

UDK 004.8

## KOMPYUTER RENTGEN TASVIRLARINI SIMMETRIK QO‘SHIMCHA IKKI CHIZIQLI TASHXISLASH ALGORITMI

*Turakulov Sh.X.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti,  
Toshkent, O‘zbekiston  
davlatyoxudayarov@gmail.com

**Annatsiya.** COVID-19 epidemiyasi dunyoning barcha burchaklariga tarqaldi, natijada son-sanoqsiz infeksiyalari va o‘limlar kuzatildi. Ushbu tadqiqotda uchta asosiy modulga bo‘lingan zaif nazorat qilinadigan simmetrik qo‘shimcha ikki chizikli tasniflash tarmog‘i taklif etiladi: optimallashtirishni qidiradigan zaif nazorat qilinadigan segmentatsiyani oldindan ishlov berish moduli (O-WSSPM), nosimmetrik qo‘shimcha ikki chizikli modul (S-CBM) va FCM. Klaster vizualizatsiya moduli (FCMM). Birinchi modul, O-WSSPM, yangi Data1-Seg ma‘lumotlar to‘plamini yaratish uchun KT tasvirlaridan ortiqcha fon xususiyatlarini olib tashlaydi, bu asosan asosiy xususiyat sohalari saqlashga xizmat qiladi. Ikkinchi modul S-CBM asosan turli xil xususiyatlarni ajratib olish va shu bilan boy qo‘shimcha funksiyalarni olish uchun nosimmetrik ikkita tarmoqdan foydalanadi. Uchinchi modul FCMM yorliqsiz tasvirlarda lezyonlarni vizualizatsiya qilish imkonini beradi. Ma‘lumotlar hajmi past bo‘lsa, namunalar xilma-xilligini yaxshilash uchun besh tomonlama ma‘lumotlarni yaxshilash amalga oshiriladi. Besh marta o‘zaro tekshirish tajribasi o‘rtacha 85,3% tasniflash aniqligini ko‘rsatadi va oltita ilg‘or tasniflash modeli bilan taqqoslashni biz taklif qilayotgan tarmoq yaxshiroq ishlashga ega ekanligini ko‘rsatadi.

**Kalit so‘zlar:** COVID-19, chuqur o‘rganish, tasniflash, zaif nazorat, segmentatsiya, qo‘shimcha ikki chizikli, FCM.

### I. KIRISH

Nafas olish yo‘llari infeksiyalari butun dunyo bo‘ylab kasallik va o‘limning asosiy sababidir va pnevmoniya har yili millionlab odamlarga ta‘sir qiladi, bu bolalar, 65 va undan katta yoshdagi kattalar va diabet, semizlik va gipertoniya kabi sog‘liq muammolari bo‘lgan shaxslar uchun katta xavf tug‘diradi. Pnevmoniyaning 30 dan ortiq turli sabablari bor, lekin uning generatorlari odatda viruslar va bakteriyalardir. 2019-yilgi COVID-19 epidemiyasi tez tarqaldi, natijada infeksiyalanganlar orasida ko‘plab o‘limlar bo‘ldi, shu bilan birga butun dunyo bo‘ylab iqtisodiyot va sog‘liqni saqlash tizimlariga ta‘sir ko‘rsatdi. 2022-yil 20-oktabr holatiga ko‘ra, emlanganlar soni ko‘p bo‘lishiga qaramay, 6 550 033 o‘lim holati qayd etilgan [1]. Koronavirus kasalligi (COVID-19) 2022-yil 8-fevral holatiga ko‘ra 5,7 milliondan ortiq sababchi bo‘lgan va 396 milliondan ortiq odamni yuqtirgan [1]. Ko‘krak qafasining KT tasvirlari odatda lezyonning aniq maydoni va hajmini aniqlash uchun ishlatiladi. Hozirgi vaqtda KT diagnostikasi ko‘p jihatdan shifokorlarning yuqori malakasiga tayanadi va o‘pkaning turli lezyonlari tasvirlaridagi murakkab patologiya va nozik teksturali o‘zgarishlar tufayli rentgenologlar hatto uzoq klinik tayyorgarlikdan va professional rahbarlikdan keyin ham xato qilishlari mumkin. Shuning uchun kasallikni aniqlashni qo‘llab-

quvvatlash uchun KT tasvirlari uchun aqlli tasniflash usullarini ishlab chiqish juda muhimdir.

Odatda uchta tasniflash usuli mavjud:

- 1) diqqatni yo‘naltirish usullari.
- 2) konvolyutsion neyron tarmoqlardan foydalanish usullari.
- 3) teg korrelyatsiya usullari.

Diqqatga yo‘naltirish usullar odatda diqqatni asosiy lezyon mintaqasiga qaratadi, ammo shubhali hududga e‘tibor bermaydi. Konvolyutsion neyron tarmoqlardan foydalanadigan usullar asosan tarmoq strukturasi o‘zgartirish orqali turli xususiyatlarni ajratib oladi, ammo bu usullar fon ma‘lumotlarini rad eta olmaydi va olingan xususiyatlar ortiqcha. Teg korrelyatsiya usullari bir nechta teglar va ularning o‘zaro bog‘liqlilari o‘rtasidagi aloqani olishi mumkin, ammo tasvirlar ko‘pincha ko‘p o‘rganish qobiliyatiga ta‘sir qiluvchi shovqinli ma‘lumotlarga ega. Shuning uchun, ushbu maqola fonni olib tashlaganingizdan so‘ng tasvirlarni o‘rganish uchun muhim ahamiyatga ega, bu fon ma‘lumotlarining aralashuvini samarali oldini oladi. Chuqur o‘rganishning jadal rivojlanishi va qo‘llanilishi uni lezyonlarni segmentatsiyalash yoki aniqlash [2-5], kasalliklarni tasniflash [6, 7] uchun tibbiy tasvirni qayta ishlashda muhim rol o‘ynaydi. [8,9], shovqin induksiyasi [10], tasvir izohi [11, 12], tekislash [13], regressiya [14] va boshqalar. Kompyuter

texnikasi va dasturiy ta'minotining doimiy takomillashtirilishi hamda yanada funktsional va kuchli neyron tarmoq modellarining paydo bo'lishi bilan u chuqur o'rganish modellarini tasvirni yaxshiroq tasniflash uchun tasvir xususiyatlarini olish qobiliyatini oshiradi. Ushbu maqolada biz COVID-19 ning KT tasniflash vazifasini o'rganish uchun chuqur o'rganishdan foydalanamiz.

O'pka kasalliklarini tasniflashda lezyon hududi odatda tasvirning markaziy qismida joylashgan va chekka fonning shovqin maydoni juda katta, bu xususiyatni olish samaradorligi va aniqligini pasaytiradi. COVID-19 kompyuter tomografiyasi odatda maydalangan oynaga o'xshash o'zgarishlarni ko'rsatadi va lezyon hududining o'lchami kasallikka qarab o'zgaradi, bu fonni olib tashlash va zararlangan hududga e'tibor qaratishni talab qiladi. Shu sababli, biz ma'lumotlardan zaif nazorat ostida qayta ishlashni amalga oshiramiz. Bundan tashqari, kuchli chuqur o'rganish xususiyatini ajratib olish qobiliyati tufayli biz qo'shimcha xususiyatlarni olish uchun ikkita bir xil tarmoqdan foydalanamiz va keyin yaxshiroq tasniflash natijalarini olish uchun ularni chiziqli tarzda birlashtiramiz. Ushbu maqolada taklif qilingan usulning asosiy xosalar quyidagilardan iborat:

① Kuchsiz nazorat qilinadigan simmetrik qo'shimcha ikki chiziqli tasniflash tarmog'i (W-SCBNet) taklif qilinmoqda, u asosan uchta modulga bo'lingan: optimallashtirishni talab qiluvchi zaif nazorat qilinadigan segmentatsiyadan oldingi ishlov berish moduli (O-WSSPM), simmetrik qo'shimcha ikki chiziqli modul (S-CBM) va FCM klasterli vizualizatsiya moduli (FCMM).

② O-WSSPM asosan o'pka maydoni segmentatsiyasini o'rgatish uchun o'pka mintaqasi Data2 ma'lumotlar to'plamidan foydalanadi, bu Data1 tasniflash ma'lumotlar to'plamida o'pkani segmentlash va ortiqcha fon funksiyalarini olib tashlash uchun ishlatiladi. Data1-Seg yangi ma'lumotlar to'plami bir necha marta munosib izlanish natijasida olinadi. O'quv majmuasini kengaytirish uchun ma'lumotlarni yaxshilash uchun 5 MDA usullari qo'llaniladi.

③ S-CBM asosan magistral tarmoq sifatida yengil tarmoq VGG bilan migratsiyani o'rganish usullaridan foydalanadi. Tarmoq chiziqli termoyadroviy uchun turli xususiyatlarni ajratib olish uchun turli hududlardagi fokuslash tarmoqlarining ikkita bir xil guruhidan foydalanadi, bu esa xususiyatlarni ajratib olish qobiliyatini yaxshilaydi va to'rtta SCBM sxemasi taklif etadi.

④ FCMM asosan lezyon hududlarini ko'rsatish uchun ishlatiladi va vizualizatsiya uchun ma'lumotlarni tasvir darajasidagi yorliqlashdan piksel darajasidagi yorliqlarga o'zgartiradigan va shifokorlarga lezyonlarning joylashuvi va hajmini kuzatishda yordam beradigan FCM loyqa klasterlash usuli qo'llaniladi.

⑤ Xuddi shu ma'lumotlar to'plamidan foydalanib, oltita eng mashhur joriy tasniflash tarmoqlari bilan solishtirish uchun 5 marta o'zaro tekshirish usuli qo'llaniladi va natijalar ushbu maqolada taklif qilingan W-SCBNet eng yaxshi ishlashini ko'rsatadi.

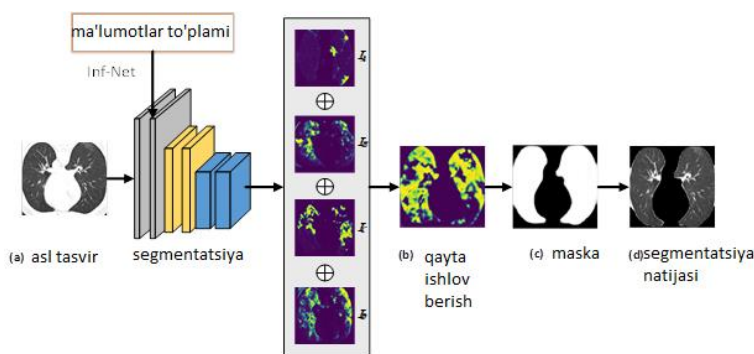
Togacar va boshqalar [9] **SqueezeNet** va **MobileNetV2**-ning xususiyatlarini birlashtirdi va yangi xususiyatlarni tanlash va kombinatsiyalash usulini qo'llaydi: Ijtimoiy Mimik Optimallashtirish (**SMO**) va nihoyat tasniflash uchun Yordam Vektor Mashinalaridan (**SVM**) foydalgan holda, **COVID-19** tasnifi aniqligi 100% ga yetdi, bu model mobil qurilmalar uchun qo'llanilishi mumkin Cohen va boshqalar [10]. **COVID-19** virusi zo'rvonlik tarmog'ini (**CSSNet**) taklif qildi, birinchi navbatda yettita yirik **Non-COVID-19** ko'krak qafasi rentgenogrammasi korrelyatsiya xususiyatlarini olish uchun oldindan o'qitilgan. Keyin infeksiyaning og'irligi oz sonli **COVID-19** ma'lumotlar to'plamida baholandi. Ni va boshqalar [11] tavsiya etilgan **NiNet**-dan kam sonli **COVID-19** bemorlarining KT tasvirlarida zararlanish hududlarini segmentlash va aniqlash uchun foydalangan. Ko va boshqalar [12] magistral tarmoq sifatida keng qo'llaniladigan to'rtta chuqur o'rganish tarmog'idan maqbulini topish uchun migratsiya o'rganish yondashuvidan foydalangan, tavsiya etilgan chuqur o'rganish tizimidan foydalangan holda **FCONet** kengaytirilgan tasvirlarni 96,97% aniqlik bilan uch tasniflash uchun ishlatilgan. Vang, va boshqalar [9] avval nazoratsiz usulda o'pka segmentatsiyasi modelini oldi, so'ngra **COVID-19** ni zaif nazorat ostida aniqlashga asoslangan yangi yengil usulni taklif qildi. Ko va boshqalar. [14] ikki xil ma'lumotlar to'plamini birlashtirdi va migratsiya o'rganish yordamida oldindan o'rgatishdi, so'ngra uch martalik tasniflash uchun 98,2% va to'rtlik tasniflash uchun 95% aniqlik bilan **COVID-19** tasnifi va aniqlanishini amalga oshirdi va ular taklif qilingan tarmoqni Coro-Net deb nomladilar. Hussayn va boshqalar [15] ishda 100% aniqlik, sezuvchanlik va o'ziga xoslik natijalari bilan **COVID-19** va normal **CXR** dichotomous tasnifi uchun besh marta o'zaro tekshirishdan foydalangan.

O'pka segmentatsiyasiga oid yuqoridagi tadqiqotlar asosan rentgen tasvirlariga qaratilgan va KT tasvirlarini segmentatsiyalash uchun kamroq tadqiqotlar mavjud. **COVID-19** ni tasniflashning yangi usullarining aksariyati global xususiyatlarni ajratib ko'rsatadi va xususiyatlarning ortiqcha bo'lishi muammosi mavjud. Ushbu maqolada COVID-19 KT tasvirlari uchun o'pka maydonlarini olish va ortiqcha ma'lumotlarni olib tashlash uchun zaif nazorat qilinadigan usul qo'llaniladi. Va biz chuqur o'rganish VGG tarmog'ini yaxshilaymiz va samarali xususiyatlarni olish uchun yangi ikki chiziqli usulni taklif qilamiz.

## II. METODOLOGIYA

### 1. Yaxshilash I: Optimallashtirishni talab qiluvchi zaif nazorat ostida segmentatsiyani oldindan qayta ishlash moduli (O-WSSPM)

Tadqiqotimiz uchun yaratilgan ma'lumotlar to'plami uchun ochiq manbali saytlardan olingan



**1-rasm.** Optimallashtirishni talab qiluvchi zaif nazorat ostida segmentatsiyani oldindan qayta ishlash modulining oqim sxemasi.

Ushbu maqolada biz **Inf-Net** [15] segmentatsiya tarmog'ini tanishtiramiz, bu tarmoq teskari e'tibor mexanizmi va chetni aniqlash e'tiborini ko'rsatish orqali oz sonli etiketli tasvirlarga o'rgatilishi mumkin, bu lezyon segmentatsiyasini samarali amalga oshiradi va nisbatan eng yaxshi ko'rsatkichga ega. Beshta mashhur segmentatsiya tarmoqlari bilan. **COVID-19** lezyonlarini segmentatsiyalash ma'lumotlar to'plamida ishlashni baholash uchun olti xil ko'rsatkichdan foydalanilgan, xususan: O'ziga xoslik, Sezuvchanlik, Tuzilish o'lchovi, Kengaytirilgan tekis-lash o'lchovi, O'rtacha mutlaq xato. 1-jadvalda ko'rsatilganidek Ushbu maqolada o'pka segmentatsiyasini olish kerak bo'lganligi sababli, birinchi qadam o'pka mintaqasi markerlari bilan Data2 ma'lumotlar to'plamining o'pka mintaqasining GT xaritasidan uning chekka tasvirini olishni talab qiladi va ikkinchi bosqichda chekka

ikkita ma'lumotlar to'plami ishlatilgan. Birinchi ma'lumotlar to'plamida (Data1) 349 ta COVID-19 tasviri va 397 ta COVID bo'lmagan tasvirlar mavjud. Birinchi ma'lumotlar to'plami haqida batafsil ma'lumotni bu yerda topishingiz mumkin: <https://github.com/UCSD-AI4H/COVID-CT>.

Ushbu ma'lumotlar to'plamidagi tasvirlar Tongji kasalxonasining rentgenologi tomonidan tasdiqlangan, Vuxan, Xitoy. Ikkinchi ma'lumotlar to'plami (Data2): 40 dan ortiq bemorlarning jami 100 ta eksenel KT tasviriga ega bo'lgan COVID-19 KT segmentatsiyasi [14] mavjud (<http://medicalsegmentation.com/covid19/>).

Ushbu ma'lumotlar to'plami o'pka mintaqalari uchun to'liq etiketlangan va asosan o'pka segmentatsiyasini o'rgatish, yarim nazorat ostida o'pka mintaqasini samarali segmen-tatsiyalash uchun ishlatiladi va barcha KT tasvirlari Italiya tibbiy va intervension radiologiya jamiyati tomonidan to'plangan.

xaritasi bilan GT xaritasidan foydalanadi. o'pka segmentatsiyasini olish uchun Inf-Net treningini qo'llang. Uchinchi bosqichda olingan o'pka segmentatsiyasidan Semi-Inf-Net yarim nazoratli segmentatsiya tarmog'i orqali Data1 o'pkasini segmentlash uchun o'pka segmentatsiyasi parametrlaridan foydalanadi. To'rtinchi bosqichda qo'shimcha zaif nazorat ostida bo'lgan segmentatsiyani oldindan qayta ishlash (C-WSSP) usuli taklif etiladi, chunki o'quv jarayonida ba'zi bir noto'g'ri bo'ladi va ba'zi rasmlar o'pka segmentatsiyasi yomon bo'ladi va o'pka mintaqasidagi xususiyatlar olib tashlanadi. Data1 o'pka mintaqasi segmentatsiyasi uchun uch marta o'qitiladi va ma'lumotlarni optimallashtirish uchun eng yaxshi natijaga ega tasvir tanlanadi va nihoyat o'pkaning yangi to'liq hududi tasvir ma'lumotlar to'plami Data1-Seg olinadi.

1-jadval. Besh mashhur segmentatsiya tarmoqlari bilan Inf-Net unumdorligini taqqoslash.

Methods	Dice ↑	Sen. ↑	Spec. ↑	S <sub>α</sub> ↑	E <sub>φ</sub> <sup>mean</sup> ↑	MAE ↓
U-Net[36]	0.439	0.534	0.858	0.622	0.625	0.186
Attention-UNet[37]	0.583	0.637	0.921	0.744	0.739	0.112
Gated-UNet[38]	0.623	0.658	0.926	0.725	0.814	0.102
Dense-UNet[39]	0.515	0.594	0.840	0.655	0.662	0.184
U-Net++[35]	0.581	0.672	0.902	0.722	0.720	0.120
Inf-Net[34]	0.682	0.692	0.943	0.781	0.838	0.082

↑belgilash: balandroq yaxshiroq, ↓aniqlash: pastroq yaxshi

2.Yaxshilash II: Trening to'plamida MDA

Data1-Seg ikki turdagi COVID-19 KT tasvirlarini o'z ichiga oladi, COVID-19. (1) tenglamada ko'rsatilganidek, yangi D2 tasvirlar to'plamini olish uchun Data1-Seg ning D1 to'plamining o'lchamini 224 × 224 o'lchamiga o'zgartiramiz

$$D^2 = Re\ size(D^2, [224, 224]) = \sum d_1^1, d_2^1, d_3^1, \dots, d_n^1 \quad (1)$$

Tasodifiy ushlab turish usuli orqali ma'lumotlar to'plami tasodifiy ravishda ikkita kichik to'plamga bo'lingan: o'quv to'plami (X: 80%), test to'plami (Y: 20%). Tegishli ma'lumotlarni

qismlarga bo'lish ma'lumotlari 2-jadvalda ko'rsatilgan. Ushbu kichik to'plamlarga tegishli tegishli o'lchamlar (2) tenglikni qondiradi. Bundan tashqari, kichik hajmdagi ma'lumotlar tufayli, ma'lumotlarni kengaytirish va haddan tashqari o'rnatish holatlarini kamaytirish uchun MDA texnikasi qo'llanildi. Ta'lim to'plamiga qo'llash uchun ma'lumotlarni yaxshilashning beshta usuli qo'llanildi va uni asl bir tasvirdan oltitaga aylantirdi.

$$|D^2| \xrightarrow{RHO} |X| + |Y| = |\{x_1, \dots, x_i\}| + |\{y_1, \dots, y_j\}| \quad (2)$$

bu yerda |·| to'plamning kardinalligini bildiradi, i - o'quv to'plami tasvirlari soni, j - sinov to'plami tasvirlari soni.

2-jadval. Modeldagi Data1-Seg taqsimoti.

Dataset	COVID-19	NonCOVID-19	Total
Training (80%)	280	318	598
Testing (20%)	69	79	148
Total (100%)	349	397	746

KMDA MDA texnikasi mavjud deb faraz qilsak (KMDA = {K1, K2, K3, K4, K5}). Ushbu maqolada, KMDA MDA, shu jumladan gamma tuzatish, aylanish, shovqin in'ektsiyasi, yorqinroq va quyuqroq. Ntra o'quv to'plami tasvirlari har bir MDA texnikasi yordamida yaratiladi va nihoyat barcha MDAlar uchun KMDA×Ntra tasvirlari yaratiladi. Ushbu tadqiqotda asosan quyidagi beshta MDA qo'llaniladi.

① Gamma tuzatish (Ga\_Co)

Gamma tuzatish koeffitsienti rG\_C = 1.5 yangi tasvirlarni yaratish uchun quyidagi tarzda ishlatilgan: ① Gamma tuzatish (Ga\_Co)

Gamma tuzatish koeffitsienti rG\_C = 1.5 yangi tasvirlarni yaratish uchun quyidagi tarzda ishlatilgan:

$$\overline{y^{K_1}(i)} = Ga\_Co[y(i)] = [y_1^{K_1}(1, r^{Ga\_Co}), \dots, y_{N_{tra}}^{K_1}(i, r^{Ga\_Co})] \quad (3)$$

② Aylanish (Rot)

Tasvirlarga thRot = 90° aylanish burchagi qo'llanilgan:

$$\overline{y^{K_2}(i)} = Rot[y(i)] = [y_1^{K_2}(1, \theta^{Rot}), \dots, y_{N_{tra}}^{K_2}(i, \theta^{Rot})] \quad (4)$$

③ Shovqin in'ektsiyasi (No\_In)

Gauss shovqini o'quv majmuasining barcha tasvirlariga kiritildi va shu bilan ko'plab yangi shovqinli tasvirlarni yaratdi.

$$\overline{y^{K_3}}(i) = No\_In[y(i)] = [y_1^{K_3}(1), \dots, y_{N_{ma}}^{K_3}(i)] \quad (5)$$

④ Yorqinroq (Bri)

$$\overline{y^{K_4}}(i) = Bri[y(i)] = [y_1^{K_4}(1), \dots, y_{N_{ma}}^{K_4}(i)] \quad (6)$$

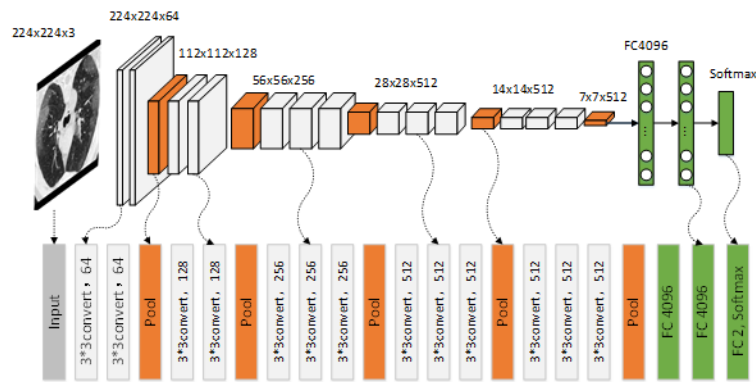
⑤ To'qroq (dar)

$$\overline{y^{K_5}}(i) = Dar[y(i)] = [y_1^{K_5}(1), \dots, y_{N_{ma}}^{K_5}(i)] \quad (7)$$

$$\overline{y^k}(i) = concat[\overline{y^{K_1}}(i), \overline{y^{K_2}}(i), \overline{y^{K_3}}(i), \overline{y^{K_4}}(i), \overline{y^{K_5}}(i)] \quad (8)$$

bu yerda ma'lumotlarni ko'paytirish beshta MDA natijalarini birlashtirganligini anglatadi.

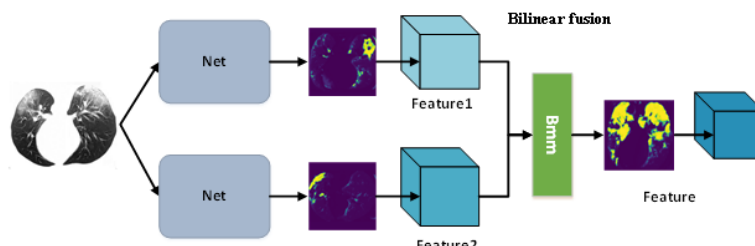
$$y(i) \xrightarrow{MDA} = concat[y(i), \overline{y^k}(i)] \quad (9)$$



2-rasm. VGG16 tuzilish diagrammasi.

Simmetrik qo'shimcha ikki chiziqli tasniflash tarmog'ida ikkita xususiyat ekstraktori mavjud va olingan xususiyatlarning ikkita to'plami COVID-19 kabi tarqoq lezyon joylari bilan nozik taneli tasvirlar uchun mahalliy qo'shimcha xususiyatlarga ega, so'ngra xususiyatlarni samarali

birlashtirish va yanada boyroq bo'lish uchun chiziqli ko'paytirish amalga oshiriladi. Xususiyatlari. 3-rasmda ikkita VGG tarmog'idan foydalanilgan holda simmetrik qo'shimcha ikki chiziqli modul ko'rsatilgan.



3-rasm. Simmetrik qo'shimcha ikki chiziqli modulning oqim sxemasi.

### 3. takomillashtirish: FCM klasterli vizualizatsiya moduli (FCMM).

Shifokorlarga lezyon maydonining o'lchami va shaklini ko'rish, lezyonni to'g'ri aniqlash va kasallikni tez va samarali davolashda yordam berish uchun biz tasvir darajasidagi markerlarni piksel darajasiga o'zgartiradigan noaniq c-means

(FCM) klasterlash usulidan foydalanamiz. vizual ko'rsatish uchun markerlar. FCM algoritmi bo'linishga asoslangan klasterlash algoritmi bo'lib, uning g'oyasi klasterlarni bir xilga bo'lingan qilishdir. Bir xil klasterga tasniflangan ob'ektlar orasidagi o'xshashlikni maksimal darajada oshirish va turli klasterlar orasidagi

o'xshashlikni minimallashtirish. Loyqa c-o'rtacha algoritmi oddiy C-o'rtacha algoritmining takomillashtirilishi bo'lib, ma'lumotlarning bo'linishi uchun qattiq, FCM esa moslashuvchan loyqa o'rtacha bo'linmadir. FCM klasterlash algoritmidan iteratsiyaning maqsadi doimiy optimallashtirishdan iborat bo'lib, natija maqsad funksiyasiga cheksiz yaqin bo'ladi. Oxir-oqibat, har bir berilgan ma'lumot nuqtasi har bir sinfga tegishli ekanligini aniqlash uchun 0 dan 1 gacha bo'lgan qiymat oralig'iga ega bo'lgan bog'liqlik funksiyasidan foydalangan holda tasniflanadi.

Faraz qilaylik, ma'lumotlar to'plami  $D$ . Agar bu ma'lumotlar  $k$  sinfga bo'lingan bo'lsa,  $u$  holda  $K$  kabi  $k$  sinf markazlari mavjud. Bir sinfga tegishli bo'lgan har bir  $j$  namunasining mansubligi  $u_{ij}$ , bu ishda biz  $k$  qiymatni 2,3 ga o'rnatdik. Eksperimentlar uchun mos ravishda 4 va 5, natijalar shuni ko'rsatadiki, eng yaxshi effekt  $k$  4 bo'lganda erishiladi;  $m$  - bog'lanish koeffitsienti, odatda 2 ga o'rnatiladi; va  $d_j$  dan centroid  $k_i$  gacha bo'lgan evklid masofasi. Maqsad funksiyasini (10) tenglamada ko'rsatilganidek, FCMning cheklovlarini esa (11) tenglamada ko'rsatilganidek aniqlaymiz.

$$T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n u_{ij}^m \|d_j - k_i\| \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^k u_{ij} = 1, j = 1, 2, \dots, n \quad (11)$$

FCM algoritmining umumiy bosqichlari:

(1)  $k$  toifalari sonini,  $m$  indeksining qiymatini aniqlang va protseduraning yakuniy shartini aniqlang: takrorlashlar soni.

(2)  $U$  darajasidagi a'zolik darajasini boshlang.

(3)  $U$  asosida  $C$  klasterlash markazini hisoblang

(4)  $T$  maqsad funksiyasini hisoblang

(5)  $U$  ni  $C$  asosida hisoblashga qayting, 3-bosqichga qayting va oxirigacha aylanishni davom eting.

Tugatgandan so'ng, biz oxirgi hisoblangan  $U$  ni olamiz. Har bir nuqta uchun  $u$  har bir sinfga tegishli  $u$  bo'ladi. Keyin ular orasidan eng katta  $u$  ni toping va bu nuqtani shu sinfga tegishli deb hisoblang.

### III. TAKLIF ETILGAN YONDASHUV

Ushbu maqolada biz uchta asosiy qismdan iborat zaif nazorat qilinadigan simmetrik qo'shimcha ikki chiziqli tasniflash tarmog'ini (W-SCBNet) taklif qilamiz. 1-qism: Optimallashtirishni talab qiluvchi zaif nazorat ostida segmentatsiyani oldindan qayta ishlash moduli (O-

WSSPM), bu asosan tasvir o'pka segmentatsiyasi uchun ishlatiladi. 2-qism: simmetrik komplementar ikki chiziqli modul (S-CBM). 3-qism: FCM klasterli vizualizatsiya moduli (FCMM). W-SCBNet ortiqcha xususiyatlarni olib tashlashi va samarali xususiyatlarni ajratib olishi mumkin, bu esa tasnifning aniqligini oshirishi va bir vaqtning o'zida lezyon maydonini ko'rishi mumkin. 4-rasmda umumiy ramka tasvirlangan. Batafsil ma'lumot uchun W-SCBNet algoritmi uchun psevdokod 1-algoritmda berilgan.

#### Algoritm 1

*W-SCBNet algoritmining psevdokodi.*

##### I bosqich: O-WSSPM

**1-qadam** Kirish: Asl rasm to'plami ma'lumotlari 1 va ma'lumotlar 2.

**2-qadam.** O'quv ma'lumotlari 2 o'pka maydoni segmentatsiyasi to'plamini oling L.

**3-qadam.** Data ni L tomonidan o'rgatish uchun zaif nazorat ostida o'rganish usulidan foydalaning.

**4-qadam.** Data 1 to'plami LF o'pka maydonini oling.

**5-qadam.** Asl tasvir Data 1 o'pka maydoni kesish yordamida LF tomonidan segmentlangan.

**6-qadam.** D1 to'plami o'chirilgan fon bilan Data 1-Seg orqali o'pka maydonini oling.

**7-qadam** O'lchamini o'zgartirish: D1 tasvirini [224, 224] ga o'zgartirish, D2 ma'lumotlar to'plamini oling. Eq. (1).

**8-bosqich** YRHO: o'quv to'plami X (80%), test to'plami Y (20%). Eq. (2).

**9-bosqich** MDA(Y): Ga\_Co, No\_In, Rot, Bri va Dar X mashg'ulot to'plamini ko'paytirish uchun.

##### II bosqich: S-CBM

**10-qadam** Bir xom VGG16 oldindan o'rgatilgan modelni o'qing.

**11-qadam** Turli xil xususiyatlarni olish uchun VGG16 ning ikkita guruhi parallel ravishda o'qitildi.

**12-qadam** F1 va F2 funksiyalarining ikkita to'plamini oling.

**13-qadam** Bmm (M1, M2).

**14-qadam** S-CBM ni yarating.

##### III bosqich: FCMM

**13-qadam** Klasterlash markazlari soni  $k$  2,3,4,5 qilib belgilangan.

**14-qadam**  $k = [2, 3, 4, 5]$  uchun

**15-qadam** D2 ni  $k$  klasterlash markazlariga tayinlang.

**16-qadam** Evklid masofasini hisoblash usulidan foydalanib, ma'lumotlar markazning

qaysi toifasiga yaqin bo'lishidan qat'i nazar, hisoblab chiqiladi.

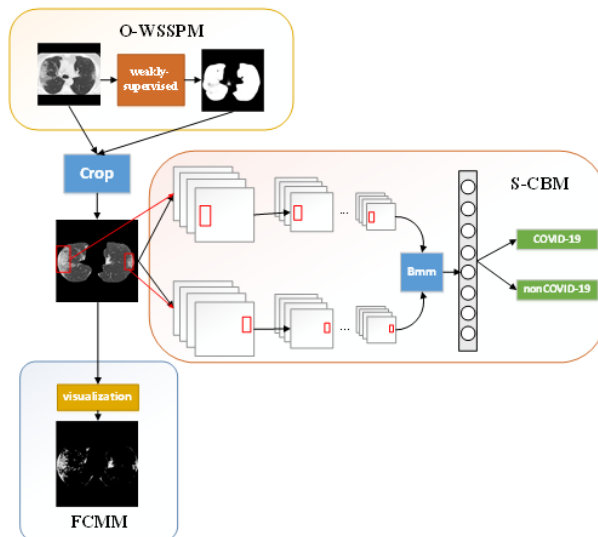
**17-qadam** Vizual qilingan lezyon maydoni tasvirini oling Ik Oxirigi

**18-qadam** Zararlanish hududining eng yaxshi tasviri  $k=4$  bo'lganda olinadi.

**19-qadam** I4 lezyon maydonining tasvirlarini oling.

**20-qadam** FCMM ni yarating.

**21-qadam** Natija: W-SCBNet modeli va uning ishlashi.



4-rasm. Taklif etilayotgan W-SCBNet tuzilishi.

#### IV. XULOSA

O'pka kasalliklari o'limning asosiy sababidir va so'nggi yillar ichida COVID-19 paydo bo'lishi insoniyat uchun katta zarar keltirdi. Yuqori yuqumli kasallik tufayli, to'satdan epidemiya tibbiy tizimni chidab bo'lmas holga keltiradi, tez tashxis qo'yish va davolash uchun shifokorlar va uskunalar etarli emas, shuning uchun sun'iy intellekt yordamida tashxis qo'yish ayniqsa muhimdir. Ushbu maqolada biz shifokorlarga tashxis qo'yish va fokus zonasini tezda topishga yordam beradigan samarali xususiyatlarni ajratib olishi mumkin bo'lgan zaif nazorat qilinadigan simmetrik qo'shimcha ikki chizikli tasniflash tarmog'ini (W-SCBNet) taklif qilamiz. Uning ishlashini tekshirish uchun biz keng qamrovli tajribalar o'tkazdik va fon o'chirilgan ma'lumotlar to'plamida o'rtacha 85,3 tasniflash aniqligiga erishdik, bu boshqa COVID-19 tasniflash tarmoqlari va klassik tasniflash tarmoqlaridan yaxshiroq akanligi tadqiqot ishimizda tahlil etildi.

#### ADABIYOTLAR

[1] World Health Organization, WHO coronavirus disease (COVID-19) Dashboard, Available, [https://covid19.who.int/?gclid=Cj0KCQjwZHZ7BRDzARIsAGjbK2ZXWRpJROEI97HGmSOx0\\_ydkVbc02Ka1FlcysGjEI7hnaIeR6xWhr4aAu57EALw\\_wcB](https://covid19.who.int/?gclid=Cj0KCQjwZHZ7BRDzARIsAGjbK2ZXWRpJROEI97HGmSOx0_ydkVbc02Ka1FlcysGjEI7hnaIeR6xWhr4aAu57EALw_wcB), 2022.

[2] Y. Yuan, C. Ming, Y.C. Lo. "Automatic skin lesion segmentation using deep fully convolutional networks with jaccard distance." *IEEE transactions on medical imaging* 36.9 (2017): 1876-1886.

[3] P. Liskowski, K. Krzysztow. "Segmenting retinal blood vessels with deep neural networks." *IEEE transactions on medical imaging* 35.11 (2016): 2369-2380.

[4] H. Fu, J. Cheng, Y. Xu, D. W. K. Wong, J. Liu, X. Cao, "Joint optic disc and cup segmentation based on multi-label deep network and polar transformation," *IEEE transactions on medical imaging*, 37(7), (2018):1597-1605.

[5] H. Fu, Y. Xu, S. Lin, X. Zhang, D. W. K. Wong, J. Liu, A. F. Frangi, M. Baskaran, and T. Aung, "Segmentation and quantification for angle-closure glaucoma assessment in anterior segment OCT." *IEEE transactions on medical imaging* 36.9 (2017): 1930-1938.

[6] M. Anthimopoulos, S. Christodoulidis, L. Ebner, A. Christe, and S. Mougiakakou, "Lung pattern classification for interstitial lung diseases using a deep convolutional neural network." *IEEE transactions on medical imaging* 35.5 (2016): 1207-1216.

[7] P. Kumar, M. Grewal, and M. M. Srivastava, "Boosted cascaded convnets for multilabel classification of thoracic diseases in chest radiographs," In

- International conference image analysis and recognition, pp. 546-552. Springer, Cham, 2018.
- [8] P. Rajpurkar, J. Irvin, K. Zhu, B. Yang, H. Mehta, T. Duan, D. Ding, A. Bagul, C. Langlotz, K. Shpanskaya et al., "Chexnet: Radiologist-level pneumonia detection on chest x-rays with deep learning." arXiv preprint arXiv:1711.05225 (2017).
- [9] M. Togacar, B. Ergen, and Z. Comert, "COVID-19 detection using deep learning models to exploit Social Mimic Optimization and structured chest X-ray images using fuzzy color and stacking approaches," Computers in Biology and Medicine, vol. 121, p. 12, Article ID: 103805, Jun, 2020.
- [10] J. P. Cohen, L. Dao, P. Morrison, K. Roth, Y. Bengio, B. Y. Shen, et al., "Predicting COVID-19 Pneumonia Severity on Chest X-ray With Deep Learning," Cureus, vol. 12, p. 10, Article ID: e9448, Jul, 2020.
- [11] Q. Q. Ni, Z. Y. Sun, L. Qi, W. Chen, Y. Yang, L. Wang, et al., "A deep learning approach to characterize 2019 coronavirus disease (COVID-19) pneumonia in chest CT images," European Radiology, p. 11, 2020.
- [12] H. Ko, H. Chung, W. S. Kang, K. W. Kim, Y. Shin, S. J. Kang, et al., "COVID-19 Pneumonia Diagnosis Using a Simple 2D Deep Learning Framework With a Single Chest CT Image: Model Development and Validation," Journal of Medical Internet Research, vol. 22, p. 13, Article ID: e19569, Jun, 2020.
- [13] R. Liao, S. Miao, P. de Tournemire, S. Grbic, A. Kamen, T. Mansi, and D. Comaniciu, "An artificial agent for robust image registration." In Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence 31(1) (2017), pp. 4168–4175.1
- [14] H. Ko, H. Chung, W. S. Kang, K. W. Kim, Y. Shin, S. J. Kang, et al., "COVID-19 pneumonia diagnosis using a simple 2D deep learning framework with a single chest CT image: model development and validation. Journal of medical Internet research, 22(6) (2020):e19569. P. Li and G. Liu, "Pathological Brain Detection via Wavelet Packet Tsallis Entropy and Real-Coded Biogeography-based Optimization," Fundamenta Informaticae, vol. 151, pp. 275-291, 2017.
- [15] Hussain, et al., "Machine-learning classification of texture features of portable chest X-ray accurately classifies COVID-19 lung infection, BioMedical Engineering OnLine 19 (1) (2020) 1–18.

Поступила в редакцию 26.09.2023

**Citation:** Turakulov Sh.X. (2023). Kompyuter rentgen tasvirlarini simmetrik qo‘shimcha ikki chiziqli tashxislash algoritmi. Raqamli texnologiyalarning nazariy va amaliy masalalari xalqaro jurnali. 4(6). – B. 58-66.

## ALGORITHM FOR SYMMETRIC ADDITIONAL TWO-DIMENSIONAL DELINEATION OF COMPUTER X-RAY IMAGES.

Turakulov Sh.Kh.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tashkent University of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi,  
Tashkent, Uzbekistan

**Abstract.** The COVID-19 epidemic spread to all corners of the world, resulting in numerous infections and deaths. This research proposes a symmetric additional two-dimensional classification framework based on three main modules: the preprocessing module for weakly supervised segmentation (O-WSSPM), the asymmetric two-dimensional module (S-CBM), and the Fuzzy C-Means clustering visualization module (FCMM). The first module, O-WSSPM, extracts additional features from CT images to create a new Data1-Seg dataset, primarily focusing on preserving essential feature areas. The second module, S-CBM, utilizes two asymmetric networks to separate various features and obtain additional functionalities. The third module, FCMM, allows the visualization of lesions in non-contrast images. While the data volume is low, five-fold cross-validation is employed to improve diversity. The proposed network shows an average classification accuracy of 85.3%, demonstrating its superior performance when compared to the baseline six-category classification model.

**Keywords:** COVID-19, deep learning, classification, weak supervision, segmentation, additional two-dimensional, FCM.

## АЛГОРИТМ СИММЕТРИЧНОЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДВУМЕРНОЙ СЕГМЕНТАЦИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Туракулов Ш.Х.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада ал-Хорезми,  
Ташкент, Узбекистан  
davlatyorxudayarov@gmail.com

**Аннотация.** Эпидемия COVID-19 распространилась по всему миру, приводя к множеству инфекций и смертей. В данном исследовании предлагается симметричная дополнительная двумерная классификационная структура на основе трех основных модулей: модуль предварительной обработки для слабо контролируемой сегментации (O-WSSPM), асимметричный двумерный модуль (S-CBM) и модуль визуализации кластеризации Fuzzy C-Means (FCMM). Первый модуль, O-WSSPM, извлекает дополнительные характеристики из CT-изображений для создания нового набора данных Data1-Seg, с основным фокусом на сохранении важных областей характеристик. Второй модуль, S-CBM, использует две асимметричные сети для разделения различных характеристик и получения дополнительных функциональностей. Третий модуль, FCMM, позволяет визуализировать поражения на изображениях без контраста. Несмотря на небольшой объем данных, используется пятикратная перекрестная проверка для улучшения разнообразия. Предложенная сеть показывает среднюю точность классификации 85,3%, демонстрируя ее превосходную производительность по сравнению с базовой моделью классификации на шесть категорий.

**Ключевые слова:** COVID-19, глубокое обучение, классификация, слабый контроль, сегментация, дополнительная двумерная, FCM.