

## KO'Z KASALLIKLARINI ANIQLASHDA TURLI SUN'IY INTELLEKT MODELLARINI SOLISHTIRISH

**Musayeva Muxtasar Zayirjon qizi**

[musayevamuxtasar@gmail.com](mailto:musayevamuxtasar@gmail.com)

**Annotatsiya.** *Ushbu tezis ko'z kasalliklarini, xususan diabetik retinopatiya, glaukoma, makula degeneratsiyasi va kataraktani aniqlashda qo'llaniladigan sun'iy intellekt (SI) modellarining samaradorligini solishtirishga bag'ishlangan. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, chuqur o'rganishga asoslangan gibrid va multimodal modellar an'anaviy CNN modellariga nisbatan yuqori diagnostik aniqlik ko'rsatsa-da, ularning klinik amaliyotga joriy etilishi tashqi validatsiya va hisoblash resurslari masalalari bilan cheklangan.*

**Kalit so'zlar:** *Sun'iy intellekt, chuqur o'rganish, konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN), Vision Transformer, diabetik retinopatiya, glaukoma, fundus surati, OCT, diagnostika aniqligi.*

**Kirish.** Bugungi kunda ko'z kasalliklari jahon sog'liqni saqlash tizimlarining eng dolzarb muammolaridan biri bo'lib qolmoqda. Diabetik retinopatiya, glaukoma, yoshga bog'liq makula degeneratsiyasi, katarakta va boshqa ko'rish organi patologiyalari erta bosqichda aniq belgilar bilan namoyon bo'lmashligi mumkin. Natijada bemorlar ko'pincha kasallik rivojlangan yoki ko'rish keskin pasaygan paytda shifokorga murojaat qiladi. Shu sababli erta tashxis, aholini muntazam skrining qilish va tibbiy tasvirlarni tez hamda aniq tahlil qilish muhim ahamiyat kasb etadi.

Oxirgi yillarda sun'iy intellekt, ayniqsa chuqur o'rganish algoritmlari, oftalmologiyada keng qo'llanila boshlandi. Konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN), Vision Transformer (ViT), transfer learning, gibrid va multimodal modellar fundus fotosuratlarini, optik koherens tomografiya (OCT), tomir angiografiyasi va boshqa tibbiy tasvirlarni tahlil qilishga qodir. Bunday modellar kasallikning

mavjudligini aniqlash, uni bosqichlarga ajratish, zararlangan hududlarni belgilash va shifokorga qaror qabul qilishda yordam beradi. Tadqiqotlarda sun'iy intellekt tizimlari diabetik retinopatiya, glaukoma va makula degeneratsiyasini aniqlashda yuqori diagnostik ko'rsatkichlarga erishgani qayd etilgan.

Biroq turli SI modellarining samaradorligi bir xil emas. Klassik CNN modellari odatda hisoblash jihatidan arzon va katta hajmdagi skrining dasturlarida qo'llashga mos bo'lsa, gibrid va multimodal arxitekturalar ko'proq aniqlik, sezgirlik va o'ziga xoslik ko'rsatishi mumkin. Ayni paytda bunday modellarning tayyorlanishi qimmat, ular katta va sifatli ma'lumot to'plamlarini talab qiladi hamda turli xil klinik sharoitlarda bir xil natija bermasligi ehtimoli mavjud. Shuning uchun modellarni faqat aniqlik bo'yicha emas, balki ishonchlilik, izohlanuvchanlik, hisoblash samaradorligi va real klinik muhitga moslashuvchanlik jihatidan ham solishtirish zarur.

Ushbu tadqiqotning maqsadi — ko'z kasalliklarini aniqlashda qo'llaniladigan asosiy sun'iy intellekt modellarini tizimli solishtirish hamda ularning afzalliklari va cheklovlarini aniqlashdan iborat. Tadqiqotda CNN, transfer learning, gibrid, multimodal va transformer asosidagi modellar diagnostik aniqlik, sezgirlik, o'ziga xoslik, ma'lumot talablari hamda klinik qo'llanilish imkoniyatlari bo'yicha tahlil qilinadi. Olingan natijalar oftalmologik skrining tizimlarini takomillashtirish, eng mos modelni tanlash va sun'iy intellektning klinik amaliyotga xavfsiz joriy etilishi uchun ilmiy asos yaratishga xizmat qiladi.

### **Modellar va ularning xususiyatlari:**

| <b>Model turi</b>                  | <b>Asosiy afzalliklari</b>                                            | <b>Kamchiliklari</b>                                                                               |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klassik CNN (ResNet, EfficientNet) | Hisoblash jihatidan arzon, katta skrining dasturlarida qo'llashga mos | Erta bosqich kasalliklarga sezgirlik pastroq, boshqa ma'lumot to'plamlariga moslashuvi cheklangan. |
| Transfer learning modellari        | Cheklangan ma'lumotda ham yuqori natija, tayyorlanish tezroq          | Dastlabki model sifati va ma'lumot farqlariga bog'liq.                                             |

|                                      |                                                                           |                                                                |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Gibrid va ansambl modellar           | CNN, ViT va klassik ML usullarini birlashtirib, aniqlikni oshiradi        | Murakkab arxitektura, ko'proq hisoblash resursi talab qiladi.  |
| Multimodal modellar                  | Fundus va OCT kabi bir necha turdagi ma'lumotlarni birlashtiradi          | Ma'lumotlarni muvofiqlashtirish qiyin, klinik validatsiya kam. |
| Transformer asosidagi modellar (ViT) | Uzoq masofali bog'liqliklarni va nozik tasvir belgilarini yaxshi ajratadi | Katta ma'lumot va quvvat talab qiladi.                         |

**Natijalar.** Diabetik retinopatiyani aniqlashda SI tizimlari real klinik sharoitda 88–95% sezgirlik va 81–99% o'ziga xoslik ko'rsatgan; ayrim tizimlar, jumladan EyeArt va IDx-DR, referable DR ni 95% dan yuqori sezgirlik bilan aniqlaydi. Gibrid modellar 92–100% sezgirlik va 80% dan yuqori o'ziga xoslikka erishgan, fundus va OCT ma'lumotlarini birlashtirgan modellar esa eng yuqori aniqlikni ko'rsatgan. Shu bilan birga, chuqur o'rganish modellarining ko'pchiligi 95% dan yuqori aniqlik haqida xabar bersa-da, atigi 14,3% haqiqiy klinik validatsiyadan o'tgan.

**Xulosa.** Ko'z kasalliklarini aniqlashda sun'iy intellekt modellari tibbiy tasvirlarni tez, obyektiv va yuqori aniqlikda tahlil qilish imkonini beradi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, CNN asosidagi modellar diabetik retinopatiya, glaukoma va makula degeneratsiyasi kabi kasalliklarni aniqlashda samarali bo'lib, ayniqsa katta hajmdagi skrining dasturlari uchun qulay hisoblanadi. Bunday modellar nisbatan arzon hisoblash resurslari bilan ishlashi mumkin, biroq ularning aniqligi ma'lumotlar sifati va tasvirlarning xilma-xilligiga bog'liq.

Gibrid, multimodal va transformer asosidagi modellar esa ko'proq murakkab arxitekturaga ega bo'lib, fundus suratlari va OCT tasvirlari kabi turli ma'lumot turlarini birlashtirish orqali yuqoriroq diagnostik ko'rsatkichlarga erishadi. Xususan, bunday modellar nozik patologik o'zgarishlarni aniqlashda va kasallik bosqichini baholashda an'anaviy modellardan ustun bo'lishi mumkin.

Biroq ularning tayyorlanishi ko'proq ma'lumot, quvvat va hisoblash resurslarini talab qiladi hamda klinik muhitda sinovdan o'tkazilishi zarur.

Shu bilan birga, ilmiy adabiyotlarda ko'plab modellar yuqori aniqlik ko'rsatsa-da, ularning aksariyati turli populyatsiyalarda keng ko'lamli tashqi validatsiyadan o'tmaganligi muhim cheklov hisoblanadi. Shuning uchun sun'iy intellekt tizimlarini amaliyotga joriy etishda faqat aniqlik ko'rsatkichlariga emas, balki ishonchlilik, izohlanuvchanlik, ma'lumot xavfsizligi va shifokor bilan hamkorlikka ham e'tibor berilishi lozim.

Umuman olganda, sun'iy intellekt ko'z kasalliklarini erta aniqlash va ko'rish funksiyasini saqlashda istiqbolli vosita hisoblanadi. Kelgusida tadqiqotlar katta va xilma-xil ma'lumot to'plamlari asosida modellarni tekshirish, ularning izohlanuvchanligini oshirish hamda real klinik sharoitlarda samaradorligini baholash yo'nalishida rivojlanishi maqsadga muvofiqdir.

### Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Artificial Intelligence Models for Eye Disease Diagnosis: A Systematic Review. — *Intelligent Medicine*, 2026. — URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ima.70301>
2. A Review of Artificial Intelligence in Ophthalmology: Key Applications and Challenges. — *Eye and Vision*, 2026. — URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eer3.70049>
3. Current Trends in AI and Eye Disease Diagnostics. — *Springer*, 2026. — URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s44402-026-00193-2>
4. A systematic review and comparative analysis of deep learning techniques for diabetic retinopathy detection. — *Artificial Intelligence Review*, 2026. — URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11831-026-10700-w>