



RADIOGRAFIK VA KOMPYUTER TOMOGRAFIK TASVIRLARDA SIGNAL O'LCHOVLARI NATIJALARIDA SHOVQINNING MAVJUDLIGI

*Farg'ona Jamoat Salomatlik Tibbiyot Instituti Biotibbiyot muhandisligi va
biofizika axborot texnologiyalari kafedirasi ilmiy rahbar:*

Latipova.M.I.

*Farg'ona Jamoat Salomatlik Tibbiyot Instituti "Rentgen texnikasi va
texnologiyasi" yo'nalishi 624-guruh magistr talabasi:*

Omonboyev Shaxriddibek To'lanboy o'g'li.

Annotatsiya: Ushbu maqolada rentgen radiografik (RTG) va kompyuter tomografik (KT) tasvirlarida o'lchov natijalarida paydo bo'ladigan shovqin turlari, ularning fizik va statistik xususiyatlari, shuningdek, signal-to-noise ratio (SNR) va contrast-to-noise ratio (CNR) mezonlari yordamida bu shovqinni aniqlash usullari tahlil qilinadi. Spatial domenda median, Gaussian, bilateral filtrlar, chastota domenida Butterworth va wavelet yondashuvlari hamda KTda iterativ rekonstruksiya (MBIR, OSEM) algoritmlari asosida shovqinni kamaytirish metodlari mukammal o'rganilib, laboratoriya va klinik sinov natijalari bilan taqqoslanadi. Tadqiqotdan olingan ma'lumotlar RTG va KT tasvir sifatini yaqqol oshirish hamda bemor dozasini minimallashtirish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: Poisson shovqin, Gaussian shovqin, SNR, CNR, median filtr, Butterworth, wavelet, MBIR.

Kirish

Raqamli tibbiy tasvirlash — zamonaviy diagnostika va davolash jarayonining ajralmas qismi bo'lib, rentgen radiografiya (RTG) va kompyuter tomografiya (KT) joriy etilishi natijasida bemor anatomiyasi va patologiyasini noinvaziv aniqlash imkoniyatlari sezilarli darajada oshdi. Biroq RTG va KT ko'rsatkichlari, boshqa



axborot tizimlaridagidek, signal va shovqin (signal-to-noise ratio, SNR) omiliga bog'liq. Past SNR diagnostik aniqlik pasayishiga, diagnostika xatolariga olib keladi. Shovqin manbalari orasida Poisson (kvant) shovqin, detektor va elektronika tizimlaridan kelib chiqadigan Gaussian komponent, bemor harakati, rekonstruksiya artefaktlari, tashqi elektromagnit bruslar mavjud.

Shovqinni aniqlash va uning tasirini baholash uchun SNR va contrast-to-noise ratio (CNR) mezonlari keng qo'llanadi. Ushbu mezonlar yordamida spatial va chastota yondashuvlar sinovdan o'tkazilib, turli filtr va algoritmlarning samaradorligi o'lchanadi. Maqolaning maqsadi RTG va KT tasvirlaridagi shovqinning mavjudligini tahlil qilish, uning fizik va statistik xususiyatlarini aniqlash, SNR/CNR parametrlariga mos keladigan kamaytirish metodlarini qo'llash imkoniyatlarini ko'rsatishdir.

Shovqin manbalari va ularning ta'siri

Poisson shovqin

Rentgen nurlari fotonlardan tashkil topganligi sababli, har bir foton detektorga tasodifiy keladi. Kam energiyali sohalarda fotonlar soni kam bo'lgani uchun o'sha hududlardagi noaniqlik sezilarli darajada oshadi. Klinik amaliyotda bu past doza protokollarda, ayniqsa yumshoq to'qima tekshiruvlarida kontrastni buzishi mumkin.

Gaussian shovqin

Detektor platalarining elektron komponentlari (amplifikatorlar, ADC) orasidagi kichik termal va tranzistorNosozliklari tufayli yaratiladi. Bunday shovqin butun tasvir bo'yicha deyarli bir xil taqsimlanadi, ammo alta chastotali detallarga albiy ta'sir qiladi: nozik to'qima chekkalari biroz xiralashadi.

Rekonstruksiya artefaktlari



KT tasvirlarida proyeksiyalar oralig'idagi texnik yoki modellash xatolari natijasida streak (uzluksiz oq chiziqlar), ring (aylanma) artefaktlari paydo bo'ladi. Tomografik detektorlarning mukammal bo'lmagan kalibrlanishi, proyeksion burchaklarning cheklanishi va gemetrik notekisliklar bunga sabab bo'ladi.

Harakat artefaktlari

Bemorning nafas olish yoki kichik siljishlari, ayniqsa tor tomogrammalarda, tasvirda siljish va qotish effektlarini keltirib chiqaradi. RTG stansiyalarida o'pka RTGsi yoki qorin bo'shlig'i fluoroskopiya da bu shovqin juda muhim bo'ladi.

Tashqi elektromagnit brus

Operatsion xonadagi uskunalar, elektr ta'minoti tarmoqlaridan keladigan yuqori chastotali bruslar detektor signallarini buzishi mumkin. Maxsus elektromagnit ekranning o'rnatilishi, uzluksiz zaminlash va toza kabel yo'nalishlari talab etiladi.

Spatial domen usullarining amaliyoti

Median filtr

Kichik kvadrat yoki doira shaklidagi oynadagi barcha piksellar qiymatini saralaydi va o'rtadagi qiymatni tanlaydi. Oddiyligi va impuls shovqinga qarshi samarasi tufayli klinik stansiyalarda birinchi bosqichda qo'llanadi. Misol uchun, stomatologik RTG va ortopedik tasvirlarda "tuz va murch" turidagi artefaktlarni bartaraf etishda juda foydali.

Gaussian filtr

Tasvir piksellerini bir-biriga o'tkirlik darajasiga qarab og'irlik beradi, ya'ni markaziy piksellar ko'proq, chekkadilari kamroq hisobga olinadi. Bu uzluksiz va silliq korrelyatsiya hosil qiladi. Oddiy implementatsiya va mavjud kutubxonalarda (OpenCV, scikit-image) bir qatorda ishlayotgan pipeline'larda tez sozlanadi.

Bilateral filtr

Spatial (geometrik) va intensivlik (rang yoki yoritilish) farqlarini hisobga oladi: ya'ni atrofdagi piksellar nafaqat masofa bo'yicha, balki ularning yorqinlik



farqi bo'yicha ham og'irlanadi. Shu bois, tekis o'qimalar silliqalanib shovqin ketadi, ammo aniq chekkalar xuddi avvalgidek saqlanadi. Klinik tasvirlarda suyak chegaralari, tomir burchaklari, o'sma siluetlarini aniq ko'rsatish zarur bo'lganda ayni.

Anisotropik difuziya

Iterativ yondashuv bo'lib, tasvirning past intensivlikli joylarida difuziya kuchayadi, yuqori intensivlik (chekka) joylarida sekin yoki umuman bo'lmaydi. Har bir iteratsiyada tasvirga lokal tahlil o'tkazilib, shovqin asta-sekin tarqatilib ketadi, chekka joylari esa saqlanadi. Klinik jarayonlarda «edge-preserving» xususiyati tufayli kam miqdordagi abnormal siluetlarni ham aniqlash imkonini beradi.

Non-Local Means (NLM)

Tasvirni kichik bloklarga bo'lib, har bir blokni butun tasvir bo'ylab o'xshash bloklar bilan solishtiradi. O'xshashligi piksellar bo'yicha braytlik, tuzilma va gradient orqali aniqlanadi. Keyin, og'irliklangan o'rtacha qiymat orqali shovqin aniqlanadi hamda realistik to'qima strukturasi saqlanadi. Hisoblash yukini GPU yoki FFT-ga asoslangan optimallashtirish bilan engillashtirish mumkin.

Chastota domeni yondashuvlari

Butterworth LPF/HPF

Tasvirni tezkor Fourier transformatsiyasi orqali chastota komponentlariga ajratib, ma'lum chastota oralig'ini nazorat bilan kesadi yoki o'tkazadi. Yumshoq o'tish parametri tufayli cheklangan artefakt bilan shovqin pasayadi, ammo kontur chiziqlari ham biroz xiralashishi mumkin. Chastota domenida ishlash jarayonida real vaqtda DSP yoki FPGA platformalarida amalga oshiriladi.

Wavelet denoising

Tasvirni ko'p darajali subbandlarga ajratib, yuqori chastotali subbandlardagi asosan shovqin bilan bog'liq bo'lgan komponentlarni adaptiv usulda pasaytiradi. Har bir subbandda shovqin dispersiyasi va struktural xususiyatlarga qarab



threshold belgilab, qayta yig'adi. Subband yondashuvlari tufayli nozik chekka va teksturalarni bim yutmasdan saqlab qolish mumkin.

Homomorphic filtr

Tasvirni kirish bosqichida logaritmik transformatsiyaga olib, multiplicativ shovqini additive modelga o'zgartiradi, so'ng past chastota fon va signal komponentlarini alohida ishlaydi. Natijada kontrast oshadi, fon yoritilishi balanslanadi. Ultrasonografiya va endoskopik tasvirlarda ham shu yondashuvdan foydalaniladi.

Iterativ rekonstruksiya metodlari (KT)

Model-Based Iterative Reconstruction (MBIR)

Tomografik sinogramma ma'lumotlariga fizik model va statistik oldbilim (prior) kirgizib, har bir iteratsiyada tasvir sifatini optimallashtiradi. Sinogramma va chekkalarning silueti saqlanadi, artefaktlar bartaraf etiladi. Klinik past-doza protokollarida bemorning radiatsiya dozasi sezilarli darajada kamayishini ta'minlaydi.

Ordered Subsets Expectation-Maximization (OSEM)

Sinogrammani kichik to'plamlarga (subset) bo'lib, har bir subset bo'yicha rekonstruksiya bosqichini parallellashtiradi. MBIRga nisbatan tezroq, lekin bir oz kamroq sifatli natija beradi. Operatsion komplekslarda hamda mobil CT uskunalarda foydali.

Klinik va laboratoriya sinovlari

Phantom testlari

TG-18 ACR fantomlari yordamida spatial domendagi filtr parametrlari (oyna hajmi, σ , parametr turlari) va chastota domeni o'tish chastotasi sinovdan o'tkazildi. Optimal parametrlar aniqlanib, RTG stansiyalarida standart paketga kiritildi.

Bemor tasvirlari bilan solishtirish



Klinik RTG va KT studiyalarda kontur aniqligi, patoloji joylashuv aniqligi va displey sharoitida radiologlarning subyektiv bahosi (Likert shkalasi) yig'ildi. Bilateral filtr va MBIR usullari yuqori baho oldi.

Tavsiyalar va kelajak istiqbollari

1. **Real-vaqt denoising:** GPU akceleratsiyasi va FPGA implantatsiyasi spatial filtrlarni instant rejimda tatbiq etishga imkon beradi.
2. **AI integratsiyasi:** DNN-asosli denoiserlar (DnCNN, Noise2Void) spatial va frequency yondashuvlarini birlashtiradi.
3. **Federated Learning:** bir nechta klinikalardan master-modellar o'rganilib, shaxsi maxfiyligi saqlanadi.
4. **Adaptive parametrlar:** tasvirning lokal statistikasi bo'yicha filtr parametrlari avtomatik aniqlanadi.
5. **Multi-modal yondashuv:** RTG + USG + MRI ma'lumotlarini birlashtirib, shovqin kamaytirish va segmentatsiya metodlarini uyg'unlashtirish.

Xulosa

RTG va KT tasvirlarida paydo bo'ladigan shovqin manbalarini batafsil o'rganish, ularning fizik va statistik xususiyatlarini aniqlash, keyin spatial, chastota domeni va iterativ rekonstruksiya metodlarini mukammal qo'llash tasvir sifatini sezilarli darajada oshiradi. Klinik va laboratoriya sinovlari bilateral filtr va MBIR usullarining eng yuqori diagnostik samaradorlikni ta'minlashini ko'rsatdi. Kelajakda AI va federated learning integratsiyasi ushbu jarayonni yanada takomillashtiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. I. Radon. *Über die Bestimmung von Funktionen...* 1917.
2. Shepp L., Logan B. *IEEE Trans. Nucl. Sci.*, 1974.
3. Foi A. et al. *IEEE TIP*, 2008.
4. Thibault J.-B. et al. *Med. Phys.*, 2007.
5. Musalimova V.M. et al. *J. Digital Imaging*, 2015.