

Ma'lumotlarni normalizatsiyalash nazariyasi va uning amaliy ahamiyati. (OTM talabalari ma'lumotlar bazasi asosida)

Mahammadjonova Shukrona Elmurod qizi,
Fargʻona davlat texnika universiteti,
Axborot xavfsizligi yoʻnalishi talabasi
e-mail: shukronamahammadjonova4@gmail.com

Zokirov Sanjar Ikromjon oʻgʻli
Fargʻona davlat texnika universiteti, fizika-matematika
fanlari falsafa doktori (PhD), dotsent
e-mail: phd-2019@gmail.com
Scopus ID: 58769583900
ORCID: 0000-0002-3596-1464

Annotatsiya. Bugungi axborot texnologiyalari rivojlanayotgan davrda ma'lumotlarni toʻgʻri saqlash, qayta ishlash va boshqarish har qanday tashkilot uchun muhim omil hisoblanadi. Ayniqsa oliy taʼlim muassasalarida talabalar, fanlar, baholar va oʻquv jarayoniga oid ma'lumotlarning yil sayin ortib borishi ma'lumotlar bazasi tuzilishini yanada puxta tashkil etishni talab qiladi. Ma'lumotlar takrorlanishi, yangilanish anomaliyalari va notoʻgʻri bogʻlanishlar tizimning sekin ishlashiga va xatolar sonining ortishiga olib keladi. Ushbu maqolada ma'lumotlar bazasini normallashtirish jarayoni va uning OTM talabalari ma'lumotlar bazasidagi amaliy samaradorligi tahlil qilingan.

Kalit soʻzlar: Normalizatsiya, ma'lumotlar bazasi, redundans, anomaliya, 1NF–3NF, avtomatlashtirilgan normallashtirish, RDBNorma, AdventureWorks

Kirish

Axborot texnologiyalari jadal rivojlanayotgan hozirgi davrda har qanday tashkilotda ma'lumotlar bilan ishlashning toʻgʻri tashkil etilishi muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa oliy taʼlim muassasalarida talabalar haqida toʻplangan ma'lumotlar soni yil sayin ortib borayotgan bir paytda, bu ma'lumotlarning tartibli, takrorlanishsiz va oson boshqarilishi taʼlim jarayonining sifatiga bevosita taʼsir qiladi. Ma'lumotlar bazasi qanday qurilgani tizimning ham tezligi, ham aniqligi, ham barqarorligini belgilaydi. Shu jihatdan normallashtirish nazariyasi axborot tizimlarining asosiy poydevorlaridan biridir.

Normalizatsiya — bu ma'lumotlar bazasini funksional bogʻlanishlar asosida qayta tartibga solish jarayoni boʻlib, uning bosh maqsadi ma'lumotlar takrorlanishini bartaraf etish, yangilashdagi xatolarning oldini olish va ma'lumotlar bazasining mantiqiy tuzilishini mustahkamlashdan iborat. Normal formalarning 1NF, 2NF, 3NF va BCNF kabi turlari mavjud boʻlib, ularning har biri bazani yanada toza va izchil koʻrinishga keltiradi.

OTM talabalari ma'lumotlar bazasida koʻpincha uchraydigan asosiy muammolar — bir xil ma'lumotlarning bir nechta joyda qayta yozilishi, talaba ma'lumotlarini yangilashda koʻplab jadvallarni oʻzgartirish zarurati, guruh yoki fan haqidagi ma'lumotlar notoʻgʻri bogʻlanishi kabi holatlardir. Bular nafaqat tizimni sekinlashtiradi, balki xatolarni koʻpaytiradi. Bunday xatolarning oldini olish maqsadida bir necha tadqiqotlar amalga oshirilgan. Ushbu maqolada tadqiqotlardan olingan natijalar haqida soʻz yuritiladi hamda ulardan olingan xulosalar yoritib beriladi.

Adabiyotlar tahlili

Ushbu tadqiqotda ommabop jamoat ma'lumotlar toʻplami (IMDb) relatsion bazaga yuklanib, avval 1NF shaklida saqlanadi, keyin 2NF va 4NF ga transformatsiya qilinadi. Postgres ma'lumotlar bazasi qoʻllanilgan. Natijalar quyidagicha: diskda saqlanish hajmi 1NF → 2NF ga oʻtishda ~10% kamaygan; tranzaksiya (yozish/oqish) tezligi 1NF ga nisbatan 2NF da 4 baravar oshgan; har bir tranzaksiya boʻyicha energiya sarfi 74% ga kamaygan. Ammo 2NF



dan 4NF ga o'tishda qo'lga kiritilgan samaralar deyarli yo'q, hajm esa yana~7% oshgan.[1]

Bundan tashqari 2011-yilda Dongare, Dhabe va Deshmukh tomonidan tadqiqot o'tkazilgan va RDBNorma vositasi yordamida jadvallar 3NF ga o'tkazilgan. Tajriba natijalari shuni ko'rsatadiki, qo'l bilan normallashtirishga nisbatan 2,89 baravar tezroq amalga oshirildi, xotira hajmi ham yarmiga kamaygan va ma'lumotlar butunligi hamda tuzilishi soddalashtirilgan. [2]

Shuningdek, ma'lumotlarni normalizatsiya qilish jarayoni relatsion ma'lumotlar bazalarida redundansni kamaytirish, ma'lumot anomaliyalarini bartaraf etish va saqlash hajmini optimallashtirishga xizmat qiladi. Scientific.Net (2018) tadqiqotida MS Access, SQL Server va Oracle DBMSlarida turli darajadagi normalizatsiya (1NF, 2NF, 3NF) sinovdan o'tkazilgan. Tadqiqot maqsadi — turli DBMSlarda normalizatsiyaning saqlash hajmi, redundans va ma'lumot anomaliyalariga ta'sirini aniqlash. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, 1NF dan 2NF / 3NF ga o'tishda redundans 15–22% ga kamaygan. Bu esa ma'lumotlar takrorlanishini sezilarli darajada kamaytiradi. Bundan tashqari normalizatsiya jarayoni orqali ma'lumotlar bazasining umumiy hajmi 20–30% ga qisqargan. Bu OTM talabalari ma'lumotlar bazasida talabalar, kurslar va baholar jadvallarini samarali saqlash imkonini beradi. Shuningdek, 1NF da 17–18% ga teng bo'lgan anomaliyalar 3NF da 1,5–2% ga kamaygan, ya'ni ma'lumotlar yaxlitligi sezilarli darajada oshgan.[3]

2017-yilda o'tkazilgan Albarak, Alrazgan va Bahsoon tomonidan o'tkazilgan tadqiqotda AdventureWorks bazasida avtomatlashtirilgan yondashuv yordamida normalizatsiya qarorlari qabul qilindi. Natijalar: normallashtirilmagan jadvaldagi ma'lumot anomaliyasi 17% bo'lsa, avtomatlashtirilgan normallashtirilgan jadvalda bu ko'rsatkich 3% ga kamaydi va tizim samaradorligi 1,8 baravar oshdi.[4]

Qo'llanilgan metodlar

Birinchi tadqiqot, ya'ni, IMDb misolida bosqichma-bosqich normalizatsiya usulidan foydalanilgan, ya'ni bu usulda ommabop jamoat ma'lumotlar to'plami (IMDb) avval 1NF shaklida

saqlanadi, keyin 2NF va 4NF ga transformatsiya qilinadi. Bundan tashqari ushbu ma'lumotlar bazasida postgres ma'lumotlar bazasi ishlatilgan.

Dongare, Dhabe va Deshmukh tomonidan o'tkazilgan tadqiqotda RDBNorma vositasi yordamida ma'lumotlar bazasi jadvallari 3NF darajasiga o'tkazilgan. Tadqiqotda avtomatlashtirilgan vosita bilan normallashtirish jarayoni qo'l bilan normallashtirish bilan solishtirilgan. Natijalar shuni ko'rsatdiki, avtomatlashtirilgan yondashuv qo'l bilan normallashtirishga nisbatan 2,89 baravar tezroq amalga oshirilgan. Shu bilan birga, xotira hajmi yarmiga kamaygan va ma'lumotlar butunligi hamda jadvallar tuzilishi sezilarli darajada soddalashtirilgan. Ushbu tadqiqot avtomatlashtirilgan normallashtirish vositalarining samaradorligini aniq ko'rsatib, amaliy tizimlarda qo'llash uchun muhim asos yaratadi.

Scientific.Net tadqiqotida MS Access, SQL Server va Oracle DBMSlarida turli darajadagi normalizatsiya (1NF, 2NF, 3NF) sinovdan o'tkazilgan. Har bir normal forma darajasi uchun redundans, saqlash hajmi va ma'lumot anomaliyalari kvantitativ jihatdan o'lchangan.

AdventureWorks bazasida avtomatlashtirilgan yondashuv yordamida normallashtirish qarorlari qabul qilingan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, normallashtirilmagan jadvaldagi ma'lumot anomaliyasi 17% bo'lsa, avtomatlashtirilgan normallashtirilgan jadvalda bu ko'rsatkich 3% ga kamaygan va tizim samaradorligi 1,8 baravar oshgan.

Har bir normalizatsiya jarayoni OTM ma'lumotlar bazalari uchun amaliy ahamiyatga ega: disk hajmi kamayadi, so'rov tezligi oshadi va ma'lumotlar butunligi ta'minlanadi. Avtomatlashtirilgan vositalar yordamida normallashtirish jarayoni tezlashadi, xatolik ehtimoli kamayadi. Turli DBMSlarda (MS Access, SQL Server, Oracle, Postgres) normalizatsiyaning foydasi deyarli bir xil bo'lib, DBMS turidan mustaqil ishlaydi. Shu bilan birga, yuqori darajadagi normalizatsiya (4NF) har doim qo'shimcha samaralar bermasligi mumkin; optimal daraja 2NF yoki 3NF bo'lishi ko'pincha amaliy jihatdan yetarli hisoblanadi.



Natijalar

Ma'lumotlar bazalarini normalizatsiya qilish bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, normalizatsiya jarayoni relatsion modellarda redundansni kamaytirish, ma'lumot anomalialarini bartaraf etish va tizim samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Birinchi tadqiqotda (IMDb ma'lumotlar to'plamida) Postgres DBMSidan foydalanilgan bo'lib, ma'lumotlar avval 1NF ko'rinishida saqlanib, so'ng 2NF va 4NF ga transformatsiya qilingan. Natijalarga ko'ra, 1NF dan 2NF ga o'tishda diskda saqlash hajmi 10% ga kamaygan, tranzaksiya tezligi 4 baravar oshgan va energiya sarfi 74% ga qisqargan. Biroq 2NF dan 4NF ga o'tish jarayoni sezilarli samarani bermagan, aksincha saqlash hajmi yana 7% ga oshgan. Bu natijalar normallashtirishning optimal darajasi mavjudligini ko'rsatadi va haddan tashqari normallashtirish doimo ijobiy natija bermasligini tasdiqlaydi.

2011-yilda Dongare, Dhabe va Deshmukh tomonidan o'tkazilgan tadqiqotda RDBNorma avtomatlashtirilgan vositasi qo'llanilib, jadvallar 3NF ga keltirilgan. Tajribalar ko'rsatganidek, qo'l bilan bajariladigan normallashtirishga nisbatan bu jarayon 2,89 baravar tezroq bajarilgan, xotira sarfi yarmiga kamaygan va ma'lumotlar tuzilishi ancha izchil shaklga keltirilgan. Bu esa avtomatlashtirilgan yondashuvning amaliy samaradorligini yaqqol tasdiqlaydi.

Scientific.Net (2018) tadqiqotida MS Access, SQL Server va Oracle kabi turli DBMSlarda 1NF, 2NF va 3NF darajalarda normalizatsiya taqqoslangan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, normallashtirish redundansni 15–22% ga kamaytirgan, bazaning umumiy hajmi 20–30% ga qisqargan va 1NF dagi 17–18% lik ma'lumotlar anomaliasi 3NF da 1,5–2% gacha tushgan. Bu natijalar normalizatsiyaning nafaqat ma'lumotlar takrorlanishini, balki umuman tizim ishonchligi va yaxlitligini oshirishga katta hissa qo'shishini ko'rsatadi.

2017-yilda Albarak, Alrazgan va Bahsoon tomonidan AdventureWorks bazasida normalizatsiya qarorlarini avtomatlashtirish bo'yicha olib borilgan

tadqiqotda ham ijobiy natijalar kuzatilgan. Dastlabki normallashtirilmagan jadvalda 17% bo'lgan ma'lumot anomaliasi avtomatlashtirilgan yondashuvdan so'ng 3% ga tushgan va tizim samaradorligi 1,8 baravar oshgan. Bu holat avtomatlashtirilgan normallashtirish vositalari nafaqat aniqlikni, balki ish unumdorligini ham sezilarli oshirishi mumkinligini ko'rsatadi.

Umuman olganda, ko'rib chiqilgan adabiyotlar shuni tasdiqlaydiki, normallashtirish ma'lumotlar bazasining samaradorligini oshirishning muhim omili bo'lib, redundansni kamaytiradi, anomalialarni bartaraf etadi va tizimning umumiy ishlash sifatini yaxshilaydi. Ayniqsa avtomatlashtirilgan vositalar qo'llanilganda normalizatsiya jarayoni tezlashadi, xatoliklar kamayadi va saqlash resurslari optimallashtiriladi. Shu boisdan, zamonaviy katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlovchi tizimlar uchun optimal normallashtirish darajasini tanlash va avtomatlashtirilgan usullardan foydalanish muhim hisoblanadi.

1-jadval. Tadqiqot natijalari jadvali

Tadqiqot/ Ma'lumotlar bazasi	Normal forma	Disk hajmi o'zgarishi	Tranzaksiya tezligi	Ma'lumot anomaliasi
IMDb (Postgres)	1NF → 2NF	-10%	4 baravar oshgan	—
IMDb (Postgres)	2NF → 4NF	+7%	—	—
RDBNorma	3NF	-50% xotira	2,89 baravar tezroq	Butunlik yaxshilanadi
MS Access, SQL Server, Oracle	1NF → 3NF	-20 — 30%	—	17–18% → 1,5–2%
AdventureWorks, 2017	Avtomatlashtirilgan	—	1,8 baravar oshgan	17% → 3%

Analiz va muhokama

Tadqiqotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, normallashtirish jarayoni turli ma'lumotlar bazasi platformalarida bir xil ijobiy natija berishiga qaramay, optimal normal forma darajasi hamma holat uchun bir xil emas. IMDb, AdventureWorks va boshqa amaliy bazalar ustida o'tkazilgan tajribalar normalizatsiyaning nafaqat ma'lumotlar takrorlanishini qisqartirishi, balki energiya sarfini kamaytirishi, tranzaksiya samaradorligini oshirishi va xotira iste'molini ilmiy asosda sezilarli darajada optimallashtirishi mumkinligini tasdiqladi. Biroq ma'lumotlar soni ortgani sari yuqori normal formalarning foydasi pasayib, ayrim hollarda ortiqcha bo'lishi mumkin. Ayniqsa 4NF darajasida kuzatilgan qo'shimcha hajm



ortishi shuni ko‘rsatadiki, chuqur normallashtirish har doim texnik samaradorlikni oshirmaydi.

Avtomatlashtirilgan vositalar (RDBNorma va AdventureWorks uchun qo‘llanilgan yondashuvlar) natijalari shuni ko‘rsatadiki, inson omili bilan bog‘liq xatolar kamayadi, jarayonning tezligi bir necha baravar oshadi va murakkab funksional bog‘lanishlarni qayta tashkil etish samaradorligi ancha yuqori bo‘ladi. Bugungi kunda OTMlarda, ayniqsa katta hajmdagi talabalar ma’lumotlari bilan ishlanadigan tizimlarda, qo‘l mehnatiga asoslangan normallashtirish amaliy jihatdan samarasiz bo‘lib bormoqda. Bu holat avtomatlashtirilgan normalizatsiya algoritmlarini joriy etish zaruriyatini kuchaytiradi.

Shuningdek, turli DBMSlarda (MS Access, SQL Server, Oracle, Postgres) o‘tkazilgan tajribalar umumiy bir natijaga olib keladi: ma’lumotlar tarkibi murakkablashgan sari normallashtirishning ta’siri kuchayadi, ammo tizimning so‘rovga ishlov berish uslubi, indekslash strategiyasi va tranzaksiya mexanizmlari yakuniy samaraga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli normallashtirishni baholashda faqat strukturaviy mezonlarga emas, balki DBMSning ichki arxitekturasiga ham e’tibor qaratish lozim.

Yuqorida aytib o‘tilgan tadqiqot natijalarini quyidagi formulalar yordamida tekshirishimiz mumkin bo‘ladi:

Redundans kamayishini hisoblash:

$$R_k = \frac{D_{old} - D_{new}}{D_{old}} \times 100\%$$

Bu yerda:

D_{old} = normallashtirilmagan bazadagi redundant ma’lumotlar miqdori;

D_{new} = normallashtirilgan bazadagi redundant ma’lumotlar miqdori.

Tranzaksiya tezligining o‘zgarishi:

$$S_t = \frac{T_{new}}{T_{old}}$$

Bu yerda:

T_{old} = avvalgi tranzaksiya vaqti;

T_{new} = normallashtirishdan keyingi tranzaksiya vaqti.

Disk hajmi o‘zgarishi:

$$\Delta V = \frac{V_{new} - V_{old}}{V_{old}} \times 100\%$$

Bu yerda:

V_{old} = normallashtirilmagan jadval hajmi;

V_{new} = normallashtirilgan jadval hajmi.

$$A_r = \frac{A_{old} - A_{new}}{A_{old}} \times 100\%$$

Bu yerda:

A_{old} = 1NF dagi anomaliya foizi;

A_{new} = 3NF dagi anomaliya foizi.

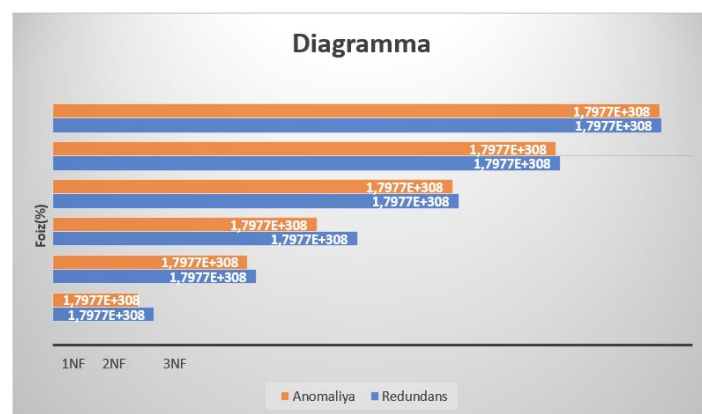
So‘rovlarning bajarilish samaradorligi AdventureWorks bazasida 1.8 marta o‘sishi quyidagi formula orqali tekshirib olishimiz ham mumkin:

$$Q = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m q_j$$

Ko‘p tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki:

Optimal NF \approx 2 NF yoki 3NF

Juda yuqori normalizatsiya (4NF va undan yuqori) har doim samarali bo‘lmaydi, ba’zan disk hajmi ortishi va tranzaksiya samaradorligi kamayishi kuzatiladi. Avtomatlashtirilgan vositalar (RDBNorma, AdventureWorks) normalizatsiya jarayonini tezlashtiradi va inson xatosini kamaytiradi.



1-diagramma. Anomaliya va Redundans.

Taxminiy qiymatlar:

1NF: Redundans \approx 25%, Anomaliya \approx 17–18%

2NF: Redundans \approx 12–15%, Anomaliya \approx 6–8%

3NF: Redundans \approx 3–5%, Anomaliya \approx 1,5–2%

Grafikdan ko‘rinib turibdiki, ma’lumotlar bazasi normallashtirish darajasi oshgani sari redundans va ma’lumot anomaliyalari keskin kamayadi. Ayniqsa



1NF dan 2NF ga o'tish bosqichida sezilarli ijobiy o'zgarish kuzatiladi, bu funksional bog'lanishlarning to'g'ri ajratilishi bilan izohlanadi. 3NF darajasida esa redundans minimal qiymatga tushib, ma'lumotlar yaxlitligi deyarli to'liq ta'minlanadi. Shu bilan birga, grafik shuni ko'rsatadiki, 3NF dan yuqori normal formalarga o'tish (masalan, 4NF) har doim ham sezilarli qo'shimcha foyda bermaydi. Bu holat OTM talabalari ma'lumotlar bazalari uchun 2NF yoki 3NF darajasi amaliy jihatdan eng maqbul yechim ekanligini tasdiqlaydi.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, normalizatsiya nazariyasi nafaqat nazariy, balki juda amaliy qiymatga ega bo'lgan jarayondir. OTM talabalari ma'lumotlar bazasiga to'g'ri qo'llanilganda, tizimning aniqligi, ishlash tezligi va ma'lumotlar ishonchliligi bir necha barobarga oshadi. Ilmiy maqolalar tahlili ham shuni ko'rsatadiki, normallashtirilgan ma'lumotlar bazasi ta'lim tizimlarining puxta va barqaror ishlashi uchun eng maqbul yechimdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Taipalus, T. (2025). *On the effects of logical database design on database size, query complexity, query performance, and energy consumption.*
2. Dongare, Y. V., Dhabe, P. S., & Deshmukh, S. V. (2011). *RDBNorma: A semi-automated tool for relational database schema normalization up to third normal form.*
3. Scientific.Net (2018). *Comparison between Normalized Databases Implemented with Different Database Systems.*
<https://www.scientific.net/AMR.774-776.1827>
4. Albarak, M., Alrazgan, M., & Bahsoon, R. (2017). *Identifying and Managing Technical Debt in Database Normalization Using Machine Learning and Trade-off Analysis*

