

философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін
8D07109 – Автоматтандыру және Internet of things мамандығы бойынша
**«Инсульт диагнозын қою үшін терең оқытумен жабдықталған интернет-
заттар жүйесін құру» тақырыбында жазылған**
Турсынова Ажар Тойлыбайқызының диссертациялық жұмысына берілген
АНДАТПА

Зерттеудің өзектілігі. Ишемиялық инсульт бүкіл әлемде ең көп таралған цереброваскулярлық ауру болып табылады және тек АҚШ-та барлық инсульттің 87% құрайды. Ол ми артериясының бітелуінен пайда болады, қан ағымын тоқтатады және ақырында ми жасушаларын өлтіреді. Мүмкін болатын емдеу әдістерінің тиімділігі инсульт басталғаннан кейінгі уақытқа байланысты. Инсульт ошағын (яғни мидың зақымдалған аймағын) дәл сегменттеу-бұл бірнеше МРТ тізбегін зерттеуді қажет ететін және бақылаушылар арасында төмен келісімге ие өте жалықтыратын тапсырма. Инсульт мидың кез-келген жерінде әр түрлі мөлшерде болуы мүмкін және оның сипаттамалары әр түрлі болады. Қолмен сегменттеу алтын стандарт болып табылады, бірақ бұл медициналық тәжірибеде практикалық емес.

Инсульттің төмендеуі туралы жігерлендіретін дәлелдерге қарамастан, жаһандық деңгейде халықтың қартаюуы және қауіп факторларының жинақталуы өмір бойы инсульт қаупінің артуына ықпал етеді. The global burden of Disease 2016 lifetime risk of Stroke Collaborators мәліметтеріне сәйкес, инсульттің орташа жаһандық өмір бойы қаупі 1990 жылғы 22,8% - дан 2016 жылы 24,9% - ға дейін өсті, бұл инсульттан басқа себептерден болатын өлімнің бәсекелес қаупін ескергеннен кейін салыстырмалы түрде 8,9% - ға өсті. Мендельдің 500 000-ға жуық қытайлық адамдар арасындағы рандомизацияланған зерттеуі төмен тығыздықтағы липопротеидтердің холестерин деңгейін болжайтын генетикалық маркерлер ишемиялық инсультпен тікелей байланысты және интрацеребральды қан кетумен кері байланысты екенін көрсетті, бұл төмен тығыздықтағы липопротеидтердің холестерин деңгейінің инсульттің ең көп таралған 2 түріне кері әсерін дәлелдейді. Әйелдер денсаулығы бастамасының перспективалық когорттық зерттеуіне қатысқан 81 714 әйелдің ішінде ≥ 2 жасанды тәттілендірілген сусынды күнделікті тұтынатындардың орташа есеппен барлық инсульт (ТҮЗЕТІЛГЕН 1,23 [95% сі 1,02–1,47]) және ишемиялық инсульт (түзетілген о 1,31 [95% сі 1,06–1,63) қаупі жоғары болды]) демографияға, ЖҚА тарихына, қауіп факторларына, дене салмағының индексіне, Денсаулық мінез-құлқына және диетаның жалпы сапасына түзетуден кейін апта сайын <1 жасанды тәттілендірілген сусынды тұтынатындармен салыстырғанда.

Компьютерлік томография (КТ) және магнитті-резонансты бейнелеу (МРТ) инсультті диагностикалау үшін қолданылатын ең көп таралған әдістер болып табылады. МРТ сканерлеу компьютерлік томографияға қарағанда жоғары сапалы кескіндерге мүмкіндік береді, бұл процедураға қажетті әдіс тек ірі мекемелерде қол

жетімді. Әдетте, компьютерлік томография инсульт диагностикасының негізгі кезеңі болып табылады, өйткені ол зақымданудың көлемін, түрін және ауырлығын анықтауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, компьютерлік томография инсультті диагностикалаудың ең жылдам және үнемді технологиясы болып саналады. Нәтижесінде, жедел диагностиканың қажеттілігін ескере отырып, дәрігерлерге медициналық шешім қабылдауға көмектесу үшін КТ кескіндерін талдайтын шешімдерді қолдау жүйелерінің маңыздылығы даусыз.

Церебральды инсультті анықтау кезінде бейнелеу әдістерін қолданудың түпкі мақсаты-диагнозды мүмкіндігінше тезірек анықтау және емдеу туралы шешім қабылдау үшін ми ішілік тамырлар мен церебральды перфузияның күйі туралы нақты деректерді жинау. Жедел ишемиялық инсульт жағдайында диагностика мен емдеудің кешігуі ми қызметі үшін ауыр зардаптарға, сондай-ақ өлім қаупінің жоғарылауына әкелуі мүмкін. Эндovasкулярлық емдеу сияқты медициналық араласулардың дұрыстығы қан айналымының артқы немесе алдыңғы бөлігіндегі зақымданудың локализациясымен және бұзылыс пайда болғаннан кейінгі кезеңмен анықталады. Симптомдары бар науқастарды емдеудегі процедуралардың көпшілігі адам мамандарының қатысуын талап етеді. Медициналық мамандарға жүгіну көп уақытты қажет ететін процесс және бұл мамандар әр медициналық мекемеде бола бермейді. КТ және МРТ сияқты бейнелеу сынақтары инсульт кезінде мидың зақымдануын тез диагностикалау және паренхиманың қай аймақтары зақымдалғанын анықтау үшін қажет. Ерте емдеу мүмкіндіктерін кеңейту үшін ми инсультін бағалаудың автоматтандырылған тәсілдері қажет.

Церебральды инфарктты автоматты түрде анықтау мен жіктеудің дәстүрлі әдістері клиникалық деректерді мұқият талдағаннан кейін алгоритмді жасаушылар ұсынған функцияны жобалау бойынша ұсыныстар жиынтығын қолдану арқылы жасалды. Потенциалды ми инсультінің кейбір аспектілері жасырылғандықтан және сканерлеу кезінде тану қиын болғандықтан, инсультті автоматты түрде жіктеудің дәстүрлі әдістері күрделіліктің болмауына байланысты қиын болды. Екінші жағынан, терең оқыту әдістері кәдімгі машиналық оқытудан айырмашылығы, оқу үлгілерінен көрнекі атрибуттарды алуға мүмкіндік береді. Бұл әдістер церебральды инфарктты модельдеуді жеңілдетеді және терең оқытудың алдыңғы тәсілдерінің шектеулерін жояды. Дөңес ядроларды конволюциялық нейрондық желілер (CNNs) кіріс кескінінен белгілі бір белгілерді алу үшін, сондай-ақ кескінді санаттаудың әртүрлі мәселелерін шешу үшін пайдаланады.

Заманауи жасанды интеллект қосымшалары адамдарға әртүрлі мәселелерді шешуге көмектесуге арналған. CNN-қазіргі уақытта нейробейнелеуде кеңінен қолданылатын терең оқытудың дамып келе жатқан ішкі санаттарының бірі. Терең оқыту әдістері мен CNN қолдану жедел ишемиялық инсультті диагностикалау стратегиясы ретінде бағаланады. Жақында деректерді өндіру және терең оқыту робототехника, кескінді тану және жасанды интеллект (AI) бойынша таңғажайып нәтижелер беретін ғылыми қауымдастық арасында ең танымал тақырыптарға айналды. Нейрондық желілер құрылымдалмаған деректерді, әсіресе кескіндерді,

мәтінді, аудио және сөйлеуді өңдеуде дамиды. Конволюциялық нейрондық желілер (CNN) осындай құрылымдалмаған деректер үшін жақсы жұмыс істейді.

Сонымен қатар, денсаулық сақтау қызметтері интернетінің (iomt) өсіп келе жатқан маңызы Денсаулық сақтау ландшафтын өзгерте бастады. IoMT, Интернет арқылы бір-бірімен байланысуға қабілетті өзара байланысты медициналық құрылғылар желісі нақты уақыт режимінде деректер алмасуды, пациенттерді қашықтан бақылауды және жедел медициналық қызмет көрсетуді қамтамасыз етеді. Инсультті емдеу контекстінде IoMT медициналық деректерді жинау, бөлісу және пайдалану жолдарында төңкеріс жасай алады, бұл симптомдардың басталуынан емдеуді бастауға дейінгі уақытты айтарлықтай қысқартады.

Медициналық заттардың интернеті (iomt) арқылы инсультті диагностикалау әдістерін және медициналық кескіндерді талдауға арналған терең оқытуды зерттеу жаһандық деңгейде өлім мен мүгедектіктің жетекші себептерінің бірі ретінде инсульттің жоғары таралуын ескере отырып, айтарлықтай өзектілікке ие. Инсультті тиімді ерте анықтау пациенттердің нәтижелерін айтарлықтай жақсартады, әсерлерді азайтады және сәтті араласу мүмкіндігін арттырады. Бұл тұрғыда каротид артериялары арқылы қан ағымының жылдамдығы сияқты көрсеткіштерді бақылау үшін IoMT қолдану уақтылы диагноз қою үшін құнды деректерді ұсынады. Сонымен қатар, мидың КТ суреттерін талдауға терең оқыту алгоритмдерін қолдану диагностикалық процедуралардың дәлдігін едәуір жақсартуға ықпал етеді, бұл адамның көзіне көрінбейтін күрделі заңдылықтарды тануға мүмкіндік береді. Мұндай технологиялар емдеудің жекелендірілген тәсілдерін дамытып қана қоймайды, сонымен қатар ұзақ мерзімді оңалту мен күтім қажеттілігін азайту арқылы денсаулық сақтау шығындарын айтарлықтай төмендетуі мүмкін. Осылайша, инсульт диагностикасы саласындағы озық технологиялық шешімдерді дамыту және интеграциялау қазіргі кезеңде медициналық көмектің сапасы мен қолжетімділігін жақсартудың негізгі бағытына айналуға.

Зерттеу нысаны: мидың КТ суреттері, ұйқы артерияларындағы қан ағымы.

Зерттеу тақырыбы: ұйқы артерияларындағы қан ағымының жылдамдығын өлшеуге арналған ультрадыбыстық сенсор, ми кескіндеріндегі инсульт ошақтарын жіктеуге және сегментациялауға арналған терең оқыту алгоритмдері.

Жұмыстың мақсаты-медициналық заттардың интернетін және ми кескіндеріндегі терең оқыту үлгілерін пайдалана отырып, инсульт белгілерін Автоматты диагностикалаудың кешенді жүйесін құру.

Зерттеу әдістері:

- IoMT схемалық бөлігінің Proteus ортасында модельдеу.
- Кескінді өңдеу әдістері.
- Терең оқыту әдістері.

Жаңалығы

- Каротид артериясындағы қан ағымының жылдамдығы бойынша инсульттің алғашқы белгілерін анықтауға арналған iomt құрылғысы әзірленген.

- Шағын деректер жиынтығымен инсультті жіктеу үшін терең нейрондық желі моделі жасалды.
- Шектеулі деректері бар ми кескіндері бойынша инсультті сегментациялау үшін Unet негізіндегі терең модель әзірленді.

Практикалық маңыздылығы инсультті диагностикалау үшін кешенді жүйені қолдану болып табылады. IoMT каротид артериясындағы қан ағымының жылдамдығы бойынша инсульттің алғашқы белгілерін анықтауға арналған құрылғы және ми кескінін жіктеу және сегментациялау үшін терең оқыту үлгілері. Iomt құрылғысына мыналар кіреді: CW(үздіксіз толқынды) ультрадыбыстық сенсор, аналогты-сандық түрлендіргіш ADS1115, Raspberry Pi 4 Model B Бір тақталы компьютер. инсультті жіктеуге және сегменттеуге арналған терең нейрондық желі үлгілерінде шағын деректер жиынымен жұмыс істеу мүмкіндігі бар.

Зерттеу жұмысының мақсатына жету үшін қойылған міндеттер:

- Интернеттегі медициналық заттарды қолдану арқылы инсультті диагностикалау әдістерін зерттеу.
- Ұйқы артериясындағы қан ағымының жылдамдығын талдау.
- Ұйқы артериясындағы қан ағымының жылдамдығы бойынша инсультті диагностикалау үшін медициналық заттар интернетінің прототипін жасау.
- Инсультті жіктеу және инсульт ошақтарын мидың суреттері бойынша сегменттеу міндеттеріндегі терең оқыту модельдерін талдау.
- Мидың суреттері бойынша инсульт ошақтарын жіктеу және сегменттеу үшін терең оқыту модельдерін әзірлеу.
- Терең оқыту модельдерінің тиімділігін бағалау.

Қорғауға шығарылатын ережелер

- Медициналық заттар интернеті мен терең оқыту үлгілері негізінде инсульт диагностикасының кешенді жүйесі құрылды.
- Инсультпен ми кескінін жіктеу үшін CNN негізіндегі терең оқыту моделі әзірленді.
- U-Net архитектурасының модификациясына негізделген мидың 3D кескіндері бойынша инсульт ошағын сегменттеу моделі әзірленді.

Жұмыстың негізгі ережелері мен нәтижелері:

Жарияланымдар. Диссертация тақырыбына 8 ғылыми жұмыс, оның ішінде 5 – Scopus және Web of Science дерекқорына кіретін ғылыми журналдарда, 2 – халықаралық конференция материалдарында, 1 ҚР патенті арналды.

1. Omarov, B., Tursynova, A., Postolache, O., Gamry, K., Batyrbekov, A., Aldeshov, S., Azhibekova, Z., Nurtas, M., Aliyeva, A., Shiyapov, K. Modified UNet Model for Brain Stroke Lesion Segmentation on Computed Tomography Images //Computers, Materials & Continua. – 2022. – Т. 71. – №. 3. Q1, 79%
2. Tursynova, A., Omarov, B., Tukenova, N., Salgozha, I., Khaaval, O., Ramazanov, R., Ospanov, B. Deep learning-enabled brain stroke classification on computed

- tomography images //Computers, Materials & Continua. – 2023. – Т. 75. – №. 1. – С. 1431-1446. Q1, 79%
3. Tursynova, A., Omarov, B., Sakhipov, A., Tukenova, N. Brain Stroke Lesion Segmentation Using Computed Tomography Images based on Modified U-Net Model with ResNet Blocks //International Journal of Online & Biomedical Engineering. – 2022. – Т. 18. – №. 13. Q2, 61%
 4. Omarov B., Tursynova A., Uzak M. Deep Learning Enhanced Internet of Medical Things to Analyze Brain Computed Tomography Images of Stroke Patients //International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – 2023. – Т. 14. – №. 8. Q3, 44%
 5. Tursynova, A.T., Omarov, B.S., Postolache, O.A., Sakypbekova, M.Zh. Convolutional deep learning neural network for stroke image recognition //Journal of Mathematics, Mechanics and Computer Science. – 2021. – Т. 112. – №. 4.
 6. Tursynova, A., Omarov, B., Shuketayeva, K., Smagul, M. Artificial Intelligence in Stroke Imaging //2021 11th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence). – IEEE, 2021. – С. 41-45.
 7. Tursynova A., Omarov B. 3D U-Net for brain stroke lesion segmentation on ISLES 2018 dataset //2021 16th International Conference on Electronics Computer and Computation (ICECCO). – IEEE, 2021. – С. 1-4.
 8. Пайдалы модельге №8655 Патент. "Заттар интернеті мен терең оқытуға негізделген инсультті диагностикалаудың кешенді жүйесі". Алынған күні 24.11.2023

Бірінші тарау инсультті диагностикалаудың әдеби көздеріне шолу жасауға, жасанды интеллект пен медициналық заттардың интернеті арқылы инсультті болжаудың заманауи тәсілдерін талдауға арналған. Инсульттің түрлері мен патофизиологиясы да қарастырылады.

Екінші тарауда инсультті диагностикалау үшін шешім қабылдауды қолдау тәсілдері мен жүйелері сипатталған. Машиналық оқыту және терең оқыту әдістеріне шолулар беріледі. Инсульт диагностикасының үш түрі бар, атап айтқанда анықтау, жіктеу және сегментация.

Үшінші тарауда инсультті диагностикалау үшін қолданылатын материалдар мен қолданылатын әдістер қарастырылады. Ми суреттері бойынша инсультті жіктеу және сегменттеу мәселелерін шешу үшін модельдер мен архитектуралар, модельдердің сапасы мен өнімділігін жақсартудың негізгі әдістері ұсынылады. Модельдермен жұмыс істеу үшін деректер, сондай-ақ Іомотехника, оның функционалдық схемасы және жұмыс принципі анықталды.

Төртінші тарау зерттеу нәтижелеріне арналған. Инсультті диагностикалау үшін медициналық заттардың интернетін қолданудың эксперименттік нәтижелері, терең оқытуды қолдана отырып, ми инсульттарын жіктеуге арналған модельдік эксперимент нәтижелері, ми кескінін сегментациялау үшін ResNet блоктары бар UNet және UNet негізіндегі терең нейрондық желі моделінің эксперимент нәтижелері алынды. Терең оқытудың дамыған модельдерінің тиімділігін бағалау анықталады.