

MA'LUMOTLARNI QAYTA ISHLASH TIZIMLARIDA MA'LUMOTLARNI NUSXALASH ALGORITMLARI.

Alimjon Dadamuxamedov [0009-0002-5678-701X]

*O'zbekiston xalqaro islom akademiyasi zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari
kafedrasi katta o'qituvchisi, E-mail: a.dadamuxamedov@iiiau.uz*

Annotatsiya. Ushbu ilmiy ish taqsimlangan ma'lumotlarni qayta ishlash tizimlarida replikatsiya algoritmlarini tahlil qilishga va ularni yanada samarali qilishga yo'naltirilgan. Tadqiqotda doimiy, tez-tez o'zgaradigan va aralash replikatsiya usullari o'rganilib, ularni takomillashtirish bo'yicha yangi yechimlar taklif etilgan. Replikatsiya algoritmlari zaxira nusxalarini boshqarish orqali tizimning barqarorligini ta'minlash, ma'lumotlarning yo'qolishini oldini olish va ularni tezkor tiklash mexanizmini optimallashtirishga xizmat qiladi. Shuningdek, tranzaksiya boshqaruvi jarayonlarini yanada ishonchli va moslashuvchan qilishga imkon beradi. Mazkur tadqiqot katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlaydigan zamonaviy texnologiyalar, jumladan, bulutli saqlash tizimlari va taqsimlangan platformalar uchun dolzarb ahamiyatga ega. Replikatsiya jarayonlarini avtomatlashtirish va resurslardan unumli foydalanish orqali tizim ishonchligini sezilarli darajada oshirishga sharoit yaratadi.

Kalit so'zlar: replikatsiya, algoritim, tizim, nusxalash, zaxira, tranzaksiya, ehtimollik, ma'lumot, tiklash, ishonchlilik, samaradorlik, model, tarix, vaqt

Abstract. This scientific work is aimed at analyzing replication algorithms in distributed data processing systems and making them more efficient. The study explores constant, frequently changing, and hybrid replication methods, proposing new solutions for their improvement. Replication algorithms help ensure system stability by managing backup copies, preventing data loss, and optimizing the process of rapid data recovery. Additionally, they enhance the reliability and flexibility of transaction management processes. This research holds significant relevance for modern technologies that handle large volumes of data, including cloud storage systems and distributed platforms. By automating replication processes and utilizing resources more efficiently, it contributes to improving system reliability and operational efficiency.

Keywords: replication, algorithm, system, backup, redundancy, transaction, probability, data, recovery, reliability, efficiency, model, history, time

Аннотация. Данная научная работа направлена на анализ алгоритмов репликации в системах обработки распределённых данных и повышение их эффективности. В исследовании рассматриваются постоянные, часто изменяющиеся и смешанные методы репликации, а также предлагаются новые решения для их совершенствования. Алгоритмы репликации служат для обеспечения стабильности системы, предотвращения потери данных и оптимизации механизма их быстрого восстановления через управление резервными копиями. Кроме того, они позволяют сделать процессы управления транзакциями более надёжными и гибкими. Данное исследование имеет актуальное значение для современных технологий, работающих с большими объёмами данных, включая облачные хранилища и распределённые платформы. Автоматизация процессов репликации и эффективное использование ресурсов создают условия для значительного повышения надёжности систем.

Ключевые слова: репликация, алгоритм, система, резервное копирование, избыточность, транзакция, вероятность, данные, восстановление, надёжность, эффективность, модель, история, время.

Kirish

Bugungi kunda taqsimlangan ma'lumotlarni qayta ishlash tizimlari ko'plab sohalarda muhim o'rin egallamoqda. Ushbu tizimlarda ma'lumotlarning xavfsizligini ta'minlash, uzluksiz faoliyatni tashkil qilish va tranzaksiyalarni samarali amalga oshirish dolzarb muammolar sirasiga kiradi. Bunday tizimlarning samarali ishlashi uchun ma'lumotlarni nusxalash (replikatsiya) algoritmlaridan foydalanish zarur.

Tadqiqotda kamdan-kam o'zgaradigan ma'lumotlar uchun mos algoritmlar, tez-tez o'zgaruvchi ma'lumotlar uchun tarixiy replikatsiya usullari va aralash replikatsiya

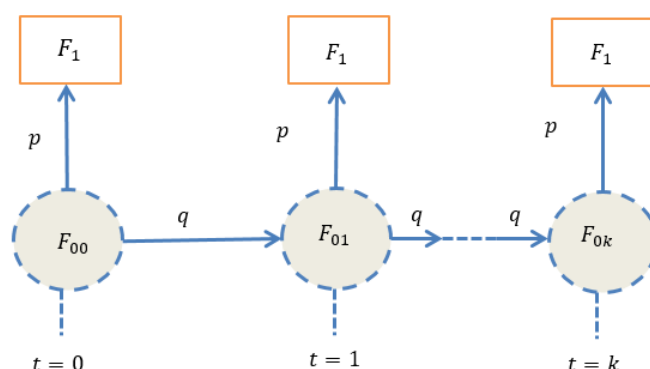
texnikalarining afzalliklari tahlil qilingan. Bundan tashqari, ushbu algoritmlarning matematik modellar asosida samaradorlik ko'rsatkichlari, tranzaksiyalar muvaffaqiyati ehtimollari va o'rtacha ishlash vaqtiga ta'siri batafsil o'rganilgan. Tadqiqot natijalari taqsimlangan tizimlarda ma'lumotlarning xavfsizligini ta'minlash va uzluksiz ishlash imkoniyatlarini oshirish uchun yangi yondashuvlarni taklif qiladi. Katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlashga mo'ljallangan zamonaviy texnologiyalar uchun bu ish dolzarb ahamiyatga ega.

Metodologiya

Ma'lumotlarni qayta ishlash tizimlarida fayllar yoki ma'lumotlar massivlarini operativ zaxiralashning algoritmini taklif etish va tizim ishlashi davomida ulardan foydalanish va yangilanishining o'ziga xos xususiyatlarini hisobga olgan holda tahlil qilishdir [1].

Quyida ushbu algoritmlarning umumiy tavsifi keltiriladi. Algoritm kamdan-kam yangilanadigan va doimiy ma'lumotlarni o'z ichiga oluvchi ma'lumotlar massivlarini zaxiralash uchun mo'ljallangan. Ikkinchi va uchinchi algoritmlar esa tez-tez yangilanadigan ma'lumotlar to'plamlariga moslashtirilgan. Ma'lumotlarni ishonchli himoya qilish va tizimning uzluksiz ishlashini ta'minlash maqsadida, ushbu algoritmlar asosida avtonom ma'lumotlarni boshqarish tizimida ma'lumotlar massivlari uchun operatsion zaxira tashkil qilinadi [5].

Doimiy ma'lumotlarni boshqarishda replikatsiya algoritmlari. Ushbu algoritmgaga muvofiq, tizimda doimiy ma'lumotlar massivining nusxalaridan operatsion zaxira yaratiladi [2]. Ushbu jarayondan foydalanganda ma'lumotlar massiviga so'rovni qayta ishlashda (select / insert / update yoki delete) tizimi xatti-harakati 1-rasmda ko'rsatilgan.



1-rasm. Doimiy ma'lumotlarni boshqarishda replikatsiya algoritmlari harakatining ko'rinishi.

Grafikda har bir vaqt oralig'ida ($t = 0, t = 1, \dots, t = k$) ma'lumotlar massivining holati va tranzaksiyani muvaffaqiyatli bajarish jarayoni aks ettirilgan. Boshlang'ich holat ($t=0$): asosiy massiv F ishlatiladi, agar asosiy massiv ishlasa (ehtimol p), tranzaksiya muvaffaqiyatli yakunlanadi. Agar ishlamasa (ehtimol q), tizim navbatdagi zaxira nusxaga o'tadi [3].

Ikkinchi bosqich ($t=1$): Agar birinchi nusxa ishlamay qolsa, tizim birinchi zaxira nusxasi (F_1) bilan ishlashni boshlaydi. Bu jarayonda tranzaksiyaning muvaffaqiyatli bajarilishi ehtimoli hali ham p ga teng, lekin zaxira nusxaning ishlamay qolish ehtimoli yana q hisobga olinadi [6].

Keyingi bosqichlar ($t=k$): Tizim zaxira nusxalarini navbatma-navbat foydalanadi. Agar k zaxira nusxasi bo'lsa, oxirgi bosqichda tizim F_k dan foydalanadi. Tranzaksiya

muvaqqiyatli bajarilmasa ham, bu jarayon zaxira nusxalarining tugaguniga qadar davom etadi.

Tizimda asosiy ma'lumotlar massivi mavjud: $F = \{F_0, F_1, \dots, F_k\}$

F_0 asosiy nusxa. $F_0, F_1, \dots, F_k$ - zaxira nusxalari.

Tranzaksiya bajarilganda: Agar asosiy massiv ishlasa (ehtimoli p), tranzaksiya muvaqqiyatli amalga oshadi. Agar u ishlamasa (ehtimoli q), tizim navbatdagi zaxira

nusxaga o'tadi. Tranzaksiya muvaqqiyatli amalga oshirilishi ehtimoli $p_k = 1 - q^{k+1}$

Bu yerda k - zaxira nusxalar soni, q - ishlamay qolish ehtimoli.

Tranzaksiyani qayta ishlashning o'rtacha vaqti ($E[T]$):

$$E[T] = \frac{\theta}{p} + (k-1)(1-q)$$

Bu formulada: θ - tranzaksiyani qayta ishlashga ketadigan vaqt. p - muvaqqiyatli ishlash ehtimoli. Zaxira nusxalari soni (k) cheklangan bo'lsa, tizimda barcha nusxalar ishlamay qolganda ma'lumotlar yo'qotilishi xavfi mavjud.

Bunday jarayon tizimda F_{00} asosiy ma'lumotlar massivi mavjud va bu massivning k zaxira nusxasi saqlanadi ($F_{00}, r=1, 2, \dots, k$). Faraz qilaylik, p - kiruvchi tranzaksiyani qayta ishlashda massivni foydalanish vaqti birligida yo'q qilinmaslik ehtimoli [7]. Keyin $q=p-1$ qarama-qarshi hodisaning ehtimoli, ya'ni tranzaksiyani qayta ishlash jarayonida massivni yo'q qilish ehtimoli. Agar massiv ishlatilmasa, uni yo'q qilish ehtimoli nolga teng. Agar q ehtimollik bilan $F_{01}, r=1, 2, \dots, (k-1)$ -massiv nusxasidan foydalanishning bir vaqt oralig'ida u yo'q qilinsa, uning keyingi nusxasi ($r+1$) keyingi vaqt oralig'ida tranzaksiyani qayta ishlash jarayonini yakunlash uchun ishlatiladi. Keyin ushbu algoritmdan foydalanganda tranzaksiyani muvaqqiyatli qayta ishlash ehtimoli $p_i = 1 - q^{k+1}$ ga teng bo'ladi va asosiy massiv va zaxira nusxalardan foydalanganda tranzaksiyani muvaqqiyatli qayta ishlashning o'rtacha vaqti $E(T_i^*) = \theta p^{-1} \{1 - q^{k+1} [1 + (k+1)p]\}$ ga teng bo'ladi [5].

Bu yerda θ - tranzaksiyani qayta ishlashga urinishning davomiyligi. Tranzaksiyani qayta ishlashning o'rtacha vaqti, uni qayta ishlash natijasidan qat'i nazar, quyidagilarga teng:

$$E(T_i) = \theta p^{-1} (1 - q^{k+1})$$

Replikatsiya algoritmi

Qadam 1: Kirish

Qadam 2: Tizimda asosiy ma'lumotlar massivi (F_0) va zaxira nusxalari ($F_1, F_2, \dots, F_k$) mavjud.

Qadam 3: p : Asosiy yoki zaxira nusxalarning ishlash ehtimoli ($0 < p \leq 1$)

Qadam 4: $q = 1 - p$: Ishlamaslik ehtimoli ($0 < q \leq 1$).

Qadam 5: Tranzaksiyani qayta ishlashga ketadigan vaqt θ (sekundlarda).

Qadam 6: Boshlang'ich holat:

Qadam 7: Tizim asosiy massiv F_0 dan foydalanishni boshlaydi.

Qadam 8: Agar F_0 muvaqqiyatli ishlasa (ehtimollik = p):

Qadam 9: Tranzaksiya muvaqqiyatli bajariladi va jarayon yakunlanadi.

Qadam 10: Agar F_0 muvaqqiyatli ishlasa (ehtimollik = q):

Qadam 11: Tizim birinchi zaxira nusxaga (F_1) o'tadi.

Qadam 12: Zaxira nusxalarni tekshirish ($i = 1, 2, \dots, k$):

Qadam 13: Har bir bosqichda, tizim zaxira nusxa (F_i) dan foydalanadi:

Qadam 14: Agar F_i ishlasa (ehtimollik = p):

Qadam 15: Agar tranzaksiya muvaqqiyatli bo'lsa, tizim jarayonni yakunlaydi.

Qadam 16: Agar F_i ishlamasa (ehtimollik = q):

Qadam 17: Tizim keyingi zaxira nusxaga (F_{i+1}) o'tadi.

Qadam 18: Agar oxirgi zaxira nusxa F_k ham ishlamasa;

Qadam 19: Agar barcha nusxalar muvaffaqiyatsiz bo'lsa:

Qadam 20: Tranzaksiya muvaffaqiyati ehtimoli hisob-kitobi:

Qadam 21: Tizim muvaffaqiyat ehtimoli quyidagicha hisoblanadi: $P = 1 - q^{k+1}$ bu yerda k : zaxira nusxalar soni.

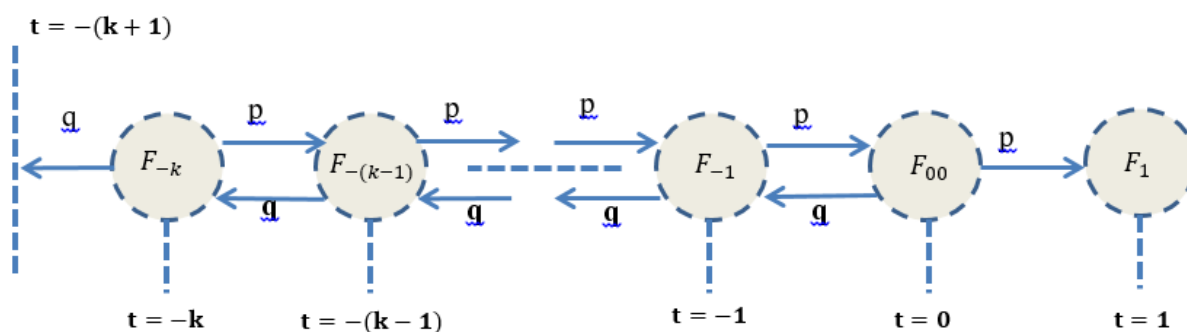
Qadam 22: Tranzaksiyani qayta ishlashning o'rtacha vaqti ($E[T]$):

Qadam 23: O'rtacha vaqtni aniqlash uchun quyidagi formula qo'llaniladi:

$E[T] = \theta(1 + (1 - q^{k+1}) / p)$ bu yerda: θ : Tranzaksiyani qayta ishlashga ketadigan vaqt. p : Nusxa muvaffaqiyatli ishlash ehtimoli. $q = 1 - p$: Ishlamaslik ehtimoli. k : Zaxira nusxalar soni.

Qadam 24 (Qo'shilgan): Tizim tranzaksiya muvaffaqiyatsizligini qayd etadi va jarayonni tugatadi.

Dinamik ma'lumotlar uchun tarixga asoslangan replikatsiya algoritmi. Ushbu algoritmdan foydalanganda tizim tez-tez o'zgarib turadigan ma'lumotlar bilan massiv tarixidan zaxira yaratadi [8]. Dinamik ma'lumotlar uchun tarixga asoslangan replikatsiya algoritmi rezervlar strategiyasidan foydalangan holda bunday ma'lumotlar massiviga so'rovni qayta ishlashda ma'lumotlarni qayta ishlashning xatti-harakati 2 - rasmda keltirilgan.



2-rasm. Dinamik ma'lumotlar uchun tarixga asoslangan replikatsiya algoritmi harakatining umumiy ko'rinishi.

Bu holatda tizimning xatti-harakati rasmiy ravishda "bir o'lchovli diskret tasodifiy yurish" jarayoni sifatida tavsiflanadi.

Algoritmning ketma-ketligi

1. Boshlang'ich holat ($t = 0$):
2. Tizim ma'lumotlar massivining asosiy nusxasi F bilan ishlashni boshlaydi.
3. Shu bilan birga, k ta zaxira nusxalari mavjud $F_1, F_2, \dots, F_k$
4. 2. Tizimga so'rov keladi:
5. Tizim so'rovni bajarishga urinadi:
6. So'rov muvaffaqiyatli bajarilishi ehtimoli p .
7. So'rov muvaffaqiyatsiz bo'lish ehtimoli $q = 1 - p$.
8. 3. Agar so'rov muvaffaqiyatli bajarilsa:
9. Tizim $t = 1$ holatiga o'tadi.
10. Asosiy ma'lumotlar yangilanadi va zaxiralar saqlanadi.
11. Tizim ishlashni davom ettiradi.
12. 4. Agar so'rov muvaffaqiyatsiz bo'lsa:
13. Tizim $t = -1$ holatiga tushadi.
14. Asosiy ma'lumotlar nusxasi yo'qoladi yoki buziladi.

15. 5. Zaxiralardan tiklash jarayoni:
16. Tizim avvalgi zaxira nusxalarini ishlatib ma'lumotlarni tiklashga harakat qiladi:
17. Har bir zaxiradan tiklash muvaffaqiyat ehtimoli p , muvaffaqiyatsizlik ehtimoli q .
18. Agar birinchi zaxira muvaffaqiyatsiz bo'lsa, keyingi zaxiraga murojaat qilinadi ($F_2, F_3, \dots$).
19. 6. Agar zaxira muvaffaqiyatli tiklansa:
20. Tizim $t = 0$ holatiga qaytadi.
21. Tizim normal ishlashni davom ettiradi.
22. 7. Agar barcha zaxiralar muvaffaqiyatsiz bo'lsa:
23. Tizim $t = -(k + 1)$ holatiga tushadi.
24. Bu holatda tizim ishlashni to'xtatadi yoki ma'lumotni tiklay olmaydi.

Vaqtning dastlabki momentida jarayon (tizim) nuqtada ($t = 0$), asosiy ma'lumotlar massivi F_{00} va k ma'lumotlar massivining tarixidan oldingi ($F_{-1}, \dots, F_{-k}$) mavjud. Bu yerda ma'lumotlar massivi tarixi deganda massivning oldingi versiyasi va uning mazmuniga (tranzaksiyalariga) ma'lum vaqt oralig'ida amalga oshirilgan o'zgarishlar jurnali tushuniladi. Jurnal, qoida tariqasida, massiv ma'lumotlarini qo'shish, o'chirish va o'zgartirish operatsiyalari haqidagi ma'lumotlarni yozib oladi. TMQI da olingan ma'lumotlar massiviga (tranzaksiya) so'rov p ehtimolligi bilan muvaffaqiyatli qayta ishlanishi mumkin. Bunday holda, jarayon ($t = 1$) nuqtaga boradi. Biroq, nolga teng bo'lmagan ehtimollik ($q = 1 - p$) mavjud tranzaksiyani qayta ishlashda F_{00} massivi yo'q qilinadi va jarayon ($t = -1$) holatga o'tadi. Bunday holda, F_{-1} ning orqa tarixidan foydalanib, vayron qilingan F_{00} massivini qayta tiklashga harakat qilinadi. Natijada, F_{00} massivni p ehtimollik bilan tiklash mumkin va keyin jarayon ($t = 0$) holatiga o'tadi. Biroq, oldingi xolat bo'yicha F_{-1} ning o'zi q ehtimolligi bilan yo'q qilinishi mumkin. Ikkinchi holda, jarayon ($t = -2$) holatiga o'tadi va F_{-2} tiklash uchun boshqalar yordamida F_{-1} tarixni tiklashga harakat qilinadi [9].

Ta'riflangan jarayonni nuqtada ($t = 1$) va ($t = -(k + 1)$) nuqtada ikkita yutish holatiga ega bo'lgan butun sonli to'g'ri chiziq bo'ylab diskret tasodifiy yurish jarayoni sifatida talqin qilish mumkin. Keyin k ta tarix zaxirasiga ega bo'lgan ma'lumotlar massiviga kirishda tranzaksiyani muvaffaqiyatli qayta ishlash ehtimoli $p_{II} = p[\rho^{k+2} - q^{k+2}]^{-1}[p^{k+1} - q^{k+1}]$ ga teng bo'ladi.

p_{II} -Bu tizimda tranzaksiya muvaffaqiyatli qayta ishlash ehtimolini ifodalaydi. Ushbu ehtimol zaxiralar soni k , muvaffaqiyat ehtimoli p , va tizimning ichki parametrlari bilan bog'liq. p : Tizimning ichki ishonchlilik ko'rsatkichi. Bu ko'rsatkich tizimning umumiy muvaffaqiyat ehtimolini oshiradi. $p^{k+1} - q^{k+1}$ bu qism tranzaksiya muvaffaqiyat ehtimoli bilan muvaffaqiyatsizlik ehtimoli o'rtasidagi farqni ko'rsatadi. Zaxira soni (k) oshgani sari bu qiymat zaxiralarning umumiy ta'sirini hisobga oladi. $[\rho^{k+2} - q^{k+2}]$: Bu qism har bir tranzaksiya bosqichida muvaffaqiyat va muvaffaqiyatsizlik ehtimollari o'rtasidagi farqni ko'rsatadi. $k+1$ -darajali ko'paytmalar tranzaksiyaning qadamlar soniga bog'liq. $[\rho^{k+2} - q^{k+2}]^{-1}$: Bu qism tranzaksiya muvaffaqiyatsiz bo'lish ehtimolini kamaytirish uchun ishlatiladi. Bu qiymat zaxiralar va tizimning ichki sifatiga bog'liq.

Qayta ishlash natijasidan qat'i nazar, tranzaksiyani qayta ishlashning o'rtacha vaqti

$$E(T_{II}) = \left[\frac{\theta}{q-p} \right] \left[k + 1 - (k + 2) \times \frac{1 - (qp^{-1})^{k+1}}{1 - (qp^{-1})^{k+2}} \right]$$

Agar yuqoridagi algoritmardan biriga muvofiq so'rovni ko'rib chiqishda zaxira qisman yoki to'liq yo'q qilingan bo'lsa, keyin vayron qilingan zaxirani tiklash maxsus ma'lumotlar zaxirasi arxivi yordamida amalga oshiriladi (1-jadval). Qayta tiklash jarayoni ish vaqtdan

tashqari yoki past ustuvorlik bilan amalga oshiriladi yoki zaxira butunlay yo'q qilinganda darhol yuqori ustuvorlik bilan boshlanadi.

1-jadval.

Solishtirma jadval.

Ko'rsatkich	Mazmuni	Eslatma
Replikatsiya algoritmi	Ma'lumotlarni zaxiralash va tranzaksiyalarni muvaffaqiyatli bajarish uchun turli algoritmlar ishlab chiqilgan.	Doimiy, tez-tez o'zgaruvchi va aralash replikatsiya algoritmlari keltirilgan.
Ishonchlilik ko'rsatkichi (ρ_3)	$\rho_3 = 1 - [q^{y+2} - p^{y+2}] - 1 \cdot [q^{x+y+1} \cdot (q - p)]$	Ishlash ehtimoli p , nusxalar va tarix nusxalari soni x va y bilan bog'liq.
Tranzaksiyani qayta ishlash vaqti ($M[T_3]$)	$M[T_3] = \theta p^{-1} (1 - q^x) + \frac{\theta q^x}{q - p} \left[(y - 1) - \frac{(y + 2) [1 - (qp^{-1})^{y+1}]}{1 - (qp^{-1})^{y+2}} \right]$	Nusxalar va tarix zaxiralarining samaradorligini hisoblash uchun ishlatiladi.
Doimiy replikatsiya algoritmi	Kamdan-kam yangilanadigan ma'lumotlar uchun mo'ljallangan. Tranzaksiyani muvaffaqiyatli amalga oshirish ehtimoli $P = 1 - q^{k+1}$	Zaxira nusxalari soni k oshgani sari muvaffaqiyat ehtimoli ortadi.
Tarixga asoslangan algoritm	Tez-tez o'zgaruvchi ma'lumotlarni tiklash uchun ishlatiladi. Muvaffaqiyat ehtimoli $p = \rho[\rho - q][p - q]$.	Tarixiy zaxira nusxalari y muvaffaqiyatni oshiradi.
Aralash replikatsiya algoritmi	Nusxalar va tarixning birlashtirilgan strategiyasi orqali ishonchli va uzluksiz tizimni ta'minlaydi.	Eng yuqori samaradorlikni ta'minlaydi, lekin hisoblash murakkabligi yuqoriroq.
O'rtacha tranzaksiya vaqti $M[T]$	O'rtacha vaqt tarix va nusxa soniga bog'liq.	Tizimning umumiy samaradorligini baholash uchun qo'llaniladi.
Algoritmlar samaradorligi	Algoritmlar tarix va nusxalar soniga qarab samaradorlik ko'rsatadi. Tarixiy nusxalar tez-tez o'zgaruvchi ma'lumotlarda, nusxalar esa doimiy ma'lumotlarda afzal.	Samaradorlik k, y va p, q ko'rsatkichlariga bevosita bog'liq.
Qo'llash sohalari	Taqsimlangan va bulutli tizimlarda katta hajmdagi ma'lumotlarni xavfsiz zaxiralash va tiklash.	Ma'lumotlar uzluksizligi va xavfsizligini ta'minlash uchun muhim.

algoritmlari kamdan-kam o'zgaradigan ma'lumotlar uchun, dinamik ma'lumotlar uchun tarixga asoslangan replikatsiya algoritmi esa tez-tez o'zgaruvchi ma'lumotlar uchun samaralidir.

Xulosa

Mazkur tadqiqotda taqsimlangan ma'lumotlarni qayta ishlash tizimlarida ma'lumotlarni nusxalash algoritmlarining samaradorligini oshirishga qaratilgan yondashuvlar va ularning amaliy ahamiyati tahlil qilindi. Tadqiqotning asosiy natijasi sifatida tizimda uzluksizlikni ta'minlash va ma'lumotlarning yo'qolish xavfini minimallashtirish imkonini beruvchi yangi algoritmlar ishlab chiqildi va ularning ishlash samaradorligi matematik modellar asosida tasdiqlandi. Doimiy ma'lumotlar uchun replikatsiya algoritmi ishlab chiqilib, uning yordamida kamdan-kam yangilanadigan ma'lumotlarni zaxiralash samaradorligi oshirildi. Tez-tez o'zgaruvchi ma'lumotlar uchun tarixga asoslangan replikatsiya algoritmi taklif etilib, ma'lumotlarni tezkorlik bilan tiklash mexanizmi muvaffaqiyatli namoyish etildi. Aralash replikatsiya algoritmi yaratilib, unda bir nechta strategiyalarni birlashtirish orqali tizimning ishonchiligi va moslashuvchanligi oshirildi. Tahlillar natijasida zaxira nusxalari soni, tranzaksiyalarni muvaffaqiyatli bajarish ehtimoli va o'rtacha ishlash vaqtining optimallashtirishga ta'sir qiluvchi omillar aniqlandi. Ishlab chiqilgan algoritmlarning matematik modellar asosida ehtimollik va vaqt xarajatlari baholandi, bu esa ularning amaliy qo'llash imkoniyatlarini aniq ko'rsatdi. Tadqiqot natijalari taqsimlangan tizimlarda ma'lumotlarni himoyalash va uzluksiz ishlashni ta'minlashga oid dolzarb masalalarni hal qilishga yo'naltirilgan. Ushbu yondashuvlar katta hajmdagi ma'lumotlarni boshqarish zarur bo'lgan tarmoq va bulutli hisoblash tizimlarida qo'llanilishi mumkin. Kelgusida algoritmlarni yanada takomillashtirish va ularni real tizimlarga joriy etish bo'yicha tadqiqotlar olib borilishi ushbu sohadagi yutuqlarni yanada kengaytirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

- [1]. Collier N., Wozniak J.M., Stevens A., Babuji Y., Binois M., Fadikar A., Würth A., Chard K., Ozik J. Developing Distributed High - performance Computing Capabilities of an Open Science Platform for Robust Epidemic Analysis // Proceeding of the IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium Workshops (St. Petersburg, FL, 15 - 19 May, 2023). IEEE, 2023. P. 868 - 877.
- [2]. Созонтов А. В. Распределенные информационные системы: особенности применения и построения // Актуальные исследования. 2023. №37 (167). Ч.I. С. 69-74
- [3]. Kumar N, Mathuria A (2017) Improved write access control and stronger freshness guarantee to outsourced data. In: Proceedings of the 18th International Conference on Distributed Computing and Networking, Hyderabad, India, January 5–7, 2017, 2017, p 19.
- [4]. Fritzke Jr U, Valentim RP, Gomes LAF (2008) Adaptive replication control based on consensus. In: Proceedings of the 2nd Workshop on Dependable Distributed Data Management, pp 1–10
- [5]. Юсупбеков Н.Р., Исмаилов О.М. Методы и алгоритмы анализа и обработки сетевого трафика в системах управления производственными объектами//Химическая технология. Контроль и управление. –Ташкент: ТГТУ, 2017. –№5 (77). –С. 47–54.

- [6]. Sahoo J., Salahuddin M.A., Glitho R. A Survey on Replica Server Placement Algorithms for Content Delivery Networks. IEEE Communications Surveys & Tutorials. 2016. p. 30.
- [7]. Дегтярев, Д.И. Безопасная компиляция и архитектуры защищенных модулей / Д. И. Дегтярев, О. А. Какорина // Безопасность информационных систем и технологий в условиях цифровой экономики: Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Волгоград, 27-28 октября 2021 года / Редколлегия: О.А. Какорина, Ю.С. Бахрачева, Т.А. Попова. – Волгоград: Волгоградский государственный университет, 2021. – С. 23-26.
- [8]. Sahoo J., Salahuddin M.A., Glitho R. A Survey on Replica Server Placement Algorithms for Content Delivery Networks. IEEE Communications Surveys & Tutorials. 2016. P. 30.
- [9]. Ismailov O.M., & Dadamuxamedov A.I. (2024). The mathematical model of the structure of the interfaith system and the processes of information exchange. Journal of Advances in Engineering Technology, (4), 102-109.
- [10]. Ismailov O.M., & Dadamuxamedov A.I. (2024). Serverlarida ma'lumotlarni ishonchli va o'z vaqtida yetkazish masalalari. International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences, 5 (3), 68-76.