

МЕДИЦИНА САЛАСЫНДА КОМПЬЮТЕРЛІК КӨРУ ӘДІСТЕРІНІҢ НЕГІЗІНДЕ ГРАФИКАЛЫҚ АҚПАРАТТЫ ӨНДЕУ

Ж.С. Есенгалиева✉, **Ж.О. Оралбекова, М.К. Турарова**

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан,

✉Корреспондент-автор: jannayess@gmail.com

Мақалада медициналық бейнелерді талдауда қолданылатын сегменттеу әдістері сипатталған. Магниттік резонансты томография және компьютерлік томография кескіндерін талдауда қолданылатын шекті мәндер, классификация, кластерлеу, Марков желілері, нейрондық желілер, деформацияланатын модельдер сияқты әдістердің артықшылықтары мен кемшіліктері қарастырылады. Денсаулық сақтау саласында компьютерлік көруді пайдалана отырып, графикалық деректерді өндеуге арналған бағдарламалық қамтамасыз ету технологиясын әзірлеу процесі ұсынылған. Әзірленген жүйені жобалау және модельдеу кезеңдері сипатталған. Кескінді сегменттеу арқылы деректерді өндеу диагностикалық дәлдікке және қолданба пайдаланушылары арасындағы тығыз өзара әрекеттесуге ықпал етеді. Сондай-ақ, қолданбалар бұлтында зерттеу көлемін сақтауға мүмкіндік беретін дерекқор және кроссплатформалық қосымша жасалды. Құрылған мобильді қосымшаны толық тестілеу жүргізілді. Денсаулық сақтау саласында медициналық кескінді сегменттеу дәлірек диагноз қою және пациенттің диагнозын одан әрі тексеру үшін барған сайын қажетті функцияға айналуға. Сондықтан түрлі ауруларды дер кезінде анықтаудың арқасында ол неғұрлым ұтымды әрі мақсатты емделуде, халықтың өмір сүру сапасын жақсартуда кеңінен пайдаланылмақ. Қолданбаны әзірлеу кезінде графикалық деректерді талдауды жеңілдететін Open CV, Tensorflow, PyTorch кітапханаларды қолдану арқылы деректерді өндеу жүргізілді.

Түйін сөздер: компьютерлік көру, OpenCV, Tensorflow, сегментация, графикалық деректерді өндеу.

ОБРАБОТКА ГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В СФЕРЕ МЕДИЦИНЫ

Ж.С. Есенгалиева✉, **Ж.О. Оралбекова, М.К. Турарова**

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,

e-mail: jannayess@gmail.com

В статье описаны методы сегментации, используемые при анализе медицинских изображений. Рассмотрены преимущества и недостатки таких методов как пороговые значения, классификация, кластеризация, Марковские сети, нейронные сети, деформируемые модели, используемых при анализе изображений магнитно-резонансной томографии и компьютерной томографии. Представлен процесс разработки программной технологии обработки графических данных с использованием компьютерного зрения в сфере здравоохранения. Описаны этапы проектирования и моделирования разработанной системы. Обработка данных посредством сегментации изображений способствует точности диагностирования и тесного взаимодействия между пользователями приложения. Также создана база данных и кроссплатформенное приложение, позволяющее хранить объем исследований в

облаке приложений. Проведено полное тестирование созданного мобильного приложения. В сфере здравоохранения сегментация медицинских изображений становится все более необходимой функцией для более точной диагностики и дальнейшей верификации диагноза пациента, а потому, благодаря своевременному выявлению различных заболеваний, будет широко использоваться для более рационального и целенаправленного лечения, улучшающее качество жизни населения. При разработке приложения обработка данных осуществлялась с помощью таких библиотек, как OpenCV, Tensorflow, PyTorch, которые способствуют анализу графических данных.

Ключевые слова: компьютерное зрение, OpenCV, Tensorflow, сегментация, обработка графических данных.

PROCESSING OF GRAPHIC DATA BASED ON COMPUTER VISION METHODS IN THE FIELD OF MEDICINE

Zh.S. Yessengaliyeva✉, Zh.O. Oralbekova, M.K. Turarova
L.N. Gumilyov Eurasian national university, Astana, Kazakhstan,
e-mail: jannayess@gmail.com

The article describes segmentation methods used in the analysis of medical images. The advantages and disadvantages of such methods as threshold values, classification, clustering, Markov networks, neural networks, deformable models used in the analysis of magnetic resonance imaging and computed tomography images are considered. The process of developing software technology for processing graphic data using computer vision in the healthcare sector is presented. The stages of design and modeling of the developed system are described. Data processing through image segmentation promotes diagnostic accuracy and close interaction between application users. A database and cross-platform application have also been created that allows you to store a volume of research in the application cloud. Full testing of the created mobile application was carried out. In the healthcare sector, medical image segmentation is becoming an increasingly necessary function for more accurate diagnosis and further verification of the patient's diagnosis, and therefore, thanks to the timely detection of various diseases, it will be widely used for more rational and targeted treatment, improving the quality of life of the population. When developing the application, data processing was carried out using libraries such as OpenCV, Tensorflow, PyTorch, which facilitate the analysis of graphical data.

Keywords: computer vision, OpenCV, Tensorflow, segmentation, processing of graphic data.

Кіріспе. Компьютерлік көру айналасындағы заттарды қабылдауға, жіктеуге, тануға және жауап беруге мүмкіндік береді. Медициналық кескінді өңдеу, іздеу мен талдауды жеңілдету үшін өңделмеген кескіндерді өлшенетін символдық пішінге түрлендіру, диагностикаға көмектесу үшін мәнді сандық ақпаратты алу және көптеген кескіндеу әдістерінен қосымша деректерді біріктіру үшін пайдалы. Медициналық кескінді талдаудың іргелі мәселелерінің бірі кескіндердегі органдар немесе қалыптан тыс аймақтар (мысалы, ісіктер) сияқты объектілердің шекараларын анықтайтын

кескін сегментациясы болып табылады. Сегменттеу нәтижесінің болуы пішінді талдауға, көлемнің өзгеруін анықтауға және дәл сәулелік терапия жоспарына мүмкіндік береді.

Жақында медициналық кескіндерді сегментациялау әдебиетінде бірнеше жалпы әдістер пайда болды [1]. Сегменттеу әдістерін келесі санатқа бөлеміз: шекті мән тәсілдері, аймақты кеңейту тәсілдері, жіктеуіштер, кластерлеу тәсілдері, Марковтың кездейсоқ өріс модельдері (MRF), жасанды нейрондық желілер, деформацияланатын модельдер, атласқа негізделген тәсілдер.

Шекті мән скалярлық кескіндерді кескін қарқындылығының екілік бөлінуін жасау арқылы бөлуге жақындайды. Шекті белгілеу процедурасы қажетті сыныптарды бөлетін шекті деп аталатын қарқындылық мәнін анықтауға тырысады. Содан кейін сегментацияға барлық пикселдерді шекті мәннен асатын бір сыныпқа, ал қалған пикселдерді басқа сыныпқа топтастыру арқылы қол жеткізіледі. Бірнеше шекті мәнді анықтау – бұл бірнеше шекті деп аталатын процесс. Шекті мән көбінесе суретті өңдеудің реттілігінде бастапқы қадам ретінде қолданылады. Сонымен қатар, шекті мән әдетте кескіннің кеңістіктік сипаттамаларын ескермейді. Бұл оны магниттік-резонанстық бейнелерде пайда болатын шу мен қарқындылықтың гетерогенділігіне сезімтал етеді.

Аймақты кеңейту тәсілдері – бұл алдын ала анықталған критерийлерге негізделген кескін аймағын алу әдісі. Бұл өлшемдер кескіннің қарқындылығы немесе жиектері туралы ақпаратқа негізделуі мүмкін. Қарапайым түрде, ауданды ұлғайту үшін бастапқы нүкте қажет, оны оператор қолмен таңдайды және кейбір алдын ала анықталған критерийлер негізінде бастапқы мәнге байланысты барлық пикселдерді алады. Осылайша, өндірілетін әрбір аймақ үшін алғашқы нүкте алыну керек. Аймақтың ұлғаюы шуға да сезімтал болуы мүмкін, нәтижесінде алынған аймақтардың тесіктері болады немесе тіпті ажыратылады [2].

Жіктеуіштер әдістері - белгілі белгілері бар деректерді қолдана отырып, кескіннен алынған объектілердің кеңістігін бөлуге тырысатын үлгіні таңу әдістері. Нысандар кеңістігі – бұл кез-келген кескін функциясының ауқымы, ал объектілердің ең көп таралған кеңістігі – кескіннің қарқындылығы. Жіктеуіштер – бақылау әдістері деп аталады, өйткені олар оқу деректерін қолмен сегментациялауды қажет етеді және оны жаңа деректерді автоматты түрде сегментациялау үшін критерий ретінде пайдаланады. Ең қарапайым жіктеуіштер – бұл ең жақын көршінің классификаторы [3], онда әр пиксель жақын қарқындылықтағы жаттығу мәліметтерімен бірдей сыныпта жіктеледі. Тағы бір параметрлік емес классификатор – Parzen терезелері, онда жіктеу таңбаланған пик-

сельдің қарқындылығына негізделген объектілер кеңістігінің алдын ала анықталған терезесінде өлшенген шешім қабылдау процесі арқылы жүзеге асырылады. Стандартты жіктеуіштер сегменттелген құрылымдардың әртүрлі сандық сипаттамаларға ие болуын талап етеді.

Кластерлеу алгоритмдері оқу деректерін пайдаланбай, классификатор әдістерімен бірдей функцияны орындайды. Сондықтан оларды бақыланбайтын әдістер деп атайды. Оқу деректерінің жетіспеушілігін өтеу үшін кластерлеу әдістері кескінді сегментациялау [4] мен әр сыныптың қасиеттерін сипаттау арасында итеративті түрде ауысады. Әдетте қолданылатын үш кластерлік алгоритм – бұл негізгі құралдар немесе жарияланған алгоритм, анық емес с – орташа алгоритм және математикалық күтуді максимизациялау алгоритмі. Кластерлеу алгоритмдері оқыту деректерін қажет етпесе де, олар бастапқы сегментацияны қажет етеді. Алайда, кеңістіктік модельдеудің болмауы жылдам есептеу үшін айтарлықтай артықшылықтар бере алады. Кластерлеу алгоритмдерінің магниттік резонанс кескіндеріндегі қарқындылықтың гетерогенділігіне тұрақтылығын арттыру бойынша жұмыс үлкен жетістік көрсетті.

Марковтың кездейсоқ өріс модельдері (MRF) – бұл жергілікті корреляциялар кескіннің әртүрлі қасиеттерін модельдеу механизмін ұсынады [5]. Медициналық визуализацияда олар әдетте қолданылады, өйткені пикселдердің көпшілігі көрші пикселдермен бірдей сыныпқа жатады. Физикалық тұрғыдан алғанда, бұл тек бір пиксельден тұратын кез-келген анатомиялық құрылымның MRF болжамында пайда болу ықтималдығы өте төмен екенін білдіреді. MRF әдістері әдетте үлкен есептеу шығындарын алгоритмдерді қажет етеді. Осы кемшіліктерге қарамастан, MRF тек сегменттеу кластарын модельдеу үшін ғана емес, сонымен қатар, сандық маммограммаларды сегментациялау кезінде пайдалы магниттік-резонанстық суреттерде және текстуралық қасиеттерде пайда болатын қарқындылықтың гетерогенділігін модельдеу үшін кеңінен қолданылады.

Жасанды нейрондық желілер (ANNs - Artificial neural network) – биологиялық оқытуды еліктей-

тін өңдеу элементтерінің немесе түйіндердің параллель желілері. Оқыту түйіндер арасындағы қосылыстарға тағайындалған таразыларды бейімдеу арқылы жүзеге асырылады. Медициналық визуализацияда жіктеуіш ретінде кеңінен қолданылады, онда салмақ жаттығу деректерін қолдану арқылы анықталады, содан кейін ANN жаңа деректерді сегменттеу үшін қолданылады. Жасанды нейрондық желілер денсаулық сақтау саласында пайдалану бетті тексеру жүйесіне ұқсас. Денсаулық нейрондық желісі екі кіріс кескіннен тұрады, онда бірінші кескін таргетбокс ішінде, ал екіншісі үміткер кескін аймағы болып табылады. Шығару ретінде суреттер арасындағы ұқсастық дәрежесі талданады. Денсаулық сақтау желісінде барлық үміткерлерге әртүрлі кадрларда барудың қажеті жоқ. Оның орнына конволюциондық желіні пайдаланамыз және әрбір кескінді тек бір рет айналдыра аламыз [6]. Әрине, қазіргі әлемде нейрондық желілер адам қызметінің барлық салаларында кеңінен қолданылады, мысалы, мәтіндік деректердің үлкен көлемін өңдеуге байланысты проблемаларды талдайды және талдаудың тиімділігін арттыру үшін деректерді өңдеудің таратылған жүйелерін қолдану мүмкіндіктерін талқылайды [7].

Деформацияланатын модельдер – бұл ішкі және сыртқы күштердің әсерінен деформацияланатын жабық параметрлік қисықтарды немесе беттерді қолдана отырып, аймақтардың шекараларын анықтайтын физикалық модельдерге негізделген әдістер. Суреттегі объектінің шекарасын белгілеу үшін алдымен жабық қисық немесе бетті қалаған шекараның жанына қою керек, содан кейін оны итеративті релаксация процедурасынан өтуге мүмкіндік береді. Ішкі күштер деформация кезінде оны тегіс ұстау үшін қисықтың немесе беттің ішінен есептеледі. Сыртқы күштер әдетте кескіннен қисық сызықты немесе бетті қажетті қызығушылық объектісіне бағыттау үшін шығарылады. Деформацияланатын модельдер медициналық кескіндерді сегментациялауда кеңінен қолданылады. Деформацияланатын модельдер жүрек кескіндерін, компьютерлік томография кескіндеріндегі сүйектерді және ультрадыбысты сегментациялауда да қолданылды. Деформацияланатын модельдердің негізгі артық-

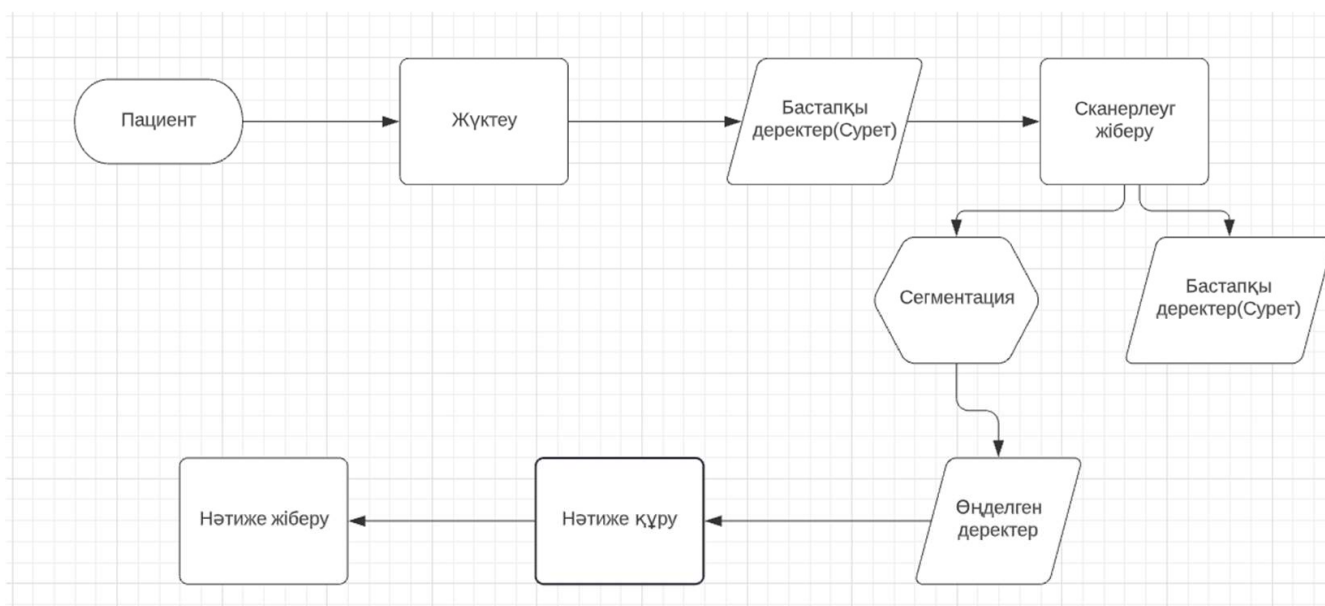
шылықтары – олардың кескіндерден жабық параметрлік қисықтарды немесе беттерді тікелей құру. Кемшілігі – олар бастапқы модельді орналастыру және тиісті параметрлерді таңдау үшін қолмен өзара әрекеттесуді қажет етеді [8].

Атласқа негізделген тәсіл стандартты атлас немесе шаблон болған кезде медициналық кескіндерді сегментациялаудың қуатты құралы болып табылады. Атлас – бұл сегментацияны қажет ететін анатомиялық құрылымдар туралы ақпарат жиынтығы. Содан кейін атлас жаңа суреттерді сегментациялау үшін анықтамалық негіз ретінде қолданылады. Атласқа негізделген тұжырымдамалық тәсіл классификаторға ұқсас, бірақ оны объект кеңістігінде емес, кескінің кеңістіктік аймағында жүзеге асырумен сипатталады. Атласқа негізделген тәсіл негізінен мидың МРТ кескіндерінде әртүрлі құрылымдарды сегментациялау және бас сканерлеу кезінде мидың көлемін анықтау үшін қолданылды. Атласқа негізделген тәсілдің артықшылығы – тегтер сегментация сияқты орнатылады. Ол морфологиялық сипаттамаларды зерттеудің стандартты жүйесін ұсынады. Атласқа негізделген тәсілдер зерттелетін популяцияда тұрақты болып табылатын құрылымдарды сегментациялауға жақсы сәйкес келеді.

Осылайша, компьютерлік көрудің сегменттеу әдістері медицина саласында анатомияны визуализациялаудың маңызды компоненті болып табылады.

Материалдар мен әдістер. Зерттеушілер әртүрлі қосымшалар мен жобаларды компьютерлік көру мүмкіндіктерімен қамтамасыз ету үшін көптеген құралдар мен бағдарламалық кітапханаларды ойлап тапты. Зерттеу барысында сегментация әдісін қамитын OpenCV кітапханасы мен Tensorflow құрылымын пайдалануды таңдадық.

OpenCV кітапханасының негізгі мақсаты – өте күрделі қосымшаларда компьютерлік көру технологиясын қолдануды жеңілдетуге көмектесетін қарапайым интерфейсті ұсыну. Бұл кітапхана қолдайтын мүмкіндіктер денсаулық сақтау, қауіпсіздік, стерео көру және робототехника сияқты компьютерлік көрудің әртүрлі салаларын қамтиды. Сонымен қатар, OpenCV кітапханасында Machine Learning модулі бар [3].



1-сурет. Графикалық деректердің жүру картасы

TensorFlow міндеттерінің бірі – терең нейрондық желілерді енгізу және оқыту немесе суреттерді классификациялау және сегментациялау [9].

Медициналық қызмет көрсету саласында компьютерлік көруді пайдалана отырып, графикалық деректерді өңдеуге арналған бағдарламалық қамтамасыз ету технологиясын әзірлеу процесінде функционалдың жобалауы жүргізілді. Солардың ішінде класс, реттілік, күй және пайдалану жағдайларының диаграммалары құрылды. Әзірленген қосымшада екі негізгі қолданушы түрі бар: науқас және дәрігер. 1-суретте графикалық деректердің жүру картасы көрсетілген. Бастапқы деректер, яғни медициналық сурет «науқас» қолданушы арқылы жүйеге жүктеледі. «Дәрігер» қолданушы функционалдығы сегментация аймағына ие. Ол сәйкес парақшаға көшіп деректерді, яғни медициналық суретті сегментацияға арналған модуль арқылы суретті өңдейді. Өңделген деректер нәтиже құруға мүмкіндік береді. Деректер қорының негізгі кестелері бұл «қолданушылар» кестесі және де өңдеуге арналған «деректер» кестесі болып табылады. Әр «қолданушы» кестесіне арналған мәнге белгіле бір әдістер ие. Атап өтсек, бұл: `getImage()`; `setImage()`; `getResult()`; `download()`. Төменде, 2-суретте дизайн деңгейінде жүйені ұсынудың нұсқасы көрсетілген.

Жүйе келесі негізгі функционалдық блоктардан тұрады: тіркеу, аутентификация және авторизация, пайдаланушы үшін функционалдылық, функционал дәрігер, кескін сегментациясының функционалдығы, бетті тану кітапханасымен біріктіру функционалдығы, сканерлеу нәтижелері.

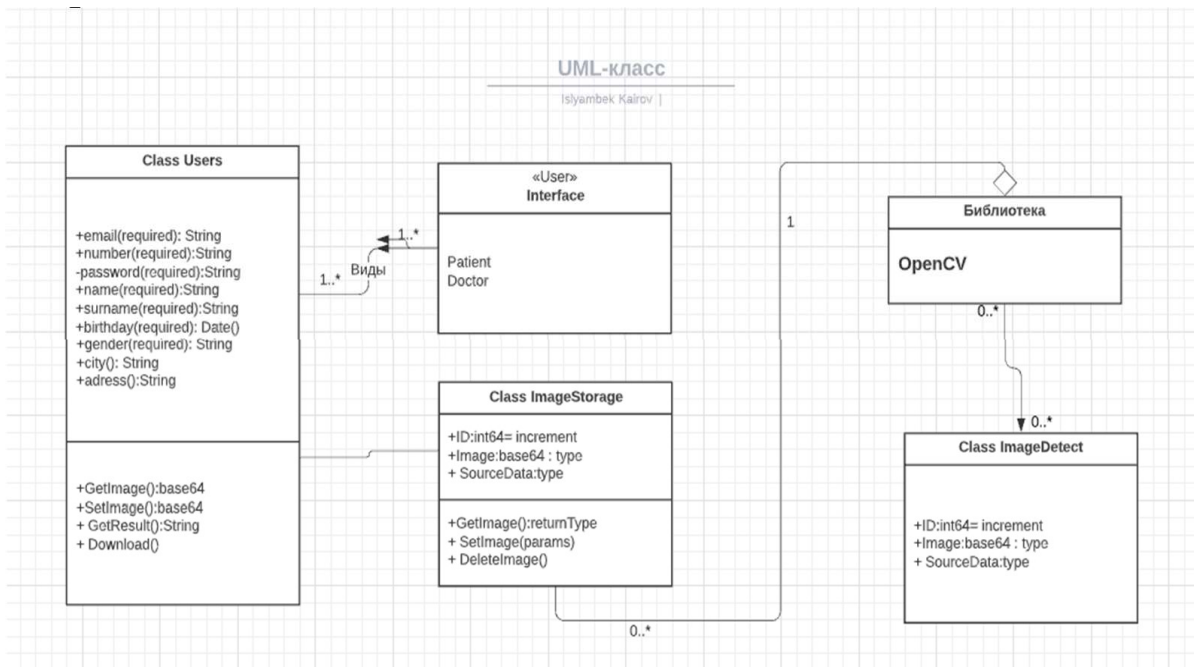
Жүйені іске асыру үшін келесі технологиялық стек ұсынылады.

Бэкенд: Язык NestJS, NodeJS, БД PostgreSQL.

Серверлік бөлім: Python, OpenCV, numpy.

Фронтенд: ReactNative, TypeScript.

Компьютерлік көруді жіктеудің жалпы проблемасы екі санатты (оқу деректер жинағы мен сынақ деректер жинағы) ажырату болып табылады. Әдетте компьютерлік көру тапсырмасы үшін істердің үлкен үлгісі пайдаланылды, бірақ бұл оқу үшін біздің деректер жинағы шамамен екіге бөлінген 59 кескіннен тұрады, оның 29-ы сынақ үшін және 30-ы оқыту үшін. Деректер Ұлттық денсаулық институттары [10] мақалаларынан жарияланған медициналық суреттер онлайн OpenI репозиторийден алынған. Медицинадағы цифрлық бейнелеу және коммуникациялар (DICOM) кескінді өңдеу үшін кескіндерді импорттау, сандық форматқа түрлендіру үшін PyDicom Python кітапханасы пайдаланыл-



2-сурет. Қолданушы және оған қатысты әдістердің мәндері

ды. Caffe тәрізді басқа платформалармен пайдалану алдында DICOM файлдарын PNG немесе Joint Photographic Experts Group (JPEG) пішіміне түрлендіру мүмкін.

Tensorflow, Keras және Google Collab арқылы жүйесінде жазу кітапшалары ұяшықтарға бөлінген және әрбір ұяшық өз бетінше жұмыс істей

алады. Блокнотта Keras кітапханасынан талаптары жүктелді [11]. Содан кейін суреттер туралы ақпарат енгізілді. Соңында, дәуірлер санын (жатығу деректері арқылы өту саны) және партия өлшемін (бір уақытта өңделген кескіндер саны) анықталды. Мембраналық мәліметтер жиынтығы (3-сурет):

```
!wget https://github.com/RodolfoFerro/RIIAA19-DLaaS/raw/master/data/membrane.zip
!unzip membrane.zip

--2022-04-07 03:54:20-- https://github.com/RodolfoFerro/RIIAA19-DLaaS/raw/master/data/membrane.zip
Resolving github.com (github.com)... 52.69.186.44
Connecting to github.com (github.com)|52.69.186.44|:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 302 Found
Location: https://raw.githubusercontent.com/RodolfoFerro/RIIAA19-DLaaS/master/data/membrane.zip [following]
--2022-04-07 03:54:20-- https://raw.githubusercontent.com/RodolfoFerro/RIIAA19-DLaaS/master/data/membrane.zip
Resolving raw.githubusercontent.com (raw.githubusercontent.com)... 185.199.111.133, 185.199.108.133, 185.199.110.133, ...
Connecting to raw.githubusercontent.com (raw.githubusercontent.com)|185.199.111.133|:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 12892235 (12M) [application/zip]
Saving to: 'membrane.zip'

membrane.zip      100%[=====] 12.29M  --.-KB/s   in 0.1s

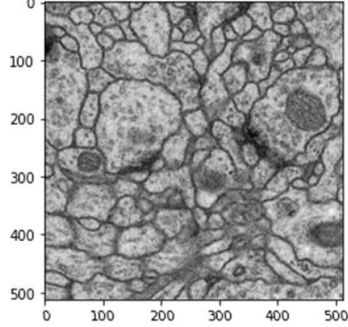
2022-04-07 03:54:22 (98.9 MB/s) - 'membrane.zip' saved [12892235/12892235]

Archive: membrane.zip
creating: membrane/
creating: membrane/test/
inflating: membrane/test/8.png
creating: __MACOSX/
creating: __MACOSX/membrane/
creating: __MACOSX/membrane/test/
```

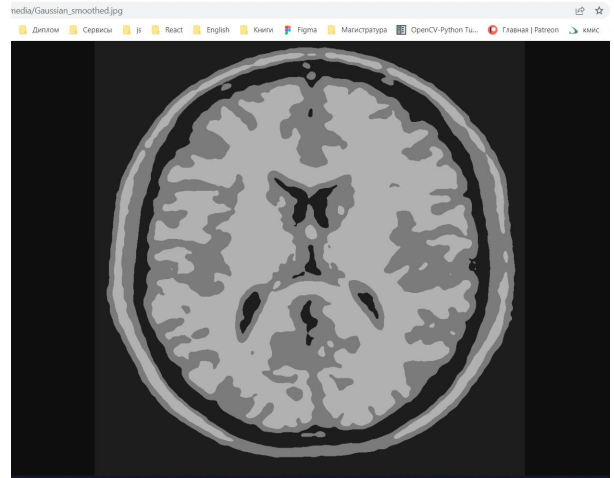
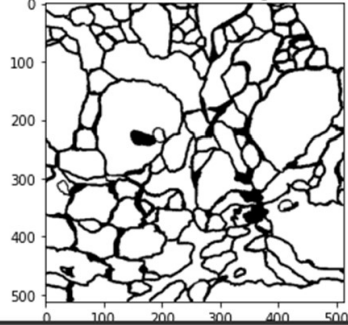
3-сурет. Мембраналық мәліметтер жиынтығы

<matplotlib.image.AxesImage at 0x7f72b4a10b90>

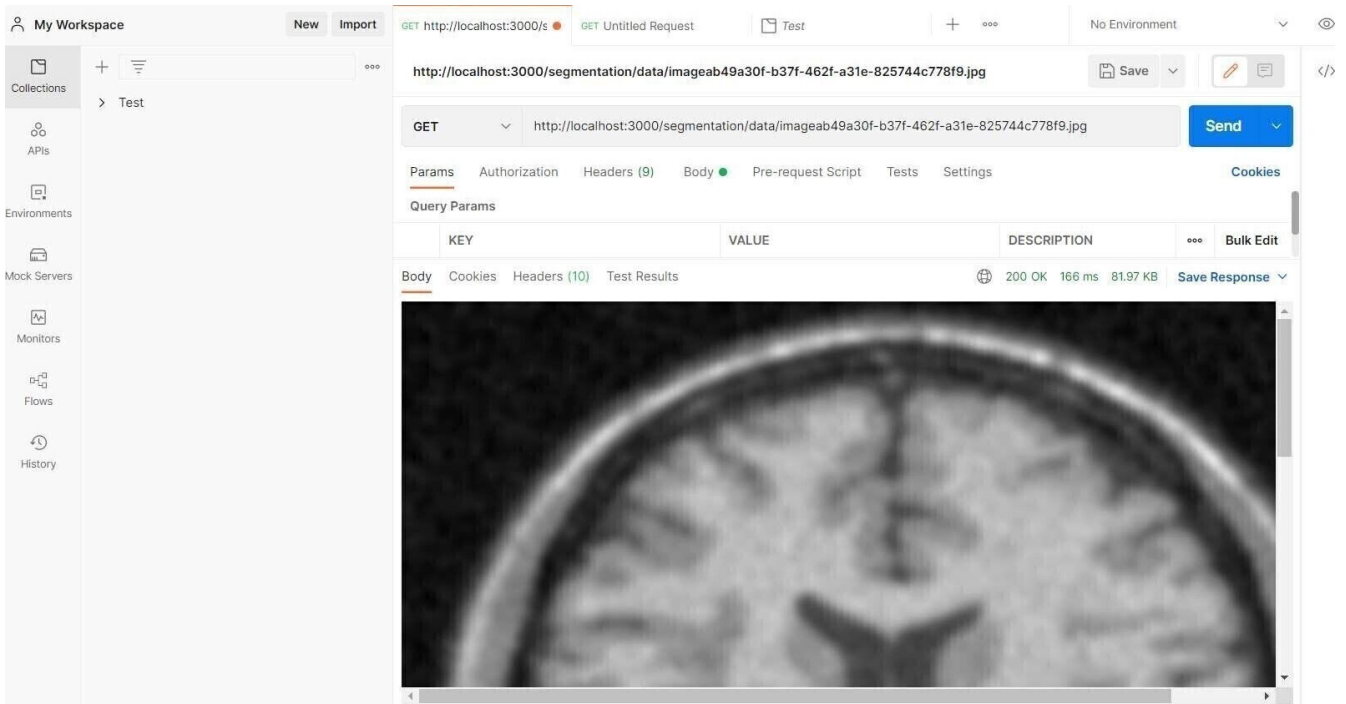
First element from training dataset:



First outcome from training dataset:



4-сурет. Сегментация үлгісі



5-сурет. Postman арқылы серверді тестілеу

Жүйенің модельдеу және жобалау функционалдығы толықтай зерттелді.

Нәтижелер мен талқылау. Әзірленген қосымшаның негізгі технологиясы – жалпақ кескіндерді тану технологиясы болып табылады. Бұл технология үшін әртүрлі кітапханалар бар. 4-суретте OpenCV кітапханасы арқылы жасалған медициналық суреттің сегментация үлгісі көрсетілген.

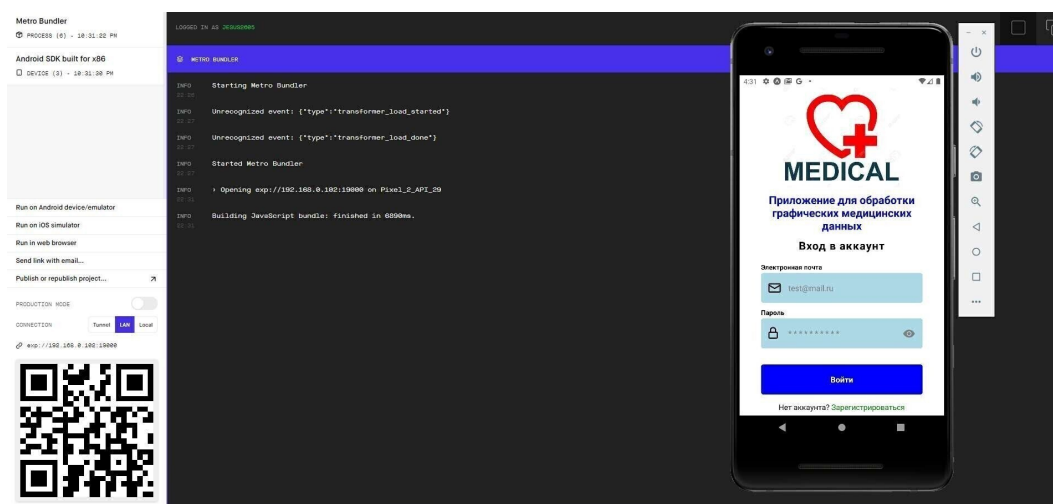
Бұл зерттеуде серверлік бөлім ретінде Nestjs программалық тілі таңдалды. Сервер алдыңғы

бөлігімен өзара әрекеттеседі, веб-параққа ұсыну үшін деректерді береді және алады. Postman – бұл басқалар жасаған RESTful API-ді талдауға немесе өзіңіз жасаған API-ді тексеруге тырысудың құралы (5-сурет). Тек маршрутты мекен-жай жолына қосу керек, сол жақтағы ашылмалы тізімнен жауап алу әдісін таңдап, API кілтін «тақырыптар» бөліміне енгізіп, «әдемі» JSON форматы шығады.

Осы зерттеуде PostgreSQL ДҚБЖ пайдаланылды. Келесі 6-суретте деректер қорының негізгі кестелері сипатталған.

Dashboard Properties SQL Statistics Dependencies Dependents		
<input type="checkbox"/>	Name	Owner
<input type="checkbox"/>	comments	postgres
<input type="checkbox"/>	posts	postgres
<input type="checkbox"/>	segmentation	postgres
<input type="checkbox"/>	typeorm_metadata	postgres
<input type="checkbox"/>	users	postgres

6-сурет. Деректер қорының негізгі кестелері



7-сурет. Android studio ортасында қосымшаның интерфейсі

Клиенттік бөлім React Native Javascript кітапханасы технологиясы арқылы жүзеге асырылған. Одан басқа мобильді қосымша құру кезінде келесі қосымша кітапханалар орнатылды: Axios, Buffer, @react-native-picker/picker, FontAwesome5, @react-native-async-storage/async-storage, react-native-gesture-handler, formik, @react-navigation/bottom-tabs, @react-navigation/stack, @react-navigation/native. Қосымшаның демо нұсқасы Android studio программалық қамтама арқылы құрастырылады (7-сурет).

Жобаңың package.json файлы – бұл қосымшамен өзара әрекеттесуде. Виртуалды DOM тұжырымдамасы беретін абстракция дәрежесінің арқасында React Native «көпір» жазуға тура келгенше басқа платформаларға назар аудара алады.

Қорытынды. Зерттеу жүргізу барысында программалық қосымша арқылы медициналық кескіндерді сегментациялау жүзеге асырылды. Медициналық кескіндерді сегментациялау әдістері зерттелінді. Әдістерді толықтай талдап, артықшылықтары мен кемшіліктері анықталды. Әзірленген жүйенің жобалау және модельдеуі сипатталды. Техникалық тапсырма кезінде пайдаланушы, дәрігер және әкімші деген үш пайдаланушы түрі анықталды. Әр пайдаланушы түріне бөлек функционал сипатталып, жасалынды. Жобада қолданылған әр технология зерттелді. Практикада қолданылған келесі технологиялар: Серверлік бөлім – NestJS; Клиент-

тік бөлім – ReactNative; Компьютерлік көру модулі – OpenCV; Дерекқор базасы – PostgreSQL. Программалық қамтамасыздандыру құру кезінде келесі лицензияланған программаларды қолдандық: Visual Studio Code; Postman; TablePlus; pgAdmin; ExpoGo. Осылайша, сегменттелген кескіндер диагностиканың дәлдігін жақсартды, оларды пайдалануда, сақтауда және одан әрі түсіндіруде ресурстарды үнемдейді. Мұндай қосымшалар үйден шықпай-ақ бірнеше дәрігерден кеңес алуға мүмкіндік береді. Осы жерде және қазір суретті оқудағы дәлдікті жақсартуға мүмкіндік беретін мұндай қосымшаның Қазақстанда жұмыс істеуі басқа клиникалық тексеру әдістерімен бірге орасан зор жетістік болуы мүмкін, өйткені ол дәрігер мен пациенттің ортақ пікіріне жетуіне көмектеседі, нақты қорытынды жасалып, кейіннен диагноз қойылады. Сондай-ақ, қолданбалы бұлтқа зерттеулердің біраз көлемін сақтауға мүмкіндік беретін дерекқор базасы жасалынды және кроссплатформалы қосымша құрылды. Құрылған мобильді қосымшаға толықтай тестілеу жүргізілді. Қазақстандағы медицина саласында сәулелік бейнелерді сегментациялау пациент диагнозын неғұрлым дәл диагностикалау мен одан әрі верификациялау ең қажетті функцияларға айналуы мүмкін, демек, әртүрлі ауруларды уақтылы анықтаудың арқасында халықтың өмір сүру сапасын жақсартатын неғұрлым ұтымды және мақсатты емдеуге кең қолданысына ие болады.

Әдебиеттер

1. Mei, H., Xu, K., Zhou, Y. et al. Camouflaged Object Segmentation with Omni Perception. Int J Comput Vis. -2023. -Vol. 131. - P.3019-3034. <https://doi.org/10.1007/s11263-023-01838-2>
2. Маркелов, К. С. Модель повышения информативности цифровых изображений на базе метода суперразрешения / К.С. Маркелов // Инженерный вестники – М. : ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Н.Э. Баумана». – 2013. – Вып.3. – С. 525–542.
3. OpenCV tutorial. URL. <https://medium.com/analytics-vidhya/opencv-tutorial-introduction-and-image-basics-7675866eb95a>(өтініш берген күні: 9.03.2024)
4. Clarke LP, Velthuisen RP, Camacho MA, Heine JJ, Vaidyanathan M, Hall LO, Thatcher RW, Silbiger ML. MRI segmentation: methods and applications. Magn Reson Imaging.-1995. -Vol. 13(3). -P.343-368. doi: 10.1016/0730-725x(94)00124-1. PMID: 7791545.
5. Chaohui Wang, Nikos Komodakis, Nikos Paragios. Markov Random Field modeling, inference & learning in computer vision & image understanding//A survey, Computer Vision and Image Understanding. -2013.

- Vol. 117. Iss. 11. -P. 1610-1627. <https://doi.org/10.1016/j.cviu.2013.07.004>.
6. Modernizing Computer Vision with the Help of Neural Networks. [URL]. - <https://marutitech.com/computer-vision-neural-networks/> (өтініш берген күні: 9.03.2024)
 7. Шуйтенов, Г., У. Турусбекова, М. Муратбеков Анализ научных текстов на основе языковых моделей алгоритмами распределенной обработки// Вестник КазУТБ -2023. -№4(21). doi:10.58805/kazutb.v.4.21-220.
 8. McInerney T, Terzopoulos D. Deformable models in medical image analysis: a survey. Published in Medical Image Analysis. -1996. -Vol.1(2). -P. 91-108. <https://web.cs.ucla.edu/~dt/papers/mia96/mia96.pdf>
 9. An end-to-end platform for machine learning: Get started with TensorFlow <https://www.tensorflow.org/?hl=ru> (өтініш берген күні: 12.03.2024)
 10. Open Access Biomedical Image Search Engine. <https://openi.nlm.nih.gov>. (өтініш берген күні: 15.03.2024)
 11. Декодирование файлов DICOM для получения медицинских изображений. <https://www.tensorflow.org/io/tutorials/dicom> (өтініш берген күні: 15.03.2024)

References

1. Mei, H., Xu, K., Zhou, Y. et al. Camouflaged Object Segmentation with Omni Perception. Int J Comput Vis. -2023. -Vol. 131. - P.3019-3034. <https://doi.org/10.1007/s11263-023-01838-2>
2. Markelov, K. S. Model' povysheniya informativnosti cifrovyykh izobrazheniy na baze metoda superrazresheniya / K.S. Markelov // Inzhenernyy vestniki – M. : FGBOU VPO «MGTU im. N.Ye. Baumana». – 2013. – Vyp.3. – S. 525–542. [in Russian]
3. OpenCV tutorial. URL. <https://medium.com/analytics-vidhya/opencv-tutorial-introduction-and-image-basics-7675866eb95a>(date of application: 9.03.2024)
4. Clarke LP, Velthuizen RP, Camacho MA, Heine JJ, Vaidyanathan M, Hall LO, Thatcher RW, Silbiger ML. MRI segmentation: methods and applications. Magn Reson Imaging.-1995. -Vol. 13(3). -P.343-368. doi: 10.1016/0730-725x(94)00124-l. PMID: 7791545.
5. Chaohui Wang, Nikos Komodakis, Nikos Paragios. Markov Random Field modeling, inference & learning in computer vision & image understanding//A survey, Computer Vision and Image Understanding. -2013. -Vol. 117. Iss. 11. -P. 1610-1627. <https://doi.org/10.1016/j.cviu.2013.07.004>.
6. Modernizing Computer Vision with the Help of Neural Networks. [URL]. - <https://marutitech.com/computer-vision-neural-networks/> (date of application: 9.03.2024)
7. Shujtenov, G., U. Turusbekova, M. Muratbekov Analiz nauchnykh tekstov na osnove jazykovykh modelej algoritmami raspredelennoj obrabotki// Vestnik KazUTB -2023. -№4(21). doi:10.58805/kazutb.v.4.21-220. [in Russian]
8. McInerney T, Terzopoulos D. Deformable models in medical image analysis: a survey. Published in Medical Image Analysis. -1996. -Vol.1(2). -P. 91-108. <https://web.cs.ucla.edu/~dt/papers/mia96/mia96.pdf>
9. An end-to-end platform for machine learning: Get started with TensorFlow <https://www.tensorflow.org/?hl=ru> (date of application: 12.03.2024)
10. Open Access Biomedical Image Search Engine. <https://openi.nlm.nih.gov>. (date of application: 15.03.2024)

11. Dekodirovanie fajlov DICOM dlja poluchenija medicinskih izobrazhenij.
<https://www.tensorflow.org/io/tutorials/dicom> (date of application: 15.03.2024)

Авторлар туралы мәліметтер

Есенғалиева Ж.С. - PhD, доцент м.а., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: jannayess@gmail.com;

Оралбекова Ж.О. - PhD, доцент, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: oralbekova@bk.ru;

Турарова М.К. - PhD, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: marzhan_08@mail.ru

Information about the authors

Yessengaliyeva Zh.S. - PhD, acting associate professor, Eurasian national university, Astana, Kazakhstan, e-mail: jannayess@gmail.com;

Oralbekova Zh.O. - PhD, associate professor, Eurasian national university, Astana, Kazakhstan, e-mail: oralbekova@bk.ru;

Turarova M.K. - PhD, Eurasian national university, Astana, Kazakhstan, e-mail: marzhan_08@mail.ru