Bozorov E. Kh.
Kubayev A. E.

MONTE-KARLO USULI

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

SAMARQAND DAVLAT TIBBIYOT UNIVERSITETI

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI
YADRO FIZIKASI INSTITUTI

Bozorov E. Kh.
Kubayev A. E.

MONTE-KARLO USULI

O‘quv - uslubiy qo‘llanma

Samarqand – 2024

UO'K: 456.102.3

Bozorov E.Kh., Kubayev A. E. Monte-Karlo usuli. O'quv - uslubiy qo'llanma. – Samarqand: "SamDCHTI" nashriyoti, 2024. – 24 bet.

O'quv-uslubiy qo'llanma "matematik modellashtirish asoslari" ma'ruza kursi asosida tuzilgan bo'lib, oliy o'quv yurtlarida matematik modellashtirish yo'nalishi bakalavrlari uchun mo'ljalangan. Qo'llanmada matematik modelni Monte-Karlo usuli, tarixi, mohiyati va Monte-Karlo usulining xatosini baholash usullsri ko'rib chiqiladi. Tibbiyot sohasida Rentgenologik tekshiruvlar paytida Monte-Karlo modellashtirish usulidan foydalanib bemorning a'zolaridagi nurlanish darajalarini baholash kabi mavzular kirinilgan. Qo'llanma universitet talabalari, aspirantlar va matematik modellashtirish jarayonlarini o'rganadigan mutaxassislar uchun mo'ljallangan.

Ushbu o'quv-uslubiy qo'llanma № AM-PZ-2019062031 « "Yadro energetikasi", "Yadro tibbiyoti va texnologiyalari", "Radiasion tibbiyoti va texnologiyalari" fanlari bo'yicha bakalavr va magistrlar uchun multimediali darsliklarini yaratish» nomli innovasion loyixa doirasida yozib tayorlangan materiallarning pedogogik taxlili asosida yozilgan bo'lib, darsliklar mualliflariga minnatdorchilik bildiramiz.

Taqrizchilar:
Uz R FA Yadro fizikasi instituti
Yadro tibbiyoti laboratoriyasi katta
ilmiy xodimi, f. -m f. n.: **N.T. Sulaymanov**

Samarqand davlat tibbiyot universiteti
«Informatika, informatsion
texnologiyalari» kafedrasi mudiri dotsent: **S.A. Karabayev**

Ushbu o'quv-uslubiy qo'llanma SamDTU kengashi tomonidan 1-noyabr 2023-yil 3-sonli bayonnomasi bilan nashrga tavsiya etilgan.

SamDCHTI" nashriyoti, 2024

MUNDARIJA

KIRISH 4
1. MONTE-KARLO USULI 6
1.1 Monte-Karlo usulining tarixi 6
1.2 kompyuterda tasodifiy o'zgaruvchilarni olish tamoyillari 7
1.3 Monte-Karlo usulining mohiyati 9
1.4 Monte-Karlo usulining xatosini baholash 10
2. MONTE–KARLO USULINI JARAYONLARNI MODELLASHTIRISHDA QO'LLASH 12
2.1 Rentgenologik tekshiruvlar paytida Monte-Karlo modellashtirish usulidan foydalanib bemorning a'zolari va dozani baholash uchun stress 12
2.2 Monte-Karlo usuli it — dagi eng foydali algoritmlardan biridir.. 15
2.3 Monte-kar usuli yordamida raqamni qanday topish mumkin 17
2.4 Monte-Karlo usuli bo'yicha pi qidiruvini dasturlash 21
ADABIYOTLAR 19

KIRISH

Matematik modellashtirishning turli elementlari bir vaqtning o'zida aniq fanlarning paydo bo'lishi bilan ishlatilgan. Ushbu fakt bilan bog'liq bo'lgan narsa shundaki, ularning ba'zilari ilm- fan arboblari, masalan, Nyuton va Eyler ismlarini olib yurishadi, "algoritm" esa o'rta asr olimi Al-Xorazmiy nomidan kelib chiqqan. Ushbu metodologiyaning ikkinchi "tug'ilishi" XX asrning 40-50-yillari oxiri va 50 — yillari boshlariga to'g'ri keldi va kamida ikkita sababga bog'liq edi: kompyuterlarning paydo bo'lishi, garchi hozirgi standartlarga muvofiq kamtarona bo'lsa-da, ammo shunga qaramay olimlarni juda katta hajmdagi hisoblash ishlaridan xalos qildi va misli ko'rilmagan ijtimoiy buyurtma. an'anaviy usullar bilan amalga oshirib bo'lmaydigan raketa-yadro qalqonini yaratish bo'yicha SSSR va AQSh milliy dasturlarini amalga oshirish. Matematik modellashtirish yordamida ushbu muammo hal qilindi. Birinchi bosqichda yadroviy portlashlar va raketalarning parvozlari kompyuterlar yordamida simulyatsiya qilindi, keyinchalik ular amalda amalga oshirildi. Ushbu fakt modellashtirish metodologiyasini yanada rivojlantirishga yordam berdi, ularsiz hozirgi kunda keng ko'lamli texnologik, ekologlar yoki iqtisodiy loyihalar amalga oshirilmayapti.

Zamonaviy ilm- fan tomonidan o'rganilgan texnik, ekologik, iqtisodiy va boshqa texnologiyalar endi an'anaviy nazariy usullar bilan o'rganishga imkon bermaydi. Ular ustida to'g'ridan- to'g'ri tabiiy tajriba uzoq, qimmat, ko'pincha xavfli yoki shunchaki mumkin emas, chunki bu si-stemlarning aksariyati "yagona nusxada"mavjud. Ularga nisbatan xatolar va noto'g'ri hisob-kitoblarning narxi qabul qilinishi mumkin emas. Shu nuqtai nazardan, matematik modellashtirish ilmiy va texnologik taraqqiyotning muqarrar tarkibiy qismidir.

Matematik modellashtirish metodologiya bo'lib, matematika, fizika va biologiya kabi ilmiy fanlar vositasi sifatida ishlatiladi va ular bilan raqobatlashmaydi. Ijodiy faoliyatning deyarli barcha sohalarida tadqiqotchilardan tortib harbiy rahbarlarga qadar modellashtirish qo'llaniladi. Matematik modellashtirish quyidagi talablarning bajarilishi bilan ta'minlanishi kerak: asosiy tushunchalar va taxminlarni aniq shakllantirish, tajriba asosida (posteriori), ishlatilgan modellarning etarliligini tahlil qilish, hisoblash algoritmlarining kafolatlangan aniqligi va boshqalar. Formalizatsiya qilish qiyin bo'lgan ob'ektlarni modellashtirishda matematik va matematik bo'lmagan atamalarning farqlanishini, shuningdek mavjud matematik apparatlardan foydalanish xususiyatlarini qo'shimcha ravishda hisobga olish kerak.

1. MONTE-KARLO USULI

Uzoq vaqt davomida cho'zish usulining nazariy tavsifi mavjud bo'lganda, Monte–Karlo usuli faqat kompyuterlarning paydo bo'lishi bilan keng tarqaldi, ya'ni.tasodifiy o'zgaruvchilarni yaratish va hisoblashda foydalanish vazifasi juda mashaqqatli vazifadir.

Monte-Karlo usuli-bu stoxastik (tasodifiy) jarayonning ko'p sonli dasturlarini amalga oshirishga asoslangan raqamli usullar guruhining umumiy nomi, uning ehtimollik xususiyatlari hal qilinadigan muammoning sanalogik qiymatlariga to'g'ri keladigan tarzda hosil bo'ladi . Usulning nomi Monako knyazligidagi boshqa shahardan kelib chiqqan bo'lib, u erda qimor sanoati rivojlangan, chunki tasodifiy o'zgaruvchilarni yaratish uchun oddiy mexanik qurilma lenta o'lchovidir.

1.1 Monte-Karlo usulining tarixi

Taxminiy hisob- kitoblar sohasida tasodifiy hodisalardan foydalanish g'oyasining paydo bo'lishi odatda 1878 yilda, Xollning chis- la-ni aniqlash bo'yicha ishi paydo bo'lganida, parallel chiziqlar bilan chizilgan qog'ozga tasodifiy igna otish bilan bog'liq. Ishning mohiyati, ehtimolligi raqam orqali ifodalangan hodisani eksperimental ravishda takrorlashdan iborat masala, va bu ehtimollikni taxminiy ravishda baholang. Monte-Karlo usuli birinchi marta 1949 yilda Metropolis va ulam tomonidan Amerika statistika assotsiatsiyasi jurnalining "Monte–Karlo usuli" maqolasida taklif qilingan. J. Neyman va S. ulam. Monte–Karlo usuli bo'yicha mahalliy ishlar 1955-1956 yillarda paydo bo'lgan. O'sha vaqtdan boshlab Monte–Karlo usuli bo'yicha keng bibliografiya to'plangan. Hatto ish nomlarini tezda ko'rib chiqish ham Monte–Karlo usulining ko'plab fan va texnologiya sohalaridagi amaliy muammolarni hal qilish uchun qo'llanilishi to'g'risida xulosa chiqarishga imkon beradi.

Dastlab Monte-Karlo usuli asosan neytron fizikasi muammolarini hal qilish uchun ishlatilgan, bu erda an'anaviy raqamli usullar kam mos keladi. Bundan tashqari, uning ta'siri statistik fizika muammolarining keng sinfiga tarqaldi, ularning mazmuni juda farq qiladi. Monte-Karlo usuli hisoblash Mate- matika usullarining rivojlanishiga (masalan, raqamli integratsiya usullarining rivojlanishi) va ko'plab muammolarni hal qilishda boshqa hisoblash usullari bilan muvaffaqiyatli birlashtirilib, ularni to'ldirishda muhim ta'sir ko'rsatdi va davom etmoqda. Uning qo'llanilishi, birinchi navbatda, nazariy va ehtimollik tavsifiga imkon beradigan vazifalarda oqlanadi. Bu ehtimollik mazmuniga ega bo'lgan muammolarda ma'lum bir ehtimollik bilan javob olishning tabiati va hal qilish tartibini sezilarli darajada soddalashtirish bilan izohlanadi.

1.2 Kompyuterda tasodifiy o'zgaruvchilarni olish tamoyillari

Tasodifiy o'zgaruvchilarni olishning eng oddiy mexanizmi lenta o'lchovidir, bu erda raqamlar bilan aylanadigan diskni to'xtatish paytida sobit igna tasodifiy o'zgaruvchining o'ziga xos qiymatini ko'rsatadi.

Lenta o'lchovini boshlash va to'xtatishning siklik jarayoni, har bir siklda olingan raqamlarning guruhlarga birlashishi bilan siz tasodifiy raqamlar jadvalini tuzishingiz mumkin. Milliondan ortiq raqamlar eng katta shunga o'xshash jadvalni o'z ichiga oladi.

Tasodifiy sonlar jadvallarini olish juda qiyin vazifadir. Bunday jadvalni yaratish uchun uni tekshirish kerak, chunki jismoniy qurilma bir xil taqsimotdan farq qiladigan tasodifiy sonlarni hosil qiladi. Tasodifiy sonlarning katta jadvallari bilan ishlashda katta hajmdagi xotira talab qilinadi, bu esa ushbu jadvalni saqlaydigan tegishli faylni egallaydi.

Bu holda eng oddiy echim kevm lenta o'lchovini ulash bo'ladi. Bunday holda, tasodifiy sonlarni yaratish tezligi sezilarli darajada kamayadi. Shu munosabat bilan, tasodifiy o'zgaruvchilarning eng samarali generatori quyidagi algoritmni amalga oshirishda vakuumli naychalardagi shovqinlar bo'ladi: agar shovqin darajasining chegarasi oshib ketgan bo'lsa, bitta sonda bir necha marta, aks holda nol o'rnatiladi.

Amalda, generatorlar soni nol va birliklar yozilgan psevdo-tasodifiy sonning bitlari yig'indisiga teng. Bunday holda, har bir bosqichda intervalda bir xil taqsimotga ega bo'lgan bitta to'liq raqam hosil bo'ladi .

Ushbu avlod usulining kamchiliklari:

1) elektron shovqin generatorlarining noto'g'ri ishlashi tufayli nol va birliklarning teng ehtimoli yo'qligi.

2) dasturning ishlashini tekshirish uchun raqamlarning tasodifiy ketma- ketligini takrorlashning mumkin emasligi.

Taxminiy tasodifiy raqamlar

Yuqoridagi sensorlarni kompyuterda ishlatish juda qimmat, chunki hisob-kitoblarda tasodifiy raqamlar kamdan kam qo'llaniladi. Ushbu muammoni hal qilish uchun soxta tasodifiy raqamlardan foydalanish mumkin. Soxta tasodifiy sonlarni olish kompyuter tomonidan matematik operatsiyaga kiritilgan algoritmlar va funktsiyalar asosida amalga oshiriladi. Ushbu algoritmlar va funktsiyalar doimiy ravishda tekshiriladi, shuning uchun soxta tasodifiy sonlarni yaratish sifati odatda ta'minlanadi. Biroq, kompyuterning barcha harakatlari oldindan dasturlashtirilganligi sababli, shu tarzda olingan soxta tasodifiy raqamlarni tasodifiy deb atash qiyin. Soxta tasodifiy ketma-ketliklarni ob'ektiv qo'llash uchun ularning xususiyatlarini tushunish kerak. Avval psevdo tasodifiy raqam deb ataladigan narsani aniqlaymiz. Ushbu raqamlar, qoida tariqasida, tasodifiy qiymatga xos bo'lgan bir qator talablarga javob beradigan, cheklangan formulada hisoblangan raqamlarni o'z ichiga oladi.

J. bilan fon Neyman 1951 yilda psevdo tasodifiy sonlar ketma-ketligini yaratish uchun birinchi algoritmni ishlab chiqdi, u quyidagicha kvadratlarning o'rta usuli deb ataladi:

O'zboshimchalik bilan 4 xonali butun son $n_1 = 5243$ berilsin. Uni kvadratga aylantirganda 8 xonali $n_{12} = 27489049$ raqami olinadi. Biz ushbu sonning 4 ta o'rta raqamini olamiz va ularni $n_2 = 4890$ deb belgilaymiz. Shundan so'ng, biz yangi raqamni kvadratga ko'taramiz $n_{22} = 23912100$ keyingi 4 ta o'rta raqamni olamiz. Natijada $n_3 = 9121$ raqami olinadi. Ko'rsatilgan takroriy harakatlarni davom ettirib, biz $n_4 = 1926$; $n_5 = 7094$; $n_6 = 3248$ va boshqalarga ega bo'lamiz.: 0,5243; 0,4890; 0,9121; 0,1926; 0,7094; 0,3248 va boshqalar.

Yuqoridagi oddiy algoritmdan yanada murakkablari yaratildi. Biroq, taxminiy - tasodifiy sonlar ketma-ketligini yaratish mexanizmi o'zgarmasdir keyinchalik avvalgisidan keyingi qiymatni olishdan iborat.

Soxta tasodifiy sonlarni olish usullarining afzalliklari:

1) tasodifiy sonlarni olish tezligi mutanosib-

kompyuterning ishlashida, chunki soxta tasodifiy sonni olish uchun minimal miqdordagi oddiy operatsiyalar kerak.

2) taxminiy tasodifiy sonlarni yaratish algoritmlari takrorlanuvchi formulalarni qo'llash orqali juda oddiy.

3) taxminiy tasodifiy sonlar ketma-ketligining takrorlanishi.

4) suv turi muammolarining taxminiy -tasodifiy sonlari ketma-ketligini ularni sertifikatlash va parametrlarning o'zgarishini tavsiflash uchun qo'shimcha protseduralarsiz doimiy ravishda ishlatish imkoniyati movjud.

1.3 Monte-Karlo usulining mohiyati

Monte-Karlo usulining mohiyati quyidagilardan iborat: o'rganilayotgan ba'zi miqdorning a qiymatini topish talab qilinadi. Buning uchun matematik kutish teng *bo'lgan x tasodifiy o'zgaruvchini tanlang:

$$M(X) = a.$$

Amaliy jihatdan ular buni qilishadi: ular n sinovlarini o'tkazadilar, natijada n mumkin bo'lgan x qiymatlari olinadi; ularning o'rtacha qiymatini hisoblang arifmetik $\overline{x}=\frac{\sum x_i}{n}$ va x ni kerakli a sonining a* darajasi (taxminiy qiymati) sifatida qabul qiling:

$$a - a^* = x \qquad (1)$$

Monte-Karlo usuli ko'plab sinovlarni talab qilganligi sababli, u ko'pincha statistik sinov usuli deb ataladi. Ushbu usul nazariyasi x tasodifiy o'zgaruvchini qanday tanlash kerakligini, uning mumkin bo'lgan qiymatlarini qanday topishni ko'rsatadi. Xususan, ishlatilgan tasodifiy o'zgaruvchilarning dispersiyasini kamaytirish usullari ishlab chiqilmoqda, natijada xato kamayadi.

Monte-Karlo usuli juda tez-tez, ba'zan tanqidiy va samarali tarzda qo'llaniladi. Bu aniq afzalliklarga ega:

1. U hech qanday oregularlik takliflarini talab qilmaydi, kvadratik integratsiyaning kaliti bilan. Bu foydali bo'lishi mumkin, chunki ko'pincha tasodifiy o'zgaruvchi juda murakkab funktsiya bo'lib, uning muntazamlik xususiyatlarini aniqlash qiyin.

2. Bu, hatto ko'p o'lchovli holatlarda ham, masalan, o'lchovlar soni 10 dan oshganda, raqamli integratsiya qo'llanilmaganda ham amalga oshiriladigan protseduraga olib keladi.

3. Kichik cheklovlarda yoki vazifani oldindan tahlil qilmasdan qo'llash oson.

Biroq, uning ba'zi kamchiliklari bor, ya'ni:

1. Xato chegaralari aniq belgilanmagan, ammo ba'zi bir tasodifiylikni o'z ichiga oladi. Biroq, bu haqiqiy qiyinchilikdan ko'ra ko'proq psixologik.

2. Statik xato asta-sekin kamayadi.

3. Tasodifiy raqamlarga ega bo'lish zarurati.

1.4 Monte-Karlo usulining xatosini baholash

Agar x tasodifiy o'zgaruvchining a* matematik kutilishini olish uchun n mustaqil qiymatlar ishlab chiqarilgan bo'lsa (x ning n mumkin bo'lgan qiymatlari o'ynalgan bo'lsa) va ular uchun tanlangan o'rtacha x bo'lsa, u kerakli baho sifatida qabul qilinadi: a * o'lchov x. agar siz tajribani takrorlasangiz, unda boshqa mumkin bo'lgan qiymatlar olinadi. x qiymatlari, shuning uchun boshqa o'rtacha, a degan ma'noni anglatadi va a*ning boshqa darajasi. Bundan kelib chiqadiki, matematik kutishning aniq bahosini olish mumkin emas. Tabiiyki, qabul qilingan xatoning kattaligi haqida savol tug'iladi. Biz faqat yuqori chegarani topish bilan cheklanamiz δ berilgan ehtimollik (ishonchlilik) bilan boshlangan xato γ:

$$P(X - a \leq \delta) = \gamma \qquad (2)$$

Bizni qiziqtirgan xatoning yuqori tomoni δ ishonch intervallari yordamida tanlangan o'rtacha matematik kutishning" aniqligi " dir. Quyidagi uchta holatni ko'rib chiqing.

1. Tasodifiy o'zgaruvchi x normal taqsimlanadi va uning o'rtacha kvadratik og'ishi δ ma'lum. Bunday holda, ishonchlilik bilan xatolikning eng yuqori γ chegarasi

$$\delta = \frac{t \cdot \sigma}{\sqrt{n}}, \qquad (3)$$

bu erda n-sinovlar soni (o'ynagan X qiymatlari); t -qiymat, Laplas funktsiyasi argumenti, unda

$\Phi(t) = \frac{\gamma}{2}$, σ – ma'lum bo'lgan o'rtacha kvadratik og'ish X.

2. Tasodifiy o'zgaruvchi X normal taqsimlanadi va uning o'rtacha kvadrat og'ishi σ noma'lum. Bunday holda, ishonchliligi bilan γ xatoning yuqori chegarasi

$$\delta = \frac{t_\gamma \cdot s}{\sqrt{n}}$$

Bu yerda

n-sinovlar soni;

s - "tuzatilgan" o'rtacha kvadratik og'ish,

t_γ-jadval qiymatlari bo'yicha topilgan.

3. Tasodifiy o'zgaruvchi x normadan farq qiladigan qonunga muvofiq taqsimlanadi. Bunday holda, ishonchliligi taxminan γ ga teng bo'lgan etarlicha katta miqdordagi sinovlar (n >30) bilan xatoning yuqori chegarasini(3) formula bo'yicha hisoblash mumkin, agar tasodifiy o'zgaruvchining σ ning o'rtacha kvadrat og'ishi x ma'lum bo'lsa; agar o'lchovning kattaligi noma'lum bo'lsa, unda (3) formulaga uning s — "tuzatilgan" bahosini almashtirish mumkin"o'rtacha kvadrat og'ish yoki (4) formuladan foydalaning . Biz shuni ta'kidlaymizki, n qancha ko'p bo'lsa, ikkala formula ham beradigan natijalar orasidagi farq shunchalik kam bo'ladi. Buning sababi shundaki, n $\longrightarrow \infty$ da talabaning taqsimlanishi normaga intiladi. Yuqoridagilardan kelib chiqadiki, Monte–Karlo usuli ehtimollik nazariyasi, matematik statistika va hisoblash matematikasi muammolari bilan chambarchas bog'liq. Tasodifiy o'zgaruvchilarni (ayniqsa, teng taqsimlangan) modellashtirish vazifasi bilan bog'liq holda, sonlar nazariyasi usullari ham muhim rol o'ynaydi.

Boshqa hisoblash usullari qatorida Monte-Karlo usuli soddaligi va umumiyligi bilan ajralib turadi. Sekin konvergentsiya usulning muhim kamchiligi hisoblanadi, ammo uning modifikatsiyalari ko'rsatilishi mumkin, bu esa muayyan taxminlar bo'yicha konvergentsiyaning yuqori tartibini ta'minlaydi. To'g'ri, hisoblash protsedurasi murakkablashadi va murakkabligi jihatidan hisoblash matematikasining boshqa protseduralariga yaqinlashadi. Monte-Karlo usulining konvergentsiyasi ehtimollik konvergentsiyasidir. Ushbu holatni uning kamchiliklari qatoriga kiritish qiyin, chunki ehtimollik usullari amaliy qo'llanmalarda o'zini etarli darajada oqlaydi. Ehtimoliy tavsifga ega bo'lgan vazifalarga kelsak, ehtimollik bo'yicha konvergentsiya ularni o'rganishda ham ma'lum darajada tabiiydir.

2. MONTE–KARLO USULINI FIZIK JARAYONLARNI MODELLASHTIRISHDA QO'LLASH

Monte–Karlo usuli bilan jismoniy muammolarni hal qilishning mohiyati shundaki, jismoniy hodisa uning dinamikasini aks ettiruvchi simulyatsiya qilingan ehtimollik jarayoni bilan taqqoslanadi (boshqacha qilib aytganda, jarayonning har bir elementar harakati uni amalga oshirish ehtimoli bilan taqqoslanadi). Keyin bu jarayon tasodifiy sonlar to'plami yordamida amalga oshiriladi. Bizni qiziqtirgan fizik miqdorlarning qiymatlari simulyatsiya qilingan jarayonning ko'plab dasturlari bo'yicha o'rtacha hisoblanadi.

Monte–Karlo usulining sklassik sonli usullar bilan taqqoslanishining asosiy afzalligi shundaki, bu yordamida deyarli har qanday murakkablikdagi fizik hodisalarni o'rganish mumkin, aks holda ularni hal qilish mumkin emas. Masalan, ikkita atomning o'zaro ta'sirini tavsiflovchi tenglamalarni echish nisbatan oson bo'ladi, ammo yuzlab atomlar uchun bir xil muammoni hal qilish endi haqiqiy emas. Bundan tashqari, Monte–Karlo usuli ko'pincha hisoblash algoritmining oddiy tuzilishi bilan tavsiflanadi. Qoida tariqasida, bitta tasodifiy sinovni (model bosqichini) amalga oshirish uchun dastur tuziladi. Keyin ushbu sinov kerakli sonlarni takrorlaydi, har bir keyingi qadam boshqalarga bog'liq emas.

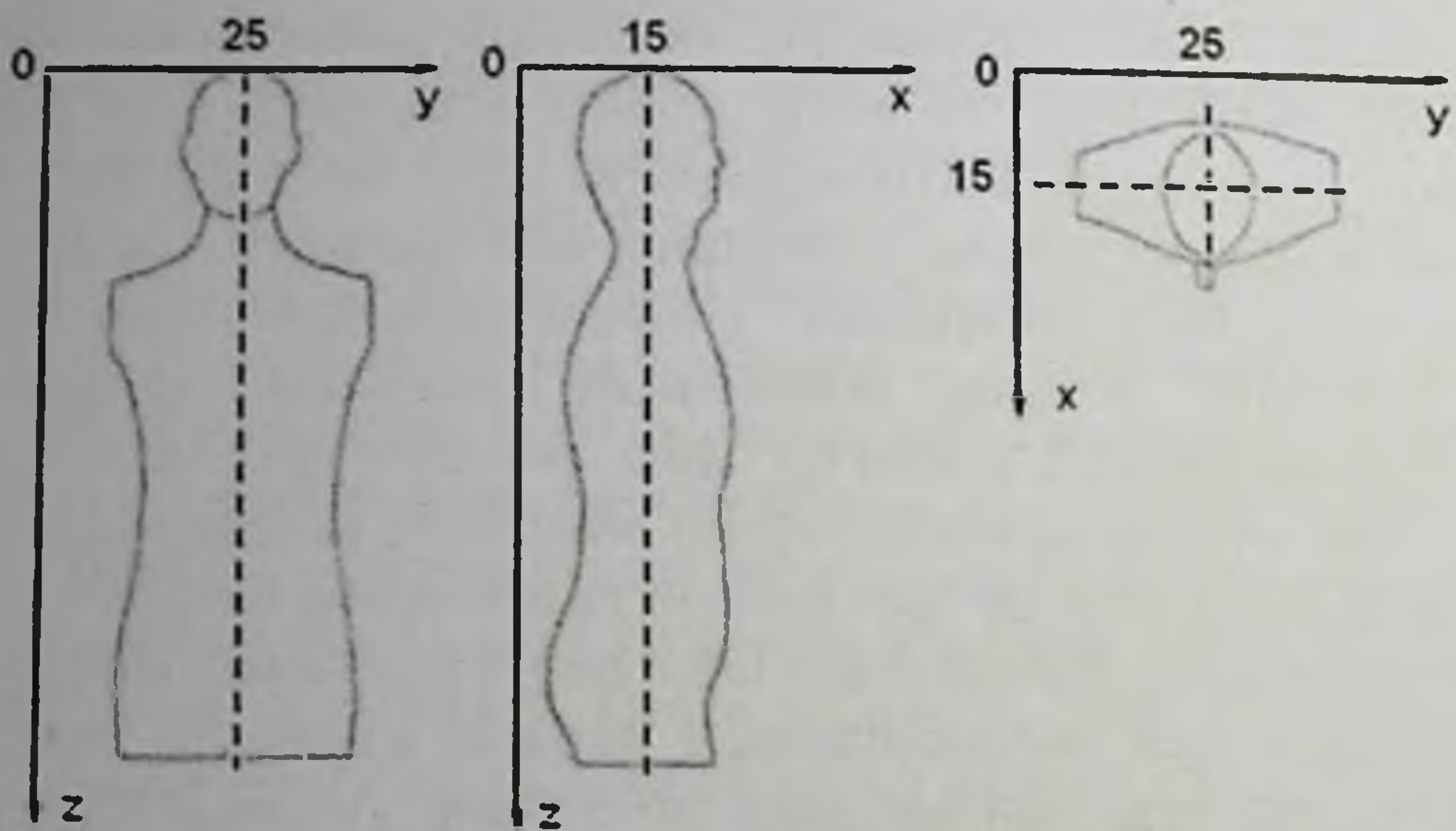
Monte-Karlo usulini "nazariy tajriba"deb ham atash mumkin. Darhaqiqat, agar elementar aktlarning qonunlari aniq ma'lum bo'lsa, unda elementar hodisalarning ehtimolini olib tashlang, ushbu usul bilan olingan natijalar eksperimental ma'lumotlarga o'xshaydi.

2.1 Rentgenologik tadqiqotlar paytida bemorning a'zolari va to'qimalariga yuklanayotgan zararni matematik modellashtirishda Monte-Karlo usulidan foydalanish

Hozirgi vaqtda tibbiyotda rentgenologik tadqiqotlar dozimetriyasi uchun ionlashtiruvchi nurlanish o'tkazilishini hisoblashning raqamli usullari, xususan Monte-Karlo usuli keng qo'llanilmoqda. Bu kompyuter texnologiyalarining jadal rivojlanishi va *EGS* [2], *MCNP* [3] va *MCNPX* [4] kabi juda samarali dasturiy mahsulotlarning yaratilishi bilan bog'liq edi. Ushbu dasturiy mahsulotlarning ishlashi uchun inson tanasidagi dozani hisoblash uchun nurlanish ob'ekti modeli va rentgen manbai modeli kabi dastlabki ma'lumotlar talab qilinadi. Ushbu ish rentgen manbasini modellashtirish va odatdagi rentgenologik tadqiqotlar davomida turli organlarning nurlanish dozasini baholash dasturini yaratishga bag'ishlangan (bunday tadqiqotlar uchun zarur bo'lgan energiya diapazoni 40 keV dan yuqori va mamografiyani qamrab olmaydi). Dozalarni hisoblash uchun rentgen naychalari spektrining samarali modelini ishlab chiqish bilan bog'liq masalalarni tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, radiologik protseduralar paytida odamning butun tanasi va uning alohida organlariga doza yuklarini hisoblash muammosini ikki bosqichda hal qilish maqsadga muvofiqdir. Birinchi bosqichda gammakvantlarning monoenergetik manbai uchun dozani taqsimlash hisoblanadi. Ikkinchi bosqichda monoenergetik javob haqiqiy rentgen manbasining nurlanish spektri bilan konvolyutsiya qilinadi. Ushbu bo'linish turli xil rentgen apparatlarining turli xil ish rejimlarini tavsiflovchi o'ndan ortiq parametrlarning keng o'zgarishi uchun mos bo'lgan rentgen naychasining samarali modelini ishlab chiqishning murakkabligi bilan bog'liq. Shunday qilib, birinchi bosqichda rentgen protsedurasining berilgan geometrik parametrlari uchun (manba masofasi-nurlanish ob'ektining yuzasi(RIP), nurlanish jinsi, nurning markazlashuv koordinatalari, vertikal tekislikdagi proektsiya burchagi va moyilligi, fokus kattaligi) D (r,E) ning har qanday tanlangan nuqtasi uchun D (r, E) ning doz taqsimotlari hisoblab chiqiladi. ruxsat etilgan energiya bilan nurlangan ob'ektning r gamma kvant manbai E. manba tomonidan chiqarilgan gamma kvant naychaning fokus nuqtasi bo'ylab teng taqsimlangan deb taxmin qilinadi. Rivojlanish bosqichida nurlanish obyekti sifatida alderson – Rendo tipidagi antropomorfik fizik fantom olingan. Fantom tomografik tasvirlarni olish uchun kompyuter tomografiyasida skanerdan o'tkazildi. Tomogrammalar keyinchalik fantomning voksel modelini yaratish uchun ishlatilgan. Keyingi ishlar voksel Nuh tomonidan ishlab chiqilgan fantom modeli yordamida amalga oshirildi. Alderson – Rendoning fantomini tasvirlashda qabul qilingan tegishli koordinatalar tizimi sek.

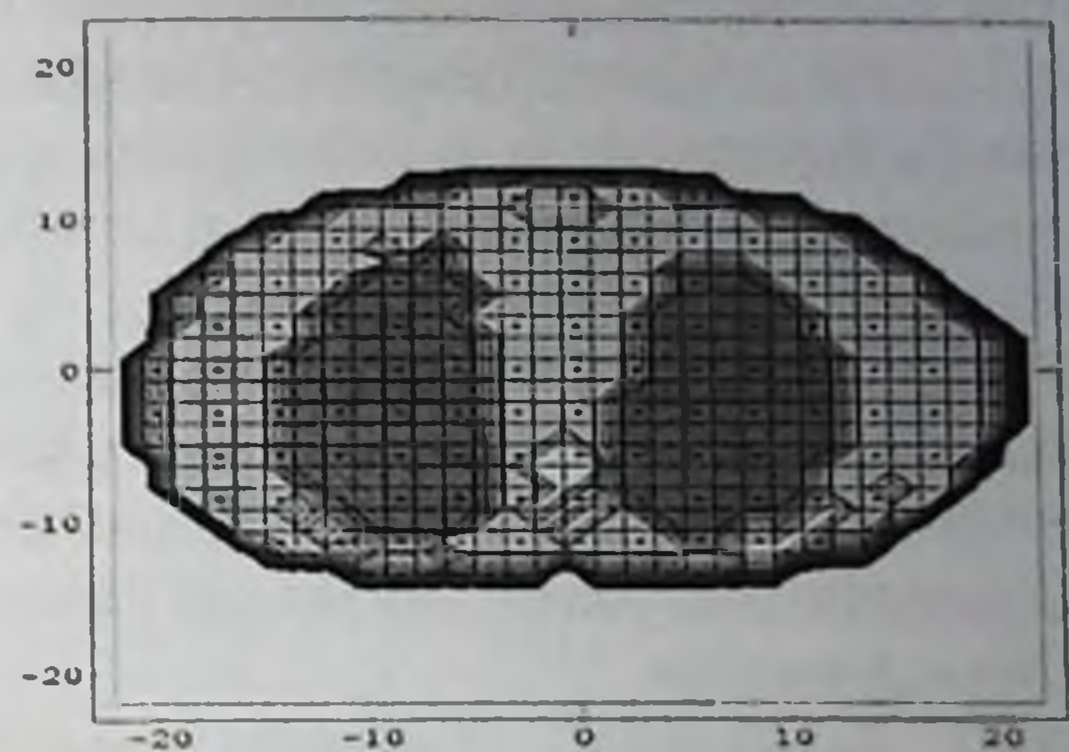
1. Alderson-Rendo tipidagi fantomning vokselli modelida hajmli doz taqsimotlarini hisoblash uchun bazaviy koordinata tarmog'i variantlaridan biri (rasmda keltirilgan.

2. z =46sm kesma uchun, o'pka darajasidagi kesimga mos keladi). Nuqtalar ma'lum bir turdagi detektorlarning lokalizatsiya joylarini bildiradi. Rentgenografiya tekshiruvlarida turli to'qimalar tomonidan so'rilgan dozani baholash vazifasida elementar detektor sifatida zarur statistika to'plamining analog bo'lmagan tezlashuviga ega bo'lgan MCNP. nuqta detektorini tanlash maqsadga muvofiqdir. Ushbu qatlamda 108 ta MCNP nuqta detektorlari joylashgan.



1-rasm: Alderson – Rendo Phantom uchun koordinatalar tizimi kosmosdagi diskret qadam mcnp nuqta detektorlarini nurlangan tanaga joylashtirish sxemasi bilan aniqlanadi. Energiya mintaqasini namuna olish bosqichini tanlash anod kuchlanishiga bog'liq bo'lgan rentgen naychasining spektri bilan belgilanadi. Ushbu qadam rentgen naychasi spektrining barcha xususiyatlarini, xususan, xarakterli rentgen nurlarining cho'qqilarini takrorlaydigan tarzda tanlanishi kerak. Bu shuni anglatadiki, amaliy maqsadlar uchun energiya sohasidagi diskret qadam notekis bo'lishi kerak – xarakterli nurlanish cho'qqilaridan tashqarida nisbatan katta va bu cho'qqilar sohasida etarlicha sayoz. Fantomda so'rilgan dozani fazoviy taqsimlash uchun yakuniy natija rentgen moslamasining G0(E) energiya spektri bilan (kbu) monoenergetik javobning integral konvolyutsiyasi bo'ladi:

$$D(\vec{r}) = \int D(\vec{r}, E) G_0(E) dE. \quad (1)$$



2-rasm: Alderson – Rendo fantomida hajmli doz taqsimotlarini hisoblash uchun asosiy koordinatali panjara variantlaridan biri z = 46 sm (qatlamda 108 mcnp nuqta detektori)

Aslida, voksel Phantom-dan foydalanish bilan bog'liq holda,D(r, E) dozalarini taqsimlash ko'plab hajmli voksellarga bo'lingan parallelepiped uchun mcnp nuqta detektorlari tarmog'i uchun hisoblanishi kerak. Keyin D(r,E) fazoviy taqsimoti ajratilgan organda tegishli dozani hisoblash uchun ishlatiladi. (1) formulasi, qoida tariqasida, organdagi so'rilgan dozani har qanday rentgen manbasidan uni ikki qismga bo'lish orqali hisoblash muammosini hal qilishiga qaramay: monoenergetik manbadan dozani hisoblash va keyinchalik uni rentgen apparatining tanlangan model spektri bilan yig'ish, texnik sabablarga ko'ra deyarli qo'llanilmaydi. Afsuski,3 gigagertsli protsessor chastotasiga ega kompyuterda D(r, E) ning yagona nurlanish proektsiyasi uchun e energiyali monoenergetik manba uchun doza taqsimotini hisoblash qolgan parametrlar bilan etti kun davom etadi. Shu sababli, monoenergetik manba bilan hisob-kitoblarni amalga oshirishning amaliy mumkin emasligi sababli, asosiy e'tibor rentgen manbasining samarali modelini ishlab chiqishga qaratildi.

2.2 Monte-Karlo usuli axborot texnologiyalaridagi eng foydali algoritmlardan biridir

Bugungi kunda murakkab mavzu, ammo biz buni sodda va tushunarli tarzda tushuntiramiz. Suhbat algoritmlar va matematika haqida bir oz bo'ladi.

Monte-Karlo usullari - bu tasodifiy jarayonlarni o'rganish uchun matematikadagi usullar to'plami. Tasodifiy - bu ulardagi biror narsa oldindan aytib bo'lmaydigan tarzda sodir bo'lganda, masalan:

biz tanga tashlaymiz;

kubni tashlang;

tokenlarni ustunlar bilan katakchalarga tushiring;

biz elementar zarralarni ushlaymiz;

biz molekulalarning to'qnashuvini hisoblaymiz;

va butunlay tasodifan sodir bo'ladigan va oldindan aytib bo'lmaydigan boshqa narsalar.

Monte-Karlo usullarining maqsadi tasodifiy hodisalar ma'lumotlaridan boshqa hisob-kitoblarning ozmi-ko'pmi aniq natijalarini olish uchun foydalanishdir. Ular mukammal va matematik jihatdan aniq bo'lmaydi, lekin ular bilan to'liq ishlash uchun etarli bo'ladi. Ba'zan hamma narsani aniq formulalar bilan hisoblashdan ko'ra osonroq va tezroq bo'ladi.

Bunday hisoblashning misoli navigatorda marshrutni qurishdir. Asl ko'rinishida, bu ulkan hisoblash resurslarini talab qiladiganday. Ammo taxminiy usullar tufayli hatto eng kuchli telefon ham bunga dosh berolmaydi. Ushbu usullardan biri Monte — Karlo usuli.

Usulning g'oyasi nima

Agar u juda ibtidoiy bo'lsa, u shunday ishlaydi:

Murakkab matematik modelni yaratish o'rniga, biz oddiy formulani olamiz va unga tasodifiy sonlarni o'qlaymiz. Biz har bir raqam uchun natijani hisoblaymiz va natijani kerakli aniqlik bilan olamiz. Tasodifiy sonlar qancha ko'p bo'lsa, natija shunchalik aniq bo'ladi.

Buni bir oz aniqroqko'proq ko'rib chiqamiz:

1. Biz nimani topmoqchi yoki hisoblashni tanlaymiz — formulaning qiymati, maydoni, hajmi, materialning taqsimlanishi yoki boshqa narsa.

2. Biz matematikada qanday hisoblanishini ko'rib chiqamiz va kerakli formulalarni topamiz.

3. Formulalar asosida biz tekshirish mezonini tuzamiz — agar tasodifiy qiymat ushbu mezonga tushib qolsa, biz uni mos keladigan raqam sifatida, agar u mos kelmasa — mos kelmagandek hisobga olamiz.

4. Tasodifiy raqamlarni chiqaradigan algoritmni ishga tushiring va har birini ushbu mezon bo'yicha tekshiring.

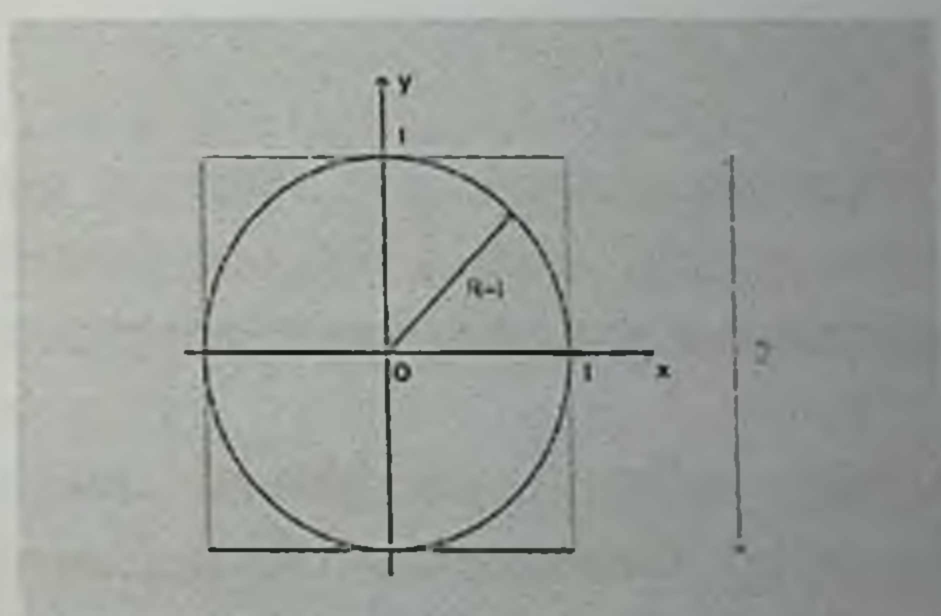
5. Etarli miqdordagi tasodifiy sonlar qanday yoziladi-biz natijani hisoblaymiz. Odatda, bu mezonga kirgan va kirmagan raqamlarning nisbati.

Tasodifiy sonlar qancha ko'p bo'lsa, natija shunchalik aniq bo'ladi.

Ushbu usulning afzalligi shundaki, biz muammoni hal qilish uchun butun matematik apparatni ishlatishimiz shart emas — formuladagi raqamlarni almashtirish va to'g'ri qiymat olingan yoki yo'qligini ko'rish kifoya.

2.3 Monte-Karlo usuli bilan π raqamini qanday topish mumkin

Masalan, biz Monte-Karlo usulidan klassik foydalanishni ko'rsatamiz - π raqamini topamiz. Buning uchun bizga kvadratga yozilgan doira kerak va doira radiusi 1 ga teng bo'ladi. Bu shuni anglatadiki, kvadratning yon tomoni 2 ga teng-bu aylananing diametri (yoki ikkita radiusi):



Ushbu kvadratga biz tasodifiy qum donalarini tashlaymiz va ular aylanaga tushadimi yoki yo'qmi (lekin kvadrat chegaralarida qoladi). Ushbu ma'lumotlar to'plamidan biz aylanaga tushgan barcha qum donalarining barcha qum donalariga nisbatini hisoblashimiz mumkin.

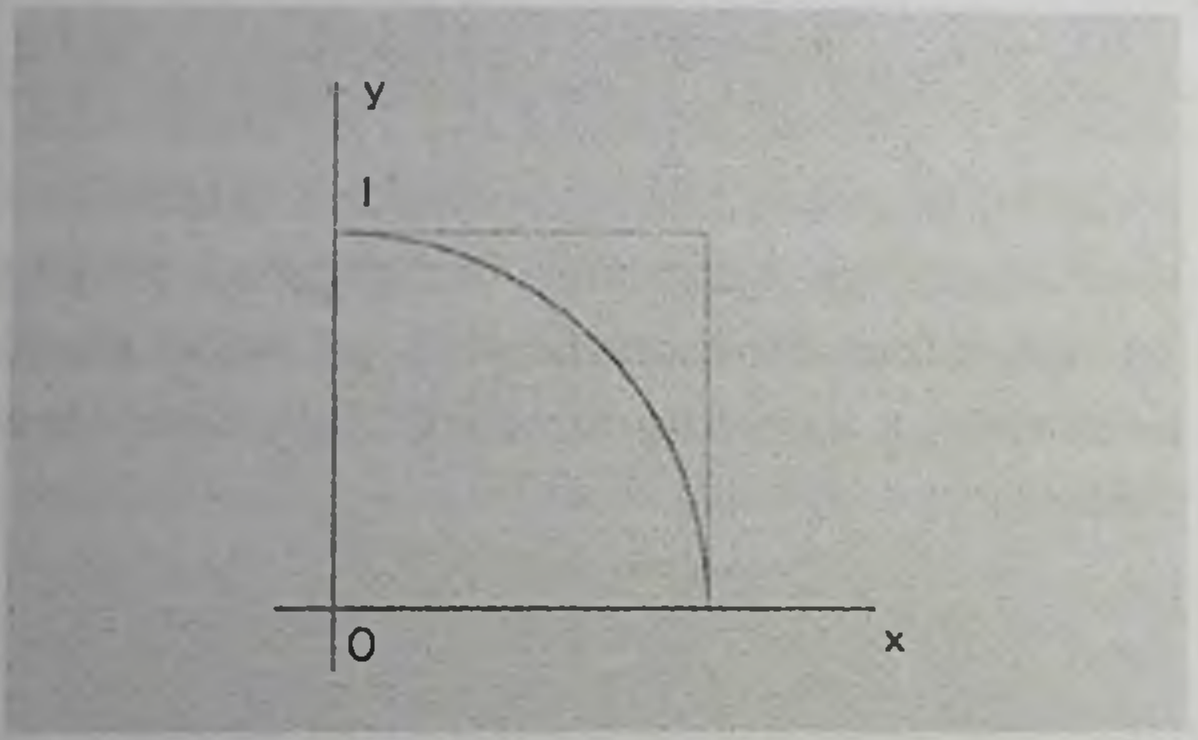
Endi formulalarga qaraymiz:

- 2 tomoni bo'lgan kvadratning maydoni to'rtga teng;
- radiusi 1 bo'lgan aylananing maydoni $\pi R^2 \rightarrow \pi \times 1^2 = \pi$ ga teng.

Agar aylananing maydonini kvadrat maydoniga ajratsak, biz $\pi / 4$ ni olamiz. Ammo biz hali shart bo'yicha aylananing maydonini hisoblay olmaymiz, chunki biz π sonini bilmaymiz. Buning o‘rniga biz ba'zi qum donalari sonini boshqalarga bo‘lishimiz mumkin — bu Monte-Karlo usulining mohiyati.

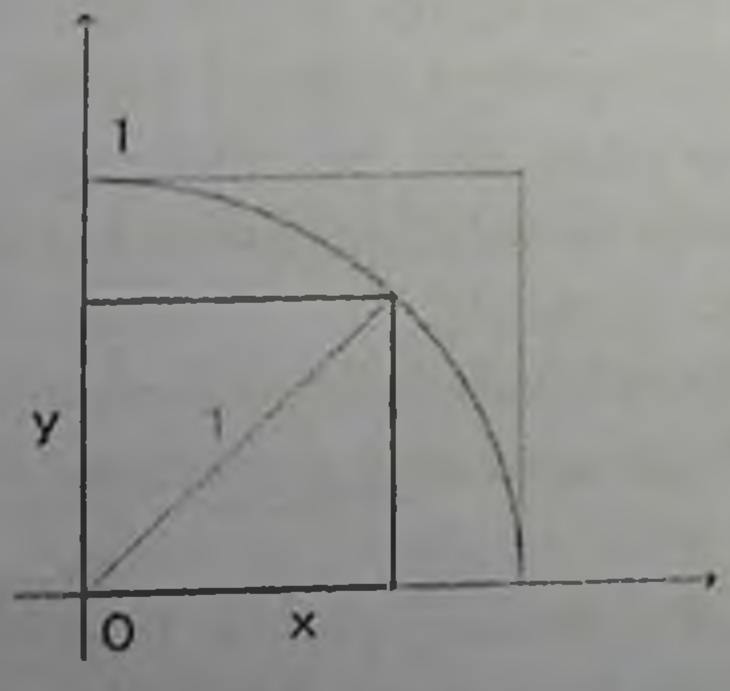
Bu nisbat bizga natija beradi-π / 4. Ma'lum bo‘lishicha, agar biz ushbu natijani 4 ga ko‘paytirsak, biz π sonini olamiz va qancha ko‘p qum donalarini tashlasak, natija shunchalik aniq bo‘ladi.

Biz qum donalarini shunday tashlaymiz: x va Y zarbalarining koordinatalari sifatida biz 0 dan 1 gacha tasodifiy sonlarni olamiz. Bu shuni anglatadiki, barcha raqamlar faqat bitta kvadrantga tushadi — yuqori o‘ng:



Ammo bu kvadrantda aylananing to‘rtdan bir qismi va kvadratning to‘rtdan bir qismi bo‘lganligi sababli, o‘tkazib yuborish va urish nisbati biz qum donalarini butun doira va butun kvadratga tashlaganimiz bilan bir xil bo‘ladi.

Qum donasining aylanaga tushishini tekshirish uchun biz gipotenuzaning uzunligi formulasidan foydalanamiz: $x^2 + y^2 = 1$ (chunki gipotenuza aylananing radiusi):



Agar gipotenuzaning uzunligi birdan kam bo'lsa, nuqta aylanaga tushadi. Natijada, biz aylanaga tushgan nuqta va nuqtalarning umumiy sonini hisoblaymiz. Keyin biz birini boshqasiga ajratamiz, natijani 4 ga ko'paytiramiz va π sonining taxminiy qiymatini olamiz.

2.4 Monte-Karlo usuli yordamida π raqamini qidirishni dasturlashtiramiz

Python algoritmi, nima bo'layotganini yaxshiroq tushunish uchun sharhlarni o'qing:

```
  # подключаем модуль случайных чисел
import random

# функция, которая посчитает число пи
def count_pi(n):
  # общее количество бросков
    i = 0
  # сколько из них попало в круг
    count = 0
    # пока мы не дошли до финального броска
    while i < n:
        # случайным образом получаем
координаты x и y
        x = random.random()
        y = random.random()
        # проверяем, попали мы в круг или
нет
        if (pow(x, 2) + pow(y, 2)) < 1:
            # если попали — увеличиваем
счётчик на 1
            count += 1
      # в любом случае увеличиваем общий
счётчик
        i += 1
    # считаем и возвращаем число пи
    return 4 * (count / n)
```

```
# запускаем функцию
pi = count_pi(1000000)
# выводим результат
print(pi)
```

ADABIYOTLAR

1.Метод Монте-Карло.Илья Меерович Соболь М.: Наука, 1968. 64 с.Тираж 79000 экз. Серия Популярные лекции по математике, выпуск 46.

2.Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование.– М. Физматлит. 2005.

3.Ермаков С. М. Метод Монте-Карло в вычислительной математике. Вводный курс; Невский Диалект, Бином. Лаборатория знаний - Москва, 2009. - 192 с.

4. Калинина Дарья Папа Карло из Монте-Карло; Эксмо - Москва, 2013. - 320 с.

5. Новожилов Б. Н. Метод Монте-Карло; Знание - Москва, 2008. - 317 с.

6. Соболь И. М. Метод Монте-Карло; Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука" - Москва, 2010. - 319 с.

7. Соболь, И.М. Метод Монте-Карло; М.: Наука - Москва, 2012. - 191 с.

8.Музафаров Х.А., Баклушин М.Б., Абдураимов М.Г. Математическое моделирование. Ташкент, Университет. 2002 г.

9.Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике: учеб. пособие для студ вузов/ Зарубин В.С.-2-е изд.- Москва.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2003. -496 с.

10.Тарасевич Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование. – М., УРСС, 2003.

11. Введение в математическое моделирование. Под.ред. В.П.Трусова. – М.Логос. 2005.

12.Тарасевич, Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс: Учебное пособие / Ю.Ю. Тарасевич. - М.: ЛИБРОКОМ, 2013. - 152 с.

13.Галушко, В. А. Г16 Электротехника и основы электроники: учеб.-метод. пособие для для студентов факультета —Управление процессами перевозок / В. Н. Галушко; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп.–Гомель : БелГУТ, 2012.– 86 с.

14.Арнольд В.И. Жесткие и мягкие математические модели. М., МСНМО. 2000.

15. Дмитрий Златопольский: Основы программирования на языке Python; Редактор · Мовчан Д. А.; Издательство ДМК-Пресс, 2018 г. ; ISBN · 978-5-97060-641-4;

16. Х.С Далиев, Э.Х Бозоров в/б . Медицинская электроника. - Т .: «Fan va texnologiya», 2019,400 стр.

17. Бозоров Э.Х. Медицинская информатика. -Т.: «Fan va texnologiya», 2019,352 стр.

Bozorov E. Kh.
Kubayev A. E.

MONTE-KARLO USULI

O'quv - uslubiy qo'llanma

Muharrir: G.Rahimova
Musahhih: Z.Usmanova
Tex.muharrir: Sh.Abduraximov

Bosmaxona litsenziyasi:

4268

Nashriyot tasdiqnomasi:
№ 1243-7560-5999-432c-2125-1811-8655

Bosishga ruxsat etildi: 15.01.2024-yil.
Ofset bosma qog'ozi. Qog'oz bichimi 60x84 1/16.
"Times New Roman " garniturasi. Ofset bosma usuli.
Hisob nashriyot t.: 1,4. Shartli b.t.: 1,0.
Adadi: 100 nusxa. Buyurtma №15/01.

"Samarqand davlat chet tillar instituti" nashriyoti.
Samarqand sh., Bo'stonsaroy ko'chasi, 93.