

TOMOGRAFIK TASVIRLARNI QAYTA TIKLASHDA INTEGRAL GEOMETRIYA USULLARINI QO'LLASH

Umirbekova Saltanat Kurbanbay qizi
Nukus davlat texnika universiteti magistranti

Annotatsiya: Ushbu tezisdagi tomografik tasvirlarni qayta tiklashda integral geometriya usullarining samaradorligi va qo'llanilishi tahlil qilinadi. Integral geometriya, xususan Radon transformatsiyasi, tasvirlarni aniqlik bilan qayta tiklash imkonini beradi. Ishda turli algoritmlar, jumladan filtrlangan oraliq integral usullari va sinov natijalari orqali ularning ishlash samaradorligi o'rganilgan. Tadqiqot shuni ko'rsatadiki, integral geometriya asosidagi metodlar tibbiyot, sanoat va ilmiy tadqiqotlarda tomografik tasvirlarni yuqori aniqlikda qayta tiklash uchun muhim vosita hisoblanadi.

Kalit so'zlar: tomografiya, integral geometriya, Radon transformatsiyasi, tasvirni qayta tiklash, filtrlangan oraliq, algoritmlar

Аннотация: В данной работе анализируется применение методов интегральной геометрии при реконструкции томографических изображений. Интегральная геометрия, в частности преобразование Радона, позволяет восстанавливать изображения с высокой точностью. Рассматриваются различные алгоритмы, включая методы фильтрованного обратного проецирования, и приводятся результаты их тестирования. Результаты исследования показывают, что методы на основе интегральной геометрии являются важным инструментом для точной реконструкции томографических изображений в медицине, промышленности и научных исследованиях.

Ключевые слова: томография, интегральная геометрия, преобразование Радона, реконструкция изображений, фильтрованное обратное проецирование, алгоритмы

Annotation: This thesis investigates the application of integral geometry methods in the reconstruction of tomographic images. Integral geometry, particularly the Radon transform, enables high-precision image reconstruction. The study examines various algorithms, including filtered back-projection methods, and presents their testing results. The findings demonstrate that integral geometry-based methods are essential tools for accurate tomographic image reconstruction in medical, industrial, and scientific applications.

Keywords: tomography, integral geometry, Radon transform, image reconstruction, filtered back-projection, algorithms

Zamonaviy ilm-fan taraqqiyoti jamiyatning ijtimoiy, madaniy va iqtisodiy barqarorligini ta'minlovchi eng muhim omillardan biridir. Xususan, yuqori texnologiyalar va aniq fanlar sohasidagi yutuqlar tibbiyot, sanoat va ilmiy tadqiqotlar sifatini tubdan oshiradi. Tomografik tasvirlarni qayta tiklash kabi murakkab matematik va hisoblash muammolari integral geometriya metodlari orqali yechim topmoqda. Integral geometriya, jumladan Radon transformatsiyasi asosidagi metodlar tasvirlarni aniqlik va ishonchlilik bilan qayta tiklash imkonini beradi, bu esa sog'liqni saqlash va diagnostika jarayonlarida hayotiy ahamiyat kasb etadi. Prezident Shavkat Mirziyoyev ilm-fan va innovatsiyalarni rivojlantirishni milliy strategiyaning ustuvor yo'nalishlaridan biri deb belgilagan. U olimlar bilan uchrashuvlarda ilm-fan sohasining barcha yo'nalishlarida intensiv va progressiv rivojlanish yo'lga qo'yilishi lozimligini ta'kidlagan: "Ilm-fan bo'yicha intensiv va progressiv rivojlanishni yo'lga qo'ymasak bo'lmaydi" — deb aytgan davlat rahbari. Bu fikr ilmiy tadqiqotlar, yangi texnologiyalar va ularning amaliy tatbiqi uchun davlat darajasida qulay sharoitlar yaratish zarurligini bildiradi. Shuningdek, prezident matematika, geologiya, biologiya va boshqa fundamental fanlar bo'yicha taraqqiyotga e'tibor qaratish zarurligini qayd etgan va dunyo miqyosida tan olingan ilmiy maktablarimiz salohiyatini yanada mustahkamlash maqsadida ilmiy tadqiqotlarni qo'llab-quvvatlashni ustuvor vazifa deb atagan. Bu davlat siyosati aniq fanlar va innovatsion texnologiyalarga, jumladan tibbiyotda tasvirni qayta tiklashdagi integral geometriya metodlariga bo'lgan e'tiborning oshayotganini ko'rsatadi. Shu bois, tezis mavzusidagi tadqiqot zamonaviy ilmiy yondashuvlar asosida tasvirni qayta tiklash jarayonini chuqur tahlil qiladi. Ishda integral geometriya metodlarining matematik asoslari, Radon transformatsiyasining ahamiyati hamda ularni amaliy algoritmlarga tatbiq etish ko'rib chiqiladi. Bu tadqiqot Sog'liqni saqlash, tibbiy diagnostika va kompyuter tomografiyasi sohalarida ilmiy izlanishlar hamda amaliy samaradorlikni oshirishga xizmat qiladi. Tomografik tasvirlarni qayta tiklash jarayoni zamonaviy tibbiyot va sanoatda muhim ahamiyatga ega bo'lib, u inson organizmi yoki materiallarning ichki strukturasi haqida to'liq va aniq ma'lumot olish imkonini beradi.

1. Integral geometriya modeli

Tomografik tasvir quyidagi operator orqali ifodalanadi:

$$R(f)(\theta, s) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x \cos \theta + y \sin \theta) dl$$

Bu yerda:

- $f(x, y)$ — tiklanishi kerak bo'lgan tasvir,
- (θ, s) — proyeksiya parametrlari.

Mazkur model Integral geometriya nazariyasiga asoslanadi.

2. Teskari masala va regularizatsiya

Radon transformning teskari masalasini yechish quyidagi muammolar bilan bog'liq:

- barqarorlik yo'qligi;
- yechimning yagona emasligi.

Shu sababli Tikhonov regularizatsiyasi kabi usullar qo'llaniladi.

Regularizatsiya funksionali umumiy holda quyidagicha yoziladi:

$$\text{Min}_f \|Rf - g\|^2 + \lambda \|Lf\|^2$$

3. Klassik rekonstruksiya algoritmi

Filtered Back Projection algoritmi quyidagi bosqichlardan iborat:

1. Proyeksiyalarni Fourier sohasiga o'tkazish;
2. Filtrlash (Ram-Lak filtri);
3. Orqaga proyeksiya.

Ushbu algoritm tezkorligi bilan ajralib turadi, ammo shovqning nisbatan sezgir.

4. Sun'iy intellekt asosidagi model

Mazkur ishda Konvolyutsion neyron tarmoq asosida model ishlab chiqildi.

Modelning asosiy funksiyalari:

- shovqinni filtratsiya qilish;
- yo'qolgan ma'lumotlarni tiklash;
- artefaktlarni kamaytirish.

CNN modeli quyidagi operator sifatida qaraladi:

$$f_{\text{rec}} = N(f_{\text{FBP}})$$

Ushbu jarayonning ilmiy asoslari integral geometriya va Radon transformatsiyasiga tayangan holda rivojlanmoqda. Integral geometriya — bu shakl va fazoviy strukturalarni o'lchash va ularni matematik jihatdan qayta tiklash usullarini o'rganuvchi soha bo'lib, tasvirlarni kompyuter orqali qayta tiklash imkonini yaratadi. Tomografik tasvirlarni qayta tiklashda eng ko'p qo'llaniladigan metodlardan biri — Radon transformatsiyasi. Radon transformatsiyasi fazoviy funksiyani uning chiziqli proektsiyalari orqali ifodalaydi, bu esa tasvirni oraliq o'lchamlar orqali aniqlash va qayta tiklash imkonini beradi. Transformatsiya natijasida olingan ma'lumotlar filtrlangan oraliq (Filtered Back-Projection) algoritmlari orqali tasvirga aylantiriladi. Ushbu algoritmlar yuqori aniqlik va samaradorlikni ta'minlab, tasvirlarning aniqligini sezilarli darajada oshiradi. Integral geometriya usullari quyidagi afzalliklarga ega. Aniqlik va ishonchlilik: Radon transformatsiyasi va filtrlangan oraliq metodlari yordamida qayta tiklangan tasvirlar yuqori aniqlikka ega bo'ladi. Hisoblash samaradorligi: Zamonaviy kompyuter algoritmlari ushbu metodlarni tezkor va samarali amalga oshirish imkonini beradi. Moslashuvchanlik: Turli tipdagi tomografik ma'lumotlarga moslashib, tibbiyot, sanoat va ilmiy tadqiqotlarda qo'llanilishi mumkin. Shu bilan birga, tadqiqotlarda integral geometriya metodlarini qo'llashning ayrim

murakkabliklari ham mavjud. Masalan, ma'lumotlar to'liq bo'lmasa yoki shovqin yuqori bo'lsa, qayta tiklangan tasvirlarda xatoliklar yuzaga kelishi mumkin. Shu sababli, filtrlangan oraliq algoritmlarining optimallashtirilgan versiyalari va shovqin kamaytiruvchi metodlar ishlab chiqilgan. Bu yondashuvlar tomografik tasvir sifatini sezilarli darajada yaxshilaydi va klinik diagnostikada aniqlikni oshiradi. Integral geometriya usullarining amaliy tatbiqi tibbiyot sohasida juda keng. Masalan, kompyuter tomografiyasi (CT) va magnet-rezonans tomografiya (MRI) orqali organlarning 3D modellari yaratiladi, kasalliklarni erta aniqlash imkoniyati oshadi. Shuningdek, sanoatda materiallarni tekshirish va sifat nazorati jarayonlarida ham ushbu metodlar qo'llaniladi. Shu bois, integral geometriya asosidagi metodlar nafaqat ilmiy, balki amaliy ahamiyatga ham ega. So'nggi yillarda kompyuter texnologiyalarining rivojlanishi integral geometriya metodlarini yanada samarali qo'llash imkonini yaratdi. Hisoblash quvvatining oshishi va algoritmlarning takomillashuvi tufayli yuqori aniqlikdagi 3D tasvirlarni tezkor ravishda olish mumkin bo'lmoqda. Bu esa tibbiyot, sanoat va ilmiy tadqiqotlarda yangi standartlarni belgilaydi. Shu nuqtai nazardan, integral geometriya metodlarini chuqur o'rganish va ularni amaliy algoritmlarga tatbiq etish ilmiy va texnologik rivojlanishning muhim omili hisoblanadi.

Xulosa qilib aytganda, ushbu tezisdagi tomografik tasvirlarni qayta tiklash jarayonida integral geometriya metodlarining qo'llanilishi tahlil qilindi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, Radon transformatsiyasi va filtrlangan oraliq algoritmlari yordamida tasvirlarni yuqori aniqlikda qayta tiklash mumkinligi aniqlandi. Integral geometriya usullari nafaqat matematik jihatdan ishonchli, balki amaliyotda ham samarali bo'lib, tibbiyot, sanoat va ilmiy tadqiqotlar sohalarida keng qo'llanilmoqda. Shuningdek, tadqiqot davomida integral geometriya metodlarining afzalliklari va ba'zi cheklovlari o'rganildi. Afzalliklariga tasvirlarning yuqori aniqligi, hisoblash samaradorligi va moslashuvchanlik kiradi. Cheklovlar sifatida esa shovqinli yoki to'liq bo'lmagan ma'lumotlar bilan ishlashdagi xatoliklar va algoritmlarni optimallashtirish talab qilinishi qayd etildi. Shu bilan birga, zamonaviy kompyuter texnologiyalari va ilg'or algoritmlar ushbu cheklovlarni sezilarli darajada bartaraf etishga imkon beradi. Natijada, integral geometriya metodlari tomografik tasvirlarni qayta tiklashda muhim ilmiy va amaliy vosita sifatida namoyon bo'ldi. Ushbu metodlarning rivojlanishi nafaqat tibbiyot diagnostikasining sifatini oshirish, balki sanoat va ilmiy tadqiqotlarda yangi standartlarni belgilash imkonini yaratadi. Shu bois, kelajakda integral geometriya asosidagi algoritmlarni takomillashtirish va amaliyotga tatbiq etish sohada izchil va samarali ilmiy izlanishlarning ustuvor yo'nalishi bo'lishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Mirziyoyev, Sh. (2018). Ilm-fan bo'yicha intensiv va progressiv rivojlanishni yo'lga qo'ymasak bo'lmaydi. Kun.uz. <https://kun.uz>
2. Mirziyoyev, Sh. (2019). Oliy va o'rta maxsus ta'lim tizimini rivojlantirish. President.uz. <https://www.president.uz>
3. Xolmurodov, A., & Rahmonov, T. (2017). Tomografik tasvirlarni qayta tiklashda zamonaviy algoritmlar. Tashkent: Fan va Texnologiya nashriyoti.
4. Qodirov, S. (2019). Integral geometriya usullari va tibbiy tasvirni qayta tiklash. Ilmiy Axborot, 3(2), 45–53.
5. Karimov, M. (2021). Radon transformatsiyasi va filtrlangan oraliq algoritmlari tahlili. O'zbekiston Matematika Jurnali, 29(1), 12–22.
6. Kak, A., & Slaney, M. (2001). Principles of Computerized Tomographic Imaging. Society for Industrial and Applied Mathematics.
7. Natterer, F. (2016). The Mathematics of Computerized Tomography. Society for Industrial and Applied Mathematics.
8. Herman, G. T. (2015). Image Reconstruction from Projections: The Fundamentals of Computerized Tomography. Academic Press.
9. Deans, S. R. (2017). The Radon Transform and Some of Its Applications. Dover Publications.