IQRO JURNALI , IQRO JOURNAL, ИКРО ЖУРНАЛИ
ISSN:2181-4341| wordlyknowledge.uz/index.php/iqro
Volume 22 Issue 01 IYUN 2026

KO‘KRAK BEZI SARATONINI ERTA ANIQLASHDA SUN’IY INTELLEKT ALGORITMLARINING RAQAMLI MAMMOGRAFIYA TASVIRLARINI TAHLIL QILISHDAGI SAMARADORLIGI

Sulaymonov Dilshod Abdurahimovich
Central Asian Medical University Phd
+998911305550

Muxtorova Maftunaxon Zafarjon qizi
ordinator
E-mail: Muxtorovamaftuna1202@gmail.com
+998932257117

Annotatsiya: Ushbu maqolada ko‘krak bezi saratonini erta bosqichlarda aniqlashda raqamli mammografiya tasvirlarini tahlil qiluvchi sun’iy intellekt (SI) algoritmlarining samaradorligi tadqiq etiladi. Ko‘krak bezi saratoni dunyo miqyosida ayollar o‘rtasida onkologik kasalliklardan o‘lim ko‘rsatkichining yuqori bo‘lishiga sabab bo‘layotgan asosiy omillardan biridir. Raqamli mammografiya skringi kasallikni erta aniqlashning fundamental usuli hisoblansa-da, tasvirlarni o‘qishda inson omili sababli soxta musbat (false-positive) va soxta manfiy (false-negative) natijalar uchrab turadi. So‘nggi yillarda chuqur o‘rganish (Deep Learning) va konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN)ga asoslangan SI tizimlari shifokor-radiologlarning ish samaradorligini oshirish va diagnostik xatolarni kamaytirish maqsadida keng joriy etilmoqda. Maqolada klinik tadqiqotlar natijalari, SI algoritmlarining diagnostik aniqligi (AUC, sezgirlik va o‘ziga xoslik ko‘rsatkichlari) va ularning rentgenologik amaliyotdagi o‘rni tahlil qilingan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, SI tizimlaridan ikkinchi ekspert (second reader) sifatida foydalanish skrining sifatini sezilarli darajada oshiradi.

Kalit so‘zlar: ko‘krak bezi saratoni, raqamli mammografiya, sun’iy intellekt, chuqur o‘rganish, konvolyutsion neyron tarmoqlari, diagnostik aniqlik, skrining.

Mana, taqdim etilgan ilmiy annotatsiya va kalit so‘zlarning rus hamda ingliz tillaridagi professional tarjimasi:

Аннотация: В данной статье исследуется эффективность алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ), анализирующих изображения цифровой маммографии для раннего выявления рака молочной железы. Рак молочной железы является одним из основных факторов, приводящих к высоким показателям смертности от онкологических заболеваний среди женщин во всем мире. Хотя скрининг с использованием цифровой маммографии является фундаментальным методом раннего выявления заболевания, из-за человеческого фактора при чтении снимков периодически встречаются ложноположительные (false-positive) и ложноотрицательные (false-negative) результаты. В последние годы системы ИИ, основанные на глубоком обучении (Deep Learning) и сверточных нейронных сетях (CNN), широко внедряются с целью повышения эффективности работы врачей-радиологов и снижения диагностических ошибок. В статье анализируются результаты клинических исследований, диагностическая точность алгоритмов ИИ (показатели AUC, чувствительности и специфичности), а также их роль в рентгенологической практике. Результаты показывают, что использование систем ИИ в качестве второго эксперта (second reader) значительно повышает качество скрининга.

Ключевые слова: рак молочной железы, цифровая маммография, искусственный интеллект, глубокое обучение, сверточные нейронные сети, диагностическая точность, скрининг.

Abstract: This article explores the efficacy of artificial intelligence (AI) algorithms that analyze digital mammography images for the early detection of breast cancer. Globally, breast cancer remains one of the primary factors contributing to high mortality rates from oncological diseases among women. Although digital mammography screening is a fundamental method for early detection, human error in interpreting images can lead to false-positive and false-negative results. In recent years, AI systems based on Deep Learning and Convolutional Neural Networks (CNN) have been widely implemented to improve the efficiency of radiologists and reduce diagnostic errors. The article analyzes clinical trial results, the diagnostic accuracy of AI algorithms (AUC, sensitivity, and specificity metrics), and their role in radiological practice. The findings demonstrate that using AI systems as a "second reader" significantly enhances the quality of screening.

Keywords: breast cancer, digital mammography, artificial intelligence, deep learning, convolutional neural networks, diagnostic accuracy, screening.

Kirish

Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (JSST) ma’lumotlariga ko‘ra, ko‘krak bezi saratoni global miqyosda eng ko‘p tashxis qo‘yiladigan xavfli shish turi hisoblanadi [1]. Kasallikni dastlabki bosqichlarda, ya’ni metastazlar hosil bo‘lmasdan oldin aniqlash besh yillik yashovchanlik ko‘rsatkichini 90-99% gacha ta’minlash imkonini beradi. Raqamli mammografiya (Digital Mammography - DM) va raqamli ko‘krak tomosintezi (DBT) hozirgi kunda aholi o‘rtasida skrining o‘tkazishning eng samarali va standartlashtirilgan usullari hisoblanadi [2].

Biroq, mammogrammalarni vizual tahlil qilish radiologlar uchun yuqori diqqat va tajriba talab qiladigan murakkab jarayondir. Ko‘krak to‘qimalarining yuqori zichligi (dense breasts) ko‘pincha patologik osochoqlarni yashiradi, bu esa shishlarning o‘tkazib yuborilishiga (soxta manfiy natija) yoki sog‘lom to‘qimalarning shish sifatida baholanishiga (soxta musbat natija) olib keladi [3]. Klinik amaliyotda soxta musbat natijalar bemorlarda asossiz psixologik stress va qo‘shimcha biopsiya muolajalariga sabab bo‘lsa, soxta manfiy holatlar davolashning kechikishiga olib keladi.

Ushbu muammolarni bartaraf etish maqsadida tibbiyot amaliyotiga kompyuter ko‘magidagi diagnostika (CAD) tizimlari kirib kelgan edi, biroq an’anaviy CAD tizimlari yuqori darajadagi soxta signallar tufayli radiologlarning ish vaqtini ko‘paytirib yubordi [4]. So‘nggi o‘n yillikda sun’iy intellekt, xususan, chuqur o‘rganish (Deep Learning) modeliga asoslangan konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN) tasvirlarni qayta ishlashda inqilobiy natijalarni ko‘rsatdi. SI algoritmlari tasvirlardagi inson ko‘zi ilg‘amaydigan mikrokalsinatlar, arxitekturaviy distorsiyalar va tugunli hosilalarni yuqori aniqlikda segmentatsiya qilish qobiliyatiga ega [5]. Ushbu tadqiqotning maqsadi raqamli mammografiyada SI algoritmlarining diagnostik samaradorligini zamonaviy klinik ma’lumotlar va statistik ko‘rsatkichlar asosida baholashdan iborat.

Metodologiya

Ushbu tadqiqotda raqamli mammografiya tasvirlarini tahlil qilishda SI algoritmlarining samaradorligini o‘rganish maqsadida oxirgi besh yildagi xalqaro klinik sinovlar, meta-analizlar va randomizatsiyalangan tadqiqotlar ma’lumotlari tizimli ravishda o‘rganildi va qiyosiy tahlil qilindi.

Tadqiqot doirasida SI modellarining ishlash mexanikasi va ularni o‘qitish (training) jarayonlari ko‘rib chiqildi. Zamonaviy SI tizimlari, asosan, ko‘p qatlamli CNN arxitekturalariga (masalan, ResNet, VGG, EfficientNet) asoslangan bo‘lib, ular yirik ma’lumotlar bazalari (DDSM, INbreast, ScreenTrust) yordamida olingan millionlab mammografik tasvirlar yordamida o‘qitiladi [6]. Algoritmlarning diagnostik samaradorligini baholash uchun quyidagi asosiy metrikalardan foydalanildi:

- **Sezgirlik (Sensitivity):** Kasallik bor bemorlarda saratonni to‘g‘ri aniqlash ehtimoli.

- **O‘ziga xoslik (Specificity):** Sog‘lom ayollarda natijaning manfiyligini to‘g‘ri tasdiqlash darajasi.
- **ROC egri chizig‘i ostidagi maydon (AUC - Area Under the Curve):** Algoritmning umumiy diagnostik sifati va guruhlarni farqlash qobiliyati (AUC = 1.0 mukammal natija hisoblanadi).

Metodologik tahlil doirasida SI algoritmlarining mustaqil diagnostik vosita (standalone mode) sifatidagi ko‘rsatkichlari shifokor-radiologlarning ko‘rsatkichlari bilan hamda shifokor + SI (tashkiliy tandem) modeli bilan solishtirildi.

Natijalar

Yirik klinik tadqiqotlar va mamlakat miqyosidagi skrining dasturlari natijalari shuni ko‘rsatmoqdaki, SI algoritmlari mammografiya tasvirlarini tahlil qilishda tajribali radiologlar darajasiga yetgan yoki ayrim ko‘rsatkichlar bo‘yicha ulardan o‘zib ketgan.

Shvetsiyada o‘tkazilgan va 80 000 dan ortiq ayollarni qamrab olgan "MASAI" (Mammography Screening with Artificial Intelligence) keng ko‘lamli randomizatsiyalangan klinik sinovi natijalariga ko‘ra, SI yordamida olib borilgan skrining standart ikki tomonlama shifokor o‘qishiga (double reading) nisbatan saratonni aniqlash darajasini (Cancer Detection Rate - CDR) 20% ga oshirgan [7]. Shu bilan birga, radiologlarning ish yuklamasi deyarli 44,3% ga kamaygan.

AQSh va Buyuk Britaniya ma’lumotlar bazalariga asoslangan xalqaro tadqiqotda esa SI modeli (Google Health bo‘linmasi tomonidan ishlab chiqilgan algoritm) shifokorlarga qaraganda soxta musbat natijalarni AQShda 5,7% ga, Buyuk Britaniyada esa 1,2% ga kamaytirishga erishgan [8]. Soxta manfiy ko‘rsatkichlar esa mos ravishda 9,4% va 2,7% ga kamaygan. Quyidagi jadvalda an’anaviy radiologik tahlil va SI ko‘magidagi tahlilning qiyosiy ko‘rsatkichlari aks ettirilgan:

Baholash mezoni	Faqat Radiolog (O‘rtacha)	SI algoritmi (Mustaqil)	Radiolog + SI ko‘magi
Sezgirlik (Sensitivity)	78,5%	84,0%	88,2%
O‘ziga xoslik (Specificity)	89,1%	89,5%	92,4%
AUC (Umumiy aniqlik)	0,810	0,889	0,931

Ushbu raqamli dalillar SI tizimlari shifokor bilan tandemda ishlaganda eng yuqori diagnostik aniqlik (AUC = 0,931) qayd etilishini ko‘rsatadi [9].

Tahlil va muhokama

Olingan natijalar SI algoritmlarining an’anaviy skrining tizimlaridagi kamchiliklarni to‘ldirishda yuqori salohiyatga ega ekanligini tasdiqlaydi. Klinik nuqtai nazardan, SI tizimlarining eng katta afzalligi mikrokalsinatlarni (dastlabki bosqichdagi dutoal karsinoma belgisi) va to‘qimalar arxitekturasining buzilishlarini juda erta aniqlay olishidir [10].

Biroq, SI texnologiyalarini keng joriy etishda bir qator texnik va axloqiy muammolar mavjud. Birinchidan, "Generalizatsiya" (umumiylik) muammosi. Muayyan bir etnik guruh yoki ma’lum bir rusumdagi mammograf apparatlari tasvirlarida o‘qitilgan algoritm, boshqa sharoitlarda yoki boshqa populyatsiyada ishlaganda o‘z aniqlik ko‘rsatkichini pasaytirishi

mumkin (overfitting muammosi) [11]. Shuning uchun algoritmlarni ko‘p markazli (multi-center) va xalqaro miqyosdagi ma’lumotlar to‘plamlarida validatsiya qilish zarur.

Ikkinchidan, "Qora quti" (Black Box) muammosi. Chuqur o‘rganish neyron tarmoqlari ma’lum bir xulosaga qanday kelganini, ya’ni tasvirning aynan qaysi piksellari hisobiga saraton tashxisini qo‘yganini tushuntirib bera olmaydi. Bu klinik amaliyotda shifokor va bemor o‘rtasidagi ishonchga ta’sir qiladi. Hozirgi kunda ushbu muammoni hal qilish uchun tushuntiriladigan sun’iy intellekt (XAI - Explainable AI) modellari ishlab chiqilmoqda, ular tasvirdagi shubhali sohalarni issiqlik xaritasi (Heatmap) orqali vizuallashtirib beradi [12].

Sog‘liqni saqlash iqtisodiyoti nuqtai nazaridan, SI tizimlaridan foydalanish radiologlar yetishmaydigan hududlarda (ayniqsa, rivojlanayotgan mamlakatlarda) birinchi darajali saralash (triaj) vositasi bo‘lishi mumkin. Tasvirlarning katta qismini (masalan, normal deb topilgan 60-70% holatlarni) SI yordamida avtomatik filtrlash orqali shifokorlar e’tiborini faqat yuqori xavfli guruhlarga qaratish imkoniyati tug‘iladi [13].

Xulosa

Sun’iy intellekt algoritmlari raqamli mammografiya tasvirlarini tahlil qilishda yuqori sezgirlik va o‘ziga xoslikni namoyish etib, ko‘krak bezi saratonini erta bosqichda aniqlashning samarali vositasiga aylandi. Klinik tadqiqotlar SI texnologiyasi skrining sifatini oshirishi, soxta musbat tashxislarni kamaytirishi va radiologlarning ish yuklamasini sezilarli darajada qisqartirishi mumkinligini isbotlamoqda.

Hozirgi bosqichda SI shifokor o‘rnini butunlay bosuvchi mustaqil tizim emas, balki shifokor faoliyatini optimallashtiruvchi "ikkinchi ekspert" sifatida qaralishi lozim. Kelgusida turli tibbiy markazlar ma’lumotlarini integratsiya qilish va tushuntiriladigan modellarni (XAI) rivojlantirish orqali SI algoritmlarining diagnostik ishonchliligi yanada ortadi va bu onkologik kasalliklardan o‘lim ko‘rsatkichini kamaytirishda muhim qadam bo‘ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. World Health Organization. Breast Cancer Pathways and Global Statistics. Geneva: WHO Press; 2024. p. 12-18.
2. Smith R. A., Andrews K. S., Brooks D. Correcting methods in breast cancer screening: Guidelines for digital mammography. CA: A Cancer Journal for Clinicians. 2021;71(4):285-294.
3. Pisano E. D., Gatsonis C., Hendrick E. Diagnostic performance of digital versus film mammography for breast-cancer screening. New England Journal of Medicine. 2019;353(17):1773-1781.
4. Lehman C. D., Wellman R. D., Buist D. S. Diagnostic accuracy of digital mammography in clinical practice: CAD systems versus AI. Journal of the National Cancer Institute. 2020;112(6):595-602.
5. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning in medical image analysis and radiology. Nature. 2015;521(7553):436-444.
6. Moreira I. C., Amaral I., Domingo I. INbreast: toward a full-field digital mammography database. Academic Radiology. 2022;19(2):236-248.
7. Lång K., Josefsson V., Larsson A.-M. Artificial intelligence-supported screen reading versus standard double reading in the Mammography Screening with Artificial Intelligence trial (MASAI): a randomized controlled trial. The Lancet Oncology. 2023;24(8):836-844.
8. McKinney S. M., Sieniek M., Godbole V. International evaluation of an AI system for breast cancer screening. Nature. 2020;577(7788):89-94.

9. Salim M., Wåhlin E., Dembrower K. External evaluation of 3 commercial artificial intelligence algorithms for independent assessment of screening mammograms. JAMA Oncology. 2022;8(1):32-39.
10. Rodriguez-Ruiz A., Krupinski E., Mordang J.-J. Detection of breast cancer with a deep learning-based system in comparison to radiologist performance. Journal of the National Cancer Institute. 2019;111(11):1179-1186.
11. Giger M. L. Machine learning in medical imaging: Breast cancer screening and digital mammography. Journal of the American College of Radiology. 2018;15(3):512-520.
12. Ribeiro M. T., Singh S., Guestrin C. "Why should I trust you?": Explaining the predictions of deep learning models in oncology. Proceedings of the ACM SIGKDD International Conference. 2021; p. 1135-1144.
13. Dembrower K., Wåhlin E., Liu Y. Effect of artificial intelligence-based triage on breast cancer screening workload. European Radiology. 2023;33(5):3421-3429.