

TASVIRNI OLISH (IMAGE ACQUISITION) BOSQICHI: TIBBIY TASVIRLASHNING ILMIY ASOSLARI

Turaxonova Shaxnoza Odiljonovna

Qo'qon universiteti Andijon filiali

KI va RT kafedrası o'qituvchisi

<https://orcid.org/0009-0001-3514-7358>

shaxnozaxan697@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada tibbiy tasvirni olish (Image Acquisition) bosqichining ilmiy asoslari, fizik mexanizmlari va zamonaviy diagnostikadagi o'rni tahlil qilinadi. MRI, CT, rentgen va UZI texnologiyalarining ishlash prinsiplari fizik signallarni qayd etish va matematik rekonstruksiya qilish nuqtayi nazaridan yoritilgan. Shuningdek, tasvir sifatiga ta'sir qiluvchi asosiy omillar, signalni qayta ishlash jarayonlari hamda zamonaviy AI asosidagi yondashuvlar ko'rib chiqiladi. Tadqiqot natijalari tibbiy tasvirlash tizimlarini multimodal va intellektual diagnostika yo'nalishida rivojlantirish muhimligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: Tibbiy tasvirlash, Image Acquisition, MRI, CT, rentgen, UZI, signal processing, matematik rekonstruksiya, fizik modellashtirish, sun'iy intellekt, diagnostika.

Аннотация: В данной статье рассматриваются научные основы этапа получения медицинских изображений (Image Acquisition), его физические принципы и роль в современной диагностике. Анализируются методы МРТ, КТ, рентгенографии и ультразвукового исследования с точки зрения регистрации физических сигналов и их математической реконструкции. Также изучаются факторы, влияющие на качество изображений, процессы обработки сигналов и современные подходы на основе искусственного интеллекта. Результаты исследования подчеркивают важность развития медицинской визуализации в направлении мультимодальных и интеллектуальных диагностических систем.

Ключевые слова: Медицинская визуализация, получение изображений, МРТ, КТ, рентген, УЗИ, обработка сигналов, математическая реконструкция, физическое моделирование, искусственный интеллект, диагностика.

Abstract: This article examines the scientific foundations of the Image Acquisition stage in medical imaging, its physical principles, and its role in modern diagnostic systems. The working principles of MRI, CT, X-ray, and ultrasound imaging are analyzed from the perspective of physical signal acquisition and mathematical reconstruction. Key factors affecting image quality, signal processing techniques, and modern AI-based approaches are also discussed. The findings highlight the importance of advancing medical imaging toward multimodal and intelligent diagnostic systems.

Keywords: Medical imaging, Image acquisition, MRI, CT, X-ray, Ultrasound, signal processing, mathematical reconstruction, physical modeling, artificial intelligence, diagnostics.

Tibbiy tasvirlash texnologiyalari zamonaviy diagnostika tizimining muhim tarkibiy qismi bo'lib, kasalliklarni aniqlash, davolashni rejalashtirish va bemor holatini monitoring qilishda keng qo'llaniladi. Tasvirni olish (Image Acquisition) bosqichi tibbiy tasvirlarni qayta ishlash jarayonining boshlang'ich va asosiy qismi hisoblanadi. Ushbu bosqichda inson organizmidan fizik signallar olinadi, qayd etiladi va raqamli tasvir ko'rinishiga keltiriladi.

Hozirgi tibbiyotda asosiy tasvirlash usullari sifatida MRI (Magnit-rezonans tomografiya), CT (Kompyuter tomografiya), Rentgen (X-ray) va UZI (Ultratovush) texnologiyalari qo'llaniladi. Har bir usul o'ziga xos fizik jarayonlarga asoslanadi: MRI magnit maydon va radiochastota signallari orqali, CT va rentgen ionlashtiruvchi nurlar yordamida, UZI esa akustik to'lqinlar asosida ishlaydi.

Ilmiy jihatdan tasvirni olish jarayoni signalni qayd etish, fizik modellashtirish va matematik rekonstruksiya bilan bog'liq bo'lib, tasvir sifati diagnostik aniqlikka bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli image acquisition bosqichini chuqur o'rganish tibbiy tasvirlarni samarali tahlil qilish va zamonaviy diagnostika tizimlarini rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega.

MRI (Magnit-rezonans tomografiya) — elektromagnit rezonans asosida tasvir olish;

$$\omega = \gamma B_0$$

Magnit-rezonans tomografiya (MRI) zamonaviy tibbiy tasvirlashning eng ilg'or usullaridan biri bo'lib, yadroviy magnit rezonans (Nuclear Magnetic Resonance — NMR) fizik hodisasiga asoslanadi. Ushbu texnologiya inson organizmidagi, ayniqsa suv va yog' tarkibidagi vodorod atomlari protonlarining magnit maydondagi xatti-harakatini o'rganish orqali yuqori sifatli tasvir hosil qiladi.

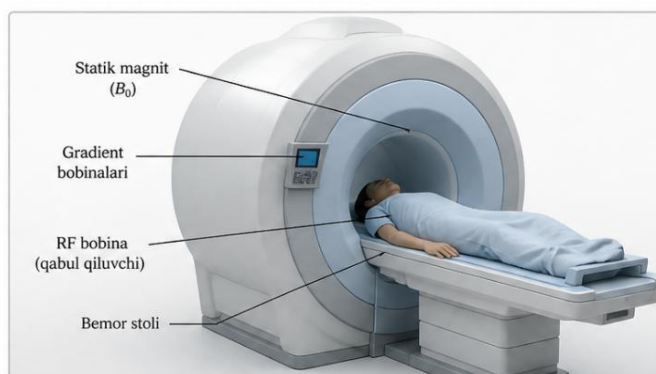
1.1. MRI (Magnit-rezonans tomografiya) — elektromagnit rezonans asosida tasvir olish

Magnit-rezonans tomografiya (MRI) tibbiy tasvirlashning eng asosiy va zamonaviy usullaridan biri bo'lib, u yadroviy magnit rezonans (NMR) hodisasiga asoslanadi. Inson tanasining ko'p qismida, ayniqsa suv va yog' molekularida mavjud bo'lgan vodorod atomlari protonlari tashqi magnit maydon ta'sirida ma'lum yo'nalishda tartiblanadi va radiochastotali to'lqinlar bilan o'zaro ta'sirlashadi. Ushbu o'zaro ta'sir natijasida hosil bo'ladigan signal qabul qilinib, kompyuter yordamida qayta ishlanadi va yuqori aniqlikdagi kesim tasvirlar shaklida rekonstruksiya qilinadi.

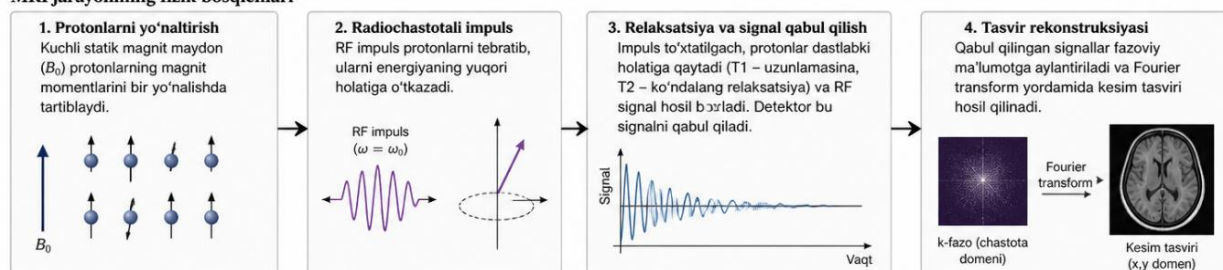
Larmor chastotasi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\omega = \gamma B_0$$

ω – Larmor burchak chastotasi (rad/s)
 γ – giromagnit nisbat (proton uchun 42.58 MHz/T)
 B_0 – statik magnit maydon induksiya (Tesla)



MRI jarayonining fizik bosqichlari



MRI ning ilmiy afzalliklari:

- Ionlashtiruvchi nurlanish ishlatilmaydi (xavfsiz).
- Yumshoq to'qimalar kontrasti juda yuqori.
- Ko'p rejalaridagi (2D/3D) va funksional tasvirlar olish mumkin.
- Miya, orqa miya, mushak, bo'g'imlar, ichki organlar va yurak-qon tomir tizimi patologiyalarini aniqlashda juda samarali.

1-rasm

MRI jarayonida bemor kuchli statik magnit maydon (B_0) ichiga joylashtiriladi. Natijada organizmdagi vodorod protonlari ma'lum yo'nalishda tartiblanadi. So'ngra radiochastotali impulslar yuborilib, protonlar energetik holati vaqtincha o'zgartiriladi. Ushbu qo'zg'alishdan keyin protonlar o'zining dastlabki holatiga qaytishda elektromagnit signal chiqaradi. Maxsus

detektorlar ushbu signallarni qabul qiladi va kompyuter tizimi Fourier transform yordamida ularni anatomik tasvirga aylantiradi.

MRI texnologiyasining asosiy bosqichlari quyidagilardan iborat:

- kuchli magnit maydon yordamida protonlarni yo‘naltirish;
- radiochastotali impulslar orqali protonlarni qo‘zg‘atish;
- relaksatsiya jarayonida signalni qayd etish;
- signalni matematik rekonstruksiya qilish.

MRI ning asosiy ilmiy ustunligi uning yumshoq to‘qimalarni juda yuqori kontrastda ko‘rsatish qobiliyatidir. Shu sababli u miya, orqa miya, mushaklar, yurak-qon tomir tizimi va ichki organlar kasalliklarini aniqlashda keng qo‘llaniladi. Bundan tashqari, MRI ionlashtiruvchi nurlanishdan foydalanmaydi, bu esa uni xavfsizroq diagnostika usullaridan biriga aylantiradi. Zamonaviy klinik amaliyotda MRI nevrologiya, onkologiya, ortopediya va kardiologiyada muhim diagnostik vosita hisoblanadi.

CT (Kompyuter tomografiya) — rentgen nurlarining kesimiy rekonstruksiya;

Kompyuter tomografiya (CT) tibbiy diagnostikada keng qo‘llaniladigan yuqori aniqlikdagi tasvirlash usuli bo‘lib, u rentgen nurlarining organizm to‘qimalari orqali turli burchaklardan o‘tishi va yutilish darajasini o‘lchash prinsipiga asoslanadi. Ushbu texnologiya an’anaviy rentgenografiyaga nisbatan ancha batafsil va kesimiy (tomografik) tasvirlarni hosil qilish imkonini beradi.

CT jarayonida rentgen manbai bemor atrofida aylanish harakatini bajaradi va ko‘plab yo‘nalishlardan nurlanish yuboradi. Organizmning turli to‘qimalari — suyak, mushak, yog‘ yoki qon — rentgen nurlarini turlicha darajada yutadi. Maxsus detektorlar ushbu o‘tgan signallar intensivligini qayd etadi. Olingan ma‘lumotlar kompyuter tomonidan matematik rekonstruksiya algoritmlari, jumladan filtered back-projection yoki iterativ modellashtirish yordamida qayta ishlanib, ichki organlarning qatlamli tasvirlari yaratiladi.

CT texnologiyasining asosiy fizik bosqichlari quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

- rentgen nurlarining organizm orqali turli yo‘nalishlarda o‘tishi;
- to‘qimalarning zichligiga qarab nurlanishning turlicha yutilishi;
- detektorlar orqali signal intensivligini o‘lchash;
- matematik rekonstruksiya orqali kesim tasvirini shakllantirish.

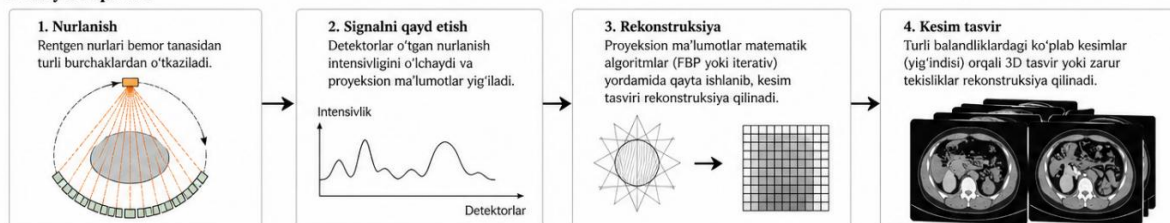
1.2. CT (Kompyuter tomografiya) — rentgen nurlarining kesimiy rekonstruksiyasi

Kompyuter tomografiya (CT) tasvirlash usuli rentgen nurlarining organizm ichidan turli yo'nalishlarda o'tishi va ularning yutilish darajasini o'lchashga asoslanadi. Olingan ko'p sonli proyeksiyon ma'lumotlar maxsus matematik algoritmlar yordamida qayta ishlanib, tananing kesim (tomografik) tasvirlari hosil qilinadi.

Fizik asos

- Rentgen nurlari turli zichlikdagi to'qimalardan turlicha o'tadi va yutiladi (susayadi).
- Detektorlar o'tgan nurlanish intensivligini o'lchab, elektr signal ko'rinishida qayd etadi.
- Kompyuter ushbu signallarni matematik rekonstruksiya qiladi (filtered back-projection yoki iterativ algoritmlar orqali) va kesim tasvirini hosil qiladi.

Asosiy bosqichlar



CT ning ilmiy va klinik afzalliklari

- Yuqori fazoviy aniqlik (ayniqsa suyak tuzilmalari uchun).
- Qisqa vaqt ichida katta hududni qamrab olish imkoniyati.
- Qon ketishlar, o'smalar, suyak sinishlari, o'pka va ichki organ patologiyalarini tez aniqlash.
- Ko'p qirrali rekonstruksiya: 2D, 3D, MPR (multiplanar reformatsiya).
- Zamonaviy multislice va spiral CT texnologiyalari yuqori tezlik va past dozada ishlash imkonini beradi.

To'qimalarning nurlanish yutilish koeffitsienti (Hounsfield birliklari)

To'qima turi	Zichlik	HU (Hounsfield units)
Havo	Juda past	-1000
Yog'	Past	-100 dan -50 gacha
Suv	O'rta	0
Mushak, yumshoq to'qima	O'rta-yuqori	+30 dan +60 gacha
Suyak	Yuqori	+100 dan +3000 gacha

HU shkalasi: +1000, 0, -1000

2-rasm

CT ning ilmiy va klinik afzalligi uning yuqori fazoviy aniqligi bilan bog'liq. Ayniqsa suyak tizimi, bosh miya jarohatlari, ichki qon ketishlar, o'smalar va ko'krak qafasi patologiyalarini tezkor aniqlashda samaradorligi juda yuqori. Shuningdek, zamonaviy spiral va multislice CT texnologiyalari qisqa vaqt ichida katta hajmdagi anatomik ma'lumotlarni olish imkonini beradi.

Shu sababli CT favqulodda tibbiyot, travmatologiya, onkologiya va jarrohlik diagnostikasida eng muhim tasvirlash usullaridan biri hisoblanadi.

Rentgen (X-ray) — differensial yutilish prinsipi;

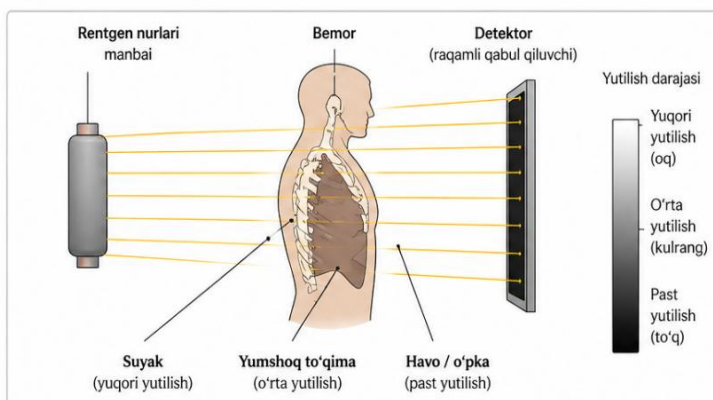
Rentgenografiya (X-ray) tibbiy tasvirlash tarixidagi eng qadimiy va keng qo'llaniladigan diagnostik usullardan biri hisoblanadi. Ushbu texnologiya yuqori energiyali elektromagnit nurlanish — rentgen nurlari yordamida organizm ichki tuzilmalarini tasvirlashga asoslanadi. Rentgen tekshiruvchi tezkorligi, soddaligi va iqtisodiy samaradorligi sababli bugungi kunda ham klinik amaliyotda muhim o'rin egallaydi.

1.3. Rentgen (X-ray) — differensial yutilish prinsipi

Rentgen tasvirlash yuqori energiyali elektromagnit nurlanish (X-ray fotonlari)dan foydalanadigan eng sodda va keng tarqalgan tibbiy imaging usullaridan biridir. Bu usul to'qimalar rentgen nurlarini turlicha yutish qobiliyatiga asoslanadi. Detektorga (plyonka yoki raqamli qabul qiluvchi) yetib kelgan nurlanish intensivligi tasvir kontrastini belgilaydi.

Asosiy fizik prinsip: differensial yutilish

- Rentgen nurlari (fotonlar) bemor tanasidan o'tganda turli to'qimalarda turlicha yutiladi.
- Zichligi yuqori va atom raqami katta bo'lgan to'qimalar (suyak, tish) nurlanishni ko'proq yutadi — detektorga kam nurlanish yetib boradi, shuning uchun tasvirda oq (yorug') ko'rinadi.
- Yumshoq to'qimalar (mushak, yog', organlar) nurni kam yutadi — detektorga ko'proq nurlanish yetib boradi va tasvirda to'q yoki kulrang ko'rinadi.



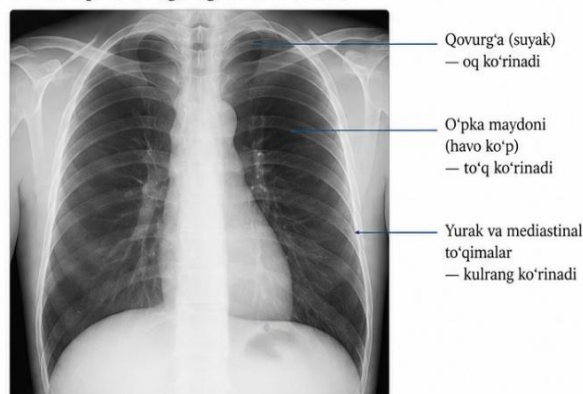
To'qimalarning rentgen nurlarini yutish darajasi

To'qima turi	Nisbiy yutilish	Tasvirdagi ko'rinishi
Suyak, tish	Yuqori (ko'p yutadi)	Oq (yorug')
Mushak, jigar, buyrak	O'rta	Kulrang
Yog' to'qimasi	Past	To'q kulrang
Havo (o'pka, ichak)	Juda past (kam yutadi)	Qora (juda to'q)

Afzalliklari: tezkor, arzon, keng tarqalgan, ko'plab holatlarda boshlang'ich diagnostika uchun yetarli.

Cheklovlari: ikki o'lchamli tasvir beradi; uch o'lchamli chuqur strukturani aniq ko'rsatish imkoniyati cheklangan; to'qimalar ustma-ust tushishi mumkin.

Ko'krak qafasi rentgenogrammasi (misol)



3-rasm

Rentgen tasvirlash jarayonida nurlanish bemor tanasidan o'tkaziladi va turli biologik to'qimalarning zichligi hamda kimyoviy tarkibiga qarab turlicha yutiladi. Zichligi yuqori bo'lgan suyak to'qimalari rentgen nurlarini ko'proq ushlab qoladi, shu sababli tasvirda oq rangda aks etadi. Yumshoq to'qimalar, mushaklar va yog' qatlamlari esa nurlarni kamroq yutadi, natijada kulrang yoki to'qroq ko'rinishda tasvirlanadi.

Rentgenografiyaning asosiy fizik tamoyillari quyidagilardan iborat:

- rentgen nurlarining organizm orqali o'tishi;
- turli to'qimalarning nurlanishni differensial yutishi;
- detektor yoki plyonka orqali signalni qayd etish;
- ikki o'lchamli anatomik tasvir hosil qilish.

Rentgen usulining asosiy afzalligi uning tezkorligi va oddiy diagnostik tekshiruvlarda samaradorligidir. Ayniqsa suyak sinishlari, o'pka kasalliklari, ko'krak qafasi patologiyalari va stomatologik tekshiruvlarda keng qo'llaniladi. Shu bilan birga, ushbu texnologiyaning asosiy cheklovi uch o'lchamli chuqur anatomik strukturalarni to'liq ko'rsatish imkoniyatining cheklanganligidir.

Shunday bo'lsa-da, rentgenografiya diagnostik tibbiyotda boshlang'ich skrining usuli sifatida o'z ahamiyatini saqlab qolmoqda va ko'plab kasalliklarni tez aniqlashda samarali vosita bo'lib xizmat qiladi.

UZI (Ultratovush tekshiruvi) — akustik to'lqinlar asosidagi tasvirlash;

Ultratovush tekshiruvi (UZI) zamonaviy tibbiyotda keng qo'llaniladigan xavfsiz va samarali diagnostik usullardan biri bo'lib, yuqori chastotali akustik to'lqinlar yordamida inson

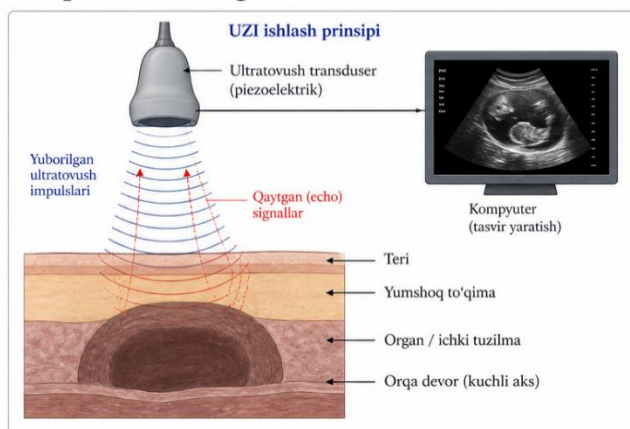
organizmi ichki tuzilmalarini real vaqt rejimida tasvirlash imkonini beradi. Ushbu texnologiya ionlashtiruvchi nurlanishdan foydalanmasligi sababli bemor uchun nisbatan xavfsiz hisoblanadi va ko‘plab klinik holatlarda birlamchi diagnostika vositasi sifatida qo‘llaniladi.

1.4. UZI (Ultratovush tekshiruvi) — akustik to‘lqinlar asosidagi tasvirlash

Ultratovush tekshiruvi (UZI) yuqori chastotali akustik to‘lqinlarning biologik to‘qimalarda tarqalishi va qaytishi (echo) hodisasiga asoslanadi. Ushbu to‘lqinlar inson to‘qimalarida turli tezlik va impedansga ega bo‘lgan muhitlar chegarasida qisman aks etadi. Qaytgan signallar maxsus transduser tomonidan qabul qilinadi va kompyuter yordamida real vaqt rejimida tasvirga aylantiriladi.

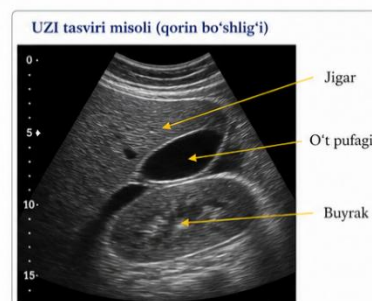
Fizik jarayon:

- Piezoelektrik transduser elektr impulsini mexanik tebranishlarga aylantirib, ultratovush impulsini hosil qiladi.
- Impuls to‘qimalar ichiga yuboriladi va muhitda tarqaladi.
- To‘qimalar interfeysida (turli zichlikka ega muhitlar chegarasida) to‘lqinlar qaytadi.
- Qaytgan signallar transduser tomonidan qabul qilinadi.
- Signallar vaqt (chuqurlik) va amplituda bo‘yicha tahlil qilinadi.
- Real vaqt rejimida 2D (ba‘zan 3D/4D) tasvir hosil qilinadi.



Asosiy parametrlar	
Parametr	Ta'siri
Chastota (f)	Yuqori chastota → yaxshi aniqlik, lekin kichik chuqurlik Past chastota → katta chuqurlik, lekin past aniqlik
Aks etirish koeffitsienti	To‘qimalar o‘rtasidagi akustik impedans farqi qancha katta bo‘lsa, echo kuchliroq bo‘ladi.
Yoyilish tezligi (c)	Yumshoq to‘qimalarda o‘rtacha $c \approx 1540$ m/s
Chuqurlik (d)	$d = \frac{c \cdot t}{2}$ (t — echo qaytish vaqti)
Amplituda	Qaytgan signal kuchi — tasvirdagi yorqinlikka ta'sir qiladi.

UZI tasvirining xususiyatlari	
	Real vaqt rejimi Dinamik jarayonlarni (yurak urishi, qon oqimi, homila harakati va h.k.) kuzatish mumkin.
	Xavfsiz Ionlashtiruvchi nurlanish mavjud emas, organizm uchun xavfsiz usul.
	Portativ va qulay Uskuna nisbatan arzon, ko‘chma, tezkor tekshirish imkonini beradi.
	Doppler rejimi Qon oqimi yo‘nalishi va tezligini baholash imkoniyatini beradi.



4-rasm

UZI texnologiyasi piezoelektrik effektga asoslangan. Maxsus transduser yuqori chastotali ultratovush impulsini hosil qilib, ularni organizm to‘qimalariga yuboradi. Turli zichlikka ega biologik tuzilmalar chegarasida ushbu to‘lqinlar qisman qaytadi (echo) va qaytgan signallar yana transduser tomonidan qabul qilinadi. Signalning qaytish vaqti hamda amplitudasi asosida kompyuter ichki organlar, yumshoq to‘qimalar yoki qon oqimi haqida vizual tasvir yaratadi.

UZI jarayonining asosiy fizik bosqichlari quyidagilardan iborat:

- piezoelektrik transduser orqali ultratovush impulsini hosil qilish;
- akustik to‘lqinlarning biologik to‘qimalarga tarqalishi;
- to‘qimalar chegarasida signallarning qaytishi;
- echo signallarini vaqt va amplituda bo‘yicha tahlil qilish;
- real vaqt rejimida tasvir shakllantirish.

Ultratovush tekshiruvining asosiy ilmiy va klinik ustunligi uning real vaqt monitoring imkoniyatidir. Shu sababli u homila rivojlanishini kuzatish, yurak faoliyatini baholash (Echocardiography), qorin bo‘shlig‘i organlarini tekshirish, qon tomirlar diagnostikasi va ko‘plab boshqa sohalarda keng qo‘llaniladi. Bundan tashqari, UZI nisbatan arzon, portativ va tezkor diagnostika usuli bo‘lib, shifoxona, poliklinika va favqulodda tibbiy yordam sharoitida juda qulay hisoblanadi. Shu jihatlari bilan ultratovush diagnostikasi zamonaviy klinik amaliyotda eng muhim va universal tasvirlash usullaridan biri hisoblanadi.

Ilmiy yondashuv: signal olish va fizik modellashtirish;

Tibbiy tasvirlash tizimlari (CT, MRI, UZI va boshqalar) fizik jarayonlar va matematik modellar uyg'unligiga asoslangan murakkab tizim hisoblanadi. Tasvir hosil bo'lishi bevosita real fizik maydonlarning biologik to'qimalar bilan o'zaro ta'siri natijasida yuzaga keladi va keyinchalik raqamli shaklga o'tkaziladi.

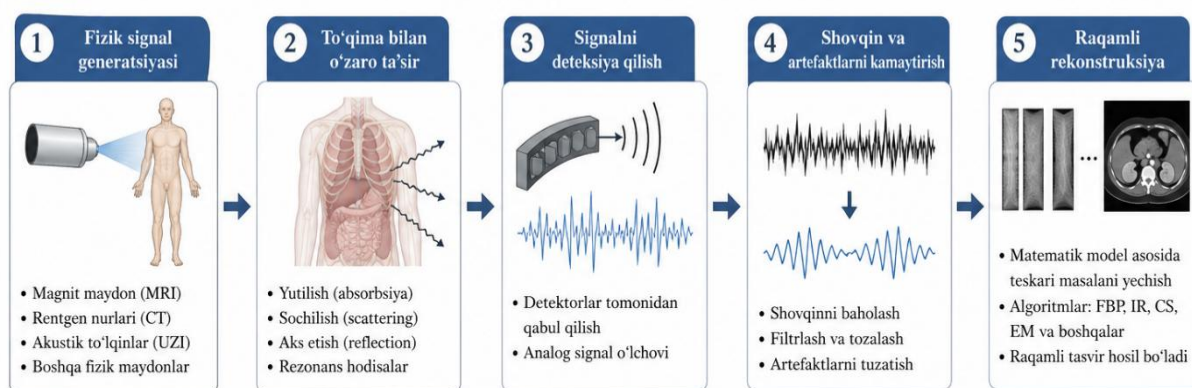
Umumiy ilmiy model quyidagi asosiy bosqichlarni o'z ichiga oladi:

Fizik signalni hosil qilish - Tasvirlash jarayoni magnit maydon (MRI), rentgen nurlari (CT) yoki ultratovush to'lqinlari (UZI) kabi fizik manbalar orqali boshlanadi. Har bir texnologiya o'ziga xos energiya va to'lqin xususiyatlariga ega bo'lib, ular organizm ichiga yuboriladi.

To'qima bilan o'zaro ta'sir - Yuborilgan signal biologik to'qimalardan o'tishda yutilish, sochilish yoki aks etish hodisalariga uchraydi. Ushbu o'zaro ta'sir to'qimaning fizik xususiyatlariga (zichlik, magnit xususiyatlar, akustik impedans) bog'liq bo'ladi.

1.5. Ilmiy yondashuv: signal olish va fizik modellashtirish

Tibbiy tasvirni olish jarayoni fizik hodisalarga asoslanadi va ularni matematik modellar yordamida tavsiflash orqali raqamli tasvirga aylantiriladi. Umumiy ilmiy model besh asosiy bosqichdan iborat bo'lib, u turli modalitetlar (CT, MRI, UZI va boshqalar) uchun o'ziga xos ko'rinishlarga ega.



Mazkur jarayon **signal processing, inverse problems (teskari masalalar)** va **matematik modellashtirish** nazariyalariga asoslanadi. Xususan, CT va MRI tizimlarida o'lchangan ma'lumotlar obyektning ichki tuzilmasi haqida bilvosita axborot beradi va tasvirni tiklash – teskari masala sifatida qaraladi. Bunday masalalar odatda yaxshi qo'yilmagan (ill-posed) bo'lib, yechimlar barqaror va yagona bo'lishi uchun qo'shimcha cheklavlar (**regulyarizatsiya**), statistik modellar va optimallashtirish usullari qo'llaniladi.

Fizik modellashtirishning vazifalari:

- Signal manbai va to'qima o'zaro ta'sirini matematik tenglamalar bilan tasvirlash (Maxwell tenglamalari, to'lqin tenglamasi, Beer-Lambert qonuni va boshqalar).
- O'lchov jarayonini model qilish (geometriya, detektor javobi, diskretlash).
- Oldingi bilimlar va cheklavlarni inobatga olgan holda teskari masalani yechish.
- Sifatli tasvir uchun dozani, vaqtni va resurslarni optimallashtirish.

5-rasm

Signalni qabul qilish (deteksiya) - O'zgarishga uchragan signal maxsus detektorlar orqali qabul qilinadi. Masalan, MRI tizimida radiochastota signallari, CT da esa detektorlarga tushgan rentgen intensivligi o'lchanadi.

Shovqin va artefaktlarni kamaytirish - Real tizimlarda o'lchovlar doimo shovqin (noise) va buzilishlar (artefaktlar) bilan birga keladi. Shu sababli filtratsiya, statistik baholash va signalni tozalash algoritmlari qo'llaniladi.

Raqamli rekonstruksiya - Olingan xom ma'lumotlar matematik algoritmlar yordamida vizual tasvirga aylantiriladi. Bu bosqich eng murakkab qism bo'lib, ko'pincha teskari masala (inverse problem) sifatida qaraladi.

Umuman olganda, bu jarayonlar signal processing, inverse problems nazariyasi va matematik modellash asosida quriladi. Ayniqsa CT va MRI tizimlarida tasvirni tiklash jarayoni bevosita noaniq va teskari masalalarni yechish bilan bog'liq bo'lib, yuqori aniqlikdagi algoritmik yondashuvlarni talab qiladi.

Tibbiy tasvirni olish (Image Acquisition) bosqichi zamonaviy diagnostika tizimlarining asosiy ilmiy va texnologik poydevori hisoblanadi. Ushbu bosqichda qo'llaniladigan MRI, CT, rentgen va UZI texnologiyalari turli fizik hodisalarga asoslangan bo'lsa-da, ularning barchasi yagona maqsad — biologik to'qimalarning ichki strukturasi maksimal aniqlikda vizualizatsiya qilishga yo'naltirilgan.

Ilmiy nuqtai nazardan qaralganda, har bir tasvirlash usuli o'ziga xos kuchli va cheklovli tomonlarga ega:

MRI yuqori yumshoq to'qima kontrasti va nurlanishsiz ishlash afzalligi bilan ajralib turadi. Biroq uning asosiy cheklovi — yuqori narx, uzoq tasvir olish vaqti hamda harakat artefaktlariga sezgirligidir. Shu sababli MRI asosan murakkab nevrologik va onkologik diagnostikada qo'llaniladi.

CT esa yuqori fazoviy aniqlik va tezkor tasvir olish imkoniyati bilan favqulodda holatlar uchun juda muhim hisoblanadi. Biroq ionlashtiruvchi nurlanish mavjudligi sababli uning takroriy qo'llanilishi cheklangan bo'lib, bu omil klinik xavfsizlik nuqtai nazaridan muhim ahamiyatga ega.

Rentgenografiya oddiy tuzilmalarni tezkor baholashda samarali bo'lsa-da, uning ikki o'lchamli tabiati chuqur anatomik strukturalarni to'liq ifodalash imkonini cheklaydi. Shu sababli u ko'pincha birlamchi skrining vositasi sifatida ishlatiladi.

UZI esa real vaqt rejimida tasvir olish imkoniyati, xavfsizligi va arzonligi bilan klinik amaliyotda eng keng tarqalgan usullardan biridir. Biroq uning aniqligi operator tajribasi va to'qimalarning akustik xususiyatlariga sezilarli darajada bog'liq bo'lib, bu diagnostik barqarorlikka ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Umumiy tahlil shuni ko'rsatadiki, hech bir tasvirlash usuli universal emas; ular bir-birini to'ldiruvchi tizim sifatida ishlaydi. Zamonaviy klinik diagnostikada multimodal yondashuv — ya'ni MRI, CT, rentgen va UZI ma'lumotlarini integratsiyalash — yuqori aniqlik va ishonchlikka erishishda muhim strategiya hisoblanadi.

Bundan tashqari, so'nggi yillarda sun'iy intellekt va chuqur o'rganish (Deep Learning) algoritmalarining tasvirni olish va rekonstruksiya jarayonlariga integratsiyasi ushbu sohani yangi bosqichga olib chiqmoqda. AI asosidagi modellar shovqinni kamaytirish, artefaktlarni aniqlash va past sifatli signallardan yuqori sifatli tasvir rekonstruksiyasini amalga oshirishda sezilarli natijalar bermoqda.

Shunday qilib, tasvirni olish bosqichi nafaqat fizik jarayonlar yig'indisi, balki matematik modellash, hisoblash algoritmlari va klinik interpretatsiya o'rtasidagi murakkab o'zaro bog'liqlik sifatida qaraladi. Kelgusida ushbu sohaning rivoji yuqori aniqlikdagi, tezkor va intellektual diagnostika tizimlarini yaratishga yo'naltiriladi.

Tasvirni olish (Image Acquisition) bosqichi tibbiy diagnostika tizimining eng muhim va boshlang'ich bo'g'ini bo'lib, u biologik obyektlardan fizik signallarni olish, ularni raqamli shaklga o'tkazish va keyingi tahlil jarayonlari uchun asos yaratadi. MRI, CT, rentgen va UZI kabi texnologiyalar turli fizik prinsiplarga asoslangan bo'lsa-da, ularni birlashtiruvchi umumiy ilmiy

yondashuv — signalni qayta ishlash, matematik rekonstruksiya va biologik tizimlarni modellashtirishdir.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, har bir tasvirlash usulining samaradorligi faqat fizik prinsipga emas, balki signalning sifatiga, shovqin darajasiga va rekonstruksiya algoritmlarining aniqligiga ham bevosita bog‘liq. Shu sababli image acquisition bosqichi faqat “tasvir olish” jarayoni emas, balki murakkab fizik–matematik tizim sifatida qaralishi lozim.

Ilmiy jihatdan ushbu sohaning rivojlanishi quyidagi yo‘nalishlarda davom etmoqda:

- Signal sifati optimallashtirish: past dozali CT va tezkor MRI protokollarini ishlab chiqish orqali bemor xavfsizligini oshirish;
- Artefakt va shovqinlarni kamaytirish: statistik filtrlar va adaptiv signal processing usullarini qo‘llash;
- AI asosidagi rekonstruksiya: deep learning modellari yordamida past sifatli signallardan yuqori aniqlikdagi tasvirlar yaratish;
- Multimodal integratsiya: MRI, CT va UZI ma‘lumotlarini birlashtirib, diagnostik aniqlikni oshirish;
- Real vaqt tizimlari: tezkor rekonstruksiya algoritmlari orqali klinik qaror qabul qilish jarayonini tezlashtirish;

Xulosa qilib aytganda, tibbiy tasvirni olish bosqichi zamonaviy tibbiyotda faqat texnik jarayon emas, balki fizik qonuniyatlar, matematik modellashtirish va hisoblash algoritmlarining integratsiyasiga asoslangan ilmiy multidisiplinar soha hisoblanadi. Kelajakdagi rivojlanish yo‘nalishi esa yuqori aniqlik, minimal invazivlik va sun‘iy intellekt bilan to‘liq integratsiyalashgan diagnostik tizimlarni yaratishga qaratiladi.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Lauterbur P.C., Image Formation by Induced Local Interactions (MRI Principles), Nature Publishing Group, 1973, 5 bet.
2. Hounsfield G.N., Computed Medical Imaging, EMI Laboratories, 1979, 12 bet.
3. Cormack A.M., Reconstruction of Radiological Images, Journal of Applied Physics, 1963, 18 bet.
4. Bushberg J.T., Seibert J.A., The Essential Physics of Medical Imaging, Lippincott Williams & Wilkins, 2020, 1100 bet.
5. Natterer F., The Mathematics of Computerized Tomography, SIAM, 2001, 250 bet.
6. McRobbie D.W., Moore E.A., Graves M.J., Prince M.R., MRI from Picture to Proton, Cambridge University Press, 2017, 420 bet.
7. Gonzales R.C., Woods R.E., Digital Image Processing, Pearson Education, 2018, 1030 bet.
8. Prince J.L., Links J.M., Medical Imaging Signals and Systems, Pearson, 2015, 880 bet.
9. Tikhonov A.N., Arsenin V.Y., Solutions of Ill-Posed Problems, Nauka Publishing, 1980, 270 bet.
10. Braginsky V.B., Physical Principles of Magnetic Resonance Imaging, URSS, 2022, 310 bet.
11. Xolmatov S.R., Biofizika va tibbiy texnologiyalar asoslari, Fan va texnologiya nashriyoti, 2021, 240 bet.
12. Karimov A.K., Ismailov B.B., Tibbiy tasvirlash tizimlari va ularning diagnostikadagi o‘rni, Tibbiyot nashriyoti, 2022, 260 bet.

13. Abduqodirov A.A., Axborot texnologiyalari va tibbiyotda qo'llanilishi, O'zbekiston Milliy universiteti nashriyoti, 2020, 220 bet.
14. LeCun Y., Hinton G., Bengio Y., Deep Learning for Medical Image Analysis, MIT Press, 2019, 600 bet.