



=1&utm_referrer=https%3A%2F%2Fsdn.itrc.ac.ir%2F%3Fq%3Dfa%2Fcontent%2Fsdn.

6. “ETSI – Multi-access Edge Computing – Standards for MEC.” [Online]: <https://www.etsi.org/technologies/multi-access-edge-computing>.

7. M. T. Kakiz, E. Öztürk, and T. Çavdar, “A novel SDN-based IoT architecture for big data,” in IDAP 2017 – International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium, 2017.

8. T. Theodorou and L. Mamas, “CORAL-SDN: A software-defined networking solution for the internet of things,” in 2017 IEEE Conference on Network Function Virtualization and Software Defined Networks, NFV-SDN 2017, 2017, vol. 2017-January, pp. 1–2.

9. D. Sinh, L. V. Le, B. S. P. Lin, and L. P. Tung, “SDN/NFV - A new approach of deploying network infrastructure for IoT,” in 2018 27th Wireless and Optical Communication Conference, WOCC 2018, 2018, pp. 1–5.

10. I. Bedhief, M. Kassar, and T. Aguil, “From Evaluating to Enabling SDN for the Internet of Things,” in Proceedings of IEEE/ACS International Conference on Computer Systems and Applications, AICCSA, 2019, vol. 2018-November.

11. R. Muñoz et al., “Integration of IoT, Transport SDN, and Edge/Cloud Computing for Dynamic Distribution of IoT Analytics and Efficient Use of Network Resources,” *J. Light. Technol.*, vol. 36, no. 7, pp. 1420–1428, Apr. 2018.