

ӘОК 004.85

**МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН МЕДИЦИНАЛЫҚ СУРЕТТЕРДІ ТАЛДАУ
ҮШІН ҚОЛДАНУ**

Альжанов Алмас Миржанұлы
atronys@gmail.com

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, «Жасанды интеллект технологиялары»
кафедрасының 4-ші курс студенті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – PhD, оқытушы Жеткенбай Лена

Аңдатпа. Қазіргі кезде компьютерлік томография (КТ), магниттік-резонанстық томография (МРТ), позитронды эмиссиялық томография (ПЭТ), маммография, ультрадыбыстық зерттеу және рентген сияқты медициналық визуализация технологиялары

аурудың кез-келген патологиялық белгілерін тексеруде, анықтауда және т.б. зерттеу жасауда кеңінен қолданылады. Осы медициналық визуализация технологиялары арқылы алынған медициналық суреттерді талдаудың негізгі мақсаты – бұл радиология және басқа медицина саласының мамандарына пациенттің зақымдалған мүшесі жайлы визуалды ақпарат беру. Машиналық оқыту алгоритмдері диагноз қоюға және медициналық процедуралардың нәтижелерін интерпретациялауға кететін уақытты және талап ететін адам ресурстарын азайтып, дәлірек нәтижелерді алуға мүмкіндік береді. Осы жұмыстың барысында классикалық машиналық оқыту және терең оқыту әдістерін МРТ суреттерінде қолданып классификациялау есебін шешеміз. Осы алгоритмдерді салыстырып және оптимизациялап ең жақсы нәтижелерді беретін әдісті ұсынамыз.

Кілттік сөздер: машиналық оқыту, терең оқыту, нейрондық желілер, суреттерді классификациялау.

1. Кіріспе

Медициналық суреттерді талдау – бұл медицина саласының сарапшыларының жұмысын талап ететін жалықтыратын және көп уақытты сарп ететін процесс, бірақ машиналық оқыту алгоритмдерінің көмегімен бұл мәселені шешуге болады. Медициналық суреттерді талдау саласында машиналық оқытудың (Machine learning (ML)) және терең оқытудың (Deep learning (DL)) негізі жасанды нейрондық желі (Artificial neural network (ANN)) болып табылады. Медициналық суреттеу саласында жасанды интеллекттің пайда болуына әкелген фактор – жасанды интеллект арқылы радиология саласында визуалды тану технологиялардың дамуы және 2015 жылдан бастап қателіктер пайда болу жиілігі адамға қарағанда төмен болуы [1]. Машиналық оқыту медициналық суреттеу саласындағы көптеген мүмкіндіктерінің арасында зақымдалған бөліктерін анықтау және классификациялау, суреттерді сегментациялаудың автоматтандырылуы, регистрациялау және тағы басқаларды белгілей аламыз.

Зерттеу жұмысының мақсаты – МРТ суреттерінің датасетінде үйретілген моделдерді салыстыру және оптимизациялау.

2. Негізгі түсініктер

Машиналық оқыту – бұл жүйелерге нақты бағдарламаланбай-ақ автоматты түрде мысалдарға қарап үйрену және жұмысын жақсарту мүмкіндігін беретін жасанды интеллект бөлігі. Машиналық оқыту деректерге қол жеткізе алатын және оны білім алу үшін пайдалана алатын компьютерлік бағдарламаларды жасауға бағытталған [2].

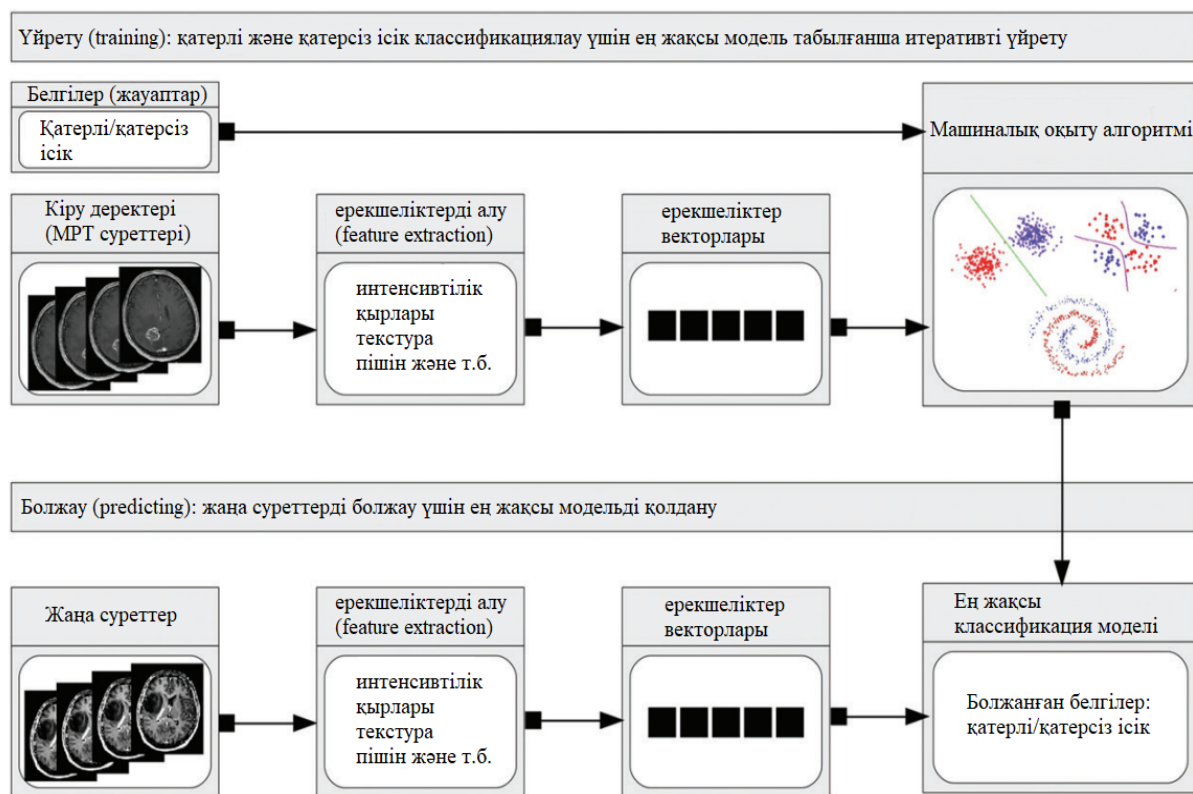
Модель – машиналық оқыту жүйесі арқылы алынған салмақтар немесе шешім нүктелерінің жиынтығы. Үйренгеннен кейін, модель жаңа белгісіз мысалдарды қай сыныпқа немесе сегментке жататынын болжай алады [3]. Машиналық оқыту моделінің әзірлеуі сурет 1-де көрсетілгендей белгіленген деректер дайындалудан бастап оларды моделдің үйрету процесіне жіберілумен жалғасады. Машиналық оқыту алгоритмі деректердің ерекшеліктерін үйреніп, оны кейін жаңа суреттерді болжауға қолданады.

Үйрену үшін машиналық оқыту жүйесі кіріс деректер жиынының суреттерін қолданып, кейін оларды классификациялау үшін пайдалы ерекшеліктерді үйренеді. Болжау үшін үйретілген модель радиологтарға көмектесу үшін жаңа суреттерге қолданылады [3].

Үйрету (Training) – машиналық оқыту алгоритмі дұрыс жауаптарымен (яғни, белгілермен) белгіленген деректерді алатын кезең. Салмақтар немесе шешім нүктелерінің жинағы моделдің өнімділігін жақсартуға қол жеткізгенше жаңартылады [3].

Валидация жиыны (Validation set) – модель үйрету кезінде қолданылатын деректер жиыны. Бұл “training set” деп те аталады [3].

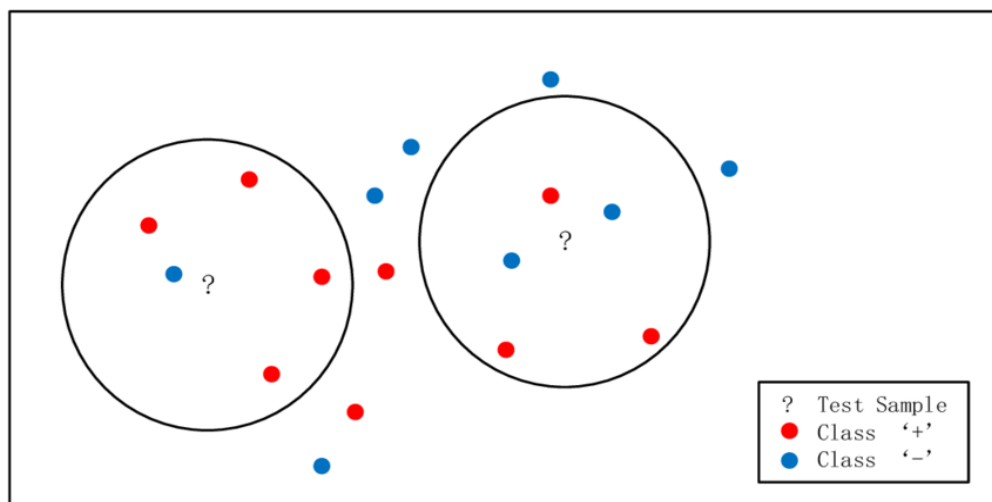
Тест жиыны (Test set) – кейбір жағдайларда моделдің жұмысын тексеру үшін үшінші деректер жиыны қолданылады. Модель өнімділігін жақсарту үшін валидация жиынымен итерацияларды орындаған соң, осы валидация жиынының бірегей ерекшеліктерді үйрену мүмкін. Моделді бұрын көрінбеген деректерде тексеру оның кейін дұрыс жауаптарын беруге сенімділігін арттырады [3].



Сурет 1 – Машиналық оқыту моделінің әзірлеуі және оны медициналық суреттеуді классификациялауда қолдану

3. Классикалық машиналық оқыту алгоритмдері және нейрондық желілер

Ең жақын көршілер әдісі (Nearest Neighbors) - ең жақын көрші әдістерінің принципі жаңа нүктеге дейінгі ең жақын қашықтықта орналасқан оқу мысалдардың алдын ала анықталған санын табу және олардың негізінде белгіні болжау болып табылады. Оқыту мысалдардың саны пайдаланушы белгілеген тұрақты (k-ең жақын көршілер әдісі) болуы мүмкін немесе жергілікті нүкте тығыздығына байланысты (радиусқа негізделген көршілер әдісі) өзгеруі мүмкін. KNN алгоритмінің мысалы сурет 2-де ұсынылған.



Сурет 2 – KNN алгоритмінің мысалы (k=5) [4].

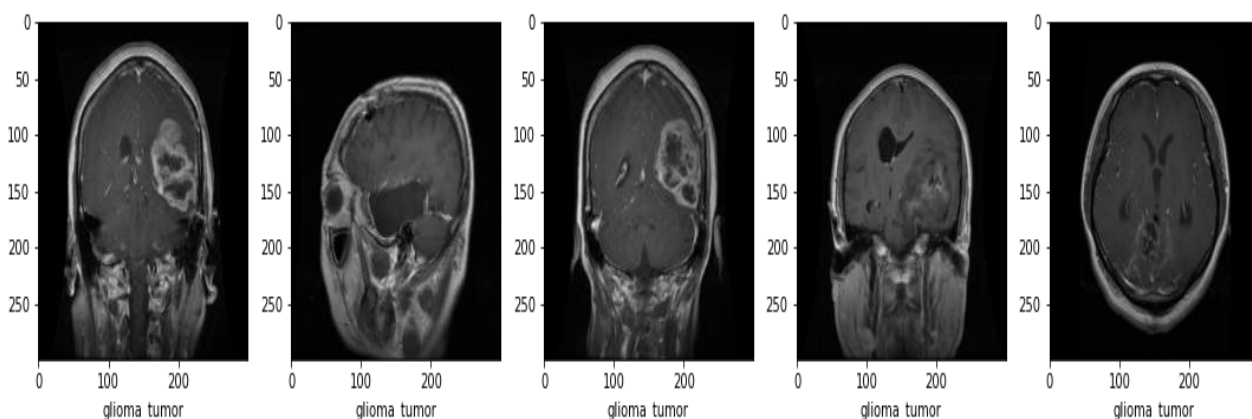
Шешімдер ағаштары (Decision trees) – классификация мен регрессия үшін қолданылатын параметрлік емес мұғаліммен машиналық оқыту алгоритмі. Осы уақытқа

дейін сипатталған машиналық оқыту әдістерінің бір маңызды кемшілігі бар: салмақтарда қолданылатын мәндерден адамға интерпретациялауға оңай болатын түрде ақпаратты алу қиын. Шешімдер ағаштары қандай да бір берілген мысалды классификациялау үшін адам оңай оқи алатын ережелерді құрайды. Шешім ағаштары әдетте иә немесе жоқ сұрақтар түрінде болады.

Жасанды нейрондық желі бірнеше қабаттарда (тереңдік) конфигурацияланған саны жүзден миллионға дейін болуы мүмкін түйіндерден тұрады және *терең оқыту* көп қабаттарды қолданып, егжей-тегжейлі талдауды асыруға және абстракцияның жоғары деңгейлерін көрсетуге қабілетті. Әр түйін басқа түйіндерден ақпарат алады және бұл түйіндер салмақтарымен өлшелінеді. (Сурет 5). ANN әрбір алға таралу үшін есептелген қате негізінде әр түйіндегі салмақтарды реттеу арқылы ақиқат деректермен салыстырғанда дұрыс жауаптарды барынша арттыруға бағытталған. Әрбір итерациядан (epoch) кейін нейрондық желі дәлірек шешімге жақындайды [1].

4. Модель әзірлеу және әдістерді салыстыру

Моделді үйрету үшін ең алдымен деректерді дайындау қажет. Бұл жұмыста мидың МРТ суреттерінен тұратын датасет қолданылды. Датасет 2870 үйрету суреттерінен және 394 тестілеу суреттерінен тұрады. Суреттер төрт сыныпқа жіктелген: глиома, менингиома, гипофиз ісіктері және ақауы жоқ сау мидың МРТ суреттері. Датасетте қолданылған МРТ суреттері бойынша жиналған суреттердің үзіндісі сурет 3-те көрсетілген.



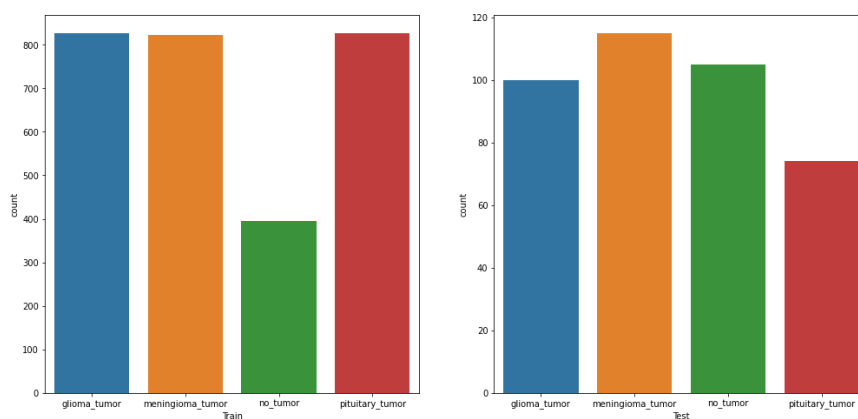
Сурет 3 – Датасетте қолданылған МРТ суреттері бойынша жиналған суреттерден үзінді

Деректерді дайындау және моделді әзірлеу үшін OpenCV, Scikit-Learn, Keras секілді ашық кодты Python тілінің кітапханалары қолданылды.

Суреттерді үйрету процесіне жіберілуіне дейін алдын ала дайындау (preprocessing) қадамдары келесідей орындалады:

- Суреттердің өлшемін бірдей мөлшерге келтіру, мысалы 300x300.
- Аугментация қадамы:
 - айналу;
 - жылжу;
 - Аудару;
- Масштабтау: нормализация.

Деректердің ішіндегі сыныптарға жататын суреттердің санын қарасақ, сау мидың МРТ суреттері басқа сыныптарға қарағанда саны жағынан аз екенін сурет 4-тен байқауға болады, мұндай теңгерімсіздік кейін қиындықтар туғызуы мүмкін. Сол себепті аугментация қадамдарының қажеттілігі туындайды.



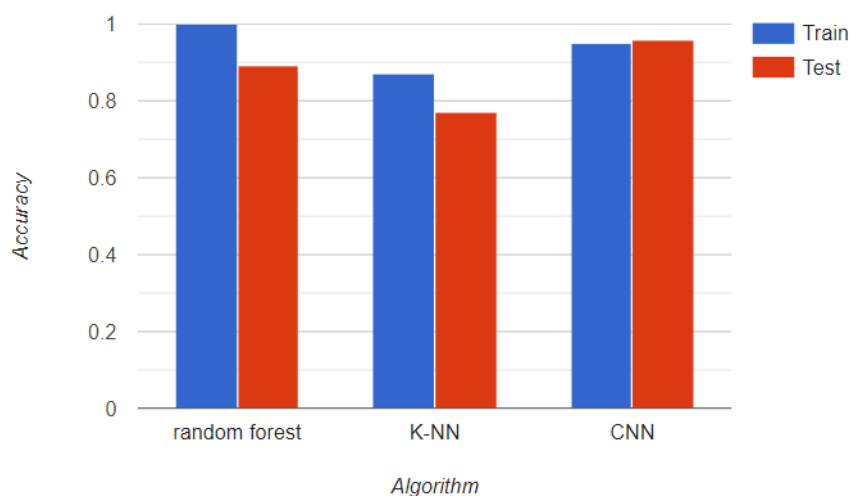
Сурет 4 – Датасет сыныптарына қатысты суреттер саны

Нәтижелерді бағалау үшін accuracy метрикасын қолданылды:

$$Accuracy = \frac{(TP + TN)}{(TP + FP + TN + FN)}$$

Мұндағы TP – true positive, TN - true negative, FP - false positive, FN - false negative. Яғни дұрыс болжамдардың санын барлық болжамдарға бөлу.

Машиналық оқыту алгоритмдерін салыстыру нәтижесін сурет 5-те ұсынылған диаграммадан көре аламыз:



Сурет 5 – Нәтижелерді салыстыру

Диаграммадан көргеніміздей бұл жағдайда басқаларға карағанда жақсы нәтиже көрсеткен алгоритм – конволюциялық нейрондық желі болып табылады.

Бұл желінің толық параметрлер саны – 2694276. Нейрондық желінің архитектурасын әзірлеу кезінде максималды болжамдар дәлділігін сақтап моделдің көлемін кішірейтуге тырысу керек.

Қорытынды

Зерттеу жұмысы нәтижесінде негізгі классикалық және терең оқыту алгоритмдерінің МРТ суреттерін классификациялау мәселесіне қолданылуы, олардың артықшылықтары қарастырылды. МРТ суреттерін классификациялау моделі құрылды және нәтижелері салыстырылды. Жұмыс барысында датасет ішінде сыныптардың арасында теңгерімсіздік болмауы жайлы айтылды және CNN басқа алгоритмдерге карағанда артығырақ нәтижелерге қол жеткізуге болатыны көрсетілді. Дегенмен де, оның потенциалына жету үшін

архитектурасын дұрыстап әзірлеу керектігін байқауға болады. Осы моделдер үшін қарапайым веб-интерфейс әзірленді.

Алдағы уақытта моделдердің көлемдерін кішірейтіп, үйретуге кететін уақытты азайту өзекті бағыт болып қала береді. Сондай-ақ осы мақсатқа жету үшін қолжетімді медициналық суреттер бойынша сапалы датасеттердің санын арттыру мәселесін қарастыру керек.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Geoff Currie, K. Elizabeth Hawk, Alanna Vial, «Machine Learning and Deep Learning in Medical Imaging: Intelligent Imaging,» *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, %1-том50, № 4, pp. 477-487, 2019.
2. «<https://www.expert.ai/blog/machine-learning-definition/>,» [20.03.2022 ж.].
3. Bradley J. Erickson, Panagiotis Korfiatis, Zeynettin Akkus, Timothy L. Kline, «Machine Learning for Medical Imaging,» *RadioGraphics*, %1-том37, № 2, p. 505–515, 2017.
4. Debo Cheng, Shichao Zhang, Zhenyun Deng, Yonghua Zhu, Ming Zong, «kNN Algorithm with Data-Driven k Value,» 2014.
5. S. Garg, P. Singh, «State-of-the-Art Review of Deep Learning for Medical Image Analysis,» %1 да *3rd International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS)*, Thoothukudi, 2020.
6. Mohammadreza Sheykhmousa, Masoud Mahdianpari, «Support Vector Machine vs. Random Forest for Remote Sensing Image Classification: A Meta-analysis and systematic review,» *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 2020.