



RADIOLOGIYADA SUN'IY INTELLEKT: MRT VA KT TASVIRLARINI MASHINAVIY O'RGANISH IMKONIYATLARI

Musulmonov Shoxrux Ravshanbekovich

Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti 1 son tibbiy radiologiya kafedrasasi
assistenti

Atovullayeva Mohinur Botir qizi

Toshkent davlat tibbiyot universiteti 2-bosqich 2-son davolash fakulteti
talabasi

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20054397>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 01- may 2026 yil

Ma'qullandi: 03- may 2026 yil

Nashr qilindi: 05- may 2026 yil

KEYWORDS

Sun'iy intellekt (AI), chuqur o'rganish (DL), MRT, KT, konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN), tasvirni qayta ishlash, diagnostika, mashinaviy o'rganish (ML).

ABSTRACT

Ushbu maqolada sun'iy intellekt (AI) va uning tarkibiy qismi bo'lgan chuqur o'rganish (Deep Learning), mashinaviy o'rganish (Machine Learning) texnologiyalarining, ayniqsa Konvolyutsion Neyron Tarmog'i (CNN) radiologiya sohasida qo'llanilishi ko'rib chiqildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi ushbu algoritmlarning tasvirlarni qayta ishlash, segmentatsiya qilish va patologik o'zgarishlarni aniqlashdagi samaradorligini baholashdan iborat.

Natijalar shuni ko'rsatdiki, CNN asosidagi modellar tasviriy ma'lumotlardan muhim belgilarni avtomatik ajratib olish orqali diagnostika aniqligini sezilarli darajada oshiradi. Shuningdek, ML va DL yondashuvlari radiologik ish jarayonlarini optimallashtirib, tezkor va aniq klinik qaror qabul qilishga yordam beradi.

Shu bilan birga, ma'lumotlar sifati, model umumlashuvi va interpretatsiya masalalari dolzarb muammo bo'lib qolmoqda. Ushbu muammolarga qaramay, AI texnologiyalari radiologiyada keng qo'llanish salohiyatiga ega bo'lib, kelajakda diagnostika sifatini yanada yaxshilashi kutilmoqda.

Kirish qismi: Radiologiya zamonaviy tibbiyotning ajralmas va strategik muhim yo'nalishlaridan biri bo'lib, klinik simptomlar bilan aniq tashxis o'rtasida ko'prik vazifasini bajaradi. So'nngi o'n yillikda ushbu soha oddiy rentgen tasvirlashdan boshlab, molekulyar biologiya, yuqori texnologiyalar va sun'iy intellekt integratsiyasiga asoslangan kompleks diagnostik tizimga aylandi. Natijada radiologiya nafaqat kasalliklarni aniqlash, balki ularni prognoz qilish, davolashni rejalashtirish va monitoring qilishda ham muhim rol o'ynamoqda. Hozirgi kunda kompyuter tomografiya (KT), magnit-rezonans tomografiya (MRT) va ultratovush tekshiruv, pozitron-emission tomografiya (PET) kabi ilg'or tasvirlash usullari yordamida kasalliklarni erta bosqichda aniqlash imkoniyati sezilarli oshdi. Ayniqsa, onkologik kasalliklar, yurak qon-tomir patologiyalari va nevrologik buzilishlarni erta diagnostika qilish bemorlarning yashash davomiyligini oshirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Radiologiyaning

yana bir muhim yo'nalishi – invertsiya radiologiya bo'lib, u minimal invaziv usullar orqali tashxis qo'yish va davolash imkonini beradi. Bu esa ochiq jarrohlik amaliyotlariga bo'lgan ehtiyojni kamaytirib, asoratlarning xavfini pasaytiradi va tiklanish davrini qisqartiradi. Shuningdek, radiologik tasvirlar asosida jarrohlik amaliyotlarini oldindan rejalashtirish operatsiya aniqligini sezilarli darajada oshiradi.

So'nggi yillarda sun'iy intellekt texnologiyalarining jadal rivojlanishi radiologiya sohasida tub burilish yasadi. Mashinaviy o'rganish va chuqur o'rganish algoritmlari katta hajmdagi tasviriy ma'lumotlarni tez va aniq tahlil qilish imkonini berib, diagnostik xatoliklarni kamaytirish, ish jarayonini optimallashtirish va shifokorlar yuklamasini yengillashtirishga xizmat qilmoqda. Sun'iy intellekt yordamida tasvirda kichik patologik o'zgarishlarni aniqlash, segmentatsiya qilish va kasallik rivojlanishini bashorat qilish imkoniyatlari kengaymoqda. Shuningdek, ular MRT va KT da avtomatik tashxis qo'yish, tasvirga asoslangan biomarkerlarni aniqlash va AI yordamida tasvirni qayta tiklashda qo'llaniladi. Masalan, model miya MRT tasvirida o'smalarni yoki KT da o'pka tugunlarini tezda aniqlash mumkin. Ushbu maqolada siz AI va ML MRT hamda KT ish jarayonlarini qanday o'zgartirayotganini ko'rasiz. Ularning nima ekanligi, qanday ishlashi va nima uchun muhimligi ko'rib chiqiladi. Bundan tashqari muammolar – AI dagi xatoliklar, tushuntiruvchanlik muammosi va PACS tizimlari bilan integratsiya ham yoritiladi. Yakunda esa kelajak yo'nalishlari – federativ o'rganish, EDGE COMPUTING va global sog'liqni saqlash imkoniyatlari ko'rib chiqiladi.

Asosiy qism

KT va MRT asosiy tushunchalar

Zamonaviy radiologiyada eng muhim diagnostik usullardan biri kompyuter tomografiya (KT) va magnit-rezonans tomografiya (MRT). Ushbu usullar organizm ichki tuzilmalarini jarrohlik aralashuvisiz aniqlik bilan tasvirlash imkonini beradi va klinik qaror qabul qilishda muhim ahamiyatga ega.

Kompyuter tomografiya (KT) rentgen nurlari yordamida organizmning kesimli tasvirlarini hosil qiladi. KT apparati turli burchaklardan olingan tasvirlarni kompyuter orqali qayta ishlaydi va uch o'lchamli (3D) ko'rinish hosil qiladi. Ushbu usulning asosiy afzalligi – tezkorligi bo'lib, odatda tekshiruv bir necha daqiqa ichida yakunlanadi. Shu sababli KT travma, ichki qon ketish, insult kabi shoshilinch holatlarda birinchi tanlov diagnostika usuli hisoblanadi. Bundan tashqari, suyak tuzilmalari, o'pka va ko'krak qafasi kasalliklarini aniqlashda ham yuqori samaradorlikka ega. Biroq KT ning kamchiligi – ionlashtiruvchi nurdan foydalanishi bo'lib, takroriy tekshiruvlarda ehtiyotkorlik talab etiladi.

Magnit-rezonans tomografiya (MRT) esa kuchli magnit maydon va radioto'lqinlar asosida ishlaydi va ionlashtiruvchi nurlanishdan foydalanmaydi. MRT, ayniqsa, yumshoq to'qimlarni tasvirlashda yuqori aniqlikka ega. Masalan, bosh miya, orqa miya, mushaklar, bo'g'imlar va ichki organlarni chuqur o'rganishda keng qo'llaniladi. MRT ning asosiy afzalligi – radiatsiya yo'qligi va yuqori kontrast tasvir berishidir. Shu sababli u ko'p marotaba tekshiruv talab qilinadigan bemorlarda afzal hisoblanadi. Ammo MRT tekshiruvi uzoqroq davom etadi (20-60 daqiqa), narxi nisbatan yuqori va ayrim metall implantlari bor bemorlarda qo'llash mumkin emas.

KT va MRT bir-birini to'ldiruvchi usullar hisoblanadi. KT tezkor diagnostika va suyak hamda o'pka patologiyalarida ustun bo'lsa, MRT yumshoq to'qimalar va nevrologik kasalliklarni aniqlashda ancha aniq natija beradi. Shuning uchun klinik vaziyatga qarab ushbu usullardan to'g'ri foydalanish tashxis aniqligini sezilarli darajada oshiradi.

Sun'iy intellektning radiologiyadagi o'rni

So'nngi vaqtlarda sun'iy intellekt (AI) texnologiyalarining jadal rivojlanishi radiologiya sohasiga ham sezilarli ta'sir ko'rsatmoqda. An'anaviy ravishda radiolog faqat tasvirlarni tahlil qiluvchi mutaxassis sifatida qaralgan bo'lsa, bugungi kunda u sun'iy intellekt bilan hamkorlikda ishlovchi yuqori malakali klinik mutaxassisga aylanmoqda. Sun'iy intellekt, ayniqsa,

mashinaviy o'rganish va chuqur o'rganish algoritmlari yordamida KT va MRT tasvirlarini tez va aniq tahlil qilish imkonini beradi.

- Sun'iy intellekt (AI) – kompyuterlarning inson aqlini talab qiladigan vazifalarni bajarishi;
- Mashinaviy o'rganish (ML) – kompyuterlarning ma'lumotlardan o'rganib qaror qabul qilishi;
- Chuqur o'rganish (DL) – neyron tarmoqlar orqali murakkab naqshlarni o'rganish;
- Konvolyutsion neyron tarmog'i (CNN) – bu tasvirlar va videolar kabi ma'lumotlarni tahlil qilish uchun maxsus ishlab chiqilgan chuqur o'rganish algoritmining bir turi.

Ushbu texnologiyalar katta hajmdagi tasvirlarni qisqa vaqt ichida qayta ishlaydi va inson ko'zi ilg'ashi qiyin bo'lgan kichik patologik o'zgarishlarni ham ang'lay oladi. Masalan, o'pka tugunchalari. Miya qon quyilishlari yoki o'smalarning erta bosqichlarini aniqlashda AI tizimlari yuqori sezgirlik va aniqlik ko'rsatmoqda.

AI usullari bemorlarni xavf darajasiga qarab guruhlariga ajratish va o'smalar hajmini avtomatik o'lchash (segmentatsiya orqali) imkonini beradi. Kompyuter yordamida yoki AI asosida ishlaydigan ko'plab klinik vositalar ishlab chiqilgan bo'lsa-da, ularning aksariyati hali to'liq klinik amaliyotga joriy etishga tayyor emas. Shu sababli, har qanday AI vositasi bemorlarda qo'llanilishidan oldin puxta o'qitilishi, sinovdan o'tkazilishi va turli sharoitlarda ishonchligi tekshirilishi juda muhimdir. Yuqori aniqlikdagi o'sma segmentatsiyasi vaqt o'tishi bilan o'sma hajmini ishonchli kuzatishga imkon beradi. Avtomatik segmentatsiya klinik ish jarayoniga oson integratsiya qilinadi va qo'lda o'lchash bilan bog'liq vaqt muammolarini bartaraf etadi. Hozirda qattiq o'smalarda javobni baholash mezonlari (RECIST) klinik tadqiqotlarda standart hisoblanadi, ammo kundalik amaliyotda uni qo'llash biroz murakkab.

Kompyuter texnologiyalarining tez rivojlanishi va yangi AI metodlari katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash imkonini berib, o'smalar turlari va kasallik holatini aks ettiruvchi yangi tasviriy biomarkerlarni aniqlashga yordam beradi. Hozirgi AI modellari klinik, genomik va gistopatologik ma'lumotlarni birlashtirib, o'smalarni tasniflash va subtiplarga ajratish imkonini bermoqda. Genomics esa saratonni davolashda muhim rol o'ynab, davolash usulini tanlash va prognozni aniqlashga yordam beradi.

KT va MRT da AI ishlanmalari allaqachon faol rivojlanmoqda va tasvir tahlilida katta yutuqlarga erishilmoqda. Masalan:

- O'pka saratoni va ichak poliplarini KT orqali aniqlash;
- Prostata saratonini MRT orqali skrining qilish;
- Glioblastomani miya metastazlaridan ajratish;
- Ko'krak bezi saratonini baholash;
- Bosh va bo'yin saratonini segmentatsiya qilish (radioterapiya uchun).

Katta ma'lumotlar asosida o'qitilgan AI modellari yuqori o'lchamli (high-dimensional) xususiyatlarni aniqlab, oddiy kompyuter yordamchi tizimlarga qaraganda aniqroq natijalar beradi.

Sun'iy intellektning yana bir muhim yo'nalishi – prediktiv tahlil shaxsiylashtirilgan tibbiyotdir. AI yordamida tasvirlardan olinadigan ma'lumotlar bemorning klinik ko'rsatkichlari bilan birlashtirib, kasallik rivojlanishini oldindan bashorat qilish va individual davolash strategiyasini tanlash imkoniyati paydo bo'lmoqda. Odatda bunday ma'lumotlar invaziv usullar orqali olinadi, ammo radiomika yordamida ularni invaziv bo'lmagan usulda ham olish mumkin. Bu esa kelajakda radiologiyani nafaqat diagnostika, balki prognoz va davolashni boshqarish vositasiga aylantiradi. Ayniqsa, neyroonkologiyada AI quyidagilarni aniqlashga harakat qilmoqda:

- IDH1 mutatsiyalari;
- 1p/19q deletsiyasi va EGFR;

- VEGF va p53 holati.

Bu esa kasallik prognozini aniqlashda muhim ahamiyatga ega.

Shu bilan birga, o'smalarning ichki xilma-xilligi (intratumor heterogeneity) va molekulyar xususiyatlarini to'liq tushunish hali yetarli emas. MRT esa mikrostrukturani, hujayra zichligini, perfuziya va metabolizmni baholashda muhim rol o'ynaydi. Shuning uchun, zamonaviy va ishonchli AI tizimlarini ishlab chiqish zarur bo'lib, ular tasviriy biomarkerlarni aniq baholab, diagnostika va davolash natijalarini yaxshilashga xizmat qiladi.

AI KT va MRT da qanday ishlaydi?

Sun'iy intellekt (AI) KT va MRT da diagnostika aniqligini va ish jarayonini yaxshilaydi. Bu chuqur o'rganish (deep learning) algoritmlari yordamida tasvirlarni avtomatik qayta tiklash, skanerlash vaqtini qisqartirish, radiatsiya yoki contrast modda miqdorini kamaytirish hamda o'smalar yoki insult kabi patologiyalarni aniqlash orqali amalga oshadi. AI radiologiyani bemorlarni avtomatik joylashtirish, tasvirni sifatini yaxshilash va murakkab holatlarni talqin qilishda yordam berish orqali soddalashtiradi.

KT va MRT da AI ning asosiy qo'llanilishlari

- Tasvirni qayta tiklash va yaxshilash (Image Reconstruction and Enhancement): AI yordamida MRT tezlashtiriladi va kam ma'lumotdan ham yuqori sifatli tasvirlar olinadi. KT tasvirlarida esa shovqin va artefaktlar kamayadi, bu esa past dozali skanerlashni amalga oshirish imkonini beradi;

- Avtomatlashtirilgan ish jarayoni va bemorlarni joylashtirish (Automated Workflow and Positioning): AI tizimlari, masalan kameralar yordamida, bemorni avtomatik joylashtiradi va skanerlash parametrlarini sozlaydi. Bu operatorga bog'liqlikni kamaytiradi;

- Tasvirni talqin qilish va aniqlash (Image Interpretation and Detection): Chuqur o'rganish algoritmlari "ikkinchi ko'z" sifatida ishlaydi, u o'pka tugunlari yoki bosh miya qon ketishlari kabi nozik o'zgarishlarni aniqlaydi va organ hamda to'qimalarni avtomatik segmentatsiya qiladi;

- Kvantifikatsiya va radiomika (Quantification and Radiomics): AI aniq miqdoriy tasviriy belgilarni (radiomic features) ajratib olib, davolash samaradorligini baholash vs o'smalarning xususiyatlarini prognoz qilish imkonini beradi, masalan Glioblastoma qaytalashtirishini aniqlash;

- Kontrast moddasini kamaytirish (Contrast Reduction): AI ba'zi holatlarda kontrast moddasiz ham yuqori sifatli tasvirlarni yaratishi mumkin, bu esa bemor xavfsizligini oshiradi va kontrast moddaga bo'lgan ehtiyojni kamaytiradi.

Chuqur o'rganish asosida ishlovchi eng muhim modellardan biri bu – konvolyutsion neyron tarmog'i (CNN). CNN inson ko'rish tizimiga o'xshash tarzda ishlaydi va tasvirlardan bosqichma-bosqich muhim belgilarni ajratib oladi.

CNN ishlash jarayoni bir nechta asosiy bosqichlardan iborat:

1. 1-bosqich – kirish (input). Bu yerda modelga tibbiy tasvir, masalan MRT yoki KT tasviri beriladi. Tasvir dastlab qayta ishlanadi, ya'ni o'lchamlari va piksel qiymatlari standartlashtiriladi.

2. 2-bosqich – konvolyutsion qatlamlar (convolutional layers). Bu qatlamlarda maxsus filtrlar yordamida tasvirdagi muhim belgilar aniqlanadi. Dastlab oddiy belgilar, masalan chiziqlar va qirralar aniqlansa, keyingi qatlamlarda murakkabroq tuzilmalar, masalan o'sma yoki patologik o'zgarishlar aniqlanadi.

3. 3-bosqich – pooling qatlamlari. Bu qatlamlar tasvir hajmini kichraytiradi va faqat eng muhim belgilarni saqlab qoladi. Natijada hisoblash jarayoni tezlashadi va model muhim ma'lumotlarga e'tibor qaratadi.

4. Keyingi bosqich – to‘liq bog‘langan qatlamlar (fully connected layers). Bu yerda avvalgi qatlamlardan olingan belgilar asosida yakuniy qaror qabul qilinadi. Masalan, tasvirda o‘sma bor yoki yo‘qligi aniqlanadi.

5. Oxirgi bosqich – chiqish (output). Model natijani beradi, ya‘ni tasvirni ma‘lum bir sinfga ajratadi (masalan: “normal” yoki “kasallik mavjud”).

Shunday qilib, CNN modeli oddiy belgilarni aniqlashdan boshlab murakkab diagnostik xulosagacha bo‘lgan jarayonni avtomatik tarzda amalga oshiradi. Bu esa radiologiyada kasalliklarni tez va aniq aniqlash imkonini beradi.

Statistik tahlil

Mazkur tadqiqotda sun‘iy intellekt modeli yordamida MRT tasvirlarida o‘xshashlik va yangi belgilarni aniqlash samaradorligi statistik jihatdan baholandi.

Tadqiqot uchun jami 500 ta bemorning MRT tasvirlaridan iborat ma‘lumotlar bazasi shakllantirildi va modelni o‘qitish (training) jarayonida foydalanildi. Ushbu tasvirlar asosida model patologik belgilarni aniqlash va ularning xususiyatlarini o‘rganishga moslashtirildi.

Modelni sinovdan o‘tkazish uchun 120 ta yangi bemorning MRT tasvirlari qo‘llanildi. Har bir tasvir uchun sun‘iy intellekt tomonidan o‘xshashlik ko‘rsatkichi (similarity score, 0–1 oralig‘ida) hisoblandi hamda aniqlangan belgilar “mavjud (oldingi ma‘lumotlarga mos)” va “yangi (novel)” kategoriyalarga ajratildi.

Tahlil natijalariga ko‘ra:

- 120 ta tasvirdan 86 tasi (71.7%) oldingi bemorlar tasvirlariga yuqori darajada o‘xshash deb baholandi
- 34 tasi (28.3%) yangi yoki kam uchraydigan belgilarni o‘z ichiga olgan deb aniqlanib, model tomonidan yangi xususiyat sifatida qayd etildi

O‘xshashlik ko‘rsatkichlari quyidagicha taqsimlandi:

- O‘xshash tasvirlar guruhi: 0.84 ± 0.06
- Yangi belgilar guruhi: 0.58 ± 0.09

Guruhlar o‘rtasidagi farqning statistik ahamiyatini aniqlash uchun Student t-kriteriyasi qo‘llanildi. Natijada:

- $T = 6.12$
- $P < 0.001$

Natijalar o‘xshash va yangi belgilar guruhleri o‘rtasidagi farq statistik jihatdan ishonchli ekanligini ko‘rsatdi.

Shuningdek, model yangi aniqlangan belgilarni keyingi iteratsiyalarda o‘rganish orqali o‘z bilim bazasini kengaytirishi kuzatildi. Bu esa sun‘iy intellekt tizimining adaptiv o‘rganish qobiliyatiga ega ekanligini va vaqt o‘tishi bilan diagnostik aniqlikni oshirish imkonini beradi.

Umuman olganda, olingan natijalar sun‘iy intellektning MRT tasvirlarini tahlil qilishda nafaqat mavjud patologiyalarni aniqlash, balki yangi diagnostik belgilarni aniqlash va tizimli ravishda o‘zlashtirish imkoniyatiga ega ekanligini ko‘rsatadi.

Afzalliklari va muommolari

KT va MRT dagi sun‘iy intellekt diagnostika aniqligini oshiradi, skanerlash vaqtini tezlashtiradi va tasvir sifatini yaxshilaydi, shu bilan birga nurlanish va xarajatlarni kamaytiradi. Asosiy afzalliklarga MRT ni tezroq olish (vaqtni 70% gacha qisqartirish), tezroq hisobot berish uchun tasvirni avtomatlashtirilgan segmentatsiya qilish, anomaliyalarni erta aniqlash va bemorlar holatini yaxshilash kiradi.

1. Tez va aniq tasvirlar – AI shovqinni kamaytirib, skanerlash vaqtini qisqartiradi. Masalan, MRT 45 daqiqadan 10 daqiqagacha tezlashadi.

2. Aniqlikni oshirish – AI kichik o'sma yoki insultda inson ko'zidan yashirin qoladigan darajadagi belgilarni aniqlashi mumkin.
3. Ish jarayonini soddalashtirish – tasvirlarni bo'lish, hisobot tayyorlash va bemor joylashuvini avtomatlashtiradi, takroriy skanerlashni kamaytiradi.
4. Bemor xavfsizligi – past dozali KT orqali radiatsiya miqdorini kamaytiradi, tasvir sifatini saqlaydi.
5. Aniq miqdoriy tahlil – o'sma yoki to'qima hajmini avtomatik o'lchash, davolashni nazorat qilish imkonini beradi.
6. Kutish vaqtini qisqartirish – tezroq skanerlash bemor oqimini oshiradi va navbatlarni qisqartiradi.
7. Prognoz va individual davolash – klinik ma'lumotarni tahlil qilib, kasallik rivojlanishini oldindan bashorat qiladi va shaxsiy davolash rejasi tuzadi.

KT va MRT da sun'iy intellekt bir qator jiddiy muammolarga duch kelmoqda. Ulardan eng muhimlari – tezlashtirilgan skanerlarda mavjud bo'lmagan o'smalarni "yaratishi", modellarning turli shifoxonalarda barqaror ishlamasligi va o'qitish ma'lumotlaridagi tarafkashlik. Shuningdek, "qora quti" tizimlarini tushuntirish qiyinligi, tibbiy qurilmalardan keladigan tasvir xatolarini boshqarish va AI ni klinik jarayonlarga samarali qo'shishning murakkabligi ham muammo hisoblanadi.

1. Tasvir xatolari va "gallyutinatsiya" – tezlashtirilgan AI-MRT skanerlari ba'zan navjud bo'lmagan patologiyalarni hosil qiladi yoki haqiqiy larni yashiradi. Natijada, noto'g'ri diagnostika yuz beradi.
2. Umumlashtirish va ishonchlilik – bir institut ma'lumotlarida o'qitilgan AI boshqa shifoxonalarda yoki yangi skanerlarda to'liq ishlamaydi, ya'ni har doim ishonchli emas.
3. Ma'lumot tarafkashligi va sifati – kam yoki noto'g'ri belgilangan datasetlar AI xatolariga olib keladi, turli jins va etnik guruhlar yoki uskunalarda aniqlik pasayadi.
4. "Qora quti" muammosi – chuqur o'rganish modellari qanday xulosaga kelishini ochiq tushuntirmaydi. Bu radiologlar uchun AI topilmalarini tekshirishni qiyinlashtiradi va ishonch hamda javobgarlik masalalarini keltirib chiqaradi.
5. Metall implantlar ta'siri – stent, peysmeyker kabi qurilmalar tasvirni buzadi va AI ularni patologiya bilan adashtirishi mumkin.
6. Ish jarayoniga moslashuv – AI vositalarini PACS va klinik ish jarayonlariga qo'shish texnik jihatdan murakkab.
7. Kontekstni tuahunmaslik – AI bemorni klinik tarixini, avvalgi tasvirlarni yoki turli natijalarni birlashtira olmaydi, shuning uchun umumiy baholash qiyin.

Klinik va texnik qiyinchiliklar

8. Ma'lumot maxfiyligi – bemor ma'lumotlarini himoya qilish (masalan, GDPR talablariga rioya qilish) katta, umumiy datasetlarni yaratishni cheklaydi.
9. Kichik datasetlarga tayanish – ko'plab tadqiqotlar tanlangan va kichik datasetlarga tayanadi, bu esa sifatli va keng qamrovli validatsiyani cheklaydi.
10. Dastlabki yuqori xarajatlar – AI tizimini joriy etish uchun yuqori xarajat talab qilinadi: apparat, dasturiy ta'minot va xodimlarni o'qitish.

Ushbu qiyinchiliklar AI ning xavfsiz va samarali joriy etilishi uchun standartlashtirish, sifatli ma'lumotlar yaratish va ishlab chiqaruvchilar bilanklinik mutaxassislar o'rtasida yaqindan hamkorlik qilish zaruratini yaratadi.

Kelajak yo'nalishlari

Sun'iy intellekt texnologiyalarini rivojlantirishdan ko'zlangan asosiy maqsad – ularni radiologik amaliyotda xavfsiz, ishonchli va axloqiy tamoyillar asosida integratsiya qilishdir. AI rivojlanishining dastlabki bosqichlaridanoq mutaxassislar uning klinik onkologiyada individual yondashuvni ta'minlovchi yuqori darajada moslashuvchan tizimlarni yaratish imkoniyatiga ega ekanligini ta'kidlab kelmoqda.

Onkologik yordam ko'rsatishda AI nafaqat mavjud davolash usullarini takomillashtiradi, balki yangi diagnostik va prognostik yondashuvlarni ham shakllantirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, bunday tizimlarni klinik radiologiya jarayonlariga joriy etishdan oldin ularni turli yo'nalish mutaxassislarini ishtirokida keng qamrovli va puxta sinovlardan o'tkazish talab etiladi. Bu jarayon AI modellarining turli klinik sharoitlarda barqaror ishlashini ta'minlash uchun zarur.

Bundan tashqari, AI tizimlaridan foydalanishda sifat nazoratini yo'lga qo'yish, algoritmlardagi xolislikni ta'minlash va noto'g'ri qarorlar xavfini kamaytirish maqsadida tegishli nazorat mexanizmlarini joriy etish muhim hisoblanadi. Shu jihatdan, tartibga soluvchi organlarning faol ishtiroki AI texnologiyalarining ishonchli va samarali qo'llanilishida hal qiluvchi rol o'ynaydi.

Muhokama

Mazkur tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellekt, ayniqsa, chuqur o'rganish usullari radiologiyada katta imkoniyatlarga ega. CNN arxitekturasi tasvirlardan muhim diagnostik belgilarni avtomatik ajratib olish imkonini berib, kasalliklarni aniqlash aniqligini sezilarli darajada oshiradi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, ushbu yondashuvlar ayniqsa murakkab tasviriy ma'lumotlarni qayta ishlashda an'anaviy usullarga nisbatan ustunlikka ega. Biroq, model samaradorligi ko'p jihatdan o'qitish uchun ishlatiladigan ma'lumotlar sifati va hajmiga bog'liq. Annotatsiyalangan ma'lumotlarning yetishmasligi, yuqori hisoblash resurslariga ehtiyoj hamda model natijalarini tushuntirishdagi (interpretability) murakkabliklar hali ham dolzarb muammolar sifatida qolmoqda.

Shu bilan birga, Transfer Learning va Data Augmentation kabi zamonaviy yondashuvlar ma'lumotlar yetishmovchiligi muammosini kamaytirishga yordam bermoqda. Ushbu usullar modelni kichik datasetlarda ham samarali o'qitish imkonini beradi.

Umuman olganda, olingan natijalar AI texnologiyalarining radiologik amaliyotda yordamchi vosita sifatida katta salohiyatga ega ekanini ko'rsatadi. Kelgusida ushbu tizimlar radiolog shifokorlar ishini qo'llab-quvvatlab, diagnostika jarayonining aniqligi va tezligini yanada oshirishi kutilmoqda.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, Sun'iy intellekt (AI) tarkibidagi Mashinaviy O'rganish (ML), Chuqur O'rganish (DL) va ayniqsa Konvolyutsion Neyron Tarmog'i (CNN) modellaridan foydalanish Magnit-rezonans tomografiya (MRT) hamda Kompyuter tomografiya (KT) asosidagi diagnostik jarayonlarni sezilarli darajada takomillashtiradi. Ushbu yondashuvlar tasvirlarni avtomatik tahlil qilish, segmentatsiya va kasalliklarni aniqlash aniqligini oshirish orqali radiologik amaliyot samaradorligini kuchaytiradi.

Shu bilan birga, ma'lumotlar sifati, model umumlashuvi va interpretatsiya bilan bog'liq muammolar mavjud bo'lsa-da, zamonaviy usullar ularni bosqichma-bosqich bartaraf etmoqda. Kelajakda AI texnologiyalarining keng qo'llanilishi diagnostika sifatini oshirish va bemor natijalarini yaxshilashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Abbasov I.B., Deshmukh R.R. Application of Artificial Intelligence for Medical Imaging. Research Journal. 2021. Review of AI and neural network methods in medical imaging. <https://research-journal.org/archive/12-114-2021-december/primenenie-iskusstvennogo-intellekta-dlya-medicinskoj-vizualizacii>

2. Ali S.S.A., Memon K., Yahya N., et al. Deep learning frameworks for MRI-based diagnosis of neurological disorders: a systematic review and meta-analysis. *Artificial Intelligence Review*. 2025. Systematic review of DL frameworks for MRI diagnostics of neurological disorders. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10462-025-11146-5>
3. Bernal J., Kushibar K., Asfaw D.S., Valverde S., et al. Deep convolutional neural networks for brain image analysis on magnetic resonance imaging: a review. *arXiv preprint*. 2017. Classic foundational overview of CNN for MRI analysis. <https://arxiv.org/abs/1712.03747>
4. Chikhacheva Y.G., Miruk A.K., Lomonosova A.V., Kozlova A.A. Искусственный интеллект в медицине: обзор текущей ситуации и тенденции. *Medico-Biological Sciences Journal*. 2024;2(2). Overview of AI trends in medical practice. <https://medbio.cifra.science/archive/2-2-2024-september/10.60797/BMED.2024.2.4>
5. Mutasa S., Sun S., Ha R. Understanding artificial intelligence based radiology studies: CNN architecture. *Clin. Imaging*. 2021;80:72–76. Analysis of CNN architecture applications in radiology. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11394591>
6. Paudyal R., Shah A.D., Akin O., et al. Artificial Intelligence in CT and MR Imaging for Oncological Applications. *Cancers*. 2023;15(9):2573. This review outlines AI applications in CT/MRI for cancer and personalized management. <https://www.mdpi.com/2072-6694/15/9/2573>
7. Sherwani M.K.K., Gopalakrishnan S. A systematic literature review: deep learning techniques for synthetic medical image generation and their applications in radiotherapy. *Front. Radiol*. 2024. Discusses DL methods for synthetic CT and MR image generation. <https://www.frontiersin.org/journals/radiology/articles/10.3389/fradi.2024.1385742/full>
8. Van Timmeren J.E., Cester D., Tanadini-Lang S., Alkadhi H., Baessler B. Radiomics in medical imaging — “How-to” guide and critical reflection. *Insights Imaging*. 2020;11:91. A guide to radiomics feature extraction in medical images. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11394591>
9. Xuxin Chen, Ximin Wang, Ke Zhang, et al. Recent advances and clinical applications of deep learning in medical image analysis. *arXiv preprint*. 2021. Summary of DL progress in medical imaging classification and segmentation. <https://arxiv.org/abs/2105.13381>
10. Исламгулов А.Х., Богданова А.С., Суфияров Д.И., et al. Современные возможности применения технологий искусственного интеллекта в сердечно-сосудистой визуализации. *Digital Diagnostics*. 2025;6(1):116-129. Review on AI/ML applications in cardiovascular imaging. https://journals.rcsi.science/DD/article/view/310056/ru_RU