TIBBIY TASVIRLARDAGI ANOMALIYALARNI ANIQLASH UCHUN MASHINALI O'QITISH ALGORITMLARINI QO'LLAGAN HOLDA VEB ILOVA ISHLAB CHIQISH

Akhmedov Ergash Yuldoshevich
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent Axborot texnologiyalari Universiteti Urganch filiali AT kafedrasi assistent o‘qituvchisi
ergash7905@gmail.com
Erkinov Mahmudjon Zufar o‘g‘li
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent Axborot texnologiyalari Universiteti Urganch filiali, Kompyuter injiniringi fakulteti 4-kurs talabasi

Annotatsiya: Quyidagi ishda noannotatsiya qilinmagan tibbiy tasvirlarda anomaliyalarni aniqlash usullari bo'yicha tadqiqotlar keltirilgan. Ushbu maqsadlar uchun tasvir xususiyatlari va konvolyutsion neyron tarmoqlarining turli arxitekturalari asosida oldindan ishlangan tasvirlarni tasniflashning turli usullari taqqoslanadi. Ko'krak qafasining kompyuter tomografiyasida (KT) saraton tugunlarini aniqlashning eksperimental natijalari bemor darajasida tashxis qo'yish bo'yicha tavsiya etilgan yondashuvlarning yuqori samaradorligini ko'rsatadi. Neyron tarmoqlarga asoslangan usullar ROC AUC ballini 0,69 ga, tasvir xususiyatlariga asoslangan usullar esa 0,70 ROC AUC balliga erishadi.

Kalit so‘zlar: kompyuter tomografiyasi, neyron tarmoqlar, logistik regressiya, tasodifiy o'rmon.

Аннотация: В следующей работе представлены исследования методов обнаружения аномалий в неиннотированных медицинских изображениях. Для этих целей сравниваются различные методы классификации предварительно обработанных изображений на основе свойств изображений и различных архитектур сверточных нейронных сетей. Экспериментальные результаты обнаружения раковых узлов на компьютерной томографии (КТ) грудной клетки свидетельствуют о высокой эффективности рекомендуемых подходов к диагностике на уровне пациента. Методы, основанные на нейронных сетях, получают оценку ROC AUC 0,69, а методы, основанные на характеристиках изображений, получают оценку ROC AUC 0,70.

Ключевые слова: компьютерная томография, нейронные сети, логистическая регрессия, случайный лес.

Abstract: The following paper presents research on anomaly detection methods in unannotated medical images. For this purpose, different methods for pre-processed image classification based on image features and different architectures of convolutional neural networks are compared. Experimental results on the detection of cancerous nodules in chest computed tomography (CT) demonstrate the high

ISSN 3030-3907

efficiency of the proposed approaches for patient-level diagnosis. Neural network-based methods achieve a ROC AUC score of 0.69, while image feature-based methods achieve a ROC AUC score of 0.70.

Keywords: computed tomography, neural networks, logistic regression, random forest.

Kirish

Tibbiy tasvirlar sohasida so‘nggi yillarda katta rivojlanishlar yuz berdi. Kompyuter tomografiyasi (KT), magnit-rezonans tomografiya (MRT), ultratovush tasvirlari va boshqa diagnostika metodlar yordamida turli kasalliklarni aniqlashda yuqori aniqlikdagi tasvirlar olinmoqda. Ushbu tezisda, tibbiy tasvirlar tahlili va anomaliyalarni aniqlash bo‘yicha mavjud usullarni o‘rganish, shuningdek, sun’iy intellekt yordamida anomaliyalarni aniqlashning yangi imkoniyatlari ko‘rib chiqildi. Bu jarayonlar tibbiyotda tashxis va davolanishning samaradorligini oshirishga yordam beradi.

Tibbiy tasvirlardagi anomaliyalarni aniqlash usullari.

Tibbiy tasvirlar rentgen, KT, MRT kabi diagnostika usullari orqali olinadi. Ushbu tasvirlar mutaxassislar tomonidan kasalliklarni aniqlash, davolashni rejalashtirish va bemorning holatini kuzatish uchun ishlatiladi. Tibbiy tasvirlarda yuqori aniqlik taqdim etiladi, chunki kichik xatoliklar va noaniqliklar noto‘g‘ri tashxis qo‘yilishiga olib kelishi mumkin.

Tibbiy tasvirlarni olish uchun turli xil qurilmalar mavjud. Ular orasida rentgen apparatlari, kompyuter tomografiya (KT) va magnit-rezonans tomografiya (MRT) asosan keng qo‘llaniladi. Har bir qurilma o‘ziga xos texnik xususiyatlarga ega bo‘lib, ular tibbiy tasvirning aniqligi, rang palitrasi va tasvirni olish usuliga ko‘ra farqlanadi.



1–rasm. MRT uskunasi

Magnit-rezonans tomografiya (MRT)-yadro magnit-rezonans hodisasi yordamida ichki organlar va to’qimalarni o’rganish uchun tomografik tibbiy tasvirlarini olishning bir usuli hisoblanadi

ISSN 3030-3907



2–rasm. Tibbiy tasvirdagi o‘zgarish va xatoliklar

Tibbiy tasvirlarda uchraydigan xatoliklar. Tibbiy tasvirlar bilan ishlovchi texnologiyalar rivojlanishiga qaramay, ular bilan ishlashda turli xil xatoliklar yuzaga kelishi mumkin. Bunga texnik xatoliklar, diagnostika xatoliklari va tasvirlarni tahlil qilishdagi inson omillari sabab bo‘ladi. Misol uchun, tasvirlar orasida shovqin yoki rangdagi o‘zgarishlar yuzaga kelishi mumkin, bu esa noto‘g‘ri tashxis qo‘yilishiga olib keladi.[1]

Umumiy ko'rinish rasmida (A) L3/4 chegarasida buyrak tashqarisida joylashgan 1,2 x 0,8 sm (strelkalar) gacha bo'lgan o'lchamdagi soya ko'rinadi. "Yolg'on soya" versiyasi taklif qilingan, ammo urogrammani o'rganayotganda, er-xotin buyrak borligi haqida taxmin qilingan.

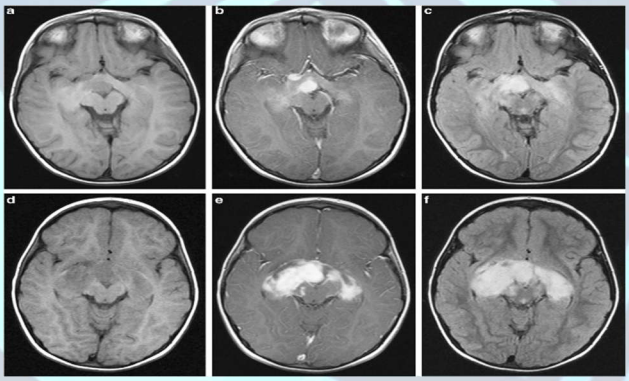
Kechiktirilgan tasvirlar bilan takroriy urogramma (B) o'tkazildi (45-daqiqada): er-xotin buyrak, uning yuqori yarmidagi siydik yo'lida joylashgan tosh. Shuning uchun rentgen tekshiruvi usullari va usullarini nafaqat ularga xizmat ko'rsatuvchi xodimlar, balki shifokorning o'zi ham aniq bilishi kerak.

“Oddiy” rentgen tasviri (barcha texnik talablar bajarilgan va bemor to‘g‘ri joylashtirilgan bo‘lsa) quyidagi parametrlar bilan tavsiflanishi kerak:

• tasvir boy, boy va yetarlicha detallashtirilgan;

• suyak to'qimalarining tuzilishi (gubkasimon va ixcham qatlamlar, kanallar, teshiklar, so'nggi va kortikal plitalar) aniq tasvirlangan.

Rentgen tasvirining sifati strukturaviy va aniqlik xususiyatlari, buzilishlarning mavjudligi va kattaligi, shuningdek optik xususiyatlar bilan baholanishi mumkin. [2]



ISSN 3030-3907

3-rasm. O'rtamiya darajasida eksenel T1 vaznli (a va d), kontrastdan keyingi (b va e) va kontrastsiz suyuqlik bilan zaiflashtirilgan inversiyani tiklash (FLAIR; c va f) tasvirlari ketma-ket ikkita kontrastli MR imtihonlarida ko'rsatilgan.

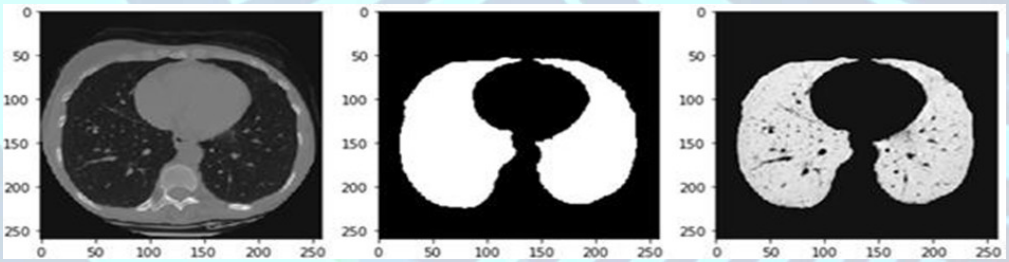
Asosiy (a-c) kontrastli MR tasvirlari barqaror kasallikni ko'rsatadi va oftalmologik tekshiruv barqaror vizual test anormalliklarini aniqladi. 3 oydan so'ng (d-f) kontrastli MR tasvirlari o'simta hajmining o'sishini ko'rsatadi, bu ikkala eksenel post-kontrast T1 va FLAIR ketma-ketlikda osongina aniq ko'rinadi, garchi vizual test anormalliklari/imtihonlari o'zgarishsiz qolgan,chegaralarini yashirishi mumkin bo'lgan atrofdagi shishlarning kam yoki umuman yo'qligiga olib keladi .

Tibbiy Tasvirlarda Uchraydigan Anomaliyalarni Aniqlash Usullari. Tibbiy tasvirlarni tahlil qilishda anomaliyalarni aniqlash uchun bir nechta usullar mavjud. Bular orasida manuell tahlil va avtomatik tahlil usullari eng keng tarqalganlaridir. Yangi usullar, masalan, sun’iy intellekt va mashina o‘rganish texnologiyalari yordamida tasvirlardagi xatoliklar va anomaliyalar avtomatik ravishda aniqlaydi, bu esa diagnostika jarayonini tezlashtiradi va aniqligini oshiradi [3].

Ma'lumotlar - hajmi, shakli va joylashuvi kabi anomaliyalar haqidagi ma'lumotlar qisman yoki to'liq yo'q bo'lgan va faqat anomaliya turi (bemor tashxisi) ma'lum bo'lgan ma'lumotlar.

Ushbu ishning maqsadi ko'krak qafasining kompyuter tomografiyasi tasvirlarida saraton tugunlarini aniqlash misolidan foydalanib, tibbiy tasvirlardagi anomaliyalarni aniqlash usullarini o'rganishdir.

Tasvir segmentatsiyasi. Tasvirlardagi organlar chegaralarini (segmentatsiyani) topish va aniqlash tibbiy diagnostikada katta ahamiyatga ega. To'g'ri belgilangan chegaralar ko'proq apriori ma'lumot beradi, buning asosida klinisyenlar ko'proq ishonch bilan tashxis qo'yishlari mumkin. Dastlabki ma'lumotlar sifatida xavf ostida bo'lgan bemorlarning o'pkasining kompyuter tomografiyasi ishlatilgan. Namuna 1400 bemordan iborat edi. Bitta KT tekshiruvi davomida o'rtacha 180 ta tekshiruv o'tkazildi (4.a-rasm). O'pka saratoni bilan kasallangan bemorlarning ulushi 0,27 ni tashkil etdi.



4 - rasm. O'pka kompyuter tomografiyasining segmentatsiyasiga misol: (a) asl skanerlash, (b) binarizatsiyadan keyin skanerlash, (c) segmentlangan skanerlash

ISSN 3030-3907

Asl tasvirlar turli xil uskunalarda yaratilgan, shuning uchun dastlabki ishlov berish bosqichida skanerlar yagona formatga aylantirildi (bitta shkala va qo'shni skanerlar orasidagi masofa 1 mm). Segmentatsiya to'rt bosqichdan iborat edi:

1. Rasmni binarizatsiya qilish. 4.b-rasmda intensivligi chegaraviy qiymatidan -320 HU dan oshadigan barcha piksellar 1 qiymatiga, intensivligi kamroq piksellar esa 0 ga almashtiriladi [4];
2. Bog'lanish-komponent tahlili. Bemor atrofidagi havo tegishli bo'lgan yorliqlar to'plamini aniqlash.
3. Har bir skanerlash uchun eng zich ulangan komponentlarni aniqlang;
4. Tana ichidagi eng katta havo cho'ntaklarini va eng zich tarkibiy qismlarni (masalan, suyaklarni) olib tashlash [5].

O'pka kompyuter tomografiyasining segmentatsiyasi natijasini 4.c-rasmda ko'rish mumkin.

Tasvir tasnifi. Tasvirlardagi anomaliyalarni aniqlash muammosini tasvirlarni oddiy va g'ayritabiiylarga ajratish muammosiga qisqartirish mumkin. Tasniflash masalalarida eng ko'p qo'llaniladigan usullar qarorlar daraxti va chiziqli modellardir. Logistik regressiya Logistik regressiya - bu sinfga mansub ob'ektning posterior ehtimolini baholash imkonini beruvchi chiziqli klassifikator.

$$f(x|w)=sign\left(\sum_{k=1}^{m} w_k x_k - w_0\right) \quad (1)$$

bu erda $x=(x_1,x_2,\ldots,x_m)$ ob'ekt xususiyatlarining vektori, $w=(w_1,w_2,\ldots,w_m)$ -tasniflagich parametrlari (og'irliklar vektori), w_0 - qaror chegarasi.

Eng yaqin qo'shni usuli - bu ob'ektlar orasidagi masofani (o'xshashlik ballarini) hisoblashga asoslangan tasniflash usuli. Ob'ekt o'quv namunasidagi eng yaqin ob'ektlar tegishli bo'lgan sinfga tegishlidir

Tasodifiy o'rmon - bu o'zaro bog'liq bo'lmagan qaror daraxtlari tarkibi bo'lib, unda har bir daraxt tasodifiy xususiyatlar pastki bo'shlig'idan va/yoki o'quv ma'lumotlar to'plamidan qurilgan. Daraxtlardan tashkil topgan tasodifiy o'rmonni qurish algoritmi: D namunalar . [6]

Neyron tarmoqlar. Yuqorida muhokama qilingan usullarning kamchiliklaridan biri ob'ektlardan xususiyatlarni "qo'lda" ajratib olish zarurati va tasniflash sifati to'g'ridan-to'g'ri xususiyatlarni tanlash muvaffaqiyatiga bog'liq. Chuqur o'rganish tizimlarida, masalan, konvolyutsion neyron tarmoqlarda, xususiyatlarni ajratib olish va tanlash jarayoni modelning o'ziga ishonib topshiriladi, bu esa oxir-oqibat tasniflash sifatini yaxshilaydi [7].

Sun'iy neyron tarmoq - bu tabiiy neyron tarmoqning ba'zi funktsiyalarini taqlid qiluvchi matematik model:

$$y(x|w)=f\left(\sum_{k}^{L} w_k \phi_k(x)\right) \quad (2)$$

ISSN 3030-3907

Bu yerda f - nochiziqli faollashtirish funksiyasi, $w=(w_1,w_2,\dots w_L)$ w= neyron tarmoq, $\phi=(\phi_1,\phi_2,\dots\phi_L)$ chiziqli bo'lmagan bazis funktsiyalari, L-o'girligi.

Anomaliyalarni aniqlash sifatini baholash. Hardikning tekstura xususiyatlari segmentlangan tasvirlarning xususiyat tavsifi sifatida tanlangan [8]. Tasniflash modellari uchun sifat ko'rsatkichi xato egri chizig'i ostidagi maydon (ROC-AUC) bo'lib, kelajakda I va II turdagi xatolar narxiga qarab qaror qabul qilishning maqbul chegarasini tanlash imkonini beradi. Tasniflash natijalari 1, 2-jadvallarda keltirilgan:

1-Jadval

Xususiyat tavsifiga asoslangan turli tasniflash usullari uchun sifat ko'rsatkichining qiymati

Tasniflash usuli	ROC-AUC	
	Barcha skanerlar orqali	Bemorni skanerlash bo'yicha o'rtacha hisoblanganda
Eng yaqin qo'shnilar	0,51	0,55
Logistik regressiya	**0,67**	**0,70**
Tasodifiy o'rmon	0,54	0,59

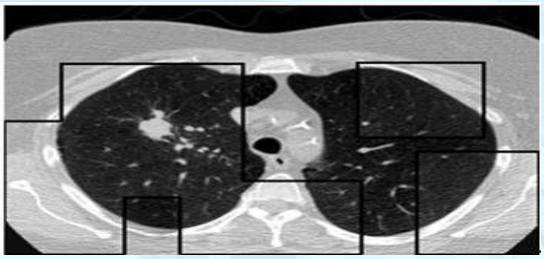
2-Jadval

Turli neyron tarmoq arxitekturalari uchun sifat ko'rsatkichining qiymati

Neyron tarmoq arxitekturasi	ROC-AUC	
	barcha skanerlar orqali	bemorni skanerlash bo'yicha o'rtacha hisoblanganda
VGG-11 [9]	0,52	0,53
VGG-19	0,55	0,58
ResNet34 [10]	0,57	0,61
ResNet50	**0,66**	**0,69**
InceptionResnet-3 [11]	0,54	0,59

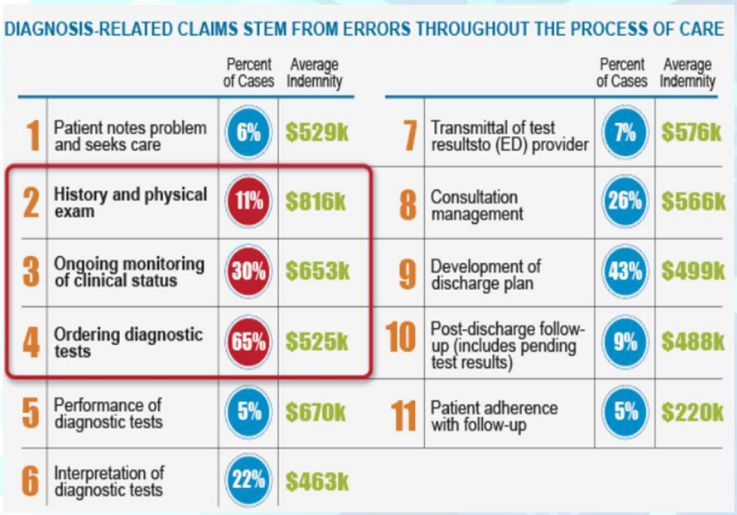
5 – rasmda konvolyutsion neyron tarmog'ining bashoratlarini sharhlashning bir usuli - bu tasvirni tasniflash uchun eng muhim bo'lgan hududlarni ajratib ko'rsatish imkonini beruvchi sinf faollashtirish xaritalarini vizualizatsiya qilishdir [9].

ISSN 3030-3907



5 - rasm. Sinfni faollashtirish xaritasi bilan asl rasm.

Belgilangan joylarda anomaliyalarni topish ehtimoli chegaradan yuqori.Bu rasm shuni ko'rsatadiki, bu usul anomaliya ehtimoli yuqori bo'lgan joylarni topish uchun ishlatilishi mumkin, bu esa shifokorlarga eng shubhali joylarga jiddiy e'tibor qaratish imkonini beradi.



1.5-rasm. Diagnostikani takomillashtirish va diagnostik xatolarni kamaytirish bo‘yicha maqsadlar.

XMT hisobotida yagona yechim yo‘qligini ta’kidlagan holda, 8 “Diagnostikani takomillashtirish va diagnostik xatolarni kamaytirish bo‘yicha maqsadlar” sanab o‘tilgan bo‘lib, bunda nuqsonli deb topilgan sohalardagi barcha sog‘liqni saqlash mutaxassislari uchun ta’lim va o‘qitish, jumladan, klinik fikrlash, jamoaviy ish [10], muloqot va diagnostik testlardan foydalanish va sog‘liqni saqlash axborot texnologiyalaridan foydalanishga e’tibor qaratilgan.

Foydalanuvchilar uchun tibbiy tasvirlardagi anomaliyalarni aniqlash interfeysini web ilovada yaratish. Veb ilova yordamida foydalanuvchilar uchun tibbiy tasvirlardagi anomaliyalarni aniqlash interfeysi ishlab chiqiladi. Bu ilova intuitiv va qulay bo‘lishi kerak, shuningdek, bemorlar va tibbiyot xodimlariga aniq va tezkor tahlil imkonini berishi zarur.

Qurilgan algoritmni testlash uchun dastlabki ma'lumotlarni kiritish va testlash natijasini tahlil qilish. Algoritmni testlashda dastlabki ma'lumotlar kiritiladi va ularning natijalari tahlil qilinadi. Bu testlar orqali algoritmning aniqligi, samaradorligi va foydalanuvchilar uchun qulayligi baholanadi.

ISSN 3030-3907

Tahlil natijalarini vizuallashtirish Asosiy yuqori aniqlikda tasvirlarni solishtirish va ornazimdagi kamchiliklarni yaxshilangan tasvirni foydalanuvchiga taqdim etish. Model natijalarini interaktiv formatda aks ettirish.

Web Ilova Arxitekturasi Web ilova quyidagi komponentlardan tashkil topadi:

- **Frontend** HTML, CSS, JavaScript
- **Backend** Python Flask yoki Django
- **Tasvirni qayta ishlash** OpenCV, TensorFlow, PyTorch
- **Ma'lumotlar bazasi** PostgreSQL yoki MongoDB

Xulosa

Tibbiy tasvirlar, xususan, rentgen, MR, va kompyuter tomografiya tasvirlari diagnostik jarayonlarda muhim rol o‘ynaydi. Biroq, tasvirlarda paydo bo‘ladigan xatoliklar va anomaliyalar, ayniqsa, uzoq vaqt davomida davolashni talab qiladigan kasalliklarni aniqlashda muammo tug‘dirishi mumkin.

Bu muammoni hal qilish uchun tadqiqotda sun’iy intellekt va mashinani o‘rganish texnologiyalaridan foydalanib, anomaliyalarni aniqlash uchun ilg‘or algoritmlar ishlab chiqildi. Shuningdek, tadqiqot davomida anomaliya tasvirlarini yig‘ish va ularning xususiyatlarini o‘rganish, algoritmni ishlab chiqish va uning samaradorligini testlash ishlari amalga oshirildi.

Olingan natijalar ko‘rsatishicha, sun’iy intellekt yordamida anomaliyalarni aniqlashda sezilarli darajada samaradorlikni oshirish mumkin. Veb-ilova yordamida foydalanuvchilar uchun interfeys yaratish, tibbiy tasvirlardagi anomaliyalarni tez va aniq aniqlash imkonini yaratdi. Dastlabki testlashlar natijasida ishlab chiqilgan algoritmning yuqori aniqlikda ishlashi ta’minlandi.

Natijada, tibbiy tasvirlar yordamida anomaliyalarni aniqlash usullari tibbiy diagnostikaning aniq va samarali bo‘lishi uchun katta imkoniyatlar yaratadi. Tadqiqotning natijalari tibbiyot sohasida tasvir tahlilini yangi bosqichga olib chiqishi, shuningdek, sun’iy intellekt asosidagi texnologiyalarni kengroq qo‘llash imkoniyatlarini ochadi.

Xususiyatlarni tavsiflash asosida tasniflash usullarining tezligi, asosan, asl tasvirlardan xususiyatni ajratib olish tezligi bilan belgilanadi, shuning uchun bu usullardan anomaliyalar uchun tasvirlarni tezkor tahlil qilish uchun foydalanish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. FastStats - Kasalxonadan foydalanish, Kasalliklarni nazorat qilish va oldini olish markazlari. [Elektron resurs]. URL: https://www.cdc.gov/nchs/fastats/hospital.htm/ (kirish sanasi: 05/08/2018).

ISSN 3030-3907

2. Rubin G.D. va boshqalar. Ko'p detektorli qatorli KT tekshiruvlarida o'pka tugunlari: rentgenologlar va kompyuter yordamida aniqlashning ishlashini taqqoslash // Radiologiya, 2005. No 234. pp. 274-283.
3. Armato S.G. va boshqalar. O'pka tasvir ma'lumotlar bazasi konsortsiumi (LIDC) va tasvir ma'lumotlar bazasi resurs tashabbusi (IDRI): KT skanerlashda o'pka tugunlarining to'liq ma'lumot bazasi, Tibbiy fizika, 2011. No 38. P. 915-931.
4. Schneider U., Pedroni E., Lomax A. Radioterapiyani davolashni rejalashtirish uchun KT Xounsfild birliklarini kalibrlash, Tibbiyot va biologiyada fizika, 1996. No 41. pp. 111.
5. Suzuki S. va boshq. Raqamlangan ikkilik tasvirlarni chegara bo'yicha topologik tizimli tahlil qilish // Kompyuter ko'rish, grafika va tasvirni qayta ishlash, 1985. № 30. pp. 32-46.
6. Fridman J., Xasti T., Tibshirani R. Statistik o'rganish elementlari. Nyu-York: Statistikada Springer seriyasi, 2001.
7. Krizhevskiy A., Sutskever I., Hinton G.E. Chuqur konvolyutsion neyron tarmoqlari bilan Imagenet tasnifi,cNeyron axborotni qayta ishlash tizimlarida yutuqlar, 2012.
8. Xaralik R.M. va boshqalar. Tasvirlarni tasniflash uchun teksturaviy xususiyatlar, Tizimlar, inson va kibernetika bo'yicha IEEE operatsiyalari, 1973. No 6, pp. 610-621.
9. Rubin G.D. va boshqalar. Ko'p detektorli KT tekshiruvlarida o'pka tugunlari: rentgenologlarning ish faoliyatini taqqoslash va kompyuter yordamida aniqlash, Radiologiya, 2005. № 234. pp. 274-283.
10. Armato S.G. va boshqalar. O'pka tasvir ma'lumotlar bazasi konsortsiumi (LIDC) va tasvir ma'lumotlar bazasi resurs tashabbusi (IDRI): KT skanerlashda o'pka tugunlarining to'liq ma'lumot bazasi, Tibbiy fizika, 2011. No 38. pp. 915-931.

ISSN 3030-3907